

# TR72 BÖLGESİ (KAYSERİ, SİVAS, YOZGAT) ENERJİ SEKTÖRÜNE YÖNELİK İMALAT SANAYİ RAPORU





**TR72 BÖLGESİ (KAYSERİ, SİVAS,  
YOZGAT) ENERJİ SEKTÖRÜNE  
YÖNELİK İMALAT SANAYİ RAPORU**

**Ağustos 2013  
Ankara**



**Hazırlayanlar:**

**Fulya BAYRAKTAR** – Kıdemli Uzman  
**Mehmet Ali KAFALI** – Kıdemli Uzman  
**Orkun Levent BOYA** – Kıdemli Uzman

**Koordinasyon:**

**Oktay KÜÇÜKKİREMİTÇİ** – Müdür  
**Ömür GENÇ** – Müdür Yardımcısı  
**Mustafa ŞİMŞEK** – Müdür Yardımcısı  
**Dr. Faruk Cengiz TEKİNDAĞ** - Müdür

**TÜRKİYE KALKINMA BANKASI A.Ş.**  
**EKONOMİK ve SOSYAL ARAŞTIRMALAR MÜDÜRLÜĞÜ**

**Ağustos 2013**

---



## İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ .....	V
ŞEKİLLER VE GRAFİKLER LİSTESİ .....	Viii
KISALTMALAR .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
YÖNETİCİ ÖZETİ .....	xiii
GİRİŞ .....	1
<b>1.ELEKTRİK ENERJİSİ SEKTÖRÜNÜN MEVCUT DURUMU .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Sektörün Dünya ve Türkiye’deki Görünümü .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Türkiye’de Elektrik Enerjisi .....</b>	<b>9</b>
1.2.1. Kurulu Güç .....	9
1.2.1.1 Türkiye Elektrik Üretim Kapasitesi .....	9
1.2.1.2. TR72 Bölgesi Elektrik Üretim Kapasitesi .....	15
<b>1.3. Üretim .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. TR72 Bölgesi ve Türkiye Elektrik Tüketimi .....</b>	<b>23</b>
<b>1.5. Arz-Talep Dengesi .....</b>	<b>28</b>
1.5.1. Elektrik Enerjisi Dış Ticareti .....	28
1.5.2 Elektrik Üretim-Tüketim Miktarları .....	30
<b>1.6. Dünyada ve Türkiye’de Elektrik Enerjisi Sektörünün Karşılaştırması .....</b>	<b>34</b>
<b>2.ELEKTRİK ENERJİSİYLE İLGİLİ TAHMİN VE BEKLENTİLER.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Dünya Elektrik Sektörüne İlişkin Beklentiler .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Sektörüne İlişkin Beklentiler .....</b>	<b>45</b>
2.2.1. Kurulu Güç Tahmini .....	45
2.2.2 Talep Tahmini ve Arz-Talep Dengesi .....	47
<b>3. TÜRKİYE BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARI VE ELEKTRİK ÜRETİM POTANSİYELİ.....</b>	<b>56</b>
<b>3.1 Türkiye Enerji Kaynakları .....</b>	<b>56</b>
3.1.1. Kömür Rezervleri .....	56
3.1.2. Petrol ve Doğalgaz Rezervleri .....	57
3.1.3. Türkiye’nin Nükleer Yakıt Rezervleri .....	58

3.1.4. Hidroelektrik Potansiyeli.....	59
3.1.5. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli .....	60
3.1.6. Güneş Enerjisi Potansiyeli .....	63
3.1.7. Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	65
3.1.8. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli .....	66
<b>3.2. TR72 Bölgesi Elektrik Potansiyeli .....</b>	<b>68</b>
3.2.1. Bölge Hidroelektrik Potansiyeli.....	68
3.2.2. Bölge Kömür Potansiyeli .....	69
3.2.3. Bölge Rüzgâr Potansiyeli .....	71
3.2.4. Bölge Güneş Potansiyeli.....	74
3.2.5. Bölge Biyokütle Enerjisi Potansiyeli .....	75
<b>4. ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜ.....</b>	<b>76</b>
<b>4.1. Sektörün Tanımı ve Sektör Hakkında Bilgiler .....</b>	<b>76</b>
<b>4.2. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Ekipmanlarının Durumu .....</b>	<b>83</b>
4.2.1. Fosil Yakıtlardan Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar .....	83
4.2.1.1. Kömürden Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar.....	84
4.2.1.1.1. Sektörün Tanımı.....	84
4.2.1.1.2. Dünyada Kömür Yakıtlı Termik Santraller .....	90
4.2.1.1.3. Türkiye’de Kömür Yakıtlı Termik Santraller .....	91
4.2.1.2. Doğalgaz ve Petrolde Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar.....	96
4.2.1.2.1. Sektörün Tanımı.....	96
4.2.1.2.2. Türkiye’de Doğalgaz Santralleri .....	98
4.2.2. Nükleer Enerji Ekipmanları .....	101
4.2.2.1. Sektörün Tanımı.....	101
4.2.2.2. Dünyada Nükleer Santraller.....	102
4.2.2.3. Türkiye’de Nükleer Enerji Ekipmanları.....	103
4.2.3. Hidrolik Kaynaklarla Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar.....	106
4.2.3.1. Sektörün Tanımı .....	106
4.2.3.2. Dünyada Hidroelektrik Santralleri .....	111
4.2.3.3. Türkiye’de Hidroelektrik Santral Ekipmanları .....	112
4.2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar .....	120
4.2.4.1. Biyokütle Enerjisi Ekipmanları.....	122
4.2.4.1.1. Sektörün Tanımı.....	122
4.2.4.1.2. Dünyada Biyokütle Enerjisi Ekipmanları .....	127
4.2.4.1.3. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Olanakları ve Ekipmanları .....	128
4.2.4.2. Isıl ve Fotovoltaik Güneş Enerjisi Ekipmanları .....	133
4.2.4.2.1. Sektörün Tanımı.....	133
4.2.4.2.2. Dünyada Isıl ve Fotovoltaik Güneş Enerjisi Ekipmanları .....	140
4.2.4.2.3. Türkiye’de Isıl ve Fotovoltaik Güneş Enerjisi Ekipmanları.....	149
4.2.4.3. Jeotermal Enerji Ekipmanları .....	157
4.2.4.3.1. Sektörün Tanımı.....	157
4.2.4.3.2. Dünyada Jeotermal Enerji Ekipmanları .....	161
4.2.4.3.3. Türkiye’de Jeotermal Enerji Ekipmanları .....	161
4.2.4.4. Rüzgâr Enerjisi Ekipmanları.....	163
4.2.4.4.1. Sektörün Tanımı.....	163
4.2.4.4.2. Dünyada Rüzgâr Enerjisi Ekipmanları .....	165



4.2.4.4.3. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Ekipmanları.....	170
4.2.4.5. Hidrojen Enerjisi Ekipmanları.....	175
4.2.4.5.1. Sektörün Tanımı.....	175
4.2.4.5.2. Dünyada Hidrojen Enerjisi Ekipmanları .....	178
4.2.4.5.3. Türkiye’de Hidrojen Enerjisi Ekipmanları.....	180
4.2.5. Enerji İletim ve Dağıtım Ekipmanları.....	182
4.2.5.1. Sektörün Tanımı.....	182
4.2.5.2. Dünyada Enerji İletim ve Dağıtım Ekipmanları .....	183
4.2.5.3. Türkiye’de Enerji İletim ve Dağıtım Ekipmanları.....	184
<b>5. ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜNE YÖNELİK MUHTEMEL TALEP İNCELEMESİ .....</b>	<b>190</b>
<b>6. ENERJİ VE ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜNÜN GİRDİ ÇIKTI ANALİZİ .....</b>	<b>199</b>
<b>6.1. Girdi-Çıktı (Input-Output) Tabloları .....</b>	<b>199</b>
<b>6.2. Sektörlerarası Etkileşim (Bağlantı Katsayıları).....</b>	<b>205</b>
<b>6.3. Enerji ve Enerji Ekipmanları Sektörlerinin Bağlantı Katsayıları.....</b>	<b>206</b>
<b>6.4. Enerji ve Enerji Ekipmanları Sektörlerinin Kısmî Bağlantı Katsayıları .....</b>	<b>207</b>
6.4.1. ENEK Sektörleri Kısmî Doğrudan Geri Bağlantı Katsayıları.....	208
6.4.2. ENEK Sektörleri Kısmî Toplam Geri Bağlantı Katsayıları.....	208
6.4.3. ENEK Sektörleri Kısmî Toplam İleri Bağlantı Katsayıları .....	210
6.4.4. ENEK Sektörleri “Önemli Katsayılar” Analizi .....	211
6.4.5. ENEK Sektörlerinin İthalata Bağımlılığı .....	214
<b>7. TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİNİN YAPISAL DURUMUNUN ANALİZİ .....</b>	<b>216</b>
<b>7.1. Sektörün Bölgedeki Mevcut Durumu .....</b>	<b>216</b>
<b>7.2. Dış Ticaret .....</b>	<b>218</b>
7.2.1.İhracat.....	219
7.2.2. İthalat.....	220
7.2.3. Dış Ticarete Rekabet Gücü.....	221
<b>7.3. Eğitim Alt Yapısı.....</b>	<b>226</b>
<b>7.4. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (Teknoparklar) .....</b>	<b>228</b>
<b>7.5. Yatırım Teşvik Belgelerinin Gelişimi.....</b>	<b>230</b>
<b>7.6. TR72 Bölgesi İmalat Sanayinin Yapısal Analizi.....</b>	<b>232</b>
7.6.1. TR72 Bölgesi İmalat Sanayinin Boyutu.....	232
7.6.2. TR72 Bölgesi Sanayi Yoğunlaşması .....	234
7.6.3. TR72 Bölgesi İmalat Sanayi Kümelenmesi .....	245
7.6.4. TR72 Bölgesi İl Bazında İmalat Sanayi Yoğunlaşması .....	250

<b>8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>252</b>
<b>EK 1: Bazı Enerji Ekipmanlarının İhracat ve İthalat Tutarları .....</b>	<b>258</b>
<b>EK 2: SITC Revize 4'e Göre, Bulunabilen Enerji Ekipmanları İstatistik Numaraları .....</b>	<b>260</b>
<b>EK 3: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Makine ve Ekipman Teşvikleri .....</b>	<b>261</b>
<b>EK 4: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Makine ve Ekipman Teşviklerinde Değişiklik .....</b>	<b>268</b>
<b>EK 5: Yatırımlarda Devlet Yardımları .....</b>	<b>272</b>
<b>EK 6: Nükleer Güç Santrallerine İlişkin Kanun .....</b>	<b>274</b>
<b>EK 7: 90 Sektörlü Girdi-Çıktı Tablosunda Yer Alan Sektörlerin NACE Rev. 1.1. Karşılıkları .....</b>	<b>278</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>281</b>

## TABLO LİSTESİ

TABLO 1: TÜRKİYE’DE KURULU GÜCÜN YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (MW) .....	10
TABLO 2: TÜRKİYE’DE KURULU GÜCÜN KURULUŞLARA GÖRE DAĞILIMI (MW) .....	11
TABLO 3: YAKIT KAYNAKLARINA GÖRE TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ.....	13
TABLO 4: TR72 BÖLGESİ ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ .....	16
TABLO 5: TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	19
TABLO 6: TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİNİN KURULUŞLARA GÖRE DAĞILIMI .....	20
TABLO 7: TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİNİN KAYNAKLARINA GÖRE GELİŞİMİ (GWH) .....	22
TABLO 8: TÜRKİYE, TR72 BÖLGESİ VE BÖLGE İLLERİNİN ELEKTRİK TÜKETİMİ (GWH).....	24
TABLO 9: TÜKETİCİ GRUPLARINA GÖRE ELEKTRİK TÜKETİMİ.....	25
TABLO 10: BÖLGE İLLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİ KULLANIMININ TÜKETİCİ GRUPLARA DAĞILIMI.....	26
TABLO 11: TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ DIŞ TİCARETİ (GWH).....	30
TABLO 12: TÜRKİYE’DE ELEKTRİK ÜRETİM VE TÜKETİMİ (GWH) .....	31
TABLO 13: OECD ÜLKELERİNDE KURULU GÜÇ .....	36
TABLO 14: OECD ÜLKELERİ ÜRETİM, DIŞ TİCARET VE NET TÜKETİM (2010) .....	38
TABLO 15: OECD ÜLKELERİ KİŞİ BAŞINA ELEKTRİK DEĞERLERİ (2010) .....	39
TABLO 16: TÜRKİYE ELEKTRİK KURULU GÜCÜNE EKLENMESİ BEKLENEN KAPASİTE (MW) .....	47
TABLO 17: TÜRKİYE PUANT GÜÇ VE ENERJİ TALEP TAHMİNİ.....	48
TABLO 18: TAHMİN EDİLEN KURULU GÜCÜN YAKIT KAYNAKLARINA GÖRE DAĞILIMI (MW).....	49
TABLO 19: KURULU GÜÇ VE PUANT TALEP DENGESİ (MW).....	50
TABLO 20: PROJE ÜRETİM KAPASİTESİNE GÖRE ARZ-TALEP DENGESİ.....	51
TABLO 21: GÜVENİLİR ÜRETİM KAPASİTESİNE GÖRE ARZ-TALEP DENGESİ.....	53
TABLO 22:TÜRKİYE RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ.....	61
TABLO 23: TR72 BÖLGESİ RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ .....	73
TABLO 24: TÜRKİYE’NİN ENERJİ EKİPMANLARI İHRACATI* (1,000 USD) .....	80
TABLO 25: TÜRKİYE’NİN ENERJİ EKİPMANLARI İTHALATI (1,000 USD).....	81
TABLO 26: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ HİDROLİK TÜRBİN (841011) DÜNYA İHRACATI (1,000 USD) .....	111
TABLO 27: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ HİDROLİK TÜRBİN (841011) DÜNYA İTHALATI (1,000 USD) .....	112
TABLO 28: JENERATÖRLERİ İŞBİR, TÜRBİNLERİ TÜRBOSAN TARAFINDAN İMAL EDİLMİŞ OLAN MİNİ VE MİKRO SANTRALLER .....	117
TABLO 29: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ HİDROLİK TÜRBİN (841011) TÜRKİYE İHRACATI (USD).....	119
TABLO 30: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ HİDROLİK TÜRBİN (841011) TÜRKİYE İTHALATI (USD).....	120
TABLO 31: YENİLENEBİLİR ENERJİ VE YAKITLARI.....	121
TABLO 32: BİYOKÜTLE KAYNAKLARI VE ÇEVİRİM TEKNİKLERİ.....	124
TABLO 33: PAZARDA YER ALAN FARKLI FV TEKNOLOJİLERİNİN VERİM KARŞILAŞTIRMASI .....	139
TABLO 34: TERMAL GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ (841919) DÜNYA İHRACATI (1,000 USD) .....	141
TABLO 35: TERMAL GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ (841919) DÜNYA İTHALATI (1,000 USD) .....	142
TABLO 36: 2011 YILI FV KURULU GÜÇ KAPASİTESİ.....	143
TABLO 37: İLK 15 SOLAR HÜCRE ÜRETİCİSİ FİRMANIN PAZAR PAYLARI (2010).....	144

TABLO 38: GÜNEŞ PİLİ (FOTOVOLTAİK) SİSTEMLERİ (854140) DÜNYA İHRACATI (1,000 USD) .....	145
TABLO 39: GÜNEŞ PİLİ (FOTOVOLTAİK) SİSTEMLERİ (854140) DÜNYA İTHALATI (1,000 USD).....	146
TABLO 40: FOTOVOLTAİK PV (DA) JENERATÖRLER (850131) DÜNYA İHRACATI (1,000 USD) .....	147
TABLO 41: FOTOVOLTAİK PV (DA) JENERATÖRLER (850131) DÜNYA İTHALATI (1,000 USD).....	147
TABLO 42: FOTOVOLTAİK PV (AA) JENERATÖRLER (850161) DÜNYA İHRACATI (1,000 USD) .....	148
TABLO 43: FOTOVOLTAİK PV (AA) JENERATÖRLER (850161) DÜNYA İTHALATI (1,000 USD).....	148
TABLO 44: TERMAL SİSTEMLER (841919) TÜRKİYE İHRACATI (USD) .....	149
TABLO 45: TERMAL SİSTEMLER (841919) TÜRKİYE İTHALATI (USD) .....	150
TABLO 46: FOTOVOLTAİK SİSTEMLER (854140) TÜRKİYE İHRACATI (USD) .....	151
TABLO 47: FOTOVOLTAİK SİSTEMLER (854140) TÜRKİYE İTHALATI (USD).....	152
TABLO 48: FOTOVOLTAİK PV (DA) JENERATÖRLER (850131) TÜRKİYE İHRACATI (USD).....	152
TABLO 49: FOTOVOLTAİK PV (DA) JENERATÖRLER (850131) TÜRKİYE İTHALATI (USD) .....	153
TABLO 50: FOTOVOLTAİK PV (AA) JENERATÖRLER (850161) TÜRKİYE İHRACATI (USD).....	154
TABLO 51: FOTOVOLTAİK PV (AA) JENERATÖRLER (850161) TÜRKİYE İTHALATI (USD) .....	154
TABLO 52: FVGS SEKTÖRÜ TAHMİNİ MALİYET DAĞILIMI (KUBAN 2011).....	156
TABLO 53: ENERJİ ÜRETİM SİSTEMLERİ ÖZET TABLOSU .....	160
TABLO 54: DÜNYA'DA RÜZGÂR ENERJİSİ KURULU GÜCÜ BÜYÜK OLAN 10 ÜLKENİN PAZAR PAYLARI (MW).....	166
TABLO 55: AVRUPA ÜLKELERİ RES KURULU GÜCÜ (MW) .....	166
TABLO 56: 2011 YILI İTİBARIYLA DÜNYADA EN BÜYÜK 10 RES ÜRETİCİSİ FIRMA.....	167
TABLO 57: RÜZGÂR JENERATÖRLERİ (850231) DÜNYA İHRACATI (1,000 USD).....	168
TABLO 58: RÜZGÂR JENERATÖRLERİ (850231) DÜNYA İTHALATI (1,000 USD) .....	168
TABLO 59: ANA RÜZGÂR TÜRBİN ÜRETİCİLERİ .....	169
TABLO 60: RÜZGÂR TÜRBİN YAN SANAYİ TEDARİKÇİLERİ.....	169
TABLO 61: TÜRBİNİN ANA BİLEŞENLERİ VE BUNLARIN TÜRBİN MALİYETİ İÇİNDEKİ PAYLARI.....	171
TABLO 62: RÜZGÂR JENERATÖRLERİ (850231) TÜRKİYE İHRACATI (USD) .....	173
TABLO 63: RÜZGÂR JENERATÖRLERİ (850231) TÜRKİYE İTHALATI (USD).....	174
TABLO 64: DÜNYA GENELİNDE BİR YILDA ÜRETİLEN HİDROJENİN SEKTÖRLERDE KULLANIM MİKTARLARI.....	178
TABLO 65: DÜNYA İHRACATINDA ÖNDE GELEN ÜLKELER VE İHRACAT DEĞERLERİ .....	183
TABLO 66: DÜNYA İTHALATINDA ÖNDE GELEN ÜLKELER VE İTHALAT DEĞERLERİ .....	184
TABLO 67: TÜRKİYE'NİN ELEKTRİKLİ MAKİNELER İHRACATI (1,000 USD) .....	187
TABLO 68: TÜRKİYE'NİN ELEKTRİKLİ MAKİNELER İTHALATI (1,000 USD) .....	188
TABLO 69: ELEKTRİKLİ MAKİNE VE CİHAZLAR SEKTÖRÜNDEKİ PATENT VE FAYDALI MODEL BAŞVURULARI (YEREL + YABANCI) .....	189
TABLO 70: TÜRKİYE TOPLAM ENERJİ KURULU GÜCÜNÜN KAYNAKLARA GÖRE YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (MW) .....	190
TABLO 71: 2012-2021 YILLARI TÜRKİYE ELEKTRİK SİSTEMİ PUANT GÜÇ VE ENERJİ TALEBİ TALEP TAHMİNİ (YÜKSEK TALEP).....	190
TABLO 72: 2012-2021 YILLARI TÜRKİYE ELEKTRİK SİSTEMİ PUANT GÜÇ VE ENERJİ TALEBİ TALEP TAHMİNİ (DÜŞÜK TALEP) .....	191
TABLO 73: ENERJİ VE ENERJİ EKİPMANLARI İLE İLGİLİ SEKTÖRLER.....	199
TABLO 74: İLGİLİ SEKTÖRLERİN BAĞLANTI KATSAYILARI, KATMA DEĞER ORANLARI VE 90 SEKTÖR İÇİNDEKİ SIRALARI .....	207
TABLO 75: İLGİLİ SEKTÖRLERİN KISMÎ DOĞRUDAN GERİ BAĞLANTI KATSAYILARI İLE EN YÜKSEK KATSAYIYA SAHİP İLK 10 SEKTÖR... 208	

TABLO 76: İLGİLİ SEKTÖRLERİN KISMİ TOPLAM GERİ BAĞLANTI KATSAYILARI İLE EN YÜKSEK KATSAYIYA SAHİP İLK 10 SEKTÖR.....	209
TABLO 77: İLGİLİ SEKTÖRLERİN KISMİ TOPLAM İLERİ BAĞLANTI KATSAYILARI İLE EN YÜKSEK KATSAYIYA SAHİP İLK 10 SEKTÖR.....	210
TABLO 78: İLGİLİ SEKTÖRLERİN BAĞLANTI KATSAYILARI AÇISINDAN ÖNEMLİ SEKTÖRLERİ .....	213
TABLO 79: İLGİLİ SEKTÖRLERİN KISMİ İTHALAT DOĞRUDAN GERİ BAĞLANTI KATSAYILARI.....	214
TABLO 80: İLGİLİ SEKTÖRLERİN İTHAL GİRDİLERİNİN ARA GİRDİLER İÇİNDEKİ PAYI .....	215
TABLO 81: TR72 BÖLGESİNDE ENERJİ EKİPMANLARI İMALATINA YÖNELİK FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR (ADET) – 2013 .....	217
TABLO 82: TR72 BÖLGESİ ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜ İHRACATININ GELİŞİMİ (BİN USD) .....	219
TABLO 83: TR72 BÖLGESİ ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖR ÜRÜNLERİ İTHALATININ GELİŞİMİ (BİN USD) .....	220
TABLO 84: TR72 BÖLGESİ ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜ DİŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜ ANALİZİ (RCA).....	223
TABLO 85: TÜRKİYE’DE ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜ DİŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜ ANALİZİ (RCA) .....	224
TABLO 86: TÜRKİYE’DE ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜ DİŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜ ANALİZİ (RCA) (DÖNEMSEL) .....	225
TABLO 87: BÖLGEDE EĞİTİM VEREN ÜNİVERSİTELER.....	227
TABLO 88: ENERJİ EKİPMANLARI İMALAT SEKTÖRÜNE VERİLEN YATIRIM TEŞVİK BELGE SAYISI .....	231
TABLO 89: ENERJİ SEKTÖRÜNE VERİLEN YATIRIM TEŞVİK BELGE SAYISI.....	231
TABLO 90: TÜRKİYE VE TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİNE İLİŞKİN TEMEL GÖSTERGELER (2010) .....	232
TABLO 91: TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİ ALT SEKTÖRLERİNİN BÜYÜKLÜĞÜ (2010, YÜZDE PAY) .....	234
TABLO 92: TÜRKİYE VE TR72 BÖLGESİ İÇİN İKTİSADİ FAALİYETİN ANA SEKTÖRLER İTİBARIYLA DAĞILIMI (2010, % PAY) .....	236
TABLO 93: TÜRKİYE VE TR72 BÖLGESİ İÇİN İMALAT SANAYİNİN ALT SEKTÖRLER İTİBARIYLA DAĞILIMI (2010, % PAY) .....	237
TABLO 94: TR72 BÖLGESİ VE TÜRKİYE İMALAT SANAYİ KARŞILAŞTIRMASI (2010, ENDEKS).....	240
TABLO 95: TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİNDE ÖNE ÇIKAN SEKTÖRLER VE PERFORMANSLARI.....	241
TABLO 96: TÜRKİYE VE TR72 BÖLGESİ İÇİN SEKTÖRLERİN YOĞUNLAŞMASI (2010) .....	244
TABLO 97: TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİ ALT SEKTÖRLERİNİN KÜMELENME ANALİZİ (2010, %).....	248
TABLO 98: TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİ SEKTÖRLERİNİN KÜMELENMESİ .....	249
TABLO 99: TR72 BÖLGESİ İLLERİ İÇİN İŞYERİ SAYISINA GÖRE SEKTÖRLERİN YOĞUNLAŞMASI (2011).....	251

## ŞEKİLLER VE GRAFİKLER LİSTESİ

ŞEKİL 1: TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİM KAPASİTESİNİN DAĞILIMI (2011).....	12
ŞEKİL 2: TR72 BÖLGESİ ELEKTRİK ÜRETİM KAPASİTESİNİN İLLERE DAĞILIMI (2011).....	17
ŞEKİL 3: TR72 BÖLGESİ ELEKTRİK KURULU GÜCÜNÜN YAKIT KAYNAKLARINA GÖRE DAĞILIMI (2011).....	18
ŞEKİL 4: TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİNİN KAYNAKLARINA GÖRE DAĞILIMI (2011).....	21
ŞEKİL 5: KİŞİ BAŞI ELEKTRİK TÜKETİMİ (KWH).....	28
ŞEKİL 6: TÜRKİYE ELEKTRİK SİSTEMİNİN TOPLAM KURULU GÜÇ YEDEĞİ (%).....	34
ŞEKİL 7: TÜRKİYE VE OECD ÜLKELERİ ELEKTRİK KURULU GÜCÜNÜN KAYNAKLARA GÖRE DAĞILIMI (2010).....	35
ŞEKİL 8: TÜRKİYE, OECD, DÜNYA ELEKTRİK ÜRETİMİ (2010).....	37
ŞEKİL 9: TÜRKİYE’NİN RÜZGÂR GÜCÜ HARİTASI .....	62
ŞEKİL 10: TÜRKİYE’NİN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ HARİTASI .....	65
ŞEKİL 11 : TÜRKİYE’DE JEOTERMAL SAHALAR.....	66
ŞEKİL 12: TR72 BÖLGESİNDE LİNYİT REZERVİ.....	70
ŞEKİL 13: KAYSERİ İLİ HIZINA GÖRE İL RÜZGÂR HARİTASI.....	71
ŞEKİL 14: SIVAS İLİ HIZINA GÖRE İL RÜZGÂR HARİTASI .....	72
ŞEKİL 15: YOZGAT İLİ HIZINA GÖRE İL RÜZGÂR HARİTASI.....	72
ŞEKİL 16: KAYSERİ İLİ GÜNEŞ POTANSİYELİ.....	74
ŞEKİL 17: SIVAS İLİ GÜNEŞ POTANSİYELİ .....	75
ŞEKİL 18: YOZGAT İLİ GÜNEŞ POTANSİYELİ.....	75
ŞEKİL 19: HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE ENERJİ ÜRETİMİ.....	107
ŞEKİL 20: BASİT BİR HES KONFIGÜRASYONU.....	108
ŞEKİL 21: TİPİK NEHİR TİPİ BİR HES KONFIGÜRASYONU .....	109
ŞEKİL 22: BİYOKAYITLARIN GRUPLANDIRILMASI .....	123
ŞEKİL 23: AVRUPA BİRLİĞİ’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İÇİNDEKİ KAYNAK DAĞILIMI .....	128
ŞEKİL 24: ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ BİR GÜNEŞ PİLİ ENERJİ SİSTEMİNİN ŞEMASI.....	135
ŞEKİL 25: GÜNEŞ PİLİ VE GÜNEŞ PANELİNİN ÜRETİM SÜRECİ.....	137
ŞEKİL 26: KONDENSERLİ KURU BUHAR ÇEVİRİM JEOTERMAL ELEKTRİK SANTRALİ.....	158
ŞEKİL 27:ÇİFT PÜSKÜRTMELİ JEOTERMAL ELEKTRİK SANTRALİ .....	158
ŞEKİL 28:İKİNCİL ÇEVİRİM JEOTERMAL ELEKTRİK SANTRALİ.....	159
ŞEKİL 29: BİRLEŞİK PÜSKÜRTME/İKİNCİL ÇEVİRİM JEOTERMAL ELEKTRİK SANTRALİ.....	160
ŞEKİL 30: YATAY VE DİKEY EKSENLİ TÜRBİNLER .....	163
ŞEKİL 31: TR72 BÖLGESİ DIŞ TİCARETİ (BIN USD).....	219
ŞEKİL 32: TR72 BÖLGESİ ÜNİVERSİTELERDE ÖĞRETİM ELEMANLARI DAĞILIMI (2011/2012) .....	228
ŞEKİL 33: ERCİYES TEKNOPARK’TA FAALİYET GÖSTEREN FİRMALARIN SEKTÖREL DAĞILIMI (2013).....	229

## KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
AA	Alternatif Akım (AC)
CCT	Clean Coal Tecnologies
CFB	Circulating Fluidised Bed- Dolaşımli Akışkan Yatak
c-Si	Dilim Tabanlı Kristal Silisyum Teknolojisi
DA	Doğru Akım (DC)
DGKÇ	Doğalgaz Kombine Çevrim
DLH	Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EÜD	Elektrik Üreticileri Derneği
EÜ-GEE	Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü
FV-PV	Fotovoltaik (Photovoltaic)
FVGS-PVGIS	Fotovoltaik Güç Sistemleri
GENSED	Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği
GES	Güneş Enerjisi Santrali
GJ	Gigajoul
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt Saat
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
ICHET	Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
IGCC	Entegre Gazlaştırıcıli Kombine Çevrim Teknolojisi
ISIC	International Standard Industrial Classification
İŞBAP	Bilimsel ve Teknolojik İşbirliği Ağları ve Platformu Kurma Girişimi Projesi
KSS	Küçük Sanayi Sitesi
Km	Kilometre
kW	Kilowatt
kWh-kWs	Kilowattsaat
M	Metre
m <sup>3</sup>	Metreküp
MAM	Marmara Araştırma Merkezi
MİLRES	Milli Rüzgâr Enerji Sistemi
MW	Mega Watt
MTA	Maden Tetkik Arama
MWs	Megawattsaat
MWt	Megawatttermal
MWe	Megawattelektrik

NACE	Nomenclature statistique des Activites economiques de la Communaute
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PAFC	Fosforik Asit Yakıt Hücresi
Rpm	Revolution per minute (Dakikadaki devir sayısı)
RES	Rüzgâr Enerjisi Santrali
SITC	Standard International Trade Classification
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TİAR	Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü
TJ	Terra joule
TKB	Türkiye Kalkınma Bankası
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TPE	Türk Patent Enstitüsü
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜREB	Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği
TÜREK	Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kongresi
TW	Terawatts
TWs	Terawattsaat
UFTP	Ulusal Fotovoltaik Teknoloji Platformu
UNIDO	Birleşmiş Milletler Sanayi ve Kalkınma Organizasyonu
YE	Yenilenebilir Enerjiler



## ÖNSÖZ

Bu rapor T.C. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı ile Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. arasında yapılan protokol gereği, **TR72 Bölgesi (Kayseri, Sivas, Yozgat) Enerji Sektörüne Yönelik İmalat Sanayinin** yapısını analiz etmek amacıyla hazırlanmıştır.

Rapor, Türkiye Kalkınma Bankası'nın uzman kadrosu tarafından güvenilir olarak kabul edilen kaynaklardan elde edilen verilerle yapılmıştır. Raporda yer alan görüşler ve öngörüler rapor kapsamında belirtilen ve kullanılan yöntemlerle üretilen sonuçları yansıtmaktadır.

Raporda belirtilen sonuçlar, görüşler, düşünceler ve öngörüler, Türkiye Kalkınma Bankası tarafından açık ya da gizli olarak bir garanti ve beklenti oluşturmaz. Bir başka ifadeyle; bu raporda yer alan tüm bilgi ve verilerin kullanım ve uygulama sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan kişilere ait olup, bu konuda her ne şekilde olursa olsun Türkiye Kalkınma Bankası sorumlu tutulamaz.

© Bu raporun tüm hakları saklıdır. T.C. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı'nın ve/veya Türkiye Kalkınma Bankası'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz. Kaynak göstermek suretiyle alıntı yapılabilir.

**Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.**



## YÖNETİCİ ÖZETİ

Enerji kaynaklarına göre enerji türleri, bu enerji türlerine göre ana ekipmanlar, Türkiye'nin potansiyel enerji kaynakları ve hedeflerine göre muhtemel santral ve dolayısıyla enerji ekipmanları ihtiyacı ve enerji ekipmanları sektörüne dönük bazı tespitler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

- ✓ Türkiye, enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülkelerden birisidir. Yapılan projeksiyonlar, enerji talep hızının ileride daha da artacağını (2021 yılına kadar düşük senaryoya göre yüzde 6.5, yüksek senaryoya göre yüzde 7.5) göstermektedir. Toplam elektrik üretim potansiyelinin yüksekliği, enerji talebinin hızlı artışı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin siyasi iradenin oluşması gibi faktörler, Türkiye'yi enerji ekipmanları açısından önemli bir pazar haline getirmiştir.
- ✓ Enerji ekipmanları sektörü, tüm enerji kaynaklarından enerji üretmek için elektrik santrallerinde kullanılan bütün makine ekipman ve yardımcı malzemeleri kapsamaktadır. Enerji sektörünün gelişimine doğrudan bağımlı olan sektör, ekipmanların üretiminde kullanılan malzemeler ve teknoloji gereği imalat sanayinin pek çok alt dalıyla ilişki içerisindedir. Teknoloji yoğun, spesifik ve lisanslı üretim gerektiren sektör, büyük hacimli yatırımlardan oluşmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığı yüzde 72 oranlarına ulaşan Türkiye, enerji ekipmanları açısından da neredeyse tamamen yurt dışı firmalara bağımlı durumdadır. Ülkemizde, özellikle, kazan, türbin, jeneratör, motor gibi teknoloji yoğun ekipmanlarda tam olarak bir endüstri kurulamamıştır.
- ✓ Kömüre dayalı termik santrallerde kullanılan en önemli ekipmanlar kazan, buhar türbini, jeneratör, elektrik ve kumanda sistemleri ve kule içi bacadır. Bu ürünlerden buhar kazanı, buhar türbini ve jeneratör hâlâ Türkiye'de üretilmemektedir. 1913 yılından bu yana ülkemizde termik santral işletmesi bulunmakla birlikte, buhar kazanları teknolojisi oluşmamıştır. Türkiye'de hâlihazırda Uzakdoğu ülkeleri menşeli firmalar termik santral kurulumunu yapmaktadır. Düşük fiyatlara yapılan bu santrallerin kalitesi konusunda şüpheler bulunmakta olup sektör ilgilileri tarafından ekonomik ömürlerinin kısa olduğu ifade edilmektedir. Kazan imalatı sektörü, santral kurulumu dışında, birçok sanayi tesisinin kazan ihtiyacını da karşılayabilecektir. Ayrıca mevcut santral ve sanayi tesislerinin kazan bakım onarım işlerini de yapabileceklerdir.

Hâlihazırda, termik santrallerin toplam maliyetinin yüzde 10'una karşılık gelen kısmı Türkiye'den temin edilebilmektedir (çelik konstrüksiyon, izolasyon, merdiven sistemleri, boya, kaldıraçlar, kablolar vb.). Kazan imalatı, komplike yapısı gereği, pek çok sanayi ile yakın ilişki içerisindedir. Bu özelliği nedeniyle, sektör diğer sektörler için kaldıraç rolü oynayabilecektir. Türkiye'de şu anda 18,590 MW'ye eşdeğer kömür rezervi bulunduğu bilinmektedir. İnşa halindeki kömür santrallerinin kurulu gücü 2,897.9 MW'dir. Buradan, geriye kalan 15,692.1 MW'lik potansiyel üzerinden, ortalama 30 MW kurulu güçte 523 adet kömüre dayalı termik santral kurulabileceği sonucuna varılabilir. Ayrıca, kurulum gücü azaltılmaya çalışılmakla birlikte, ithal kömüre dayalı termik santrallerin kurulumunun devam edeceği de unutulmamalıdır.

- ✓ Doğalgaz kombine çevrim santrallerinde kullanılan ana ekipmanlar gaz türbini, gaz türbini jeneratörü, atık ısı kazanı, buhar türbini, buhar türbin jeneratörüdür. Türbin ve jeneratörler ithal edilmektedir. Doğalgaz ithal edilmekte olduğundan, doğalgaz santrallerinin toplam elektrik üretim kurulu gücü içinde, mevcut durum itibarıyla yüzde 40 civarında olan payı, yüzde 30'a indirilmeye çalışılmaktadır. İnşa halinde bulunan 9,262.4 MW gücündeki doğalgaz santralleri de dikkate alındığında, yenileme ve bakım-onarım faaliyetleri dışında, küçük kapasiteli bireysel kurulumlar dışında, yeni ve büyük kapasiteli doğalgaz santrallerinin kurulmayacağı tahmin edilmektedir.
- ✓ Hidroelektrik santrallerde kullanılan en önemli ekipmanlar; türbin ve jeneratörler, su alma ve deşarj ekipmanları, kapaklar, ızgaralar, kapak kaldırma mekanizmaları, vanalar, cebri borulardır. Kazan imalat teknolojisinde olduğu gibi, hidroelektrik santralleri kurulumu da pek çok sektörü yakından ilgilendirmektedir. Özellikle türbin ve jeneratörler, motorlar ve bazı ölçme ve kontrol aletleri ithal edilmektedir. Yerli üretilebilirlik oranının günümüzde yüzde 15-20 olduğu bilinmektedir. Değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli 18,862.9 MW'dir. İnşaat halindeki 14,473.6 MW kurulu gücü dışarıda bıraktığımızda, 2021 yılına kadar kullanılabilir potansiyel 4,389,3 MW'dir. Bu durumda, ortalama 16 MW kurulu güç üzerinden, 2021 yılına kadar 274 hidroelektrik santral kurulabilecektir. Sektör ilgilileri, hidroelektrik enerji ekipmanlarının yerli üretimi konusunda Türkiye'nin geç kalmış olduğu konusunda hemfikir görünmektedirler.
- ✓ Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması; ya termik santrallere benzer bir sistemle doğrudan yakılarak elde edilen ısıdan buhar elde edilerek türbinleri

döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olabilmekte ya da değişik tekniklerle biyokütleden elde edilen biyogazın veya benzinin kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilmektedir. Biyoyakıt üretimi (biyodizel, biyoetanol, biyogaz vb) için gerekli olan ekipmanların en önemlileri fermantasyon, gaz ve gübre depoları, gaz boruları-valfler, bağlantı elemanları, ısıtma sistemleri, pompalar, karıştırıcılar, ısı transfer elemanları, filtreler, kompresörler, konveyörlerdir. Biyoyakıtlardan elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ekipmanlar ise genel olarak termik santrallerde kullanılan ekipmanlara benzemektedir: Kazan, tank, türbin, jeneratör, kompresör, presler, filtreler ve pompalar. Biyokütle enerji santrali kurulumu, termik santrallere göre çok daha kolay ve ucuzdur. Farklı metinlerde farklı rakamlar görülmekle birlikte, Türkiye'nin biyokütle enerjisi üretim potansiyelinin 8,000 MW olduğu söylenebilmektedir. 2023 hedefleri kapsamında, 2023 yılına kadar bu potansiyelin 2,000 MW'sinin kullanılması planlanmaktadır. Türkiye'de küçük ölçeklerde biyoyakıt üretimi yapılmakta olup, doğrudan elektrik üreten önemli bir üretim birimi bulunmamaktadır. EPDK verilerine göre, halihazırda, 93.2 MW gücünde biyogaz, biyokütle, çöp gazı santrali inşaatı devam etmektedir. 2,000 MW'lik biyokütle enerjisi kurulu gücü oluşturmak için, 2023 yılına kadar ilave 1,906.8 MW gücünde biyokütle enerji santrali kurulabilecektir. Bu durumda, hedefe ulaşmak için, ortalama 4 MW kurulu kapasite üzerinden 477 biyokütle enerji santrali kurulması gerekmektedir.

- ✓ Ülkemizde, yer seçimi ve anlaşmaları yapılmış iki adet nükleer santral kurulması planı bulunmaktadır (Akkuyu ve Sinop). Teknoloji yoğun ve komplike bir santral olan nükleer santrallerin 2019 ve 2020 yıllarında devreye alınması planlanmaktadır. Nükleer santrallerin ana bölüm ve ekipmanları; nükleer ada ve konvansiyonel ada kurulumu, elektrik jeneratör seti, buhar türbini, buhar jeneratörü, akümülatör ve inşaat bölümü olarak sıralanabilir. Nükleer santrallerde özellikle inşaat bölümünün çok önemli olduğu ve yerli katkının daha çok bu bölümde olabileceği tahmin edilmektedir. Çok az sayıda yabancı firmanın üstlenebildiği nükleer santral yapımı için yerli temin edilebilecek ekipman ya da malzemeler 3. ve 4. sınıf malzeme olarak tanımlanmaktadır. Tahminlere göre, Akkuyu santrali için yerli tedarik tutarı 6 milyar USD civarında olacaktır.

- ✓ Güneş enerjisi sistemleri ısı ve fotovoltaik sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Isıl sistemler Türkiye’de oldukça fazla gelişmiştir. Fotovoltaik sistemlerle ise son yıllarda ilgilenilmeye başlanmıştır. Ülkemizde henüz bir güneş santrali bulunmamaktadır. Fotovoltaik sistemlerde, güneş pili, akümülatör, invertör, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri kullanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Sektördeki değer zincirinin halkaları poli-silisyum üretimi, silisyum kristal büyütme, dilimleme, göze (güneş pili) üretimi, ince film ve kristal dilim tabanlı modül üretimi, güç elektroniği şeklinde sıralanabilir. Güneş enerjisinde 2023 hedefine ulaşabilmek, kurulu gücü 3,000 MW’ye çıkarabilmek için, ortalama 50 MW kurulu kapasite üzerinden 60 adet güneş santrali kurulması gerekmektedir.
- ✓ Jeotermal enerjiden elektrik üretim santrallerinde sistem termik santrallere benzer şekilde çalışmaktadır, yüksek sıcaklıktaki buhar türbinleri döndürerek jeneratörlerden elektrik üretilmektedir. Jeotermal enerji üretiminde ana ekipmanlar buhar türbini, jeneratör, kondenser, ayırıştırıcı ve pompalardır. 600 MW toplam jeotermal kapasitemizin 114.2 MW’si kullanılmaktadır. Kalan 486 MW potansiyelin ise, EPDK’nın açıklamalarına göre 224 MW’lik kısmı inşa halinde bulunmaktadır. Bu durumda, kullanılabilir jeotermal enerji kapasitesi 261.8 MW’dır. Ortalama 25 MW kurulu kapasite ile 2023 yılına kadar 10 adet jeotermal elektrik santrali kurulabilecektir.
- ✓ Rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminde kullanılan ana ekipmanlar; rotor, (kanat, kanat dolgusu, pitch sürücü, göbek, mil), nasele ve kontroller (nasele, kontrol sistemi, anemometre, yön sensörü), jeneratör ve güç elektroniği (jeneratör, sensör, dişli kutusu, rota sistemi, mil yatağı, fren sistemi, trafo), türbin kulesi (kule, temel, flanşlar ve civatalar, merdiven ve asansör)dir. 2023 yılında, rüzgâr enerjisi kurulu gücünü 20,000 MW’ye çıkarabilmek için, 18,271.3 MW’lik ilave kurulu güce ihtiyaç bulunmaktadır. EPDK’nın açıklamalarına göre, inşa halinde 4,490.9 MW gücünde rüzgâr enerjisi santrali bulunmaktadır. Bu durumda, kullanılabilir rüzgâr enerjisi potansiyeli 13,780.4 MW’dır. Ortalama 2 MW kurulu güce sahip rüzgâr türbinleri dikkate alındığında, yaklaşık 6,890 adet rüzgâr türbini ihtiyacı doğmaktadır.
- ✓ Fosil yakıt ağırlıklı senaryoya göre, Türkiye’de 2021 yılına kadar kurulu güce ilave olarak en fazla 10,000 MW doğalgaz ve 5,000 MW ithal kömür yakıtlı termik santral kurulması hedeflenmektedir. EPDK verilerine göre hâlihazırda 9,262.4 MW gücünde doğalgaz, 3,800 MW gücünde ise ithal kömür yakıtlı santral inşa halindedir. Bu

durumda, 737.6 MW gücünde doğalgaz, 1,200 MW gücünde ise ithal kömüre dayalı elektrik santrali kurulumu yapılabilecektir. Sonuç olarak, ortalama 800 MW kapasiteli yeni 1 adet doğalgaz çevrim santrali ve 30 MW kurulu kapasiteli 40 adet ithal kömür yakıtlı termik santral ihtiyacı ortaya çıkacaktır.

- ✓ Türkiye'nin enerji ekipmanları alanında dış ticaret fazlası verdiği tek alan, termal sistemlerle (ısı) ilgili olan ekipmanlar alanıdır. Bulunabilen istatistik sınıflandırmaları çerçevesinde, diğer tüm enerji ekipmanları kalemlerinde Türkiye dış ticaret açığı vermektedir.
- ✓ 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.
- ✓ Potansiyel enerji kaynakları dikkate alındığında; yerli kömüre dayalı termik santrallerde kullanılan ekipmanlar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santrallerden rüzgâr, güneş ve biyokütle enerji santrallerinde kullanılan enerji ekipmanlarının ön plana çıktığı görülmektedir. Rüzgâr ve güneş enerjisi ekipmanlarının yerli üretimi, bu alandaki enerji ekipmanları teknolojisinin ülkemizde tesis edilmesi açısından, termik santrallerde ve biyokütle enerjisi elde etmede kullanılan ekipmanlarının yerli üretimi ise ülkemizdeki sektörle ilgili üretici firmaların üretim kabiliyetinin artırılması açısından çok büyük önem taşımaktadır.
- ✓ Yukarıdaki bilgilere ek olarak; 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 yüzde 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 her yıl 7-8 milyar USD civarında bir tutarın enerji makine ve ekipman ithalatı için yurt dışına ödenmesi kaçınılmaz görünmektedir.

- ✓ Yerli üreticilerin teknolojiye ayak uyduracak şekilde yapılanmaları, Ar-Ge faaliyetlerini ihmal etmemeleri, yurtiçinde ve yurt dışında talep sorunu yaşamamaları açısından çok önemlidir. Ayrıca, ekonomik ömrünü tamamlayan santrallerin yenilenmesi, bakım onarımının yapılması, rehabilite edilmesi gibi pek çok konuda da yerli üretimin, dışa bağımlılığı ve dış ticaret açığını azaltıcı bir unsur olacağı söylenebilir. Ayrıca, yerli üretim, özellikle enerji kaynakları potansiyeli yüksek olan çevre ülkelerin enerji ekipmanları talebinden de pay alabilecektir.
- ✓ Enerji ekipmanları yatırımları teknoloji yoğun olmaları, hacimlerinin büyüklüğü, lisans ihtiyacı doğurması, çok sayıda sektörle ilişkili olması, pazarındaki rekabetin yoğunluğu vb. nedenlerle, özel sektör ve kamu sektörü işbirliği ve sağlam bir politik irade gerektiren, ayrıca ülkenin dış ticaret dengesi üzerinde önemli etkileri olabilecek yatırımlardır. Hâlihazırdaki teşvikler, yerli enerji ekipmanları üretimi için yeterli ve etkili değildir.
- ✓ Enerji ekipmanları imalatı gerçekleştirebilecek sektörlerde yer alan 19 alt kalemde 2002-2012 döneminde gerçekleşen veriler baz alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda 7 alt kalemde Bölgenin dış ticaretteki rekabet gücü uygun görünmektedir. Bu kalemler:
  - Metal yapı malzemeleri (2811)
  - Tank sarnıç ve metal muhafazalar (2812)
  - Buhar kazanı (merkezi kalorifer kazanları hariç) (2813)
  - Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya (2899)
  - Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı (2913)
  - Diğer genel amaçlı makineler (2919)
  - İzole edilmiş tel ve kablolar (3130)'dan oluşmaktadır.
- ✓ Enerji ekipmanları imalat sektöründe TR72 Bölgesinin dış ticaretteki rekabet gücü analiz edildiğinde, Bölgenin rekabet gücüne sahip olduğu ve pozitif bir eğilim taşıdığı görülmektedir. RCA değerleri bazında bakıldığında, Bölge illerinin tamamının sektörel düzeyde rekabet gücüne sahip olduğu ancak en yüksek rekabet gücünün ise Bölge ihracatının yüzde 95'ini gerçekleştiren Kayseri ilinde olduğu dikkati çekmektedir.



## GİRİŞ

Enerji, teknolojik ilerlemenin gerçekleşmesinde ve yayılmasında olduğu kadar, ülkelerin kalkınmasında da en önemli faktörlerden birisidir. Kesintisiz ve nitelikli enerji temini, kaliteli üretimin güvencesidir. Yoğun rekabetin yaşandığı dünya piyasalarında, enerji açısından kendi kendine yetebilen, enerji kaynaklarını etkin ve ucuz kullanabilen ülkeler rekabet üstünlüğüne sahip bulunmaktadır.

Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke konumundadır. Dünyada ise 2002 yılından bu yana elektrik ve doğalgazda en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi durumundadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan projeksiyonlar bu eğilimin orta ve uzun vadede de devam edeceğini göstermektedir.

Enerji ekipmanları sektörü, tüm enerji kaynaklarından enerji üretmek için elektrik santrallerinde kullanılan bütün makine ekipman ve yardımcı malzemeleri kapsamaktadır. Enerji sektörünün gelişimine doğrudan bağımlı olan sektör, ekipmanların üretiminde kullanılan malzemeler ve teknoloji gereği imalat sanayinin pek çok alt dalıyla ilişki içerisinde. Teknoloji yoğun, spesifik ve lisanslı üretim gerektiren enerji ekipmanları sektörü, büyük hacimli yatırımlardan oluşmaktadır.

Türkiye, özellikle yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok büyük potansiyele sahip olmakla birlikte, enerji açısından yüzde 72 oranında dışa bağımlı bir konumda olup aynı zamanda enerji ekipmanları açısından da oldukça yüksek oranda dışa bağımlı bir yapı sergilemektedir. Türkiye'nin ileriye yönelik enerji ihtiyacı ve bu enerji ihtiyacının nasıl karşılanacağına yönelik oluşacak siyasi irade, ülkede yapılması planlanan enerji yatırımlarının ve dolayısıyla enerji ekipmanları ihtiyacının hacmini ve yönünü belirleyecektir.

EPDK analizlerine göre; 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 olarak yüzde 60'ının makina ve ekipman alımına ait olacağı varsayımıyla, söz konusu dönemdeki enerji yatırımlarının 135-168 milyar USD'lik bölümünün makine ve ekipmana harcanacağı tahmin edilebilmektedir. Mevcut durumda, her yıl ortalama 7-8 milyar USD'nin enerji ekipmanları ithalatı için yurt dışına ödenmesi kaçınılmaz görünmektedir.

Dünya genelinde hızla gelişen ve pazarı sürekli büyüyen enerji ekipmanları sektörü ile ilgili olarak ülkemizde komple bir sektör anlayışının yerleşmemiş olması, dağınık ve tutarsız bilgilerin varlığı, zorunlu süreçlerin uzunluğu, sektörün tam olarak tanınmaması gibi olumsuzluklar yatırım kararlarını engellemekte veya uzatmaktadır. Mevcut üretim birimlerinin üretim kabiliyetleri ile sektörün ihtiyaçları arasındaki bağ ise henüz tam olarak kurulamamıştır.

Bu çalışmada; enerji sektöründe mevcut durum ve gelecek beklentileri, enerji potansiyelleri, enerji kaynaklarına bağlı olarak enerji ekipmanlarının özellikleri, üretim teknolojileri, kabaca maliyetleri ortaya konulurken, ayrıca Türkiye açısından enerji ekipmanları sektörünün önemi, yerli üretim olanakları ve koşulları hakkında bulunabilen ipuçları verilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, her bir kaynak türüne göre elektrik enerjisinin, mevcut kurulu güç durumu, potansiyel durumu üretim ve tüketim durumu ülke ve Bölge ölçeğinde incelenmiştir.

İkinci bölümde elektrik enerjisi sektöründeki geleceğe ilişkin beklentiler incelenmiş, kurulu güç, üretim ve talep tahminleri bu bölümde değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde elektrik enerjisinin üretildiği birincil enerji kaynaklarının ülke ve Bölge bazında incelenmiş, elektrik enerjisi kaynakları bakımından yüzde 56 dışa bağımlı olan ülkemizin yerli kaynaklarla elektrik üretim potansiyeli bu bölümde değerlendirilmiştir.

Dördüncü bölümde, elektrik enerjisinin kaynak türlerine göre üretim teknolojileri açıklanmış, bu teknolojilerin gerektirdiği ekipmanlar sınıflandırılmaya, tanımlanmaya çalışılmıştır. Farklı alt bölümler halinde açıklanan farklı üretim teknolojilerinin mevcut durumu yanında, bu bölümde sektöre ilişkin bilgiler, sektörün dünyada ve Türkiye'deki durumu, piyasalara özgü tarihsel gelişim, üretim kısıtları, sorunları, üretim teşvikleri ve gelişme potansiyelleri de verilmeye çalışılmıştır.

Beşinci bölümde, Türkiye'nin geleceğe yönelik enerji ihtiyacı tahmini, kurulu gücün gelişim tahmini, enerji ekipmanları ile ilgili ihracat ve ithalat rakamları, Türkiye'nin geleceğe dönük açıkladığı enerji politikaları gibi farklı veriler ve bilgiler dahilinde, önümüzdeki yıllarda Türkiye'nin elektrik enerjisi üretim santrali ve dolayısıyla enerji ekipmanları ihtiyacı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Altıncı bölümde Enerji ve Enerji Ekipmanları (ENEK)'i oluşturan sektörler Girdi-Çıktı (Input-Output, I/O) Analizi yardımıyla incelenmiş, Girdi-Çıktı Analizi yöntemi bu sektörlerin bağlantı katsayıları, diğer sektörlerle etkileşimleri ve ithal girdi kullanımları ortaya konmuştur.

Yedinci bölümde ise, ilk üç bölümdeki bilgiler ve TR72 Bölgesi ile ilgili veriler ışığında, TR72 Bölgesi imalat sanayisinin yapısal durumu ve özellikleri ortaya konulmuş, enerji ekipmanları üretim ortamı açısından Bölge verileri yorumlanmaya çalışılmıştır.

## **1.ELEKTRİK ENERJİSİ SEKTÖRÜNÜN MEVCUT DURUMU**

### **1.1. Sektörün Dünya ve Türkiye'deki Görünümü**

#### **Dünya**

Enerji özellikle de elektrik enerjisi insan yaşamının öncelikli ihtiyaçları arasındadır. Elektrik enerjisi bazı sanayi dallarında, konutlarda bazı amaçlı kullanımlarda ikame edilemez ve insan refahının yükseltilmesinde temel araçlardan biri olup, günlük yaşamın birçok alanında vazgeçilmez bir özelliğe sahiptir.

1980'li yıllara kadar hemen hemen tüm dünyada elektrik enerjisi devlet tarafından doğrudan ya da devlet adına özel sermaye tarafından bir kamu hizmeti olarak topluma sunulmuştur. 1980'li yıllardan itibaren başta Avrupa ülkeleri olmak üzere elektrik enerjisinin de bir piyasa ürünü olabileceği tartışılmaya başlanmış ve başını İngiltere'nin çektiği bazı ülkelerde elektrik enerjisi faaliyetlerinde serbest piyasaya geçiş yolları denenmeye başlanmıştır.

Elektrik faaliyetlerinde dünya genelinde sıklıkla uygulanan serbest piyasa modelleri; Merkezi bir alıcı tanımlanıp değişik üreticilerden satın alma uygulaması, Merkezi alıcı merkezi satıcı modeli (Havuz sistemi de denmektedir), İhtiyacı olanların kendi elektriğini üretebilmesi modeli (Türkiye'deki otoprodüktör uygulaması olarak yaygınlaşmıştır) ve Tam rekabete dayalı serbest piyasa modelidir.

Dünya elektrik piyasaları üretim, iletim, dağıtım ve arz gibi temel unsurlardan oluşmaktadır. Elektrik enerjisinin diğer ticari ürünler gibi depolanamaması ve üretildiği anda tüketilmesi zorunluluğundan dolayı enerji piyasalarının oluşturulmasında ve işletilmesinde söz konusu temel unsurların iç içe oluşunun göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Kullanıcıların en verimli şekilde yararlanabileceği ve katılımcılar için fırsata dönüştürülecek elektrik piyasa modellerinin oluşturulması görüşü dünya enerji sektöründe benimsenmektedir.

Bu yönde liberalleşen ve yeniden yapılanma süreci devam eden Dünya ve özellikle Avrupa enerji sektöründe; güvenilir ve daha fonksiyonel elektrik piyasalarının oluşturulması için üretim, iletim, dağıtım, ticaret vb. tekel şirketlerin ayrı ayrı yapılandırılması ve özelleştirilmesi yönündeki çalışmalara hız kazandırılmıştır. Ancak iletim yatırımlarının yüksek sermayeli oluşu

ve önemli boyutlarda kamulaştırma güçlükleri nedenleri ile iletim hizmetlerinin kamu tarafından sağlanması ve tekel olması yönündeki eğilim kısmen devam etmektedir.

Sistem işleticilerinin yeniden yapılanan elektrik piyasalarındaki rolü gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir. Bu kapsamda, sistem işleticisi tarafından; elektrik sisteminin güvenilir ve kesintisiz işletilmesinin yanı sıra elektrik piyasalarının gelişmesine imkân sağlayacak şekilde işletme ve planlama yapılması gerektiği görüşü de dünya elektrik piyasalarında kabul gören konulardan biridir.

Elektrik sisteminin şeffaf, tarafsız ve verimli işletilmesi zorunluluğu, liberal elektrik piyasaları için politika belirleme sürecinde önemli bir unsur olarak gündeme getirilmekte ve günümüzde bu yaklaşımın göstergesi olarak, sistem işleticisinin özerk bir yapıya kavuşturulması, yasal pozisyonu ve sorumluluklarına yönelik yeni bir yaklaşım daha fazla benimsenmektedir.

Elektrik piyasalarının gerçek zamanlı dengelenmesinde ve işletilmesinde Sistem işleticisinin güvenilir, kaliteli ve düşük maliyetli olarak planlanması gereken gün öncesi tahmini arz talep dengesi teknolojik avantajların da yardımı ile gün öncesinden mümkün olduğunca küçük zaman aralıkları içerisinde sağlıklı şekilde planlanabilmekte ve piyasalardaki dengesizliği minimuma indirmektedir. Gelişmiş piyasalarda bu yöndeki gelişim üst düzeylerde olsa da gelişmekte olan piyasalarda henüz tam anlamıyla anlık olarak gün öncesi talep tahminleri planlamasının istenen düzeye ulaşamadığı bilinmektedir. 50'li yılların başında 7 üye ile senkron paralel işletilmeye başlayan Avrupa Elektrik iletim Koordinasyon Birliği (UCTE), son gelişmelerle üye sayısı 41'e ulaşan Avrupa Elektrik iletim Sistemi işleticileri (ENTSO-E) çatısı altında toplanmış olup, dünya üzerinde enerji talebinin en yüksek olduğu bölgelerden birisidir. Enerji temininde birbirlerine ve dışa bağımlı olan ENTSO-E ülkelerinin enerji politikalarını şekillendiren temel unsurlar; daha fazla şebeke senkronizasyonu ile geçerli tek tip piyasa modeli oluşturmak ve bu sayede enerji arzı güvenliğini artırmak, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarmak, çevre sorunlarını en aza indirmek ve şebekelerin enerji çeşitliliğini fırsata dönüştürmek olarak benimsenmiştir.

1950'li yıllarda yedek kapasite-enerji paylaşımı ve önemli arızalarda karşılıklı yardımlaşma şeklinde başlayan uluslararası enterkoneksiyonlar çeşitli ülkelerdeki farklı birincil kaynak ve farklı teknoloji kullanımı sonucu oluşan farklı üretim maliyetlerinden yararlanmak üzere

geliştirilmiş ve enterkoneksiyon altyapı yatırımları 1970'li yılların sonlarından başlayarak artmıştır. 1980-1990 döneminde orta ve uzun dönemli sözleşmelerle yapılan enerji alışverişleri genellikle düşey oluşumlu (üretim-iletim-dağıtım) devlet şirketleri arasında olmuştur. Ancak çok yakın geçmişte, ulusal elektrik pazarlarının liberalleşmesini takiben, enterkoneksiyon hatları uluslararası ticareti özendirerek bölgesel ve daha sonra kıtasal pazarların oluşturulması amacıyla kullanılmaya başlanılmıştır. 2000 yılı sonrasında kısa ve orta vadeli kontratlarla yapılan elektrik enerjisi ticareti liberalleşmenin getirdiği kurallar ve pazar fırsatları ile geliştirilmeye çalışılmaktadır.

## **Türkiye**

Enerji alanındaki dünya genelindeki gelişmelerin etkisinde kalan Türkiye'de; enerji sektöründe liberalleşme eğilimleri 1980'li yıllardan itibaren hissedilmeye başlanmış, Türkiye Elektrik sektöründe tekel olan Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) 1994 yılında Dağıtım hizmetleri için TEDAŞ, Üretim ve iletim hizmetleri için ise TEAŞ olarak yeniden yapılandırılmıştır.

Dünya elektrik piyasalarındaki gelişmelere de paralel olarak, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir Türkiye Elektrik Piyasası oluşturulması yolunda yasal düzenlemeler yapılmıştır. Elektrik sektöründe serbest piyasa uygulaması 2001 yılında çıkarılan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu (EPK) ile fiilen başlamış, bu kanun çerçevesinde çıkarılan yönetmelik tebliğ vb. ikincil mevzuatla serbest piyasa uygulamasına geçilmiştir. Elektrik Piyasası Kanunu elektrik enerjisi faaliyetlerini üretim, iletim, dağıtım, toptan satış, perakende satış ve ihracat/ithalat tanımlamakta ve her bir faaliyetin kendi içinde rekabet ortamının oluşmasını ve her bir faaliyet kolu içinde özel sektör firmalarının etkin olmasını öngörmektedir. Nitekim 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile 2001 yılında TEAŞ bünyesindeki üretim (EÜAŞ), iletim (TEİAŞ) ve Ticaret (TETAŞ) hizmetleri ayrıştırılarak 3 ayrı şirket olarak yeniden yapılandırılmış ve bu kanunla elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreye uyumlu bir şekilde piyasa koşullarında tüketicilerin kullanımına sunulması hedeflenmiştir.

Türkiye Elektrik iletim A.Ş. (TEİAŞ), elektrik enerjisine olan talebin zamanında, kesintisiz ve sürekli aynı kalitede karşılanmasından ve elektrik sisteminin çok yüksek gerilim (380kV) ve yüksek gerilim (154kV) seviyelerinde işletilmesinden sorumludur. Ayrıca, elektrik piyasasının

sağlıklı işleyişinin sağlanması amacıyla Dengeleme Piyasası'nın işletilmesi de kuruluşun asli faaliyetlerindedir.

Günlük yaşantının ayrılmaz bir parçasını oluşturan enerji, ülkelerin sosyo-ekonomik yapıları içerisindeki yerini ve önemini korurken, enerjinin önemli bir bileşenini oluşturan elektrik enerjisi ağırlığını giderek artan bir oranda geliştirmektedir. Çağdaşlığın ve kalkınmanın bir simgesi olan elektrik enerjisinin tüm ülke sathında vatandaşın, sanayi ve tarımın ihtiyaçları için emre amade tutulması, her şeyden önce "Ulusal Elektrik Sistemi" olarak anılıp ülke genelinde yaygın bir yerleşimi ve şebeke ağı olan üretim-iletim hizmetlerindeki kalite ve devamlılığa bağlı bulunmaktadır.

Uluslararası enterkonneksiyonlardan maksimum faydanın sağlanabilmesi için hedeflenen yöntem sistemlerin senkron paralel çalışmasıdır. Bölgemizdeki en büyük senkron blok aynı zamanda dünyadaki en büyük senkron sistemlerden biri olan "Avrupa Elektrik iletimi Koordinasyon Birliği", UCTE, Avrupa'nın büyük bölümünü kapsayan sistemdir. UCTE yaklaşık 50 yıldan beri, geliştirdiği teknik kural ve kriterlerle, Birliğe dahil elektrik iletim Sistemlerinin senkron paralel olarak işletilmesi konusunda gerekli koordinasyonu sağlamaktadır.

1 Temmuz 2009 tarihi itibarıyla Avrupa iletim Sisteminde teknik standartları belirleyen UCTE ve piyasa kurallarını belirleyen ETSO organizasyonu bütün yetki ve sorumluluklarıyla birlikte ENTSO-E organizasyonu çatısı altında toplanmıştır.

28 Eylül 2005–20 Nisan 2007 tarihleri arasında "Türkiye Elektrik iletim Sisteminin UCTE Sistemine Bağlantısı Tamamlayıcı Teknik Çalışmalar" 1.UCTE Projesi, Kuruluşumuz ve UCTE üyesi Elektrik iletim Şirketleri uzmanları tarafınca başarı ile tamamlanmıştır. Ayrıca, Türkiye elektrik sisteminin frekans kontrol performansının iyileştirilmesi amacıyla "Türkiye Elektrik Sisteminin UCTE Sistemi ile Senkron işletilmesi için Frekans Kontrol Performansının iyileştirilmesi" adlı 2. UCTE Projesi geliştirilmiş olup, 2012 yılı başında başarıyla tamamlanmıştır.

Türkiye elektrik sisteminin ENTSO-E Avrupa Kıtası Senkron Bölgesi sistemine üyeliğine yönelik çalışmalar kapsamında 18 Aralık 2009 tarihinde Kuruluşumuz ile ENTSO-E üyesi iletim şirketleri (AMPRION-Almanya, Transpower-Almanya, HTSO-Yunanistan, ESO EAD-

Bulgaristan) arasında Taahhüt Anlaşması imzalanmıştır. Bu Anlaşma ile Kuruluşumuz ENTSO-E içinde gözlemci statüsü elde etmeye hak kazanmıştır.

Türkiye elektrik sisteminin ENTSO-E Avrupa Kıtası Senkron Bölgesi sistemi ile senkron paralel işletilmesi konusunda yürütülen teknik çalışmalar kapsamında 11-25 Ocak 2010 tarihlerinde maksimum sistem koşulları, 22 Mart-4 Nisan 2010 tarihlerinde de minimum izole testleri başarıyla tamamlanmıştır. 18 Eylül 2010 tarihinde Türkiye elektrik sistemi ENTSO-E Avrupa Kıtası senkron bölgesi şebekesine bağlanmış ve deneme paralel işletme çalışmaları başlatılmıştır. ENTSO-E kurallarına göre, bu dönem boyunca enterkonnekte sistemin güvenliği ve performansı, ENTSO-E Plenary Avrupa Kıtası Bölgesel Grubu tarafınca izlenmektedir. Türkiye Elektrik Sisteminin, Avrupa Ülkeleri Elektrik Şebekesine Senkron Paralel Bağlantısı ile kalite ve güvenilirliği artarken, Avrupa Elektrik Piyasasına erişim imkânı da sağlanmış bulunmaktadır.

ENTSO-E Plenary Avrupa Kıtası Bölgesel Grubu 3 Mayıs 2011 tarihinde düzenlenen toplantıda Deneme işletme Testleri kapsamında Ticari Enerji Alışverişi dönemine geçilmesini kararlaştırmış olup, 1 Haziran 2011 tarihi itibarıyla Ticari Enerji Alışverişi döneminin başlatılmasını onaylamıştır.

Bu doğrultuda Elektrik Piyasası ithalat ve ihracat Yönetmeliği revize edilmiştir. ENTSO-E üyesi komsularımızla elektrik ithalatı ve ihracatı Avrupa Birliği'nin 714/2009 sayılı Sınır Ötesi Elektrik Ticareti Tüzüğü çerçevesinde yapılmaktadır. ENTSO-E üyeliğimiz elektrik enerjisi ticareti olanaklarını büyük ölçüde artıracaktır.

Türkiye elektrik sisteminin ENTSO-E sistemine entegrasyonundan sonra Türkiye'nin Avrupa ülkeleri ile Avrupa iç Elektrik Pazarı kapsamında yapacağı ticaret, halen diğer ülkelerde olduğu gibi, ENTSO-E tarafından koordine edilen teknik kurallar ve piyasa kurallarına göre yürütülmesi gerekmektedir.

Deneme işletme dönemi son fazı Haziran 2011 de başlamış olup, 2012 sonbaharına kadar sınırlı ticari elektrik alış-verişi yapılması öngörülmektedir. Ticari elektrik enerjisi alışverişleri, Bulgaristan, Yunanistan ve Avrupa'dan Türkiye yönüne 400MW'a, ters yönde de 300MW'a kadar olmak üzere sürdürülmektedir.



Bulgaristan, Yunanistan ve Türkiye arasında, Avrupa Birliği kuralları ve ENTSO-E uygulamaları doğrultusunda, Türkiye elektrik sistemi ve ENTSO-E Avrupa Kıtası Senkron Bölgesi arasında ticari elektrik enerji alışverişı için sınırlı miktarda kapasite tahsisine izin verilmiştir.

TEİAŞ'ın ENTSO-E ile senkron paralel deneme işletme sürecinin başarıyla tamamlanmasının ardından ENTSO-E ile bağlantı üyelik işlemlerinin de tamamlanmasını takiben kalıcı olarak sürdürülecektir.

## **1.2. Türkiye'de Elektrik Enerjisi**

### **1.2.1. Kurulu Güç**

#### **1.2.1.1 Türkiye Elektrik Üretim Kapasitesi**

Türkiye'de ilk elektrik enerjisi santrali 1902 yılında Tarsus'ta kurulan 2 kilovat (kW) gücündeki su değirmeni ile çalışan dinamodur. Türkiye Cumhuriyetinin kuruluş yılı 1923'te ise kurulu gücümüz 33 Megavat (MW) ve toplam elektrik enerjisi üretimi 45 milyon Kwh'dır.

Cumhuriyet'in ilk yıllarında elektrik enerjisi için termik ve hidroelektrik kaynaklar kullanılırken, 1985 yılından sonra jeotermal ve rüzgâr santralleri de devreye girmeye başlamıştır.

2001 yılında yürürlüğe giren Enerji Piyasası Kanunu'na göre yatırımlar EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) tarafından yönetilmektedir. Üretim yatırımı yapmak isteyen girişimciler EPDK'ya ilk başvuruyu yaptıktan sonra elektrik iletim sistemine bağlantısı yapılması için TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş) görüşü alınmaktadır. İletim sistemine bağlantı görüşü alındıktan sonra EPDK tarafından lisans verilmektedir. Lisans kapsamında yatırımın yeri, zamanlaması, kapasitenin ihtiyaca yönelik olup olmadığı, kaynağın kullanımının verimlilik kriterlerine uyup uymadığı vb. hususlar bulunmamaktadır.

2000'li yıllara kadar ağırlıklı olarak kamu sektörü tarafından üretilen elektrik enerjisi daha sonraki yıllarda artan özel sektör yatırımları ve mevcut üretim tesislerinin özelleştirilmesi ile birlikte kurulu gücün önemli bir kısmı özel sektöre geçmiştir.

Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücü ve kurulu gücün kamu özel sektör dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1: Türkiye’de Kurulu Gücün Yıllar İtibarıyla Gelişimi (MW)**

	KAMU SANTRALLARI				ÖZEL SEKTÖR SANTRALLARI				TÜRKİYE TOPLAMI		
	TERMİK	HİDR.	TOPLAM	PAY (%)	TERMİK	HİDR.	TOPLAM	PAY (%)	TERMİK	HİDR.	TOPLAM
1984	3,545.4	3,644.2	7,189.6	85.0	1,041.4	230.6	1,272.0	15.0	4,586.8	3,874.8	8,461.6
1985	4,150.4	3,644.2	7,794.6	85.5	1,096.4	230.6	1,327.0	14.5	5,246.8	3,874.8	9,121.6
1986	5,144.3	3,644.2	8,788.5	86.9	1,093.4	233.3	1,326.7	13.1	6,237.7	3,877.5	10,115.2
1987	6,293.4	4,720.1	11,013.5	88.1	1,198.4	283.2	1,481.6	11.9	7,491.8	5,003.3	12,495.1
1988	7,048.9	5,935.1	12,984.0	89.4	1,253.4	283.2	1,536.6	10.6	8,302.3	6,218.3	14,520.6
1989	7,941.5	6,298.1	14,239.6	90.1	1,269.4	299.2	1,568.6	9.9	9,210.9	6,597.3	15,808.2
1990	8,264.2	6,465.1	14,729.3	90.3	1,289.1	299.2	1,588.3	9.7	9,553.3	6,764.3	16,317.6
1991	8,795.6	6,521.5	15,317.1	89.0	1,299.7	592.3	1,892.0	11.0	10,095.3	7,113.8	17,209.1
1992	9,020.6	7,779.2	16,799.8	89.8	1,316.8	599.5	1,916.3	10.2	10,337.4	8,378.7	18,716.1
1993	9,230.6	9,049.0	18,279.6	89.9	1,425.3	632.7	2,058.0	10.1	10,655.9	9,681.7	20,337.6
1994	9,440.6	9,208.3	18,648.9	89.4	1,554.6	656.3	2,210.9	10.6	10,995.2	9,864.6	20,859.8
1995	9,650.6	9,207.6	18,858.2	90.0	1,440.9	655.2	2,096.1	10.0	11,091.5	9,862.8	20,954.3
1996	9,665.6	9,239.5	18,905.1	89.0	1,649.0	695.3	2,344.3	11.0	11,314.6	9,934.8	21,249.4
1997	9,665.6	9,403.9	19,069.5	87.1	2,123.7	698.7	2,822.4	12.9	11,789.3	10,102.6	21,891.9
1998	10,064.6	9,497.9	19,562.5	83.8	2,974.2	817.3	3,791.5	16.2	13,038.8	10,315.2	23,354.0
1999	11,417.6	9,701.7	21,119.3	80.9	4,155.8	844.2	5,000.0	19.1	15,573.4	10,545.9	26,119.3
2000	11,274.6	9,977.3	21,251.9	77.9	4,795.4	1,216.8	6,012.2	22.1	16,070.0	11,194.1	27,264.1
2001	10,954.6	10,108.7	21,063.3	74.3	5,686.0	1,583.1	7,269.1	25.7	16,640.6	11,691.8	28,332.4
2002	10,949.6	10,108.7	21,058.3	66.1	8,636.4	2,151.1	10,787.5	33.9	19,586.0	12,259.8	31,845.8
2003	10,803.1	10,990.2	21,793.3	61.2	12,186.3	1,607.4	13,793.7	38.8	22,989.4	12,597.6	35,587.0
2004	10,794.9	10,994.7	21,789.6	59.2	13,364.8	1,669.6	15,034.4	40.8	24,159.7	12,664.3	36,824.0
2005	11,474.9	11,109.7	22,584.6	58.1	14,442.4	1,816.5	16,258.9	41.9	25,917.3	12,926.2	38,843.5
2006	12,554.9	11,161.0	23,715.9	58.5	14,880.3	1,968.6	16,848.9	41.5	27,435.2	13,129.6	40,564.8
2007	12,524.9	11,350.3	23,875.2	58.6	14,710.5	2,191.6	16,902.1	41.4	27,235.4	13,541.9	40,777.3
2008	12,524.9	11,455.9	23,980.8	57.3	15,070.1	2,766.3	17,836.4	42.7	27,595.0	14,222.2	41,817.2
2009	12,524.9	11,677.9	24,202.8	54.1	16,814.2	3,744.3	20,558.5	45.9	29,339.1	15,422.2	44,761.3
2010	12,524.9	11,677.9	24,202.8	48.9	19,753.6	5,567.7	25,321.3	51.1	32,278.5	17,245.6	49,524.1
2011	12,560.9	11,589.5	24,150.4	45.6	21,370.2	7,390.5	28,760.7	54.4	33,931.1	18,980.0	52,911.1

Kaynak: Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim-Kapasite Projeksiyonu (2012-2021), Aralık 2012

Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücü 2000 yılına kadar ağırlıklı olarak kamuya ait iken 2000’li yıllarda özel sektörün payı hızla artmaya başlamıştır. 1984 yılında Türkiye elektrik enerjisi

kurulu gücün dağılımı yüzde 85 kamu, yüzde 15 özel sektör iken, bu oran 2000 yılından itibaren kamu aleyhine hızla değişmiş ve kamunun payı yüzde 45.6'ya gerilemiştir.

Türkiye'de kurulu elektrik santrallerinin kuruluşlara göre dağılımı Tablo 2'de görülebilir.

**Tablo 2: Türkiye'de Kurulu Gücün Kuruluşlara Göre Dağılımı (MW)**

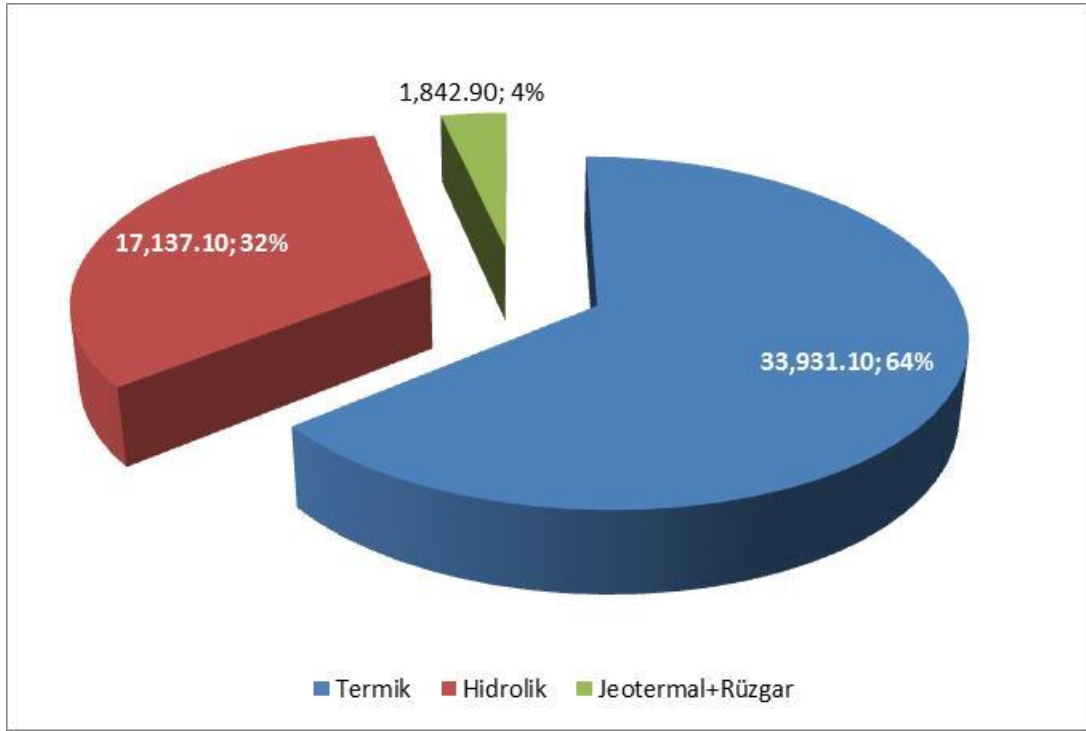
	TERMİK	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGÂR	TOPLAM GÜÇ MW	KURULUŞLARIN PAYI (%)
<b>KAMU</b>						
EÜAŞ SANTRALLARI	8,690.9	11,589.5	0.0	0.0	20,280.4	38.3
EÜAŞ'A BAĞLI ORTAKLIK SANTRALLARI	3,870.0	0.0	0.0	0.0	3,870.0	7.3
<b>ÖZEL SEKTÖR</b>	<b>21,370.2</b>	<b>5,547.6</b>	<b>114.2</b>	<b>1,728.7</b>	<b>28,760.7</b>	<b>54.4</b>
İŞLETME HAKKI DEVREDİLEN SANTRALLAR	620.0	127.7	0.0	0.0	747.7	1.4
YAP İŞLET SANTRALLARI	6,101.8	0.0	0.0	0.0	6,101.8	11.5
YAP İŞLET DEVRET SANTRALLARI	1,449.6	952.8	0.0	17.4	2,419.8	4.6
SERBEST ÜRETİM ŞİRKET SANTRALLARI	10,725.5	3,922.9	114.2	1,710.1	16,472.7	31.1
OTOPRODÜKTÖR SANTRALLARI	2,473.3	544.2	0.0	1.2	3,018.7	5.7
<b>TÜRKİYE TOPLAM</b>	<b>33,931.1</b>	<b>17,137.1</b>	<b>114.2</b>	<b>1,728.7</b>	<b>52,911.1</b>	<b>100.0</b>
<b>Kaynaklarına Göre Dağılım (%)</b>	<b>64.1</b>	<b>32.4</b>	<b>0.2</b>	<b>3.3</b>	<b>100.0</b>	

Kaynak: TEİAŞ

Tablodan da görüleceği üzere 2011 yılı itibarıyla elektrik enerjisi kurulu gücün yüzde 64.1'i termik, yüzde 32.4'ü hidrolik kaynaklara dayalı santrallerden oluşmaktadır. Son yıllarda artan çevre duyarlılığı ve sürdürülebilir kalkınma politikalarına paralel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi giderek artmaktadır. Ülkemizde de bu tür enerji yatırımları gündeme gelmiş ve özel sektör tarafından özellikle rüzgâra dayalı kurulu güçte bir artış yaşanmıştır. 2011 yılında kurulu gücün yüzde 3.3'ü rüzgâra dayalı santrallerden oluşmaktadır. Jeotermal kaynakların toplam kurulu güç içindeki payı ise yüzde 0.2'dir. Çevreye duyarlı olarak bilinen jeotermal kaynaklar ve rüzgâr, Türkiye elektrik kurulu gücünün yüzde 3.5'ini oluşturmaktadır.

Şekil 1'de Türkiye elektrik üretim kapasitesinin termik, hidrolik ve jeotermal+rüzgâr dağılımı verilmiştir.

**Şekil 1: Türkiye Elektrik Üretim Kapasitesinin Dağılımı (2011)**



Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücü yakıt kaynaklarına göre değerlendirildiğinde ağırlıklı olarak fosil yakıtlara dayalı olduğu görülmektedir. Taşkömürü, linyit, asfaltit, petrol, doğalgaz vb. yakıtlarla çalışan termik santraller fosil yakıtlara dayalı olarak değerlendirildiğinde, fosil yakıtların toplam kurulu güç içindeki payının yüzde 63.5 olduğu görülmektedir. Toplam kurulu güç içinde hidrolik'in payı yüzde 32.4, yenilenebilir ve jeotermal kaynakların toplam kurulu güç içindeki payının ise yüzde 4.1 olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3'te yakıt kaynaklarına göre Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücü verilmiştir.

**Tablo 3: Yakıt Kaynaklarına Göre Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü**

YIL	LİNYİT		T.KÖMÜR +ASFALTİT		İTHAL KÖMÜR		DOĞAL GAZ		JEOTERMAL		FUELOIL		MOTORİN		NÜKLEER		DİĞER		BİOGAZ+ATIK		HİDROLİK		RÜZGAR		TOPLAM	
	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%	(MW)	%
1984	2,359	27.9	220	2.60	0	0.0	0	0.0	18	0.2	1,363	16.1	627	7.4	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	3,875	45.8	0	0.0	8,462	100.0
1985	2,864	31.4	220	2.41	0	0.0	100	1.1	18	0.2	1,418	15.5	627	6.9	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	3,875	42.5	0	0.0	9,122	100.0
1986	3,579	35.4	198	1.95	0	0.0	400	4.0	18	0.2	1,418	14.0	625	6.2	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	3,878	38.3	0	0.0	10,115	100.0
1987	4,434	35.5	182	1.45	0	0.0	800	6.4	18	0.1	1,515	12.1	544	4.4	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	5,003	40.0	0	0.0	12,495	100.0
1988	4,434	30.5	182	1.25	0	0.0	1,555	10.7	18	0.1	1,570	10.8	544	3.7	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	6,218	42.8	0	0.0	14,521	100.0
1989	4,714	29.8	332	2.10	0	0.0	2,036	12.9	18	0.1	1,567	9.9	546	3.5	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	6,597	41.7	0	0.0	15,808	100.0
1990	4,874	29.9	332	2.03	0	0.0	2,210	13.5	18	0.1	1,575	9.6	546	3.3	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0	6,764	41.5	0	0.0	16,318	100.0
1991	5,041	29.3	353	2.05	0	0.0	2,555	14.8	18	0.1	1,573	9.1	546	3.2	0.00	0.0	0	0.0	10	0.1	7,114	41.3	0	0.0	17,209	100.0
1992	5,405	28.9	353	1.88	0	0.0	2,626	14.0	18	0.1	1,550	8.3	373	2.0	0.00	0.0	0	0.0	14	0.1	8,379	44.8	0	0.0	18,716	100.0
1993	5,609	27.6	353	1.73	0	0.0	2,735	13.4	18	0.1	1,556	7.7	373	1.8	0.00	0.0	0	0.0	14	0.1	9,682	47.6	0	0.0	20,338	100.0
1994	5,819	27.9	353	1.69	0	0.0	2,858	13.7	18	0.1	1,562	7.5	373	1.8	0.00	0.0	0	0.0	14	0.1	9,865	47.3	0	0.0	20,860	100.0
1995	6,048	28.9	326	1.56	0	0.0	2,925	14.0	18	0.1	1,557	7.4	204	1.0	0.00	0.0	0	0.0	14	0.1	9,863	47.1	0	0.0	20,954	100.0
1996	6,048	28.5	341	1.61	0	0.0	3,098	14.6	18	0.1	1,577	7.4	219	1.0	0.00	0.0	0	0.0	14	0.1	9,935	46.8	0	0.0	21,249	100.0
1997	6,048	27.6	335	1.53	0	0.0	3,552	16.2	18	0.1	1,585	7.2	219	1.0	0.00	0.0	18	0.1	14	0.1	10,103	46.1	0	0.0	21,892	100.0
1998	6,214	26.6	335	1.43	0	0.0	4,505	19.3	18	0.1	1,639	7.0	219	0.9	0.00	0.0	87	0.4	22	0.1	10,307	44.1	9	0.0	23,354	100.0
1999	6,352	24.3	335	1.28	0	0.0	6,893	26.4	18	0.1	1,618	6.2	230	0.9	0.00	0.0	105	0.4	24	0.1	10,537	40.3	9	0.0	26,119	100.0
2000	6,509	23.9	335	1.23	145	0.5	7,044	25.8	18	0.1	1,671	6.1	230	0.8	0.00	0.0	95	0.3	24	0.1	11,175	41.0	19	0.1	27,264	100.0
2001	6,511	23.0	335	1.18	145	0.5	7,154	25.2	18	0.1	2,064	7.3	236	0.8	0.00	0.0	156	0.5	24	0.1	11,673	41.2	19	0.1	28,332	100.0
2002	6,503	20.4	335	1.05	145	0.5	9,702	30.5	18	0.1	2,465	7.7	236	0.7	0.00	0.0	156	0.5	28	0.1	12,241	38.4	19	0.1	31,846	100.0
2003	6,439	18.1	335	0.94	1,465	4.1	11,510	32.3	15	0.0	2,796	7.9	236	0.7	0.00	0.0	167	0.5	28	0.1	12,579	35.3	19	0.1	35,587	100.0
2004	6,451	17.5	335	0.91	1,510	4.1	12,798	34.8	15	0.0	2,761	7.5	214	0.6	0.00	0.0	47	0.1	28	0.1	12,645	34.3	19	0.1	36,824	100.0
2005	7,131	18.4	335	0.86	1,651	4.3	13,790	35.5	15	0.0	2,708	7.0	216	0.6	0.00	0.0	37	0.1	35	0.1	12,906	33.2	20	0.1	38,844	100.0
2006	8,211	20.2	335	0.83	1,651	4.1	14,315	35.3	62	0.2	2,594	6.4	252	0.6	0.00	0.0	21	0.1	41	0.1	13,063	32.2	20	0.0	40,565	100.0
2007	8,211	20.1	335	0.82	1,651	4.0	14,560	35.7	77	0.2	2,243	5.5	206	0.5	0.00	0.0	21	0.1	43	0.1	13,395	32.8	92	0.2	40,836	100.0
2008	8,205	19.6	335	0.80	1,651	3.9	15,055	36.0	77	0.2	2,242	5.4	26	0.1	0.00	0.0	21	0.1	60	0.1	13,829	33.1	316	0.8	41,817	100.0
2009	8,199	18.3	470	1.05	1,921	4.3	16,548	37.0	77	0.2	2,067	4.6	26	0.1	0.00	0.0	21	0.0	87	0.2	14,553	32.5	792	1.8	44,761	100.0
2010	8,199	16.6	470	0.95	3,281	6.6	18,175	36.7	94	0.2	2,002	4.0	27	0.1	0.00	0.0	17	0.0	107	0.2	15,831	32.0	1,320	2.7	49,524	100.0
2011	8,274	15.6	690	1.30	3,881	7.3	19,024	36.0	114	0.2	1,706	3.2	26	0.0	0.00	0.0	215	0.4	115	0.2	17,137	32.4	1,729	3.3	52,911	100.0

Kaynak: Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim-Kapasite Projesiyonu (2012-2021), Aralık 2012

Tablo 3'ten görülebileceği gibi Türkiye elektrik üretim kapasitesinin en büyük kısmını doğalgaz çevrim santralleri oluşturmaktadır. 1985 yılına kadar ülkede bulunmayan doğalgaza dayalı elektrik santrali 100 MW elektrik üretim kapasitesiyle ilk kez bu yıl kurulmuştur. Takip eden yıllarda hızla artan doğalgaz santralleri kurulu gücünün toplam elektrik üretim kapasitesi içindeki payı 2009 yılında yüzde 37'ye yükselmiştir. 2011 yılı itibarıyla 19,024 MW kurulu güce sahip olan doğalgaz santrallerinin Türkiye toplam elektrik kurulu gücü içindeki payı yüzde 36'dır. Yine aynı yıl için Türkiye elektrik üretim kapasitesinin yüzde 32.4'ünü oluşturan hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu gücü 17,137 MW'dir. Üçüncü sırada linyite dayalı santraller gelmekte ve kurulu güç toplamı 8,274 MW olup Türkiye elektrik üretim kapasitesinin yüzde 15.6'sını oluşturmaktadır. Toplam kurulu güç içindeki payları bakımından Linyiti yüzde 7.3'le İthal kömür, yüzde 3.3'le Rüzgâr, yüzde 3.2 ile Fuel Oil santralleri takip etmektedir.

Doğalgaz yakıtlı santrallerin en önemlileri olarak; Ambarlı Santrali (1,350.9 MW), Hamitabat Santrali (1,156 MW), Bursa Doğalgaz Santrali (1,432 MW) sayılabilir.

Türkiye'de elektrik üretiminde; Afşin Elbistan Termik Santrali (2,795 MW), Soma Termik Santrali (1,034 MW), Seyitömer Termik Santrali (600 MW), Yatağan Termik Santrali (630 MW), Yeniköy Termik Santrali (420 MW), Kemerköy Termik Santrali (630 MW), Kangal Termik Santrali (457 MW), Ankara Çayırhan (620 MW), Çanakkale Çan (320 MW), önemli termik santraller olarak sayılabilir. Bu santrallerde linyit yakıt olarak kullanılmakta, ayrıca Şırnak'ta Asfaltit (135 MW), Zonguldak Çatalağzı'nda Taşkömürü (300 MW) ile çalışan iki önemli termik santral daha bulunmaktadır.

Hidroelektrik santrallerinin en önemlileri ise; 2,405 MW gücündeki Atatürk Hidroelektrik santrali, 1,800 MW gücündeki Karakaya Hidroelektrik santrali, 1,330 MW gücündeki Keban Hidroelektrik santrali, 702,55 MW gücündeki Altinkaya Hidroelektrik santrali, 510 MW gücündeki Berke Hidroelektrik santrali, 500 MW gücündeki Hasan Uğurlu Hidroelektrik santrali olarak sayılabilir. 2011 yılı itibarıyla EÜAŞ ve bağlı ortaklıkları tarafından işletilen hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu gücü 11,589.5 MW'dir. Ayrıca 127,7 MW'si İşletme Hakkı Devredilen Santrallere, 952.8 MW'si Yap İşlet Devret Santrallerine, 3,922.9 MW'si Serbest Üretim Şirket Santralleri ve 544.2 MW'si Otoprodüktör Santrallerine ait olmak üzere

toplam 5,547.6 MW kurulu güce sahip özel sektör tarafından işletilen hidroelektrik santrallerde elektrik üretimi yapılmaktadır.

Türkiye’de şebekeye bağlı rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi 1998 yılında başlamış ve 2005 yılından itibaren hızla artmıştır. Rüzgâr enerjisi ile çalışan ilk santral, 1.5 MW kurulu güce sahip Çeşme-Germiyan’da kurulmuş olan otoprodüktör santraldir. Çoğunluğu Balıkesir, İstanbul, İzmir, Manisa, Hatay illerinde yoğunlaşmış 48 rüzgâr santrali ile elektrik üretimi yapılmaktadır. Bu santrallerin 2011 yılı itibarıyla toplam kurulu gücü 1,729 MW’dır.

Türkiye’de ilk jeotermal santral Denizli Kızıldere Sarayköy’de kurulmuştur. 1984 yılında işletmeye alınan santralin kurulu gücü 20.4 MW’dır. Daha sonraki yıllarda Aydın Salavatlı’da Menderes jeotermale ait iki jeotermal santral (8.5 MW ve 9.5 MW), Aydın Germencik’te Gürmat (47.4 MW), Denizli Kızıldere’de Bereket (6.85 MW) ve Çanakkale Tuzla’da Enda (7.5 MW) işletmeye geçmiş ve jeotermal elektrik kurulu gücü 144 MW’a çıkmıştır.

Katı atık ve biogaz santrallerinin kurulması içinde çalışmalar başlatılmıştır. 22.6 MW kurulu güce sahip Mamak Çöp Gazı Santrali bu alandaki ilk tesisidir. 2011 yılı itibarıyla 23 adet lisanslı biyokütle santrali bulunmaktadır. Çoğu faaliyette olan bu santraller toplam 131 MW elektrik üretim kapasitesine sahiptir.

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ile ilgili yoğun çalışmalar yürütülmektedir. Günümüzde su ısıtma amaçlı kullanımı daha yaygın olmakla beraber, elektrik üretiminde kullanılması amacıyla da önemli adımlar atılmıştır.

Nükleer santral kurulması için ilk çalışmalar 1967 yılında başlanmış olmakla birlikte ilk ciddi adım 2000’li yılların sonunda atılmış ve Mersin’de nükleer santral projesine başlanmış, Sinop’ta kurulacak nükleer santral ile ilgili ihale sürecine girilmiştir.

#### **1.2.1.2. TR72 Bölgesi Elektrik Üretim Kapasitesi**

Orta Anadolu Kalkınma Ajansı (ORAN), (TR72 Bölgesi) Kayseri, Sivas ve Yozgat illerinden oluşmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde TR72 Bölgesinde kurulu bulunan elektrik santralleri ve Bölgenin elektrik üretim kapasitesi incelenecektir.

TR72 Bölgesinde 14'ü Kayseri'de, 18'i Sivas'ta, 1'i de Yozgat'ta olmak üzere 33 adet elektrik santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 1,209.64 MW olup Türkiye toplam kurulu gücünün yaklaşık yüzde 2.3'ünü oluşturmaktadır. Bölgede kurulu santrallerin 26 tanesi hidroelektrik, 5 tanesi termik ve biri de atık işleme santralinden oluşmaktadır. Termik santrallerden birisi linyit işlerken 3'ü doğalgaz, 1'i doğalgaz + sıvı yakıt kullanmaktadır. Bölgede kurulu termik santrallerin toplam kurulu gücü 674.25 MW olup Bölge kurulu gücünün yüzde 55.7'sini oluşturmaktadır. Bölgede bulunan hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücü ise 533.8 MW olup, Bölge elektrik kurulu gücü içindeki payı yüzde 44.1'dir.

**Tablo 4: TR72 Bölgesi Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü**

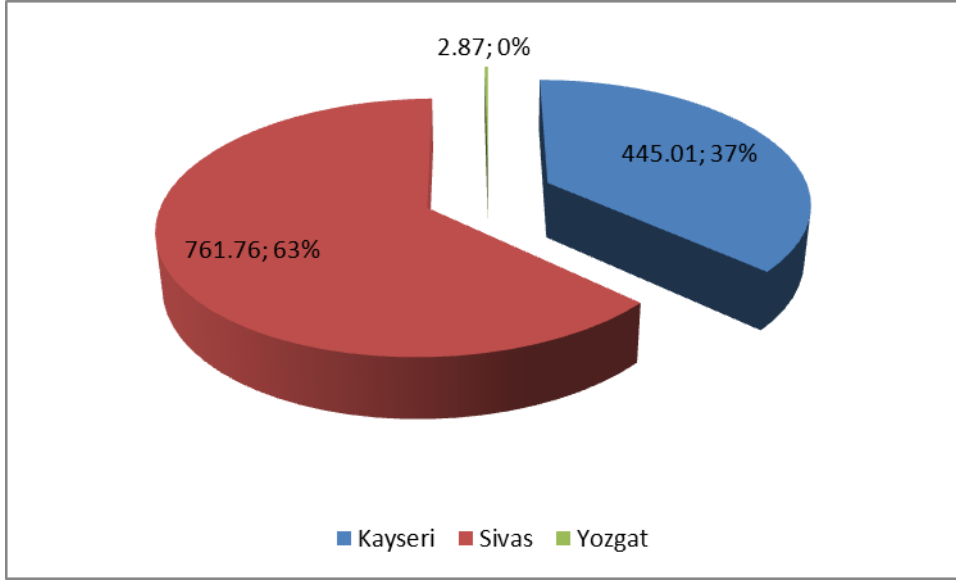
SANTRAL ADI	Yakıt	Kaynak	Kurulu Güç (MW)
<b>KAYSERİ</b>			<b>445.01</b>
AYEN ENERJİ (ÇAMLICA )	AKARSU	Hidrolik	84.00
BÜNYAN (KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SN.)	AKARSU	Hidrolik	1.16
ÇAMLICA III HES (ÇAMLICA ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş)	AKARSU	Hidrolik	27.62
MOLU (KARSU AŞ.)	AKARSU	Hidrolik	3.40
PINARBAŞI (KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM)	AKARSU	Hidrolik	0.10
SIZIR (KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SN.)	AKARSU	Hidrolik	5.76
MOLU ENERJİ (Zamanlı-Bahçelik HES) Pınarbaşı	BARAJLI	Hidrolik	4.17
YAMULA	BARAJLI	Hidrolik	100.00
BOYTEKS TEKSTİL SAN. VE TİC. A.Ş.	DOĞALGAZ	Termik	8.60
SARAY HALI A.Ş.	DOĞALGAZ	Termik	4.29
SAY ENERJİ ELEKTRİK (Kayseri/OSB)	DOĞALGAZ	Termik	5.85
ZORLU ENERJİ (Kayseri)	DOĞALGAZ	Termik	188.50
ORTA ANADOLU MENSUCAT(N+LPG+D.G.)(Kayseri)	SIVI+DOĞALGAZ	Termik	10.00
KAYSERİ KATI ATIK DEPONİ SAHASI (HER ENERJİ)	YENİLENEBİLİR+ATIK	Yenilenebilir+Atık	1.56
<b>SİVAS</b>			<b>761.76</b>
AHİKÖY-I	AKARSU	Hidrolik	2.10
AHİKÖY-II	AKARSU	Hidrolik	2.10
BEREKET ENERJİ (KOYULHİSAR HES)	AKARSU	Hidrolik	42.00
KOYULHİSAR	AKARSU	Hidrolik	0.20
MURATLI REG. VE HES (ARMAHES ELEKTRİK ÜR.)	AKARSU	Hidrolik	26.70
PETA MÜHENDİSLİK ENERJİ (MURSAL II HES)	AKARSU	Hidrolik	4.50
REŞADİYE 1 HES (TURKON MNG ELEKTRİK)	AKARSU	Hidrolik	15.68
SARAÇBENDİ HES (ÇAMLICA ELEKTRİK ÜRET. A.Ş.)	AKARSU	Hidrolik	25.48
TUZTAŞI HES (GÜRÜZ ELEKTRİK ÜRETİM LTD.ŞTİ.)	AKARSU	Hidrolik	1.61
YEŞİLBAŞ ENERJİ (YEŞİLBAŞ HES)	AKARSU	Hidrolik	14.00
YPM ALTINTEPE Hidroelektrik (Suşehri/SİVAS)	AKARSU	Hidrolik	4.00
YPM BEYPINAR Hidroelektrik (Suşehri/SİVAS)	AKARSU	Hidrolik	3.61
YPM GÖLOVA HES (Suşehri/SİVAS)	AKARSU	Hidrolik	1.05
YPM KONAK HES (Suşehri/Sivas)	AKARSU	Hidrolik	4.02
YPM SEVİNDİK HES (Suşehri/SİVAS)	AKARSU	Hidrolik	5.71
ÇAMLIGÖZE	BARAJLI	Hidrolik	32.00
KILIÇKAYA	BARAJLI	Hidrolik	120.00
KANGAL	LİNYİT	Termik	457.00
<b>YOZGAT</b>			<b>2.87</b>
GÖKMEN REG. VE HES (SU-GÜCÜ ELEKTRİK ÜR.)	AKARSU	Hidrolik	2.87



Bölge illeri ayrı ayrı değerlendirildiğinde; Kayseri’de bulunan santrallerin toplam elektrik üretim kapasitesinin 445.01 MW, Sivas’ta bulunan santrallerin toplam elektrik üretim kapasitesinin 761.76 MW ve Yozgat’ta bulunan santralin kapasitesinin 2.87 MW olduğu görülmektedir.

TR72 Bölgesi elektrik üretim kapasitesinin illere göre dağılımı Şekil 2’de görülebilir.

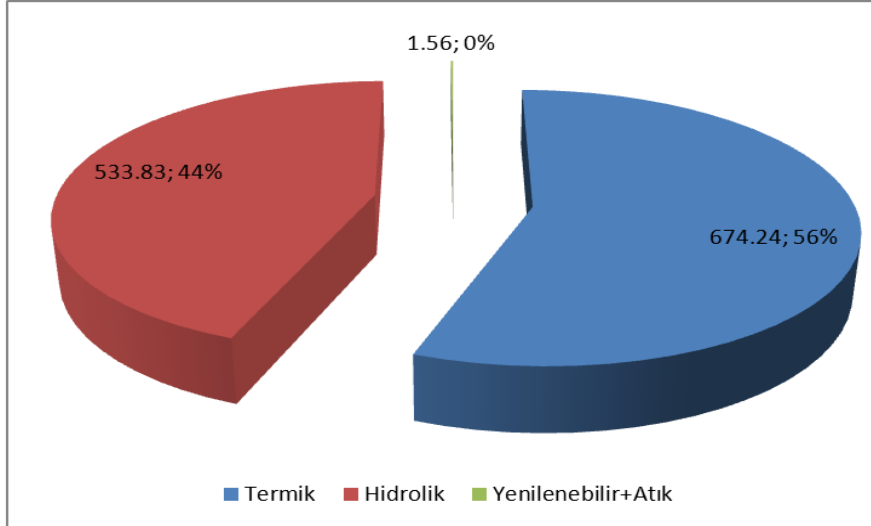
**Şekil 2: TR72 Bölgesi Elektrik Üretim Kapasitesinin İllere Dağılımı (2011)**



Bölge elektrik kurulu gücünün bölge kaynak potansiyeline göre şekillendiği Sivas’taki santrallerin 17’sinin hidroelektrik santrali, 1’inin termik santral olduğu, Yozgat’ta bulunan santralin hidroelektrik santrali olduğu Kayseri’deki santrallerin ise 8’inin hidroelektrik, 5’inin termik ve 1’inin yenilenebilir+atık’a dayalı santral olduğu görülmektedir.

Şekil 3’te TR72 Bölgesinde kurulu gücün yakıt kaynaklarına göre dağılım verilmiştir.

**Şekil 3: TR72 Bölgesi Elektrik Kurulu Gücünün Yakıt Kaynaklarına Göre Dağılımı (2011)**



### 1.3. Üretim

Ülkemizin kalkınma, toplumsal refah ve sanayi sektörünü uluslararası alanda rekabet edebilecek bir düzeye çıkarma hedeflerini gerçekleştirme çabaları beraberinde enerji talebinin hızlı artışını getirmekte ve önümüzdeki yıllarda da bu eğilimin devam edeceği tahmin edilmektedir. Gelişme düzeyi ile elektrik enerjisinin nihai enerji tüketimindeki payı arasında bir ilişki bulunmaktadır.

Türkiye ekonomisinde son yıllarda sağlanan gelişme elektrik talebine yansımış dolayısıyla elektrik üretiminde de hızlı bir artış yaşanmıştır. 1984 yılında 30,613.5 GWh olan toplam elektrik üretimi 2011 yılına gelindiğinde yaklaşık 7.5 kat artarak 229,395.1 GWh seviyesine yükselmiştir. 1984-2011 döneminde elektrik üretimindeki yıllık ortalama artış yüzde 7.74 civarındadır.

Elektrik piyasasının serbestleştirilmesi hedefi doğrultusunda, 4628 sayılı kanunla yeni üretim yatırımlarının özel sektör tarafından yapılması öngörülmüştür. Elektrik sektöründe rekabeti esas alan şeffaf bir piyasanın oluşturulması ve bu suretle yatırım ortamının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla daha önce kamu uhdesinde bulunan santraller özelleştirilmiş, yapılan yasal düzenlemelerle özel sektör yatırımları teşvik edilmiştir. Buna bağlı olarak son yıllarda elektrik üretiminde kamunun payı hızla azalmış ve özel sektörün payı artmıştır.

1984 yılında kamuya ait santrallerde üretilen elektriğin toplam elektrik üretimi içindeki payı yüzde 87.2 iken 2011 yılında yüzde 40.3'e gerilemiş özel sektörün payı ise 1984 yılında yüzde 12.8 iken 2011 yılında yüzde 59.7'ye yükselmiştir.

Türkiye elektrik üretiminin termik-hidrolik santraller bağlamında dağılımı incelendiğinde termik santrallerde üretilen elektriğin payının ağırlıkta olduğu dikkat çekmektedir. 1984-2011 döneminde de termik santrallerde üretilen elektriğin payının giderek arttığı, toplam elektrik üretiminin 1984 yılında yaklaşık yüzde 56'sı termik, yüzde 44'ü hidrolik iken 2011 yılında yüzde 75'i termik yüzde 25'i hidrolik santrallerde gerçekleştiği görülmektedir. Türkiye elektrik üretiminin tarihsel gelişimi Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5: Türkiye Elektrik Üretiminin Tarihsel Gelişimi**

	ÜRETİM (GWh)											
	KAMU SANTRALLERİ				ÖZEL SEKTÖR SANTRALLERİ				TÜRKİYE TOPLAMI			
	TERMİK	HİDROLİK	TOPLAM	PAY (%)	TERMİK	HİDROLİK	TOPLAM	PAY (%)	TERMİK	HİDROLİK	TOPLAM	PAY (%)
1984	14,426.0	12,260.0	26,686.0	87.2	2,761.0	1,167.0	3,928.0	12.8	17,187.2	13,426.3	30,613.5	
1985	19,257.0	10,992.0	30,249.0	88.4	2,917.0	1,053.0	3,970.0	11.6	22,174.0	12,044.9	34,218.9	
1986	24,511.0	10,959.0	35,470.0	89.4	3,311.0	914.0	4,225.0	10.6	27,822.2	11,872.6	39,694.8	
1987	22,122.0	17,557.0	39,679.0	89.5	3,613.0	1,061.0	4,674.0	10.5	25,735.1	18,617.8	44,352.9	
1988	15,563.0	27,450.0	43,014.0	89.5	3,536.0	1,499.0	5,035.0	10.5	19,099.2	28,949.6	48,048.8	
1989	30,408.0	17,046.0	47,454.0	91.2	3,696.0	893.0	4,589.0	8.8	34,103.6	17,939.6	52,043.2	
1990	30,698.0	22,156.0	52,854.0	91.9	3,697.0	992.0	4,689.0	8.1	34,395.4	23,147.6	57,543.0	
1991	34,068.0	21,393.0	55,461.0	92.1	3,495.0	1,290.0	4,786.0	7.9	37,563.0	22,683.3	60,246.3	
1992	36,936.0	24,597.0	61,533.0	91.4	3,838.0	1,971.0	5,809.0	8.6	40,774.2	26,568.0	67,342.2	
1993	35,372.0	31,728.0	67,100.0	90.9	4,485.0	2,223.0	6,708.0	9.1	39,856.6	33,950.9	73,807.5	
1994	42,998.0	28,945.0	71,943.0	91.9	4,738.0	1,641.0	6,379.0	8.1	47,735.8	30,585.9	78,321.7	
1995	45,090.0	33,105.0	78,195.0	90.7	5,617.0	2,436.0	8,053.0	9.3	50,706.5	35,540.9	86,247.4	
1996	47,975.0	37,440.0	85,415.0	90.0	6,412.0	3,035.0	9,447.0	10.0	54,386.5	40,475.2	94,861.7	
1997	53,578.0	37,342.0	90,919.0	88.0	9,902.0	2,475.0	12,377.0	12.0	63,479.7	39,816.1	103,295.8	
1998	56,473.0	39,601.0	96,075.0	86.5	12,315.0	2,633.0	14,948.0	13.5	68,787.9	42,234.5	111,022.4	
1999	60,575.0	31,737.0	92,313.0	79.3	21,167.0	2,961.0	24,127.0	20.7	81,741.9	34,698.0	116,439.9	
2000	65,462.0	27,772.0	93,234.0	74.6	28,547.0	3,140.0	31,688.0	25.4	94,009.7	30,911.9	124,921.6	
2001	65,954.0	20,409.0	86,362.0	70.4	32,699.0	3,664.0	36,362.0	29.6	98,652.4	24,072.3	122,724.7	
2002	51,028.0	26,304.0	77,332.0	59.8	44,640.0	7,428.0	52,067.0	40.2	95,667.7	33,731.8	129,399.5	
2003	33,070.0	30,027.0	63,097.0	44.9	72,120.0	5,364.0	77,484.0	55.1	105,189.6	35,390.9	140,580.5	
2004	27,349.0	40,669.0	68,017.0	45.1	77,208.0	5,473.0	82,681.0	54.9	104,556.9	46,141.4	150,698.3	
2005	38,416.0	35,046.0	73,462.0	45.4	83,921.0	4,574.0	88,494.0	54.6	122,336.7	39,619.5	161,956.2	
2006	46,037.0	38,679.0	84,716.0	48.1	85,892.0	5,691.0	91,584.0	51.9	131,929.1	44,370.8	176,299.8	
2007	61,345.0	30,979.0	92,324.0	48.2	93,961.0	5,270.0	99,231.0	51.8	155,306.0	36,248.7	191,554.7	
2008	69,297.0	28,419.0	97,717.0	49.2	94,842.0	5,859.0	100,701.0	50.8	164,139.2	34,278.8	198,418.0	
2009	61,115.0	28,338.0	89,454.0	45.9	95,808.0	9,551.0	105,359.0	54.1	156,923.4	37,889.4	194,812.8	
2010	54,155.0	41,377.0	95,533.0	45.2	101,673.0	14,003.0	115,675.0	54.8	155,827.6	55,380.1	211,207.7	
2011	55,462.0	36,888.0	92,351.0	40.3	116,176.0	20,869.0	137,045.0	59.7	171,638.2	57,756.9	229,395.1	

**Not: Hidrolik üretim, jeotermal ve rüzgâr santrallerinin üretimini de kapsamaktadır.**

**Kaynak: TEİAŞ**

Türkiye’de kamu adına Elektrik Üretim AŞ (EÜAŞ) üretim yaparken, özel sektörde ise farklı örgütlemeler bulunmaktadır. Şöyle ki, Mobil Santraller, Serbest Üretim Şirketleri, Otoprodüktör ve İşletme Hakkı Devri Sözleşmeleriyle üretim yapan santraller faaliyet göstermektedir. Elektrik üretiminde serbest üretimin payı 2006 yılından itibaren istikrarlı bir şekilde artarken, mevcut sözleşmelerin payı azalmaktadır. Bu artışta 2006 yılında yürürlüğe giren ve marjinal fiyatlandırmanın kullanıldığı *Dengeleme Uzlaştırma Yönetmeliği* etkili olmuştur. Bu artışın sonucu olarak 2011 yılında serbest üretimin payı mevcut sözleşmelerin üretimdeki payını geçmiştir.

Tablo 6’da kuruluşlara göre elektrik üretiminin dağılımı verilmiştir.

**Tablo 6: Türkiye Elektrik Üretimine Kuruluşlara Göre Dağılımı**

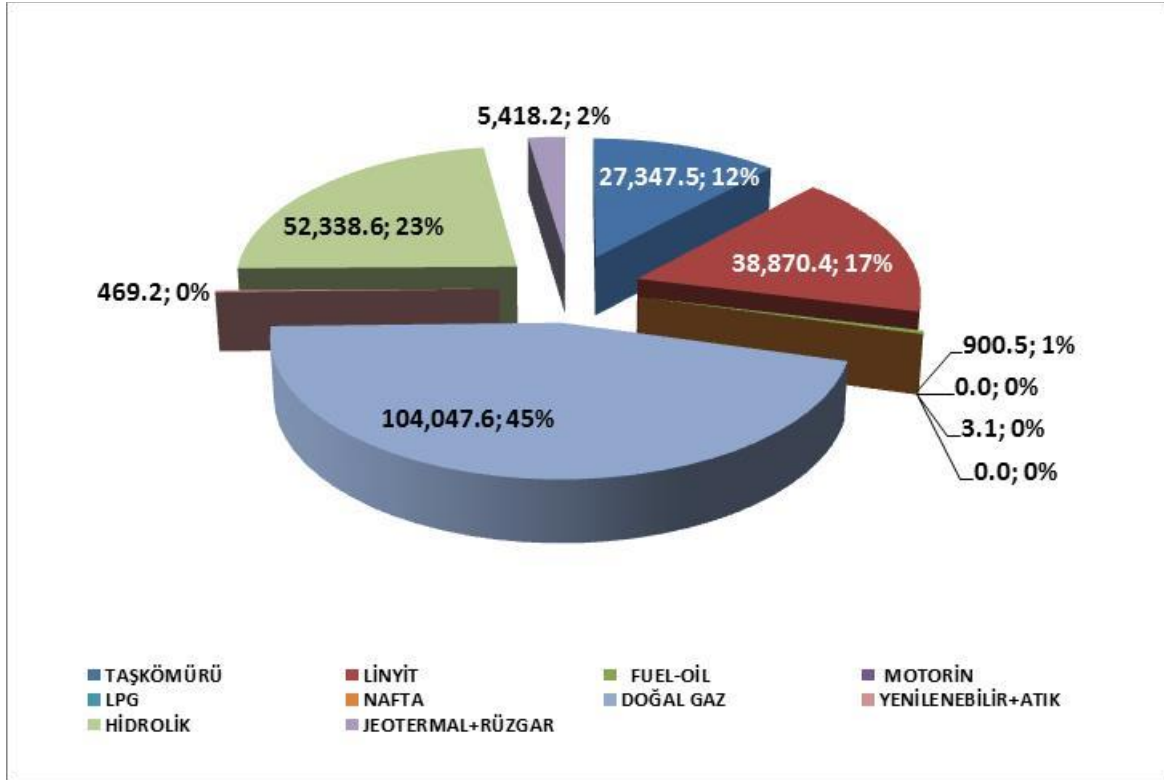
KURULUŞLAR		2006	2007	2008	2009	2010	2011
EÜAŞ	TERMİK	32,309.0	42,806.8	46,499.6	42,446.5	37,881.0	36,635.9
	HİDROLİK+JEOTERMAL+RÜZGÂR	38,773.4	31,032.4	28,419.4	28,338.2	41,377.4	36,888.2
	TOPLAM	71,082.4	73,839.2	74,919.1	70,784.8	79,258.3	73,524.1
	Payı(%)	<b>40.3</b>	<b>38.5</b>	<b>37.8</b>	<b>36.3</b>	<b>37.5</b>	<b>32.1</b>
EÜAŞ'IN BAĞLI ORTAKLIKLARI	TERMİK	13,633.7	18,488.2	22,797.8	18,668.9	16,274.1	18,826.5
	Payı(%)	<b>7.7</b>	<b>9.7</b>	<b>11.5</b>	<b>9.6</b>	<b>7.7</b>	<b>8.2</b>
MOBİL SANTRALLER	TERMİK	418.0	797.3	330.5	0.0	0.0	0.0
	Payı(%)	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
ÜRETİM ŞİRKETLERİ	TERMİK	68,187.6	74,427.8	75,223.7	79,532.1	86,127.7	100,737.2
	HİDROLİK+JEOTERMAL+RÜZGÂR	4,480.9	4,412.7	5,109.2	7,955.7	12,776.6	19,506.3
	TOPLAM	72,668.5	78,840.5	80,332.9	87,487.8	98,904.2	120,243.5
	Payı(%)	<b>41.2</b>	<b>41.2</b>	<b>40.5</b>	<b>44.9</b>	<b>46.8</b>	<b>52.4</b>
OTOPRODÜKTÖR+İŞLETME HAKKI DEVİR	TERMİK	17,286.8	18,676.1	19,287.6	16,275.9	15,544.9	15,438.6
	HİDROLİK+JEOTERMAL+RÜZGÂR	1,210.4	916.8	750.1	1,595.6	1,226.2	1,362.4
	TOPLAM	18,497.2	19,592.9	20,037.7	17,871.5	16,771.1	16,801.0
	Payı(%)	<b>10.5</b>	<b>10.2</b>	<b>10.1</b>	<b>9.2</b>	<b>7.9</b>	<b>7.3</b>
TÜRKİYE ÜRETİMİ	TERMİK	131,835.1	155,196.2	164,139.2	156,923.4	155,827.6	171,638.3
	HİDROLİK+JEOTERMAL+RÜZGÂR	44,464.7	36,361.9	34,278.8	37,889.5	55,380.1	57,756.8
	TOPLAM	176,299.8	191,558.1	198,417.9	194,812.9	211,207.7	229,395.1
	Payı(%)	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Kaynak: TEİAŞ

Elektrik üretimi birincil enerji kaynaklarına göre değerlendirildiğinde ilk sırada doğalgazın olduğu dikkat çekmektedir. 2011 yılı itibarıyla elektrik üretiminde ilk sırada yer alan doğalgazın payı yaklaşık yüzde 45.4 olarak gerçekleşirken, hidrolik yüzde 22.8’le ikinci sırada, linyit yüzde 16.9’la üçüncü sırada, taşkömürü (ithal kömür ve asfaltiti de kapsamaktadır) yüzde 11.9’la dördüncü sırada, jeotermal +rüzgâr yüzde 2.4’le beşinci sırada yer almaktadır. Hidrolik ve rüzgârın üretimdeki payı toplamda yüzde 25’e yaklaşmıştır.

Şekil 4'te 2011 yılı Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı verilmiştir.

**Şekil 4: Türkiye Elektrik Üretimine Kaynaklarına Göre Dağılımı (2011)**



Kaynaklarına göre elektrik üretiminin yıllar itibarıyla gelişimi incelendiğinde doğalgazın payında son yıllarda azalma görülmekle beraber yüzde 40-50 aralığında değiştiği görülmektedir. Benzer şekilde kömürün payı da yüzde 25-30 arasında değişim göstermektedir. Yenilenebilir enerjinin payı 2007-2009 döneminde artmış olmakla birlikte son yıllarda belirli oranda düşüş görülmüştür. Yenilenebilir kaynakların payı kömürden üretilen enerjinin payına yaklaşmıştır. Yenilenebilir enerjiye ilişkin teşvik mekanizmasının son yıllarda devreye girmesi ve sadece 2011 yılı aralık ayında uygulanması nedeniyle, teşviklerin etkisi henüz üretime yansımamıştır.

2011 yılı itibarıyla üretimin yüzde 44'ü yerli kaynaklar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Üretimin yerli ve ithal olarak gelişimi incelendiğinde ithal kaynaklardan üretimin geçmiş yıllarda daha yüksek olduğu görülmektedir. İthal kaynaklardan üretimimizi temel olarak doğalgaz ve ithal kömürden yapılan üretim oluşturmaktadır.

Türkiye elektrik üretiminin kaynaklarına göre dağılımının yıllar itibarıyla gelişimi Tablo 7'de verildiği gibidir.

**Tablo 7: Türkiye Elektrik Üretimine Kaynaklarına Göre Gelişimi (GWh)**

YILLAR	TAŞ KÖMÜRÜ*	LİNYİT	FUEL-OİL	MOTORİN	LPG	NAFTA	DOĞAL GAZ	YENİLENEBİLİR +ATIK	HİDROLİK	JEOTERMAL +RÜZGÂR	TOPLAM
1984	705.6	9,412.7	6,710.6	336.2					13,426.3	22.1	30,613.5
1985	710.3	14,317.5	7,028.6	53.4			58.2		12,044.9	6.0	34,218.9
1986	772.8	18,664.5	6,941.3	59.3			1,340.7		11,872.6	43.6	39,694.8
1987	627.8	17,025.7	5,418.1	77.5			2,528.1		18,617.8	57.9	44,352.9
1988	345.3	12,141.3	3,248.7	56.0			3,239.5		28,949.6	68.4	48,048.8
1989	317.0	19,952.5	4,209.2	38.3			9,524.0		17,939.6	62.6	52,043.2
1990	620.8	19,560.5	3,920.9	20.8			10,192.3		23,147.6	80.1	57,543.0
1991	998.4	20,563.1	3,291.0	2.2			12,588.6	38.4	22,683.3	81.3	60,246.3
1992	1,814.6	22,756.2	5,271.3	1.7			10,813.7	47.1	26,568.0	69.6	67,342.2
1993	1,796.1	21,963.8	5,171.4	3.1			10,788.2	56.4	33,950.9	77.6	73,807.5
1994	1,977.6	26,257.1	5,546.8	2.0			13,822.3	50.9	30,585.9	79.1	78,321.7
1995	2,232.1	25,814.8	5,498.2	273.8			16,579.3	222.3	35,540.9	86.0	86,247.4
1996	2,574.1	27,839.5	6,174.4	365.2			17,174.2	175.4	40,475.2	83.7	94,861.7
1997	3,272.8	30,587.2	6,520.7	531.4	105.2	0.0	22,085.6	294.0	39,816.1	82.8	103,295.8
1998	2,980.9	32,706.6	7,275.6	308.6	222.2	116.9	24,837.5	254.6	42,229.0	90.5	111,022.4
1999	3,122.8	33,908.1	6,472.4	747.7	277.5	581.9	36,345.9	204.7	34,677.5	101.4	116,439.9
2000	3,819.0	34,367.3	7,459.1	980.6	324.0	547.1	46,216.9	220.2	30,878.5	108.9	124,921.6
2001	4,046.0	34,371.5	8,816.6	904.0	162.1	483.5	49,549.2	229.9	24,009.9	152.0	122,724.7
2002	4,093.1	28,056.0	9,505.0	270.9	34.8	933.1	52,496.5	173.7	33,683.8	152.6	129,399.5
2003	8,663.0	23,589.9	8,152.7	4.4	2.9	1,036.2	63,536.0	115.9	35,329.5	150.0	140,580.5
2004	11,998.1	22,449.5	6,689.9	7.3	33.4	939.7	62,241.8	104.0	46,083.7	150.9	150,698.3
2005	13,246.2	29,946.3	5,120.7	2.5	33.7	325.6	73,444.9	122.4	39,560.5	153.4	161,956.2
2006	14,216.6	32,432.9	4,232.4	57.7	0.1	50.2	80,691.2	154.0	44,244.2	220.5	176,299.8
2007	15,136.2	38,294.7	6,469.6	13.3	0.0	43.9	95,024.8	213.7	35,850.8	511.1	191,558.1
2008	15,857.5	41,858.1	7,208.6	266.3	0.0	43.6	98,685.3	219.9	33,269.8	1,008.9	198,418.0
2009	16,595.6	39,089.5	4,439.8	345.8	0.4	17.6	96,094.7	340.1	35,958.4	1,931.1	194,812.9
2010	19,104.3	35,942.1	2,143.8	4.3	0.0	31.9	98,143.7	457.5	51,795.5	3,584.6	211,207.7
2011	27,347.5	38,870.4	900.5	3.1	0.0	0.0	104,047.6	469.2	52,338.6	5,418.2	229,395.1

**Not (\*): Taşkömürü, İthal Kömür ve Asfaltit**

Türkiye yurtiçi kaynaklara dayalı elektrik üretimi büyük oranda hidrolik ve linyit kaynaklardan yapılan üretimden oluşmaktadır

18 Mayıs 2009 tarihinde yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılına kadar elektrik üretimi için tüm yerli linyit ve taşkömürü ile hidrolik potansiyelimizin kullanılması, rüzgâr kurulu gücünün 20,000 MW'ye, jeotermal kurulu gücünün 600 MW'ye ulaştırılması hedeflenmektedir. 2023 yılına kadar elektrik üretiminde doğalgazın payının yüzde 30'un altına indirilmesi planlanmaktadır.

Hızla artan elektrik talebini karşılamak ve dışa bağımlılıktan kaynaklanan riskleri azaltmak üzere 2023 yılına kadar, nükleer enerjinin de elektrik üretim kurulu gücü kompozisyonuna yüzde 20 oranında dâhil edilmesi planlanmaktadır. Bu amaçla Türkiye Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti arasında Mersin-Akkuyu sahasında bir nükleer güç santralının tesisine dair yapılan anlaşma 27 Aralık 2010 tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiş durumdadır. Kendisine saha tahsis işlemi yapılan tamamı Rus sermayeli Akkuyu Nükleer Güç Santrali Elektrik Üretim AŞ tarafından hâlihazırda Akkuyu Sahasında zemin etüt çalışmaları yapmaktadır. Bu anlaşma ile toplam 4,800 MW gücünde VVER-1200 tipinde dört ünitelik bir nükleer santralin kurulması öngörülmektedir. Diğer taraftan Sinop'ta da nükleer santral tesisine yönelik olarak 2010 yılı içinde Türkiye ve Güney Kore arasında müzakereler yürütülmüş ancak bir anlaşma sağlanamamıştır. Devamında Japonya ile yine Sinop için başlatılan görüşmeler ise Fukushima Kazası sebebiyle kesilmiş ancak 2013 yılında tekrar görüşmeler başlamıştır.

Önceki yıllarda yerli kömür kaynaklarının ekonomiye kazandırılması amacıyla TKİ Genel Müdürlüğü uhdesinde bulunan kömür sahalarının santral yapma koşuluyla ihaleleri yapılarak çalışmalarına başlanılan Bolu-Göynük, Eskişehir-Koyunağlı, Şırnak-Silopi ve Şırnak-Merkez sahalarındaki projelerin tamamlanması beklenmektedir. Benzer şekilde, Afşin-Elbistan Havzası'nda C ve E sektörlerinde bulunan linyit kaynaklarının elektrik üretimi amaçlı değerlendirilmesine ilişkin olarak ihaleye çıkılması için çalışmalar devam etmektedir.

#### **1.4. TR72 Bölgesi ve Türkiye Elektrik Tüketimi**

Enerji, özellikle de elektrik enerjisi, insan yaşamında tartışmasız bir önceliğe sahiptir. Bazı sanayi kolları ile konutlarda bazı amaçlı kullanımlarda ikame edilemezdir, refah seviyesinin sürdürülebilmesi için de günlük yaşamın birçok alanında vazgeçilmezdir. Enerjisiz bir yaşam, günümüz koşullarında neredeyse olası değildir. Sanayinin temel girdileri arasında yer alan enerji sektöründe büyüme rakamları, gelişmiş ülkelerinkine kıyasla oldukça yüksektir. Son 10 yılda Türkiye elektrik ve doğalgaz tüketim artış oranları bakımından Avrupa'da ilk, dünyada ise Çin'den sonra ikinci sırayı almaktadır.

İkincil enerji kaynağı olan elektrik tüketimi artan nüfus, sanayileşme ve gelişen hizmet sektörüne bağlı olarak ülkemizde hızla artmıştır. Türkiye toplam elektrik tüketimindeki artış TR72 Bölgesine ve Bölge illeri olan Kayseri, Sivas ve Yozgat illerinden daha hızlı olmuştur.

Aşağıda Tablo 8’de Türkiye, TR72 Bölgesi ve Bölge illerinin 1995-2011 dönemi yıllık toplam elektrik tüketimi verilmiştir.

**Tablo 8: Türkiye, TR72 Bölgesi ve Bölge İllerinin Elektrik Tüketimi (GWh)**

YIL	Toplam Tüketim (GWh)				Türkiye İçindeki Payı (%)				
	Türkiye	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72
1995	67,092,322	893,278	587,693	252,309	1,733,280	1.33	0.88	0.38	2.58
1996	74,326,846	1,050,788	543,862	269,428	1,864,078	1.41	0.73	0.36	2.51
1997	81,884,913	1,262,730	401,565	289,836	1,954,131	1.54	0.49	0.35	2.39
1998	87,704,617	1,389,696	439,333	324,422	2,153,451	1.58	0.50	0.37	2.46
1999	91,201,877	1,387,313	453,506	350,376	2,191,195	1.52	0.50	0.38	2.40
2000	98,295,712	1,424,655	496,384	384,010	2,305,049	1.45	0.50	0.39	2.35
2001	97,070,040	1,429,842	491,486	387,719	2,309,047	1.47	0.51	0.40	2.38
2002	102,947,861	1,475,192	496,547	402,241	2,373,980	1.43	0.48	0.39	2.31
2003	111,766,067	1,646,453	500,761	374,131	2,521,345	1.47	0.45	0.33	2.26
2004	121,141,852	1,788,784	554,694	429,504	2,772,982	1.48	0.46	0.35	2.29
2005	130,262,759	2,114,106	724,446	452,482	3,291,033	1.62	0.56	0.35	2.53
2006	143,070,499	2,250,441	844,976	494,545	3,589,963	1.57	0.59	0.35	2.51
2007	155,135,260	2,346,471	979,436	527,866	3,853,773	1.51	0.63	0.34	2.48
2008	161,947,528	2,328,363	990,740	534,293	3,853,395	1.44	0.61	0.33	2.38
2009	156,894,070	2,273,296	1,049,812	524,908	3,848,015	1.45	0.67	0.33	2.45
2010	172,050,628	2,828,059	1,121,969	507,985	4,458,012	1.64	0.65	0.30	2.59
2011	186,099,551	2,887,964	1,152,140	582,029	4,622,133	1.55	0.62	0.31	2.48

Kaynak TÜİK, Bölgesel İstatistikler

Tablo 8’deki veriler değerlendirildiğinde; elektrik tüketimi Türkiye genelinde 1995 yılında 67,092,322 GWh iken 2011 yılında yaklaşık 2.77 katına çıkmış ve 186,099,551 GWh olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde Kayseri ili elektrik tüketimi 3.23 kat, Sivas ili elektrik tüketimi 1.96 kat, Yozgat ili elektrik tüketimi 1.31 kat artmıştır. 1996-2011 döneminde yıllık ortalama artış Türkiye genelinde yüzde 6.6 olurken, Kayseri ilinde yüzde 7.6, Sivas ilinde yüzde 4.3, Yozgat ilinde yüzde 5.4 olarak gerçekleşmiştir. Elektrik tüketimi Kayseri ilinde Türkiye ortalamaların üzerinde artarken Sivas ve Yozgat illerinde daha düşük olmuştur. TR72 Bölgesi illerinin toplam elektrik tüketiminin Türkiye içindeki payına bakıldığında ise 1995 yılında yüzde 2.58 iken 2011 yılında yüzde 2.48’e gerilediği görülmektedir.

Elektrik tüketimi tüketici gruplarına göre değerlendirildiğinde; gerek Türkiye gerekse TR72 Bölgesinde en yüksek pay sanayi işletmeleri grubuna aittir. İkinci sırada meskenler, üçüncü sırada da şantiye, sokak aydınlatması ve diğer başlığı atında yer alan grubun toplamı gelmektedir.



Elektrik tüketiminin tüketici gruplarına göre dağılımı, yıllar itibarıyla Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9: Tüketici Gruplarına Göre Elektrik Tüketimi**

Yıl	Resmi daire		Sanayi işletmesi		Ticarethane		Mesken		Tarımsal sulama		Diğer*		Toplam
TÜRKİYE													
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh
1995	3,988,918	5.9	37,358,456	55.7	4,511,332	6.7	13,595,407	20.3	1,287,535	1.9	6,350,675	9.5	67,092,322
1996	3,201,747	4.3	43,031,719	57.9	5,831,196	7.8	15,760,712	21.2	1,466,643	2.0	5,034,829	6.8	74,326,846
1997	4,384,693	5.4	45,126,184	55.1	6,289,255	7.7	18,310,638	22.4	1,733,543	2.1	6,040,600	7.4	81,884,913
1998	3,994,300	4.6	48,100,686	54.8	7,575,902	8.6	20,367,889	23.2	1,942,815	2.2	5,723,025	6.5	87,704,617
1999	4,493,205	4.9	46,572,399	51.1	8,040,883	8.8	22,655,697	24.8	2,130,703	2.3	7,308,988	8.0	91,201,877
2000	5,083,750	5.2	50,208,824	51.1	9,309,931	9.5	23,763,467	24.2	2,358,312	2.4	7,571,427	7.7	98,295,712
2001	5,034,366	5.2	48,215,511	49.7	9,396,469	9.7	23,470,756	24.2	2,757,154	2.8	8,195,784	8.4	97,070,040
2002	4,580,529	4.4	50,489,392	49.0	10,867,292	10.6	23,559,425	22.9	2,749,780	2.7	10,701,444	10.4	102,947,861
2003	4,554,049	4.1	55,099,186	49.3	12,871,904	11.5	25,194,895	22.5	2,838,277	2.5	11,207,755	10.0	111,766,067
2004	4,530,734	3.7	59,565,929	49.2	15,656,151	12.9	27,618,960	22.8	3,145,816	2.6	10,624,262	8.8	121,141,852
2005	4,662,719	3.6	62,294,219	47.8	18,543,784	14.2	30,934,976	23.7	3,239,603	2.5	10,587,458	8.1	130,262,759
2006	6,044,797	4.2	68,026,712	47.5	20,256,384	14.2	34,466,042	24.1	3,510,013	2.5	10,766,550	7.5	143,070,499
2007	6,933,182	4.5	73,794,540	47.6	23,141,161	14.9	36,475,825	23.5	4,110,541	2.6	10,680,011	6.9	155,135,260
2008	7,344,252	4.5	74,850,263	46.2	23,903,332	14.8	39,583,598	24.4	4,730,976	2.9	11,535,108	7.1	161,947,528
2009	6,989,641	4.5	70,470,076	44.9	25,018,856	15.9	39,147,505	25.0	3,661,805	2.3	11,606,187	7.4	156,894,070
2010	7,101,983	4.1	79,330,651	46.1	27,732,000	16.1	41,410,705	24.1	4,360,331	2.5	12,114,958	7.0	172,050,628
2011	7,272,436	3.9	87,980,191	47.3	30,525,233	16.4	44,271,092	23.8	3,813,908	2.0	12,236,690	6.6	186,099,551
TR72 BÖLGESİ													
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh
1995	48,423	2.8	1,040,703	60.0	64,236	3.7	331,008	19.1	14,197	0.8	234,713	13.5	1,733,280
1996	65,975	3.5	893,688	47.9	73,292	3.9	454,883	24.4	20,390	1.1	355,850	19.1	1,864,078
1997	52,853	2.7	1,163,001	59.5	93,325	4.8	477,080	24.4	14,218	0.7	153,654	7.9	1,954,131
1998	64,911	3.0	1,285,541	59.7	105,742	4.9	513,539	23.8	25,407	1.2	158,311	7.4	2,153,451
1999	84,533	3.9	1,203,857	54.9	117,133	5.3	578,042	26.4	30,478	1.4	177,152	8.1	2,191,195
2000	79,864	3.5	1,229,101	53.3	127,661	5.5	599,947	26.0	32,231	1.4	236,245	10.2	2,305,049
2001	73,746	3.2	1,147,838	49.7	133,329	5.8	603,992	26.2	55,628	2.4	294,514	12.8	2,309,047
2002	71,201	3.0	1,192,628	50.2	143,060	6.0	614,731	25.9	57,095	2.4	295,265	12.4	2,373,980
2003	77,322	3.1	1,291,799	51.2	161,454	6.4	628,775	24.9	85,215	3.4	276,780	11.0	2,521,345
2004	77,637	2.8	1,459,527	52.6	189,557	6.8	667,918	24.1	86,630	3.1	291,713	10.5	2,772,982
2005	86,052	2.6	1,804,473	54.8	242,033	7.4	742,947	22.6	104,683	3.2	310,846	9.4	3,291,033
2006	79,087	2.2	1,986,444	55.3	283,583	7.9	775,926	21.6	112,843	3.1	352,080	9.8	3,589,963
2007	88,213	2.3	2,085,261	54.1	350,917	9.1	850,822	22.1	137,831	3.6	340,729	8.8	3,853,773
2008	106,503	2.8	1,905,365	49.4	385,808	10.0	919,639	23.9	151,264	3.9	384,817	10.0	3,853,395
2009	98,166	2.6	1,917,880	49.8	389,202	10.1	948,826	24.7	118,781	3.1	375,160	9.7	3,848,015
2010	99,332	2.2	2,210,357	49.6	431,882	9.7	993,482	22.3	133,015	3.0	589,944	13.2	4,458,012
2011	109,928	2.4	2,316,216	50.1	407,764	8.8	1,063,345	23.0	144,514	3.1	580,365	12.6	4,622,133

Kaynak: TÜİK Bölgesel İstatistikler

Not (\*): Şantiye ve sokak aydınlatması “Diğer” grubuna ilave edilmiştir.

TR72 Bölgesi illerinde tüketici gruplarına göre elektrik tüketimi ise Tablo 10’da görülebilir.

**Tablo 10: Bölge İllerinde Elektrik Enerjisi Kullanımının Tüketici Gruplara Dağılımı**

Yıl/İL	Resmi Daire		Sanayi İşletmesi		Ticarethane		Mesken		Tarımsal sulama		Diğer		Toplam tüketim
Kayseri	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh
1995	28,349	3.2	529,923	59.3	35,872	4.0	179,460	20.1	12,253	1.4	107,421	12.0	893,278
1996	26,736	2.5	673,973	64.1	45,616	4.3	246,001	23.4	18,447	1.8	40,015	3.8	1,050,788
1997	27,332	2.2	854,359	67.7	59,815	4.7	255,455	20.2	12,626	1.0	53,143	4.2	1,262,730
1998	29,771	2.1	910,046	65.5	68,690	4.9	283,734	20.4	22,099	1.6	75,356	5.4	1,389,696
1999	31,189	2.2	859,657	62.0	72,447	5.2	307,671	22.2	27,358	2.0	88,991	6.4	1,387,313
2000	39,646	2.8	819,580	57.5	76,236	5.4	334,613	23.5	25,925	1.8	128,655	9.0	1,424,655
2001	30,849	2.2	859,671	60.1	83,251	5.8	331,876	23.2	40,165	2.8	84,030	5.9	1,429,842
2002	27,021	1.8	848,916	57.5	86,966	5.9	335,498	22.7	38,760	2.6	138,031	9.4	1,475,192
2003	27,958	1.7	983,445	59.7	97,054	5.9	346,245	21.0	51,806	3.1	139,945	8.5	1,646,453
2004	28,298	1.6	1,082,718	60.5	112,496	6.3	372,050	20.8	50,319	2.8	142,903	8.0	1,788,784
2005	27,473	1.3	1,307,019	61.8	145,872	6.9	418,877	19.8	50,649	2.4	164,217	7.8	2,114,106
2006	30,058	1.3	1,395,060	62.0	167,648	7.4	432,141	19.2	49,207	2.2	176,327	7.8	2,250,441
2007	32,377	1.4	1,389,880	59.2	220,846	9.4	477,522	20.4	64,075	2.7	161,771	6.9	2,346,471
2008	30,509	1.3	1,258,885	54.1	244,448	10.5	522,672	22.4	74,415	3.2	197,435	8.5	2,328,363
2009	29,130	1.3	1,194,781	52.6	244,556	10.8	534,889	23.5	63,341	2.8	206,597	9.1	2,273,296
2010	29,432	1.0	1,452,813	51.4	269,065	9.5	572,158	20.2	72,268	2.6	432,323	15.3	2,828,059
2011	29,110	1.0	1,512,622	52.4	240,904	8.3	628,875	21.8	78,939	2.7	397,513	13.8	2,887,964
Sivas	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh
1995	15,304	2.6	393,302	66.9	18,703	3.2	78,456	13.3	553	0.1	81,375	13.8	587,693
1996	17,022	3.1	105,684	19.4	16,807	3.1	126,235	23.2	311	0.1	277,803	51.1	543,862
1997	19,848	4.9	187,242	46.6	19,720	4.9	132,333	33.0	419	0.1	42,003	10.5	401,565
1998	21,749	5.0	221,581	50.4	21,834	5.0	131,454	29.9	376	0.1	42,339	9.6	439,333
1999	22,491	5.0	212,703	46.9	25,846	5.7	149,443	33.0	819	0.2	42,204	9.3	453,506
2000	31,695	6.4	237,802	47.9	30,651	6.2	152,175	30.7	827	0.2	43,234	8.7	496,384
2001	28,772	5.9	138,374	28.2	31,263	6.4	155,311	31.6	934	0.2	136,832	27.8	491,486
2002	31,131	6.3	203,920	41.1	35,053	7.1	161,924	32.6	1,610	0.3	62,909	12.7	496,547
2003	32,389	6.5	203,030	40.5	38,809	7.8	170,810	34.1	2,267	0.5	53,456	10.7	500,761
2004	32,686	5.9	224,569	40.5	48,628	8.8	175,054	31.6	3,850	0.7	69,907	12.6	554,694
2005	37,152	5.1	364,907	50.4	55,372	7.6	196,813	27.2	4,412	0.6	65,789	9.1	724,446
2006	35,338	4.2	434,045	51.4	71,287	8.4	209,877	24.8	6,778	0.8	87,650	10.4	844,976
2007	38,518	3.9	534,311	54.6	76,478	7.8	222,113	22.7	12,104	1.2	95,912	9.8	979,436
2008	57,179	5.8	492,115	49.7	84,503	8.5	240,450	24.3	18,033	1.8	98,460	9.9	990,740
2009	47,792	4.6	561,956	53.5	89,024	8.5	252,641	24.1	7,979	0.8	90,421	8.6	1,049,812
2010	49,261	4.4	620,392	55.3	108,740	9.7	252,425	22.5	14,509	1.3	76,641	6.8	1,121,969
2011	57,912	5.0	621,679	54.0	106,105	9.2	262,378	22.8	17,752	1.5	86,314	7.5	1,152,140
Yozgat	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh
1995	4,770	1.9	117,478	46.6	9,661	3.8	73,092	29.0	1,391	0.6	45,917	18.2	252,309
1996	22,217	8.2	114,031	42.3	10,869	4.0	82,647	30.7	1,632	0.6	38,032	14.1	269,428
1997	5,673	2.0	121,400	41.9	13,790	4.8	89,292	30.8	1,173	0.4	58,508	20.2	289,836
1998	13,391	4.1	153,914	47.4	15,218	4.7	98,351	30.3	2,932	0.9	40,616	12.5	324,422
1999	30,853	8.8	131,497	37.5	18,840	5.4	120,928	34.5	2,301	0.7	45,957	13.1	350,376
2000	8,523	2.2	171,719	44.7	20,774	5.4	113,159	29.5	5,479	1.4	64,356	16.8	384,010
2001	14,125	3.6	149,793	38.6	18,815	4.9	116,805	30.1	14,529	3.7	73,652	19.0	387,719
2002	13,049	3.2	139,792	34.8	21,041	5.2	117,309	29.2	16,725	4.2	94,325	23.4	402,241
2003	16,975	4.5	105,324	28.2	25,591	6.8	111,720	29.9	31,142	8.3	83,379	22.3	374,131
2004	16,653	3.9	152,240	35.4	28,433	6.6	120,814	28.1	32,461	7.6	78,903	18.4	429,504
2005	21,427	4.7	132,547	29.3	40,789	9.0	127,256	28.1	49,622	11.0	80,841	17.9	452,482
2006	13,690	2.8	157,339	31.8	44,648	9.0	133,907	27.1	56,857	11.5	88,103	17.8	494,545
2007	17,319	3.3	161,070	30.5	53,593	10.2	151,187	28.6	61,652	11.7	83,044	15.7	527,866
2008	18,816	3.5	154,365	28.9	56,856	10.6	156,517	29.3	58,816	11.0	88,922	16.6	534,293
2009	21,244	4.0	161,142	30.7	55,622	10.6	161,296	30.7	47,460	9.0	78,143	14.9	524,908
2010	20,639	4.1	137,152	27.0	54,076	10.6	168,899	33.2	46,238	9.1	80,982	15.9	507,985
2011	22,906	3.9	181,914	31.3	60,755	10.4	172,093	29.6	47,823	8.2	96,538	16.6	582,029

Tablodan da görüleceği üzere 1995-2011 döneminde Bölge illerinin üçünde de sanayi tüketiminde azalma görülmektedir. 1995 yılında sanayide elektrik tüketiminin payı Kayseri’de

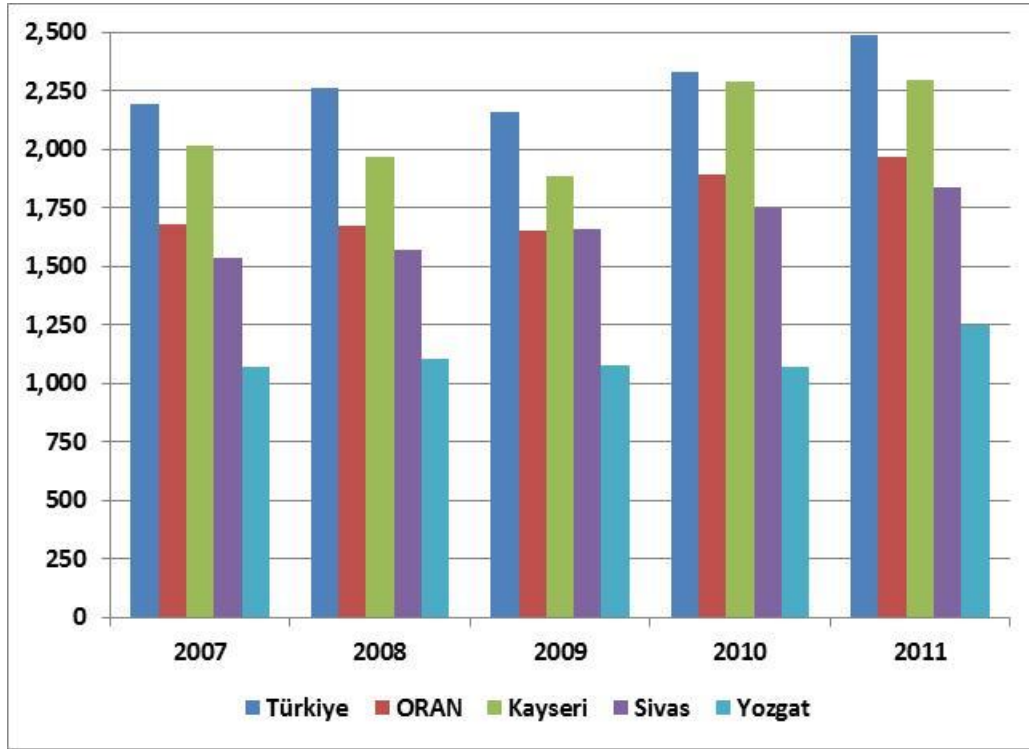
yüzde 59.3, Sivas'ta yüzde 66.9, Yozgat'ta yüzde 46.6 iken 2011 yılında sanayinin payı Kayseri'de yüzde 52.4'e, Sivas'ta yüzde 54.0'a, Yozgat'ta yüzde 31.3'e gerilemiştir. Dönem içinde Kayseri ve Sivas'ta sanayi grubunun elektrik tüketimindeki payı Türkiye geneline paralel bir seyir izlerken, Yozgat'ta dramatik bir düşüş yaşanmış ve sanayinin payı Türkiye genelinde yüzde 50'ler civarında iken Yozgat'ta yüzde 30'lara gerilemiştir. 1995 yılında elektrik kullanımında meskenlerin payı Kayseri'de yüzde 20.1, Sivas'ta yüzde 13.3, Yozgat'ta yüzde 29.0 iken her üç ilde de mesken kullanımının dönem içinde toplam tüketim içindeki payı artmış, 2011 yılında Kayseri'de yüzde 21.8, Sivas'ta yüzde 22.8, Yozgat'ta yüzde 29.6 olarak gerçekleşmiştir. Hizmet sektörünün gelişimi ile beraber, elektrik kullanımının sanayi payı inerken ticarethanelerde kullanım oranı artmış 1995 yılında ticarethanelerin payı Kayseri'de yüzde 4.0, Sivas'ta yüzde 3.2, Yozgat'ta yüzde 3.8 iken 2011 yılında bu oran sırasıyla Kayseri'de yüzde 8.3, Sivas'ta yüzde 9.2 ve Yozgat'ta yüzde 10.4'e yükselmiştir.

Sanayi, teknoloji ve ekonomideki gelişmelere bağlı olarak elektrik tüketimi artmış, bu gelişmelere paralel olarak toplumsal yaşamda tüketim kalıpları değişmiş, yeni tüketim alışkanlıkları oluşmuş dolayısıyla kişi başı elektrik tüketimi de artmıştır. Türkiye'de 1975 yılında kişi başına elektrik kullanımı 334 kWh iken 2011 yılında 7.5 kat artarak 2,490 kWh'ya çıkmıştır.

Bölge illerinde kişi başına elektrik tüketimi Türkiye ortalamalarının altındadır. 2011 yılı itibarıyla kişi başına elektrik tüketimi Kayseri'de 2,301 kWh, Sivas'ta 1,837 kWh ve Yozgat'ta 1,250 kWh'dır. TR72 Bölgesi ortalama kişi başına elektrik tüketimi ise 1,968 kWh'dır. Bölge illeri içinde sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi en yüksek il Kayseri olup, kişi başı elektrik tüketimi Türkiye ortalamalarına yakın düzeylerde gerçekleşmektedir. Görece geri kalmış konumda olan Yozgat ilinde kişi başı elektrik tüketimi ise Türkiye ortalamalarının yaklaşık yarısı civarındadır. Sivas ili kişi başı elektrik tüketimi de Türkiye kişi başı elektrik tüketiminin epey altında seyretmektedir.

Aşağıda Şekil 5'te Türkiye, TR72 Bölgesi ve Bölge illerinin kişi başı elektrik tüketimi görülebilir.

Şekil 5: Kişi Başı Elektrik Tüketimi (kWh)



## 1.5. Arz-Talep Dengesi

Yukarıdaki bölümlerde elektrik kurulu güç ve tüketim bilgileri verilmiştir. Bu bölümde analize dış ticaret rakamları dâhil edilip, ülkedeki kayıp-kaçak verileri de değerlendirilerek arz-talep karşılaştırması yapılacaktır.

### 1.5.1. Elektrik Enerjisi Dış Ticareti

Türkiye elektrik ihracat ve ithalatı 4628 sayılı Kanun çerçevesinde oluşturulan enerji piyasası düzenlemelerine göre yapılmaktadır. Bu bağlamda; *Elektrik Piyasası İthalat ve İhracat Yönetmeliği*, *Lisans Yönetmeliği*, *Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği*, *Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliği* ile birlikte diğer ikincil mevzuat hükümlerine göre elektrik dış ticareti yapılmaktadır.

Uluslararası enterkonneksiyon şartını sağlayan ülkelere veya ülkelerden elektrik ihracatı veya ithalatı; yukarıda sayılan mevzuata uygun olarak sadece TETAŞ, Özel Sektör Toptan Satış Şirketleri, Perakende Satış Şirketleri ve Perakende Satış Lisansı Sahibi Dağıtım Şirketleri tarafından yapılabilmektedir.

İthalat ve/veya ihracat faaliyetine Kurul onayı ile izin verilmeden önce, EPDK, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının onayı ile TEİAŞ ve/veya ilgili dağıtım şirketinin teknik konulara ilişkin görüşünün alınması gerekmektedir.

Sınır ötesi ticaret ve kısıt yönetimine ilişkin olarak, “Enterkonneksiyon Hatlarının Kapasite Tahsisine Yönelik Usul ve Esaslar” Kurul tarafından onaylanmış olup, aynı enterkonneksiyon hattını kullanmak üzere başvuruda bulunan birden fazla tüzel kişinin olması halinde, TEİAŞ tarafından, lisans sahibi tüzel kişilerin ihaleye katılmaları ve kısıt yönetim bedeli için teklif vermeleri istenecek ve kapasitenin, lisans sahibi tüzel kişilerin verdiği teklifler bazında tahsis edilecektir.

Enterkonneksiyon hatlarını kullanan lisans sahibi tüzel kişilerin, kısıt yönetim bedeline ilaveten, Elektrik Piyasası Tarifeler Yönetmeliği ve ilgili tebliğlerde belirlenen usul ve esaslara uygun olarak, TEİAŞ ve/veya ilgili dağıtım lisansı sahibi tüzel kişilere, ithalat ve/veya ihracat faaliyeti çerçevesinde sistem kullanımına yönelik ödeme yapmaları zorunludur.

Enterkonneksiyon hattını kullanmak isteyen, sadece bir lisans sahibi olması halinde, ihale yapılmamakta ve ilgili hattın kapasitesinin söz konusu lisans sahibi tüzel kişiye tahsis edilmekte ve bu durumda, ilgili lisans sahibi tüzel kişinin kısıt yönetim bedeli de ödememektedir.

Türkiye'nin Bulgaristan, Yunanistan, Suriye, Irak, İran, Nahcivan (Azerbaycan), Ermenistan ve Gürcistan gibi ülkelerle iletim hattı bağlantısı vardır.

Türkiye ile Nahcivan (Azerbaycan) arasında 154 kV, 100 MW taşıma kapasiteli iki elektrik iletim hattı (EİH) mevcuttur. Türkiye-Gürcistan arasında Hopa'dan Batum'a 220 kV 300 MW taşıma kapasitesine sahip EİH bulunmaktadır. Türkiye-Bulgaristan arasında 400 kV 500 MW taşıma kapasiteli iki adet EİH vardır. 1986 yılına kadar Trakya bölgesini besleyen bu hat, daha sonraki yıllarda Bulgaristan üzerinden Romanya'ya ve Bulgaristan ve Yugoslavya üzerinden Arnavutluk'a enerji transferi için kullanılmıştır. Türkiye-Irak arasında 500 MW taşıma kapasiteli 400 kV hat tesis edilmiştir. Türkiye-İran arasında 154 Kv 100 MW ve 400 kV 500 MW taşıma kapasiteli iki adet elektrik iletim hattı mevcuttur. Türkiye- Ermenistan arasında 220 kV, 300 MW taşıma kapasiteli bir iletim hattı bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye-Suriye ve Türkiye Yunanistan arasında 400 kV'lık elektrik iletim hatları bulunmaktadır.

18 Eylül 2010 tarihinde Avrupa elektrik sistemi ile aramızda enterkoneksiyon şartı sağlanmıştır. İzleyen dönemde Bulgaristan ve Yunanistan, aramızdaki enterkoneksiyon kapasitesinin daha etkin bir şekilde kullanımını temin etmek amacıyla Haziran 2011 tarihinden itibaren TEİAŞ bünyesinde kapasite ihalelerine başlanılmıştır.

Türkiye elektrik enerjisi ithalat ve ihracat değerleri Tablo 11’de görülebilir.

**Tablo 11: Türkiye Elektrik Enerjisi Dış Ticareti (GWh)**

	Bulgaristan		Yunanistan		Nahcivan (Azerbaycan)		Gürcistan		İran- Türkmenistan		Irak		Suriye		Toplam	
	ith.	ihr.	ith.	ihr.	ith.	ihr.	ith.	ihr.	ith.	ihr.	ith.	ihr.	ith.	ihr.	ith.	ihr.
1995					494.7		178.3					22.9			0.0	695.9
1996	25.7				173.8	271.3	16.0	71.8	54.6						270.1	343.1
1997	1,863.1				271.0	459.4			169.8						2,492.3	271.0
1998	2,317.2				298.2	779.2			202.1						3,298.5	298.2
1999	1,798.4				285.3	239.2			292.7						2,330.3	285.3
2000	3,296.9				437.3	204.7			289.7						3,791.3	437.3
2001	3,775.5				432.8	523.0			280.9						4,579.4	432.8
2002	3,445.4				435.1	92.7			50.1						3,588.2	435.1
2003	1,134.5				401.5				23.5		186.1				1,158.0	587.6
2004					378.7				463.5		765.6				463.5	1,144.3
2005					384.1	101.1	9.3	534.8		1,404.7					635.9	1,798.1
2006					325.7	40.5	106.7	532.7		1,668.8		134.5			573.2	2,235.7
2007				90.2	15.3	14.9	215.6	117.5	633.4		1,237.2		962.4		864.3	2,422.2
2008			29.9	58.9	94.0	0.0	215.5	54.3	450.0		911.6		97.3		789.4	1,122.2
2009					125.3	0.1	182.1	0.0	504.5		1,215.0		330.7		812.0	1,545.8
2010					156.0	0.3	303.2		684.6	0.0	1,288.1		629.1		1,143.8	1,917.6
2011	2,094.1	621.8	838.7	1,790.3	329.9	19.4	218.6	0.0	1,074.5		42.5		1,170.6		4,555.8	3,644.6

Kaynak- Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri 2000

### 1.5.2 Elektrik Üretim-Tüketim Miktarları

Türkiye’de üretilen elektrik (brüt) 1984-2011 döneminde yaklaşık 7.5 kat artmıştır. Yıllık ortalama artış hızı ise yüzde 7.75 olmuştur. Aynı dönemde iç ihtiyaç (elektrik üretimi esnasında kullanılan) 6.3 kat artmıştır. İç ihtiyaç düştükten sonra kalan net elektrik üretiminin yıllık artış hızı yüzde 7.79 olmuş ve 1984 yılında 28,722.8 GWh olan üretim 7.6 kat artarak 2011 yılında 217,557.7 GWh olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu dönemde ithalat istikrarsız bir seyir izlemiş, bazı dönemlerde çok düşük miktarlarda gerçekleşirken bazı yıllarda art arda yüksek miktarlarda ithalat yapılmıştır. Dönemin bütünü dikkate alındığında ithalatta yıllık ortalama yüzde 1.7 oranında artış olduğu gözlenmektedir. Net üretime

ithalatın eklenmesiyle bulunan toplam arz ya da şebekeye verilen elektrik miktarı 27 yıllık dönemde yaklaşık 7.1 kat artmıştır. Şebekeye verilen elektriğin yıllık artış hızı yüzde 7.52 olmuştur. İncelenen dönemde en yüksek artış dağıtım ve iletimdeki kayıpların toplamından oluşan şebeke kayıplarında görülmekte olup, yıllık artış hızı yüzde 8.32 civarında gerçekleşmiştir. Bunda kaçak elektrik kullanımının giderek artması etkili olmaktadır. Yurtiçi talebi oluşturan net tüketim artışı ise yıllık ortalama yüzde 7.32'dir. 1984-2011 döneminde yurtiçi talep yaklaşık olarak 6.7 kat artmıştır.

Türkiye elektrik arz ve talebi kayıp kaçaklar da dikkate alınarak Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12: Türkiye'de Elektrik Üretim Ve Tüketimi (GWh)**

Yıl	Brüt Üretim	İç İhtiyaç (-)	Net Üretim	İthalat (+)	Şebekeye Verilen	Şebeke Kayıpları (-)	İhracat (-)	Net Tüketim
1984	30,613.5	1,890.7	28,722.8	2,653.0	31,375.8	3,740.6		27,635.2
1985	34,218.9	2,306.8	31,912.1	2,142.4	34,054.5	4,345.9		29,708.6
1986	39,694.8	2,815.0	36,879.8	776.6	37,656.4	5,446.7		32,209.7
1987	44,352.9	2,607.7	41,745.2	572.1	42,317.3	5,620.0		36,697.3
1988	48,048.8	2,400.0	45,648.8	381.2	46,030.0	6,308.5		39,721.5
1989	52,043.2	3,234.5	48,808.7	558.5	49,367.2	6,247.2		43,120.0
1990	57,543.0	3,311.4	54,231.6	175.5	54,407.1	6,680.3	906.8	46,820.0
1991	60,246.3	3,655.2	56,591.1	759.4	57,350.5	7,561.2	506.4	49,282.9
1992	67,342.2	4,237.3	63,104.9	188.8	63,293.7	8,994.8	314.2	53,984.7
1993	73,807.5	3,943.1	69,864.4	212.9	70,077.3	10,251.6	588.7	59,237.0
1994	78,321.7	4,539.1	73,782.6	31.4	73,814.0	11,843.0	570.1	61,400.9
1995	86,247.4	4,388.8	81,858.6	0.0	81,858.6	13,768.8	695.9	67,393.9
1996	94,861.7	4,777.3	90,084.4	270.1	90,354.5	15,854.8	343.1	74,156.6
1997	103,295.8	5,050.2	98,245.6	2,492.3	100,737.9	18,581.9	271.0	81,885.0
1998	111,022.4	5,523.2	105,499.2	3,298.5	108,797.7	20,794.9	298.2	87,704.6
1999	116,439.9	5,738.0	110,701.9	2,330.3	113,032.2	21,545.0	285.3	91,201.9
2000	124,921.6	6,224.0	118,697.6	3,791.3	122,488.9	23,755.9	437.3	98,295.7
2001	122,724.7	6,472.6	116,252.1	4,579.4	120,831.5	23,328.7	432.8	97,070.0
2002	129,399.5	5,672.7	123,726.8	3,588.2	127,315.0	23,931.9	435.1	102,948.0
2003	140,580.5	5,332.2	135,248.3	1,158.0	136,406.3	24,052.7	587.6	111,766.0
2004	150,698.3	5,632.6	145,065.7	463.5	145,529.2	23,243.0	1,144.3	121,141.9
2005	161,956.2	6,487.1	155,469.1	635.9	156,105.0	24,044.0	1,798.1	130,262.9
2006	176,299.8	6,756.7	169,543.1	573.2	170,116.3	23,789.2	2,235.7	144,091.4
2007	191,558.1	8,218.4	183,339.7	864.3	184,204.0	26,646.6	2,422.2	155,135.2
2008	198,418.0	8,656.1	189,761.9	789.4	190,551.3	27,481.5	1,122.2	161,947.6
2009	194,812.9	8,193.6	186,619.3	812.0	187,431.3	28,991.4	1,545.8	156,894.1
2010	211,207.7	8,161.6	203,046.1	1,143.8	204,189.9	30,221.7	1,917.6	172,050.6
2011	229,395.1	11,837.4	217,557.7	4,555.8	222,113.5	32,369.4	3,644.6	186,099.5

Kaynak: TEİAŞ

Türkiye’de 1984-2011 döneminde kamu santrallerinin kurulu güç ve üretim miktarları 1984 yılına göre 2011 yılında yaklaşık 3,5 kat büyümüştür. Buna karşılık özel sektör santrallerinin toplam kurulu gücü aynı dönemde yaklaşık 23 kat, toplam üretim miktarı ise yaklaşık 35 kat büyümüştür. 1998 yılından sonra YİD (Yap İşlet Devret), Yİ (Yap İşlet) ve İHD (İşletme Hakkı Devir) modeli kapsamında özel sektörün elektrik üretiminde ağırlıklı olarak termik kapasite ile yer almasıdır. Ayrıca bu kapasitelerin üretimlerine satın alma garantisi verilmesi büyümedeki farklılığın en önemli nedeni olup, sonrasında ise yeni piyasa yapısı çerçevesinde santral yatırımlarının özel sektör tarafından yapılması nedeniyle gerçekleşmiştir.

Bilindiği üzere elektrik enerjisi tüketileceği anda üretilmesi gerekir. Bu nedenle elektrik enerjisi üretimi için asıl belirleyici unsur talep miktarıdır. Kurulu gücün enerjiye dönüştürülebilir kısmının ancak talep kadar olan miktarı üretilmesi için kapasitenin bir kısmı üretime hazır ama üretim yapmadan yedek olarak bekleyecektir. Talebi karşılamak üzere sistemdeki santraller emre amadelik durumlarına göre çalıştırılmakta ve elektrik üretilmektedir. Emre amadelik durumu hidrolik santrallerde hidrolojik koşullara göre değişkenlik göstermekte, termik santrallerde ise çalıştırılma koşullarının hazır bulundurulmasına göre belirlenmektedir. Emre amade olma durumunu etkileyen unsurlardan önemli olanları arıza olasılıkları, bakım ihtiyaçları ve yakıt temini ve kalitesidir. Santrallerin çalışma durumunu etkileyen bütün unsurlar göz önüne alınarak emre amade olma durumu belirlenmektedir. Bir grup kapasite emre amade olsa bile talep durumuna göre ihtiyaç duyulmadığından çalıştırılmayan bir kısım kapasite bulunacaktır.

1999 yılı öncesinde Türkiye toplam kurulu gücünün büyük bir kısmı kamuya ait olduğu ve bu yıla kadar özel sektöre ait kapasitenin neredeyse tamamı hidrolik olduğu için kamu bünyesindeki kurulu kapasitenin tam kapasite eşdeğeri çalışma süresi sistem toplam kurulu gücü ile hemen hemen aynı seviyededir. 1999 yılından itibaren özel sektörün toplam kurulu güç içindeki payı büyümüştür ve bu kapasitenin büyük bir kısmı termik kaynaklara bağlıdır. Yukarıda da belirtildiği gibi YİD ve İHD modeli kapsamındaki kapasitelerin üretimlerinin tamamına ve Yap İşlet modeli kapsamındaki kapasitelerin üretimlerinin yüzde 85’ine satın alma garantisi verilmiş olmasından dolayı özel sektör santralleri 1999 yılından bu yana daha fazla çalıştırılmışlardır. Dolayısıyla üretimlerine ve kurulu güce göre hesaplanan tam kapasite eşdeğeri çalışma süreleri kamu santrallerine göre daha fazla olmuştur. 2002 yılından sonra sisteme yeni ilave edilen toplam kapasite miktarı talep artışına göre daha az olduğu için özel



sektör santrallerinin çalışma süreleri artmaya devam ederken kamu santrallerinin çalışma süreleri de artış göstermiştir. Son yıllarda ise, özel sektöre ait hidrolik ve rüzgâr enerjisi santrallerinin işletmeye alınmalarıyla özel sektör santrallerinin tam kapasite eşdeğeri çalışma sürelerinde düşüş gözlenmiştir.

Kurulu gücün verimli kullanılmasının ölçütlerinden bir diğeri de santrallerin kapasite faktörüdür. Bir santral emre amade olsa bile talep durumuna göre bazı zamanlarda çalıştırılmayabilecektir.

2001 yılından itibaren büyük miktarda özel sektör termik kurulu gücün sisteme dahil olması ve bu kapasitelerin büyük miktarda satın alma garantisi kapsamında olması nedeniyle toplam üretim kapasitelerinin büyük miktarı kullanılmıştır. Özel sektör termik santrallerindeki bu yüksek kullanma oranına karşılık kamu termik santrallerinin üretim kapasitelerindeki kullanma oranı hızlı bir şekilde düşmüştür. Şekil 6'dan da görüleceği üzere, özellikle 2002-2005 döneminde sistem kapasite yedeğinin yüzde 35 seviyelerinden yüksek olması kamu termik santrallerinin üretim kapasitelerinin kullanılma oranındaki düşüşü hızlandırmıştır. Daha sonraki yıllarda sisteme yeni eklenen kapasite miktarının talep artış miktarına göre daha az olmasından dolayı sistem yedeği azaldığı için kamu termik santrallerinin üretim kapasitesinin kullanılma oranı yeniden artış eğilimine geçmiştir.

Şekil 6'da gösterilen kurulu güç yedekleri hesaplanırken yıllık toplam kurulu güç ile aynı yılın puant talep değerleri kullanılmıştır. 1984 yılından bu yana bütün yıllarda puant talep artarken sisteme eklenen yeni kapasite miktarı aynı oranda olmamıştır. Bundan dolayı da kurulu güç yedeği yıllara göre değişkenlik göstermiştir. Grafikten de görüleceği üzere sisteme eklenen yeni kapasite miktarının fazla olduğu yıllarda kurulu güç yedeği yükselmiştir. 1999 yılından 2003 yılına kadar olan dönemde kurulu güç içinde özel sektör payı daha fazla olmak üzere sisteme büyük miktarda yeni kapasite eklenmiş ve buna bağlı olarak da yedek oranı yükselmiştir. Yukarıda da belirtildiği üzere 1999 yılından itibaren özel sektöre ait olan kurulu güç büyük oranda kullanılırken yedek kapasite için kamu santralleri bekletilmiştir.

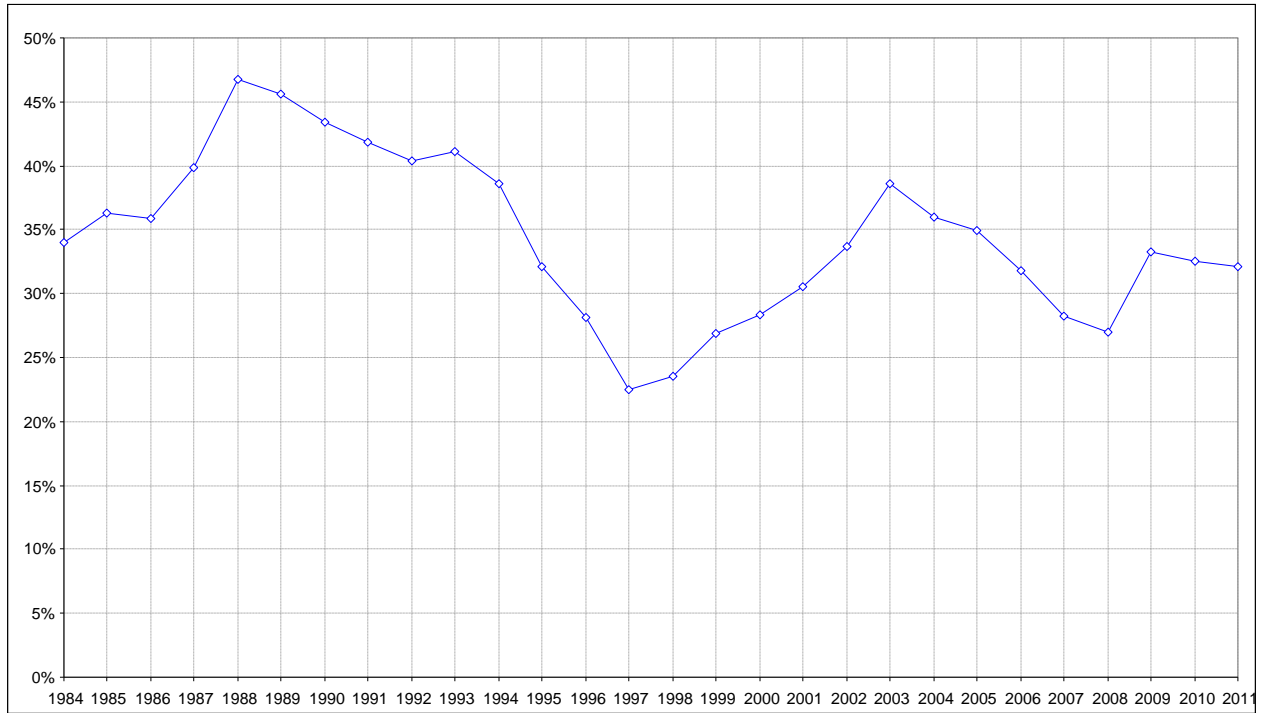
Talebin güvenilir bir şekilde karşılanması için sistemde bulunan santraller belirlenen politikalar çerçevesindeki ilkelere göre sıralanarak çalıştırılmaktadır. Bu ilkeler en düşük maliyetle üretim yapan santralden başlanarak pahalıya doğru sıra ile çalıştırılabileceği gibi özel bazı koşullara öncelik de verilebilir. Türkiye elektrik sisteminde üretimlerine satın alma

garantisi verilmiş olan santraller maliyet göz önüne alınmadan öncelikli olarak çalıştırılmaktadır. 1984 yılından 2011 yılına kadar kamu ve özel sektör kapasitelerinin yıllık Kapasite Faktörleri incelendiğinde hidrolik kapasitede her iki gruptaki santrallerin kapasite faktörlerinin birbirine oldukça yakın oldukları dikkat çekmektedir. Benzer hidrolojik koşullara sahip oldukları için kapasite faktörleri arasında fark bulunmamaktadır.

Türkiye elektrik sisteminde satın alma garantisi verilmiş bulunan YİD, İHD ve Yİ modeli kapsamındaki kapasitelerin neredeyse tam verimli olarak kullanıldığı, ancak buna karşılık talep miktarı ve tüketim karakteristiğine göre kamu santrallerine ait kapasitenin bir kısmının kullanılmadığı dikkat çekmektedir.

Şekil 6'da Türkiye elektrik sisteminin toplam kurulu güç yedeği verilmiştir.

**Şekil 6: Türkiye Elektrik Sisteminin Toplam Kurulu Güç Yedeği (%)**



**Kaynak: Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012 – 2021), Temmuz 2012**

## 1.6. Dünyada ve Türkiye’de Elektrik Enerjisi Sektörünün Karşılaştırması

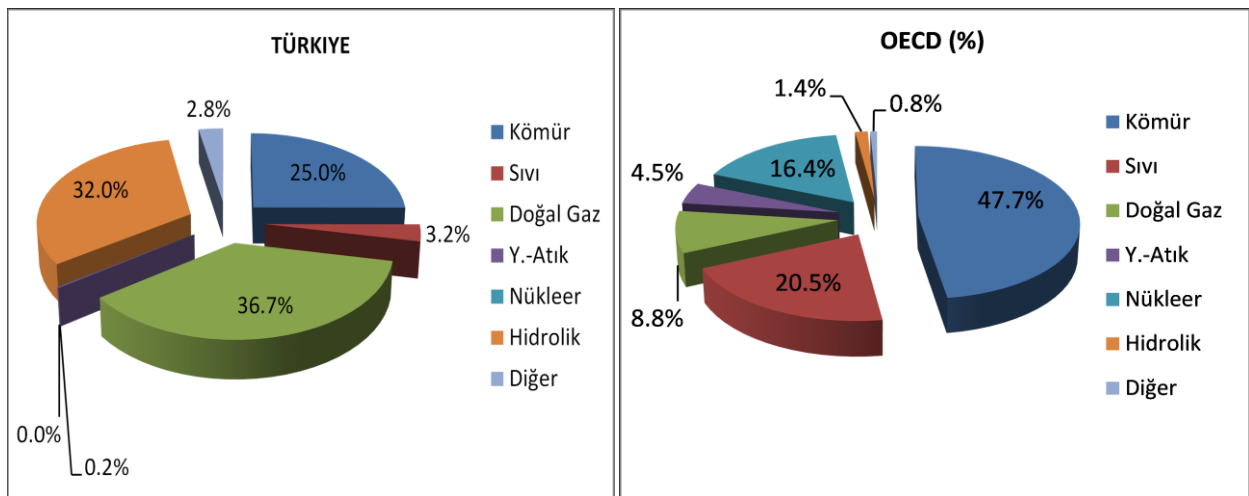
Dünya elektrik enerjisi üretimi halen ağırlıklı olarak termik kaynaklara dayalı olarak yapılmaktadır. Birincil enerji kaynakları açısından fosil yakıtlara dayalı kurulu güç kompozisyonunun hâkim olduğu dünya elektrik üretiminde son yıllarda alternatif enerji kaynaklarına yönelik ciddi bir arayış gözlenmektedir. Son yıllarda fosil yakıtların gerek

temininde sorunlarla karşılaşılması gerekse mevcut rezervlerin geleceği konusunda endişelerin artması, yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki araştırma ve arayışları hızlandırmıştır. OECD ülkelerinin 2010 yılı verilerine göre elektrik enerjisi kurulu gücünün yüzde 63.3'ü termik santrallerden oluşmakta olup, bunun tamamına yakını (yüzde 98.5) fosil yakıtlara dayalıdır.

OECD ülkelerinde elektrik enerjisi kurulu gücün 22'si kömür, yüzde 5.5'i sıvı, yüzde 25.1'i doğalgaz, yüzde 0.9'u yenilenebilir+atık, yüzde 12.1'i nükleer, yüzde 17.5'i hidrolik, yüzde 7.1'i diğer (jeotermal, rüzgâr, güneş, dalga) birincil enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Türkiye kurulu gücü OECD ülkeleri ortalamasıyla karşılaştırıldığında termik santrallerin yüzde 65.2 paya sahip olduğu ve OECD ortalamasına (yüzde 63.3) yakın bir değer aldığı görülmektedir. Yakıt kaynaklarına göre kurulu güç dağılımında Türkiye'de yüzde 36.7 ile ilk sırada doğalgaz yer alırken, OECD ülkelerinde doğalgaza dayalı kurulu gücün payı yüzde 25.1'dir. Türkiyede hidroelektrik santrallerin payı yüzde 32.0 olup OECD ülkelerinde bu oran yüzde 17.5'dir. OECD ülkelerinde kurulu gücün yüzde 12.1'i nükleere dayalı iken Türkiye'de 2010 yılında Nükleere dayalı elektrik üretimi olmayıp, ancak 2019 yılında başlayacaktır. Diğer grubu içinde değerlendirilen jeotermal, rüzgâr, güneş ve dalga gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç Türkiye'de toplam kurulu gücün yüzde 2.8'ini oluştururken OECD ülkelerinde bu oran yüzde 7.1'dir

Elektrik kurulu gücünün kaynaklarına göre dağılımı Türkiye ve OECD ülkelerinin ortalama değerleri Şekil 7'de görülebilir.

**Şekil 7: Türkiye ve OECD Ülkeleri Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (2010)**



OECD Ülkeleri'nde 2010 yılı verilerine göre elektrik enerjisi kurulu gücün kullanılan birincil enerji kaynak bazında dağılımı Tablo 13'te görülebilir.

**Tablo 13: OECD Ülkelerinde Kurulu Güç**

OECD ÜLKELERİ	TERMİK										NÜKLEER		HİDROLİK		DİĞER**		TOPLAM
	KÖMÜR*		SIVI		DOĞALGAZ*		YENİLENE BİLİR+ATIK		TOPLAM		GW	%	GW	%	GW	%	
	GW	%	GW	%	GW	%	GW	%	GW	%							
AVUSTURALYA	30.6	52.0	1.3	2.2	15.0	25.6	0.3	0.6	47.2	80.3	0.0	9.5	16.2	2.1	3.5	58.8	
AVUSTURYA	2.0	9.4	0.3	1.6	4.4	20.7	0.6	3.0	7.3	34.8	0.0	12.7	60.2	1.1	5.1	21.1	
BELÇİKA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	50.0	5.9	32.3	1.4	7.8	1.8	9.9	18.4
KANADA	0.0	0.1	0.1	2.4	1.8	4.2	3.2	39.6	30.1	13.0	9.8	75.1	57.0	4.1	3.1	131.8	
ŞİLİ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	65.2	0.0	5.5	33.6	0.2	1.2	16.2		
ÇEK CUMHURİYETİ	11.8	58.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	58.7	3.9	19.4	2.2	11.0	2.2	10.9	20.1	
DANİMARKA	6.2	44.9	1.4	10.1	2.2	15.7	0.2	1.5	9.9	72.2	0.0	0.0	0.1	3.8	27.8	13.7	
ESTONYA	2.3	83.7	0.0	0.3	12.0	0.0	0.0	2.6	95.7	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	4.0	2.8	
FINLANDİYA	7.8	46.7	0.8	4.6	2.1	12.5	0.0	0.0	10.6	63.8	2.7	16.2	3.1	18.8	0.2	1.2	16.7
FRANSA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.6	21.2	63.1	52.1	25.2	20.8	7.1	5.9	121.1	
ALMANYA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.3	50.1	20.5	12.8	11.0	6.9	48.3	30.2	160.0	
YUNANİSTAN	4.8	31.7	2.5	16.6	3.3	21.5	0.1	0.3	10.6	70.1	0.0	3.0	19.9	1.5	9.9	15.1	
MACARİSTAN	1.4	15.4	0.4	4.5	4.5	49.8	0.4	4.2	6.7	73.9	2.0	22.2	0.1	0.6	0.3	3.3	9.0
İZLANDA	0.0	0.1	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.7	0.0	1.9	73.0	0.6	22.4	2.6		
İRLANDA	1.2	14.1	1.1	13.4	4.0	47.3	0.0	0.1	6.4	74.9	0.0	0.5	6.2	1.6	18.9	8.5	
İSRAİL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	99.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.6	15.4	
İTALYA	11.2	10.5	9.9	9.3	51.9	48.7	1.7	1.6	74.7	70.1	0.0	21.5	20.2	10.3	9.7	106.5	
JAPONYA	47.2	19.8	41.2	17.3	46.7	19.6	0.0	0.0	135.1	56.7	49.0	20.6	47.7	20.0	6.5	2.7	238.2
KORE	29.4	34.7	6.9	8.1	23.9	28.2	0.2	0.3	60.4	71.3	17.7	20.9	5.5	6.5	1.1	1.3	84.7
LÜKSEMBURG	0.0	0.0	0.5	28.5	0.0	1.7	0.5	30.2	0.0	1.1	65.7	0.1	4.1	1.7			
MEKSİKA	18.0	29.0	9.6	15.5	20.1	32.4	0.1	0.1	47.7	77.0	1.4	2.2	11.3	18.3	1.6	2.5	62.0
HOLLANDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	88.7	0.5	2.0	0.0	0.2	2.4	9.2	26.0	
YENİ ZELANDA	1.2	11.9	0.2	1.6	1.8	18.5	0.1	0.8	3.2	33.0	0.0	5.3	54.1	1.3	13.0	9.7	
NORVEÇ	0.0	0.0	0.1	0.6	2.0	0.1	0.4	0.7	2.4	0.0	29.0	96.1	0.5	1.5	30.2		
POLONYA	28.4	85.1	0.5	1.5	0.9	2.6	0.1	0.4	29.9	89.7	0.0	2.3	7.0	1.1	3.3	33.4	
PORTEKİZ	2.4	12.6	2.9	15.3	4.6	24.2	0.0	0.2	9.9	52.2	0.0	5.1	26.9	4.0	20.9	19.0	
SLOVAKYA	2.1	26.9	0.1	1.4	1.1	13.7	0.2	2.4	3.5	44.4	1.8	23.1	2.5	32.0	0.0	0.5	7.9
SLOVENYA	0.9	26.6	0.0	0.4	12.2	0.0	0.3	1.3	39.2	0.7	21.0	1.3	39.5	0.0	0.3	3.2	
İSPANYA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.8	48.2	7.4	7.5	18.5	18.7	25.4	25.6	99.1	
İSVEÇ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	23.1	9.0	24.9	16.7	46.4	2.0	5.6	36.1	
İSVİÇRE	0.2	1.2	0.1	0.5	0.3	1.6	0.3	1.9	0.9	5.2	3.3	18.0	13.7	76.0	0.2	0.8	18.1
TÜRKİYE	12.4	25.0	1.6	3.2	18.2	36.7	0.1	0.2	32.3	65.2	0.0	15.8	32.0	1.4	2.8	49.5	
İNGİLTERE	29.8	31.9	6.0	6.4	34.6	37.0	2.3	2.4	72.7	77.8	10.9	11.6	4.4	4.7	5.5	5.8	93.5
ABD	319.0	30.6	55.7	5.3	407.0	39.1	11.9	1.1	793.6	76.2	101.2	9.7	101.0	9.7	45.3	4.3	1,041.0
TOPLAM	570.1	22.0	142.6	5.5	650.6	25.1	23.1	0.9	1,639.5	63.3	313.8	12.1	454.3	17.5	183.4	7.1	2,590.9

(\*) Çok yakıtlı üniteler dahildir

(\*\*) Jeotermal+güneş+rüzgâr+dalga

Kaynak: IEA Statistics, Electricity Information 2012, Aktaran:www.teias.gov.tr/

Not: Orijinal Kaynakta bazı ülkelerin verileri olmadığından termik toplamı içinde değerlendirilmiştir. Verileri olan ülkelerin payları hesaplandığından kaynaklara göre payların toplamında bir miktar sapma görülmektedir.

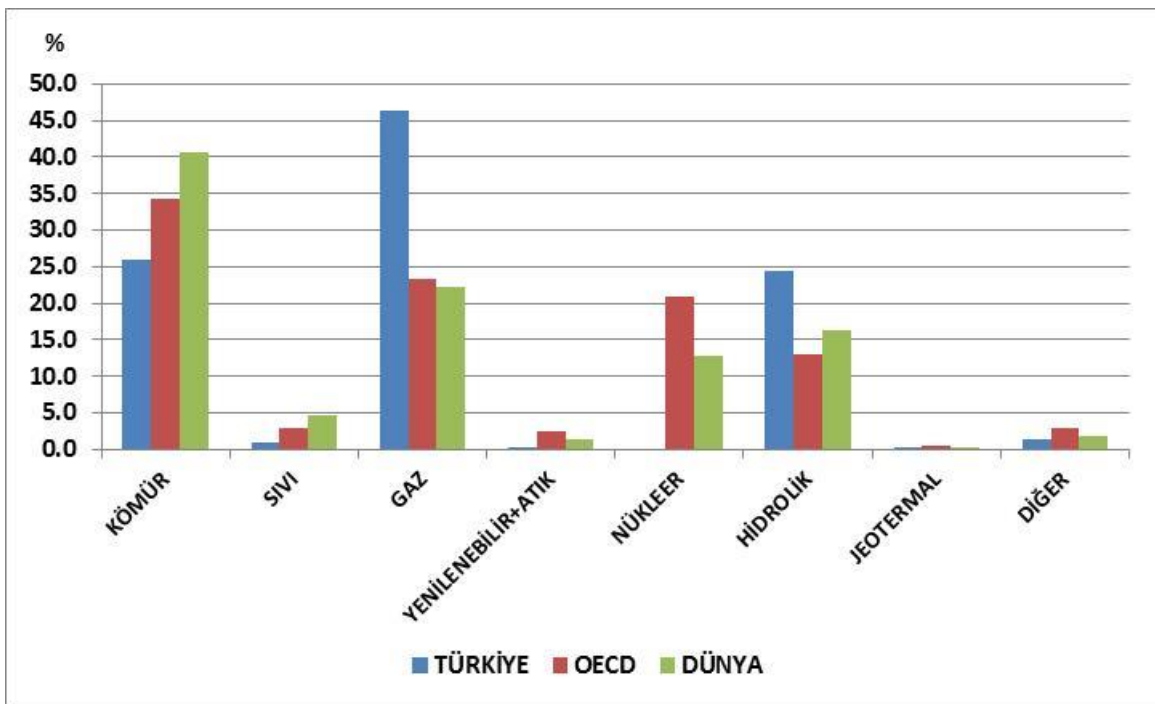
Tablo incelendiğinde, ülkelerin elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar bazında kurulu gücün kömürde en yüksek payın yüzde 85.1'le Polonya, sıvıda; Japonya yüzde 17.3, doğalgazda

Macaristan yüzde 49.8, yenilenebilir+atıkta yine Macaristan'ın yüzde 4.2, nükleerde Fransa'nın yüzde 52.1, hidrolikte Norveç'in yüzde 96.3, diğer (jeotermal, güneş, rüzgâr, dalga) yüzde 30.2 ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı değerlendirildiğinde Türkiye elektrik üretiminin yüzde 73.8'nin termik, yüzde 24.5'nin hidrolik olduğu görülmektedir. OECD ülkelerinde elektrik üretiminin ortalama olarak yüzde 62.8'inin termik, yüzde 13'ünün hidrolik, yüzde 21'inin nükleer, dünya elektrik üretiminin ise yüzde 68.7'sinin termik, yüzde 16.3'ünün hidrolik, yüzde 12.8'inin ise nükleer olduğu görülmektedir.

Birincil enerji kaynaklarına göre OECD ve Türkiye elektrik üretimi karşılaştırıldığında; Kömürün payı Türkiye'de yüzde 26.1, OECD ortalamasının yüzde 34.3, Dünya ortalamasının yüzde 40.6, Doğalgazın payı Türkiye'de yüzde 46.5, OECD ortalaması yüzde 23.3, Dünya ortalaması yüzde 22.2, olduğu gözlenmektedir. Şekil 8'de 2010 yılı Türkiye, OECD ve Dünya elektrik üretiminin kaynaklarına göre dağılımı verilmiştir.

**Şekil 8: Türkiye, OECD, Dünya Elektrik Üretimi (2010)**



OECD ülkeleri elektrik üretimi ülkeler açısından değerlendirildiğinde Brüt Üretimde ilk sırada ABD'nin olduğu Türkiye'nin ise 12. Sırada olduğu görülmektedir. Dış ticaret verileri açısından Türkiye'nin ihracattaki sırası 25, ithalatta ise 24'tür. Dünya elektrik ticaretinde ihracatta ilk sırada Almanya, ithalatta ise ilk sırada İtalya yer almaktadır. Net tüketim bakımından

Türkiye'nin sıralamadaki yeri 12 olup, ABD ilk sıradadır. Kayıp-Kaçak bakımından Türkiye'nin OECD ülkeleri içindeki yeri dikkat çekmektedir. Şöyle ki kayıpların; piyasaya arz edilen elektriğin yüzde 16'sı dağıtım-iletim aşamasında kaybolmaktadır. Bu konuda Türkiye Meksika, Estonya ve Kanada'nın ardından dördüncü sıradadır.

OECD ülkeleri üretim, dış ticaret ve net tüketim verileri Tablo 14'te görülebilir.

**Tablo 14: OECD Ülkeleri Üretim, Dış Ticaret ve Net Tüketim (2010)**

ÜLKELER	BRÜT ÜRETİM	İTHALAT	İHRACAT	İÇ TÜKETİM		DİĞER TÜKETİM		ARZ	KAYIPLAR		NET TÜKETİM
	TWh			TWh	TWh	TWh	%		TWh	TWh	TWh
ABD	4,378.4	45.1	19.1	221.2	5.1	29.6	4,153.6	351.7	8.5	3,801.9	
JAPONYA	1,119.2			42.4	3.8	11.0	1,065.8	64.0	6.0	1,001.8	
ALMANYA	629.0	43.0	57.9	36.6	5.8	8.6	568.9	38.9	6.8	530.0	
KANADA	608.0	18.7	44.4	18.9	3.1	0.2	563.2	93.2	16.5	470.0	
KORE	499.5			19.1	3.8	3.7	476.7	27.1	5.7	449.6	
FRANSA	569.1	19.4	50.2	24.5	4.3	6.6	507.2	63.1	12.4	444.1	
İNGİLTERE	381.1	7.1	4.5	15.8	4.1	4.2	363.7	35.4	9.7	328.3	
İTALYA	302.1	46.0	1.8	11.3	3.7	4.5	330.5	31.2	9.4	299.3	
İSPANYA	303.1	5.2	13.5	11.0	3.6	4.5	279.3	19.2	6.9	260.1	
MEKSİKA	271.0	0.4	1.3	11.0	4.1		259.1	51.7	20.0	207.4	
AVUSTURALYA	241.6			15.9	6.6	0.1	225.6	24.4	10.8	201.2	
TÜRKİYE	211.2	1.1	1.9	8.2	3.9		202.2	32.4	16.0	169.8	
İSVEÇ	148.6	14.9	12.9	3.3	2.2	1.8	145.5	14.4	9.9	131.1	
POLONYA	157.7	6.3	7.7	14.8	9.4	0.8	140.7	22.2	15.8	118.5	
NORVEÇ	124.5	14.7	7.1	1.0	0.8	1.4	129.7	15.0	11.6	114.7	
HOLLANDA	118.1	15.6	12.8	3.8	3.2		117.1	10.3	8.8	106.8	
FİNLANDIYA	80.7	15.7	5.2	3.5	4.3	0.2	87.5	4.1	4.7	83.4	
BELÇİKA	95.1	12.4	11.8	3.7	3.9	1.8	90.2	6.9	7.6	83.3	
AVUSTURYA	71.1	19.9	17.6	2.8	3.9	4.6	66.0	4.8	7.3	61.2	
İSVİÇRE	67.8	33.4	32.9	1.7	2.5	2.5	64.1	4.4	6.9	59.7	
ÇEK CUM.	85.9	6.6	21.6	6.4	7.5	0.8	63.7	6.5	10.2	57.2	
ŞİLİ	60.4	1.0		2.1	3.5		59.3	5.6	9.4	53.7	
YUNANİSTAN	57.4	8.5	2.8	4.0	7.0	0.0	59.1	6.0	10.2	53.1	
PORTEKİZ	54.1	5.8	3.2	1.3	2.4	0.5	54.9	5.0	9.1	49.9	
İSRAİL	58.6		4.0	2.3	3.9		52.3	2.7	5.2	49.6	
YENİ ZELANDA	44.8			1.4	3.1		43.4	3.5	8.1	39.9	
MACARİSTAN	37.4	9.9	4.7	2.8	7.5		39.8	5.6	14.1	34.2	
DANİMARKA	38.8	10.6	11.7	2.0	5.2	0.0	35.7	3.6	10.1	32.1	
İRLANDA	28.6	0.8	0.3	1.2	4.2	0.3	27.6	2.3	8.3	25.3	
SLOVAKYA	27.9	7.3	6.3	2.4	8.6	0.5	26.0	1.8	6.9	24.2	
İZLANDA	17.1			0.3	1.5	0.2	16.7	0.9	5.4	15.8	
SLOVENYA	16.4	8.0	10.1	1.0	6.1	0.2	13.1	1.1	8.4	12.0	
ESTONYA	13.0	1.1	4.4	1.2	9.2		8.5	1.5	17.6	7.0	
LÜKSEMBURG	4.6	7.3	3.2	0.0	0.0	1.9	6.8	0.1	1.5	6.7	
OECD	10,921.8	385.9	375.0	498.8	4.6	90.4	10,343.4	960.2	9.3	9,383.2	
DÜNYA	21,511.1	597.4	589.9	1118.9	5.2	104.9	20,294.8	2,455.9	12.1	17,838.9	
OECD/DÜNYA (%)	50.8	64.6	63.6	44.6		86.2	51.0	39.1		52.6	

Türkiye elektrik enerjisi kurulu güç, brüt üretim, brüt arz kişi başına düşen değerleri bakımından OECD ülkeleri ile karşılaştırıldığında son sıralarda olduğu ve OECD ortalamalarının çok altında değerlere sahip olduğu dikkat çekmektedir. Türkiye'de kişi başına

kurulu güç 0.68 kW olup 34 ülke arasında 33. Sırada yer alırken kişi başına brüt üretim de de aynı sırada üretim değeri 2,899.1 kWh/kişi'dir.

Tablo 15'te OECD ülkelerindeki kişi başına elektrik değerleri görülebilir.

**Tablo 15: OECD Ülkeleri Kişi Başına Elektrik Değerleri (2010)**

Sıra	ÜLKE	KURULU GÜÇ (GW)	kW/kişi	BRÜT ÜRETİM (TWh)	kWh/kişi	BRÜT ARZ (TWh)	kWh/kişi
1	İZLANDA	2.6	8.03	17.1	53,437.5	16.7	52,031.3
2	NORVEÇ	30.2	4.55	124.5	18,750.0	129.7	19,533.1
3	KANADA	131.8	3.86	608.0	17,824.7	563.2	16,511.3
4	İSVEÇ	36.1	3.85	148.6	15,842.2	145.5	15,511.7
5	LÜKSEMBURG	1.7	3.37	4.6	9,019.6	6.8	13,333.3
6	ABD	1,041.0	3.36	4,378.4	14,118.9	4,153.6	13,394.0
7	FİNLANDİYA	16.7	3.11	80.7	15,056.0	87.5	16,324.6
8	AVUSTURALYA	58.8	2.61	241.6	10,714.0	225.6	10,004.4
9	AVUSTURYA	21.1	2.52	71.1	8,474.4	66.0	7,866.5
10	DANİMARKA	13.7	2.47	38.8	6,991.0	35.7	6,432.4
11	İSVİÇRE	18.1	2.32	67.8	8,703.5	64.1	8,228.5
12	YENİ ZELANDA	9.7	2.22	44.8	10,228.3	43.4	9,908.7
13	İSPANYA	99.1	2.15	303.1	6,579.1	279.3	6,062.5
14	ESTONYA	2.8	2.06	13.0	9,701.5	8.5	6,343.3
15	İSRAİL	15.4	2.02	58.6	7,690.3	52.3	6,863.5
16	ALMANYA	160.0	1.96	629.0	7,693.2	568.9	6,958.2
17	ÇEK CUMHURİYETİ	20.1	1.91	85.9	8,165.4	63.7	6,055.1
18	İRLANDA	8.5	1.90	28.6	6,383.9	27.6	6,160.7
19	JAPONYA	238.2	1.87	1,119.2	8,786.3	1,065.8	8,367.1
20	FRANSA	121.1	1.87	569.1	8,775.6	507.2	7,821.1
21	PORTEKİZ	19.0	1.78	54.1	5,084.6	54.9	5,159.8
22	İTALYA	106.5	1.76	302.1	4,995.0	330.5	5,464.6
23	KORE	84.7	1.73	499.5	10,218.9	476.7	9,752.5
24	BELÇİKA	18.4	1.69	95.1	8,740.8	90.2	8,290.4
25	HOLLANDA	26.0	1.57	118.1	7,110.2	117.1	7,050.0
26	SLOVENYA	3.2	1.56	16.4	8,000.0	13.1	6,390.2
27	İNGİLTERE	93.5	1.50	381.1	6,129.0	363.7	5,849.1
28	SLOVAKYA	7.9	1.45	27.9	5,138.1	26.0	4,788.2
29	YUNANİSTAN	15.1	1.34	57.4	5,075.2	59.1	5,225.5
30	ŞİLİ	16.2	0.95	60.4	3,534.2	59.3	3,469.9
31	MACARİSTAN	9.0	0.90	37.4	3,740.0	39.8	3,980.0
32	POLONYA	33.4	0.87	157.7	4,129.4	140.7	3,684.2
33	TÜRKİYE	49.5	0.68	211.2	2,899.1	202.2	2,775.6
34	MEKSİKA	62.0	0.57	271.0	2,502.5	259.1	2,392.6
	<b>OECD</b>	<b>2,541.2</b>	<b>2.10</b>	<b>10,921.8</b>	<b>8,850.8</b>	<b>10,343.4</b>	<b>8,382.1</b>

Türkiye kişi başına elektrik tüketiminde de benzer bir durum söz konusu olup tüketim değerleri dünya ve OECD ortalamalarının altında kalmaktadır. 2009 yılı itibarıyla dünyada kişi

başına ortalama elektrik tüketimi 2,730 kWh iken Türkiye’de 2,296 kWh/kişidir. Dünyada kişi başına elektrik tüketimi açısından ilk sırada 23,558 kWh/kişi ile Norveç yer almaktadır. Gelişmiş ülkelerde 5,000 kWh/kişi’nin üzerinde olan kişi başına elektrik tüketimi Afrika ülkeleri gibi geri kalmış ülkelerde 50 kWh’ın bile altına düşmektedir. Örneğin 2009 yılında elektrik tüketimi Etiyopya’da 45 kWh/kişi, Kenya’da 146 kWh/kişidir.

Türkiye’de kişi başına elektrik değerlerinin dünya ve gelişmiş ülkelerden düşük olması, elektrik sektörünün son yıllarda gerçekleştirdiği kurulu güç, üretim, tüketim artış hızlarının devam edeceği yönündeki tahminleri güçlendirmektedir.



## 2.ELEKTRİK ENERJİSİYLE İLGİLİ TAHMİN VE BEKLENTİLER

### 2.1 Dünya Elektrik Sektörüne İlişkin Beklentiler

Bu bölümde Elektrik Üretim A.Ş'nin (EÜAŞ) 2011 Elektrik Üretim Sektör Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi 2012 Enerji Rapor'larında yer alan dünya elektrik sektörü ile ilgili bölümlerde yer alan tespit ve öngörülere yer verilmiştir.<sup>1</sup>

Enerji, hayat kalitesini iyileştiren, ekonomik ve sosyal ilerlemeyi sağlayan en önemli faktördür. Dünya nüfusu sürekli artmaktadır ve 2009'da 6.8 milyar olan nüfusun 2035'de 8.6 milyara yükselmesi beklenmektedir. Fakat günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 19'unu teşkil eden 1.3 milyar insan halen elektrik kullanımından mahrumdur. Uluslararası Enerji Ajansı projeksiyonları bu durumun uzun dönemde de devam edeceğini ve 2030 yılında yüzde 85'i kırsal bölgede yaşayan 1 milyar insanın (2030'daki dünya nüfusunun yüzde 12'si) elektriksiz yaşamaya devam edeceğini göstermektedir. Bu insanların büyük kısmı Orta ve Güney Afrika, Hindistan ve gelişmekte olan Asya ülkelerinde (Çin hariç) yaşıyor olacaktır.

Orta ve uzun vadede, dünyadaki nüfus artışı, uzun dönemde ortalama yüzde 3,5 büyümesi beklenen dünya ekonomisi, sanayileşme ve kentleşme, doğal kaynaklara ve enerjiye olan talebi önemli ölçüde arttırmaktadır. Talep artışı miktarının yüzde önemli bir bölümü, 2009-2035 döneminde ekonomik büyüme oranları yüksek öngörülen ve hızlı nüfus artış oranına sahip OECD-dışı ülkelerde (özellikle Çin ve Hindistan'da), oluşacağı tahmin edilmektedir. 2015-2035 yılları arasında Çin'in, dünyanın en fazla enerji tüketen ülkesi konumunda olacağı, hatta 2035 yılında ABD'nin tüketeceği enerjiden yüzde 70 daha fazlasını tüketeceği, yine 2035 yılında Hindistan'ın sırasıyla Çin, ABD ve Avrupa Birliği'nin ardından dördüncü büyük enerji tüketicisi olması beklenmektedir. Söz konusu dört büyük tüketici, 2020 yılında dünya toplam enerji arzının yüzde 56.3'ünü, 2035 yılına gelindiğinde ise yüzde 55.5'ini tüketmekte olacaktır.

Tüm dünyada son 25 yılda talebin çok fazla yoğunlaştığı elektriğin, 2035 yılına kadar en hızlı büyüyen son-kullanıcı enerji formu olması, nihai enerji tüketimindeki payının 2008'deki

---

<sup>1</sup> İlgili raporlardaki tespit ve öngörüler; 1.“Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)”, World Energy Outlook 2011”, 2.“ABD Enerji Bilgi İdaresi (EIA), “International Energy Outlook 2011”, Eylül 2011”, 3.“Avrupa Komisyonu, “European Energy and Transport, Trends to 2030, 2009 Update”, Ağustos 2010” kaynaklardan alıntılanmıştır.

yüzde 17.3 düzeyinden 2020’de yüzde 20’ye, 2035’te ise yüzde 23.5’e çıkması beklenmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansı tarafından hazırlanan ve mevcut politikaların devamını öngören senaryo çalışmasına göre (WEO 2011) elektrik üretiminin, 2009’da 20,043 TWh’den ortalama yüzde 2.6’lık artışlarla 2020’de 28,569 TWh’ye, 2030’da 35,468 TWh’ye ve 2035’de de 39,368 TWh’ye yükselmesi beklenmektedir. Bu rakamlar 2009-2035 döneminde yüzde 96.4’lük artışa işaret etmektedir. Benzer şekilde, ABD Enerji Bilgi İdaresi olan EIA tarafından hazırlanan Referans Senaryo Çalışması’na (IEO 2011) göre ise 2008’de 19,100 TWh olan elektrik üretiminin 2020’de 25,500 TWh’ye yükselmesi beklenmektedir. 2008–2035 döneminde ise toplam yüzde 84.3’lük bir artışla (yıllık yüzde 2.3’lük artışlarla), 2035’de üretimin 35,200 TWh’ye yükseleceği hesaplanmaktadır.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde görülen büyük ekonomik gelişmeler elektrik talebinin de bu ülkelerde artmasına sebep olmaktadır. Kişi başına gelirin artmasıyla yaşam standartları artmakta, bu da endüstri, aydınlatma ve ev aletleri için olan elektrik talebini arttırmaktadır. Bunun sonucu olarak, WEO 2011 çalışmasındaki elektrik üretiminde öngörülen bu 19,325 TWh’lik artışın büyük kısmının (yüzde 81.7’sinin), 2009-2035 arasında ortalama yıllık yüzde 1.1 oranında artış beklenen aralarında Türkiye’nin de bulunduğu OECD üyesi ülkelere ziyade, yüzde 3.8 oranında kuvvetli bir artış beklenen OECD üyesi olmayan ülkelere gerçekleşeceği hesaplanmaktadır. Tüm dünyada elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinin 2009-2035 döneminde brüt 4,081 GW artması beklenmektedir. Bu bağlamda elektrik sektörünün, Uluslararası Enerji Ajansı tarafından hazırlanan Yeni Politikalar Senaryosu’na göre 2011-2035 döneminde yapılması beklenen yatırım tutarının 16.9 trilyon dolar (2010 USD fiyatlarıyla) olacağı öngörülmektedir. Bu miktarın yüzde 58’inin yeni güç santralleri yatırımlarına, yüzde 31’inin dağıtım, yüzde 11’inin de iletim ağlarına harcanması planlanmaktadır.

Enerji kaynakları açısından incelendiğinde, birincil enerji arzında, petrol, doğalgaz ve kömürden oluşan fosil kaynaklı yakıtların ağırlıklı konumunun önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmekte ve enerji talebindeki artışın (2009-2035 dönemi) yüzde 77.8’lik bölümünün bu kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir. Biyokütle ve çöp için bu oran

yüzde 7.7, diğer yenilenebilirler için yüzde 6.2, nükleer için yüzde 5.7, hidrolik için ise yüzde 2.6'dır.

2009-2035 döneminde elektrik üretiminde kömür ve doğalgazın en önemli kaynaklar olmaya devam edeceği, kömürün payının yüzde 40.5'den yüzde 43'e, doğalgazın payının yüzde 21.4'ten yüzde 21.7'ye yükseleceği; petrolün payının ise yüzde 5.1'den yüzde 1.5'e, hidroliğin payının yüzde 16.2'den yüzde 13.1'e, nükleerin payının da yüzde 13.5'den yüzde 10.3'e düşeceği öngörülmektedir. En büyük yüzdeler artış ise rüzgârda beklenmektedir. Aynı dönemde rüzgârın yüzde 1.4'lük payının yüzde 5.1'e yükseleceği öngörülmektedir.

Dünyada ekonomik durgunluk sebebiyle elektrik talebinde 2009 yılında yüzde 0.7 düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüş 1970'lerden bu yana ilk kez yaşanmıştır. Ancak 2010'da hızlı bir şekilde yüzde 6 oranında artmış, özellikle OECD-dışı ülkelerde yüzde 9.5'lik artışlar görülmüştür.

Kömür yakıtlı elektrik üretiminin 2035 yılına kadar ortalama yılda yüzde 2.9 artması beklenmektedir. Doğalgaz yakıtlı elektrik üretiminin ise 2030 yılına kadar yıllık yüzde 2.7'lik bir oranda artması öngörülmektedir. Her ne kadar rekabet edebilirlik konusunda sorunları devam etse de yüksek fosil yakıt fiyatları ve fosil yakıtların çevresel etkileri üzerine duyulan endişeler, dünyanın pek çok ülkesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılmasına yönelik verilen teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş oranda kullanımını gündeme getirmektedir. 2035 yılına kadar dünya genelinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminde IEA'ya göre yıllık yüzde 3.3'lük, EIA'ya göre yüzde 3.1'lik artışlar beklenmektedir. Hidrolik dışında yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçteki oranı 2008'de yüzde 4 iken, bu oranın 2020 yılında yüzde 11.7'ye, 2035'te de yüzde 15.8'e yükseleceği, hidroelektriğin ise aynı dönemde yüzde 20'den yüzde 17'ye gerileyeceği öngörülmektedir. Yenilenebilir kaynaklardaki artışa en büyük kurulu güç katkısı (693 GW) ise rüzgâr enerjisinden gelecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanım payının yüzde 19.5 (2009) seviyesinden 2020 yılında yüzde 22.1 ve 2035 yılında da yüzde 23.2'ye ulaşacağı düşünülmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketiminde beklenen bu artışın OECD dışındaki ülkelerde, özellikle Çin, Hindistan, Brezilya'nın yanısıra Malezya ve Vietnam gibi bazı güneydoğu Asya ülkelerinde devreye giren/girecek orta ve büyük ölçekli hidroelektrik santrallerden gelmesi beklenirken,

OECD ülkelerinde ise gelecekte, Kanada ve Türkiye haricinde, büyük ölçekli çok az hidroelektrik santral inşa projesi öngörülmektedir. OECD ülkelerindeki yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışın rüzgâr ve biyokütle başta olmak üzere hidrolik dışındaki kaynaklardan karşılanması beklenmektedir. Rüzgâr enerjisine olan yatırımlar, OECD-dışı ülkelerde özellikle Çin'de artmaya devam etmektedir. Güneş [fotovoltaik (PV) ve odaklanmış güneş enerjisi (CSP)] ve dalga enerjisi uygulamaları ise henüz büyük ölçüde ticarileşmemiş olup, 2035 yılında PV için 435 TWh, CSP için 166 TWh ve dalga enerjisi için de 39 TWh'lik elektrik üretim seviyelerine ulaşılması öngörülmektedir.

Nükleer enerjiden elektrik üretiminin ise 2009'da gerçekleşen 2,697 TWh değerinden 2035 yılında 4,053 TWh'ye yükseleceği, ancak nükleer enerjinin toplam enerji üretimindeki payının yüzde 13'den yüzde 10'a düşeceği hesaplanmaktadır. Dünyadaki nükleer santral kurulu gücünün ise 2009 yılındaki 393 GW değerinden, 2035'de 549 GW'ye çıkması beklenirken, nükleer kapasitede Avrupa Birliği'nde yüzde 27'lik bir düşüş öngörülmektedir. Avrupa Birliği'nde 2009 itibarıyla 139 GW olan nükleer kurulu gücün 2035'de 101 GW'ye inmesi beklenmektedir. 2035'e kadar Çin (92 GW) başta olmak üzere OECD-dışı Asya ülkelerinde 116 GW'lik artış tahmin edilmektedir. Rusya'nın ilave ünitelerle nükleer kapasitesini 2035 yılına kadar 13 GW arttıracığı düşünülmektedir. ABD'de de 12 GW'lik bir artışla 2035 yılında 118 GW'ye ulaşılması beklenmektedir.

2010 yılında; bir yanda, artan fosil yakıt fiyatları, enerji arz güvenliği, yakıt çeşitliliğinin sağlanması ve sera gazı emisyonları ile ilgili endişeler, diğer yanda ise geliştirilmiş reaktör tasarımlarının etkisiyle dünyada 16 reaktörün inşasına başlanmıştır. Mart 2012 itibarıyla, 31 ülkede 436 nükleer santral faaliyette olup, 15 ülkede 60.1 GW kurulu güce sahip olacak 63 adet nükleer santral da inşa halindedir. İnşa halindeki santrallere bakıldığında 26 tanesi Çin'de, 10 tanesi Rusya'da, 7 tanesi Hindistan'da ve 3 tanesi de G.Kore'dedir.

Çevre-enerji ilişkisinde önemli bir yer tutan iklim değişikliği ile mücadelede enerji sektörünün etkin rol oynaması öngörülmektedir. Enerji verimliliği başta olmak üzere teknolojik gelişmelere paralel iyileştirmeler, fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında yaygınlaşma beklenmektedir.

## 2.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Sektörüne İlişkin Beklentiler

4628 sayılı *Elektrik Piyasası Kanunu ve Şebeke Yönetmeliği* çerçevesinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından hazırlanan talep tahminleri esas alınarak piyasa katılımcılarına yol göstermek amacıyla; *Üretim Kapasite Projeksiyonunu* hazırlamak ve Kurul onayına sunmak üzere Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) görevlendirilmiştir. Bu görev kapsamında TEİAŞ Temmuz 2012’de “*Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012 – 2021)*” raporunu yayınlamıştır. Bu raporda verilen Türkiye elektrik üretim, kapasite projeksiyonları takip eden bölümde incelenecektir.

### 2.2.1. Kurulu Güç Tahmini

Üretim Kapasite Projeksiyonunun çalışma periyodu, 2012 – 2021 yıllarını kapsamaktadır. TEİAŞ; Mevcut, inşası devam eden ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu’nca (EPDK) Ocak 2012 Dönemi İlerleme Raporlarına göre iki ayrı senaryo halinde (Senaryo 1 ve Senaryo 2) hazırlanan 2012–2021 yılları arasında işletmeye gireceği öngörülen projelerin bu periyoddaki üretim kapasitelerini ve güçlerini dikkate alarak projeksiyon yapmıştır. Ayrıca EPDK tarafından yine *Ocak 2012 Dönemi İlerleme Raporlarına* göre proje ilerleme oranı yüzde 10 ve altında olanlar ile lisans almış olduğu halde ilerleme oranlarına ilişkin oransal bilgi verilmeyen, işletmeye giriş tarihleri belirsiz olan projeler dikkate alınmış, TEİAŞ tarafından tüm kurulu güç kapasitelerine ilave edilmiştir. TEİAŞ’ın raporundaki mevcut termik ve hidrolik santrallerin 10 yıllık proje ve güvenilir üretim değerlerine ilişkin bilgiler Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi (TETAŞ) ve Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüklerinden alınmıştır. Lisans almış santraller için EPDK tarafından verilen, Aralık 2011 tarihi itibarıyla lisans almış tesislerin “*Ocak 2012 Dönemi İlerleme Raporları*” dikkate alınarak güncelleştirilmiş bilgileri kullanılmıştır. İnşa halindeki kamu santralleri için; DSİ Genel Müdürlüğünden inşa halindeki hidroelektrik santral bilgileri, inşası devam eden Ambarlı B santraline ilişkin bilgiler EÜAŞ’tan alınmıştır. Çalışmaları yürütülen Akkuyu Nükleer Santraline ilişkin bilgiler ise ETKB’den alınmıştır. Üretim kapasiteleri hesaplanırken hidrolik santrallerin normal hidrolojik koşullardaki üretimleri olan ortalama veya proje üretimleri ve kurak hidrolojik koşullardaki üretimleri olan güvenilir üretimleri ayrı ayrı göz önüne alınarak alternatif senaryolarla raporda yer almıştır.

Yeni yapılacak elektrik üretim tesisleri ilk olarak TEİAŞ'a başvuruda bulunup elektrik iletim sistemine bağlantı yapma konusunda görüş almaktadır. Sisteme bağlanması uygun görülen üretim tesisleri lisans almakta, daha sonra da iletim sistemine bağlanmak için anlaşma imzalamakta ve üretime başlamaktadır.

Bu bağlamda elektrik enerjisiyle ilgili yatırım yapmak üzere çeşitli aşamalarda bulunan projelerle oluşacak ilave kapasite 91,764 MW'tır. Bunların aşamalarına göre dağılımı ise şu şekildedir.

- Bağlantı Görüşü verilmiş ancak henüz lisans almamış durumda 39,630 MW,
- Lisans almış ancak *Bağlantı Anlaşması* yapmamış durumda 16,187 MW,
- Bağlantı Anlaşması yapmak üzere olan 7,156 MW,
- Bağlantı Anlaşması yapmış ancak henüz devreye girmemiş olan 18,227 MW,
- Kurulu Gücü 10 MW'nin altında olan küçük HES 5,974 MW

olmak üzere toplam 87,174 MW kapasite için TEİAŞ tarafından elektrik iletim sistemine bağlantı yapılmak üzere olumlu görüş verilmiştir. Bu kapasitelere ek olarak çalışmalarını ilerletmekte olan toplam 4,800 MW kurulu gücünde Nükleer kapasite de elektrik iletim sistemine bağlantı yapmak üzere değerlendirilmiştir.

Ancak raporumuzda TEİAŞ'ın 1. Senaryo olarak adlandırdığı; Aralık 2011 tarihi itibarıyla lisans almış olup inşaatı devam eden 22,642.7 MW, üretim tesisleri ile işletmeye giriş tarihleri belirsiz olan 13,139.3 MW üretim tesisleri dikkate alınarak yapılmıştır

Raporda 2011 yılı sonu itibarıyla Türkiye Elektrik Sisteminde;

- mevcut olan üretim tesisleri,
- mevcut + inşa halindeki kamu üretim tesisleri,
- mevcut + inşaatı devam eden kamu + Aralık 2011 tarihi itibarıyla lisans almış ve öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen ve Ocak 2012 Dönemi İlerleme Raporlarına göre iki ayrı senaryo halinde hazırlanmış inşa halindeki özel sektör üretim tesisleri,
- mevcut + inşaatı devam eden kamu + Aralık 2011 tarihi itibarıyla lisans almış ve öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen ve Ocak 2012 Dönemi İlerleme Raporlarına göre ilerleme oranları %10 ve altında olanlar ile ilerleme oranı bilgileri verilmediği için işletmeye giriş tarihleri belirsiz olan üretim tesisleri

EPDK tarafından hazırlanan proje listelerinde işletmeye giriş tarihleri "belirsiz" olarak tanımlanan projeler çalışmanın son beş yılına eşit olarak dağıtılmak suretiyle çalışmada dikkate alınmıştır.

Buna göre Türkiye elektrik kurulu kapasitesinde beklenen gelişmeler aşağıda Tablo 16'da verilmiştir.

**Tablo 16: Türkiye Elektrik Kurulu Gücüne Eklenmesi Beklenen Kapasite (MW)**

	Termik	Hidrolik	RES+Yenilenebilir	TOPLAM
2012	1,257.7	3,333.3	204.2	4,795.2
2013	269.8	990.5	325.8	1,586.1
2014	1,625.6	2,830.5	539.5	4,995.6
2015	3,993.0	3,711.7	0.0	7,704.7
2016	1,225.0	3,603.3	0.0	4,828.3
2017	1,793.9	1,874.3	747.7	4,415.9
2018	1,793.9	506.9	747.7	3,048.5
2019	2,993.9	86.3	747.7	3,827.9
2020	2,993.9	86.3	747.7	3,827.9
2021	2,993.9	86.3	747.7	3,827.9
<b>Toplam</b>	<b>20,940.4</b>	<b>17,109.3</b>	<b>4,808.2</b>	<b>42,857.9</b>

**Not:** Ambarlı Fuel-Oil santralının 2x150 MW'lık ünitelerinin 2011 yılından itibaren rehabilitasyon çalışmaları için devre dışı olacağı ve 2012 yılında Ambarlı - B Doğalgaz santralının işletmeye gireceği dikkate alınmıştır.

(\*) EPDK tarafından Lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz olarak verilen projeler çalışmanın son 5 yılına (2017-2021) eşit olarak dağıtılarak denge tablolarında yer almıştır.

Kaynak: TEİAŞ

## 2.2.2 Talep Tahmini ve Arz-Talep Dengesi

2012 – 2021 dönemini kapsayan Üretim Kapasite Projeksiyon çalışmasında ETKB tarafından, makroekonomik hedeflere uygun olarak yapılan model çalışması sonucunda elde edilen Yüksek ve Düşük Talep tahmin serileri kullanılmıştır. Talep serileri belirlenirken; 2012 yılında her iki talep serisi için de bu yılın işletme programında belirlenen tüketim tahminleri alınmış, sonraki yıllarda ise yüksek talep serisi ortalama yüzde 7.5, düşük talep serisi ise yüzde 6.5 olarak artacağı tahmin edilerek ETKB tarafından hesaplanan talep serileri kullanılmıştır. Ayrıca bu dönem için yük eğrisi karakteristiğinin değişmeyeceği kabulü ile puant yük serileri elde edilmiştir.<sup>2</sup>

Çalışmamızda TEİAŞ'ın alternatif senaryolarından yüksek talep senaryosu kabul edilmiştir. Buradaki talep tahmin serisindeki talep miktarları brüt taleptir. Yani iletim ve dağıtım hatlarındaki kayıplar ile kaçak kullanım ve santrallerin iç ihtiyaçları da bulunmaktadır. Ayrıca dağıtım sistemine bağlı yük tevzi merkezinden talimat almayan üretim tesislerinin üretim tahminleri de arz talep dengesinde dikkate alınmıştır.

<sup>2</sup> Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012-2021)

Bu kısıtlar altında yüksek talep senaryosuna göre tahmin edilen enerji talebi ve puant talep Tablo 17’de verildiği gibidir.

**Tablo 17: Türkiye Puant Güç ve Enerji Talep Tahmini**

YIL	PUANT TALEP		ENERJİ TALEBİ	
	MW	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2012	38,000	5.2	244,026	6.0
2013	41,000	7.9	262,010	7.4
2014	43,800	6.8	281,850	7.6
2015	46,800	6.8	303,140	7.6
2016	50,210	7.3	325,920	7.5
2017	53,965	7.5	350,300	7.5
2018	57,980	7.4	376,350	7.4
2019	62,265	7.4	404,160	7.4
2020	66,845	7.4	433,900	7.4
2021	71,985	7.7	467,260	7.7

Kaynak: TEİAŞ

Talep tahmini ve kurulu güç tahmini birlikte değerlendirildiğinde üretimin yakıt kaynaklarına göre dağılımı bir anlamda kurulu gücün gelecekte nasıl kullanılacağını da göstermektedir. Türkiye elektrik enerjisi toplam kurulu gücünün kaynaklara göre geçmişteki dağılımı ve 2011-2021 döneminde üretime geçeceği varsayılan üretim tesisleri incelenmiş ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

2002 yılına kadar hidrolik, linyit ve doğalgaz kaynaklı kapasite hızla artmıştır.

2002-2011 döneminde başta doğalgaz olmak üzere ithal kömür ve hidrolik kaynaklara dayalı kapasite hızla artmıştır.

Öngörü döneminde inşa halindeki projelerle 2016 yılına kadar linyit, hidrolik, ithal kömür ve doğalgaza dayalı kapasitenin hızla artacağı, bunun yanı sıra rüzgâr kaynaklı kapasitede belirgin bir artış olacağı görülmektedir. 2019 yılından sonra da nükleer santraller devreye girecek ve Türkiye’de ilk kez nükleere dayalı kapasite oluşacaktır.

Öngörü döneminde Türkiye’de gerçekleşeceği tahmin edilen ilave kurulu gücün yakıt kaynaklarına göre dağılımı Tablo 18’de verildiği gibidir.



**Tablo 18: Tahmin Edilen Kurulu Gücün Yakıt Kaynaklarına Göre Dağılımı (MW)**

	Linyit	Taş Köm.+ Asfaltit	İthal Kömür	D.Gaz	Geo- termal	Fuel- Oil	Motorin	Nükleer	Diğer	Biogaz+ Atık	Hidrolik	Rüzgâr	Toplam
<b>2012</b>	6.4	0.0	0.0	1,551.3	0.0	-300.0	0.0	0.0	0.0	52.3	3,333.3	151.9	4,795.2
<b>2013</b>	38.6	0.0	0.0	231.2	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	990.5	284.3	1,586.1
<b>2014</b>	56.0	0.0	0.0	1,569.6	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	2,830.5	481.4	4,995.6
<b>2015</b>	1,482.0	270.0	1,200.0	1,041.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,711.7	0.0	7,704.7
<b>2016</b>	0.0	0.0	600.0	625.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,603.3	0.0	4,828.3
<b>2017</b>	33.0	284.0	400.0	1,076.9	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	1,874.3	714.7	4,416.0
<b>2018</b>	33.0	284.0	400.0	1,076.8	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	506.9	714.7	3,048.4
<b>2019</b>	33.0	284.0	400.0	1,076.9	28.3	0.0	0.0	1,200.0	0.0	4.8	86.2	714.6	3,827.8
<b>2020</b>	33.0	284.0	400.0	1,076.8	28.3	0.0	0.0	1,200.0	0.0	4.7	86.3	714.7	3,827.8
<b>2021</b>	33.0	284.0	400.0	1,076.9	28.3	0.0	0.0	1,200.0	0.0	4.8	86.3	714.7	3,828.0
<b>Toplam</b>	1,748.0	1,690.0	3,800.0	10,402.4	224.0	-300.0	0.0	3,600.0	0.0	93.2	17,109.3	4,491.0	42,857.9

**Kaynak: TEİAŞ**

Bu bölümde yukarıda verilen kurulu güç ve talep ilişkisi değerlendirilecek; kurulu güç-puant talep, proje üretim kapasitesi-talep ve güvenilir kapasite-talep dengeleri tablolar halinde verilecektir. TEİAŞ'ın hazırladığı raporda EPDK'dan lisans almış ve Ocak 2012 dönemi ilerleme raporlarına göre öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen, EPDK tarafından hazırlanan Senaryo 1'de yer alan inşa halindeki özel sektör üretim tesisleri ile ETKB tarafından model çalışması sonucunda belirlenen yüksek talep serisine göre talebin 2012 yılında 244 Milyar kWh, 2021 yılında 467.3 Milyar kWh'ye ulaşması halinde arz-talep durumu ve talebin ne şekilde karşılanacağı ile ilgili sonuçlar verilmektedir. Buna ilave olarak EPDK tarafından işletmeye giriş tarihleri "belirsiz" olarak tanımlanan projelerin çalışma döneminin son 5 yılına eşit olarak dağıtılması ile yapılan arz-talep dengesi raporda yer almaktadır.

Öngörü döneminde Türkiye elektrik kurulu güç dengesi yüksek talep beklentilerine göre Tablo 19'da verildiği gibi beklenmektedir.

Tablo 19: Kurulu Güç ve Puant Talep Dengesi (MW)

YILLAR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>İşletmede ve İnşa Halindeki Kamu ve Özel Sektör Santralleri</b>										
TERMİK TOPLAMI	35,074	35,343	36,969	40,962	42,187	42,187	42,187	43,387	44,587	45,787
HİDROLİK TOPLAMI	20,470	21,461	24,291	28,003	31,606	33,394	33,815	33,815	33,815	33,815
RES+YENİLENEBİLİR	2,162	2,488	3,028	3,028	3,028	3,028	3,028	3,028	3,028	3,028
TÜRKİYE TOPLAMI	57,706	59,292	64,288	71,993	76,821	78,609	79,030	80,230	81,430	82,630
<b>İşletmede ve İnşa Halindeki Kamu ve Özel Sektör Santralleriyle Talebin Karşılanması</b>										
PUANT GÜÇ TALEBİ	38,000	41,000	43,800	46,800	50,210	53,965	57,980	62,265	66,845	71,985
YEDEK (%)	51.9	44.6	46.8	53.8	53.0	45.7	36.3	28.9	21.8	14.8
<b>Lisans Almış İşletmeye Giriş Tarihleri Belirsiz İlave Kapasite</b>										
TERMİK TOPLAMI	0	0	0	0	0	1,794	3,588	5,382	7,175	8,969
HİDROLİK TOPLAMI	0	0	0	0	0	86	173	259	345	431
RES+YENİLENEBİLİR	0	0	0	0	0	748	1,496	2,243	2,991	3,739
TÜRKİYE TOPLAMI	0	0	0	0	0	2,628	5,256	7,884	10,511	13,139
<b>İşletmede, İnşa Halinde, Lisans Almış Olan Santraller ve Belirsiz İlave Kapasite</b>										
TERMİK TOPLAMI	35,074	35,343	36,969	40,962	42,187	43,981	45,775	48,769	51,762	54,756
HİDROLİK TOPLAMI	20,470	21,461	24,291	28,003	31,606	33,481	33,988	34,074	34,160	34,246
RES+YENİLENEBİLİR	2,162	2,488	3,028	3,028	3,028	3,775	4,523	5,271	6,018	6,766
TÜRKİYE TOPLAMI	57,706	59,292	64,288	71,993	76,821	81,237	84,285	88,113	91,941	95,769
<b>İşletmede, İnşa Halinde, Lisans Almış Santraller ve Belirsiz İlave Kapasite İle Talebin Karşılanması</b>										
PUANT GÜÇ TALEBİ	38,000	41,000	43,800	46,800	50,210	53,965	57,980	62,265	66,845	71,985
YEDEK (%)	51.9	44.6	46.8	53.8	53.0	50.5	45.4	41.5	37.5	33.0

Kaynak: TEİAŞ

Tablo 19'dan da görüleceği gibi kurulu güç dengesine göre öngörü döneminde yapılması beklenen yatırımlarla talebin karşılanmasında sorun görünmemektedir. 2021 yılında Türkiye kurulu gücünün 95,769 MW'a ulaşması beklenirken talep 71,985 MW'ta kalmakta ve yaklaşık yüzde 33'lük bir yedek kurulu güç oluşmaktadır.

İşletmede, inşa halindeki kamu ve lisans almış ve öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen inşa halindeki özel sektör santralleri birlikte incelendiğinde Türkiye kurulu güç yedeği 2012 yılında yüzde 51.9'dan başlayıp 2021 yılında yüzde 14.8'e düşmektedir.

Bunlara lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz ilave kapasitenin dağılımı eklendiğinde ise Türkiye kurulu güç yedeği 2012 yılında yüzde 51.9'dan başlayıp 2021 yılında yüzde 33 olmaktadır.

Kurulu güç yedeğinde 2021 yılına kadar açık görülmemesine rağmen sistemde enerji açığının yaşanmaması için belirli bir enerji yedeğinin olması gerekliliği düşünülerek, güvenilir enerji

yedeği dikkate alındığında 2018 yılından itibaren sisteme yeni üretim tesislerinin ilave edilmesi gerekli görölmektedir.

Öngörü döneminde proje üretim kapasitesine göre de sorun yaşanmayacağı beklenirken, güvenilir enerji üretimine göre 2019 yılından itibaren enerji talebi karşılanamamaktadır.

Fiili kurulu güç ve inşası devam eden kamu üretim tesisleri ile öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen inşa halindeki özel sektör üretim tesisleri ve lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz ilave kapasitenin eklenmesiyle tahmin edilen proje üretim kapasiteleri ile talebin karşılanması durumu Tablo 20'de görölebilir.

**Tablo 20: Proje Üretim Kapasitesine Göre Arz-Talep Dengesi**

YILLAR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>İşletmede ve İnş Halindeki Kamu ve Özel Sektör Santralleri</b>										
TERMİK TOPLAMI	244,937	247,165	252,960	273,291	290,900	292,804	293,707	297,681	306,307	314,707
HİDROLİK TOPLAMI	65,463	72,934	79,651	90,522	104,443	112,708	115,779	116,558	116,558	116,558
RES+YENİLENEBİLİR	8,062	9,024	10,721	11,806	11,806	11,806	11,806	11,806	11,806	11,806
TÜRKİYE TOPLAMI	318,462	329,123	343,333	375,619	407,148	417,317	421,292	426,044	434,670	443,070
<b>İşletmede ve İnş Halindeki Kamu ve Özel Sektör Santralleriyle Talebin Karşlanması</b>										
PUANT GÜÇ TALEBİ	244,026	262,010	281,850	303,140	325,920	350,300	376,350	404,160	433,900	467,260
YEDEK (%)	30.5	25.6	21.8	23.9	24.9	19.1	11.9	5.4	0.2	-5.2
<b>Lisans Almış İşletmeye Giriş Tarihleri Belirsiz İlave Kapasite</b>										
TERMİK TOPLAMI	0	0	0	0	0	6,692	20,077	33,461	46,845	66,922
HİDROLİK TOPLAMI	0	0	0	0	0	162	486	810	1,134	1,620
RES+YENİLENEBİLİR	0	0	0	0	0	1,333	3,999	6,666	9,332	13,331
TÜRKİYE TOPLAMI	0	0	0	0	0	8,187	24,562	40,936	57,311	81,872
<b>İşletmede, İnş Halinde, Lisans Almış Olan Santraller ve Belirsiz İlave Kapasite</b>										
TERMİK TOPLAMI	244,937	247,165	252,960	273,291	290,900	299,496	313,783	331,142	353,152	381,628
HİDROLİK TOPLAMI	65,463	72,934	79,651	90,522	104,443	112,870	116,265	117,367	117,691	118,177
RES+YENİLENEBİLİR	8,062	9,024	10,721	11,806	11,806	13,139	15,805	18,471	21,137	25,137
TÜRKİYE TOPLAMI	318,462	329,123	343,333	375,619	407,148	425,505	445,853	466,981	491,980	524,942
<b>İşletmede, İnş Halinde, Lisans Almış Santraller ve Belirsiz İlave Kapasite ile Talebin Karşlanması</b>										
PUANT GÜÇ TALEBİ	244,026	262,010	281,850	303,140	325,920	350,300	376,350	404,160	433,900	467,260
YEDEK (%)	30.5	25.6	21.8	23.9	24.9	21.5	18.5	15.5	13.4	12.3

**Kaynak: TEİAŞ**

İşletmede, inş halindeki kamu ve özel sektör santralleri birlikte incelendiğinde proje üretim yedeği 2012 yılında yüzde 30.5'den başlayıp, 2021 yılında negatif değere (yüzde -5.2'ye) inmektedir.

Bunlara lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz kapasitelerin yıllara dağılımı eklendiğinde ise proje enerji üretim yedeği 2012 yılında yüzde 30.5'ten başlamakta ve 2021 yılında yüzde 12.3 olarak tahmin edilmektedir.

Yukarıdaki tablolardan da görüleceği üzere işletmede olan, inşası devam eden kamu ve özel sektör santralleri ve lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz ilave kapasitelerle proje üretim kapasitelerine göre enerji talebinin karşılanmasında bir sorun yaşanmayacaktır. Ancak güvenilir üretim kapasitelerine göre 2018 yılında enerji talebinin düşük bir yedekle karşılanabildiği, 2019 yılından itibaren karşılanamadığı görülmektedir. Ayrıca lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz projeleri dikkate almadan yapılan hesaplarla Proje üretim kapasitelerine göre enerji talebinin 2020 yılında başabaş karşılandığı, 2021 yılında ise karşılanamadığı görülmektedir.

Yalnızca işletmede olan santraller göz önüne alındığında güvenilir üretim yedeği 2012 yılında yüzde 9.4 olmakta ve 2014 yılında toplam güvenilir üretim kapasitesi enerji talebinin altında kalmakta olup yedek yüzde -6.0 ile negatif değere ulaşmakta ve 2021 yılında yüzde -42.7'ye kadar düşmektedir.

İşletmedeki santraller ve inşa halindeki kamu santralleri göz önüne alındığında güvenilir üretim yedeği 2012 yılında yüzde 12.3'den başlayıp 2014 yılında negatif değere yüzde -3.0'e inmekte ve düşüşüne devam ederek 2021 yılında yüzde -35.9'a ulaşmaktadır.

İşletmede, inşa halindeki kamu ve özel sektör santralleri birlikte incelendiğinde güvenilir üretim yedeği 2012 yılında yüzde 13.9'dan başlayıp 2018 yılında negatif değere yüzde -4.5'e inmekte ve düşüşüne devam ederek 2021 yılında yüzde -18.5'e ulaşmaktadır.

Bunlara lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz ilave kapasitelerin dağılımı eklendiğinde ise güvenilir enerji üretim yedeği 2012 yılında yüzde 13.9'dan başlamakta ve 2018 yılında yüzde 1.8'e düşmekte olup, 2019 yılından sonra güvenilir enerji yedeği negatif değere düşmekte ve 2021 yılında yüzde -1.5 olmaktadır.

Öngörü döneminde oluşacağı tahmin edilen talep ve Türkiye güvenilir elektrik üretim kapasitesi Tablo 21'de verilmiştir.

**Tablo 21: Güvenilir Üretim Kapasitesine Göre Arz-Talep Dengesi**

YILLAR	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>İşletmede Olan Santraller</b>										
TERMİK TOPLAMI	207,157	219,586	220,991	223,099	223,696	223,141	224,029	224,029	224,029	224,029
HİDROLİK TOPLAMI	53,317	37,287	37,238	37,199	37,044	37,044	37,044	37,044	37,044	37,044
RES+YENİLENEBİLİR	6,608	6,607	6,607	6,607	6,607	6,607	6,607	6,607	6,607	6,607
TÜRKİYE TOPLAMI	267,081	263,480	264,837	266,906	267,347	266,792	267,680	267,680	267,680	267,680
<b>İşletmede ve İnşa Halindeki Kamu ve Özel Sektör Santralleri</b>										
TERMİK TOPLAMI	214,252	229,465	238,232	259,857	276,738	279,258	280,146	284,346	292,746	301,146
HİDROLİK TOPLAMI	56,661	44,940	48,717	54,932	62,536	67,210	68,946	69,386	69,386	69,386
RES+YENİLENEBİLİR	6,927	7,787	9,285	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242	10,242
TÜRKİYE TOPLAMI	277,840	282,192	296,234	325,031	349,516	356,709	359,334	363,974	372,374	380,774
<b>İşletmede ve İnşa Halindeki Kamu ve Özel Sektör Santralleriyle Talebin Karşlanması</b>										
TALEP	2440,26	262,010	281,850	303,140	325,920	350,300	376,350	404,160	433,900	467,260
YEDEK (%)	13.9	7.7	5.1	7.2	7.2	1.8	-4.5	-9.9	-14.2	-18.5
<b>Lisans Almış İşletmeye Giriş Tarihleri Belirsiz İlave Kapasite</b>										
TERMİK TOPLAMI	0	0	0	0	0	6,692	20,077	33,461	46,845	66,922
HİDROLİK TOPLAMI	0	0	0	0	0	92	275	458	641	916
RES+YENİLENEBİLİR	0	0	0	0	0	1,155	3,464	5,773	8,082	11,546
TÜRKİYE TOPLAMI	0	0	0	0	0	7,938	23,815	39,692	55,568	79,383
<b>İşletmede, İnşa Halinde, Lisans Almış Olan Santraller ve Belirsiz İlave Kapasite</b>										
TERMİK TOPLAMI	214,252	229,465	238,232	259,857	276,738	285,950	300,222	317,806	339,591	368,067
HİDROLİK TOPLAMI	56,661	44,940	48,717	54,932	62,536	67,301	69,221	69,844	70,027	70,302
RES+YENİLENEBİLİR	6,927	7,787	9,285	10,242	10,242	11,396	13,705	16,014	18,324	21,787
TÜRKİYE TOPLAMI	277,840	282,192	296,234	325,031	349,516	364,648	383,148	403,665	427,942	460,156
<b>İşletmede, İnşa Halinde, Lisans Almış Santraller ve Belirsiz İlave Kapasite ile Talebin Karşlanması</b>										
TALEP	244,026	262,010	281,850	303,140	325,920	350,300	376,350	404,160	433,900	467,260
YEDEK (%)	13.9	7.7	5.1	7.2	7.2	4.1	1.8	-0.1	-1.4	-1.5

**Kaynak: TEİAŞ**

Elektrik sisteminin serbest piyasa koşullarında çalışmasının bir takım dezavantajları vardır. İnşa halindeki santrallerinin öngörülen tarihlerde işletmeye girememesi veya talebin tahmin edildiği gibi gerçekleşmemesi üretimi sekteye uğratabilir. Ayrıca hidrolik santrallere gelen su miktarı tahmin edildiği gibi gerçekleşmeyebilir, yakıt arzında ve kalitesinde kısıtlar oluşabilir, santrallerde uzun süreli arızalar olabilir. Tüm bunlar dikkate alındığında, güvenilir elektrik enerjisi üretim sistemlerinin işletilmesinde birincil kaynak türlerine göre belirli oranlarda güç ve enerji yedeği bulundurulması bir zorunluluktur. Bu nedenle arz ve talep başa baş olmadan önce üretim sisteminin yedekli olarak işletilmesi için yatırım tesislerinin inşaat süreleri de göz önünde bulundurularak öngörülen işletmeye giriş tarihlerinin gerçekleşmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Birincil kaynak dağılımında, ilave yeni kapasite miktarının termik santrallerle yoğunlaşması ile sisteme ilave edilecek kapasite miktarı azalmakta, hidrolik ve rüzgâr santrallerinin yoğunlaşması ile sisteme ilave edilecek kapasite miktarı artmaktadır. Sisteme ilave edilecek yeni kapasite miktarı hususunda bir karar ve politika belirlenirken bu özelliğin dikkate

alınması gözardı edilmemelidir. Örneğin, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklara dayalı üretim tesisi kapasitesi yapılmasına onay verilirken bunun yanında onay verilen kapasitenin yaklaşık yüzde 50'sine kadar yedek konvansiyonel kapasitenin kurulması için gereken önlemler alınmalıdır.

Talep artışının yüksek olduğu ve güvenilir olması istenen elektrik üretim sistemlerinde bir başka deyişle, talebi karşılamak için önemli miktarda finansmana ihtiyaç duyulan üretim sistemlerinde yatırımlar ve arz güvenliği açısından bu özelliğin dikkate alınması daha da önem kazanmaktadır.

Üretim tesislerinin yakıt cinsi ve işletmeye giriş yılı itibarıyla yatırım kararlarının yatırımcı tarafından verildiği bir piyasa yapısında; kriz dönemlerinde elektrik talebinde oluşacak dalgalanmalara dikkat edilmeli ve ülke talebinin güvenilir bir yedekle karşılanması için gerekli üretimin birincil kaynak dağılım politikaları açısından uygunluğunun takip edilmesi arz güvenliği açısından önemli bir husustur.

Ayrıca talebin önemli bir artış oranı ile gelişmesinin beklendiği bir piyasada lisans alan, lisans almak için başvuruda bulunan üretim tesislerinin taahhüt ettikleri tarihte gerçekleştirmelerini sağlamak için durumlarının sıkı bir şekilde takibi yapılarak gerekli önlemlerin alınması (örneğin rezerv edilmiş kapasite bedeli gibi) yine arz güvenliği açısından önemlidir.

Özellikle 1990'lı yılların sonlarından itibaren özel sektöre ait kurulu gücün artmış olması, bu kurulu gücün büyük kısmının termik olması ve üretimlerine satın alma garantisi verilmiş olması kamu santrallerinin talebe bağlı olarak ihtiyaç duyulmadığı zamanlarda kısıtlı çalıştırılmaları sonucunu ortaya çıkartmıştır. Bilindiği üzere elektrik enerjisi ihtiyaç duyulduğu anda üretilir. Doğal olarak üretim kapasitesi talepten yüksek olduğu zaman fazla olan kurulu kapasite kullanılamayacaktır. Bütün santrallerin eşit koşullarda olduğu durumda elektrik enerjisi üretimine maliyeti düşük olan santralden başlanıp yüksek olana doğru sıra ile üretim yaptırılması en ekonomik işletme yöntemidir. Ancak belirli bir kapasite imtiyazlı haklara veya üretim önceliğine sahipse maliyete bakılmadan öncelikle üretim yaptırılmaktadır. Santrallere üretim önceliği ya da imtiyazlı haklar verilirken toplam elektrik enerjisi talebi miktarı ile yıl içinde elektrik tüketim seviyelerini gösteren yük profili göz önünde bulundurulmalıdır. En azından öncelik verilmiş toplam kurulu kapasite miktarının baz yük seviyesinden daha yüksek olmamasına dikkat edilmelidir.

Elektrik Sektörünün tüketim yapısının özelliği dolayısıyla, Arz-talep dengelerinin gelişimine ve puant yük talebine en uygun şekilde cevap verecek Hidrolik-Termik-Rüzgâr-Güneş kaynaklarına bağlı dağılımını sağlayacak, kaynak güvenliğini esas alacak, arz güvenliği açısından yeterli düzeyde yedek kapasiteye sahip bir sistemin kurulabilmesi için planlama çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Elektrik sektörünün serbest piyasa şartlarında faaliyet göstermeye başlamasından sonra da özel sektörün önünü görmesi ve yatırımcılara ışık tutması ve arz güvenliği açısından planlama çalışmalarının yapılması büyük önem arz etmektedir. Bilindiği gibi, sağlıksız, plansız ve belirsizliklerin çok olduğu bir gelişimden özellikle piyasada faaliyet gösteren özel sektörün girişimleri olumsuz etkilenebilecektir.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012-2021)

### 3. TÜRKİYE BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARI VE ELEKTRİK ÜRETİM POTANSİYELİ

#### 3.1 Türkiye Enerji Kaynakları

##### 3.1.1. Kömür Rezervleri

Türkiye’de 9.91 milyar ton linyit, 1.32 milyar ton taşkömürü ve 72 milyon ton asfaltit rezervi vardır. Toplam 11.3 milyar ton kömür rezervinin 8.82 milyar tonu üretilebilir rezervdir. Ülkemizde linyit ve asfaltit rezervinin yüzde 85’i ekonomik olarak işlenmeye uygun olup, rezervin yüzde 57’si Afşin-Elbistan, yüzde 15’i Konya-Karapınar havzasında bulunmaktadır. Türkiye linyit kaynaklarının büyük bölümü Kangal’dan güneye önce Afşin-Elbistan’a, sonra Adana-Tufanbeyli’ye uzanan, oradan Konya Karapınar’a kıvrılan bir yay üzerindedir. Linyit rezervlerinin bulunduğu diğer yerler; Ankara-Gölbaşı, Çayırhan, Çanakkale-Çan, Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Beypazarı, Muğla, Tekirdağ, Bingöl-Karlıova havzalarıdır. Türkiye’deki linyit rezervlerinin büyük bir kısmı yüzde 66’sı 1000-2000 kcal/kg kalorifik değere sahiptir. Asfaltit rezervi Şırnak’ta, Taş kömürü rezervi ise Zonguldak havzasındadır. Bu kaynaklar elektrik üretimi için değerlendirmeye uygundur.

Türkiye kömür rezervinin bir kısmı elektrik üretiminde kullanılmaktadır. 2012 yılı itibarıyla kömüre dayalı santrallerin elektrik enerjisi kurulu gücü 8,516 MW’tır. Türkiye’de üretilebilir kömür rezervi elektrik üretiminde kullanıldığı takdirde mevcuta ek 18,590 MW daha elektrik kurulu gücü elde edilebilecektir.

Türkiye’de kömüre dayalı ilave elektrik potansiyelinin değerlendirilmesi halinde yılda üretilecek 121 milyar kWh elektrikle, talep senaryolarına göre 2021 yılına toplam talebin yaklaşık yüzde 26’sı karşılanabilecektir. 2011 yılı sonu itibarıyla birincil enerjide yüzde 72.4, elektrikte yüzde 56.4 dışa bağımlı olunması ve özellikle elektriğin yüzde 45’inin doğalgaz santralleriyle karşılandığı durumda ciddi boyutta enerji güvenliğimizin risk altında olabileceği söylenebilir. Özellikle gelecekte Dünyadaki gelişmeler ve yakın coğrafyamızla ilgili senaryoların son derece olumsuzluklara gebe olması, enerjide dışa bağımlılığımızın mümkün olduğu kadar çabuk azaltılmasını gerektirmektedir. Bu anlamda ulusal kömürlerimize dayalı üretilebilecek en az 120.8 milyar kWh elektriğin, 2021’de devreye girmesi halinde, toplam talebin 467 milyar kWh civarında olacağı öngörüsüne göre yüzde 26 oranında bağımlılığımızı azaltacak etkisi olacağı görülür.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012



Yerli kömür sahalarında tüm potansiyelin devreye girmesi durumunda santrallerin işletme döneminde, 59,951 kişi doğrudan istihdam edilmiş olacaktır. Ayrıca bu sayının yüzde 80'ini oluşturan kömür madenciliği iş kolundaki doğrudan istihdamla, 12 katı kadar da dolaylı istihdam yaratılabilecektir.<sup>5</sup>

Yerli kömürün değerlendirilmesi için gerekli madencilik yatırımları da ayrı bir istihdam kaynağı olacaktır. Sivas Kangal'dan güney doğuya Afşin Elbistan'a uzanan, oradan güney batıya Tufanbeyli'ye varan, Tufanbeyli'den Konya Iğın ve Karapınar'a ulaşan bir coğrafyadaki milyarlarca ton kömürün çıkarılması, yurt içinde tasarlanacak ve imal edilecek santrallerde elektrik üretimi için yakılması, katılımcı bir tasarımla bir toplumsal kalkınma projesi olarak kurgulanır ve uygulanır ise yüz binlerce insana iş yaratacak ve yaratılan istihdamın ve yapılacak üretimin çarpan etkisiyle ulusal gelirin ciddi bir şekilde artmasını sağlayacaktır. Böylece yaratılacak istihdama ek olarak, yatırım yapılacak bölgelerdeki toplumsal ve kültürel kalkınma, sanayinin gelişimi, kırdan kente göçün önlenmesi, işgücünün niteliğinin artması ve üretici güçlerin gelişmesi mümkün olabilecektir.

### **3.1.2. Petrol ve Doğalgaz Rezervleri**

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının verilerine göre 2011 yılında toplam 2.4 milyon ton petrol ve 793 milyon m<sup>3</sup> doğalgaz üretilmiş olup, günümüze kadar toplam 137.9 milyon ton petrol ve 12.8 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de yeni petrol sahalarının keşfedilmesi ve ikincil üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ile üretim düşüşü engellenebilmiş, ancak 2010 yılında yükselen üretim 2011 yılında yüzde 5.1 düşmüştür. Ayrıca, 2002 yılından itibaren TPAO tarafından kurulan ortaklıklarla Trakya'da gerçekleştirilen yeni doğalgaz keşifleri ve eski sahalarda açılan yeni üretim kuyularının devreye girmesi ile 2001 yılında düşen doğalgaz üretimi tekrar yükselişe geçmiş ve 2008 yılında 1,014 milyon m<sup>3</sup> üretim ile tarihin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2011 yılı üretimi ise 793 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir.

2011 yılı yurtiçi üretilebilir petrol rezervi 310.4 milyon varil (45.43 milyon ton) olup, yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi toplam ham petrol rezervinin 19.2 yıllık bir ömrü bulunmaktadır.

---

<sup>5</sup> Çetin Koçak, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Enerji Raporu 2012

2011 yılı yurtiçi üretilebilir doğalgaz rezervi 7.17 milyar m<sup>3</sup>tür. Yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi doğalgaz rezervinin 9 yıllık bir ömrü bulunmaktadır.

Türkiye’de, deniz arama alanlarından Karadeniz ve Akdeniz’de 1990’lı yıllarda yapılan sismik çalışmalarla karasuları ve açık denizlerin potansiyeli incelenmiştir. Son yıllarda deniz sondaj teknolojisindeki gelişmelerin, su derinliklerinin fazla (1,000–2,000 m) olduğu alanlarda arama ve üretim imkânlarını ortaya çıkarması ile denizlerimizde hidrokarbon aramalarının yapısı oluşturulmuştur.

TPAO’nun Karadeniz, Akdeniz ve Ege’de arama faaliyetleri 2004 yılından itibaren devam etmektedir. 23 Kasım 2011 tarihinde TPAO ile Shell arasında Akdeniz Bölgesi Antalya deniz alanlarındaki 3 ruhsat alanını kapsayan bir ortak işletme anlaşması imzalanmıştır.

Türkiye’deki petrol sahalarının yüzde 7’si 25-500 milyon varil rezerve sahip olup, kalan yüzde 93’ünün rezervi 25 milyon varilden azdır. Başka bir deyişle, Türkiye’de keşfedilmiş petrol sahalarının yüzde 93’ü küçük saha yüzde 7’si ise orta saha sınıfındadır.

Son on yılda Türkiye hampetrol arzı yüzde 15 oranında düşerken, doğalgaz arzı yüzde 121 oranında artmıştır. 2011 yılında hampetrol talebinin yüzde 9,5’i yerli üretimle karşılanmış, doğalgazda ise bu oran yüzde 2 olarak gerçekleşmiştir<sup>6</sup>.

### **3.1.3. Türkiye’nin Nükleer Yakıt Rezervleri**

Günümüzde uranyum ve toryum nükleer enerji hammaddeleri kapsamına girmektedir. Ancak, toryuma dayalı nükleer santrallerin henüz ekonomik boyutta devreye girmemeleri nedeniyle, toryum halen nükleer yakıt hammaddesi olarak kullanılmamaktadır.

Türkiye’de uranyum aramalarına 1990 yılı sonuna kadar devam edilmiş ve 5 yatakta toplam 9,129 ton görünür uranyum rezervi ortaya konulmuştur. Uranyum rezervinin tespit edildiği yerler Salihli-Köprübaşı, Yozgat-Sorgun, Uşak-Fakılı, Aydın-Demirtepe ve Küçükçavdar bölgeleridir. Nükleer santrallerde kullanılabilen toryum madeni ise Eskişehir-Beylikahır, Malatya-Darende-Kuluncak, Kayseri-Felahiye, Sivas ve Diyarbakır bölgelerinde bulunmaktadır. Bu 5 yatağın ortalama tenör ve rezervleri, aranıp buldukları yıllarda,

---

<sup>6</sup> Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu, 2011

dünyaca kabul edilen ekonomik sınırlarda olmalarına rağmen, bugün için, bu değerler söz konusu sınırların oldukça altında kalmıştır. Bunun nedeni, son yıllarda nükleer santral planlamalarındaki önemli değişimler ve özellikle Kanada ve Avustralya'da yüksek tenörlü, üretim maliyetleri çok düşük uranyum yataklarının bulunmasıdır. Dünya uranyum kaynakları çeşitli üretim maliyetlerine göre, görünür ve muhtemel olarak sınıflandırılırlar. Günümüzde genellikle kg'ı 80 ABD dolarına mal edilen görünür rezervlerden uranyum üretilmektedir. Dünyada bu şekilde hesaplanan 2.6 milyon ton görünür uranyum rezervi vardır.

Türkiye'de, geçmiş yıllarda MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar sonucunda, Eskişehir- Sivrihisar-Kızılcaören yöresindeki nadir toprak elementleri ve toryum kompleks cevher yatağında, ortalama tenörü yüzde 0.2 ThO<sub>2</sub> olan 380,000 ton görünür rezerv tespit edilmiştir. Ancak, söz konusu sahadaki toryumun zenginleştirilmesiyle ilgili teknolojik sorunlar henüz tam olarak çözülememiştir.

#### **3.1.4. Hidroelektrik Potansiyeli**

Bir ülkede, ülke sınırlarına veya denizlere kadar bütün tabii akışların yüzde 100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o ülkenin brüt teorik hidroelektrik potansiyelidir. Ancak mevcut teknolojilerle bu potansiyelin tamamının kullanılması mümkün olmadığından mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek azami potansiyele teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel denir. Öte yandan teknik yapılabilirliği olan her tesis ekonomik yapılabilirliği olan tesis demek değildir. 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. Türkiye'nin teknik hidroelektrik potansiyeli dünya teknik potansiyelinin yüzde 1.5'ine, Avrupa teknik potansiyelinin ise yüzde 17.6'sına tekabül etmektedir.

Türkiye'de 26 hidrolojik havza bulunmaktadır. Bu havzalardan 15'i nehir havzası, 7'si irili ufaklı akarsulardan oluşan müteferrik havza, 4'ü ise denize boşalımı olmayan kapalı havzadır. Tüm bu hidrolojik havzalarda bulunan nehirlerin yıllık ortalama su potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> yüzey suyudur.

Yapılan çalışmalar sonucunda, Türkiye'de brüt teorik hidroelektrik potansiyel 432,000 GWh/Yıl, teknik olarak üretilebilir potansiyel 216,000 GWh/Yıl ve ekonomik olarak elektrik

potansiyelinin 170,000 GWh/Yıl (170 milyar kWh/yıl=52,000 MW)<sup>7</sup> dolayında olduğu hesaplanmıştır. Türkiye’de işletmede olan 303 adet hidroelektrik santralin toplam kurulu gücü yaklaşık 17,200 MW ve ortalama proje üretim kapasitesi 62,000 GWh olup, bu değer toplam teknik potansiyelin yaklaşık olarak yüzde 29’una karşılık gelmektedir.

2012 yılsonu itibarıyla yapılan değerlendirmelere göre 369’u işletmede 572’si lisans almış ve 902’si henüz değerlendirme aşamasında olan toplam 1,843 HES projesi bulunmaktadır. Türkiye ekonomik hidroelektrik potansiyelini değerlendirmek üzere hazırlanan projelerin eklenmesiyle toplam kurulu güç 44,665 MW’ye yükselecektir. Bu projelerin tamamı faaliyete geçtiğinde Türkiye hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık yüzde 86’sı değerlendirilmiş olacaktır.

ABD teknik hidroelektrik potansiyelinin yüzde 86’sını, Japonya yüzde 78’ini, Norveç yüzde 72’sini, Kanada yüzde 56’sını, Türkiye ise yüzde 29’unu geliştirmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı’nca (IEA) 2020’de dünya enerji tüketimi içerisinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının bugüne göre yüzde 53 oranında artacağı öngörülmüştür. Bu da her güçteki hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi demektir. Avrupa Komisyonu Birlik stratejileri kapsamında Avrupa Birliği (AB) içerisinde 2020 yılına kadar iç brüt enerji tüketimindeki yenilenebilir enerji payını yüzde 20’ye çıkartmak üzere gerekli yasal düzenlemeleri yürürlüğe koymuştur

Hidroelektrik santrallerin yanında denizlerdeki dalgaların hareketlerinden, akıntılardan, med-cezir hareketlerinden yararlanılarak elektrik enerjisi üretimi teknolojileri dünyada geliştirilmektedir. Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması nedeniyle, deniz dalga konvektörleri ile elektrik üretimi için çalışmaların başlatılması düşünülmelidir. Ayrıca Karadeniz, Marmara ve Ege Denizlerinin tuzluluk oranlarının farklı olması nedeniyle özellikle İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında hızı 8 knot (14.8 km/h) bulan üst ve alt akıntılar mevcuttur, bu kinetik enerjinin kullanılma yolları araştırılmalıdır.

### **3.1.5. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli**

Rüzgâr enerjisi ölçümleri iklim amaçlı olarak Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğüne yapılmaktadır, ancak ölçüm istasyonlarının genellikle yerleşim bölgelerinin içinde bulunması

---

<sup>7</sup> TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Türkiye Enerji Görünümü 2013, TMMOB Makina Mühendisleri Odası ADANA ŞUBESİ, 8 Mart 2013, Hazırlayanlar; Oğuz Türkyılmaz, Can Özgiresun

nedeniyle gerçek değerler elde edilememektedir. Dünyada rüzgârdan enerji üretimi teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla Elektrik Etüt İdaresi (EİE) tarafından bir çalışma başlatılmış ve 13 değişik gözlem istasyonu kurularak sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bu istasyonlardan alınan sonuçlara ilişkin tablo aşağıda yer almaktadır.

2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8.5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5,000 MW, 7.0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48,000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir. Söz konusu potansiyelin 38,000 MW'ı karasal bölgelerde ve 10,000 MW'ı da deniz üzerinde yer almaktadır. Mevcut elektrik şebeke alt yapısı dikkate alındığında ise elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgâr enerjisi potansiyeli 10,000 MW düzeyinde hesaplanmıştır. Ayrıca elektrik şebekesinde yapılabilecek olası revizyon çalışmaları sonucu orta vadede elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgâr enerjisi potansiyelinin 20,000 MW seviyesine yükselmesi olası gözükmemektedir ki 2023 yılına kadar Türkiye'de rüzgâr kurulu gücünde 20,000 MW seviyelerine ulaşılması öngörülmektedir.

Türkiye'de 7 m/s ile 9 m/s arası rüzgâr potansiyeli 47,849 MW'tır. Tablo 22'de Türkiye Rüzgâr enerjisi potansiyeli görülebilir.

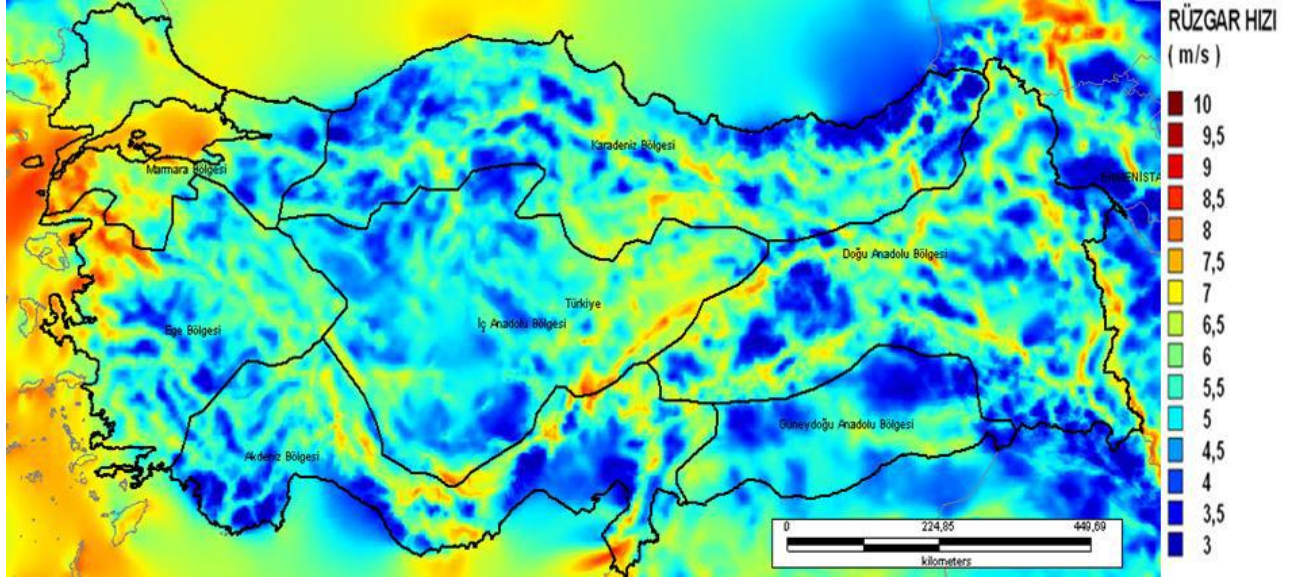
**Tablo 22:Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli**

Rüzgâr Kaynak Derecesi	Rüzgâr Sınıfı	50 m'de Rüzgâr Gücü Yoğ (W/m <sup>2</sup> )	50 m'de Rüzgâr Hızı(m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Rüzgârlı Arazi (%)	Toplam Kurulu Güç (MW)
<b>Orta</b>	3	300-400	6.5-7.0	16,781.39	2.27	83,906.00
<b>İyi</b>	4	400-500	7.0-7.5	5,851.87	0.79	29,259.36
<b>Harika</b>	5	500-600	7.5-8.0	2,598.86	0.35	12,994.32
<b>Mükemmel</b>	6	600-800	8.0-9.0	1,079.98	0.15	5,399.92
<b>Sıradışı</b>	7	>800	>9.0	39.17	0.01	195.84
<b>Toplam</b>				<b>26,351.28</b>	<b>3.57</b>	<b>131,756.40</b>

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)'da rüzgâr kaynağı haritaları detaylı olarak verilmiş olup, atlasta yer alan diğer bilgiler rüzgâr enerjisinden elektrik üretimine aday bölgelerin belirlenmesinde kullanılabilecek bir alt yapı 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 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. Aşağıda Türkiye rüzgâr haritasında Türkiye'nin rüzgâr gücü potansiyeli görülebilir.<sup>8</sup>

**Şekil 9: Türkiye'nin Rüzgâr Gücü Haritası**



**Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (EİE)**

2005 yılı sonrasında ilgili yasal düzenlemelerin oluşturulmasıyla birlikte Türkiye'deki rüzgâr enerji sektöründe hızlı bir artış eğilimi başlamıştır. 2011 yılında 476 MW gücünde rüzgâr enerjisi santralinin (RES) devreye alınmasıyla Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü 1.805 MW'a yükselmiştir.

48,000 MW'lık rüzgâra dayalı elektrik üretim kapasitesinin, TEİAŞ verilerine göre işletmede olan, lisans alıp yatırıma başlayan ve lisans sürecindeki projelerin toplam kurulu gücü 11,733.7 MW'tır. Mevcut, inşa halinde ve lisans sürecindeki kapasite, toplam potansiyelin yaklaşık yüzde 25'ini oluşturmakta olup, potansiyelin yüzde 75'i değerlendirmeyi beklemektedir.

Rüzgâr türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir.

<sup>8</sup> TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Oda Raporu, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Genişletilmiş İkinci Baskı, Nisan 2012, Yayın No: MMO/588

Rüzgâr türbinlerinin çalışması çevreye zararlı gaz emisyonuna neden olmadığından enerji geleceğimizde ve iklim değişikliğini önlemede büyük bir role sahiptir. Geleneksel güç santrallerinin aksine, enerji güvenliği açısından yakıt maliyetlerini ve uzun dönemli yakıt fiyatı risklerini eleyen ve ekonomik, politik ve tedarik riskleri açısından diğer ülkelere bağımlılığı azaltan yerli ve her zaman kullanılabilir bir kaynaktır. Ancak rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması ve üretilen elektriğin kalite sorunları gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.

Dünya rüzgâr kaynağı 53 TWh/yıl olarak hesaplanmakta olup, günümüzde toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü 40,301 MW'tır. Bunun üçte biri Almanya'da bulunmaktadır.

### **3.1.6. Güneş Enerjisi Potansiyeli**

Türkiye, güneş kuşağı içerisinde olup, yıllık güneşlenme süresi 2,640 saattir. Bölgelere göre bu değer 3,016 saat ile 1,966 saat arasında değişmektedir. Türkiye'de güneş ışınım şiddetinin yıllık ortalaması 3.7 kWh/m<sup>2</sup>.gün ile 1.5 kWh/m<sup>2</sup>.gün arasında değişmektedir. Bölgelerin yıllık ortalaması ise 4.0 kWh/m<sup>2</sup>.gün ile 2.9 kWh/m<sup>2</sup>.gün sınırları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin tüm yüzeyine bir yılda düşen güneş enerjisi 975 x 1,012 kWh kadardır. Türkiye'de güneşe dayalı güç kaynağı 376 TW (1 TW=106 MW) güç kaynağı demektir. Bu değer kurulu elektrik santrallerimizin 7,880 katına eşdeğerdir.

Türkiye'nin üzerine gelen güneş enerjisinin bütününün enerji üretim amacıyla kullanılması söz konusu olamaz. Ancak genel enerji bilançosu için brüt güneş enerjisi potansiyeli, alınan güneş enerjisinin yüzde 2.5'i kadar olup, 24 x 1,015 kWh/yıl düzeyindedir. Teknolojik kısıtlar altında teknik potansiyel ise 278 milyar kWh/yıl olarak tahmin edilmektedir. Teknik potansiyelin yüzde 18'i kadar olan 50,000 GWh/yıl Türkiye'nin uzun dönemde elektrik üretiminde hedefleyebileceği güneş enerjisi teknik potansiyeli varsayılabilir.

Şenol Tunç tarafından yapılan bir başka çalışmaya göre yoğun güneş alan 11,000 km<sup>2</sup> alanda Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli şöyle hesaplanmıştır.<sup>9</sup>

*"En düşük beklentileri varsayalım:*

*1 MWe GES 20 dönüm araziye kurulabilsin (567 bin MW K.Güç)*

---

<sup>9</sup> TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Oda Raporu, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Genişletilmiş İkinci Baskı, Nisan 2012, Yayın No: MMO/588, sayfa 180

*Alanın % 40'ına panel/Toplayıcı konsun, paneller yere yatay, sabit olsun.*

*Yatay sabit panellere gelen güneş enerjisinin ortalama % 10'u sayaçtan geçen elektrik enerjisine dönüştürülsün,*

*Bu sahaların sadece yarısını kullanalım,*

*Tüm sahaların global güneş enerjisi potansiyeli 1,600 kWh/m<sup>2</sup>-Yıl olsun*

*Bu sahalarda yılda en az 363 TWh elektrik enerjisi üretilir, toplam 287.500 MW kurulu güçte GES kurulabilir.”*

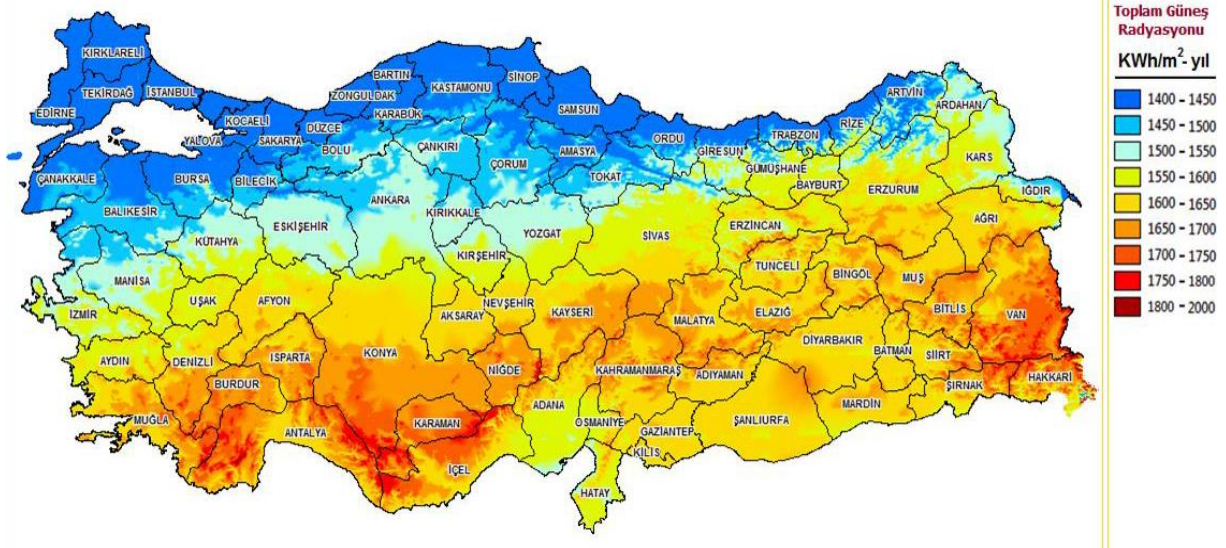
EİE, Enerji Kaynakları Etüt Dairesi Başkanlığı, Güneş Enerjisi Şubesi, 1982 yılından bu yana yapılan güneş enerjisi konusunda araştırma, geliştirme, bilgilendirme çalışmaları 02 Kasım 2011 tarihinden itibaren yeni kurulan YEGM tarafından yürütmektedir. Çalışmaları arasında; teknoloji takibi, değerlendirilmesi, kaynak ve potansiyel belirlenmesi, kullanım alanlarının araştırılması ve araştırma-geliştirme ve demonstrasyon projeleri gerçekleştirilmesi yer almaktadır.

EİE; ülkemizin güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için öncelikle, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DMİ) 1968-1982 yılları güneşlenme verilerini değerlendirmiştir. Bu değerlendirmenin sonucu 2 ayrı raporu halinde yayınlanmış olup, bu değerlendirmede ülkemizin yıllık ortalama güneş ışınımı 3.6 kWh/m<sup>2</sup>gün ve güneşlenme süresi 2,640 saat olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen değerlerin güneş enerjisi değerlendirme çalışmaları açısından yeterli olmadığı görülerek, güneş enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla yeni bir proje, DMİ ile işbirliği içinde başlatılmıştır. Bu proje kapsamında, 5 adet güneş gözlem istasyonu, 5 yıl süreyle çeşitli illere tesis edilmektedir. Toplanan veriler; yatay düzlemde toplam ve difüz güneş ışınımı, güneşlenme süresi ve çevre sıcaklığıdır. Bu proje kapsamında şu ana kadar 13 istasyon yerleştirilmiştir, bunlardan 7'sinde ölçümler sona ermiştir.

Bu istasyonlardan alınan ölçümlerden yararlanarak ve DMİ'nin verileri de kullanılarak bir model geliştirilmiş, 58 il için güneş ışınımı ve güneşlenme süreleri hesaplanmıştır. “Türkiye'nin Güneş Işınımı ve Güneşlenme Süreleri” adlı bu rapor 2001 yılında yayınlanmıştır. Ayrıca Türkiye güneş enerjisi potansiyelini gösteren harita GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası) hazırlanarak 2010 yılında yayınlanmıştır.



**Şekil 10: Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası**



#### **Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (EİE)**

Güneş enerjisi sonsuz ve temiz bir enerji kaynağı olarak, dünyanın ve Türkiye'nin enerji sorununa nihai çözüm sunmaktadır. Üretim maliyeti hızla düşen güneş enerjisi sistemleri, diğer enerji türleri ile rekabet edebilir hale gelmiştir.

Ülkemizde birim alana düşen güneş ışınımı miktarı İspanya ile aynı, Almanya'dan iki kat daha fazladır. Buna rağmen dünya'da güneş enerjisine dayalı elektrik kurulu gücünde ilk sırada Almanya yer almaktadır. 2011 yılsonu itibarıyla dünya toplam kurulu gücü 67,350 MW olup, bunun 24,500 MW'ı Almanya'dadır. Uygun ortamın sağlanması halinde güneş enerjisi kullanımı ülkemizde büyük bir hızla artacaktır. 2011 yılı başında TBMM tarafından kabul edilen 6096 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu (YEK), güneş enerjisi alanında, bazı teşviklerin uygulanmasını öngörmüştür. Bu yasada ayrıca yerli üretime ek teşvikler sağlanmıştır.

#### **3.1.7. Jeotermal Enerji Potansiyeli**

Türkiye'de 1960'lardan itibaren yapılan araştırmalarda 186 tane jeotermal sahası bulunmuştur. Bunların yüzde 95'i doğrudan kullanıma uygundur. Jeotermal potansiyel açısından dünyanın en zengin ülkelerinden olan Türkiye'de jeotermal kullanımı daha çok bölgesel konut ısıtması biçimindedir. Türkiye'de jeotermal kaynaklar sıcaklık olarak daha çok ısıtmacılığa uygundur. Jeotermal kaynakların elektrik üretiminde kullanılabilmesi için su rezervuar sıcaklığının 120°C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Jeotermal kaynakların az da olsa bir kısmı bu özelliğe sahiptir. 186 jeotermal sahadan elektrik üretimine uygun olanların

sayısı 30'dur. Bu sahalardan Çanakkale tuzlası hariç diğerlerinin tamamı Ege Bölgesindedir. Rezerv sıcaklıkları 114°C ile 287°C arasında değişen sahalardan 5 tanesinde 7 jeotermal santral ile elektrik üretimi yapılmaktadır. Bunlar Denizli-Kızıldere-Sarayköy, Aydın -Salavatlı (2 santral), Aydın-Germencik (2 santral), Denizli-Kızıldere ve Çanakkale-Tuzla jeotermal sahalarıdır. Türkiye'de bulunan jeotermal sahalara aşağıdaki haritadan görülebilir.

**Şekil 11: Türkiye'de Jeotermal Sahalar**



Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli 31,500 MW varsayılmaktadır. İspatlanmış fiili kullanılabilir teknik kapasite 4,078 MWt olup yüzde 34 (1,306 MWt)'ü kullanılmaktadır. Elektrik teknik potansiyel ise 600 MWe (4 milyar kWh/yıl, keşfedilen 15 saha) fiili kurulu güç ise 92 MWe'dir. İTÜ Enerji Enstitüsü, yapılacak yeni saha araştırma ve sondaj çalışmalarıyla, 2000 MWe'ye yükseltilebileceğini öngörmektedir. Lisans alan jeotermal elektrik santrallerinin kurulu gücü 244.10 MW'tır. Ayrıca, toplam 359.95 MW kapasitede 15 proje lisans başvuru sürecinin çeşitli aşamalarında. Yaklaşık 150-200 MWe için de arama, saha çalışmaları devam etmektedir.

### 3.1.8. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Biyokütle kaynaklı elektrik enerjisi üretimi ise, odun ve ağaç atıkları ve diğer kentsel atıkların, katı yakıt olarak kullanıldığı elektrik santralleri ile daha çok belediyeler, otoprodüktör şirketleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Özellikle büyük şehirlerde, kentsel atıkların

değerlendirildiği santrallerin yapımı ile birlikte biyokütle enerjisinin elektrik üretimindeki payı artabilecek ve çöp depolama sorununa da çözüm olabilecektir.

“Ülkemizde biyogaz sektörü başta Ankara, İstanbul, Bursa, Kayseri, Gaziantep, Samsun vb. bazı şehirlerimiz olmak üzere çöpten biyogaz üretimi, bazı sanayi tesisleri ve belediyelerin atık su ve tesislerinden biyogaz üretimi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Anadolu’nun farklı yörelerinde yürütülen gazifikasyon demonstrasyon 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<sup>2</sup>’ye tamamlanacak havuzlarda verimli bir biyoyakıt ham maddesi olan algler (su yosunu) yetiştirilmektedir. TÜBİTAK-MAM tarafından İzmit Belediyesi ortaklığıyla kurulan, küçük ve büyük baş hayvan atıklarıyla park ve bahçe atıklarından üretim yapan 330 kW’lık biyogaz tesisi 2011 yılında hizmete alınmıştır.”<sup>10</sup>

Ocak 2012 itibarıyla EPDK’dan lisans alıp yapımı süren biyogaza dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulu gücü 93 MW, biyokütleyle dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulu gücü ise 12.8 MW’tır. 23.3.2012 itibarıyla, lisans başvuru sürecindeki biyogaza dayalı elektrik üretim tesislerinde; 12.56 MW’ı başvuru aşamasında beş proje, 2.50 MW’ı inceleme-değerlendirme aşamasında iki proje, 29.41 MW’ı lisans başvurusu uygun bulunan dört proje olmak üzere, toplam 44.47 MW kurulu güçte on bir proje gündemdedir.

Biyokütlede; 79.73 MW’ı başvuru aşamasında yedi proje, 28.74 MW’ı inceleme-değerlendirme aşamasında üç proje, 19.45 MW’ı lisans başvurusu uygun bulunan kurulu dört proje olmak üzere, toplam 139.18 MW kurulu güçte on dört proje gündemdedir.

Ayrıca çöp gazında, 4.02 MW’ı başvuru aşamasında bir proje, 1.20 MW lisans başvurusu uygun bulunan bir proje olmak üzere, toplam 5.22 MW kurulu güçte iki proje mevcuttur.

“Ülkemizde 29 Mart 2012 tarihi itibarıyla, EPDK’dan işletme lisansı alan 30 adet biyokütle santrali bulunmaktadır. Pek çoğunun işletmede olduğu bu santrallerin toplam elektrik üretim kapasitesi yaklaşık 150 MW’tır. Bunlara ilaveten toplam 36 MW kapasiteli dört tesise de lisans verilmesi uygun görülmüştür.

---

<sup>10</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2011

Diğer yandan hayvan varlığımız sürekli azalmasına rağmen TÜİK, FAO ve Tarım Bakanlığı verilerine göre 2010 yılında büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı varlığına dayalı olarak; ülkemiz yıllık hayvan dışkısı biyogaz teorik potansiyeli tahminen 401.5 milyon m<sup>3</sup> kümes hayvanları, 852.6 milyon m<sup>3</sup> küçükbaş hayvanlar, 1,354.2 milyon m<sup>3</sup> büyükbaş hayvanlardan olmak üzere 2,608 milyon m<sup>3</sup> gaz üretilebilir.<sup>11</sup>

Sonuç olarak Türkiye'nin yerli kaynaklara dayalı bir enerji politikası izlemesi durumunda potansiyelin yeterli olduğu ve yerli kaynaklardan üreteceği elektriğin talebi karşılayabileceği ifade edilebilir. Şöyle ki, yukarıda ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere Türkiye'nin; kömürde 27,500 MW, hidroelektrikte 52,000 MW, rüzgârda 48,000 MW ve güneşte 278,000 MW, jeotermalde 2,000 MWe elektrik üretme potansiyeli vardır. 2021 yılı puant güç talep tahmininin 72,000 MW civarında olduğu düşünülürse sadece su ve kömür potansiyelimizden üretilen 79,500 MW, elektrik talebini fazlasıyla karşılayacak düzeydedir. Ayrıca son yıllarda nükleer enerjiye dönük yatırımlar da Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını hafifletici yönde rol oynayacaktır. Enerji Bakanlığı tarafından yapılan hesaplamalara göre iki santralda üretilen elektrik 80 milyon kWh'tır. Bu kadar elektrik üretimi için 16 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz kullanılacak bunun maliyeti ise 7.2 milyar USD'dir. Nükleer santrallerde ihtiyaç duyulacak yıllık yakıt maliyeti ise 720 milyon USD'dir. Nükleer santrallerin dış ticaret dengesine yıllık yaklaşık 6.5 milyar USD pozitif etkisi olacaktır.

### **3.2. TR72 Bölgesi Elektrik Potansiyeli**

Kayseri, Sivas ve Yozgat illerinden oluşan TR72 Bölgesi elektrik üretilen kaynaklar açısından değerlendirildiğinde hidroelektrik, linyit, rüzgâr ve güneş potansiyel olarak ortaya çıkmaktadır. Bölge illerinde jeotermal kaynaklar bulunmakla birlikte elektrik üretimine uygun değildir. Ayrıca nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılan uranyumda Bölge illerinden Yozgat'ta MTA tarafından tespit edilmiştir.

#### **3.2.1. Bölge Hidroelektrik Potansiyeli**

Bölge illeri Türkiye'nin 26 su havzasından Kızılırmak ve Yeşilirmak su havzaları içinde yer almaktadır. Kızılırmak Sivas il sınırları içinde doğmakta, Sivas ve Kayseri illerini geçtikten sonra Yozgat'ın batısından Karadeniz'e yönelmektedir. Her iki ırmakta içinden geçtiği Bölge

---

<sup>11</sup> TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Oda Raporu, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Genişletilmiş İkinci Baskı, Nisan 2012, Yayın No: MMO/588

illerinden doğan çok sayıda dere ve akarsuyu içine alarak Karadeniz'e dökülür. Bu bağlamda Bölgenin hidroelektrik potansiyeli açısından zengin olduğu söylenebilir.

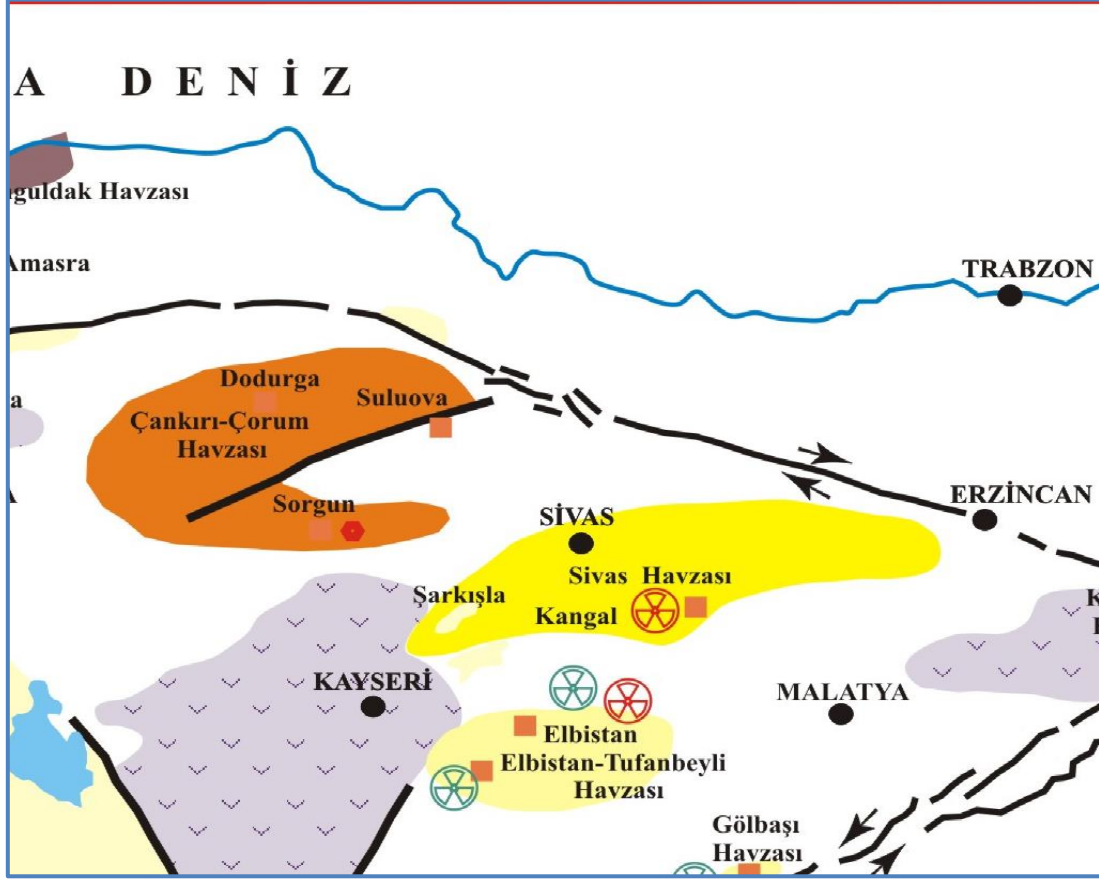
Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi tarafından hazırlanan 2012 enerji raporuna göre Kızılırmak havzasının elektrik üretimi teknik potansiyeli 19.55 GWh, ekonomik potansiyeli ise 6.32 GWh'tır. Yeşilirmak Havzasının elektrik üretimi teknik potansiyeli 18.68 GWh, ekonomik potansiyeli ise 5.2 GWh'tır.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Hidroelektrik Potansiyel Atlasında yer alan Daha önceden DSİ ve EİE tarafından geliştirilmiş projelere göre 6'sı Sivas'ta, 1'i Kayseri'de olmak üzere Bölge illerine yönelik 7 HES projesi geliştirilmiştir. Bunlardan Kayseri'de Yamula ve Sızır hidroelektrik santralleri işletmeye geçmiştir. Sivas ilinde yer alan diğer beş proje ilk etüd aşamasında olup, müracaata açık projelerdir. Bunların kurulu gücü ve yıllık üretim kapasiteleri şöyledir; Akşar deresi üzerine kurulacak santralin kurulu gücü 1.26 MW, yıllık ortalama üretim 4.28 GWh, Gevele+ Karakaya üzerine kurulacak santralin kurulu gücü 2.15 MW, yıllık ortalama üretim 10.47 GWh, Gemin Deresi üzerine kurulacak santralin yıllık kurulu gücü 2.17 MW, ortalama yıllık üretim 8.44 GWh, Gökdere üzerine kurulacak Poyrazlı santralinin yıllık kurulu gücü 1.82 MW, yıllık üretimi 7.25 GWh, Alaman Suyu üzerine kurulacak Terekeme santralının kurulu gücü 1.37 MW, ortalama yıllık üretim kapasitesi ise 5.84 GWh olacaktır. Bunların dışında Kayseri Yahyalı'da Rüzgâr potansiyelinden azami derecede yararlanılabilmesi iletim ve dağıtım sistemine sorunsuz olarak bağlanmasını temin etmek maksadıyla, rüzgâr (RES) ve pompaj depolamalı hidroelektrik santralinden (PHES) müteşekkil bir HİBRİT proje üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Burada öngörülen pompaj depolamalı hidroelektrik santralinin kurulu gücü ise 4.34 MW'tır.

### **3.2.2. Bölge Kömür Potansiyeli**

Bölge illeri genç kömür havzalarının bulunduğu bir coğrafi konuma sahiptir. Bunlardan Sivas havzası linyiti rezervlerinin en yoğun bulunduğu havzadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından il genelinde yapılan çalışmalar sonucunda Kangal, Divriği, Gemerek, Gürün ve Suşehri ilçelerinde linyit yatak ve zuhurları ortaya çıkarılmıştır. Bunlardan yüksek potansiyele sahip olanlardan Kalburçayırı sahasında 142,700,000 ton, Etyemez sahasında 30,630,000 ton, Hamal sahasında 29,270,000 ton görünür linyit rezervi tespit edilmiştir.

Şekil 12: TR72 Bölgesinde Linyit Rezervi



Kaynak: MTA

Çankırı-Çorum linyit havzası içinde yer alan Yozgat iline bağlı Sorgun ilçesinde de önemli miktarlarda linyit rezervi bulunmaktadır. MTA tarafından Yozgat ilinde gerçekleştirilen kömür arama çalışmaları sonucunda da Sorgun ilçesi civarında önemli kömür sahaları belirlenmiştir. Bunlardan Sorgun sahasında ortalama ısıl değeri orijinal kömürde 4,926 Kcal/kg olan 13,206,000 ton, Küçükköhne sahasında da ısıl değeri orijinal kömürde ortalama 2,502 Kcal/kg olan 4,208,000 ton görünür rezerv belirlenmiştir. Ayrıca yine Yozgat'a bağlı Sorgun-Temrezli'de ortalama yüzde 0.1 tenörü olan 3,852 ton görünür uranyum rezervi tespit edilmiştir. Bunlardan Sivas'taki kömür yatakları elektrik üretiminde kullanılmakta olup, Kangal'da 457 MW kurulu güçte bir termik santral faaliyet göstermektedir. Sorgun linyitleri için termik santral konusunda herhangi bir çalışma olmayıp, bu rezervin elektrik üretiminde kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmalıdır.

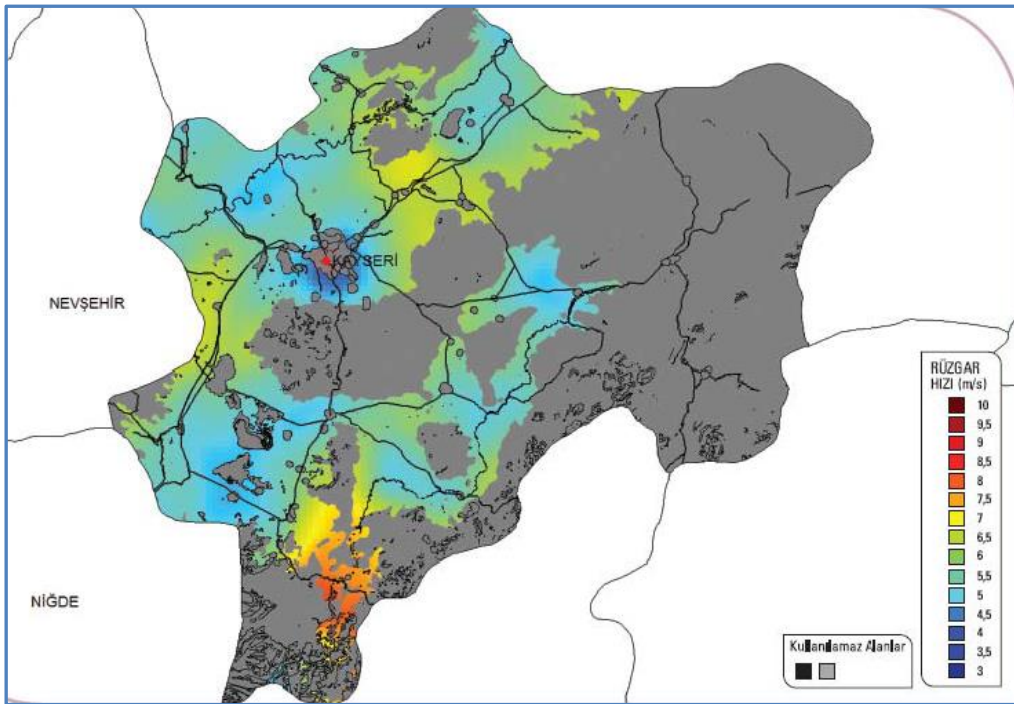


### 3.2.3. Bölge Rüzgâr Potansiyeli

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlasında yer alan bilgilere göre TR72 Bölgesi illerinde toplam olarak 4,604.24 MW kurulu güce sahip rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Rüzgâr enerjisi açısından en yüksek potansiyel Kayseri ilinde, daha sonra Sivas ilinde en az da Yozgat ilinde bulunmaktadır.

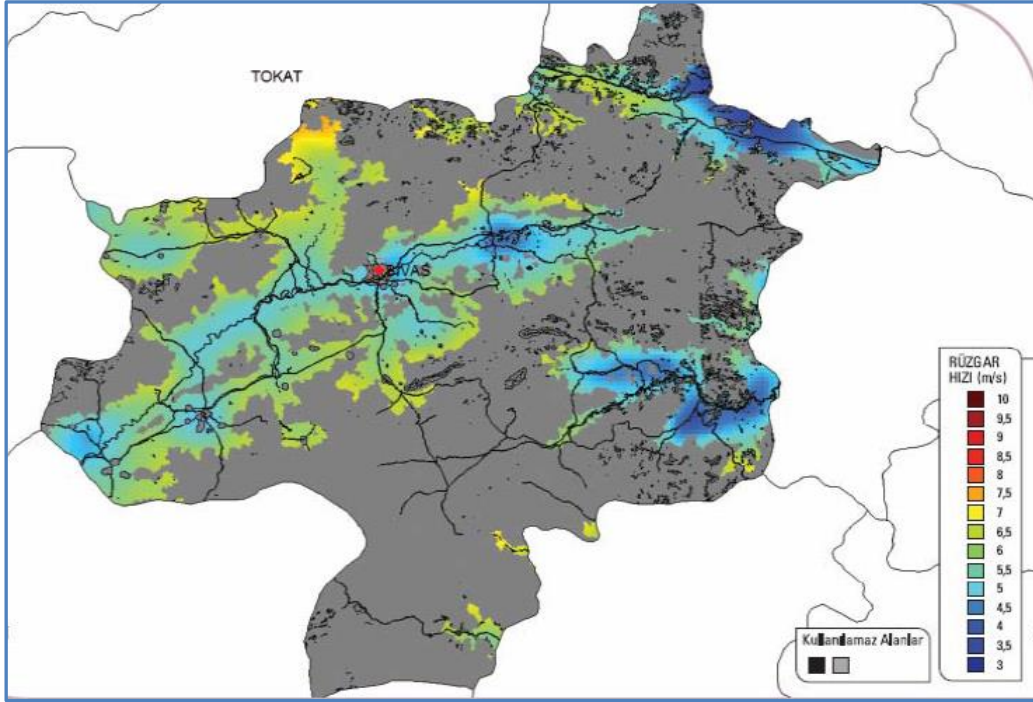
Aşağıda illerin Rüzgâr enerjisi potansiyel haritaları ve kurulabilecek rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulu gücü sırasıyla verilmiştir.

**Şekil 13: Kayseri İli Hızına Göre İl Rüzgâr Haritası**



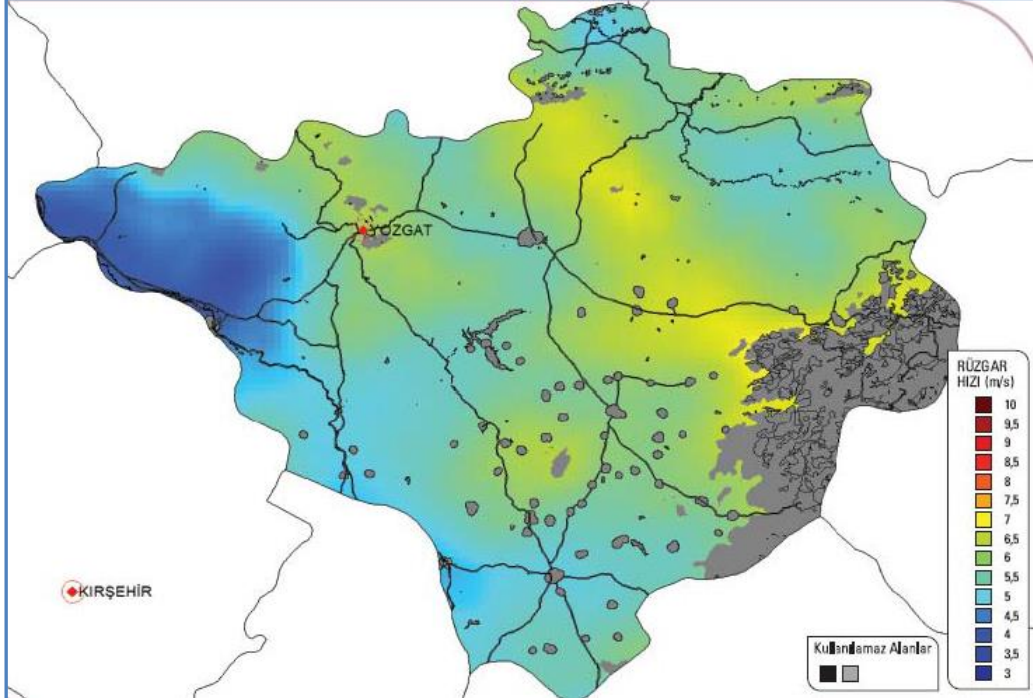
Ekonomik Rüzgâr Enerjisi Santrali için rüzgâr hızının 7 m/s'nin üzerinde olması gerekmektedir. Buna göre renklendirilmiş haritada gri renkli bölgeler santral için kullanılmayacak alanlardır.

**Şekil 14: Sivas İli Hızına Göre İl Rüzgâr Haritası**



Sivas ilinde rüzgâr santralının kurulamayacağı gri bölgeler dikkate alınmaksızın harita değerlendirildiğinde rüzgâr hızının 7 m/s'yi geçtiği alan çok az görünmektedir.

**Şekil 15: Yozgat İli Hızına Göre İl Rüzgâr Haritası**



Kayseri ilinde rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulabileceği alanlar incelendiğinde; 1,383.44 MW gücündeki kurulu gücün 4. sınıf iyi hıza sahip rüzgârlı alanlar, 476 MW gücündeki kurulu gücün 5. Sınıf harika hıza sahip rüzgârlı alanlar, 24.24 MW gücündeki kurulu gücün 6. Sınıf



mükemmel hıza sahip rüzgârlı alanlar ve 1.6 MW gücündeki kurulu gücün 7. Sınıf sıradışı addedilen rüzgârlı alanlara kurulabileceği görülmektedir. Sivas için ise 1,571.6 MW gücündeki kurulu gücün 4 sınıf iyi hıza sahip rüzgârlı alanlar ve 70.88 MW gücündeki kurulu gücün ise 5. Sınıf harika addedilen rüzgârlı alanlara kurulabilecektir. Yozgat rüzgâr hızı bakımından diğer iki ile göre daha şanssız durumdadır. Toplam 1,076.48 MW kurulu güce sahip rüzgâr enerjisi santrallerinin tamamı 6.8-7.5 m/s hızına sahip 4. Sınıf rüzgârlı alanlara kurulabilecektir.

**Tablo 23: TR72 Bölgesi Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli**

50 m'de Rüzgâr Gücü (W/m <sup>2</sup> )	50 m'de Rüzgâr Hızı(m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )			Toplam Kurulu Güç (MW)		
		Kayseri	Sivas	Yozgat	Kayseri	Sivas	Yozgat
300 –400	6.8 –7.5	276.69	314.32	215.3	1,383.44	1,571.60	1,076.48
400 –500	7.5 –8.1	95.2	14.18	0	476	70.88	0
500 –600	8.1 –8.6	4.85	0	0	24.24	0,00	0,00
600 –800	8.6 -9.5	0.32	0	0	1.6	0,00	0,00
>800	>9.5	0	0	0	0	0.00	0.00
<b>Toplam</b>		<b>377.06</b>	<b>328.50</b>	<b>215.30</b>	<b>1,885.28</b>	<b>1,642.28</b>	<b>1,076.48</b>

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

Bölge illerinde rüzgâr enerjisi santrali kurmak üzere dört lisans alınmıştır. Ayrıca TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü ve EİE tarafından tasarlanmış fizibilitesi YEGM tarafından yapılmış Kayseri Yahyalı'ya dönük *Hibrit Enerji Projesi* kapsamında pompaj depolu hidroelektrik ve rüzgâr santrali kurulacaktır. Bu projeye göre kurulacak 4 adet 2.5 MW'lık rüzgâr türbini ile 10 MW rüzgâra dayalı kurulu güç oluşacaktır.

Lisanslı Rüzgâr Enerjisi Santrallerinden üçü Kayseri, 1'i Sivas'ta kurulacaktır. Kayseri Yahyalı Zincirlipe'de kurulacak Zincirli santrali toplam kurulu gücü 12 MW olup, bunların 8 ünitesi 1'er MW, iki ünitesi 2'şer MW kurulu güce sahip olacaktır. Kayseri Pınarbaşı'nda kurulacak Çayönü rüzgâr enerjisi santralinin toplam kurulu gücü 35 MW olup, 23 üniteden oluşmaktadır. 23 üniteden 22'si 1.5 MW, 1'i ise 2 MW kurulu güce sahiptir. Kayseride kurulması düşünülen üçüncü rüzgâr enerjisi santrali Yahyalı ilçesi Dikme köyü civarındadır. Bu santral 24 üniteden oluşmakta olup 72 MW kurulu güce sahiptir. Her bir ünite 3 MW kurulu güce sahip olacaktır.

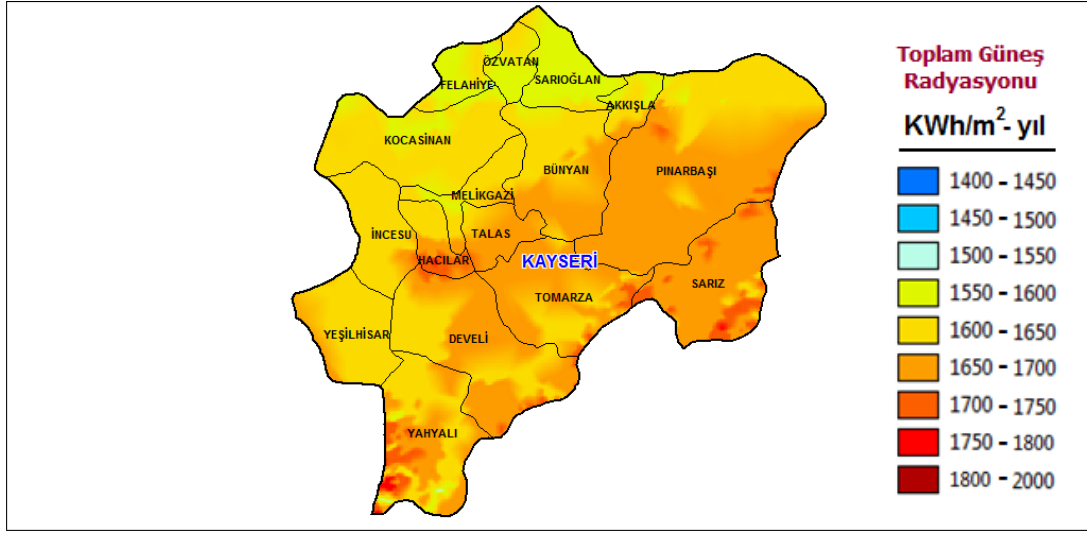
Sivas Kangal'da kurulacak rüzgâr enerjisi santrali toplam 128 MW kurulu güce sahip olup, 85 üniteden oluşmaktadır. Ünitelerden 84'ü 1.5 MW, 1'i de 2 MW kurulu güce sahip olacaktır.

### 3.2.4. Bölge Güneş Potansiyeli

Güneş enerjisi sonsuz ve temiz bir enerji kaynağı olarak, dünyanın ve Türkiye'nin enerji sorununa nihai çözüm potansiyeli taşımaktadır. Üretim maliyeti hızla düşen güneş enerjisi sistemleri, diğer enerji türleri ile rekabet edebilir hale gelmiştir.

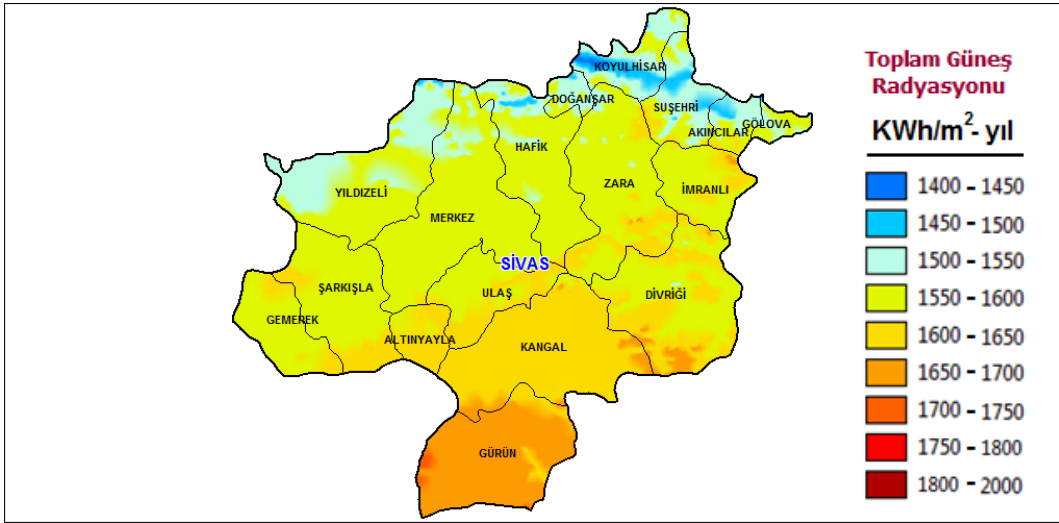
Bölge illerinden güneş potansiyeli en yüksek il Kayseri'dir. Kayseri ilinin güneyinde yer alan kesimleri güneş enerjisi santrali kurulabilecek potansiyele sahiptir. Pınarbaşı, Hacılar, Sarız, Yahyalı ilçeleri ile Develi ve Tomarza'nın bazı kesimleri güneş enerjisi açısından potansiyeli yüksek ilçelerdir.

Şekil 16: Kayseri İli Güneş Potansiyeli



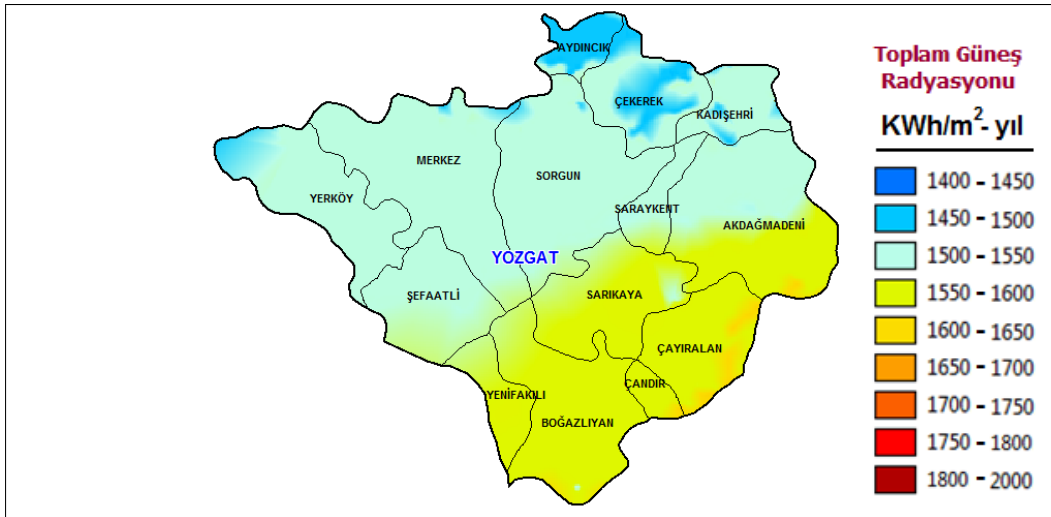
Sivas ili Kayseri'ye oranla daha az güneş almakla birlikte özellikle Gürün ilçesi başta olmak üzere güneş enerjisi santrali kurulabilecek potansiyele sahiptir.

**Şekil 17: Sivas İli Güneş Potansiyeli**



Bölge illerinden Yozgat ise güneş enerjisi potansiyeli en düşük ildir.

**Şekil 18: Yozgat İli Güneş Potansiyeli**



### 3.2.5. Bölge Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Biokütle kaynaklı elektrik enerjisi üretimi ise, odun ve ağaç atıkları ve diğer kentsel atıkların, katı yakıt olarak kullanıldığı elektrik santralleri ile daha çok belediyeler, otoprodüktör şirketleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Kayseri’de de 1.56 MW kurulu güce sahip ve katı atıktan elektrik üreten bir santral bulunmaktadır. Ayrıca bölgede üretilen şekerpancarı, buğday vb. tarımsal ürünler biyokütle enerjisi için potansiyelin varlığına işaret etmektedir. Diğer yandan bölge hayvan varlığı da büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanı varlığına dayalı olarak; biyogaz üretilebilceğini göstermektedir.

## 4. ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜ

### 4.1. Sektörün Tanımı ve Sektör Hakkında Bilgiler

Enerji ekipmanları sektörü, gerek fosil yakıtlardan gerekse yenilenebilir kaynaklardan enerji elde etmek için, elektrik santrallerinde kullanılan bütün makine ekipman ve yardımcı malzemeleri kapsamaktadır. Kömür, doğalgaz, petrol ve katı atıkların kullanıldığı termik santraller, su kaynaklarından yararlanılarak elektrik üretilen hidrolik santraller, nükleer enerji santralleri ve yenilenebilir kaynaklardan yararlanılarak kurulan elektrik üretim santrallerindeki (rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, hidrojen) bütün makine, teçhizat, üretime yardımcı malzemelerle birlikte, elektriğin iletim ve dağıtım için gerekli ekipman ve malzemeler de bu sektör içerisinde değerlendirilmektedir. Genel olarak, enerji üretim ekipmanlarının Elektromekanik Sanayi içerisinde değerlendirildiği ifade edilmekle birlikte, Türkiye’de henüz enerji ekipmanlarını tamamen içine alan bir üretim ya da dış ticaret sektörü sınıflandırması, tanımı ve açıklaması yoktur. Bu nedenle, enerji ekipmanları ile ilgili bu çalışma, birçok sektör içerisinde ayırım yapılmaya çalışılarak gerçekleştirilmiştir.

Enerji sektörünün gelişimine ve değişimine doğrudan bağımlı olarak ortaya çıkmış olan ve gelişen enerji ekipmanları sektörü, verimliliği artırmaya ve üretimi kolaylaştırmaya yönelik olarak teknolojik anlamda sürekli yenilenmekte ve değişmektedir.

Enerji Ekipmanları Sektörü, enerji sektörüne doğrudan bağımlı olduğu kadar, üretiminde kullanılan malzemeler ve teknoloji gereği İmalat Sanayinin pek çok alt dalıyla da ilişki içerisinde. Sektör, İmalat Sanayi alt dallarından Ana Metal Sanayi, Elektrikli Teçhizat İmalatı, Bilgisayarların, Elektronik ve Optik Ürünlerin İmalatı, Makine ve Ekipmanların Kurulumu ve Onarımı, Başka Yerde Sınıflandırılmamış Makine ve Ekipman İmalatı sektörleriyle doğrudan ilişkili olup, bu sektörlerdeki teknolojik gelişmelere de doğrudan bağımlı durumdadır.

Ülkelerin kalkınmasında teknolojinin etkisini yadsımak mümkün görünmemektedir. Teknolojik ilerlemenin en çok ihtiyaç duyduğu unsur ise, bilgi birikimi yanında, kaliteli ve kesintisiz enerjidir. Bilgiyi en iyi şekilde işleyip teknoloji aracılığı ile en hızlı sürede alıcıya sunabilen üretim birimi ya da üretim sektörü, yoğun rekabetin yaşandığı dünya piyasalarında ayakta kalabilmekte, güçlenmektedir. Enerji açısından dışa bağımlılığı en az olan, kendi kendine yetebilen ülkeler için de durum benzer şekilde işlemektedir. Ülkeler ekonomik gelişmişliklerini bu yolla yaşamlarına refah olarak aktarabilmektedirler. Uluslararası

rekabette, sınırlı ve giderek pahalanan kaynaklar, enerjiyi etkin kullanan ülkelere avantaj sağlamaktadır.

Genel olarak enerji sektörüne bakıldığında, **Türkiye, dünya ülkeleri arasında** (BP Statistical Review of World Energy-June 2011 verilerine göre);

- ✓ Birincil enerji tüketiminde 21. sırada (%0.9 pay),
- ✓ Elektrik tüketiminde 20. sırada (%1 pay),
- ✓ Dünya doğalgaz tüketiminde 24. sırada (%1.2 pay),
- ✓ Hidroelektrik enerji tüketiminde 12. sırada (%2 pay),
- ✓ Kömür üretiminde 11. sırada (%0.5 pay),
- ✓ Kömür tüketiminde 15. sırada (%1 pay),
- ✓ Jeotermal enerji kapasitesi açısından 14. sırada (%0.7 pay),
- ✓ Güneş enerjisi kapasitesi açısından 29. sırada,
- ✓ Rüzgâr enerjisi kapasitesi açısından 16. sırada (%0.8 pay) yer almaktadır.

Farklı çalışmalarda farklı rakamlar ortaya çıkmakla birlikte (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nin raporlarında da farklı rakamlara rastlanmaktadır), Türkiye'nin enerji kaynaklarına göre, yerli ve yenilenebilir enerji potansiyelinin aşağıdaki gibi olduğu tahmin edilmektedir:

- Yerli kömüre dayalı elektrik enerjisi potansiyeli 18,600 MW,
- Hidroelektrik potansiyeli 36,000 MW,
- Rüzgâr enerjisi potansiyeli 48,000 MW,
- Güneş enerjisi potansiyeli 50,000 MW,
- Jeotermal enerji potansiyeli 600 MW,
- Biyokütle enerjisi potansiyeli 8,000 MW.

Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Aynı şekilde Türkiye, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğalgazda Çin'den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi konumundadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yapılan projeksiyonlar bu eğilimin orta ve uzun vadede de devam edeceğini göstermektedir.

Ülkemizin birincil enerji talebi 2011 yılında yaklaşık 115 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji talebi içerisinde kömürün payı yüzde 31, doğalgazın payı yüzde 32, petrolün

payı yüzde 27, hidrolik enerjinin payı yüzde 4 ve yenilenebilir ve diğer enerji kaynaklarının payı yüzde 6'dır.

2002 yılında 31,846 MW olan elektrik enerjisi kurulu gücümüz 2011 yılında yüzde 66 oranındaki artışla 52,911 MW'a ulaşmıştır. Ayrıca ülkemizde 2002 yılında 300 olan elektrik üretim santrali sayısı, 2011 yılı sonu itibarıyla 643'e yükselmiştir. (ETKB, 2013 Yılı Bütçe Sunumu)

**Orta Vadeli Program, Strateji Belgesi** ve açıklanan **2023 Yılı Hedefleri'**ne göre, Türkiye'nin enerji sektörüne ilişkin hedefleri, arz güvenliğini sağlamaya yönelik olarak şöyle belirlenmiştir:

- Bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarının tümünün 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi amacıyla değerlendirilmesi,
- Nükleer güç santrallerinin kurulması yönündeki çalışmaların hızlandırılması, 2023 yılına kadar 2 nükleer santralin devreye alınması ve 3. nükleer santralin inşasına başlanması,
- 2023'e kadar elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının yüzde 30'a çıkarılması, doğalgazın payının yüzde 30'a düşürülmesi, enerji ihtiyacının yüzde 30'unun kömürden ve kalan yüzde 10'unun da nükleer enerjiden sağlanması,
- Türkiye'nin hidrolik santrallerden elde edilebilecek enerji potansiyelinin (36,000 MW) tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması,
- Rüzgâr enerjisindeki kurulu gücümüzün 20,000 MW'a çıkarılması,
- 600 MW'lık jeotermal potansiyelimizin tümünün 2023 yılına kadar işletmeye alınması,
- Güneş enerjisinin, elektrik üretimi için de kullanılmasının yaygınlaştırılması ve güneş enerjisinde 3,000 MW kurulu güce ulaşılması hedefleri yer almaktadır.

Ayrıca 2023 yılında elektrik enerjisi kurulu güç kapasitemizin 100 bin MW'a ve toplam elektrik enerjisi üretimimizin 500 milyar kWh'e yükseltilmesi hedeflenmektedir. 2023 hedefi genel olarak petrol ve doğalgaz ithal etmeyen bir Türkiye'dir.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) tarafından yapılan **Üretim Kompozisyonu (2011-2030) Senaryolarına** göre de;

- Hidroelektrik potansiyelin ve yerli kömür potansiyelinin tamamının kullanılacağı,
- Petrol yakıtlı santrallerin kurulu gücünün azami 5,000 MW; nükleer santrallerin kurulu gücünün 12,000 MW olacağı varsayılmıştır.

- Fosil yakıt ağırlıklı senaryoda, yenilenebilir ağırlıklı senaryoya ilaveten 10,000 MW doğalgaz ve 5,000 MW ithal kömür yakıtlı termik santral kurulacağı öngörülmüştür.
- Yenilenebilir ağırlıklı senaryoda ise, fosil yakıt ağırlıklı senaryoya ilaveten 25,000 MW RES, 9,000 MW GES ve 8,000 MW biyokütleyle dayalı santral kurulacağı varsayılmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin olarak kullanımını sağlamaya yönelik olarak, 2 Kasım 2011 tarih ve 28103 sayılı Mükerrer Resmi Gazetede yayımlanmak üzere, ETKB bünyesinde, “Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü” kurulmuştur.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı yüzde 72 düzeylerine yükselmiştir. 1990'dan itibaren yıllık enerji talep artışı ortalama yüzde 4.6, 2002-2011 yılları arasında ise yüzde 4.3 ile yüzde 9 arasında olmuştur (2009 yılı hariç). 2021 yılına kadar yıllık elektrik talep artışının, düşük senaryoya göre yüzde 6.5 ve yüksek senaryoya göre ise yüzde 7.5 olacağı tahmin edilmektedir. Bu tahminler ışığında, Türkiye'nin 2021 yılındaki enerji ihtiyacının düşük senaryoya göre 424,780 GW, yüksek senaryoya göre ise 467,260 GW olması beklenmektedir.

Türkiye, enerji açısından dışa bağımlı bir ülke konumunda olmanın yanında, aynı zamanda enerji ekipmanları açısından da oldukça yüksek oranda dışa bağımlı bir yapı sergilemektedir. Türkiye'nin ileriye yönelik enerji ihtiyacı, ülkede yapılması planlanan enerji yatırımlarının ve dolayısıyla enerji ekipmanları ihtiyacının da hacmini belirleyecektir.

EPDK analizlerine göre; Türkiye'de 2010-2023 döneminde yapılacak enerji yatırımlarının toplamının 120-130 milyar USD, 2030 yılına kadar ise 225-280 milyar USD'yi bulacağı tahmin edilmektedir. Yatırım tutarlarının asgari yüzde 60'ının makina ve ekipman alımına ait olacağı varsayımıyla, yirmi yıllık dönemde 225- 280 milyar USD olması tahmin edilen enerji yatırımlarının 135-168 milyar USD'lik bölümünün makine ve ekipmana harcanacağı söylenebilmektedir. Bu durumda her yıl 7-8.5 milyar USD'nin enerji makine ve ekipman ithalatı için yurt dışına ödenmesi kaçınılmaz görünmektedir. Enerji üretim ekipmanlarının yerli üretiminin yapılabilmesinin yolları aranırken, enerji yatırımlarında ihtiyaç duyulan özellikle tasarım, avan (ön proje) ve detay mühendislik, teknik iş gücü ve müteahhitlik hizmetlerinin yerli kuruluşlarca yurt içinden karşılanması da çok büyük önem taşımaktadır. (Türkiye'nin Enerji Görünümü, TMMOB, 2012)

Uluslararası istatistik sınıflandırmalarında, doğrudan enerji ekipmanlarını hedef alan istatistik numaraları bulunmamaktadır. Ancak, incelemelerimiz sonucunda, enerji ekipmanları ile ilgili

olarak tikel veriler elde edilmiş, sektör hakkında genel bir fikir vermesi açısından, Türkiye'nin bu alandaki dış ticaret verileri, çalışmamızın başında, aşağıdaki tabloda verilmiştir. Daha ayrıntılı kalemler itibarıyla veri sağlayabilmek amacıyla, NACE Revize 2 verileri, ISIC Revize 4 sınıflandırmasına dönüştürülmüştür.

**Tablo 24: Türkiye'nin Enerji Ekipmanları İhracatı\* (1,000 USD)**

NACE	ISIC	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>25.30</b>	<b>25.13</b>	9,181	14,450	18,246	27,570	22,861	40,781
<b>27.11-27.12</b>	<b>27.10</b>	389,440	482,879	731,446	882,621	1,248,917	1,654,341
<b>27.20</b>	<b>27.20</b>	43,746	53,205	58,726	68,021	90,560	156,666
<b>27.31</b>	<b>27.31</b>	30,371	22,024	21,402	23,807	31,195	46,303
<b>27.32</b>	<b>27.32</b>	461,790	480,560	536,339	676,267	1,005,092	1,399,491
<b>27.33</b>	<b>27.33</b>	3,051	4,690	4,460	5,320	8,774	11,919
<b>28.11</b>	<b>28.11</b>	19,422	21,885	52,910	107,609	64,879	88,086
<b>28.12</b>	<b>28.12</b>	3,742	7,966	11,859	20,704	28,112	49,877
<b>28.13-(28.14)</b>	<b>28.13</b>	171,251	211,211	297,546	362,416	469,545	705,432
<b>35.11-35.12-(35.13-35.14)</b>	<b>35.10</b>	15,841	20,090	60,171	103,444	123,570	168,804
<b>TOPLAM</b>		<b>1,147,834</b>	<b>1,318,959</b>	<b>1,793,106</b>	<b>2,277,778</b>	<b>3,093,506</b>	<b>4,321,701</b>
NACE	ISIC	2008	2009	2010	2011	2012	2013(**)
<b>25.30</b>	<b>25.13</b>	53,694	57,500	37,032	63,033	49,760	12,381
<b>27.11-27.12</b>	<b>27.10</b>	2,149,538	1,896,789	1,956,819	2,227,195	2,336,272	415,123
<b>27.20</b>	<b>27.20</b>	194,861	155,847	190,048	230,416	250,515	62,695
<b>27.31</b>	<b>27.31</b>	60,979	48,546	46,081	58,295	52,912	7,537
<b>27.32</b>	<b>27.32</b>	1,720,801	1,162,633	1,535,830	1,982,196	2,038,613	309,400
<b>27.33</b>	<b>27.33</b>	17,214	16,184	19,034	23,558	23,541	4,114
<b>28.11</b>	<b>28.11</b>	135,914	57,421	49,372	45,596	49,665	9,594
<b>28.12</b>	<b>28.12</b>	55,962	49,219	47,697	58,611	56,101	6,634
<b>28.13-(28.14)</b>	<b>28.13</b>	815,997	629,318	778,760	968,613	1,034,493	171,220
<b>35.11-35.12-(35.13-35.14)</b>	<b>35.10</b>	73,300	139,682	181,138	148,734	190,202	144
<b>TOPLAM</b>		<b>5,278,260</b>	<b>4,213,137</b>	<b>4,841,812</b>	<b>5,806,249</b>	<b>6,082,075</b>	<b>998,842</b>

**(\*) ISIC Revize 4 Sınıflandırmaları**

- 2513 Buhar Jeneratörü İmalatı (Merkezi Isıtma Sıcak Su Kazanları Hariç)
- 2710 Elektrik Motoru, Jeneratör, Transformatör İle Elektrik Dağıtım Ve Kontrol Cihazlarının İmalatı
- 2720 Akümülatör ve Pil İmalatı
- 2731 Fiber Optik Kabloların İmalatı
- 2732 Diğer Elektronik Ve Elektrik Telleri ve Kablolarının İmalatı
- 2733 Kablolamada Kullanılan Gereçlerin İmalatı (Wiring Devices)
- 2811 Motor Ve Türbin İmalatı
- 2812 Akışkan Gücü İle Çalışan Donanımların İmalatı
- 2813 Diğer Pompa, Kompresör, Musluk ve Vana İmalatı
- 3510 Elektrik Enerjisinin Üretimi, İletimi ve Dağıtımı

**(\*\*): Ocak-Şubat toplamıdır.**

**Kaynak: TÜİK**

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi, Türkiye'nin enerji ekipmanları ihracatı, 2002 yılında 1.2 milyar USD civarında iken, yıllar itibarıyla giderek artmış, 2005 yılında 2.3 milyar USD, 2007



yılında 4.3 milyar USD, 2010 yılında 4.8 milyar USD ve 2012 yılında ise 6 milyar USD düzeyine yükselmiştir.

**Tablo 25: Türkiye'nin Enerji Ekipmanları İthalatı (1,000 USD)**

NACE	ISIC	2002	2003	2004	2005	2006	2007
25.30	25.13	279,405	98,735	46,634	61,887	77,396	126,379
27.11-27.12	27.10	960,285	1,021,819	1,354,536	1,543,113	1,880,860	2,480,479
27.20	27.20	66,717	74,033	104,707	123,190	137,161	182,013
27.31	27.31	32,253	38,048	62,951	82,598	85,705	86,725
27.32	27.32	127,390	111,356	155,492	213,083	325,534	388,828
27.33	27.33	7,081	5,162	7,961	6,856	5,766	10,639
28.11	28.11	596,018	403,710	512,634	626,313	527,655	646,675
28.12	28.12	13,683	26,465	25,634	41,298	56,296	81,510
28.13-(28.14)	28.13	589,766	807,180	1,190,252	1,295,927	1,627,163	2,014,596
35.11-35.12-(35.13-35.14)	35.10	128,215	43,453	15,683	18,208	18,204	21,519
<b>TOPLAM</b>		<b>2,800,814</b>	<b>2,629,961</b>	<b>3,476,484</b>	<b>4,012,474</b>	<b>4,741,739</b>	<b>6,039,364</b>

NACE	ISIC	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
25.30	25.13	205,079	369,971	227,941	140,022	399,784	183,199
27.11-27.12	27.10	3,374,013	3,147,674	3,763,110	4,092,264	4,092,557	741,665
27.20	27.20	218,674	181,709	241,318	337,661	332,744	52,544
27.31	27.31	105,020	95,434	125,584	156,979	143,303	20,683
27.32	27.32	400,894	305,801	377,478	438,357	394,868	63,172
27.33	27.33	21,521	15,425	13,005	9,746	9,246	1,335
28.11	28.11	876,514	1,089,171	1,024,191	993,138	1,094,277	220,504
28.12	28.12	98,269	116,738	99,446	141,474	126,949	15,135
28.13-(28.14)	28.13	2,215,508	1,716,409	2,204,291	2,758,968	2,560,058	434,895
35.11-35.12-(35.13-35.14)	35.10	15,488	17,245	20,455	86,565	255,377	68,247
<b>TOPLAM</b>		<b>7,530,980</b>	<b>7,055,577</b>	<b>8,096,818</b>	<b>9,155,175</b>	<b>9,409,163</b>	<b>1,801,378</b>

(\*): Ocak-Şubat toplamıdır

Kaynak: TÜİK

Tablodan da görüldüğü gibi, Türkiye'nin enerji ekipmanları ithalatı, tüm yıllar itibarıyla ihracatının üzerinde olmuştur. 2002 yılında 2.8 milyar USD olan enerji ekipmanları ithalatı 2005 yılında 4.7 milyar USD, 2007 yılında 6 milyar USD, 2010 yılında 8.1 milyar USD ve 2012 yılında ise 9.4 milyar USD düzeyine yükselmiştir. Rakamlardan da anlaşıldığı üzere, Türkiye, enerji ekipmanları açısından yıllar itibarıyla sürekli olarak dış ticaret açığı vermektedir.

SITC Revize 4 Sınıflandırmasına göre, bulunabilen, enerji üretiminde kullanılan bazı ekipmanların (sınıflandırma sadece enerji ekipmanlarını kapsamamakta ya da farklı enerji kaynaklarından enerji üretiminde aynı ekipmanlar kullanılmaktadır) ihracat ve ithalat tutarları ve istatistik numaraları ise Ek'te verilmiştir.

Yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin tam olarak değerlendirilmesi ve ayrıca üretim için ihtiyaç duyulan enerji ekipmanlarının yurt içinde üretilmesi, ancak ülkenin bunu temel bir politika haline getirmesi ile mümkün görünmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın, özellikle enerjide dışa bağımlılığı azaltma konusunda çalışmaları olduğu bilinmektedir.

Ar-Ge projeleri sonucunda geliştirilecek teknoloji ve çözümlerin, özellikle yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi alanında kullanımı ile bu konulardaki dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB), ETKB ve TÜBİTAK arasında 13 Ağustos 2012 tarihinde imzalanan protokol kapsamında, önümüzdeki 10 yıllık dönem içerisinde Ar-Ge projeleri gerçekleştirilecektir. Bu çerçevede ihtiyaç duyulan yatırımların mümkün olduğu kadar özel sektör tarafından yapılmasını sağlayacak düzenlemelerin hayata geçirilmesi yönünde çalışmalar yürütülmektedir.

Enerji sektöründe olduğu gibi, enerji ekipmanları sektöründe de dışa bağımlılığı azaltma açısından, ilgili kamu kurumları işbirliğinde, yerli üretici sanayi kuruluşları, meslek örgütlerinin katılımıyla; rüzgâr türbinlerinin, fotovoltaik panellerin, yoğunlaştırılmalı güneş elektrik üretim sistemlerinin, jeotermal ekipmanlarının, hidrolik türbinlerin ve kazanların yurt içinde üretimini öngören strateji ve planların hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Yatırım planlamasında ve lisanslamada yerli makine ekipman kullanımına destek verilmesi kaçınılmaz görünmektedir.

**Sonuç olarak**, geleceğe dönük planlar ülkemizin elektrik enerjisi ihtiyacının sürekli arttığına ve buna bağlı olarak enerji ekipman ihtiyacının da sürekli artacağına işaret etmektedir. Teknoloji çağının getirdiği enerji ihtiyacını önceden öngörerek, sadece dışarıya bağımlılığı azaltacak enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ile ilgili değil, aynı zamanda ihtiyaç duyulacak tesislerin kurulmasında kullanılacak makine, teçhizat ile mühendislik faaliyetlerinin de önceden görülerek gerekli yatırımların yapılması önem kazanmaktadır.

## **4.2. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Ekipmanlarının Durumu**

Elektrik enerjisi kömür, doğalgaz, petrol, su, nükleer, rüzgâr, güneş, hidrojen, biyogaz, evsel ve sanayii atıkları gibi diğer enerji kaynakları kullanılarak, mevcut teknolojiler aracılığıyla elde edilmektedir. Fosil yakıtların yakılması sonucu elde edilen ısı enerjisi veya rüzgâr ve sudan elde edilen hareket enerjisi büyük jeneratörler aracılığı ile elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Jeneratörler mekanik enerjiden elektrik üreten makinelerdir. Jeneratörlerde fosil yakıtların, atıkların, doğalgaz veya petrol ürünlerinin yanması veya nükleer tepkimeler sonucu ortaya çıkan buharın basıncı, türbin şaftını döndürerek mekanik enerji ortaya çıkarmakta, bu da jeneratörün içindeki elektromıknatısı döndürerek elektrik üretimini gerçekleştirmektedir. Rüzgâr veya hidroelektrik santrallerinde ise türbin şaftı suyun veya rüzgârın hareket gücü ile döndürülerek elektrik üretilmektedir. Güneşten elde edilen elektrik enerjisi, ya güneş enerjisi toplayıcılarında yoğunlaşan yüksek ısı sonucu ya da silisyumdan yapılan fotovoltaik piller aracılığı ile oluşmaktadır.

Farklı kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi, kaynakların cinsine göre farklı yapıları ve farklı ekipman ve yardımcı malzemeleri gerektirmektedir. Hidroelektrik santraller büyük baraj inşaatını gerektirirken, nükleer santraller denetim mekanizmasının çok gelişmiş olmasını gerektirmekte, buna karşılık güneş santralleri enerji depolama sorunlarının çözümünü bulmaya çalışmaktadır. Dolayısıyla da kullanılan kaynaklara bağlı olarak, santrallerin gerek ilk kuruluş maliyetleri, gerek marjinal maliyetleri farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada enerji ekipmanları, enerjinin elde edilmesinde, kaynak ve ekipman ihtiyacındaki farklılıklar dikkate alınarak, fosil yakıtlar, nükleer yakıt, hidrolik kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yoluyla elektrik enerjisi elde edilmesinde ihtiyaç duyulan ekipmanlar ayrımı yapılarak, dört ana başlık altında incelenmiştir.

### **4.2.1. Fosil Yakıtlardan Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar**

Elektrik üretim santrallerinde fosil yakıtlar olarak; kömür, petrol (sıvı yakıt) ve doğalgaz kullanılmaktadır. Fosil yakıtların dünyada 2009 yılı itibarıyla rezerv durumu sırasıyla kömür için yaklaşık olarak 861 milyar ton, petrol için 188 milyar ton ve doğalgaz için 187 trilyon m<sup>3</sup> olarak ifade edilmektedir. Bu durumda dünyada rezervlerin kömür için 200 yıllık, petrol için 40-45 yıllık, doğalgaz için 60 yıllık bir süre için yeterli olabileceğinden söz edilmektedir. (Emo, 2012)

Fosil yakıtlardan elektrik enerjisi üretiminde benzer görünen ekipmanlar kullanılmakla beraber, katı, gaz, sıvı ayrımından dolayı özellikle yakıtların yanması aşamasında kullanılan ekipmanların özellikleri birbirinden oldukça farklıdır.

Ülkemizin enerji gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayan ve Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi (TEÜAŞ) tarafından işletilen termik santraller, fuel-oil, taşkömürü linyit, motorin, jeotermal ve doğalgaz türünde enerji kaynağı kullanmakta olup sayıları 30'u aşmaktadır. Ayrıca özel sektöre ait fuel-oil kullanan Mersin Termik santrali ile, kamu ve özel kuruluşlar tarafından salt kendi tesisleri için elektrik enerjisi üreten irili ufaklı pek çok otoproduktör termik santral bulunmaktadır.

#### **4.2.1.1. Kömürden Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar**

##### **4.2.1.1.1. Sektörün Tanımı**

Kömür, milyonlarca yıl önce yaşamış olan bitkilerin oluşturduğu bir fosil yakıttır. Dünya kömür kaynakları, rezervlerinin büyüklüğü açısından diğer fosil kaynaklardan 4–5 kat daha uzun ömürlüdür. Kömürün dünya genelinde geniş ve dengeli dağılımı, petrol ve doğalgaza göre daha kolay ulaşılabilir olması, daha güvenli depolanabilir olma özelliği ve daha ucuz olması nedenleriyle halen kömüre dayalı elektrik üretiminin payı, toplam elektrik enerjisi üretimindeki yüksekliğini korumakta olup önümüzdeki yıllarda da yerini koruyacak görünmektedir. Ancak, yeni kömür santrallerinin, yüksek verimli, düşük emisyonlu temiz kömür teknolojilerine (CCT-Clean Coal Tecnologies) dayalı olarak kurulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA), 2012 yılında yayınladığı "yol haritası"nda, 2030 yılına kadar birincil enerji kaynağı olarak kömürün tüketiminin doğalgaz ve petrolden daha fazla olacağı öngörülmektedir (Sevinç, 2013).

Termik santrallerde kullanılan üretim yönteminde, kullanılan kömürün kalori değeri oldukça önemlidir. Özellikle santrallerin kazan üniteleri bu kalori değerine göre farklı şekilde dizayn edilmektedir.

Termik santrallerde genellikle iki üretim sistemi bulunmaktadır. Birinci sistem, sadece elektrik üretecek şekilde türbinin kondenseye bağlı olduğu kondenseli santrallerdir. İkinci sistem ise kombine çevrim sistemi denilen ve elektrik gücü yanında 15 bar'a kadar proses buharı ve ısıtma amaçlı sıcak su da elde edilebilen ısıtma ve güç santralleridir. İkinci tip sistemlerde

yakıttan elde edilen verim yüzde 60-70'lere, hatta karşı basınçlı türbin kullanıldığında yüzde 85'lere kadar çıkabilmektedir. Birinci tip sistemlerde ise kömürün yakılması sonucu ortaya çıkan enerjinin en fazla yüzde 47'si elektrik enerjisine dönüşebilmektedir.

Termik santrallerde yapılan işlemler kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir. (Dolun, 2002)

- i. Kömür kırılır, elenir, öğütülür ve taşıma bantlarıyla kazanlara taşınır.
- ii. Kazanlarda yanan kömürden elde edilen ısı sonucu oluşan buhar basınçlı borularla buhar kızdırıcılarından, buhar türbinlerinin bulunduğu yüksek basınca dayanıklı silindirlere verilir. Diğer taraftan kömürün yanması sonucu oluşan kül, su ve cüruf kazandan atılır. Bacadan ise  $SO^2$  (sülfür dioksit), NO (nitrojen oksit), CO ve  $CO^2$  (karbon monoksit ve dioksit), hidrokarbon gazları dışarı verilir.
- iii. Oluşan yüksek ısı ve basınçtaki buhar, türbin kanatları vasıtasıyla türbin şaftını hızla döndürür. Burada oluşan yüksek ısı buhar kondansatörler vasıtasıyla su ile soğutulur ve oluşan su tekrar buhar olmak üzere yeniden buhar kazanına pompalanır.
- iv. Türbin şaftı sabit tel sargının (statör) içinde dönen elektromıknatıs (rötar) doğrudan bağlıdır; elektromıknatıs hızla dönerek elektrik üretir.

Ticarileşmiş kömür yakma/gazlaştırma teknolojileri şöyle sıralanabilir: (ODTÜ Enerji Grubu, 2011)

- ✓ **Pülverize kömür yakma teknolojisi (PC)**
  - PC boilers
  - Sub-critical-Kritik altı
  - Super-critical-Kritik üstü (SC)
  - Ultra super-critical-Süper kritik üstü (USC)
- ✓ **Akışkan yatak yakma teknolojileri**
  - Kabarcıklı Akışkan Yatak, BFB
  - Dolaşımli Akışkan Yatak, CFB
- ✓ **Entegre gazlaştırıcılı kombine çevrim teknolojisi (IGCC)**
  - Sabit Yatak (Fixed Bed)
  - Akışkan Yatak (Fluidised Bed)
  - Sürüklemeli Yatak (Entrained Bed)

Ayrı bir tesise gerek duymadan kömürün daha iyi yanmasını sağlayarak kükürt dioksit gazının azaltılması amacıyla akışkan yatakta yakma teknolojisi geliştirilmiştir. Bu teknolojiye kömür,

sıcak akışkanlaştırılmış kireçtaşı, kum kül ve/veya tutucu yatağında yakılır. Dağıtıcı plakadan geçen primer hava yatak malzemesini akışkanlaştırır ve yatağa alttan veya üstten beslenen kömürün daha verimli yanmasını ve kireçtaşı aracılığıyla kükürdün tutulmasını sağlar. Yatak sıcaklığı yatak içine yerleştirilen soğutma borularıyla kontrol edilir. Yanma sonucu oluşan kül tekrar yakılmak üzere sisteme geri verilir. Bu teknolojide düşük kaliteli kömürün yanında, kömür madenciliği atıkları, kent çöpleri, ağır yağlar, biomas katı yakıtlar da kullanılabilir. Akışkan yatakta yakma teknolojisiyle sadece elektrik enerjisi üretildiğinde verim yüzde 47'lere çıkabilmekte, kojenerasyon olarak çalıştırıldıklarında ise verim yüzde 60'lara çıkabilmektedir.

Entegre kömür gazlaştırma kombine çevrim teknolojisi, kömürün gazlaştırılması ve üretilen gazın gaz türbinlerinde yakıt olarak kullanılması ilkesine dayanır. Bu tip santrallerde basınçlı kömür gazlaştırma ünitesi, gaz türbinleri ve buhar türbinleri bulunur. Kömür gazlaşma sonucu karbon monoksit ağırlıklı ve hidrojen karışımlı sentetik gaz yakıta dönüşür. Pulverize kömür yakma sistemlerinde verim yüzde 40'ın üzerine çıkmaz iken, bu teknoloji ile yüzde 45 verim ve yüzde 99 sülfür dioksit arıtma verimi elde edilmekte ve Nitrojen Oksit emisyonu 50 ppm'nin altına indirilebilmektedir.

Yakıtın kimyasal enerjisi kazanda meydana gelen yanma sonucu ısı enerjisine dönüşür. Yanma sonucu meydana gelen gazlar (baca gazları) ısılarını konveksiyon ve radyasyon (ışınım) yolu ile kazan borularına vererek boruların içinden geçmekte olan suyun sıcaklığının yükselmesini sağlarlar. Su sıcaklığı kazan basıncının karşılığı olan buharlaşma sıcaklığına eriştiğinde buharlaşma başlar. Bu şekilde meydana gelen su-buhar karışımı genellikle "dom" denilen bir büyük tankta doymuş buhar ve su olmak üzere ikiye ayrılır. Doymuş buhar daha sonra yine baca gazları ile kızdırılır. Su ise tekrar çevrimin başlangıç noktasına gönderilerek yeniden ısıtılır. Kızdırıcılarda mümkün olduğu kadar yüksek sıcaklıklara erişmek arzu edilen bir durumdur, çünkü bu sıcaklık ne kadar artarsa verim de artar.

Termik santrallerde kömür kullanımı için gerekli olan tesisler gaz ya da mazota oranla çok daha önemli ve büyüktür. Kömür kullanılan elektrik santrallerindeki ana bölümler aşağıdaki gibidir. (Başaran, 2013)

### Kömüre Dayalı Termik Santrallerdeki Ana Bölümler

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. Deaerätör (hava alıcı)	21. Tekrar kızdırıcı (Reheater)
4. Step up Trafosu	13. Besleme suyu ısıtıcısı	22. Taze hava girişı
5. Jeneratör	14. Kömür konveyörü	23. Ekonomizer
6. AB Türbini	15. Kömür bunkerı	24. Hava ön ısıtıcı (Luvo)
7. Kondensat pompası	16. Kömür değırmeni	25. Kül tutucu elektrofıltre
8. Kondenser	17. Kazan domu	26. Cebri Çekme fanı
9. OB Türbini	18. Cüruf teknesi	27. Baca

Bir termik santraldeki ana ekipmanlar ise şöyledir:

1. Kazan
2. Buhar Türbini
3. Jeneratör
4. Elektrik ve kontrol sistemleri
5. Kule içi baca

Bir buhar kazanını teşkil eden birimler şunlardır: (Çetinkaya, 2006)

#### 1-Çelik Konstrüksiyon

- a-Kazan taşıyıcı çelik konstrüksiyonu
- b-Kazan dairesi çelik konstrüksiyonu
- c-Kömür bunkerı çelik konstrüksiyonu
- d-Kazan dairesi ızgara sac döşeme merdiven ve korkulukları
- e-Kazan ve bunker binası dış kaplaması

#### 2-İzolasyon

- a-Tuğla işleri
- b-Kazan izolasyonu
- c-Hava ve gaz kanalları izolasyonu
- d-Tanklar borular ve ventillerin izolasyonu

#### 3-Elektrofıltre ve yardımcıları

- a-Çelik konstrüksiyon
- b-Sac gövdeler ve toz toplama bunkerleri

- c-Platformlar, korkuluklar ve merdivenler
- d-Elektrotlar silme mekanizmaları ve donanımları
- e-Elektrik kumanda ve denetim donanımları
- f-İzolasyon ve sac kaplama işleri

#### ***4-Yakıt yağı yakma tesisatı***

- a-Yakıt alma, transfer ve brülör pompaları ve filtreler
- b-Depolama tankları
- c-Yakıt boru donanımı ve izolasyonu
- d-Yakıcılar ve ateşleme sistemi elektrik donanımı
- e-Ölçü denetim aygıtları

#### ***5-Su arıtım sistemi***

#### ***6-Boru sistemi***

#### ***7-Kömür hazırlama tesisleri***

- a-Ön kömür kırıcılar ve elekler
- b-Park makineleri
- c-Kömür taşıyıcı bantları ve çelik konstrüksiyonu

#### ***8-Kömür bunkerleri ve besleyicileri***

#### ***9-Kömür değirmenleri***

- a-Kömür değirmenleri
- b>Sıcak gaz emiş kanalları

#### ***10-Toz kömür yakıcıları ve kanalları***

- a-Toz kömür yakıcıları
- b-Toz kömür kanalları
- c-Cüruf çıkarıcıları

#### ***11-Basınçlı kısımlar***

- a-Buhar domu, askı ve seperatörleri
- b-Kızdırıcılar ve kollektörler
- c-Isıtıcı borular ve kollektörler
- d-Düşüş boruları
- e-Alt kollektörler



f-Eko boruları

g-Kızgın buhar soğutucuları ve su püskürtme sistemi

h-Kazan besleme suyu devresi donanımları

**12-Hava ısıtıcıları**

**13-Kurum üfleyicileri**

**14- Hava ve gaz kanalları**

**15-Fanlar ve pompalar**

**16-Basınçlı hava sistemi**

**17- Cüruf çıkarma ve uçucu kül nakil sistemi**

**18-Duman gazı filtrasyon sistemi donanımları**

**19- Elektrik ve ölçü kontrol kumanda sistemleri ve donanımları**

Görüldüğü üzere, bir buhar kazanının imalatında sanayi ve teknolojinin hemen tüm unsurları kullanılmak zorundadır.

Buhar türbinleri yüksek basınç ve sıcaklığa sahip bir akışkanın ısı enerjisini mekanik enerjiye çeviren termik turbomakinalardır. Buhar türbinlerinde akışkan olarak su buharı kullanılmaktadır. Buhar türbininden elde edilen mekanik enerji genellikle, türbine bir dişli kutusu aracılığıyla bağlanan jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine çevrilirken (Turbo-jeneratör grubu) bazen de bir pompanın tahrikinde de kullanılabilir (Turbo-pompa grubu).

Buhar türbininin önemli kısımları:

- Rotor
- Curtis kanatları
- Güç kanatları
- Stator kanatları
- İç karter
- Dış karter
- Reglaj
- Main stoper
- İnterceptor reheat stoper (bazı tiplerde)

- Pedastal
- İmpeller regülatör
- Radyal yataklar
- Thrust yatak
- By-passlar
- Nozullar
- Glendler
- İnter labirentler
- Karter labirentleri
- Hız governörü
- Stabilizör pistonlar (servo motor)

Jeneratörler, stator ve rotor adı verilen 2 ana bölümden oluşurlar. Stator gövdesi genellikle kaynaklı tiptendir. Gövde içerisine 0.5 mm kalınlığındaki saçların üst üste konulması ile oluşturulan saç paketleri yerleştirilir. Bu saç paketlerinde açılmış oluklara ise stator sargıları döşenir ve mika ya da benzeri yalıtkanlarla birbirlerinden ayrılır. Buhar santrallerinde kullanılan jeneratörlerin stator sargı gerilimleri 10 kV, 15 kV, 22 kV ya da 33 kV gibi değerlerde olabilir. (Başaran 2013)

Transformatörler, gerilim seviyesini ihtiyaca göre yükselten veya düşüren statik elektrik makinalarıdır. Transformatörler basit olarak alaşımli demir saç paket bir nüve üzerine iki grup sargıdan oluşurlar. Santral içinde gerilim seviyesini düşüren çok sayıda güç transformatörü olduğu gibi ölçü aletleri içinde çok sayıda akım ve gerilim transformatörü bulunmaktadır.

Soğutma kuleleri ise genelde üç tiptir:

1. Cebri sirkülasyonlu (fanlı) ıslak tip soğutma kulesi
2. Doğal sirkülasyonlu (hiperbolik) ıslak tip soğutma kulesi
3. Kuru tip soğutma kulesi

#### **4.2.1.1.2. Dünyada Kömür Yakıtlı Termik Santraller**

Kömür yakıtlı termik santraller vasıtasıyla elektrik üretimi dünyada rağbet görmeye devam etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) yaptığı değerlendirmelere göre, gelecek 25 yıl içerisinde dünya kömür tüketiminin yüzde 25 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Örneğin Çin'de kömür kaynaklı termik santrallerin elektrik üretimindeki payı yüzde 70 düzeyindedir. IEA, Çin'deki kömür ile işletilen termik santraller kapasitesinin önümüzdeki 25

yıl içinde 600 gigawatts (GW) bir artış göstermesini beklemektedir. Söz konusu kapasite yükselmesi şu anda Amerika, Japonya ve Avrupa Birliği'nde kurulu olan kömür yakan termik santraller elektrik üretimi toplamının tamamına karşılık gelmektedir. (Ahmet Cangüzel Taner, 2011)

Yürürlükteki Kyoto Protokolü gereği karbon salımları ve karbondioksit emisyonlarının sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması kömürle işletilen termik santraller gelişiminde en büyük bir engel teşkil etmektedir. Kömüre dayalı termik santraller için karbon yakalama ve depolama CCS sistemleri (carbon capture and storage CCS) geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Dünya elektrik üretimi yaklaşık yüzde 40 oranında kömür kaynaklı termik santraller kanalıyla karşılanmaktadır. Avrupa Birliği'nde bu oran yüzde 26 düzeyindedir. Ayrıca, yaklaşık 10 ila 20 yıl içinde küresel kömür santralleri enerji üretimi yüzde 70 seviyesinde iki kat artış göstermiştir.

Enerji teknolojisi pazarında, Batı Avrupa ve Kuzey Amerika üretimleri çok pahalı hale gelmiştir. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika firmalarının yakın bir zamanda kendi yurtiçi piyasalarının dışına mal satamayacakları düşünülmektedir. Son birkaç yıldır Çin, Hindistan, Güney Kore, enerji ve özellikle termik santral piyasasına çok rekabetçi fiyatlarla girmişlerdir. Bununla birlikte, "bugün için" en iyi, en randımanlı, en çabuk, en hızlı sürede inşaa edilebilen santralleri ve ürünleri piyasaya sunamamaktadırlar. (Direskeneli, 2011)

#### **4.2.1.1.3. Türkiyede Kömür Yakıtlı Termik Santraller**

Türkiye, kömür rezervleri açısından pek zengin bir ülke değildir. Ülkemizdeki kömür rezervi 2011 yılı itibarıyla 13 milyar ton civarındadır. Ancak ülkemizde bugüne kadar aranmış ve tespit edilerek ortaya konulmuş en büyük ve en önemli fosil enerji kaynağının kömür olduğu söylenebilmektedir. Şu anda Türkiye'de kömür rezervlerinin bulunduğu ruhsat alanlarının yüzde 90'ı devletin elinde olup EÜAŞ tarafından işletilmektedir. EÜAŞ yıllık kömür üretiminin tamamını termik santrallere tahsis etmektedir. (Sevinç, 2013)

Türkiye'de 2011 yılı sonu itibarıyla kömür yakan santrallerin kurulu gücü 12,845.5 MW'tır. Bunların 8,274.1 MW'ı linyit, 690 MW'ı yerli taşkömürü ve asfaltit, 3,881 MW'ı da ithal kömür kullanmaktadırlar. Bu santrallerin 2011 yılında Türkiye toplam elektrik üretimindeki payları yüzde 27.9'dur. MTA ve TKİ tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda mevcut

rezervler dikkate alınarak yerli kömüre dayalı 18,590 MW'lık ilave santral kurulabileceği hesaplanmaktadır. (ETKB, 2013)

Türkiye'de ilk termik santral 1913 yılında işletmeye giren Silahtarağa elektrik santralidir. 90 yıldır Türkiye'de termik santral işletmesi yapılmakta, teknik üniversitelerimizde buhar türbinleri imalatına ait dersler okutulmakla birlikte, henüz yerli buhar türbini imalatı yapılabilmiş değildir. Buhar kazanları imalat teknolojimiz ise hâlâ oluşmamış durumdadır. (Çetinkaya, 2006)

**Türkiye'nin termik santraller için kazan imalat deneyimi** bulunmaktadır. (Çetinkaya, 2006-Başaran 2013)

- ✓ Şeker Şirketine bağlı Ankara Makine Fabrikası çok sayıda Şeker Fabrikası ve Çimento Fabrikasının kazanlarını VKW lisansıyla yapmıştır. Türkiye Şeker Fabrikaları 20 t/h (7MW) kapasiteden 100 t/h (35 MW) kapasiteye kadar buhar kazanı imal edebilmekteydi. 1974 yılından 1981 yılına kadar 7 adet kazan imal edilerek işletmeye alınmıştır. Ayrıca, Şeker Şirketi 1983 yılından bu yana kurup işletmeye aldığı 10 Şeker Fabrikasında kendi ürünü olan, linyit yakıtını kullanan yüksek basınçlı, kızgın buharlı kazanları imal edip devreye almıştır. Şeker şirketi sanayi tipi buhar kazanlarının imalatı yanında santral tipi buhar kazanlarını da imal edebilmek için gerekli donanıma, yaptığı tevsiat yatırımlarıyla sahip olmuştur. Halen, tek vardiyada 8,000 m<sup>2</sup>/yıl ısıtma yüzeyi (membran duvar) üretim kapasitesine sahiptir.
- ✓ Buhar kazanı üretim teknolojisinde belli bir birikime sahip olan Şeker Şirketi kendi araştırmaları sonucunda akışkan yataklı kazanlar da imal etmiştir. Izgaralı 50 t/h kapasiteli kazan modifiye edilerek akışkan yataklı hale getirilmiştir. Ayrıca Yozgat Şeker Fabrikası'nda 25 t/h (8 MW) gücünde Akışkan Yataklı Kazan 2003 yılında imal ve montajı tamamlanarak işletmeye alınmıştır. Fabrika, özelleştirme kapsamında, şu an ekonomik olarak eskimiş ve küçülmüş durumdadır.
- ✓ 1983 yılında Türkiye'de santral tipi buhar kazanı imalatı yapmak üzere kısa adı BUKAŞ olacak, TEMSAN, GAMA, TÜRKŞEKER, GÜRİŞ ve VKW şirketlerinin iştirakiyle bir şirket kurma girişiminde bulunulmuş, ancak ana sözleşmesi hazırlanan bu girişim başarıya ulaştırılmamıştır.
- ✓ Afşin Elbistan A Santralinin yardımcı kazanı yanında çok sayıda kazan yapan Sungurlar iflas etmiştir.

- ✓ Ankara Gölbaşı'nda Güriş Makine fabrikası Afşin Elbistan A ve Çayırhan Santralleri için önemli miktarda imalat yapmıştır. Şu an kapalıdır.
- ✓ Tuzla'da Alarko'ya bağlı Alamsaş az da olsa santrallerin bazı parçalarını yapmıştır.
- ✓ Mimsan firması Oyka Kağıt için 35 t/h debili ve 59 bar basınçta buhar üreten 6 MW'lık türbini besleyecek bir akışkan yataklı kazanı dizayn ve imal etmiştir. 60 MW'lık türbini besleyecek kazan dizaynı üzerinde çalışmalar olduğu da bilinmektedir.

Son olarak, Milres (Milli Rüzgâr Enerji Sistemi) projesine benzer şekilde, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın koordinasyonunda, bir **Milli Kazan Projesi**'nin altyapısı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar ışığında, bir kazanın temelde 20 civarındaki ayrı yardımcı ünitesi üzerinde şu an teorik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, ilgili kurumlar ve özel sektör temsilcileri birlikte bir Çalıştay düzenleyeceklerdir. Milli Kazan Projesi kapsamında, bir termik santral kazanının aşağıdaki parçaları üzerinde çalışılacaktır. (Sevinç, 2013)

1- Bunker kömür çıkarıcıları	8- Brüden bacaları	15- Soğuk gaz fanları
2- Linyit besleyicileri	9- Islak tip cüruf çıkarıcı	16- Sıcak hava kanalları
3- Resirkülasyon kanalları	10- Döner ızgara	17- Brüden kanalları
4- Linyit değirmenleri	11- Hava önısıtıcı	18- Baca gazı kanalları
5- Ana linyit yakıcıları	12- Taze hava fanları (FD fan)	19- Soğuk gaz kanalları
6- Brüden yakıcıları	13- Kül tutucu elektrofilitre	20- Yağ yakıcılar
7- Kömür tozu filitreleri	14- Cebri çekme fanı (ID fan)	

Kömür santral yatırım maliyeti; yapım yılına, kömür özelliklerine, santral gücüne, santralin yerine, imalatçı ülkeye göre çok değişkenlik göstermektedir.

Yapılan çalışmalara göre; kazan yapımında, malzeme bedelinin yüzde 10'unu kapsayan yurt içinden temin edilebilen malzemeler; soğutma suyu boruları, soğutma kulelerindeki FRP borular, ham su temini sistemindeki çelik borular, vanalar, katodik koruma ekipmanları, emiş filtreleri, kömür bunkerleri, besleyiciler, brülör ve kömür kanalları, hava ve gaz kanalları, çelik konstrüksiyon, merdiven ve platformlar, izolasyon ve kaplama malzemeleri, boya, kül konveyörleri, kaldırma araçları, kablolar, kablo rafları, topraklama ve yıldırımdan koruma ekipmanlarıdır.

Ayrıca, Tübitak Mam (Marmara Araştırma Merkezi) –Odtü –Gama işbirliğinde, biyokütle ve biyokütle/kömür karışımlarını dolaşimli akışkan yatakta yakma teknolojilerinin geliştirilmesi

projesi (day) de bulunmaktadır. Projenin amacı; linyit + biyokütle karışımından kısa ve orta vadede yararlanmak ve enerji üretmek, “Dolaşım Akişkan Yatakta Yakma” teknolojisini ülkemizde geliştirmek, ısı ve elektrik enerjisini birlikte üreterek kojenerasyon sistemlerinin yaygınlaşmasına yardımcı olmak, bu konuda bir enerji üretim-bilgi paketi (know-how) oluşturmaadır.

Günümüzde, küçük boyutlarda kazan tasarımı yapabilen yerli Türk firmaları olsa da ticari boyutta büyük kazan tasarımı yapabilen bir Türk firması mevcut değildir. Türkiye’deki yerli firmaların üzerinde yoğunlaştığı teknolojinin dolaşım Akişkan yatak (CFB- Circulating Fluidised Bed) olduğu görülmüştür. Yeni temiz kömür teknolojileri henüz ülkemizde yaygınlaşmış değildir. Kurulu gücümüzün büyük bir kısmı pülverize kömür teknolojisine dayanmaktadır. (ODTÜ Enerji Çalıştay, 2011)

TÜBİTAK MAM, ODTÜ ve GGS’nin proje ortakları olduğu TÜBİTAK 1007 programı kapsamında desteklenen bir KAMAG projesinde, yerli linyit ve biyokütleyi yakabilecek 1 MWth kapasiteli bir CFB pilot tesisin devreye alınmakta olduğu bilgisi edinilmiştir.

Sektördeki firmalar, Türkiye’nin imalat/çelik konstrüksiyon yerli sanayisinin oldukça güçlü olduğunu, detaylı teknik bilgilerin verilmesi yoluyla yurt dışındaki birçok firma için Türkiye’de fason üretim yapıldığını belirtmektedirler. Bazı firmalar ise gerekli teknik detayların verilmesi durumunda türbin üretecek konumda olduklarını ifade etmektedirler.

İlgili firmalar tarafından ayrıca, son zamanlarda dolaşım Akişkan yatak (CFB) teknolojisine dayalı üniteler kurulmakta olsa da, Türk linyitlerini yakabilecek bir CFB teknolojisinin henüz tam anlamı ile denenmediği, tecrübeli yabancı kazan firmalarının Türk linyitlerini yakabilecek CFB teknolojisine dayalı yüksek kapasiteli buhar kazanları için yüksek risk gördüklerinden yüklenici olarak ana rol almak istemedikleri, yerli kazan dizayn/imalat için yeterli olabilecek yerli firmaların da kamu tarafından yeterli teşvik görmedikleri için böyle bir durumu değerlendirmedikleri de ifade edilmektedir. Bu durum, enerji üretiminde yerli teknoloji geliştirilmesi ve kullanılmasını engellemektedir. Yerli sanayimiz için kazan tasarımı, en önemli başlangıç noktası olarak görülmektedir.

Termik santrallerde elektrik üretiminde kullanılan makine, ekipman, teçhizat ve sistemlerin Türkiye’de üretilebilme durumuna bakıldığında;

- ✓ **Yakıt (kömür) hazırlama sistemleri içerisinde;** bantlı taşıyıcılar, helezon taşıyıcılar, elevatörler, elekler, kırıcılar, değirmenler, döner kurutucular, pnömatik taşıyıcılar, vidalı besleyiciler, yıldız besleyiciler,
- ✓ **Partikül tutma sistemleri içerisinde;** torbalı filtreler, siklonlar, bariyer filtreler,
- ✓ **Su hazırlama ünitelerinde;** demineralize su sistemi, soğutma kuleleri, pompalar (belirli kapasiteye kadar), vanalar,
- ✓ **Enstrümantasyon ve kontrol sisteminde;** sıcaklık ölçerler, seviye ölçerler,
- ✓ **Atık ısı kazanları ve buhar üretiminde;** küçük kapasitede kompresör ve blower, elektrik motorlarının Türkiye’de üretilebildiği,

E-filtreler, basınçölçerler, akış ölçerler, kontrol vanaları, jeneratör, gaz türbini, buhar türbininin ise ülkemizde üretilemediği görülmektedir.

Kömür yakan termik santral kurulumunda, Doğulu firmaların maliyetleri daha düşük ve piyasaya hakim olma konusunda ciddi hedefleri olduğundan, Batılı firmalar teklif vermekten kaçınmaktadırlar. Türkiye piyasasında şu anda Çinli, Hintli, Koreli firmalar egemen durumda bulunmaktadır.

Ancak sektör ilgilileri tarafından, yerli yakıtın/ kömürün ancak yerli mühendislik tasarımları ile en iyi kullanılabilceği düşünülmektedir. Yabancı firmaların santrali kurup, deneme çalışmasını tamamladıktan sonra işini bitirip gittiği, işletmecilerin, çoğu termik santrallerde sorunlarla başbaşa kaldıkları ifade edilmektedir. Oysa yerli firmaların yatırımcıyı her zaman, her bakımda, her arızada memnun etmek, düzgün, etkili, programlı bakım onarım yapmak, yurtiçinde başarılı olmak zorunda olduğu ifade edilmektedir. Sektörde, son yıllarda müteahhitlik hizmetlerinin bile yabancı firmalara verilmeye başlandığı dikkat çekmektedir.

15 Şubat 2013 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan Bakanlar Kurulu Kararı ile kömürün de içinde yer aldığı madenlerin girdi olarak kullanıldığı elektrik üretimi yatırımları, stratejik ve bölgesel yatırımlar bağlamında Yatırımlarda Devlet Yardımları kapsamına alınmıştır. İlgili karar Ek’te verilmiştir.

## 4.2.1.2. Doğalgaz ve Petrolden Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar

### 4.2.1.2.1. Sektörün Tanımı

Doğalgaz yüzde 85-95 oranında metan ve etan, bütan ve propan gibi birçok hidrokarbondan oluşmaktadır. Isıl değeri 8,300-9,400 Kcal/m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Doğalgaz, fosil yakıtlar içinde çevre kirliliğine yol açmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Petrol türevleri olan fuel-oil, motorin, sıvılaştırılmış petrol gazı, nafta gibi ürünler ise 9,600-10,600 Kcal/kg arasında ısı değerlere sahiptirler. Taşınmaları ve depolanmaları aşamalarında dikkatli olunması gerekmekte, sızıntı olması halinde çevre kirliliklerine yol açmaktadırlar. Doğalgaz veya sıvılaştırılmış petrol türevleri kullanan elektrik santralleri kömür santrallerine benzer bir sistemle çalışmaktadır. Sıvılaştırılmış şekilde taşınan doğalgazın veya petrol türevi yakıtların yakılması ile elde edilen ısının buhara dönüşmesi prensibine dayanmaktadır. Ancak bu sistemde yanma sonucu ortaya çıkan gazlar tekrar ısıtmada kullanıldığı için santralin verimi artmaktadır. Özellikle ısı ve elektrik enerjisi üretiminin aynı tesiste yapıldığı birleşik ısı-güç üretim tesisleri veya konjenarasyon sistemlerinde verimlilik oranları yüzde 85-90'lara kadar çıkmaktadır.

Doğalgaz santrallerinde, doğalgazın yanması sonucu oluşan ısı, kabindeki suyu ısıtmakta ve buhar oluşumunu sağlamaktadır. Türbinlere gelen basınçlı buhar ile türbin çarkları dönmekte, oluşan manyetik alan sonucunda elektrik üretilmektedir. Doğalgaz santrallerinin diğer santrallere göre avantajı, doğaya zarar vermemesi, dezavantajları ise yakıt kapasitesinin dünya çapında azalmasıdır. Azalmaya bağlı olarak ise, yakıt maliyeti giderek yükselmektedir.

Gaz türbin çevrimleri açık çevrim (basit çevrim) ve kombine çevrim olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### 1. Açık Çevrim (Başaran, 2013)

Çevre koşullarında hava, kompresör tarafından emilerek sıkıştırılır, basıncı ve sıcaklığı artar. Yüksek basınçlı hava daha sonra, yakıtın sabit basınçta yakıldığı yanma odasına girer. Yanma odasında oluşan yüksek sıcaklıktaki gazlar türbinde 17 çevre basıncına genişler, türbinden çıkan egzoz gazları ise atmosfere atılır. Böylece açık çevrim gerçekleşmiş olur. Açık çevrimde verim yüzde 30-35 mertebesindedir.



## 2. **Kombine Çevrim** (Ümit Ünver-Muhsin Kılıç, 2005)

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. Bu ikinci çevrime gerekli ısı enerjisi sağlayabilmek için kazana genellikle birden çok gaz türbini bağlanır. Ayrıca buhar çevriminde ara ısıtma ve ara buhar alma yapılabilir. Ara ısıtma için enerji, fazladan bir miktar yakıtı oksijen açısından zengin egzost gazlarıyla yakarak sağlanabilir. Bu santrallerde gaz türbinli çevrimlerin üst sıcaklığının yüksek olması ve buhar türbinli çevrimlerin alt sıcaklıklarının düşük olması avantajları birleştirilerek tasarım koşullarında çalışmak üzere kombine çevrim verimi yüzde 50-60 civarında gerçekleştirilebilmektedir.

Her bir kombine çevrim üretim bloku;

- 2 Gaz Türbini,
- 2 Gaz Türbini Jeneratörü,
- 2 Atık Isı Kazanı,
- 2 Kondenser Birimi,
- 1 Buhar Türbini,
- 1 Buhar Türbin Jeneratörü,
- Soğutma Kulesi,
- Şalt ve Kumanda birimlerinden oluşmaktadır.

Üretim blokları birbirinden bağımsız çalışmakla birlikte, ortak tesislerden yararlanmaktadırlar. Farklı iki aşamada gerçekleştirilen enerji üretiminde hava ile karışan doğalgaz, gaz türbinlerinde yanarak, türbinle aynı şalt üzerinde bulunan bir jeneratörü çevirir ve birinci aşama elektrik üretilir. Aynı anda, bu yanmadan oluşan sıcak gazlar atık ısı kazanına gönderilir ve bu ısı ile buhar üretilir. Gerekli basınç ve sıcaklığa ulaşan buhar ise buhar türbinine gönderilir ve türbini döndürür. Buhar türbini ile aynı şaft üzerinde bulunan jeneratör vasıtası ile ikinci aşama elektrik üretilir.

Buhar türbininden çıkan buhar, soğutma kulelerinden gelen soğutma suyu ile kondenserlerde yoğunlaştırılarak, suya dönüştürülür. Kondenserlerin alt bölümünde biriken

yoğuşma suyu tekrar kaynatılmak üzere kazanlara gönderilir. Kazanlarda üretilen buhar, buhar türbinine gönderilerek çevrim tamamlanır.

**Kojenarasyon sistemi**, (CHP), tercihen ısı tüketimi olan yerlerde kullanılan ve aynı zamanda bölge ısıtma ağını yararlı ısıyla besleyebilen elektrik enerjisi ve ısı üretebilen modüler yapıları bir sistemdir. Bu sistem kombine ısı ve güç sistemi ilkesine dayanmaktadır. Elektrik üretme için hareketlendirici olarak yanmalı motorlar, yani dizel veya gaz motorları ve bunun yanında gaz türbinleri kullanan bir sistemdir. Elektrik üretiminden elde edilen atık ısı doğrudan olduğu yerde kullanılır. Bölgesel ısıtma sistemde atık ısı kullanımıyla dahili birincil enerjinin yüzde 80'inden yüzde 90'ına kadar kullanılabilir. Kojenarasyonlar yüzde 40 kadar birincil enerjiyi tasarruf edebilmektedirler.

Geleneksel kojenarasyon birimlerinin beş kilowatt (kW) ile beş megavat (MW) arasında elektrik kapasiteleri bulunmaktadır. 50 kW altında olanlarda Mini Kombine ısı ve güç birimlerinden söz edilirken, 15 kW altında olanlara Mikro Kojenarasyon denir. Mini ve Mikro Kojenarasyonlar hanelerde, küçük işletmelerde ve yerleşim birimlerinde kullanılmaktadır. Kombine ısı ve güç birimleri aynı zamanda ısıtma santrallerinde tipik olarak birkaç yüz MW'lık enerji kapasiteli santrallerde kullanılmaktadır.

Dünyadaki doğalgaz çevrim santralleri ve çevrim santrallerinde kullanılan ekipmanların dünya piyasasındaki hacmi, ithalat ve ihracat durumu konusunda bilgi edinilememiştir.

#### **4.2.1.2.2. Türkiye'de Doğalgaz Santralleri**

Diğer enerji kaynaklarına göre temini kolay ve çevreye etkisi daha az olan doğalgazın ülkemizde birincil enerji kaynağı olarak kullanımı giderek artmaktadır. Yüksek verim ve kısa zamanda işletmeye alma gibi avantajlarından dolayı tercih edilmektedir. Doğalgaz yakıtlı kombine çevrim termik santralleri diğer fosil kaynaklı yakıt kullanan termik, nükleer ve hidroelektrik santrallerine göre daha düşük kurulum maliyeti ile daha kısa sürede işletmeye alınabilmektedirler. (Ümit Ünver-Muhsin Kılıç, 2005)

Türkiye'de doğalgaz santrallerinin toplam kurulu gücü 2011 yılı sonu itibarıyla 19,023.6 MW'tır. Toplam elektrik santrali kurulu gücünün 52,911.1 MW olduğu dikkate alındığında, doğalgaz santrallerinin kurulu gücü toplam kurulu gücün yaklaşık yüzde 36'sını oluşturmaktadır. Doğalgaz santrallerinin elektrik üretimindeki payları ise yüzde 45'e yakındır.

Türkiye’de kurulu olan doğalgaz santrallerinde yerli mühendislik katkısı şöyle sıralanabilir:  
(ODTÜ Çalıştayı, 2011)

Alt yapı projeleri, mimari projeler;

- Makine temelleri, betonarme ve çelik yapı projeleri,
- Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) projeleri,
- Proses dışı elektrik projeleri,
- Yangından korunma ve söndürme sistemleri,
- Bazı mühendislik firmaları tarafından yapılan teknolojik projeler;
- Basınçlı hava tesis ve dağıtımı,
- Yardımcı kazan tesis, yardımcı buhar sistemi
- Sıvı yakıt depolama ve nakil tesisleri,
- Kullanma ve soğutma suyu teminleri, getirilmesi ve dağıtımı,
- Denizden su alma, temizleme ve deşarj tesisleri,
- Kül ve katı atık uzaklaştırma ve depolama (kül barajı) tesisleri,
- Kömür stoklama, hazırlama ve nakil tesisleri,
- Doğalgaz temini ve basınç düşürme, filtreleme ve ölçme istasyonları,
- Su arıtma ve demineralizasyon tesisleri,
- Teknolojik atık ve evsel atık arıtma tesisleri,
- Proses borulaması uygulama projeleri.
- Enerji nakil ve şalt tesisleri projeleri,
- Her türlü vinç ve kaldırma ekipmanları projeleri.

Bazı mühendislik firmaları tarafından yapılan teknolojik projeler;

- Santralin genel yerleşim projeleri,
- Santral ekipmanlarının teknik ve satın alma şartnameleri,
- Santral ekipmanları test ve kabul şartnameleri,
- Proses borulama
- Gaz kanalları
- Santralin ısı, buhar ve su balansı,
- Ana proses bölümü genel yerleşimi, elektrik, enstrüman ve borulama projeleri,
- Santral kontrol ve kumanda sistemi projeleri,
- Santral işletmeye alma prosedürleri.

Yukarıda genel hatları ile sıralanan proses mühendisliği, genelde yurt dışı firmalardan temin edilmekte iken, son yıllarda özel sektör yatırımlarının da artması ile yerli mühendislik firmaları da konu üzerinde çalışma fırsatı bulmuştur.

Doğalgaz santrallerinde elektrik üretiminde kullanılan makine, ekipman, teçhizat ve sistemlerin Türkiye’de üretilebilirlik durumları aşağıda verilmiştir:

- ✓ Gaz türbin yakıt besleme, yağlama, soğutma, buhar türbin yağlama, soğutma sistemleri, YB ve AB boru askı sistemleri, sıvı yakıt sistemleri, su arıtma sistemleri, şalt sistemi, trafolar, yangın söndürme sistemi, kablolar/panolar, HVAC sistemleri, izolasyon malzemeleri, gaz kanalları, baca, merdiven ve platformlar yerli yapılabilmekte, doğalgaz sistemleri, atık ısı kazanları, basınçlı hava sistemleri, proses boruları, elektrik motorları, enstrümantasyon sistemleri, binalar, vanalar, pompalar kısmen yerli yapılabilmektedir.

Türkiye'nin içinde bulunduğu imalat düzeyi, pek çok makine ve ekipmanın yerli olanaklarla gerçekleştirilmesini mümkün kılabilir görünmektedir. Ancak bu yapının mühendislik hizmetleri ile desteklenmesi gerekir. Münferit olarak makine imalatı mümkün olmasına rağmen işin bir tesis haline getirilmesi, işletilmesi ve garantilerinin verilmesi ancak mühendislik desteği ile mümkün olmaktadır. Türkiye'de bazı hammaddelerin ve özel alaşım çeliklerin üretilmeyişi de bir darboğaz gibi görülmektedir. Bu alanlarda faaliyet gösteren yerli üretici firmalar aşağıdadır:

- Su arıtma sistemleri; EKE, Hidro Dizayn,
- HVAC; Airfel, Alarko,
- Trafolar; Areva, ABB, Best,
- Valfler; Valfttek, Vanasan, Burçelik, Vastaş,
- Pompalar; Mas,
- Borular; Borusan, Noksel,
- Kablolar; HES, Vatan, Yapıtaş, Sanko, ZM, Else, Klas,
- Çelik imalat genel; Çimtaş, Ekon, Gülermak (Bu konuda oldukça fazla üretici vardır),
- Prefabrik boru imalatı; Çimtaş,
- Gaz kanalları, baca; Çimtaş, Ekon, Toros.

Bu alanlarda faaliyet gösteren yerli müteahhit firmalar ise Enka, Gama, Teknotes, Tokar, Tekfen, Güriş, Prokon, Zorlu gibi firmalardır.

Yerli teknoloji üretiminde potansiyel alanlar ve yapılmakta olan çalışmalar ise şöyle sıralanmaktadır:

- Enka, Gama gibi firmaların DGKÇ (Doğalgaz Kombine Çevrim) Santralleri tesisi konusunda uluslararası sorumluluk almaları yerli katkı oranını artıracaktır.
- EÜAŞ, TTGV ve Ostim, Enerji Sektöründe yerli üretim konusunda Teknoloji Platformu kurmuşlardır.
- TEMSAN, EÜAŞ'a bazı imalatlar yapmaktadır.

- TÜBİTAK-MAM, EÜAŞ'la yaptığı işbirliği protokolüyle Ambarlı ve Habitabat Santralleri için daha önce ithal edilen çok sayıda parçayı imal etmiştir ve bu parçalar hâlâ kullanılmaktadır.

Termik santraller için, komple kazan ve buhar makineleri üreten bir firmanın bulunmayışı, santrallerin anahtar teslimi olarak yurt dışı firmalara yaptırılmasına neden olmaktadır. Oysa ülkemizde, kömür kazanında olduğu gibi, doğalgaz kazanının da pek çok parçasını üretebilecek firma sayısı oldukça fazladır. Son yıllarda, tüm enerji ekipmanlarında olduğu gibi, fiyat rekabeti nedeniyle gerek yeni kurulum gerekse bakım onarım işlemleri Çin ve Uzak Doğu menşeli firmalar tarafından yapılmaktadır.

#### **4.2.2. Nükleer Enerji Ekipmanları**

##### **4.2.2.1. Sektörün Tanımı**

Uranyum, plutonyum, toryum gibi ağır atom çekirdeklerinde bulunan proton ve nötronları bir arada tutan enerjinin, çekirdeğin bölünmesi (filyon) ile ortaya çıkması sonucu büyük bir ısı oluşmaktadır. Nükleer santraller, atom çekirdeğinin bölünmesi sonucu açığa çıkan ısı enerjisinin, termik santrallere benzer şekilde, önce mekanik enerjiye sonra elektrik enerjisine çevrildiği sistemlerdir. 1,000 MWe gücündeki bir nükleer reaktör, yılda yaklaşık olarak 27 ton ( $7 \text{ m}^3$ ) kullanılmış yakıt üretmektedir. (Dolun, 2011)

Nükleer santraller reaktörün soğutma sistemlerine göre üç grupta toplanabilirler.

##### **1. Su soğutmalı reaktörler-basınçlı su reaktörleri**

- a. Su soğutmalı ve su yavaşlatıcılı reaktörler
- b. Ağır su soğutmalı ve ağır su yavaşlatıcılı reaktörler
- c. Kaynar sulu reaktörler
- d. Su soğutmalı ve su yavaşlatıcılı reaktörler
- e. Su soğutmalı ve grafit yavaşlatıcılı reaktörler

##### **2. Gaz soğutmalı reaktörler**

##### **3. Sıvı metal soğutmalı reaktörler**

Bu reaktörlerde nükleer yakıt olarak genellikle uranyum kullanılmaktadır. Uranyum madeni önce arıtılır. Daha sonra özel bir uranyum atomu eklenerek zenginleştirilir. Zenginleştirilmiş uranyumdan küçük topaklar yapılır, bu topakların bir araya getirilmesi ile uranyum çubukları oluşturulur. Oluşturulan bu çubuklar, nükleer filyon tepkimelerinin olduğu reaktör korunda yüksek ısı meydana getirir. Oluşan yüksek ısı reaktör korununun soğutulması için verilen basınçlı

suyun buharlaşmasını ve yüksek basınçlı buharda türbinleri döndürerek elektrik üretimini sağlar. Türbinlerden gelen buhar soğuk su ile soğutularak tekrar suya dönüştürülür, bu su tekrar buhar jeneratörüne pompalanır. Nükleer santraller, genel bir ifade ile komplike bir buhar türbini olarak adlandırılabilir. Nükleer santrallerde kullanılan yakıtların radyoaktif olması en önemli sorunu oluşturmaktadır.

Santrallerin tipine ve teknolojisine bağlı olarak çeşitlilik göstermekle beraber nükleer santrallerde radyoaktif atıklar, uranyum parçalanması sırasında meydana gelen katı, sıvı ve gaz halindeki atıklardır. Radyoaktif atıklar yanında, tesisin güvenli çalışmaması, aşırı ısınma sonucu reaktörün patlama olasılığı yeni nükleer santrallerin yapım kararlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sorunu çözmek için değişik teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Nükleer enerji üretimi için, nükleer ada ve konvansiyonel ada kurulumu, elektrik jeneratör seti, buhar türbini, buhar jeneratörü, akümülatör gibi ekipmanlar gerekirken, özellikle inşaat süreci oldukça zor ve pahalıdır.

#### **4.2.2.2. Dünyada Nükleer Santraller**

2011 yılı itibarıyla, dünya çapında 443 nükleer santral faaliyette bulunmaktadır. Santrallerin 104'ü (%23.5) ABD'de, 58'i (%13.1) Fransa'da, 54'ü (%12.2) Japonya'da, 32'si Rusya'da, 21'i Kore'de, 20'si Hindistan'dadır. Nükleer enerji santrallerinin yaklaşık yüzde 90'ı 22 ülkede yoğunlaşmıştır. Nükleer santrallerin toplam kurulu gücü, 375,374 MW(e)'dir. Yine dünya çapında, kapalı 125 nükleer santral ve yapım aşamasında da 64 nükleer santral (62,562 MWe) bulunmaktadır. Nükleer enerji santrali yapımında son yıllarda oldukça hissedilir derecede bir azalış söz konusudur. (Friedrich Ebert Stiftung Derneği, 2012)

Bu santraller dünyanın toplam elektrik ihtiyacının yüzde 15'ini karşılayabilecek kapasitede çalışmaktadırlar. Örneğin; Fransa, elektrik ihtiyacının yüzde 77'sini nükleer reaktörlerinden sağlamaktadır.

Nükleer enerji santrali kurulumunun oldukça pahalı ve zor bir iş olduğu bilinmektedir. Belli büyüklükteki basınçlı tankların dünyada tek bir Japon firması tarafından yapılabildiği, ABD'de nükleer santralini tamamen kurabilecek bir firmanın bulunmadığı, Avrupa'daki nükleer santrallere buhar türbinlerinin de Japonya'dan geldiği ifade edilmektedir.

Nükleer santrallerin yapımında 550,000 parça kullanılmaktadır. Bu parçalar, ana kategorilerde birleştirildiğinde 3,500 kategori oluşmaktadır. Nükleer Santral projelerinin

yapımında en büyük pay inşaat, elektrik-elektronik aksam ve mekanik ekipman sektörlerine düşmektedir.

Nükleer Santrallerin yapımında kullanılan ekipmanlar güvenlikleri yönünden 4 sınıfa ayrılmaktadır. 1. ve 2. sınıf ekipmanlar (reaktörler, buhar üreteçleri, ana pompalar) nükleer güvenlik yönünden çok kritik ekipmanlar olup bu ekipmanlar, Dünya Atom Enerjisi Kurumu (International Atomic Energy Agency - IAEA) tarafından onaylı şirketler tarafından üretilmektedir.

İçerdiği tehlike nedeniyle, nükleer santraller büyük ölçüde devletlerin sahipliğinde ve sıkı gözetiminde işletilmektedirler.

#### **4.2.2.3. Türkiye’de Nükleer Enerji Ekipmanları**

Türkiye’de, nükleer enerjinin hayata geçirilmesi ile ilgili ilk mevzuat 1959 yılında hazırlanmış ve ilk olarak 1968 tarihli Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda dile getirilmiştir. Ancak, farklı zamanlardaki girişimler başarıya ulaşamamıştır. 1962 ve 1979 ve 1981’de olmak üzere üç araştırma reaktörü devreye sokulmuştur. 1982 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) kurulmuştur. Nükleer güç santrallerinin kurulması ve işletilmesi ile enerji satışına ilişkin, 9 Kasım 2007 tarihli kanun Ek 5’te verilmiştir.

1973’te bir nükleer reaktör prototipi planlanmış ve 1976’da Akkuyu’da kurulmak üzere 600 MW’lık ruhsat alınmıştır. Karşıt düşünceler ve siyasi ortam nedeniyle iptal edilen proje, 2004 yılında tekrar canlandırılmış ve 2010 yılında Türk ve Rus Hükümetleri arasında bu konuda bir anlaşma imzalanmıştır.

Nükleer güç santrali kurma fikri asıl olarak Türkiye ile Rusya Federasyonu arasında Akkuyu Sahasında Bir Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma’nın 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmasıyla gerçekleşmeye başlamıştır. Söz konusu Anlaşma, 15 Temmuz 2010 tarihinde TBMM Genel Kurulu tarafından kabul edilmiş, 6 Ekim 2010 tarihli ve 27721 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Adı geçen Anlaşmanın gerçekleştirilmesi kapsamında Proje Şirketi, 13 Aralık 2010 tarihinde Ankara’da Akkuyu NGS Elektrik Üretim A.Ş. adı ile kurulmuştur.

Akkuyu NES’in, 4,800 MW toplam kapasiteli 4 reaktörden oluşması ve yaklaşık 20 milyar Dolara malolması beklenmektedir. Santrali Rus firması işletecek ve enerjiyi Türkiye’ye 15 yıl boyunca 12.35 sent/kws sabit fiyatıyla satacaktır.

5,600 MW'lık (dört reaktör) ikinci bir nükleer santralin Sinop'ta kurulması planlanmaktadır. Dünya çapında planlanan 158 nükleer santralin 4'ünün Türkiye'de yapılması planlanmaktadır. Ülkemizde nükleer karşıtı hareketler oldukça yoğundur.

Ülkemizde elektrik enerjisi arz ve talep projeksiyonlarına bağlı olarak, 2020 yılına kadar, nükleer enerji santrallerinin, elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının en az yüzde 5 seviyesine ulaşması hedeflenmektedir. Akkuyu Nükleer Santralının ilk üç ünitesinin (3x1200 MW) 2019, 2020, 2021 yıllarında işletmeye alınacakları düşünülmektedir. Enerji arzı hesapları da bu doğrultuda yapılmaktadır. (ETKB, 2013)

10,000 MW kurulu güce sahip yaklaşık 80 milyar kWh üretim kapasiteli nükleer güç santralleri (Akkuyu ve Sinop) devreye alındığında; hem doğalgaz ithalatının azalacağı; hem de baz santral olarak kurulan doğalgaz kombine çevrim santrallerinin üreteceği karbondioksitin atmosfere verilmesinin engelleneceği iddia edilmektedir.

Ülkemizde, yapım anlaşmaları yapılan Akkuyu ve Sinop nükleer santrallerinde, yerli tedarikçilerin üretebileceği ekipmanların genel olarak 4. sınıf ve kısmen de 3. sınıf güvenlik ekipmanları olabileceği ifade edilmektedir. (mevka.org.tr)

Santrallerin yapımında özellikle yerli inşaat sektörüne büyük iş fırsatları doğmaktadır. Nükleer santrallerde inşaat maliyetleri toplam maliyetin yüzde 70'ine kadar ulaşabilmektedir. Örneğin Akkuyu nükleer santral projesinde 280 adet bina yapılacağı, 2 milyon metreküp beton ve 500 bin ton çelik konstrüksiyon kullanılacağı tahmin edilmektedir. Santralin yapımında tercih edilecek sektörlerde yerli tedarikçilerin 6 milyar USD'lik iş yapma kapasitesi olabileceği belirtilmektedir.

Mersin Akkuyu Nükleer Santralinde, yerli üreticilerin üretebileceği 4. Sınıf ve 3. Sınıf ekipmanlar ve yardımcı malzemeler örnek olarak aşağıda verilmiştir: (mevka.org.tr)

### **İnşaat ve Yapı Malzemeleri**

- Beton karışımı ve çimento harcı için dolgu malzemeleri: Moloz, kum, granit mıcırı, elektirik artığı
- Serpantinit moloz ve gal (çakıl)
- Katı borik asit (H3B03) (analizde kullanılacak saflıkta)
- Ağır beton karışımları için dolgu malzemesi: Demir cevheri peletleri, Haddelenmiş çelik pullar
- Beton karışımları için organik ve inorganik katkılar
- Çimento ve diğer klinker yapıştırıcılar: Değişik amaçlı çimento türleri



- Yapı kimyasalları, beton ve karışımlar için katkı maddeleri: Beton ve karışımlara hususi özelliklerin kazandırılması için malzemeler
- Genel inşaat amaçlı bitümü, soğuk ve sıcak uygulama macunu, derz dolgusu
- Asfalt ve yol kaplama malzemeleri
- Bitümlü ve/veya bitümlü bağlayıcı bazlı hidroizolasyon ve çatı malzemeleri (Hidroizolasyon ve çatı için macun ve rulo malzemeler (alaşımli malzemeler dahil)
- Aşınmayı önleyen malzemeler: Boya, cilalar ve vernik malzemeleri
- Ateşe dayanıklı inşaat malzemeleri ve asbest bazlı malzemeler
- Alçı taşı ve klinkersiz inorganik bağlayıcı esaslı malzemeler: Kireç taşı, alçı bağlayıcı esaslı karışımlar; sade, neme dayanıklı, ateşe dayanıklı alçı panel
- Isı izolasyonu malzemeleri: Organik ve inorganik bağlayıcı esaslı sert, yarım sert ve hafif ısı izolasyonu malzemeleri
- Cüruf bağlayıcı bazlı hidroizolasyon malzemeler
- Cam ve cam ürünleri; Sıvı cam bazlı bağlayıcılar
- Isı yalıtımı: Cam ve bazalt elyaf
- Boşluk dolumu için gereken malzemeler (özel amaçlı olanlar hariç): Kapı, pencere
- Kaplama ve perdahlama malzemeleri: Zemin kaplamaları, seramik ürünler, doğal ve yapay taş malzemeleri
- Betonarme yapılar
- Biyolojik koruma yapmak için özel inşaat malzemeleri

#### **Demir-Çelik Sanayi**

- Betonarme yapıların güçlendirilmesinde kullanılan ön germesiz çelik çubuklar: Sıcak haddelenmiş, düz ve nervürlü, çelik çubuklar, düz ve nervürlü çelik teller
- Çelik yapılar için haddelenmiş levha ve fason profiller: Soğuk haddelenmiş, sıcak haddelenmiş levha, sıcak haddelenmiş köşebent i-profil, u-demiri, genişletilmiş profil, özel profil
- Vinç yolu için haddelenmiş çelik profiller: Vinç yolları için çelik kirişler ve raylar
- Çelik yapılar
- Genel amaçlı bağlantı malzemeleri ve ürünleri: civata, somun, pul, tespit civatası, bağlantı civatası, v
- Tesisat ürünleri ve genel amaçlı bağlantı parçaları
- Hasır tel (örgü tel)
- Çelik yapılar için haddelenmiş çelik sac
- Korozyona ve ısıya dayanıklı haddelenmiş çelikten levhalar
- Yük kaldırma araçları için asma yolları yapmak için haddelenmiş çelik sac
- Sabitleme malzemeleri ve donanımları
- Teknik bor karbür
- Dökme (font) demir mermi, çelik mermi
- Serpantinit demir bazında malzemeler

#### **Borular ve Tesisat Sanayi**

- Genel amaçlı polimer ürünler: Basınçlı ve basınçsız borular için boru malzemeleri
- Alçak basınçlı karbon ve paslanmaz çelik borular ve boruların fason elemanları
- Alçak basınçlı borulama ve tesisat bağlantı parçaları

#### **Makine Sanayi**

- Kaldırma araçları

- Standart olmayan ekipmanlar (tank, kap, kapı, metal kapaklar)
- Ventilasyon ekipmanı, hava taşıma üniteleri, fanlar
- Yük kaldırma ve taşıma ekipmanları
- Pompa ekipmanı
- Mekanik işleme ekipmanı

#### **Endüstriyel Gazlar ve Kaynak Sanayi**

- Endüstriyel gazlar: Oksijen, argon, karbondioksit, hidrokarbon gazı ve diğer
- Kaynak ekipmanları, aletler, sarf malzemesi, inşaat ve montaj gereçleri
- Kaynak işi için sarf malzemeleri (elektrotlar, kaynak teli, akı ve endüstriyel gazlar)

#### **Elektrik-Elektronik Sanayi**

- Kablo ve elektrik malzemeleri (4'üncü sınıf)
- Kablo tavaları
- Lokal kontrol paneli
- Trafolar
- Elektrik motorları
- Aydınlatıcılar, elektrik malzemeleri ve yardımcı elektrik montaj malzemeleri
- Elektrikli kaloriferler
- Split sistemler
- Kablo ve teller

#### **Kalite Kontrol ve Laboratuvar Ekipman Sanayi**

- Kalite kontrol ekipmanları
- Laboratuvar ekipmanları ve malzemeleri

#### **İş Güvenliği Ekipmanları Sanayi**

- Özel iş elbiseleri, koruma gereçleri

#### **Yangın Söndürme Ekipmanları Sanayi**

- Yangın söndürme ekipmanları ve araçları

### **4.2.3. Hidrolik Kaynaklarla Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar**

#### **4.2.3.1. Sektörün Tanımı**

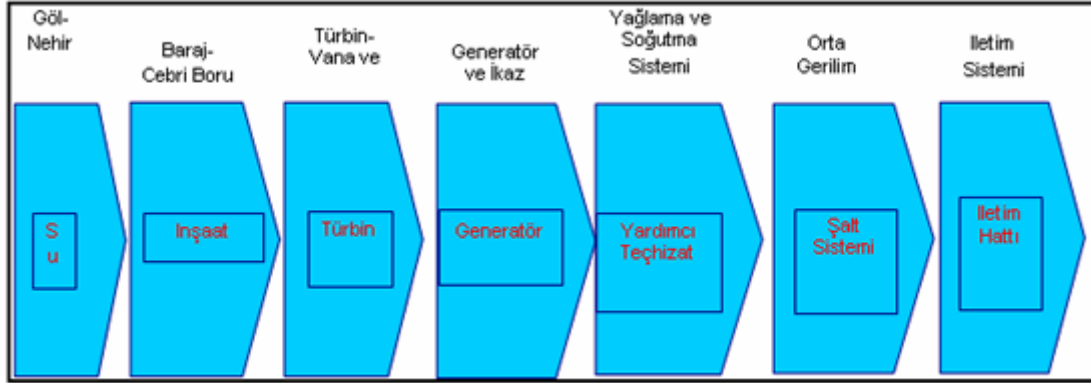
Hidrolik kaynaklarla enerji üretimi, suyun hızı ve basıncının türbinleri döndürmesi sonucu jeneratörlerden elektrik üretilmesi esasına dayanmaktadır. Akarsuların önü barajlarla kesilerek, gel-git olduğu bölgelerdeki suyun hareketinden yararlanılarak veya dalgaların hareketinden yararlanılarak hidrolik kaynaklardan elektrik enerjisi üretilmektedir.

Gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı 15 km<sup>2</sup>'nin altında olan hidroelektrik üretim tesisi yenilenebilir enerji kapsamında olmakla birlikte, baraj tipi santraller de dikkate alınacağından, hidrolik elektrik santralleri ayrı bir başlık altında, burada anlatılmaktadır.

Akarsulardan barajlarla elektrik üretilmesi en yaygın uygulama şekli olmakla birlikte, baraj kuruluş maliyetinin yüksekliği, geniş bir alan gerektirmesi, inşasının uzun sürmesi dezavantaj

oluşturmaktadır. Bu olumsuzluklara karşılık hidrolik santraller hava kirliliğine yol açmamakta, kaynak maliyeti işletme sırasında çok düşük olmakta ve ayrıca sulama, balıkçılık gibi farklı amaçlar için de kullanılabilir.

**Şekil 19: Hidroelektrik Santrallerde Enerji Üretimi**



**Hidroelektrik Enerji Üretimi Akım Şeması**

Kaynak: eie.gov.tr

Bazı ülkelerde okyanus dalgalarının hareketinden elektrik enerjisi elde etmek için, salınan dalga sütunu inşa edilmekte, sütun içinde dalgalar yukarı doğru hareket ederken içerdeki havayı türbine doğru itmekte, türbin kanatlarının hareketiyle de jeneratörden elektrik üretilmektedir.

**HES Genel Yapıları:** (ETKB, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü)

- Baraj gövdesi ve gölü,
- Su alma tesisleri
- Su yolları tesisleri
- Santral tesisleri
- Santral çıkış suyu kanalı
- Şalt tesisleri
- Dip savak tesisleri
- Dolu savak tesisleri şeklindedir.

Birleşmiş Milletler Sanayi ve Kalkınma Organizasyonu (UNIDO) tarafından belirlenen ve dünyada birçok ülke tarafından kabul gören sınıflandırmaya göre kurulu gücü;

- **0-100 kW** arasında olan santraller **mikro**,
- **101-1,000 kW** arasında olan santraller **mini**,
- **1,001-10,000 kW** arasında olan santraller **küçük HES**
- **10,000 kW** ve üzeri ise **büyük HES** olarak tanımlanmaktadır. (Tutuş, 2007)

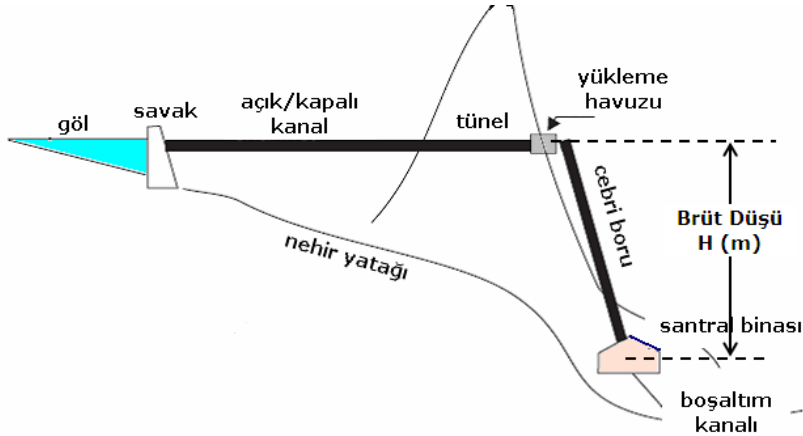
Farklı bir tanımlamaya göre de; şebekeye enerji verebilen HES'ler 1 MW ile 100 MW arasında, bağımsız çalışabilen HES'ler ise 5kW ile 1 MW arasında olabilmektedir. (Keçeci, 2007)

Düşüye göre ise santraller için 3 kategori belirlenebilmektedir.

- Yüksek Düşü : 100 m ve üstü,
- Orta Düşü : 30 - 100 m arası,
- Alçak Düşü : 2 - 30 m.

Hidroelektrik türbinler çalışacakları yerdeki doğa koşullarına göre, oraya ait olarak tasarlanmaktadır. Herhangi bir santral için tasarlanan hidrolik türbin bir başka santralde kullanılamamaktadır. Kurulu güç düştükçe toplam yatırım bedeli içersindeki enerji makinalarının oranı artmaktadır. Bu oranın düşürülmesi için sınıflandırılmış donanım üretimi oldukça önem arz etmektedir. Verim kayıpları ve diğer olumsuzlukların ihmal edilebileceği mini ve mikro ölçekli santraller düşü ve debiye göre sınıflandırılarak standartlaştırmak suretiyle türbin üretim maliyetleri aşağıya çekilebilmektedir. Örneğin küçük HES potansiyeli yönünden oldukça zengin olan Çin, standardizasyona giderek elektromekanik ekipman maliyetlerini oldukça düşürmüştür.

**Şekil 20: Basit Bir HES Konfigürasyonu**

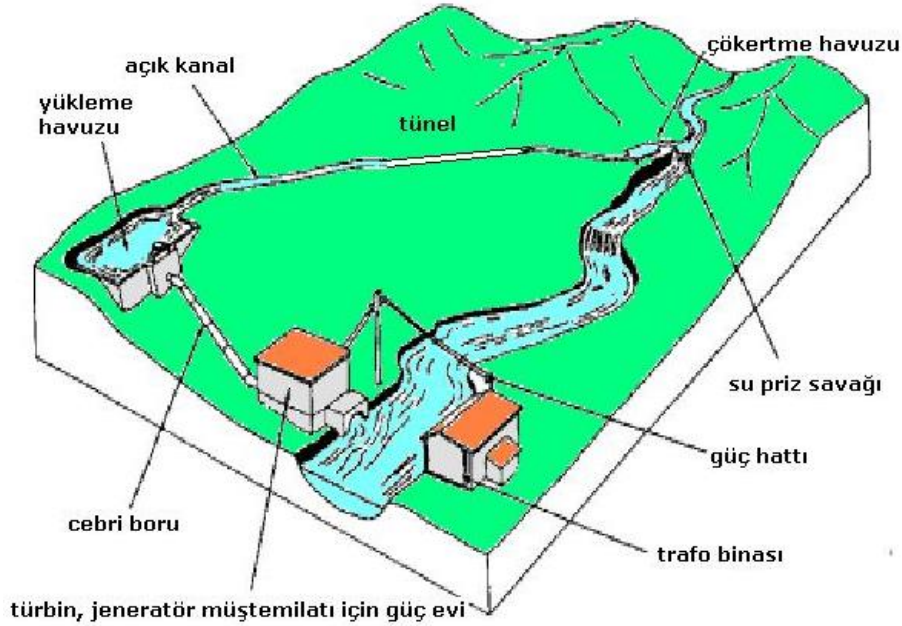


**Kaynak: TKB, TIAR Müdürlüğü**

HES projelerinde türbin, giriş vanası, jeneratör ve elektrik teçhizatı (kontrol-kumanda teçhizatı dahil olmak üzere) elektromekanik ekipman olarak adlandırılmaktadır. HES proje büyüklüğüne göre, elektromekanik ekipman bedeli inşaat işleri dahil proje yapım bedelinin yüzde 30 oranına kadar yükselebilmektedir. Her türlü ızgara, kapak ve cebri boru gibi,

genellikle inşaat bünyesinde ele alınan teçhizat ise hidromekanik ekipman olarak adlandırılmaktadır.

**Şekil 21: Tipik Nehir Tipi Bir HES Konfigürasyonu**



**Kaynak: TKB, TIAR Müdürlüğü**

Hidroelektrik Santrallerindeki ekipman ihtiyacı aşağıdaki şekilde sıralanabilir. (Tutuş, 2007)

Baraj ve hidroelektrik santrallerde enerji makineleri tanımı ikiye ayrılmaktadır. Bunlar;

**1-** Doğrudan enerji üreten hidroelektromekanik ekipman diye adlandırılan makineler;

Türbin ve Jeneratörler

**2-** Enerji üretiminde yardımcı olan ve hidromekanik ekipmanlar diye adlandırılan

Su alma ve deşarj tesis ekipmanları,

**Kapaklar, Izgaralar,**

- Derivasyon, su alma yapısı, dolusavak, dipsavak emme borusu batardo kapakları
- Giriş yapısı tekerlekli, kaydirmalı kapaklar
- Dolusavak dipsavak radyal kapakları ve dip savak vanaları

**Sualma yapısı ızgaraları, ızgara temizleme düzenekleri**

**Kapak kaldırma mekanizmaları**

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

## Vanalar

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

## Cebri Borular

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

Ayrıca, hidrolik santrallerde montaj, bakım ve/veya direkt olarak bazı kapakların işletmesinde kullanılan tavan ve portal vinçler de enerji makineleri tanımına girmektedir. Basıncı hava sistemleri, drenaj ve su boşaltma sistemleri, çeşitli su pompaları, yağ tasfiye ve depolama sistemleri, acil ihtiyaç dizel jeneratör sistemi, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme yardımcı sistemlerini de bu gruba katmak mümkündür.

Esas itibarı ile elektrik ekipmanları olarak adlandırılabilir olan transformatörler, kesici-ayırıcılar, şalt sahaları ekipmanları gibi birçok elektrik ekipmanı da yapıları itibarı ile enerji makineleri olarak sınıflandırılabilir.

Bir türbinin tipi geometrisi ve boyutları aşağıdaki kriterler neticesinde belli olmaktadır: (Keçeci, 2007)

- Net düşü  $H$  (m)
- Türbinden geçecek su debi aralığı ( $m^3/sn$ )
- Dönme hızı (spesifik hız)
- Kavite sorunları
- Maliyet

## Türbinlerin Düşüye Göre Sınıflandırılması:

<u>Türbin Tipi</u>	<u>Düşü aralığı (m)</u>
• Kaplan ve Propeller	$2 < H < 40$
• Francis	$10 < H < 350$
• Pelton	$50 < H < 1300$
• Michell-Banki	$3 < H < 250$
• Turgo	$50 < H < 250$

#### 4.2.3.2. Dünyada Hidroelektrik Santralleri

Avrupa ve Kuzey Amerika'da uygun hidroelektrik alanların çoğu geliştirilmiş olmasına rağmen, özellikle Asya, Latin Amerika ve Afrika kıtalarında geliştirilebilecek önemli hidroelektrik potansiyel mevcuttur.

Teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli; Afrika'da 1,000,000 GWh/yıl, Asya'da 3,600,000 GWh/yıl, Avustralya/Okyanusya'da 105,000 GWh/yıl, Avrupa'da 800,000 GWh/yıl, Kuzey ve Orta Amerika'da 1,100,000 GWh/yıl, Güney Amerika'da 2,300,000 GWh/yıl, Türkiye'de 127,820 GWh/yıl, tüm dünyada ise 8,905,000 GWh/yıl olarak tespit edilmiştir. Türkiye'nin teknik ve ekonomik hidroelektrik potansiyeli, dünya toplamı içerisinde yüzde 1.84 oranında pay almaktadır. (Gökdemir- Kömürcü- Evcimen, 2012)

2011 yılı itibarıyla 80 milyon USD'yi aşan küçük ölçekli hidrolik türbin sistemleri dünya dış ticareti içerisinde en önemli ihracatçı ülkeler İspanya, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Avusturya ve İtalya'dır (Tablo 26). Bu alandaki önemli ithalatçılar ise 2011 yılı itibarıyla Arnavutluk, Türkiye, Cezayir, Kore ve İtalya olmuştur (Tablo 27).

**Tablo 26: Küçük Ölçekli Hidrolik Türbin (841011) Dünya İhracatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
İspanya	82	1,867	655	12,487
Almanya	11,425	12,425	10,538	7,912
Çek Cumhuriyeti	9,350	5,996	5,978	7,283
Avusturya	16,163	10,091	9,991	6,985
İtalya	2,655	69,858	1,931	6,914
Danimarka	129	82	23	5,533
Çin	3,431	12,308	4,547	5,497
ABD	6,948	4,036	6,229	4,966
İngiltere	7,835	1,622	952	4,445
Fransa	3,666	1,196	3,287	2,154
<b>Toplam</b>	<b>61,683</b>	<b>119,480</b>	<b>44,131</b>	<b>64,175</b>
Diğer Ülkeler	19,066	23,037	20,631	17,459
<b>TOPLAM</b>	<b>80,749</b>	<b>142,517</b>	<b>64,763</b>	<b>81,634</b>

Kaynak: comtrade.un.org

**Tablo 27: Küçük Ölçekli Hidrolik Türbin (841011) Dünya İthalatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Arnavutluk	780	66	16	27,017
Türkiye	537	1,679	6,506	12,111
Cezayir	3,846	3,826	6,742	6,331
Kore	176	935	593	5,997
İtalya	2,378	4,623	11,772	5,906
Pakistan	4	243	54	5,297
İsviçre	1,645	1,752	5,180	3,692
Avusturya	2,021	5,650	5,650	2,606
<b>Toplam</b>	<b>11,387</b>	<b>18,774</b>	<b>36,513</b>	<b>68,957</b>
Diğer Ülkeler	47,733	90,535	43,256	39,817
<b>TOPLAM</b>	<b>59,120</b>	<b>109,309</b>	<b>79,770</b>	<b>108,774</b>

Kaynak: comtrade.un.org

19. yüzyılda ortaya çıkan ve kısa sürede büyük gelişim gösteren hidroelektrik ekipmanları üretimi sektöründe global pazarın yaklaşık olarak yüzde 40-50'sine Alstom, Andritz, IMPSA ve Voith gibi Avrupa Birliği firmaları liderlik etmektedir. Kalan yüzde 50-60'lık pazar payı ise, American Hydro (Kuzey Amerika), Bharat Heavy Electrical (Hindistan), CKD Blansko Holding (Eski Doğu Bloku), Hitachi ve Toshiba'yı (Japonya ve Kuzey Amerika) kapsayan farklı bölge firmaları tarafından kontrol edilmektedir. Bunların yanısıra Çinli ekipman üreticilerinden Harbin Electric Machinery ve Zhejiang Machinery and Equipment de global pazarda etkisi artan firmalar olarak ortaya çıkmaktadır. (Çınar-Tosuner-Mourgues, 2012)

#### 4.2.3.3. Türkiye'de Hidroelektrik Santral Ekipmanları

Ülkemizde inşa edilecek küçük HES'lerin çoğu akarsu akış debisine bağlı yüksek düşü, depolu veya deposuz HES'lerdir. Türkiye'de küçük HES'ler ile ilgili bir sınıflandırma yapılmamıştır. Ancak Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliğinin getirdiği bir takım kısıtlamalar ve yaptırımlar bulunmaktadır. Kurulu gücü 50 MW ve üzeri olan nehir tipi HES'ler için Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporu, kurulu gücü 10 MW ve üzeri olan nehir tipi HES'ler için Seçme Eleme Kriterleri uygulanmaktadır. Göl hacmi 100 milyon m<sup>3</sup> ve üzeri veya gölalanı 15 km<sup>2</sup> ve üzeri su depolamalı (rezervuarlı) HES'ler için ÇED raporu, göl hacmi 10 milyon m<sup>3</sup> ve üzeri veya gölalanı 1 km<sup>2</sup>'yi aşan göller için Seçme Eleme Kriterleri uygulanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına uygun faiz ve vadeler ile kredi imkânı sağlayan Dünya Bankasının kurulu güce getirdiği üst limit ise 100 MW'tır. (Keçeci, 2007)

Türkiye'deki önemli akarsuların büyük bir kısmının debi-düşü miktarları uygun olduğundan, çoğunda Francis Türbin kullanılmıştır. Atatürk barajında 8 adet 300 MW, Karakaya Barajında



6 adet 300 MW, Keban Barajında ise toplam 1,330 MW gücünde 6 adet dikey eksenli Francis Türbini kullanılmıştır.

Türkiye’de, elektromekanik ekipman ve montajı, konusunda uzman olan ve genellikle yabancı menşeli firmalar eliyle yürütülmektedir. Firmalar arasında yapılacak seçim, fiyat, teslim süresi, verim, güvenilirlik ve satış sonrası hizmet ve garantilerden etkilenmektedir. Mevcut ve inşa halindeki HES projelerinde ağırlık (yaklaşık %65-70) AB ülkeleri firmalarına (Andritz, Alstom, Voith-Siemens) aittir. Son yıllarda EPDK tarafından lisans verilen özel sektör projelerinin çoğunda ise fiyat avantajı nedeniyle Çin menşeli imalatçılar ön plana çıkmıştır. (Çınar-Tosuner-Mourgues, 2012)

Ülkemizde hidroelektrik santral teçhizatları ile şalt tesislerine ait elektromekanik teçhizatların imalatı 1977 yılında kurulan **TEMSAN** (Türkiye Elektromekanik Sanayi) ile başlamıştır. Temsan’ın kuruluş amacı, türbin, jeneratör, buhar kazanı, çeşitli kazanlar, su ve gaz tankları, çelik konstrüksiyon elemanları, alternatörler, elektrik nakil hattı ve emsali teçhizat, transformatörler, şalt cihazı, elektrik motorları, pompalar, kompresörler, kaynak makinaları, elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtım ekipmanları üretmektir. (temsan.gov.tr)

TEMSAN bünyesinde Diyarbakır’da kurulu bulunan türbin ve jeneratör imalat fabrikalarında 100 MW güce kadar türbin ve jeneratör imalatı yapılabilecek durumdadır. Ankara’da kurulu OG ve AG şalt teçhizatı ile küçük türbin jeneratör imalat fabrikalarında ise elektrik şalt teçhizatı ve (500 W - 1,000 kW arası) mini/mikro türbin-jeneratör imalatı yapılabilmektedir. TEMSAN büyük HES projelerinde tanınmış yabancı firmalar ile işbirliği yapmaktadır.

TEMSAN, 19 adet (51 ünite) HES projesi gerçekleştirmiştir. Bu hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücü 1,000 MW’a ulaşmış olup, Türkiye’nin kurulu gücünün yaklaşık yüzde 2.5’ine ve hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücünün yaklaşık yüzde 8’ine karşılık gelmektedir. 11 HES projesinin imalat, montaj, test ve devreye alma çalışmaları devam etmektedir. Firma tarafından, bugüne kadar farklı tip ve güçlerde (0,5 kW–500 kW) 23 adet mikro HES türbin tasarımı yapılmış ve yapılan bu tasarımlardan 43 adet türbin imalatı gerçekleştirilmiştir. Piyasaya verilen türbin sayısı ise 22’dir.

Ayrıca Hidroelektrik Santral Kontrol Kumanda Sistemi (HESKON) ilk defa yerli olarak TÜBİTAK ile ortaklaşa olarak TEMSAN’da geliştirilmiş ve bu alanda dışa bağımlılık zorunluluğu ortadan kalkmıştır.

TEMSAN ile birlikte, bazı özel firmalar da enerji alanında bazı yardımcı malzemeleri, iletim ve dağıtım teçhizatlarını üretmeye başlamışlardır. Ülke içindeki mevcut üretim olanakları, hidro türbin imalatı için gerekli koşulları sağlamakla birlikte (özellikle döküm ve metal sanayi), tasarım hizmetleri yapılamadığından ekipmanların büyük bir bölümü yurt dışından temin edilmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü verilerine göre barajlı bir hidroelektrik santralin birim yatırım maliyeti yaklaşık 1,000-1,500 USD/kW'tır. Bu maliyetin yaklaşık yüzde 30'unu yani 300-450 USD/kw'ını elektromekanik ve hidromekanik oluşturmaktadır. Yüzde 30'un ise yüzde 80'ini yani 240-360 USD/kW'ını elektromekanik, yüzde 20'sini yani 60-90 USD/kW'ını ise hidromekanik oluşturmaktadır. Ayrıca bir hidrolik santralin hidroelektromekanik teçhizat bedelinin yüzde 18 ile yüzde 26 arası bedeli proje ve tasarım ücretini oluşturmaktadır.

Türkiye'de standartlara uygun olarak yapılan hidroelektrik santrallerin inşaat işlerinin neredeyse tamamı yerli olarak gerçekleştirilmektedir. Yatırım maliyetinin yaklaşık yüzde 10-50'sini (enerji amacı, tünel ve depolama sisteminin olup olmamasına göre) oluşturan enerji makinelerinden; hidromekanik ekipmanların tasarım ve imalatında 1960'lı yılların ortalarından başlayarak 1980'li yıllardan sonra tüm ekipmanları yapabilecek duruma gelinmiş, parasal değeri çok daha yüksek olan hidroelektromekanik ekipmanların tasarım ve imalatındaki çalışmalar ise çok sınırlı sayıda örnekle kısıtlı kalmıştır. (Tutuş, 2007-Emo, 2012)

Gelişmiş ülkelerin önemli bir çoğunluğunda, hidroelektrik santral mühendisliği, dizaynı ve donanım imalatının devlet eliyle başlatıldığı, bir süre desteklendiği, marka haline gelindikten sonra uluslararası piyasalarda rekabet edildiği, edemeyenlerin piyasadandan çekildikleri bilinmektedir.

Yapılan görüşmelerde, hidroelektrik santral donanımlarının tamamının yerli yapılabileceğini söyleyen uzmanlar olduğu gibi, günümüz piyasasında bunun mümkün olmadığı düşüncesini ileri süren uzmanlar da bulunmaktadır. Su alma ve deşarj tesisleri, türbin, jeneratör, şalt, elektrik teçhizatı ve ölçüm, kontrol kumanda sistemi içerisinde, jeneratör hariç hemen hepsi ülkemizde dizayn ve imal edilebilmektedir. Ancak tamamı yerli imalat olan bir tesisi anahtar teslimi yapacak, marka olmuş iddialı bir firmanın bulunmadığı bilgisi edinilmiştir. Yerli imalatın oluşturulmasının en önemli unsurlarının; güvenilirlik, sağlamlık, dizayn, rekabet edebilme ve garanti mekanizması, finansman ve imalat olduğu düşünülmektedir.

Hidroelektrik santral kurulumu konusunda **Hirfanlı Hidroelektrik Santralının 4. ünitesinin** yapımı, **bir Türkiye deneyimi** olarak anlatılmaktadır: **(Erkan Çetinkaya)**

1983 Ağustos ayı başında Hirfanlı Hidroelektrik Santraline ait 32 MW nominal gücündeki 4. türbin-jeneratör ünitesi ve yardımcı tesisleri arızasız olarak üretime başlamıştır. Bu ünite yurt içinde kamu ve özel sektöre ait 27 kuruluşun 40 ayrı iş yerinde Türkiye Elektrik Kurumu'nun gayretleri, öncülüğü ve organizasyonu ile yüzde 100 yerli olarak imal edilmiştir. Ünite, 20 seneden bu yana çalışmakta, elektrik enerjisi üretmektedir. Bu ünite için 640 milyon TL harcama yapılmıştır. Birim kW başına tesis bedeli olarak 20,000 TL harcanmıştır. Oysaki aynı güçte bir türbin-jeneratör ünitesi ile yardımcı teçhizatının yurt dışındaki yabancı imalatçı firmalardan satın alınması durumunda döviz olarak ödenecek paranın yine o zamanki Türk parası karşılığı birim güç için takriben 45,000 TL/kW ve 32 MW içinse yaklaşık 1.5 milyar TL civarında olacağı tahmin edilmiştir.

32 MW gücündeki türbin-jeneratör ünitesi ve yardımcı donanımının imalat ve tesisinin gerçekleştirilmesi için aşağıda kaydedilen 27 kadar değişik kuruluşa ait 38 ayrı iş yerinde değişik işler yapılmıştır.

#### **1-Türkiye Elektrik Kurumu Genel Müdürlüğü:**

**A-Hidrolik Santraller İşletme Dairesi Başkanlığı:** İmalat projeleri ile teknik ve idari şartnamelerin hazırlanması, ihale işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve eşgüdüm hizmetleri.

**B-Hirfanlı ve Yöresi Hidroelektrik Santralleri İşletme Müdürlüğü:** İmalat projelerinin hazırlanması, 154 kV ayırıcıların imali, PMG jeneratörünün imali, türbin hız regülâtörünün imali ve beton döküm işleri dâhil montaj faaliyetleri.

**C-Hidrolik Santraller Sarıyar Merkez Atelyesi:** Jeneratör stator bobinleri ile jeneratör rotor kutuplarının ve jeneratör soğutucularının imali için özel makinelerin imali. Bu makineleri kullanarak sargıların üretimi, jeneratör rotor kutuplarının imali ve jeneratör stator saclarının temizlenip izole edilmesi.

**D-İletim Şebekeleri İşletme Dairesi Başkanlığı Adapazarı İmalat Müdürlüğü:** Elektronik ikaz sistemi ile gerilim regülâtörünün projelendirilmesi ve imali.

**E-İletim Şebekeleri İşletme Dairesi Başkanlığı Test Müdürlüğü:** Sarıyar'da imal edilen sargıların izolasyon testlerinin imalat ve montaj safhalarında yapılması.

**F-Şebeke Tesis Dairesi Başkanlığı Merkez Atelyeleri:** Türbin panosu ile yardımcı panoların imali.

**G-Satın Alma Dairesi Başkanlığı:** Yurt içinde özel sektöre yaptırılan tüm işlerin ihalelerinin gerçekleştirilmesi ve yurt dışından temini zorunlu olan izolasyon malzemelerinin satın alınması.

**H-Termik Santraller İşletme Dairesi Başkanlığı Kimya Laboratuvarı Müdürlüğü:** Özel kimyasal analizlerin yapılması.

## **2-Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Ankara Makina Fabrikası:**

Türbin emme borusu, türbin salyangozu, türbin kapağı ve aynaları, türbin kılavuz yatağı, türbin ayar kanatları ve hareket iletim kolları, türbin ayar kanatları servomotorları, türbin kelebek vanası ve servomotoru, türbin rotoru ve türbin şaftı, jeneratör rotoru gövdesi ve jeneratör şaftı, taşıyıcı yatak, taşıyıcı köprü, jeneratör statoru gövdesi, üst köprü, jeneratör muhafazası, basınçlı ve basınçsız yağ tankları ve boru donanımları, basınçlı ve basınçsız su devreleri boru donanımları gibi ana ve yardımcı tüm mekanik teçhizatın imali.

## **3-Karabük Demir ve Çelik Fabrikaları:**

**A-Dökümhaneler Müdürlüğü:** Türbin ve jeneratör şaftları ile kelebek vana şaftının ve taşıyıcı başlık ve muyluların dökülmesi, jeneratör taşıyıcı yatağı pabuçlarının ve beyaz metalin dökülmesi, türbin rotoru kanatları ile alt ve üst gövdelerinin dökülmesi.

**B- Makina Fabrikası Müdürlüğü:** Taşıyıcı yatak pabuçlarının işlenmesi, türbin rotoru kepinin işlenmesi.

## **4-MKE Kırıkkale Çelik Fabrikası Müdürlüğü:**

Yardımcı şaft ile türbin ve jeneratör şaftları kavramalarının dökülmesi ve dövülmesi Karabük Demir Çelik Fabrikalarında dökülen türbin şaftı ile jeneratör şaftının ve kelebek vanası şaftının dövülmesi.

## **5-Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları:**

Jeneratör rotor nüvesi özel sacları ile jeneratör rotor nüvelerine ait özel sacların imali.

Hirfanlı hidro-elektrik santralının 4. ünitesinin yüzde 100 yerli olarak imal edilmesiyle başlatılan hareket ve çaba devam ettirilememiştir. Kamu işletmelerinin özelleştirme,

küçültmesi gibi politikalar ve uygulamalar sonucunda, şu an yerli üretilebilirlik durumunun yüzde 15'lere indiği düşünülmektedir.

Yukarıdaki örnek dışında, Derbent Barajı'nın türbin gömülü parçaları GÜRIŞ tarafından, Birecik Barajı jeneratör rotor örümcekleri ve kamaları (6x112 MW) GAMA tarafından imal edilmiştir.

**Tablo 28: Jeneratörleri İŞBİR, Türbinleri TÜRBOŞAN Tarafından İmal Edilmiş Olan Mini ve Mikro Santraller**

Yıl	K. 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

**Kaynak: Temsan**

Hidroelektrik santral donanımları ile transformatörlerinin yardımcı elemanları, koruma ve kumanda tesislerinin komple projelendirilip imalat ve montajlarının güvenilir bir biçimde yapılabilme olanağı bulunmaktadır. Ayrıca birçok santralde salyangoz, emme borusu, sabit çember, türbin çukuru çelik kaplaması gibi birçok türbin parçası, yabancı tasarımla yerli firmalar tarafından imal edilmiştir. Yabancı firmalar taahhüt ettikleri ekipmanların büyük bir bölümünü de ülkemizde imal ettirmektedirler. Bu nedenle imalat yeteneğinden çok tasarım yeteneği bu alanda üzerinde daha önemle durulması gereken bir noktadır.

Andritz, Alstom gibi büyük türbin üreticileri Türkiye'de kalabalık ve güçlü imalat takip ve kalite kontrol kadroları kurmuş olup birçok türbin komponenti/parçasını halihazırda Türkiye'de üretmektedirler. 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 (ekonomik Uzak Doğu tezgâhlarının da katkısıyla) işleme kapasite ve yeteneği önemli ölçüde artmıştır. Tasarım eksikliği hâlâ devam etmektedir. Mevcut pazarda, piyasaya sonradan girerek rekabet edebilmek için;

1. Mevcut teknolojiyi daha ucuza mal etmek, fiyat bazlı rekabet etmek ya da
2. Yeni teknolojiler ve inovasyonla öne çıkmak, farklılaşmak gerekmektedir.

Her iki koşulu sağlamak için zorluklar (Çin faktörü, know-how eksikliği, konuyla ilgili bilimsel çalışma eksikliği, vb) ve fırsatlar (Türkiye’ de planlanan çok sayıda proje olması, bilgi birikimi, deneyimli eleman sayısı, v.b.) bulunmaktadır.

Türkiye’de elektromekanik sanayinde 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 hâlâ ithal edilmektedir.

Enerji üretim tesislerinin ihtiyacı olan her türlü donanım, vasıflı çelik borular, ventiller, fanlar, elektrik motorları, pompalar, vasıflı çelik saclar, vasıflı çelik miller, kesiciler, ayırıcılar, trafolar, ölçü aletleri, kablolar, dişliler, dişli kutuları, sızdırmazlık elemanları Türkiye’de üretilmektedir. Ayrıca büyük boyutlarda talaşlı imalat ve kaynaklı konstrüksiyon imalat olanakları mevcuttur.

Bazı kaynaklara göre elektromekanik 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 kalite standartları uygulanmaktadır.

2011 yılı sonu itibarıyla Türkiye’de 17,137.1 MW hidroelektrik kurulu kapasite bulunmaktadır. Değerlendirilebilir hidroelektrik kapasite ise 18,862.9 MW’tır. İnşaatı devam etmekte olan 14,473.6 MW’lık santral kurulu gücü dikkate alındığında, 2021 yılına kadar 4,389.3 MW’lık ilave kapasite yaratılacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, ekonomik ömrünü tamamlamış santrallerin yenilenmesi ve kullanılmış olan kalitesiz ekipmanın değişimi için, önümüzdeki yıllarda büyük tutarlarda ekipman ihtiyacının ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de elektromekanik sanayinin geliştirilmesi durumunda Türkiye’nin de üyesi olduğu D8 ülkeleri (Bangladeş, Endonezya, İran, Malezya, Nijerya, Pakistan), Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (EİT) ülkeleri (Afganistan, Azerbaycan, İran, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Pakistan, Tacikistan) ve Karadeniz Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (KEİT) ülkelerinin (Arnavutluk, Azerbaycan, Bulgaristan, Ermenistan, Gürcistan, Moldova, Ukrayna, Romanya, Rusya, Yunanistan) hidroelektrik potansiyelinin de muhtemel enerji ekipmanları pazarını büyüteceği düşünülmektedir. Türkiye’nin uluslararası anlaşmalarla bağlı olduğu bu ülkelerin ve yakın ilişkide olduğumuz Orta Asya ülkelerinin birçoğunda hidroelektrik potansiyelin büyük

kısının önümüzdeki yıllarda geliştirilecek olması, elektromekanik sanayimizi geliştirdiğimiz takdirde, bu ülke yatırımlarından da pay alınabileceğini göstermektedir. (Tutuş, 2007)

29.12.2010 tarihinde yürürlüğe giren ve Yenilenebilir Enerji Kanununda değişiklik yapılmasına dair 6094 sayılı kanunda yer alan "Yerli Katkı İlavesi" teşviği, yeterli olarak görülmesi de enerji ekipmanlarının yerli üretimi için atılmış önemli bir adımdır.

8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren değişiklikle HES’lerde yerli ürün kullanımının teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Elektrik alım garantisi 5,5 EURcent/kWh iken bu değişiklikle 7,3 USDcent/kWh yapılmıştır. Yerli ürün katkısı için ise 2015 yılı sonuna kadar yerli türbin kullanımı için 1,3 USDcent/kWh, Jeneratör ve güç elektroniği için ise 1.0 USDcent/kWh yerli katkı ilavesi getirilmiştir. Yerli ekipman üretimi için, teşvik yanında siyasi iradenin netliğinin de çok önemli olduğu unutulmamalıdır.

Hidroelektrik santralleri, gerek yatırım gerekse işletme dönemi itibarıyla ithal girdilerin en az olduğu enerji üretim santralleridir.

Tablo 29’dan da görüldüğü gibi, 2011 yılı itibarıyla, Türkiye’nin toplam 147,285 USD küçük ölçekli hidrolik türbin ve aksamı ile ilgili ihracatı bulunmaktadır. İhracata konu olan ülkeler, Türkmenistan, Azerbaycan, Irak, İran gibi ülkelerdir.

**Tablo 29: Küçük Ölçekli Hidrolik Türbin (841011) Türkiye ihracatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Türkmenistan	18,435	0	13,220	110,922	24,077
Azerbaycan	0	37,975	5,180	34,236	103,990
Irak	0	337	105,862	6,258	10,943
İran	0	0	0	5,147	659
Tanzanya	0	0	0	2,440	0
Özbekistan	0	0	25,600	2,021	
Rusya Federasyonu	0	0	0	1,134	0
Peru	0	0	0	652	0
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	0	8,191	10,694	623	121
Toplam	18,435	46,503	160,556	163,433	139,790
Diğer Ülkeler	1,110	2,623,732	6,899	0	7,495
<b>TOPLAM</b>	<b>19,545</b>	<b>2,670,235</b>	<b>167,455</b>	<b>163,433</b>	<b>147,285</b>

\*Geçici veriler

Kaynak: TÜİK

Tablo 30’dan görüldüğü gibi, Türkiye’nin küçük ölçekli hidrolik türbin ithalatı ise 2011 yılı itibarıyla 5,662,896 USD olarak gerçekleşmiştir. İthalatın en yoğun yapıldığı ülkeler ise, İspanya, Fransa, Çin ve Almanya’dır.

**Tablo 30: Küçük Ölçekli Hidrolik Türbin (841011) Türkiye İthalatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
İspanya	0	0	2,661,349	4,253,443	85,748
Fransa	1,680	0	931,813	3,359,840	2,837,724
Çin	492,892	294,233	1,435,991	2,106,424	59,134
Almanya	0	0	2,030	1,650,003	11,949
Polonya	0	0	0	634,392	11,751
Hindistan	0	0	0	43,145	0
Endonezya	0	0		28,050	0
İtalya	0	514	148,729	15,873	0
Güney Kore	0	0	0	7,827	0
Japonya	0	0	0	3,702	8,393
Toplam	496,580	296,756	5,181,922	12,104,710	3,016,711
Diğer Ülkeler	40,472	1,809	1,323,706	6,009	2,646,185
<b>TOPLAM</b>	<b>537,052</b>	<b>298,565</b>	<b>6,505,628</b>	<b>12,110,719</b>	<b>5,662,896</b>

\*Geçici veriler

Kaynak: TÜİK

#### **4.2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar**

Fosil yakıt rezervlerinin dünyada azalması sorunu ve yaratılan çevre kirliliği, dünya genelinde enerji üretimi için yeni kaynaklar aranmasına yol açmıştır. Yenilenebilir kaynaklar içinde sayılan hidrolik kaynaklara dayalı üretimde bu sorunlar olmamasına rağmen barajların ekonomik ömürleri, baraj göllerinin yarattığı sorunlar yeni teknoloji arayışlarını hızlandırmıştır. Nükleer kaynaklara dayalı enerji üretiminde yaşanan santral kazaları nedeniyle de kamuoyunda bu santrallere karşı bir güvensizlik oluşmuştur. Dolayısıyla rüzgâr, güneş, hidrojen, jeotermal gibi tükenme sorunu olmayan kaynaklardan enerji üretimi tüm dünyada önem kazanmaya başlamıştır. Bu kaynakların yanında kentsel atıkların değerlendirilmesi, mevcut kaynakların yeniden kullanımını sağlaması açısından, biyokütle enerji üretimi de ekonomikliği ve atıkların yarattığı çevre kirliliği sorunlarını ortadan kaldırması açısından önemli hale gelmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansı, Avrupa Birliği'nde karbondioksit emisyonunun azaltılması amacıyla enerji sektöründe önemli değişiklikler öngörmektedir. Son dönemlerde pek çok ülkede yenilenebilir enerji yatırımları hızla artış göstermektedir. Örneğin nükleer enerji oranının



yüzde 11.3 olduğu ABD’de toplam enerji tüketiminin yüzde 10.9’u yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu oran Çin’de yüzde 9, Almanya’da ise yüzde 11’dir. (Çınar-Tosuner-Mourgues, 2012)

Yenilenebilir enerji, genel olarak gücünü güneşten alan ve hiç tükenmeyecek olarak düşünülen, çevreye emisyon yaymayan enerji çeşitleridir. Genel olarak yenilenebilir enerji kaynakları ve elde edildiği kaynak veya yakıtları şu şekilde özetlemek mümkündür:

**Tablo 31: Yenilenebilir Enerji ve Yakıtları**

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Kaynak veya Yakıtı
Güneş enerjisi	Güneş
Rüzgâr enerjisi	Rüzgâr
Dalga Enerjisi	Okyanus ve Denizler
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik artıklar
Jeotermal Enerji	Yeraltı suları
Hidrolojik Enerji	Barajlar, Göletler, Nehirler
Hidrojen Enerjisi	Su ve Hidroksitler

Türkiye’de, yenilenebilir enerji kaynakları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 18.05.2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’a göre, “Rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı 15 km<sup>2</sup>’nin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynakları” ifadesiyle tanımlanmaktadır.

Türkiye’nin, geleceğe yönelik enerji politikasında iki ayrı senaryo söz konusudur. Birisi, fosil yakıt ağırlıklı (kırmızı senaryo), diğeri ise yenilenebilir enerji ağırlıklıdır (yeşil senaryo). Türkiye’de enerji üretimi için gereken ekipmanların miktarı ve dağılımı, bu senaryoların hangisinin ön plana alınacağıyla yakından ilgilidir.

"Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" 26 Temmuz 2012 tarihli ve 28365 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile 5346 sayılı YEK Kanununun ekinde yer alan II sayılı Cetvele göre ülkemizde imal edilecek parçalar için ilave fiyatın belirlenmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esaslar yeniden düzenlenmiştir. Bu çerçevede, yerli ekipman tanımına bütünüyle

parçalar için en az yüzde 55'lik bir oran aranması öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan tesislerde yurt içinde üretilmiş ekipman kullanıldığı takdirde 0.4 ile 3.5 Dolar Cent arasında ilave fiyat desteği verilmektedir. İlgili yönetmelik Ek'te, üretilen yenilenebilir enerji garanti alım fiyatlarını gösteren I sayılı cetvel ise Ek'te verilmiştir.

Ayrıca, yenilenebilir enerji yatırımlarına, ek kapasite kurulması, lisans alma bedelinde indirim, sisteme bağlanma önceliği, 500 kW'ın altındaki tesislerde lisans aramama, I sayılı cetveldən 10 yıl süre ile yararlanma gibi birtakım destek ve teşvikler sağlanmıştır.

Yukarıda sayılan yasal düzenlemeler yoluyla yenilenebilir enerji yatırımlarının teşviki, yenilenebilir enerji yatırımlarında kullanılacak ekipmanlara olan talebi doğrudan etkilemektedir. Yerli katkı ilavesi ise, doğrudan yerli ekipman üretimini artırmaya yöneliktir.

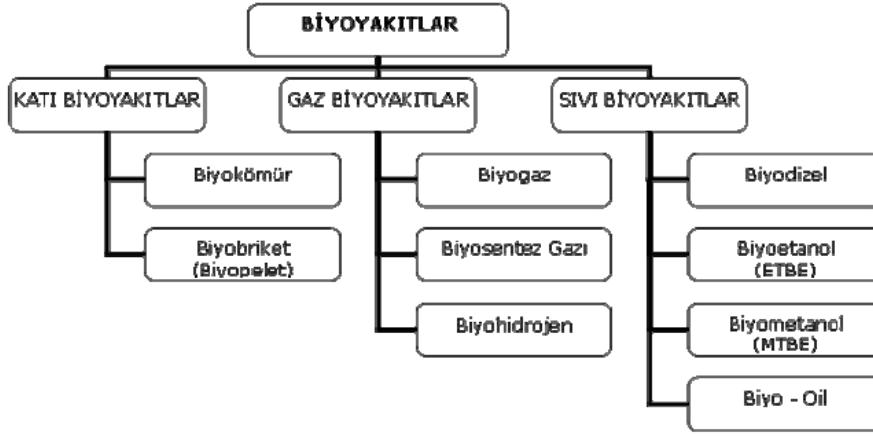
#### **4.2.4.1. Biyokütle Enerjisi Ekipmanları**

##### **4.2.4.1.1. Sektörün Tanımı**

Biyokütle, 100 yıllık periyottan daha kısa sürede yenilenebilen, biyolojik kökenli, fosil olmayan organik madde kitlesidir. Bitkisel ve hayvansal kökenli tüm organik maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle ve diğer organik atıklar; elektrik ve ısı enerjisi üretimi, taşıt araçları için sıvı ya da gaz yakıt üretimi ve yan ürün olarak çeşitli kimyasal madde eldesi özellikleri nedeni ile hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde büyük ölçüde kullanılmaktadır. Biyokütle enerjisi üretimi için kullanılacak başlıca kaynaklar, tarımsal ve hayvansal atıklar, organik içerikli evsel, kentsel ve endüstriyel atık/atıksular, biyolojik arıtma çamurları, enerji bitkileri, klasik ormanlar, enerji ormanları, sucul ekosistemlerde yetişen alg ve yosun gibi canlılardır. (Ege-Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2012)

Biyoyakıtlar katı (biyokömür, biyobriket-biyopelet), gaz (biyogaz, biyosentez gazı, biyohidrojen) ve sıvı (biyodizel, biyoetanol, biyometanol, biyo-oil) olarak sınıflandırılabilir.

Şekil 22: Biyoyakıtların Gruplandırılması



Kaynak: TKB, TİAR,

Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması; ya termik santrallere benzer bir sistemle doğrudan yakılarak elde edilen ısıdan buhar elde edilerek türbinleri döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olabilmekte ya da değişik tekniklerle biyokütleden elde edilen biyogazın veya piroliz benzininin kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilebilmektedir.

Biyokütleyle uygulanan teknolojiler; termokimyasal, biyokimyasal ve fizikokimyasal dönüşüm olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır. Günümüzde enerji amaçlı kullanılan biyokütlenin büyük bir kısmı termokimyasal yöntemle ısı ve elektriğe dönüştürülmektedir. (TKB, Tiar, 2009)

Kentsel atıklardan, çöplerin çürümesi ve anaerobik fermentasyonu sonucu ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımıyla çöp termik santralleri çalıştırılmaktadır. Çöp kombine çevrim santrallerinde metan gazı yanında, gelen katı atıklar özel ızgaralı veya akışkan yataklı ocaklarda yakılmakta ve sıvı atıklar aynı ocağa püskürtülmektedir. Baca gazları filtrasyondan geçirildiği için hava kirliliğine yol açmamakta, katı atıklar selektörlerden geçirilerek içindeki cam ve metal malzeme ayrıştırılmakta, oluşan kül de inşaat malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir. Böylece hem kentsel atıkların enerji üretiminde kullanılması mümkün olmakta hem de atıkların depolanması sorununa çözüm getirilmektedir.

**Modern biyoyakıtlar olarak;** biyodizel, biyoetanol, biyogaz, gazlaştırma işleminden elde edilen gaz, biyometanol, biyohidrojen gibi farklı yakıt türleri sayılabilmektedir.

Biyokütle kaynakları kullanılan çevrim teknikleri, bu teknikler kullanılarak elde edilen yakıtlar ve uygulama alanları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

**Tablo 32: Biyokütle Kaynakları ve Çevrim Teknikleri**

Biyokütle	Çevrim Yön.	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman Atıkları	Havasız çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım Atıkları	Piroliz	Etanol	Ulaşım araçları, ısınma
Enerji Bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ Raketler
Enerji Ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve Hayvansal Yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

**Kaynak: TKB, TİAR**

**Biyodizel**, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlardan veya hayvansal yağlardan üretilen bir yakıt türüdür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir. Biyodizel petrol içermemekte; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir.

Biyodizel Üretiminde Kullanılan Makine ve Ekipman Spesifikasyonları (TKB, Tiar);

1. Hava Kompresörü
2. Filtrasyon Ünitesi
3. Presleme Ünitesi
4. Transesterifikasyon Ünitesi
5. Havalandırma Ünitesi
6. Depolama Üniteleri:
  - Yağlı Tohum Depolama Silosu
  - Küspe Depolama Tankı
  - Pres Besleme Silosu
  - Yağ Depolama Tankı
  - Metanol Depolama Tankı
  - Potasyum Hidroksit Depolama Tankı
  - Gliserin Depolama Tankı
  - Biyodizel Depolama Tankı
  - Metanol Geri Kazanım Depolama Tankı
7. Konveyörler

Depo tankı malzemesi olarak yumuşak çelik, paslanmaz çelik, florlanmış polietilen ve florlanmış polipropilen seçilebilmektedir. Ülkemizde en çok tercih edilen reaktör tipi UASB (Yukarı Akışlı Çamur Yataklı) reaktörüdür.

**Biyometanol**, hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Küçük ev aletlerinde, kimyasal ürün sektöründe de kullanılabilen biyometanol, yakıtın oksijen seviyesini arttırarak verimli yanmasını sağlamakta, egzoz çıkışındaki zararlı gazları azaltmaktadır.

Gıda tarımına elverişli alanların biyodizel ve biyometanol üretimine ayrılması ve bu şekilde gıda güvenliği açısından küresel bir risk oluşturması konusu biyoyakıt tarımının en çok eleştirilen yönü olmaktadır.

**Biyogaz**, organik maddelerin (hayvansal, bitkisel, endüstriyel atıklar) oksijensiz şartlarda biyolojik parçalanması (anaerobik fermantasyon) sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır. Biyogaz teknolojisi ise organik kökenli atık/artık maddelerden enerji elde edilmesine ve atıkların toprağa kazandırılmasına imkân vermektedir.

Biyogaz, küçük modifikasyonlar yapılarak kombilerde, fırınlarda, gaz lambalarında, taşıma araçlarında ve içten yanmalı motorlarda kullanılabilir. Bu enerji, ısı enerjisi ve elektrik enerjisine çevrilebilir. (Ege-Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2012)

Biyogaz tesisleri kapasite olarak;

- Aile tipi (6-12 m<sup>3</sup> kapasiteli)
- Çiftlik tipi (50-100-150- m<sup>3</sup> kapasiteli)
- Köy tipi (100-200 m<sup>3</sup> kapasiteli)
- Sanayi ölçekli (1,000-10,000 m<sup>3</sup> kapasiteli) şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Biyogaz üretiminde yaygın olarak kullanılan geleneksel sistemler üç tiptir:

- Sabit Kubbeli (Çin Tipi)
- Hareketli Kubbeli (Hint Tipi)
- Torba Tipi (Tayvan Tipi)

Günümüzde biyogaz üretiminde kullanılan reaktör ve sistemler, kullanılan atığın katı madde içeriğine göre sınıflandırılmakta ve uygun sistem tipi seçilmektedir. Biyogaz üretiminin gelişmiş reaktör teknolojileri ile ülke koşulları dikkate alınarak yapılması gereklidir.

Biyogaz üretimi genel olarak kesikli beslemeli yöntem ve sürekli beslemeli yöntem olarak iki ayrı yöntemle gerçekleştirilebilmektedir.

Modern bir biyogaz tesisinde üç ana organ yer almaktadır:

**1-Fermantör (Organik maddenin doldurulduğu tank depo):** Bu kısım hava almayacak şekilde tasarlanan ve içerisinde bir karıştırıcı olan tanktır. Ayrıca tankın içerisine bir ısıtıcı yerleştirilmektedir. Fermantör sıcaklığı düştükçe gaz üretimi de düşmektedir.

**2-Gaz deposu:** Büyük kapasiteli tesislerde oluşan biyogazı, bir yerde toplamak ve gaz basıncının sabit kalmasını sağlamak için kullanılan depodur. Fermantör üzerinden alınan gaz bir boru ile bu depoya taşınmakta, buradan da kullanıma gönderilmektedir.

**3-Gübre (organik madde) Deposu:** Biyogazın üretilebilmesi için fermantöre alınacak organik maddenin kuru maddesinin yüzde 8'i geçmemesi gerekmektedir. Bu nedenle, organik madde belli oranda su ile karıştırılmaktadır. Akışkan durumuna gelmiş olan bulamaç halindeki maddenin depolanması için betondan yapılmış havuz şeklinde bir depoya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu 3 ana organın yanısıra biyogaz üretim sisteminde; hammadde depolama tankı, gaz boruları-valfleri ve bağlantı ekipmanları, ısıtma sistemleri, pompalar, karıştırıcılar, ısı transfer elemanları, ayırma ve filtrasyon elemanları da kullanılmaktadır.

Reaktör tipleri şöyle sıralanabilir:

1. Kesikli reaktör
2. Sürekli Karıştırmalı Tank Reaktör (CSTR)
3. Katı Geri Beslemeli Sürekli Karıştırmalı Tank Reaktör
4. Piston Akışlı Reaktör
5. Yukarı Akışlı Çamur Yataklı Reaktör (UASB)
6. Film reaktörler
7. İki Fazlı Reaktör
8. Diğer (Hibrid) Reaktörler

Biyoyakıtlardan elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılan ekipmanlar, genel olarak termik santrallerde (kömür, doğalgaz, petrol) kullanılan ekipmanlara benzemekte olup maliyetleri daha düşüktür. Kazan, tank, türbin, kompresör, presler, filtreler, borular, pompalar, depolar,

gibi. Akışkan yataklı sistemlerin sürekli besleme olanağı diğerlerine göre büyük üstünlük taşımaktadır.

Biyokütle enerjisi elde edilmesinde kullanılan ekipmanlar, termik santrallerde kullanılan ekipmanlara (kömür ya da doğalgaz santralleri) benzemektedir. Ancak, dünya genelinde biyokütle enerjisi üretiminde kullanılan bu ekipmanların üretim ve ticareti konusunda ayrıca bir istatistik elde edilememiştir.

#### **4.2.4.1.2. Dünyada Biyokütle Enerjisi Ekipmanları**

Birleşmiş Milletler, ABD ve Avrupa ülkeleri, biyokütle enerjisi üretimi ve kullanımı konusunda çeşitli politikalar geliştirmişlerdir. ABD, tüketicilere 2005 Yılı Enerji Politikası Yasası ile 2012 yılına kadar yıllık 7.5 milyar galon biyoyakıt kullanılması çağrısında bulunmuştur. ABD’de biyokütle teknolojisi son yıllarda, sanayi alanında enerji üretip kullanma yöntemlerine yoğunlaşmıştır. Geliştirilen ve hâlâ çalışmaları devam eden bu sistemlerde, hem ısı enerjisi üretilirken hem de elde edilen buhar kullanılarak elektrik enerjisi de elde edilmektedir. Yine bu kapsamda 2005 yılında Avrupa Birliği Biyoenerji Eylem Planı hazırlanmıştır.

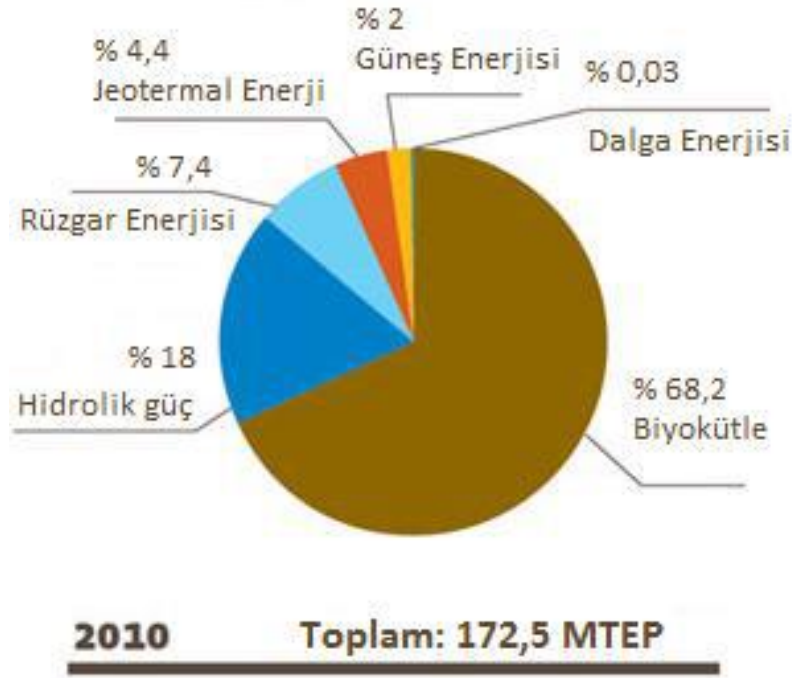
Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan biyokütlenin tüm dünyadaki potansiyelinin 812,000 TWh dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Kullanılan enerjinin yaklaşık altı katı potansiyel bulunmaktadır.

2010 yılı verilerine göre dünyada biyokütle enerjisi global enerji tüketiminde yüzde 14.6 paya sahiptir. Amerika ve Brezilya sırasıyla yüzde 42.8 ve yüzde 26.3 biyoyakıt üretim oranları ile dünya liderleridir. Avrupa’da ise yüzde 25.8 pay ile lider olan Almanya’yı sırasıyla yüzde 20.4 ile Fransa, yüzde 10.4 ile İspanya ve yüzde 5.9 ile İtalya takip etmektedir. Amerika biyoetanol üretiminde, Avrupa ise biyodizel üretiminde öne çıkmaktadır.

Biyoetanol konusunda önde gelen ülkelere biri olan Brezilya, Amerika’nın ardından dünya’nın 2. büyük üreticisidir. 75 yıldan daha uzun süredir şeker kamışından biyoetanolün ticari üretimini gerçekleştirmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerinde ise 2010 yılında ulaşım için kullanılan toplam biyoyakıt tüketimi 13.9 MTEP’e ulaşmış, yüzde 77.8 oranında biyodizel, yüzde 21.1 oranında biyoetanol, yüzde 1.3 oranında bitkisel benzin ve yüzde 0.4 oranında biyogaz tüketimi gerçekleşmiştir. Almanya üretimde olduğu gibi biyoyakıt tüketiminde de yüzde 22’lik pay ile lider durumdadır.

**Şekil 23: Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Tüketimi İçindeki Kaynak Dağılımı**



Kaynak: (EurObserv'ER, 2010)

Kaynak: Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü

Almanya biyogazı ısı ve elektrik üretiminde değerlendirmektedir. 1973 petrol krizinden sonra ülkede biyogaz teknolojilerinin kullanımı canlanmıştır. 2009 yılında yaklaşık 2.6 milyar EUR biyogaza yatırım yaparak, kapasitesini 2,300 MW'a çıkarmış, aynı yıl 16,000 kişiye istihdam yaratmıştır. 2010 yılında ise bu rakam 17,000'e yükselmiştir. Almanya'nın bu konudaki yatırımları baz alınarak, Avrupa'da 2020 yılında biyogazdan 56.4 TWh elektrik üretimi hedeflenmiştir. Avusturya ve İsveç ise, biyogazı basınçlandırarak araçlarda kullanan nadir ülkelerdendir.

Almanya katı biyokütleden ve belediye atıklarından elektrik ve ısı üreten ülkeler arasında da başlarda yer almaktadır. Konut başına katı biyokütleden enerji üretiminde Finlandiya, İsveç ve Avusturya öne çıkarmaktadır. İsveç ve Finlandiya gibi ülkelerde bölgesel biyokütle santralleri ile elektrik üretimi yapılmakta olup yeni santrallerin yapımı sürmektedir.

#### **4.2.4.1.3. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Olanakları ve Ekipmanları**

10 Mayıs 2005'de kabul edilen 5346 sayılı "Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin Kanun"da; biyokütle "organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dahil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu



ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlar" olarak tanımlanmaktadır.

Biyokütle enerjisi potansiyel açısından, ülkemiz için en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Ülkemizin coğrafik yapısı, tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu, başta kırsal bölgeler olmak biyokütle enerjisi ile ilgili taleplerin artması, biyokütle enerjisini ön sıralara taşımaktadır. Türkiye toplam nüfusunun yaklaşık yüzde 35'lik kısmı, tarımsal faaliyetlerle ilgilenmekte, ülkemiz topraklarının yaklaşık yüzde 55.6'sı ekilebilir alanlardan oluşmaktadır.

Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'ne göre; teorik olarak Türkiye'nin yıllık potansiyel biyokütle enerjisi 135–150 milyon TEP'tir. Olası kayıplar ve tüm üretim alanlarının yıl boyunca, sadece biyokütle üretimi için kullanılamayacağı düşünüldüğünde, ülkemizde yaklaşık olarak yıllık 40 milyon TEP biyoenerji üretim potansiyeli bulunduğu hesaplanmıştır. Toplam ekonomik biyokütle enerji potansiyeli ise yaklaşık olarak 16–32 milyon TEP olarak alınmaktadır.

Ülkemizde, başta üniversiteler olmak üzere pek çok kurum ve kuruluş, bu konuyla ilgili çeşitli Ar-Ge çalışması yürütmektedir. Türkiye'de biyokütle ile ilgili çalışmalar arasında; katı biyokütle yakıtlarının normlaştırılması, biyokütlenin biriktirilmesi ve peletlenmesi, biyokütlenin inşaat malzemesi olarak kullanılması, biyomotorin üretimi, sürekli beslemeli biyogaz tesislerinin projelendirilmesi ve geliştirilmesi, bitkisel yağların motor yağı, hidrolik sıvısı ve soğutucu akışkan olarak kullanılması, öğrenciler için enerji eğitimi (Enerji bitkileri plantasyonu) uygulamaları sayılabilir. Biyokütlenin yakıt maliyetinin yenilenebilir enerji kaynakları içinde en düşük maliyete sahip kaynak olduğu bilinmektedir. (Karademir, 2009)

Özellikle ülkemizde şeker pancarından **biyoetanol** üretimi mevcuttur. Alkol üretimi amacıyla en çok tercih edilen şeker pancarı yetiştiriciliği için 4.5 milyon dekar arazi bulunmaktadır. Buradan alınan üründen elde edilebilecek biyoetanol miktarı ise yaklaşık olarak 2–2.5 milyon tona denk gelmektedir. Biyoetanol, araçlarda benzine alternatif olarak kullanılabilirliği gibi, benzinle farklı oranlarda karıştırılarak da kullanılabilir. Ülkemizde yasal olarak, yüzde 5'e kadar benzinle karıştırılabilir. Ancak Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) sadece yüzde 2'lik katımlara uygulandığından, en fazla yüzde 2 katım yapılmaktadır.

Biyoetanol üretimi için, Türkiye'deki başlıca birincil kaynaklar; şeker pancarı ve artıkları, patates, melas, buğday ve artıkları, mısır ve koçanı, diğer lignoselülozik materyaller (çimen, bitkisel atık/artıklar, enerji tarımı ürünleri vb.) olarak sıralanmaktadır.

Türkiye'deki biyoetanol üretim tesisi sayısı 4 olup, kurulu Kapasite 149.5 milyon lt'dir. Kullanım zorunluluğu 1 Ocak 2013'te başlamıştır. 2013'te harmanlanacak miktar 54 Milyon lt olarak hesaplanmıştır. 149.5 milyon litre biyoetanol, benzin tüketimimizin yüzde 7'sine denk gelmektedir. Ancak kurulu kapasite tam olarak kullanılamamaktadır. Gıda ve yem dengesi gözetilmek koşulu ile sadece şeker pancarı tarımına dayalı biyoetanol potansiyelimizin benzin tüketimimizin tümünü karşılayabileceği söylenmektedir. (Türkyılmaz, 2013)

Ülkemizde biyoetanol kullanan tek firma Petrol Ofisi'dir. Yüzde 2'lik katım şartına bağlı olarak yıllık yaklaşık 62,000 m<sup>3</sup> biyoetanol ihtiyacı bulunmaktadır. Yasal düzenlemelerle birlikte kullanım oranı yüzde 5'e çıkarılırsa, yıllık biyoetanol ihtiyacının 157,000 m<sup>3</sup> olacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye'de **biyodizel** ile ilgili ilk çalışmalar 1931 yılında yapılan Ziraat Kongresinde yakıt alkolün kullanılması düşüncesi ile gündeme gelmiştir. Üretime yönelik ilk uygulama ise AB'den önce 1934 yılında "Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı" adı altında Atatürk Orman Çiftliğinde yapılmıştır. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak biyoyakıtlar 2000'li yılların başında Türkiye'de yeniden gündeme gelmiş ve üniversitelerdeki çalışmalar hızla artmıştır. Bu doğrultuda 2001 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığında "Biyodizel Çalışma Grubu" oluşturulmuştur. (TKB, Tiar)

2003 yılında çıkarılan 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu'nda biyodizel, harmanlanan ürünler arasında yer almıştır. Bu kanunda biyodizel, özel tüketim vergisi (ÖTV) dışında tutulmuştur. Dolayısıyla biyodizele yönelik yatırımlar, dünyaya paralel biçimde hızla artmıştır.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından 2003 yılında teklif edilen biyodizel standartları, 2005 yılında AB standartları, TSE tarafından tamamen kabul edilerek yayımlanmıştır. EPDK'nın teknik düzenlemeleri ile biyodizelin yüzde 5'e kadar motorin ile harmanlanmasına olanak tanınmıştır. Ayrıca biyodizel üreticileri, biyodizel işletme lisansı kapsamına alınmıştır.

Biyodizel konusunda 2005 yılında faaliyet gösteren 156 adet firma varken, 2006 yılında bu rakam 3,479 adete ulaşmış, ancak bu tesislerden 3,000 adet tesisin kayıt dışı olduğu ya da

kendisine üretim yaptığı anlaşılmıştır. Aynı dönem içerisinde tespit edilebilen biyodizel üretim miktarı 2005'de 90,000 ton, 2006'da ise 10,000 tondur. Türkiye'de 1 milyon tonluk biyodizel kurulu kapasitesi bulunmaktadır. Türkiye, biyodizel kurulu kapasitesi itibarıyla dünyada Almanya'dan sonra ikinci sırada bulunmaktadır.

Petrol piyasasında haksız rekabet oluşturduğu gerekçesiyle, 30.03.2006 tarihinde 5479 Sayılı Gelir Vergisi Kanunu'nda değişiklik yapılarak biyodizele (otobiyodizel) litrede 0,6498 TL ÖTV getirilmiştir. Yerli tarım ürünlerinden elde edilen otobiyodizelin motorinle yüzde 2 oranında harmanlanması ÖTV'den muaf tutulmuştur. Şu anda, ithal hammaddeyle üretilen biyodizele 0.91 TL/lt ÖTV uygulanmaktadır. EPDK Raporlarına göre 36 Lisanslı tesis olmasına rağmen 1 tesis üretim yapmaktadır. 2012 yılı üretimi 14.7 milyon lt'dir. (Türkyılmaz, 2013)

2014'ten itibaren motorine yüzde 1 biyodizel harmanlanması zorunlu olacaktır. Bu değer 2015'te yüzde 2, 2016'da yüzde 3 olarak uygulanacaktır.

Sıvı biyoyakıtların dışında, en çok rağbet gören yakıtlardan biri olan biyogaz, çok yönlü bir enerji kaynağı olarak doğrudan ısıtma ve aydınlatma amacıyla kullanıldığı gibi, elektrik enerjisine ve mekanik enerjiye çevrilerek de kullanılabilir. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının aksine, biyogaz üretimi ve sistemleri coğrafi kısıtlamalara ve üstün teknoloji isteklerine gerek duymamaktadır.

Türkiye'de biyogaz üretimi ile ilgili ilk çalışma, 1957 yılında Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü tarafından yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda Eskişehir Bölge Toprak-Su Araştırma Enstitüsü'nde yapılan araştırmalardan ilk veriler elde edilmiştir. 1964 yılında Ankara Üniversitesi'nde biyogaz üretimi ile ilgili çalışmalar başlatılmış 3 yıl içerisinde toplam 728 m<sup>3</sup> gaz üretilmiştir. (TKB, Tiar)

1976 yılından sonra petrol krizinin etkisiyle konu tekrar gündeme gelmiş ve MTA'nın Hacettepe Üniversitesi ile birlikte yaptığı laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler ışığında, Şeker Fabrikaları Etimesgut Çiftliğinde 1978 yılında 54 m<sup>3</sup> kapasiteli pilot bir tesis kurulmuştur.

1980-1986 yılları arasında Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsünde biyogaz ile ilgili çalışmalar yürütülmüş ve birçok temel bulgu elde edilmiştir. Biyogaz üretimi konusunda 1980-1986 yılları arasındaki dönemde, birçok tesis işletmeye açılmış, teknik bilgi eksikliğinden dolayı bu tesislerin birçoğu işletilememiştir.

TÜBİTAK – MAM tarafından 2009 yılında yapılan bir çalışmaya göre; Türkiye'nin hayvansal atıklara dayalı biyogaz potansiyeli: 1,8 milyon TEP (21 milyar kWh = 2,400 MW)'tir. Belediye atıkları, enerji bitkileri, organik sanayi atıkları vb. hammaddelerle Türkiye'nin biyogaz potansiyelinin 35 milyar kWh (4,000 MW) düzeyinde olduğu iddia edilmektedir. Türkiye'de halen biyogaz üretimi yapabilecek 67 tesis olup, kurulu kapasiteleri 174 MW düzeyindedir. 2012 yılı üretimi ise 113.3 MW'tır. (Türkyılmaz, 2013)

Ülkemizde biyokütle enerjisi konusunda kurulu olan bazı sistemler aşağıda belirtilmiştir. (Ege-Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2012)

- TÜBİTAK–Kayseri'de; inek, koyun, keçi ve tavuk yetiştiriciliğinin yapıldığı bir tesiste hayvanların atıkları kullanılarak biyogaz üretimi gerçekleştirilmektedir.
- İzmir'in Çiğli ilçesinde çöp toplama sahasında Enertek Enerji Üretim Şirketi tarafından, 4.25 MW kurulu güce sahip ve 34 GWh'lık enerji üretimini sağlayan biyogaz sistemi inşa edilmiştir.
- Germencik–Aydın'da Fortuna Enerji Yatırımları Ltd. Şti., 1,063 MW kurulu güçlü ve 8 GWh enerji üretebilen, mısır silajı ve gübre kullanılan biyogaz sistemi inşa etmiştir.
- Enertek Enerji Üretim Şirketi tarafından Çiğli–İzmir'de atık su arıtma tesisinde 3.88 MW kurulu gücü olan ve 29.5 GWh enerji üreten biyogaz sistemi kurulmuştur.
- Ranteko Çevre Teknolojileri isimli şirket tarafından Çiçekdağ–Kırşehir'de 250 KW kapasiteli, büyükbaş hayvan atığının kullanıldığı biyogaz sistemi inşa edilmiştir.
- Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Biyokütle Enerjisi Araştırma Grubu ve Nazilli ve Çevresi Tarımsal Kalkınma Kooperatifi (ÖR–KOOP) arasında imzalanan protokol kapsamında, 2007 yılının Nisan ayında Aydın'ın Kuyucak–Pamukören köyünde bulunan Ülkü Çiftliği'nde 60 m<sup>3</sup> reaktör ve 50 m<sup>3</sup> gaz depolama tankı kapasiteli biyogaz sistemi kurulmuştur. Bu sistemde günlük biyogaz üretimi 60 m<sup>3</sup>'tür.
- Bazı belediyelerin son yıllardaki girişimleriyle çöpten biyogaz üretimi örnekleri bulunmaktadır. İşletmede olan tesislerin yanı sıra özel sektöre ait, hayvansal atıkları kullanan tesislerin işletmeye alınması süreci yaşanmaktadır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun (EPDK), cari açığın azaltılması ve yerli biyoyakıtların üretiminin teşviki için akaryakıtta tarımsal ürün katkısı konusunda yaptığı düzenleme ile 2013 yılından itibaren benzin ve motorinde her yıl arttırılmak üzere yerli katkı ilave zorunluluğu getirilmiştir. Akaryakıtta her yıl artan oranlarda yerli tarım ürünlerinden üretilen etanol ve

biyodizel ilave edilebilecektir. EPDK'dan yapılan açıklamaya göre, piyasaya akaryakıt olarak arz edilen benzin türlerine, 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren yüzde 2, 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla da en az yüzde 3 oranında yerli tarım ürünlerinden üretilmiş etanol ilave edilmesi zorunlu kılınmıştır.

Yukarıdaki örneklere rağmen, biyokütle enerji sektöründeki gelişme beklenen düzeyde değildir. Biyogazdan üretilen elektriğin 13,3 USDcent/kWh alım garantisi pek çok proje için ekonomik bulunmamıştır.

Ülkemizde, biyokütle enerjisi sistem bileşenlerini üretme kabiliyeti olan pek çok üretici firma bulunmaktadır. Ancak, mevcut üretim sistemlerinin biyokütle enerji sistemlerinde de kullanılabileceğinin bilinmemesinden kaynaklı olarak bu firmalar sektör ile ilgili herhangi bir girişimde bulunmamaktadırlar.

#### **4.2.4.2. Isıl ve Fotovoltaik Güneş Enerjisi Ekipmanları**

##### **4.2.4.2.1. Sektörün Tanımı**

Güneş enerjisi, yeni ve yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşu yanında, dünyanın ekosistemi için önemli bir sorun olan çevreyi kirletici atıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi gibi üstünlükleri sebebiyle son yıllarda üzerinde yoğun çalışmaların yapıldığı bir konu olmuştur.

Güneş enerjisi sistemlerinin başlıca tipleri şunlardır: (Tuğrul Görgün, 2009)

- a) Isıl Güneş Enerjisi Sistemleri
- b) (Fotovoltaik) Güneş Enerjisi Sistemleri.

Güneş ısıl uygulamaları terimi ile güneş enerjisinden ısı enerjisi üreten teknolojiler kastedilmektedir. Güneş ısıl uygulamalarında, sistemde ulaşılan sıcaklık değerlerine göre yapılan sınıflandırma en yaygın olanıdır ve üç ana başlık altında incelenmektedir:

- Düşük sıcaklık uygulamaları ( $T \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- Orta sıcaklık uygulamaları ( $100 \text{ }^\circ\text{C} < T \leq 300 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- Yüksek sıcaklık uygulamaları ( $T > 300 \text{ }^\circ\text{C}$ )

Düşük sıcaklık uygulamalarına binalarda su ve ortam ısıtması, kurutma, yüzme havuzu ısıtması, sera ısıtması vb. örnekler verilebilmekte ve bunlarda genellikle saydam örtülü veya saydam örtüsüz düzlemsel toplayıcılar kullanılmaktadır.

Orta ve yüksek sıcaklık uygulamalarında vakum borulu toplayıcılar ile odaklayıcı toplayıcılardan yararlanılmaktadır. Vakum borulu bir toplayıcı genel olarak, ısı transfer akışkanının dolaştırıldığı bakırdan yapılmış kanatçıklı bir iç boru ile bu borunun yerleştirildiği daha büyük çaplı bir saydam örtüden (çoğunlukla cam) meydana gelmektedir. Güneş ışınımını yutma özelliği iyileştirilmiş ve bu nedenle sıcaklığı yükselmiş içteki borudan çevreye ısı kaybını azaltmak için, iç boru ile dış boru arası vakumlanmaktadır. Bu tür toplayıcılar genel olarak sıcak su veya düşük sıcaklıkta buhar üretiminde kullanılmaktadır.

Güneşi sürekli takip edecek bir mekanizmayla donatılması gereken odaklayıcı toplayıcılar

- Çizgisel odaklayıcılar
- Noktasal odaklayıcılar olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir.

Bunlarda ısı transfer akışkanı olarak çoğunlukla yağ kullanılmaktadır. Orta sıcaklık uygulamalarında çizgisel odaklayıcılar daha çok tercih edilirken yüksek sıcaklık uygulamalarında noktasal odaklamadan yararlanılmakta, her iki sistemde de genellikle buhar üretimi amaçlanmaktadır. Üretilen buhar ya doğrudan proses ısısı olarak ya da elektrik üretimi için kullanılmaktadır.

Çizgisel odaklama için en çok tercih edilen düzenleme, parabolik–oluk tipi düzenlemedir. Tek eksenli hareket eden bu sistemlerde, içbükey yapılmış bir yansıtıcı (çoğunlukla ayna) ile bu yansıtıcının odak noktasına yerleştirilmiş boru kullanılır. Aynaya çarpan güneş ışınları geri yansıdığı anda odak noktasındaki borunun ekseninden geçer ve çizgisel odaklama elde edilir. Son yıllarda yapılan güneş ısı santrallerinde bu sistemlerin çok tercih edildiği görülmektedir.

Noktasal odaklama ise, ya iki eksenli hareket mekanizmasına sahip parabolik–çanak tipi sistemlerle ya da kule–yansıtıcı çifti ile sağlanır. Parabolik–çanak tipi sistemlerde de, odak noktasına yerleştirilmiş bir boru kullanılır ve güneş izleme mekanizması ya çanak ya da borunun güneş takip edecek şekilde tasarlanmasıyla sağlanır.

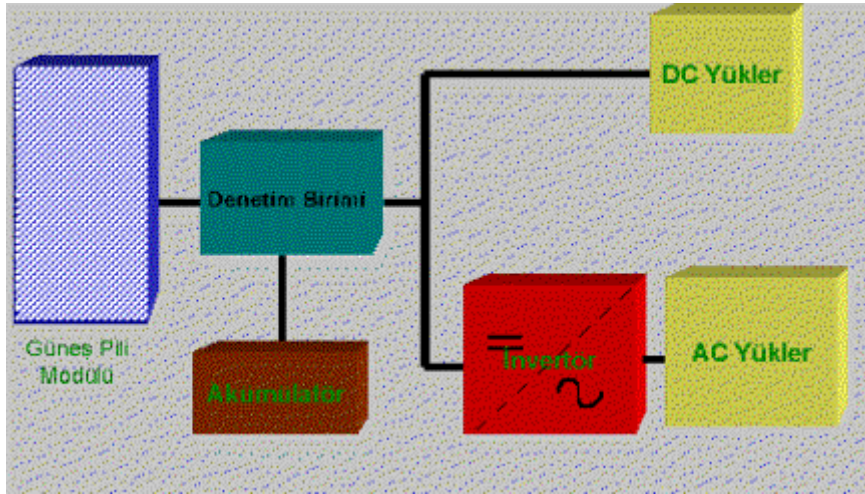
Kule tipi noktasal odaklama yapılan sistemlerde, geniş bir alana yüzlerce yansıtıcı ayna, bu aynaların ortasına ise yüksek bir kule yerleştirilmekte, güneş izleyebilen aynalar, gelen güneş ışınlarını kule üzerinde tek bir noktaya yansıtmakta ve noktasal odaklama gerçekleşmektedir. Özellikle elektrik enerjisi üretiminde kullanılan bu sistemlerin sayıları fazla değildir. Noktasal odaklamanın yapıldığı bir başka uygulama güneş fırınlarıdır. Bunlarda hem büyük boyutlarda sabit olarak yerleştirilen aynalar hem de yansıtıcı aynalar kullanılmaktadır.

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır.

Güneş pilleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak yüzde 5 ile yüzde 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.

Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç watt'tan mega watt'lara kadar sistem oluşturulur.

**Şekil 24: Şebekeden Bağımsız Bir Güneş Pili Enerji Sisteminin Şeması**



**Kaynak: Güneş Pillerinin Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanımı, TKB, TİAR, 2008**

Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi, diğer bir deyişle fotovoltaik sistem oluştururlar.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi doğrudan ve dolaylı olarak iki yöntemle yapılabilmektedir. Doğrudan yöntemde fotovoltaik (PV), termoelektrik ve termiyonik çeviriciler kullanılmaktadır. Mevcut teknolojide büyük çapta elektrik üretimi için ancak

fotovoltaik çeviriciler kullanılabilen, ancak bu bile diğer elektrik santrallerinin yanında küçük kalmaktadır. (Dolun, 2002)

Dolaylı yöntemde ise güneş termik elektrik santralleri kurulmaktadır. Güneş termik santrallerinde toplanan ısı enerjisi suyu buharlaştırarak termik santrallerdeki benzer bir sistemle elektrik üretmektedir. Güneş fotovoltaik sistemler şebekeden bağımsız kurulabileceği gibi mevcut şebekeye bağlı olarak da kurulabilir. Şebekeden bağımsız olan sistemlerde güneş pili bataryası modülünden (güneş pili veya PV modülü de denilmektedir) DC elektrik akımı üretilir. Sistemde bulunan invertör yardımıyla akım AC'ye dönüşür, sistemde ayrıca akü ünitesi bulunur.

Şebekeden bağımsız sistemlerin güçleri 25 kWp'a kadar çıkabilir. Güneşli bir ülkede 1 metrekare alanda üretilebilecek elektrik gücü öğle saatlerinde 125 W, 1 kWp fotovoltaik güç için gerekli alan 8 metrekaredir. Şebekeye bağlı sistemler ise daha kullanışlıdır. Bu durumda, sistemde süreklilik sağlanabilmekte ve akü grubu yani depolama ünitesi yerine gerektiğinde devreye girebilen yedek kaynak bulunmaktadır. Bu sistemlerde akım ve gerilim isteklerine bağlı olarak düzenlenmiş PV modül, DC/AC dönüşümünü sağlayan invertör, değişik yük ve ısınım koşullarına uyum sağlayan elektronik kontrol alt sistemi, şebekeden çekilen ve şebekeye verilen elektrik için iki ayrı sayaç, sistemde meydana gelebilecek arızaların diğer aboneleri etkilememesi için sistemi izole edebilen emniyet ve kontrol cihazları bulunmaktadır. Bu sistemler 1-50 kWp arasında güce sahiptirler.

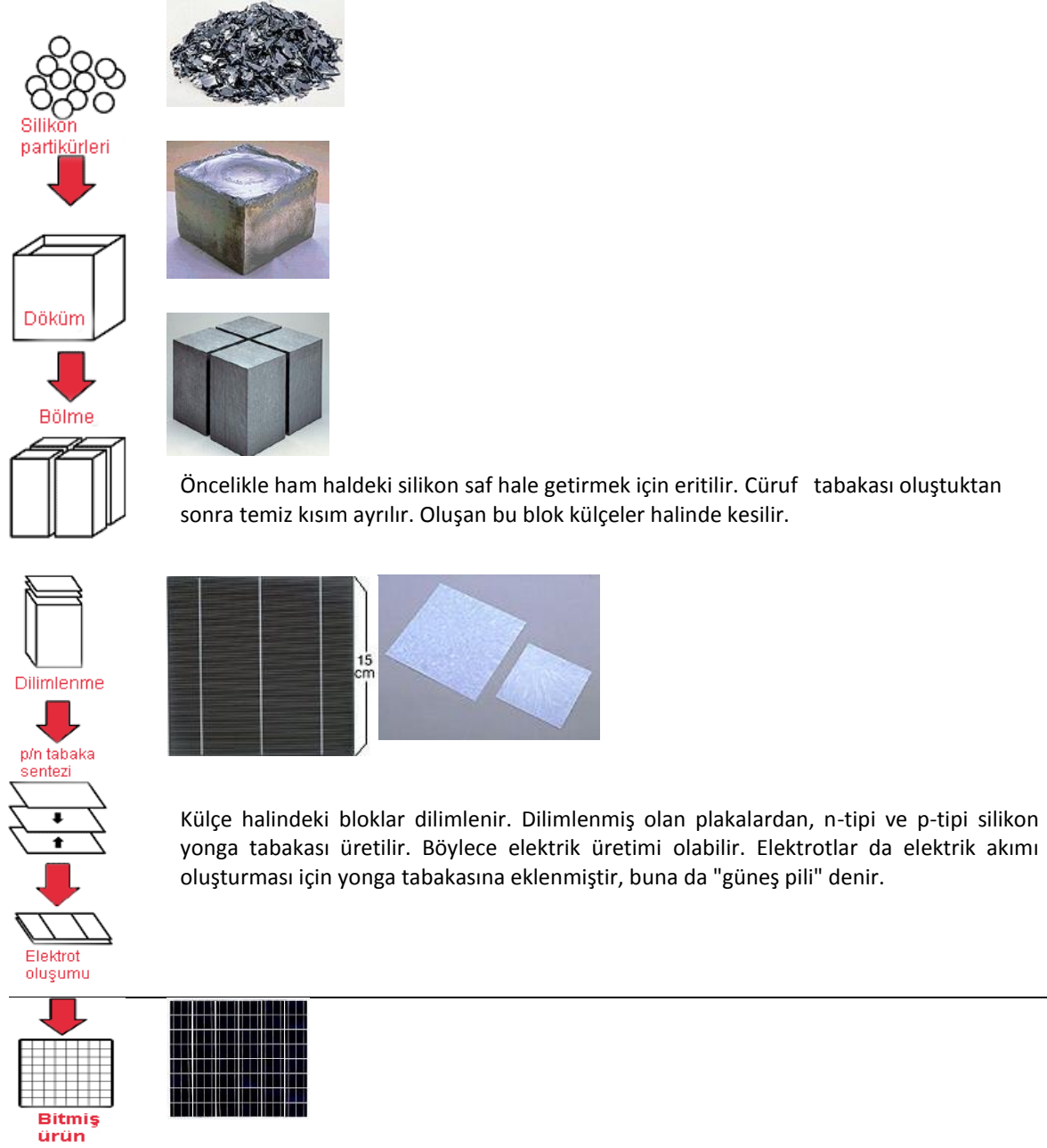
Sektörde değer zincirinin halkaları;

- Poli-silisyum üretimi,
- Silisyum kristal büyütme,
- Dilimleme,
- Göze (güneş pili) üretimi,
- İnce film ve kristal dilim tabanlı modül üretimi,
- Güç elektroniği şeklinde sıralanabilir. (GENSED-Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği)

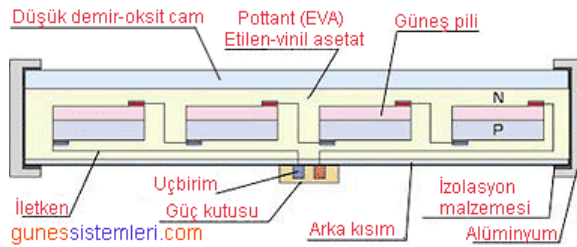
Güneş pili ve güneş panelinin üretim süreci kısaca aşağıdaki şekilde gösterilerek anlatılmıştır.



**Şekil 25: Güneş Pili ve Güneş Panelinin Üretim Süreci**



#### Güneş Modülünün Yapısı



Güneş pili elektrik üretimi için hazır fakat gerekli olan voltajı artırmak için plakalar seri bağlanmalıdır. Cm ve kapsül ile desteklenir ve "Güneş Modülü" üretilmiş olur.

**Kaynak: Fotovoltaik Teknolojisi, TKB, TİAR, 2009**

Uluslararası Enerji Ajansı – Fotovoltaik Güç Sistemleri (IEA–PVPS) bünyesinde yapılan çalışmalarda, farklı FVGS uygulamaları 4 ana başlıkta toplanmıştır. (Ege-Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2012)

- **Eysel bağımsız FVGS:** Şebeke bağlantısı olmayan bir evin ya da küçük yerleşim alanının (köy vb.) ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini akülerde depolayarak karşılayan bağımsız güç sistemleridir.
- **Eysel olmayan bağımsız FVGS:** Su pompalama, sokak aydınlatma, baz istasyonları, sinyalizasyon sistemleri gibi şebekeden uzak bağımsız uygulamalardır. Enerjisini akülerde depolayabileceği gibi, depolamadan doğrudan da kullanabilir.
- **Dağıtık şebeke bağlantılı FVGS:** Kişisel (ev, bina vb.), kamuya ait (üniversiteler vb.) veya ticari işletmelerin (süpermarketler vb.) şebekeye bağlı uygulamalarıdır.
- **Merkezi şebeke bağlantılı FVGS:** Geniş alanlarda merkezi olarak kurulan şebeke bağlantılı sistemlerdir. Günlük konuşmada yaygın olarak “güneş tarlası” olarak da adlandırılırlar.

FV sistemler, melez (hibrid) güç sistemi bileşeni olarak diğer enerji kaynakları ile birlikte de kullanılmaktadır.

FV modül üretiminde kullanılan teknolojiler:

- **Dilim tabanlı kristal silisyum teknolojisi (c-Si):** Bu teknoloji, 50 seneye yaklaşan geçmişi ile günümüzde 1. nesil teknolojisi olarak bilinmekte olup dünyadaki toplam FV üretiminin yaklaşık yüzde 80’ini oluşturmaktadır. Bu teknolojiye tek- ve çoklu-kristal Si dilimler kullanılmaktadır. c-Si teknolojisi üretim zinciri 4 temel adımdan oluşmaktadır: Poli-Si, Dilim, Hücre ve Modül Üretimi. Üretimdeki ucuzluk ve kütle imalatı nedenleriyle çoklu-Si dilim teknolojisi ile üretilen modüller, c-Si pazar payının yüzde 60’ına yakın bir kısmını da oluşturmaktadır. Ticari c-Si modül verimlilikleri; tek-Si modüllerde yüzde 14–20, çoklu-Si modüllerde ise yüzde 12–17 aralarında değişmektedir.
- **İnce film teknolojileri:** Tüm ince film teknolojileri FV modül imalatında yüksek kapasite, hız ve düşük imalat fiyatı potansiyeline sahiptir. 2. nesli temsil eden ve günümüzde üretime geçmiş yarı-iletken tabanlı ince film FV teknolojileri şunlardır:

- İnce Film Si (amorft, mikro ve nano-Si)
- Kadmiyum Tellür (CdTe)
- Bakır İndiyum Galyum Selenür (veya Sülfür) (CIGS)

Bu üç teknolojinin ortak yanları, cam veya esnek taşıyıcılar üzerine inşa edilmeleri, hücre yapımında saydam iletken oksit (TCO) ve metal tabakalar kullanmaları ve büyük alanlı modül üretiminde hücrelerin YAG-lazer ile hızla kesilip seri olarak bağlanarak yüksek voltaj verebilmeleridir. Bu teknolojilerin üretim donanımları ise c-Si teknolojisinin aksine düşük sıcaklık ve az malzeme kullanımı ilkesi üzerine tasarlanmış olup otomasyona uygundur.

Halen 150'den fazla firma ince film hücre üretimi üzerinde Ar-Ge ve üretim çalışmalarını devam ettirmektedirler. 100'den fazla firma ince film (amorft, nano, mikromorft) Si, 30'dan fazla firma CIGS ve 10'dan fazla firma CdTe teknolojiler üzerinde üretim ve geliştirme faaliyetlerine devam etmektedir.

- **Odaklamalı fotovoltaik teknolojisi (Concentrated PhotoVoltaics, CPV):** Burada güneş ışını, su ile soğutulan hücreler üzerine mercek veya akrilik Fresnel aynaları ile odaklanarak konsantrasyon artışı ile artan elektrik gücü elde edilmektedir. Sistem verimlilikleri açısından en çok güneşli coğrafyalara uygun bir teknolojidir.
- **Yeni ve gelişen FV hücre teknolojileri:** Boya ile duyarlaştırılmış ve organik güneş hücreleri yeni gelişmekte olan teknolojiler olup, hücre verimlilikleri ve büyük alanlı modül imalatı açısından henüz inorganik ince film teknolojileri kadar gelişmemiştir. Bununla beraber üretiminde kullanılacak hammaddelerin ucuzluğu ve kaplama metotlarının basitliği nedenleriyle, düşük verimliliklerde olsa bile birçok alanda uygulama bulabileceklerdir. Üretim faaliyetlerini başlatan firmalar da bulunmaktadır. Bunlar arasında; Global Photonic Energy Corporation, Konarka Technologies, Luna Innovations ve Nanosys gibi firmalar mevcuttur.

Pazarda yer alan farklı FV teknolojilerinin verimi, karşılaştırmalı olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 33: Pazarda Yer Alan Farklı FV Teknolojilerinin Verim Karşılaştırması**

<b>Teknoloji:</b>	<b>Teorik Verim (%)</b>	<b>Panel Verimi (%)</b>
Tek-kristal silisyum (c-Si)	24-25	13-20
Çoklu-kristal silisyum (mc-Si)	15-20.3	12-18
Amorft silisyum (a-Si)	12.1	5-7
Kadmiyum Tellürid (CdTe)	13-18	9-11.1
CIS, CIGS teknolojileri	7-19.9	7-11

**Kaynak: Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü**

FV sistemler, bir dizi doğru akım elektrik üreten modüller ile diğer mekanik ve elektrik denge bileşenlerinden oluşur. FV ile üretilen enerjinin verimi, modül veriminin ötesinde, çok sayıdaki diğer sistem bileşenlerine de bağlıdır. Örneğin en iyi evirici, en verimli modül için uygun olmayabilir. Bu durumda sistem performansı zayıflar ve enerji maliyeti de o oranda artabilir. FV sistemlerini taşıyacak yapıların ve bağlantıların sistem tipine göre tasarlanması, imalat fiyatı ve uzun süre dayanıklılık açısından önem taşımaktadır.

FV güç sistemlerinin maliyetleri sistemin büyüklüğüne, verimine, sistemin şebekeye bağlı olup olmamasına ve ülkeye göre değişmektedir. Maliyetlerin 4,100 ABD \$/kW ile 10,000 ABD\$/kW arasında değişmekte olduğu ve genelde birim enerji maliyetinin 15 cent/kWh düzeyinde olduğu ifade edilmektedir.

Güneş termik santralleri ise kolektörlerine göre sınıflandırılabilirler. Güneş termik elektrik santralleri heliostat tarlalı ve merkezi güç kuleli, parabolik oluk tipi odaklı kolektör tarlalı ve dağınık parabolik çanak tipi kolektör tarlalı olabilmektedir.

Şebekeye bağlı PV sistemleri gibi güneş termik santrallerinin bir başka enerji kaynağını da devreye sokarak daha etkin kullanılması düşünülmüş ve 1985 yılında Amerika'da California'da güneş-doğalgaz hibrid termik santrali kurulmuştur. Sistemde güneşle üretilen buharın kızdırılması için doğalgaz kullanılmaktadır. Santral maliyetinin 160-200 MW'lık üniteler için 1,800-2,000 USD/kW olabileceği söylenmektedir.

#### **4.2.4.2.2. Dünyada Isıl ve Fotovoltaik Güneş Enerjisi Ekipmanları**

Düşük sıcaklık uygulamaları, dünya genelinde en çok tercih edilen güneş ısıl uygulamalarıdır. Bunun başlıca nedenleri, bu sistemlerin yapılarının basitliği, kurulumunun ve işletilmesinin kolaylığı, düşük ilk yatırım maliyeti nedeniyle geri ödeme süresinin kısalığıdır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın Güneş ile Isıtma ve Soğutma Programı 2011 raporuna göre, vakum borulu toplayıcılar yüzde 56 ile ilk sırayı almaktadır.

2009 yılında dünya genelinde ısıl güneş enerjisi üretim kapasitesi 153 GW iken, bu kapasite 2010 yılında 182 GW'a, 2011 yılında ise 232 GW'a yükselmiştir.

2009 yılı sonunda, düşük sıcaklık uygulamalarında kullanılan toplayıcıların ülkelere göre dağılımına bakıldığında; toplam toplayıcı alanına göre ilk sırayı 145,000,000 m<sup>2</sup> ile Çin alırken, ikinci sırayı ABD (20,533,206 m<sup>2</sup>) almaktadır. Sonraki iki sırada ise Almanya (12,686,754 m<sup>2</sup>) ve Türkiye (12,035,000 m<sup>2</sup>) bulunmaktadır. Çin, en yüksek vakum borulu toplayıcı

kapasitesine sahip ülkedir. En yüksek havalı toplayıcı kapasitesine sahip ülke ise Japonya'dır. Saydam örtüsüz sıvılı toplayıcı kapasitesi en yüksek ülke ABD (17,793,589 m<sup>2</sup>), saydam örtüsüz havalı toplayıcı kapasitesi en yüksek ülke ise İsviçre'dir (859,000 m<sup>2</sup>).

2011 yılında dünya toplam ısı güneş enerjisi kapasitesi yüzde 19 dolayında artarken, bu kapasite artışının yüzde 98.9'u 11 ülke tarafından gerçekleştirilmiştir. 2011 yılı itibarıyla ısı güneş enerjisi kapasitesini en çok artıran ülkenin Türkiye (%2.9) olduğu görülmektedir. En çok kapasite artışı sağlayan ülkeler olarak ikinci sırada Almanya (%1.9), üçüncü sırada Hindistan (%1.5) bulunmaktadır.

Dünya genelinde düşük sıcaklık uygulamaları çok eski zamanlardan beri kullanılırken, orta ve yüksek sıcaklık uygulamalarının kullanımı, 1973 yılında yaşanan petrol bunalımından sonra hızla artmış ve 1980'li yıllarda güneş ısı güç santral projeleri hayata geçirilmiştir. Son yıllarda tasarlanan güneş ısı güç santrallerinde daha çok, parabolik-oluk tip sistemler tercih edilmektedir. Avrupa'nın parabolik-oluk tipli en büyük kapasiteli güneş ısı santrali, İspanya'da 2010 yılında işletmeye alınmış olan 150 MW kapasiteli Andasol projesidir.

Tablo 34'ten de görüldüğü gibi, termal güneş enerjisi sistemlerinde dünya ihracatı 2011 yılı verilerine göre 1.9 milyar USD'yi aşmıştır. Almanya, Meksika, Avusturya, Fransa, Çin, ABD ve Polonya 100 milyon USD'yi aşan tutarla en önemli ihracatçı ülkeler konumundadır.

**Tablo 34: Termal Güneş Enerjisi Sistemleri (841919) Dünya İhracatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Almanya	485,500	374,815	335,303	342,156
Meksika	315,068	281,342	317,964	323,054
Avusturya	279,356	177,108	152,782	169,197
Fransa	199,214	164,106	133,332	153,906
Çin	133,085	97,035	112,197	144,378
ABD	128,518	133,652	194,600	125,190
Polonya	120,137	110,991	110,492	118,318
İtalya	97,781	77,055	65,898	85,657
Hollanda	58,802	43,416	40,384	62,088
Danimarka	38,640	28,670	25,355	36,893
İspanya	24,370	24,424	27,833	32,452
İsviçre	37,064	43,671	36,719	31,420
İngiltere	65,527	37,463	29,688	31,399
İsrail	41,774	28,554	26,354	29,914
Yunanistan	49,016	33,212	34,646	29,796
Belçika	39,573	26,451	25,881	24,491
Türkiye	20,564	17,685	20,937	20,211
<b>Toplam</b>	<b>2,133,990</b>	<b>1,699,651</b>	<b>1,690,363</b>	<b>1,760,521</b>
Diğer Ülkeler	153,508	122,442	121,938	148,236
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>2,287,498</b>	<b>1,822,093</b>	<b>1,812,301</b>	<b>1,908,757</b>

Kaynak: comtrade.un.org

Tablo 35'ten de görüldüğü gibi, termal güneş enerjisi sistemlerinin dünya ithalatında ise Almanya ve ABD 300 milyon USD'yi aşan rakamlarla en önemli iki ithalatçı konumundadır. Kanada, İtalya, İsviçre, Fransa, Rusya ve Avusturya ise diğer önemli ithalatçılardır.

**Tablo 35: Termal Güneş Enerjisi Sistemleri (841919) Dünya İthalatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Almanya	468,371	408,467	348,381	406,274
ABD	387,320	330,965	368,364	391,180
Kanada	89,807	96,414	105,940	112,213
İtalya	108,980	74,373	88,706	88,773
İsviçre	61,814	68,798	74,464	85,549
Fransa	116,892	99,759	101,590	83,651
Rusya	49,996	40,384	52,835	77,673
Avusturya	109,506	80,483	75,072	73,595
İngiltere	59,167	52,284	43,609	48,019
İspanya	60,064	53,040	42,269	41,462
Polonya	43,159	171,369	25,798	35,642
Meksika	23,799	28,377	30,451	31,651
Belçika	39,931	37,753	33,669	31,087
Portekiz	20,676	45,147	49,303	30,357
<b>Toplam</b>	<b>1,639,481</b>	<b>1,587,613</b>	<b>1,440,450</b>	<b>1,537,125</b>
Diğer Ülkeler	409,139	296,902	384,411	421,535
<b>TOPLAM</b>	<b>2,048,620</b>	<b>1,884,516</b>	<b>1,824,860</b>	<b>1,958,660</b>

Kaynak: comtrade.un.org

İthalat ve ihracat yapan ülkelerin çoğunlukla benzer olması özellikle (Almanya ve ABD için) bu ülkelerin iç pazarlarının ihtiyaçlarını karşılayamadığını göstermektedir. ABD, 2011 yılı itibarıyla 265,990 milyon USD dış ticaret açığı vermiştir.

Isıl güneş enerjisi, tüm dünyada çok eski yıllardan bu yana kullanılmakla beraber, dünyada ilk fotovoltaiik sistemle elektrik üretimi 1954 yılında gerçekleşmiş, ilk güneş termik santrali ise 1970'lerin sonuna doğru kurulmuştur.

Dünyada, son yirmi yılda, özellikle fotovoltaiik modül üretim maliyet ve fiyatları hızla düşerken güneşten elektrik enerjisi talebi de artmıştır. Maliyetlerdeki azalma, üretim ölçeği ekonomilerinden, üretim teknolojisi gelişiminden ve güneş hücresi verimliliğindeki artıştan kaynaklanmıştır.

2003 yılında 2.8 GW düzeyinde dünya PV kurulu kapasitesi, 2010 yılında 40 GW'a yükselmiştir. Sektörün 2011 yılındaki gelişimine baktığımızda ise 2011 yılındaki 27.7 MW ek kapasite ile kurulu kapasitenin 67,350 MW değerine ulaştığı görülmektedir (Renewables 2011 Global Status Report- EPIA, Ocak 2012). 2011 yılı içinde gerçekleşen bu kurulumun 20

GW'ın üzerindeki kısmı Avrupa'da gerçekleşmiştir. 2011 yılında 6 ülkede, yıllık 1 GW'ın üzerinde kurulum gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 36: 2011 Yılı FV Kurulu Güç Kapasitesi**

Sıra No.	Ülke	2011 yılı içinde bağlanan kapasite (MW)	2011 yılsonu birikmiş kurulu güç (MW)	(Pay %)
1	İtalya	9,000	12,500	18.6
2	Almanya	7,500	24,700	36.7
3	Çin	2,000	2,900	4.3
4	ABD	1,600	4,200	6.2
5	Fransa	1,500	2,500	3.7
6	Japonya	1,100	4,700	7.0
7	Avustralya	700	1,200	1.8
8	Birleşik Krallık	700	750	1.1
9	Belçika	550	1,500	2.2
10	İspanya	400	4,200	6.2
11	Yunanistan	350	550	0.8
12	Slovakya	350	500	0.7
13	Kanada	300	500	0.7
14	Hindistan	300	450	0.7
15	Ukrayna	140	140	0.2
16	Diğer Dünya Ülkeleri	1,160	6,060	9.0
	<b>TOPLAM</b>	<b>27,650</b>	<b>67,350</b>	<b>100.0</b>

Kaynak: Renewables 2011 Global Status Report

2011 yılı içerisinde en çok kurulum gerçekleştiren ülke İtalya olmuştur. Küresel ölçekte birikmiş kurulu güç kapasitesi 67.4 GW değerine ulaşan FV sektörü, günümüzde hidroelektrik ve rüzgâr santrallerinden sonra en çok kullanılan yenilenebilir güç sistemi olmuştur. Avrupa dışında, Çin'de FV sektöründe ciddi bir gelişme gözlenmiştir. Bunun temel gerekçesi de, yerel ölçekli sağlanan teşvik mekanizmalarıdır. 2010 yılı sonunda birikmiş 900 MW Kurulu FV güç sistemi olan Çin, sadece 2011 yılı içinde 2 GW kurulum gerçekleştirmiştir. ABD, hızlı gelişim gösteren ülkeler arasında yerini almıştır.

FV sektöründe en büyük pazarı hâlâ AB ülkeleri oluştururken, üretimde Çin ve Tayvan ön plana çıkmaktadır.

Fotovoltaik modülün maliyetinin büyük bölümünü oluşturan en önemli parçası güneş hücresi (solar cell)'dir. 2010 yılı itibarıyla ilk 15 solar hücre üreticisi firmanın pazar payları Tablo 37'de verilmiştir. (Çınar-Tosuner-Mourgues, 2012)

**Tablo 37: İlk 15 Solar Hücre Üreticisi Firmanın Pazar Payları (2010)**

<b>Firmalar</b>	<b>Menşei</b>	<b>Pazar Payı (%)</b>
Suntech Power	Çin	7
Ja Solar	Çin	6
First Solar	ABD	6
Yingli Green Energy	Çin	5
Trina Solar	Çin	5
Q-Cells	Almanya	4
Gintech	Tayvan	3
Sharp	Japonya	3
Motech	Tayvan	3
Kyocera	Japonya	3
Hanwha-SolarOne	Çin	2
Neo Solar	Çin	2
Canadian Solar	Çin	2
Sunpower	ABD	2
REC	Norveç	2
İlk 15 Firma		55
Diğer		45

**Kaynak: Renewables 2011 Global Status Report**

PV modül üretiminde Çin lider ülke olarak öne çıkmaktadır. Dünya pazarında bulunan modüllerin yaklaşık yüzde 80'i Çin menşeli firmalar tarafından üretilmekte ve pazarlanmaktadır.

Fotovoltaik sistemlerde dünya toplam ihracatı, Tablo 38'den de görüldüğü gibi 2008 yılında 43 milyar USD civarında iken, 2011 yılında 75 milyar USD'yi aşmıştır. Bu alandaki en önemli ihracatçı ülkeler Çin, Almanya, Japonya, Kore, ABD ve Malezya'dır. Çin'in ihracatı son yıllarda önemli bir ivme kazanmıştır. Almanya ve Japonya da 5 milyar USD'yi aşan bir değerle hızla yükselmektedirler.



**Tablo 38: Güneş Pili (Fotovoltaik) Sistemleri (854140) Dünya İhracatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Çin	11,745,397	10,721,202	25,178,623	27,946,187
Almanya	6,314,016	4,563,855	8,097,889	7,384,005
Japonya	6,189,832	4,673,368	6,397,253	6,604,123
Kore	805,073	1,307,281	3,807,237	3,884,331
ABD	2,364,209	2,417,123	3,250,275	2,961,787
Malezya	744,605	835,521	2,598,664	2,725,637
Çin, Hong Kong, SAR	1,459,362	1,415,838	2,080,940	2,322,629
Singapur	737,247	673,660	1,253,434	2,080,715
Hollanda	595,930	747,091	1,644,598	1,986,969
Belçika	801,309	582,661	0	1,403,094
İspanya	376,893	777,808	1,612,943	1,188,813
Çek Cumhuriyeti	750,916	667,642	960,450	1,041,194
Meksika	397,613	560,097	710,974	931,913
İngiltere	1,050,783	720,815	826,707	703,474
Macaristan	467,657	391,538	496,090	565,622
Fransa	432,687	432,580	710,974	481,771
<b>Toplam</b>	<b>35,233,530</b>	<b>31,488,081</b>	<b>59,627,051</b>	<b>64,212,266</b>
Diğer Ülkeler	7,998,595	7,010,377	12,850,293	10,854,947
<b>TOPLAM</b>	<b>43,232,125</b>	<b>38,498,458</b>	<b>72,477,344</b>	<b>75,067,213</b>

Kaynak: comtrade.un.org

Fotovoltaik ithalatı ise 2008 yılında 41 milyar USD iken, 2011 yılında 73 milyar USD'yi aşmıştır. Tablo 39'dan da görüldüğü gibi, Almanya 10 milyar USD'yi aşan değerle en önemli ithalatçı ülke konumundadır. Almanya'yı İtalya, Çin ve ABD izlemektedir. ABD, Hong Kong, Japonya ve İspanya da 1 milyar USD'yi aşan değerlerle önemli ithalatçı ülkeler arasındadır.

**Tablo 39: Güneş Pili (Fotovoltaik) Sistemleri (854140) Dünya İthalatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Almanya	8,345,974	9,522,689	16,026,741	13,520,491
İtalya	1,935,958	2,842,825	11,594,483	9,640,026
Çin	4,422,125	4,308,097	7,264,417	8,009,437
ABD	2,760,189	2,591,730	4,411,533	7,193,089
Çin, Hong Kong, SAR	1,983,785	2,109,065	3,204,727	3,636,987
Fransa	1,024,829	1,593,365	2,774,849	3,387,549
Kore	2,143,781	1,996,026	2,793,834	2,822,817
Belçika	1,008,526	1,649,335	1,775,904	2,734,200
Hollanda	471,355	983,974	2,242,542	2,440,944
Yaponya	1,412,342	1,212,060	2,189,233	2,305,883
İngiltere	901,614	619,220	855,875	1,656,903
Avustralya	172,044	402,576	1,050,007	1,509,754
Hindistan	420,040	405,439	298,862	1,332,843
İspanya	8,265,102	1,221,244	2,111,114	1,287,727
Meksika	487,901	541,249	876,316	1,107,150
Çek Cumhuriyeti	785,066	1,443,911	2,883,021	1,058,629
Kanada	267,487	270,367	701,831	989,449
Singapur	559,134	478,153	814,402	904,811
<b>Toplam</b>	<b>37,367,252</b>	<b>34,191,324</b>	<b>63,869,688</b>	<b>65,538,689</b>
Diğer Ülkeler	4,344,329	3,883,493	6,854,538	7,976,179
<b>TOPLAM</b>	<b>41,711,582</b>	<b>38,074,817</b>	<b>70,724,227</b>	<b>73,514,867</b>

Kaynak: comtrade.un.org

Fotovoltaik DA jeneratörlerde dünya ihracatı değeri 6 milyar USD'nin üzerindedir (Tablo 40). Çin'in başını çektiği önemli ihracatçı ülkeler arasında Almanya, Japonya, Meksika ve ABD yer almaktadır.

**Tablo 40: Fotovoltaik PV (DA) Jeneratörler (850131) Dünya İhracatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Çin	772,116	666,555	1,030,130	1,304,528
Almanya	974,636	757,705	887,006	987,177
Japonya	803,661	531,065	635,857	583,133
Meksika	427,754	289,683	659,163	498,552
ABD	341,398	304,059	367,787	398,086
Çek Cumhuriyeti	224,277	142,357	164,301	207,237
Kore	108,958	99,866	157,378	186,050
Çin, Hong Kong, SAR	136,532	138,174	158,245	149,644
Fransa	126,609	101,539	117,628	118,367
İtalya	98,981	85,606	92,600	117,073
İsviçre	79,444	63,582	75,391	103,149
Danimarka	122,197	82,402	96,542	102,884
Polonya	64,377	53,253	73,742	82,242
Kanada	93,887	49,985	76,815	69,894
<b>Toplam</b>	<b>4,374,826</b>	<b>3,365,830</b>	<b>4,592,584</b>	<b>4,908,014</b>
Diğer Ülkeler	600,602	506,744	674,259	1,116,439
<b>TOPLAM</b>	<b>4,975,428</b>	<b>3,872,575</b>	<b>5,266,843</b>	<b>6,024,454</b>

Kaynak: Kaynak: comtrade.un.org

Fotovoltaik DA jeneratör sistemlerin ithalatında ise en önemli pazar olarak ABD'yi görmekteyiz (Tablo 41). İkinci sırada ise yarım milyon USD'yi aşan bir değerle Almanya gelmektedir. Diğer önemli ülkeler ise Çin, Meksika, Japonya ve Fransa'dır.

**Tablo 41: Fotovoltaik PV (DA) Jeneratörler (850131) Dünya İthalatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
ABD	1,067,264	783,989	1,220,357	1,478,786
Almanya	704,994	556,606	607,353	634,535
Çin	263,023	270,653	445,922	527,616
Meksika	256,089	228,137	387,798	449,178
Japonya	279,020	217,367	361,817	365,565
Fransa	330,445	250,884	299,303	351,683
Kanada	168,479	121,444	195,700	221,144
İtalya	185,455	133,130	185,595	209,499
Çin, Hong Kong SAR	125,694	146,131	235,573	195,831
Polonya	126,375	108,421	164,462	184,150
Çek Cumhuriyeti	140,977	118,816	154,330	175,270
Kore	123,953	85,046	106,762	144,162
Tayland	92,648	75,100	99,056	126,084
İngiltere	105,031	72,377	104,793	117,416
<b>Toplam</b>	<b>3,969,446</b>	<b>3,168,100</b>	<b>4,568,822</b>	<b>5,180,920</b>
Diğer Ülkeler	1,219,412	953,582	1,333,813	1,660,091
<b>TOPLAM</b>	<b>5,188,858</b>	<b>4,121,682</b>	<b>5,902,635</b>	<b>6,841,010</b>

Kaynak: comtrade.un.org

AA Fotovoltaik jeneratör ihracatı 2011 yılı itibarıyla 1 milyar USD'yi aşmıştır (Tablo 42). İhracatçı ülkeler arasında başta Çin olmak üzere, İtalya, ABD, Fransa ve Almanya bulunmaktadır.

**Tablo 42: Fotovoltaik PV (AA) Jeneratörler (850161) Dünya İhracatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Çin	154,408	107,010	146,793	180,846
İtalya	156,042	99,127	120,087	157,675
ABD	112,120	89,058	98,253	118,499
Fransa	111,607	84,674	80,793	108,014
Almanya	31,915	56,792	87,479	97,100
İngiltere	77,121	73,971	73,325	72,033
Çek Cumhuriyeti	58,818	35,054	44,893	64,351
Meksika	54,289	34,099	35,704	38,178
Japonya	30,014	14,723	17,631	24,721
Hindistan	7,317	6,970	17,956	24,414
Singapur	20,204	13,139	18,356	22,576
Kanada	9,632	5,590	12,064	15,585
İspanya	17,066	19,151	15,319	14,998
Rusya	8,197	9,001	14,958	12,930
<b>Toplam</b>	<b>848,751</b>	<b>648,360</b>	<b>783,609</b>	<b>951,921</b>
Diğer Ülkeler	111,066	78,426	102,777	106,445
<b>TOPLAM</b>	<b>959,817</b>	<b>726,786</b>	<b>886,386</b>	<b>1,058,366</b>

Kaynak: comtrade.un.org

AA jeneratörü ithalatında ise ABD, Almanya, Fransa, İngiltere ve Kanada önemli pazarlar olarak öne çıkmaktadır (Tablo 43). Dünya ithalatında ilk sırada yer alan ABD'nin 2011 yılı ithalat değeri 182 milyon USD'nin üzerindedir.

**Tablo 43: Fotovoltaik PV (AA) Jeneratörler (850161) Dünya İthalatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
ABD	173,769	118,904	138,906	182,024
Almanya	95,368	86,048	81,507	109,580
Fransa	103,843	78,253	91,278	102,328
İngiltere	92,883	58,928	71,479	80,041
Kanada	60,116	49,634	43,513	56,751
Singapur	19,563	21,136	38,781	43,384
Japonya	29,920	32,426	33,182	38,890
İspanya	74,699	24,533	38,776	32,356
Nigerya	24,787	9,347	13,542	30,988
Brezilya	34,716	32,069	26,273	30,379
İtalya	20,096	20,083	19,120	23,948
Rusya	18,673	11,102	17,485	23,426
Çin	13,491	6,888	11,426	20,662
<b>Toplam</b>	<b>761,923</b>	<b>549,351</b>	<b>625,267</b>	<b>774,757</b>
Diğer Ülkeler	374,088	234,889	308,062	315,047
<b>TOPLAM</b>	<b>1,136,011</b>	<b>784,239</b>	<b>933,330</b>	<b>1,089,803</b>

Kaynak: comtrade.un.org

#### 4.2.4.2.3. Türkiye’de Isıl ve Fotovoltaik Güneş Enerjisi Ekipmanları

Ülkemizde güneş ısıl uygulamalarının tamamına yakınının düşük sıcaklık uygulamaları için kurulan sistemler olduğu söylenebilir. Bu uygulamalar içerisinde en büyük payı ise, saydam örtülü–sulu düzlemsel toplayıcıların kullanıldığı sıcak su üretimi almaktadır.

Sulu toplayıcı kapasiteleri açısından 10 lider ülkenin 2010 yılı sonu itibarıyla kurulu toplam kapasitelerine bakıldığında, Türkiye, camlı–sulu düzlemsel toplayıcılardan oluşan 9,282 MW kurulu kapasitesiyle ilk sırada yer almaktadır. Türkiye’yi Almanya, Japonya ve Çin takip etmektedir. Türkiye’nin kurulu gücünün neredeyse tamamını sulu güneş toplayıcıları oluşturmaktadır.

Henüz elektrik enerjisi üreten bir güneş ısı santralinin kurulmadığı ülkemizde son yıllarda, sayıları az da olsa;

- Vakum borulu düzlemsel toplayıcı sistemler ile sıcak su ve/veya buhar üretimi
- Parabolik–oluk tip çizgisel toplayıcılar ile ısıtma ve soğutma uygulamaları

hayata geçirilmiştir. Ancak dünya genelinde yapılan güneş ısıl uygulamaları göz önüne alındığında, düzlemsel toplayıcılarla sıcak su üretimi dışında kalan uygulamaların Türkiye’de henüz yeterli ilgiyi görmediği söylenebilir.

Türkiye, termal güneş enerjisi sistemleri üretmekte, ihracat da yapmaktadır. Türkiye’nin termal güneş enerjisi sistemleri ihracatı 2008-2012 yılları arasında 17-21 milyon USD arasında gerçekleşmiştir (Tablo 44). İhracat yapılan en önemli ülkeler İspanya, İngiltere, Lübnan ve İtalya’dır.

**Tablo 44: Termal Sistemler (841919) Türkiye İhracatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
İspanya	3,082,710	3,201,078	5,603,790	3,401,532	3,305,312
İngiltere	386,114	761,607	2,061,895	2,391,698	1,042,934
Lübnan	1,175,712	813,211	1,335,585	1,848,414	1,921,025
İtalya	1,558,603	1,147,128	1,057,969	1,302,559	1,050,777
Portekiz	885,172	1,857,646	1,335,471	853,197	406,600
Azerbaycan	297,437	383,305	359,966	755,400	613,945
Almanya	1,176,978	952,909	907,294	619,060	566,772
Fas	1,964,931	1,196,385	941,404	559,864	863,290
Avustralya	1,055,434	743,657	405,526	451,182	8,784
Suriye	1,880,958	797,297	899,346	354,494	62,245
<b>Toplam</b>	<b>13,464,049</b>	<b>11,854,223</b>	<b>14,908,246</b>	<b>12,537,400</b>	<b>9,841,684</b>
Diğer Ülkeler	7,100,355	5,859,590	5,993,491	7,673,865	7,610,596
<b>TOPLAM</b>	<b>20,564,404</b>	<b>17,713,813</b>	<b>20,901,737</b>	<b>20,211,265</b>	<b>17,452,280</b>

TÜİK

\*Geçici Veriler

Isıtma amaçlı güneş enerjisi sistemleri ithalatımız ise 2008 yılında 8.3 milyon USD, 2011 yılında yaklaşık 12 milyon USD olarak gerçekleşmiştir (Tablo 45). 2012 yılındaki geçici verilere göre 2.2 milyon USD'ye düşmüş görünen ithalatımızda en önemli ülkeler Çin ve Almanya'dır.

**Tablo 45: Termal Sistemler (841919) Türkiye İthalatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Çin	6,268,411	5,124,280	9,589,635	9,696,947	324,967
Almanya	877,919	1,485,167	1,232,195	1,112,896	1,128,027
Portekiz	0	144,391	612,093	441,131	35,480
Avusturya	69,435	209,350	144,332	155,114	181,535
İsviçre	20,635	53,319	18,448	112,115	0
İngiltere	4,995	34,223	71,957	96,810	39,326
İtalya	12,647	116,619	113,937	87,501	221,993
Polonya	43,044	49,821	54,993	43,260	129,683
Çek Cumhuriyeti	0	0	0	32,884	1,038
Irak	0	0	0	21,201	4,077
Yunanistan	1,442	0	23,331	9,644	0
<b>Toplam</b>	<b>7,298,528</b>	<b>7,217,170</b>	<b>11,860,921</b>	<b>11,809,503</b>	<b>2,066,126</b>
Diğer Ülkeler	973,077	1,234,892	1,589,058	181,755	157,334
<b>TOPLAM</b>	<b>8,271,605</b>	<b>8,452,062</b>	<b>13,449,979</b>	<b>11,991,258</b>	<b>2,223,460</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle oldukça yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Ülkenin yıllık ortalama güneşlenme potansiyeli 2,640 saat olup ortalama toplam ışınım şiddeti 1,311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl'dır. Güneş enerjisi potansiyeli ise 50,000 MW olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin, güneş enerjisinden elektrik elde edilebilme potansiyeli oldukça yüksektir.

Türkiye fotovoltaik kurulu güç kapasitesinin, 2011 yılı sonu itibarıyla 6,5–7 MW değerine ulaştığı tahmin edilmektedir. Bu kurulu güç sistem kapasitesinin yüzde 90'lık bir kısmı hâlâ şebekeden bağımsız uygulamalardır (park, bahçe, yol aydınlatması, sinyalizasyon sistemleri, tarımsal sulama, bazı kamu kurumları ve özel bina uygulamaları). Yüksek güneş enerjisi potansiyeli dikkate alındığında, bu kurulu güç oldukça düşük kalmaktadır.

Fotovoltaik sistem üretici ve sağlayıcı firmalar arasında Anel Enerji Elektrik Üretim San. Tic. AŞ, panel kurulumu gerçekleştiren en büyük şirkettir. Firma, Türkiye'nin ilk ve tek tam otomatize 15 megavat/yıl kapasiteli PV modül üretim tesisine sahiptir. Modülde maliyetin yaklaşık yüzde 75'lik bölümünü oluşturan solar hücrenin (silikon hücre) Türkiye'de üretimi bulunmamaktadır. Firma yetkilisi, üretim girdilerinden solar hücreyi Tayvan ve Çin'den, etil vinil asetatı (EVA) Uzakdoğudan, arka örtüyü (tedlar) Japonya'dan ve bağlantı kutusunu

(junction box) ABD-Alman Tyco Electronics firmasından ithal ve sadece temperli cam ile galvanizli alüminyum çerçeveyi yerli temin ettiklerini, yurtdışında üretimi olan invertörde de fiyat-verimlilik dikkate alınarak ithal ürün kullandıklarını ifade etmişlerdir. İvertör üreten yerli firmalar, İnform Elektronik San.Tic. AŞ, Esis Enerji ve Elektronik San.Tic. AŞ, Mavisis Teknoloji Enerji San.Tic. AŞ, İstem İleri Elektronik San. ve Teknoloji Merkezi olarak sıralanabilir. Yurtdışında güneş enerjisi alanında faaliyet gösteren diğer firmalar da genelde mühendislik, tasarım, tedarik ve uygulama hizmetleri vermektedirler.

EPDK'nın 500 Kw'nın altındaki güneş uygulamalarında lisans aramamasının PV modül üretim ve kurulumuyla ilgili alt sektörleri harekete geçireceği tahmin edilmektedir.

2008 yılında, 1.6 milyon USD olan ihracatımız 2011 yılında 11.8 milyon USD'ye yükselmiştir (Tablo 46). En önemli ihraç pazarımız Bulgaristan, Avusturya, Türkmenistan ve Irak'tır.

**Tablo 46: Fotovoltaik sistemler (854140) Türkiye İhracatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Bulgaristan	7,160	4,884	3,237	4,137,026	1,979,779
Avusturya	463	8,475	695,117	3,978,577	133
Türkmenistan	25,016	282,696	1,268,811	1,201,826	727,843
İran	25,651	47,023	41,353	418,296	58,048
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	5,246	8,743	171,798	226,465	45,358
Polonya	793	327	3,293	180,656	151,500
Afganistan	0	0	1,087	158,426	3,150
Tayvan	0	16,240	25,609	155,456	10,419
Meksika	0	227	4,718	132,898	262,552
Rusya Federasyonu	113,437	160,756	62,021	104,265	94,354
Almanya	82,367	52,912	102,833	103,254	134,449
Irak	530,164	1,054,424	66,046	77,261	261,905
<b>Toplam</b>	<b>790,297</b>	<b>1,636,707</b>	<b>2,445,923</b>	<b>10,874,406</b>	<b>10,874,406</b>
Diğer Ülkeler	816,211	816,221	5,426,735	924,109	924,109
<b>TOPLAM</b>	<b>1,606,508</b>	<b>2,452,928</b>	<b>7,872,658</b>	<b>11,798,515</b>	<b>4,833,669</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

Fotovoltaik sistemler ithalatımız ise 2008 yılı itibarıyla 32.4 milyon USD civarında iken 2011 ve 2012 yıllarında 60 milyon USD'yi geçmiştir (Tablo 47). İthalatımızda en önemli ülkeler Çin Halk Cumhuriyeti, Tayvan, Almanya, Japonya, Malezya, Güney Kore'dir.

**Tablo 47: Fotovoltaik Sistemler (854140) Türkiye İthalatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Çin	12,843,324	11,700,124	19,983,503	25,912,139	27,363,137
Tayvan	2,239,050	3,053,190	7,623,687	10,460,437	7,101,868
Almanya	3,586,707	3,798,314	3,526,357	4,995,962	4,552,489
Japonya	2,636,739	2,572,843	3,176,350	3,588,895	4,490,934
Malezya	1,807,120	1,439,734	2,228,228	3,219,278	4,683,324
Güney Kore	2,388,715	2,036,021	2,948,541	2,537,570	3,135,714
ABD	1,191,155	5,192,280	2,181,481	1,962,373	1,452,840
Filipinler	1,785,918	1,749,653	1,939,519	1,905,163	2,094,101
İtalya	2,206,465	769,436	999,519	1,104,340	1,053,188
Avusturya	473,498	149,135	193,600	711,149	433,437
Kanada	32,025	170,283	66,477	565,628	1,176,910
Tayland	275,591	356,107	374,703	517,517	390,256
Hindistan	390,490	356,087	648,562	424,245	40,951
İngiltere	453,375	545,751	280,435	364,962	545,435
Macaristan	58,628	151,842	308,078	358,839	266,975
<b>Toplam</b>	<b>32,368,800</b>	<b>34,040,800</b>	<b>46,479,040</b>	<b>58,628,497</b>	<b>58,781,559</b>
Diğer Ülkeler	1,998,120	1,717,721	4,458,851	2,060,593	2,122,461
<b>TOPLAM</b>	<b>34,366,920</b>	<b>35,758,521</b>	<b>50,937,891</b>	<b>60,689,090</b>	<b>60,904,020</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

Türkiye'nin DA jeneratör ihracatı 2008 yılındaki 10.1 milyon USD düzeyinden 2011 ve 2012 yıllarında 8 milyon USD dolaylarına düşerken, DA jeneratör ithalatı ise 2008 yılındaki yaklaşık 35 milyon USD düzeyinden 2011 yılında 45.7 USD ve 2012 yılında 39.8 USD düzeylerine yükselmiştir(Tablo 48-49).

**Tablo 48: Fotovoltaik PV (DA) Jeneratörler (850131) Türkiye İhracatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Almanya	510,416	1,224,661	1,574,537	2,148,146	1,589,063
İspanya	35,697	672,442	1,116,497	606,704	8,619
İran	266,973	392,938	143,577	496,557	1,270,964
Türkmenistan	244,742	114,840	500,131	489,770	231,071
Irak	226,004	211,060	148,451	394,567	189,153
Hollanda	317,115	155,494	293,246	357,944	207,781
İngiltere	876,252	176,990	292,700	337,644	828,471
ABD	2,808,659	236,288	258,125	283,098	441,823
Rusya Federasyonu	88,122	52,621	90,646	217,245	234,913
Fransa	1,843,437	272,180	281,688	191,606	264,798
İsviçre	66,698	69,457	35,689	160,224	83,379
Azerbaycan	80,370	201,550	117,072	152,671	303,968
Suudi Arabistan	155,900	217,366	167,258	143,205	82,041
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	71,786	40,464	67,563	110,058	132,155
<b>Toplam</b>	<b>7,592,171</b>	<b>4,038,351</b>	<b>5,087,180</b>	<b>6,089,439</b>	<b>5,868,199</b>
Diğer Ülkeler	2,510,980	2,066,836	1,626,216	1,956,221	2,376,642
<b>TOPLAM</b>	<b>10,103,151</b>	<b>6,105,187</b>	<b>6,713,396</b>	<b>8,045,660</b>	<b>8,244,841</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK



**Tablo 49: Fotovoltaik PV (DA) Jeneratörler (850131) Türkiye ithalatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Çin	2,987,738	2,503,307	5,255,070	12,022,636	8,923,018
Almanya	5,773,357	3,381,655	4,075,545	5,351,357	6,142,968
Fransa	5,900,656	5,778,598	4,989,607	5,275,724	4,498,578
Japonya	2,650,755	2,395,305	3,325,873	4,809,072	1,926,156
İtalya	3,143,289	1,907,282	2,636,371	4,054,014	2,958,762
Çek Cumhuriyeti	2,288,766	1,975,435	2,068,117	1,986,929	2,501,679
Polonya	85,087	306,848	1,527,530	1,709,631	1,536,232
Güney Kore	3,019,620	919,469	998,197	1,702,913	2,158,090
İsviçre	193,120	537,672	618,875	1,586,406	925,435
ABD	2,555,605	2,052,295	1,636,561	1,519,138	1,414,329
Danimarka	3,643,276	1,574,597	2,048,960	1,499,528	1,232,425
Slovenya	234,416	235,233	169,143	706,567	11,408
Macaristan	1,030,104	1,212,896	718,180	634,877	822,903
Avusturya	92,218	122,671	795,600	575,593	261,086
İngiltere	307,034	127,301	186,166	430,873	422,551
Slovakya	14,676	49,256	159,136	396,730	635,056
<b>Toplam</b>	<b>33,919,717</b>	<b>25,079,820</b>	<b>31,208,931</b>	<b>44,261,988</b>	<b>36,370,676</b>
Diğer Ülkeler	1,008,974	2,468,939	1,214,589	1,440,352	3,420,179
<b>TOPLAM</b>	<b>34,928,691</b>	<b>27,548,759</b>	<b>32,423,520</b>	<b>45,702,340</b>	<b>39,790,855</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

Türkiye'nin AA jeneratör ihracatı 2008 yılındaki 1.4 milyar USD düzeyinden 2012 yılında 2.8 milyar USD düzeyine yükselmiştir (Tablo 50). AA jeneratör ithalatımız ise inişli çıkışlı bir seyir izlemektedir. 2008 yılında yaklaşık 17.6 milyon USD düzeyinde olan AA jeneratör ithalatı, 2010 yılında 27.5 milyon USD'ye yükselmiş, 2011 yılında ise 13.9 milyon USD düzeyinde gerçekleşmiştir (Tablo 51). İhracatımızdaki önemli ülkeler; Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Libya, Gürcistan, Yunanistan, Türkmenistan, Makedonya ve Rusya iken, ithalatımızda öne çıkan ülkeler; Çin, İtalya, Güney Kore, Malezya ve ABD'dir.

**Tablo 50: Fotovoltaik PV (AA) Jeneratörler (850161) Türkiye İhracatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	116,698	83,173	267,558	119,549	123,850
Libya	34,876	232,759	44,087	114,145	193,042
Gürcistan	72,735	72,232	501,031	81,876	108,592
Yunanistan	13,827	569	0	79,287	4,179
Türkmenistan	19,340	32,027	15,730	71,986	68,382
Makedonya	3,969	6,850	2,201	60,665	23,386
Rusya Federasyonu	14,274	1,200	9,849	51,617	10,802
Azerbaycan	107,821	129,709	67,316	50,172	28,548
Nijerya	0	0	0	49,093	920
İtalya	1,680	8,519	6,438	30,077	822
Endonezya	0	1,840	0	28,450	63,785
Almanya	0	0	0	26,684	300,937
Bulgaristan	2,395	19,395	0	25,386	303
<b>Toplam</b>	<b>389,623</b>	<b>590,282</b>	<b>916,220</b>	<b>790,998</b>	<b>929,560</b>
Diğer Ülkeler	1,028,287	1,097,016	735,371	343,895	1,878,319
<b>TOPLAM</b>	<b>1,417,910</b>	<b>1,687,298</b>	<b>1,651,591</b>	<b>1,134,893</b>	<b>2,807,879</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

**Tablo 51: Fotovoltaik PV (AA) Jeneratörler (850161) Türkiye İthalatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Çin	2,967,525	2,052,285	5,062,051	5,379,236	4,423,821
İtalya	6,431,021	3,586,541	4,346,304	3,548,791	2,050,376
Güney Kore	3,481,355	113,825	1,392,267	1,772,002	2,334,690
İngiltere	1,021,015	955,058	1,392,267	907,887	966,894
Malezya	0	61,491	13,730	625,740	1,723,190
ABD	287,470	464,555	578,941	498,189	660,762
Almanya	255,119	456,775	383,871	391,037	435,275
Fransa	2,441,921	262,649	124,917	370,963	80,499
İsviçre	183,760	130,018	131,816	318,047	273,410
İspanya	12,118	73,471	5,840	173,531	5,542
Hindistan	3,519	785	16,776	123,563	516,529
Hırvatistan	0	0	209,263	108,973	144,095
İsveç	296,409	2,825	340	53,151	0
Belçika	0	4,195	0	32,375	4,558
Japonya	110,796	21,442	69,959	24,452	12,448
<b>Toplam</b>	<b>17,492,028</b>	<b>8,185,915</b>	<b>13,728,342</b>	<b>14,327,937</b>	<b>13,632,089</b>
Diğer Ülkeler	99,611	74,490	99,611	44,796	302,658
<b>TOPLAM</b>	<b>17,591,639</b>	<b>8,260,405</b>	<b>27,458,694</b>	<b>14,372,733</b>	<b>13,934,747</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

“Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Teklifi”, 8 Ocak 2011 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Değişen Yenilenebilir Enerji Kanunu, FV sektörü ile ilgili aşağıdaki destekleri öngörmüştür:

- Güneş enerjisine dayalı üretim tesisleri için on yıl süreyle 13.3 USDcent/kWh alım garantisi verilmiştir. Yerli üretim durumunda ise üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle aşağıdaki ilave destekler söz konusu olacaktır.
  - Fotovoltaik panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı: 0.8 USDcent/kWh
  - Fotovoltaik modülleri: 1.3 USDcent/kWh
  - Fotovoltaik modülünü oluşturan hücreler: 3.5 USDcent/kWh
  - Evirici: 0.6 USDcent/kWh
  - Fotovoltaik modülü üzerine güneş ışınıni odaklayan malzeme: 0.5 Şcent/kWh
- Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesislerindeki aksamın sağlaması gereken standartlar ve denetimlerde uygulanacak test yöntemleri ile birlikte, bu tesislerde ve melez üretim tesislerinde üretilen elektrik enerjisi içerisindeki güneş enerjisine dayalı üretim miktarlarının denetimine ilişkin usul ve esasların EPDK'nın görüşü alınarak Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle belirlenmesi öngörülmüştür.
- Güneş enerjisine dayalı lisans başvurularında standardına uygun ölçüm bulundurulması zorunlu kılınmıştır.
- Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kurulması için yapılan lisans başvurularında, tesis sahasının malikinin lisans başvurusunda bulunması halinde aynı sahaya başka başvuru yapılamayacağı, aynı bölge ve/veya aynı trafo merkezi için birden fazla başvurunun bulunması halinde, başvurular arasından ilan edilen kapasite kadar sisteme bağlanacak olanı belirlemek için TEİAŞ tarafından bu Kanunda belirlenen süreler boyunca uygulanmak üzere, I Sayılı Cetvel'de öngörülen fiyatların eksiltilmesi usulüyle yarışma yapılacağı belirtilmiştir.
- 31/12/2013 tarihine kadar iletim sistemine bağlanacak YEK Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücünün 600 MW'dan fazla olamayacağı, 31/12/2013 tarihinden sonra iletim sistemine bağlanacak YEK Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücünü belirlemeye Bakanlar Kurulu'nun yetkili olacağı belirtilmiştir.

Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü (EÜ–GEE), FV sektörüyle ilgili kuruluşları TÜBİTAK–İŞBAP proje desteğiyle bir araya getirmiş ve Ulusal Fotovoltaik Teknoloji Platformu'nu (UFTP) oluşturmuştur.

Türkiye’de, endüstriyel ölçekte FV üretim zincirinin polisilikon–külçe/dilim–hücre üretimi aşamalarında yer alan herhangi bir kuruluş bulunmamaktadır. FV Modül üretimi aşamasında yer alan kuruluşlar şunlardır:

- Anel Enerji, İstanbul
- Tera Solar, Bursa
- Clean World Energy Inc.
- ATSCO, İzmir
- ANTAK, Antalya
- Ayrıca, Ankara merkezli Alfa Makina A.Ş. firması ve Gaziantep ilindeki SOLARTURK firması 2012 yılı içerisinde FV modül üretimine başlayacaklarını bildiren firmalar arasındadır.

Trakya Cam AŞ, FV modül üretiminde kullanılan temperli cam üreticisidir ve bu ürünün ihracatı yapılmaktadır. FVGS değer zincirinin güç elektroniği kısmında da, çeşitli yerli kuruluşlar faaliyet göstermektedir.

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 veya nükleer yakıtlarla çalışan santrallerde elde edilen elektriğin maliyeti civarına düşürmektir. Türkiye’nin de içinde olduğu Akdeniz kuşağındaki ülkelerde, bu hedefe yaklaşılmıştır.

FVGS değer zincirinin tahmini maliyet dağılımı ve yerel/küresel temin durumu, aşağıdaki tablodaki gibidir.

**Tablo 52: FVGS Sektörü Tahmini Maliyet Dağılımı (Kuban 2011)**

Bileşen	Maliyet Dağılımı	İlgili Sektör	Ağırlıklı Temin Yeri
Tasarım	%1	Hizmet	Yerel
Dilim Üretimi	%19	Kimya	Küresel
Hücre Üretimi	%19	Elektronik	Küresel
Modül Üretimi	%25	Elektronik	Yerel/Küresel
Evirici	%10	Elektronik/Elektrik Makineleri	Yerel/Küresel
Diğer Bileşenler	%7	Metal Malzemeler Elektrik Malzemeleri	Yerel
Kurulum	%15	Yapı	Yerel
Satış-Pazarlama	%4	Hizmet	Yerel

**Kaynak: Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü**

### **4.2.4.3. Jeotermal Enerji Ekipmanları**

#### **4.2.4.3.1. Sektörün Tanımı**

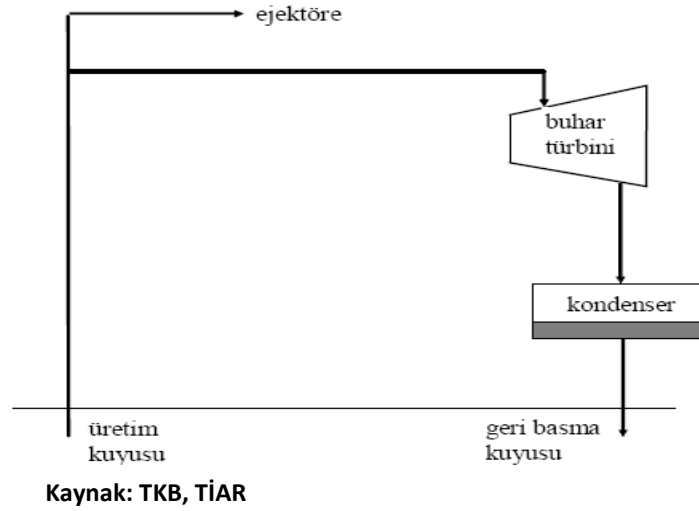
Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C'den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuz ve gaz içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Düşük (20–70 °C), orta (70–150 °C) ve yüksek (>150 °C) entalpili olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısıtmada yararlanılmaktadır.

Jeotermal enerjiden elektrik üretim santrallerinde sistem termik santrallere benzer şekilde çalışmaktadır, yüksek sıcaklıktaki buhar türbinleri döndürerek jeneratörlerden elektrik üretilmektedir.

Jeotermal kaynaklardan elektrik üretim tesisleri dört grup altında toplanılabilir. Bunlar sırasıyla kuru buhar sistemleri, püskürtmeli sistemler, ikincil çevrim sistemler ve birleşik sistemlerdir. Jeotermal kaynağın özelliği, çevre şartları ve doğal olarak karlılık göz önüne alınarak bu sistemler arasında bir seçim yapılmaktadır. Son zamanlarda çalışmalar çevre dostu olmaları ve orta sıcaklık kaynaklara rahatlıkla uygulanabilmeleri nedeniyle ikincil çevrimlerde yoğunlaşmıştır. (Eren, 2008)

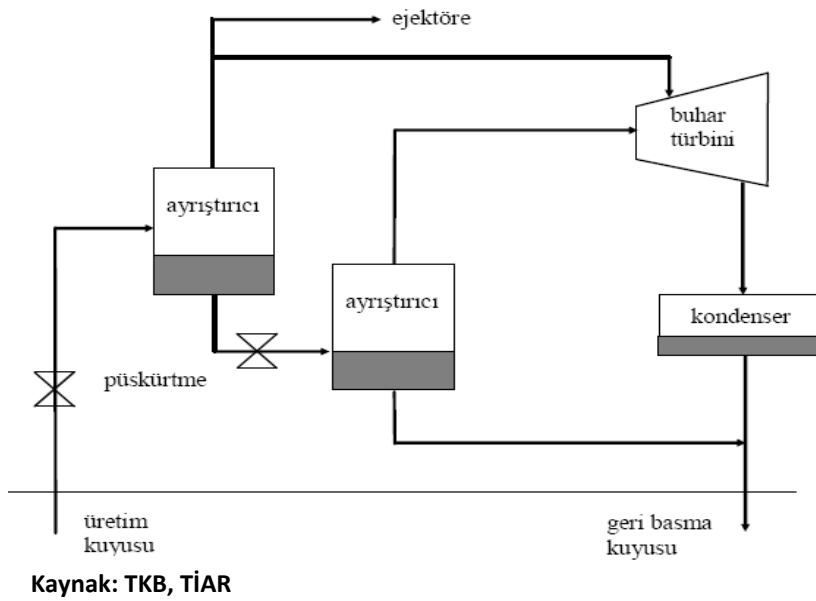
**Kuru Buhar Sistemleri:** En basit ve en ekonomik jeotermal çevrim kondensersiz kuru buhar çevrimidir. Bu çevrimde, jeotermal kuyudan çıkarılan buhar bir türbinden geçtikten sonra atmosfere atılır. Türbinin çıkışı doğrudan atmosfere açık olduğundan buhar, türbini atmosfer basıncında terk eder. Bu çevrimin avantajı kondenser olmadığı için santralin yapım ve işletme masraflarının kondenserli santrallere göre daha az olmasıdır. Bu çevrimin istenmeyen bir sonucu ise jeotermal buharın doğrudan atmosfere atılmasının çevre kirliliğine yol açması ve kaynağa zarar vermesidir. Kondenserli kuru buhar sisteminde ise, türbinin çıkışında kondenser bulunur.

**Şekil 26: Kondenserli Kuru Buhar Çevrim Jeotermal Elektrik Santrali**



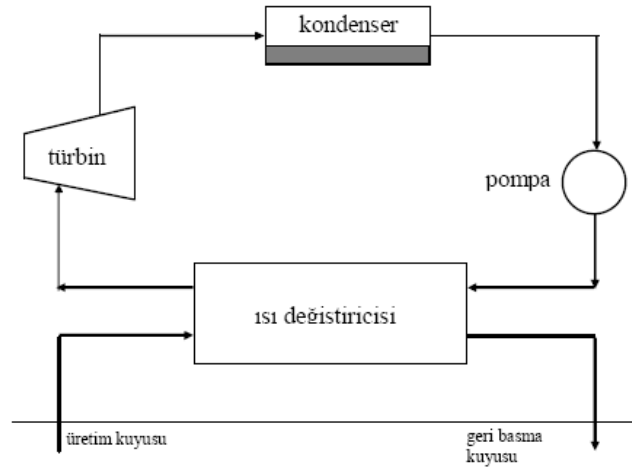
Tek ve Çift Püskürtmeli Sistemler: Çıkarılan jeotermal akışkan genellikle doymuş sıvı buhar karışımıdır. Bu durumlarda buhar yüzdesi yeterince yüksekse buhar sıvıdan ayrıştırılır ve buhar türbine gönderilirken kalan sıvı geri basılır. Buhar yüzdesinin düşük olduğu veya jeotermal akışkanın tamamen sıvı fazında olduğu durumlarda püskürtmeli buhar çevrimleri kullanılır. Püskürtme odasında jeotermal akışkanın basıncı düşürülür. Püskürtme odasının çıkışında sıvının belli bir yüzdesi buharlaşır. Püskürtme işleminden sonra jeotermal akışkanın sıcaklığı düşer. Buhar sıvıdan ayrıştırıldıktan sonra buhar türbine elektrik üretmek için gönderilir, kalan sıvı geri basılır. Türbinden çıkan buhar bir soğutma kulesinde veya püskürtme havuzunda elde edilmiş soğutma suyu ile yoğuşturulur ve geri basılır. Bütün kondenserli jeotermal buhar çevrimlerinde kondenserlerde vakum oluşturmak için buhar ejektörleri kullanılır.

**Şekil 27:Çift Püskürtmeli Jeotermal Elektrik Santrali**



**İkincil Çevrim Sistemler:** Genellikle 170°C'nin altı ve sıvı ağırlıklı jeotermal kaynaklardan elektrik üretiminde ikincil çevrim sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemde türbinden geçen aracı akışkan jeotermal buhar değil fakat ikincil akışkan adı verilen ve kaynama sıcaklığı suyun kaynama sıcaklığından çok daha düşük olan bir akışkandır. Bu yöntemde jeotermal akışkan sistemin ısı kaynağını oluşturur. İzobütan, izopentan, pentan ve R114, jeotermal ikincil çevrim santrallerinde yaygın olarak kullanılan ikincil akışkanlardır.

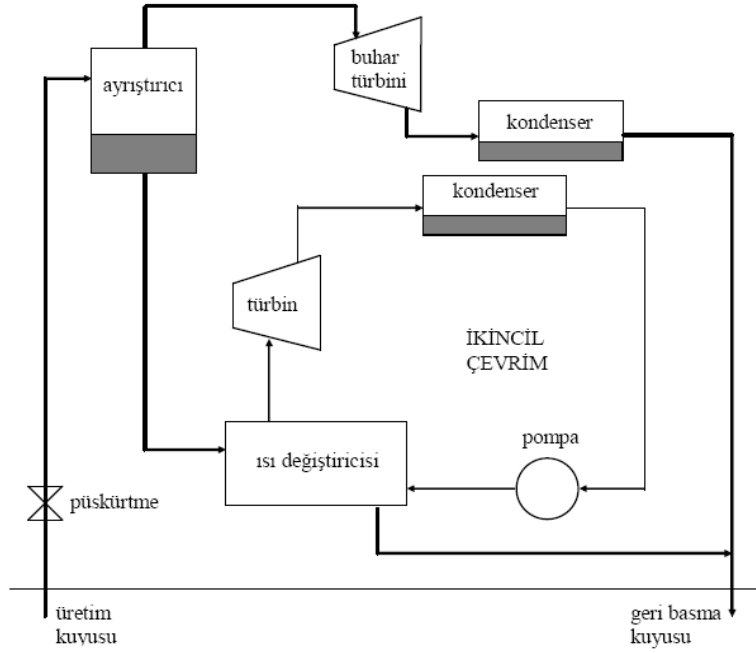
**Şekil 28: İkincil Çevrim Jeotermal Elektrik Santrali**



**Kaynak: TKB, TİAR**

**Birleşik Püskürtmeli / İkincil Çevrim Sistemler:** Jeotermal elektrik üretiminde özellikle son 20 yılda popüler olan bir çevrim birleşik püskürtmeli/ikincil çevrimdir. Bu çevrim hem püskürtmeli hem ikincil çevrimlerin avantajlarından aynı anda yararlanmayı amaçlar. Bu çevrim yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynaklar için uygundur ve bu özelliğiyle çift püskürtmeli çevrimlere bir alternatif oluşturur. Jeotermal akışkan püskürtme havuzunda püskürtüldükten sonra elde edilen buhar bir buhar türbininden geçer ve elektrik elde edilir.

**Şekil 29: Birleşik Püskürtme/İkincil Çevrim Jeotermal Elektrik Santrali**



**Kaynak: TKB, TİAR**

Jeotermal enerji üretim teknolojisinde, santral optimizasyonları, elektrikli dalgıç yeraltı pompalarının, yeraltı ısı pompalarının geliştirilmesi, türbin verimlerinin artırılması vb. konularda sürekli araştırmalar yapılmaktadır.

Enerji üretim sistemleriyle ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 53: Enerji Üretim Sistemleri Özet Tablosu**

Akışkan sıcaklığı, °C	Enerji Üretim Sistemi	Çalışma sıvısı	Soğutma Sistemi
100	İkincil Çevrim	R-134a	Su
150	İkincil Çevrim	İzobütan	Hava
200	İkincil Çevrim/tek püskürtmeli	İzobütan/ Akışkan	Hava/ Su
250	Çift Püskürtmeli	Akışkan	Su
400	Kuru Buhar Sistemi	Akışkan	Su

**Kaynak: TİAR**

Kapasite faktörü (KF), bir santralin ne kadar verimli kullanıldığını gösteren bir parametredir. Jeotermal enerji santrallerinde kapasite faktörü yüzde 90 ya da daha da yüksek oranlara ulaşabilmekte, diğer yenilenebilir enerji sistemleri ise kapasite faktörüne göre hidrolik (%20–70), biyokütle (%25–80), rüzgâr (%20–30), fotovoltaik (% 8–20), güneş ısı elektrik (% 20–30) ve dalga enerjisi (%20–30) şeklinde sıralanabilmektedir. (Ege-Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2012)



#### **4.2.4.3.2. Dünyada Jeotermal Enerji Ekipmanları**

Jeotermal akışkandan elektrik üretimi, dünyada ilk olarak 1904 yılında İtalya'da gerçekleştirilmiştir. Dünya genelinde jeotermal enerji santrallerini kullanan 24 ülke dikkate alındığında, yaklaşık kurulu güç 10,000 MW civarındadır ve yıllık elektrik enerjisi üretimi 80,000 GWh'tir.

Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde önemli ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya'dır. Elektrik dışı kullanım ise 33,000 MW'tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye'dir. (ETKB, 2013)

Uluslararası Jeotermal Birliği'nin önümüzdeki yıllar için ön gördüğü veriler doğrultusunda, 46 ülke bazında kurulması planlan ve yapım aşamasında olan tesisler ile toplam jeotermal santral kurulu kapasitesinin 2015 yılı için 18,500 MW olması beklenmektedir. (Ege-Güneş Enerjisi Enstitüsü, 2012)

Avrupa Birliği yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini ve dolayısıyla jeotermal enerjiyi; Destekli fiyat tarifeleri, Yeşil sertifika uygulaması, İhale/Kota yöntemi ve vergi teşvikleriyle desteklemektedir. Almanya ve İtalya Hükümeti, jeotermalden elde edilen elektriği 20 yıl süre ile 15 EURcent/kWh'den satın alarak teşvik etmektedir. İtalya Hükümeti jeotermal ısıya 1 EURcent/kWh ilave ödeme yaparak teşvik etmektedir. (Eren, 2008)

Dünyada ikincil çevrim sistemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmalar ORC ve Kalina çevrimlerinde yoğunlaşmıştır. Radyal iç akışlı türbinlerin daha iyi sonuç verdiği açıklanmıştır. Elektrikli dalgıç pompalarındaki gelişmelerin özellikle daha önce teknik nedenlerle kurulamayan ikincil çevrim (binary) santrallerin yaygınlaşmasına ve elektrik enerjisi elde edilen jeotermal sistemlerinin artmasına yol açacağı beklenmektedir.

Jeotermal enerji ekipmanlarının dünya genelindeki üretim ve pazarı hakkında bilgi edinilememiştir.

#### **4.2.4.3.3. Türkiye'de Jeotermal Enerji Ekipmanları**

Türkiye, dünyada jeotermal kaynaklar bakımından 5. ve bu kaynakların kullanımı bakımından 7. sırada olan bir ülkedir. Türkiye jeotermal ısı potansiyeli 31,500 MWt, ispatlanmış fiili kullanılabilir teknik kapasite 4,078 MWt'dir. Jeotermal kaynaklarının 2/3'ü Ege Bölgesi'nde bulunmaktadır. Türkiye'nin toplam jeotermal enerji potansiyelinin 1,500 MW'ı elektrik

üretimine elverişli olup, potansiyelin 600 MW'ı kullanıma hazırdır. İTÜ Enerji Enstitüsü, yapılacak yeni saha araştırma ve sondaj çalışmalarıyla, bu rakamın 2,000 MW'a yükseltilebileceğini öngörmektedir. (İzmir İli Uygun Yatırım Alanları Araştırması, TKB, 2012)

2012 yılı verilerine göre, jeotermal enerji santrali için EPDK'dan lisans almış 15 firma bulunmaktadır. Bu firmalardan şu anda üretime başlamış olanların toplam kurulu gücü 114.2 MW civarındadır. Halen inşaat aşamasında olan tesislerin kurulu gücü 224 MW'tır. Genel olarak ülkemizdeki toplam kullanım miktarı da 2,084 MWht ile 36,885.9 TJ/yıl'dır. Jeotermal potansiyelimizin tümünün 2023 yılına kadar kullanılmaya başlanması hedeflenmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu yaygın jeotermal kaynaklar, konut ve bölgesel ısıtmada, sera ısıtmada ve özellikle sağlık turizmine yönelik olarak ısı merkezlerinde (kaplıca, spa vb.) kullanılmaktadır. Ülkemizde 260'a yakın ısı merkez bulunmaktadır. Konut soğutmada jeotermal enerji kullanımı ülkemizde henüz yaygın olmamakla birlikte, İzmir'de Dokuz Eylül Üniversitesi'nde soğutma uygulaması yapılmaktadır. Ülkemizde yaklaşık olarak 809 hektar sera jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. (Ege-GEE, 2012)

Jeotermal enerji endüstrisi son derece sermaye yoğun ve teknolojiye bağımlı bir endüstridir. Sermaye yatırımı üç ana başlık altında toplanabilir.

- Sahanın keşfi, araştırılması ve kuyuların açılması maliyeti
- Güç çevirim tesislerinin maliyeti
- Üretim aşamasındaki açılacak kuyular ve kuyu simülasyon maliyeti

Jeotermal santral projeleri; saha araştırmaları, kuyuların açılması ve santral teçhizatının montajı bakımından yüksek yatırım bedeline gereksinim gösterebilir de, ayrıca bir yakıt bedeli olmamasından dolayı düşük işletme bedeline sahip oldukları için daha uzun bir işletme dönemi dikkate alınmakta, fosil yakıtlı elektrik santrallerine göre ekonomik getirileri daha yüksek olmaktadır.

Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde toplam yatırım maliyetinin yüzde 25'i saha araştırma çalışmaları ile üretim ve reenjeksiyon kuyularına, yüzde 65'i santral kurulmasına ve kalan yüzde 10'u ise diğer faaliyetler için harcanmaktadır.

Yatırım maliyeti, jeotermal santralin tipine, kapasitesine, santralin kurulacağı jeotermal alanın özelliklerine bağlı olarak değişmekte olup jeotermal akışkan sıcaklığı 200 °C ve yukarısında olan büyük kapasiteli jeotermal santraller (30-100 MW) için birim yatırım maliyet

1,150-1,750 USD/kW, orta büyüklükte kapasiteye sahip jeotermal santraller (5-30 MW) için 1,300-2,100 USD/kW, küçük kapasiteli jeotermal santraller (5 MW'dan küçükler) için ise 1,600-2,300 USD/kW civarında olmaktadır.

#### 4.2.4.4. Rüzgâr Enerjisi Ekipmanları

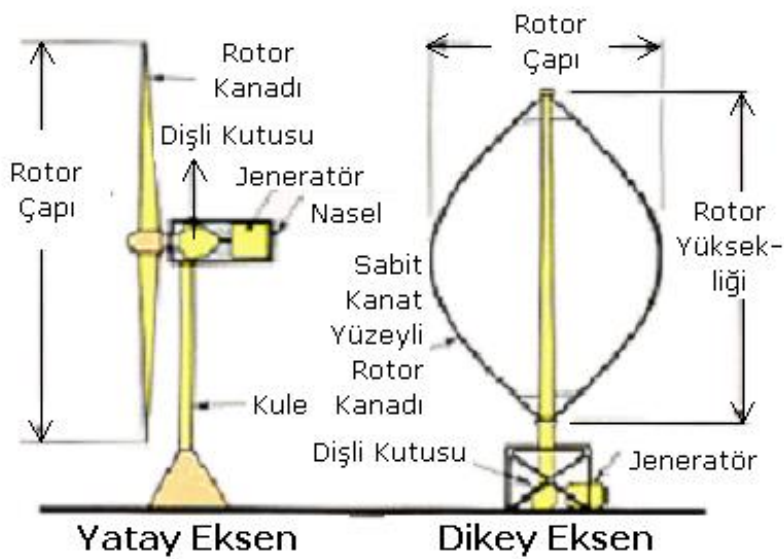
##### 4.2.4.4.1. Sektörün Tanımı

Rüzgâr, güneşin dünyanın değişken olan yüzeyini, farklı ısıtmasından dolayı sıcaklık, yoğunluk ve basınç farklarından oluşmaktadır. Oluşan bu atmosferik akımlar hareket enerjisi olarak kullanılabilir. Rüzgâr, güneşin dünyanın değişken olan yüzeyini, farklı ısıtmasından dolayı sıcaklık, yoğunluk ve basınç farklarından oluşmaktadır. Oluşan bu atmosferik akımlar hareket enerjisi olarak kullanılabilir.

Rüzgârdan sağlanacak güç, rüzgâr hızına ve kullanılacak rüzgâr türbininin rotor kanatlarının süpürme alanının büyüklüğüne bağlıdır. Aynı yerde ihtiyaca bağlı olarak 1 MW'lık rüzgâr santrali de 100 MW'lık veya daha büyük rüzgâr santrali de kurulabilmektedir. Ayrıca denizlerde daha kesintisiz ve daha güçlü rüzgâr olması nedeniyle deniz üstü rüzgâr santralleri kurulmaya başlanmıştır. (Dolun, 2002)

Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için rüzgâr türbinleri kullanılmaktadır. Rüzgârdaki kinetik enerji önce mekanik sonra da rüzgâr türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr türbinleri dikey ve yatay eksenli olmak üzere iki şekilde tasarlanabilmektedir. Yatay eksenli türbinler, dikey eksenli türbinlere oranla daha yüksek verim ile elektrik üretimi sağlamaktadır. Bu nedenle elektrik üretimi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Günümüzde en çok 3 kanatlı yatay eksenli rüzgâr türbinleri tercih edilmektedir. (Ege-GEE, 2012)

**Şekil 30: Yatay ve Dikey Eksenli Türbinler**



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Rüzgâr Enerjisi Üretimi, TKB, TIAR, 2006

Türbinlerde bir rotor, bir güç şaftı ve rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çevirecek bir jeneratör kullanılır. Rüzgâr rotordan geçerken, aerodinamik bir kaldırma gücü oluşturur ve rotoru döndürür. Bu dönel hareket jeneratörü hareket ettirir ve elektrik üretir. Türbinlerde ayrıca, dönme oranını ayarlayacak ve kanatların hareketini durduracak bir rotor kontrolü bulunur. Rüzgâr şiddeti yükseklikle arttığı için rüzgâr türbinleri kule tepelerine yerleştirilir.

Türbinler mikro işlemcili akıllı kontrol-kumanda sistemli, stall güç ayarlı ve disk frenlidir. Senkron veya asenkron jeneratörler kullanılmaktadır. Rotor kütleleri 3-26 ton, tüm donanımı ile gövde kütleleri 10-56 ton, kule kütleleri 12-88 ton arasında değişmektedir. İnşaatları büyüklüklerine göre iki- beş aylık süre içinde tamamlanabilmektedir.

Rüzgâr elektrik sistemleri şebekeden bağımsız kurulabildiği gibi şebekeye bağlı olarak da kurulabilmektedir. Şebekeden bağımsız rüzgâr sistemleri genellikle 30 kW'i aşmamakta; jeneratör, üç palli bir çark, transmisyon sistemi, DC jeneratör, yönetici kuyruk ve fren sisteminden oluşmaktadır. Makine çoğunlukla direk tipi pylon üzerine yerleştirilmekte ve elde edilen DC elektrik, akü ile depolanabilmektedir. Şebekeden bağımsız güçlü sistemlerde yedek enerji kaynağı da kullanılmaktadır. Yedek enerji olarak dizel kullanıldığında dizel jeneratörün rüzgârdan yararlanarak yüzde 40-50 yakıt tasarrufu sağlaması mümkün olmaktadır. Rüzgâr-dizel sistemlerde DC/AC invertör kullanılarak AC elektrik tüketilmektedir. Rüzgârla beraber güneş enerjisinin kullanıldığı sistemler DC karakterli ve akülüdürler. Ancak bu sistemler pahalı olmaları nedeniyle yaygın olarak kullanılamamaktadır.

Şebekeye bağlı rüzgâr santralleri genellikle birden çok türbin içeren rüzgâr çiftlikleri şeklinde kurulmaktadır. Bu santrallerin genelde elektrik iletim hatlarına yakın yörelerde kurulması ve yöredeki trafo kapasitesinin santrale uygun olması gerekmektedir. Bu tip santrallerde kullanılan türbinler genellikle yatay eksenli kanatlı türbinler olup, rotor kanat sayıları bir ile üç arasında değişmekte, kanatlar kompozite malzemeden yapılmakta ve rüzgâr kuleden önce rotora çarpılmaktadır. Türbin rotor çapları 18-70 m, rotor süpürme alanları 255-3,850 m<sup>2</sup>, rotor dönüş hızları 28-60 rpm arasında değişmektedir. Kule yükseklikleri 75-100 metreye kadar olabilmektedir. Sistemin çalışabilmesi için rotor göbeği (hub) yüksekliğinde gerekli rüzgâr hızının 3-4 m/s ve nominal güç üretim koşulu için 11-14 m/s rüzgâr hızının olması gerekmektedir.

Rüzgâr türbini imalatında kullanılan en önemli hammadde ve malzemeler; çelik, dökme demir (Pik), cam elyaf takviyeli polimer, cam elyaf, alüminyum, bakır, karbon fiber, kauçuk, epoksi reçine, mıknaş, pirinç alaşımı, seramik, teflon, balsa ağacı şeklinde sıralanmaktadır. Bileşen üreticileri geniş bir ürün yelpazesi çerçevesinde, mekanik ve elektriksel bileşenler, hidrolik donanımlar, sensörler, sürücüler, güç bileşenleri, kompozitler, kablolama, döküm, dövme, rulman, dişli kutusu gibi bileşenleri imal etmektedirler. (EGE-GEE)

Sektör uzmanlarının belirttiği üzere, RES'lerin en önemli problemlerinden birisi ağırlıktır. Yeni gelişmeler daha çok ağırlıkların azaltılması yönünde olacaktır. Bu gelişmeler, yeni tasarımlar ve hafif malzemeler kullanımı ile gerçekleştirilecektir. Dişli kutuları hafifletilecek veya sistemden kaldırılacak, alternatörler hafifletilecektir. (Çelikdoğan, 2012)

#### **4.2.4.4.2. Dünyada Rüzgâr Enerjisi Ekipmanları**

Rüzgâr gücünden elektrik üretimi konusundaki ilk uygulama 5 MW güçle çalışan Danimarka'daki Lolland adası yakınındaki Vindeby rüzgâr çiftliğinde, 1890'lı yıllarda gerçekleştirilmiştir. Sistem, jeneratöre bağlı türbin milinin rüzgârla döndürülmesi esasına dayanmaktadır.

Global rüzgâr enerjisi sektöründe, toplam kurulu kapasite, 2012 yılı itibarıyla 282,482 GW seviyesine ulaşmıştır. Global rüzgâr enerjisi pazarına bakıldığında, Asya pazarının diğer bölgesel pazarlara kıyasla daha iyi seviyelerde olduğu göze çarpmaktadır. Avrupa ölçekli yatırımlardaki (yaklaşık 13 milyon EUR) artış ise, daha çok pazarda oranı giderek artan deniz üstü rüzgâr türbini yatırımlarına bağlı bulunmaktadır. Avrupa'da rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretim değeri, 2010 yılı sonu itibarıyla 147 TWh olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılı sonu itibarıyla Avrupa'da her 1,000 kişi başına düşen rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi, 168,3 kW düzeyindedir. (Ege-GEE, 2012)

2000 yılında Avrupa toplam elektrik enerjisi kurulu gücü içinde rüzgâr enerjisi kurulu gücünün payı yüzde 2'ler seviyesindeyken, günümüzde bu oran yüzde 10'lar seviyesine çıkmıştır. Bu oranın 2030 yılında yüzde 36 seviyesine ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Dünya'da RES kurulu gücü incelendiğinde; 2012 yılı itibarıyla kurulu güç açısından Çin'in en büyük paya sahip olduğu görülmekte olup, bu ülkeyi ABD ve Almanya takip etmektedir (Tablo 54). 282,482 MW'lık dünya toplamının yüzde 26.8'i Çin bünyesinde, yüzde 21.2'si ABD ve yüzde 11.1'lik kısmı ise Almanya'da bulunmaktadır. Rüzgâr enerjisi türbin teknolojileri açısından da bu ülkeler ileri düzeydedir. Dünya toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücünün yaklaşık yüzde 86'sını 10 ülke oluşturmaktadır. Bu ülkelerin isimleri ile 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait kurulu güçleri Tablo da verilmiştir.

2009 yılından beri rüzgâr projelerinin ömrü boyunca alım ve fiyat garantisi veren Çin, rüzgâr kurulu gücünü katlayarak 75,564 MW'a ulaşmıştır. Bu kurulu güçle Çin birinci, 60,007 MW'lık

rüzgâr gücü olan Amerika ikinci ülke konumunda bulunmaktadır. Dünyada en hızlı gelişen pazar Çin pazarıdır.

**Tablo 54: Dünya'da Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü Büyük Olan 10 Ülkenin Pazar Payları (MW)**

ÜLKELER	2010	2011	2012	2012 Pazar Payı (%)
Çin	44,733	62,733	75,564	26.8
ABD	40,298	46,919	60,007	21.2
Almanya	27,191	29,060	31,332	11.1
İspanya	20,623	21,674	22,796	8.1
Hindistan	13,065	16,084	18,421	6.5
İtalya	5,797	6,747	8,144	2.9
Fransa	5,970	6,800	7,196	2.5
İngiltere	5,248	6,540	8,445	3.0
Portekiz	3,706	4,083	4,525	1.6
Kanada	4,008	5,265	6,200	2.2
En Büyük 10 Pazar	170,639	205,905	242,630	85.9
Dünya Diğer	26,998	32,446	39,852	14.1
<b>DÜNYA TOPLAMI</b>	<b>197,637</b>	<b>238,351</b>	<b>282,482</b>	<b>100.0</b>

Kaynak: GWEC, Global Wind Statistics, 2012

Avrupa bünyesinde bulunan yaklaşık 96,616 MW'lık RES Kurulu gücünün (Tablo 55), 2020 yılında 180,000 MW'a ulaşması hedeflenmektedir.

**Tablo 55: Avrupa Ülkeleri RES Kurulu Gücü (MW)**

ÜLKELER	2010	2011	Pazar Payı (%)	2010-2011 Artış (%)
Almanya	27,191	29,060	31,0	7
İspanya	20,623	21,674	22,0	5
Danimarka	3,749	3,871	4,0	3
Hollanda	2,269	2,328	3,0	3
İtalya	5,797	6,747	7,0	16
İngiltere	5,248	6,540	6,8	25
Avusturya	1,014	1,084	1,1	7
İsveç	2,163	2,970	3,1	37
Yunanistan	1,323	1,629	1,7	23
Portekiz	3,706	4,083	4,2	10
Fransa	5,970	6,800	7,0	14
İrlanda	1,392	1,631	1,7	17
Belçika	886	1,078	1,1	22
Polonya	1,118	1,616	1,7	37
Türkiye	1,329	1,799	1,9	35
<b>Toplam</b>	<b>83,840</b>	<b>92,908</b>		
Avrupa Diğer	2,807	3,708	3,8	32
<b>Avrupa Toplam</b>	<b>86,647</b>	<b>96,616</b>		<b>12</b>

Kaynak: Global Wind Statistics, 2011

Türkiye, rüzgâr enerjisi kurulu gücünü, tablodan da görüldüğü üzere, 2011 yılında yüzde 35 oranında artırarak Avrupa'da ilk 10'a girmiştir. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği'nin verilerine

göre, 2010 yılı sonunda rüzgârdan elektrik üretme kapasitesi 1,329 MW olan Türkiye, 2011 yılında bu rakama 470 MW daha ekleyerek toplam kurulu kapasitesini 1,799 MW seviyesine çıkarmıştır.

Rüzgârdan elektrik üretim kapasitesinde Türkiye'nin önünde sıralanan diğer ülkeler; 6,800 MW ile Fransa, 6,747 MW ile İtalya, 6,450 MW ile İngiltere, 4,083 MW ile Portekiz, 3,871 MW ile Danimarka, 2,907 MW ile İsveç ve 2,328 MW ile Hollanda'dır. Geçen yıl Avrupa'da rüzgâr enerjisine 13 milyar EUR'luk yatırım yapılarak sağlanan 10 bin 281 MW ilave kapasiteyle toplam kurulu kapasite 96 bin 616 MW düzeyine ulaşmıştır.

Dünyada rüzgâr türbini üretimi gerçekleştiren belli başlı firma sayısı 10 adet olup, pazar dağılımı bu büyük ölçekli firmalar arasında belirlenmektedir. Bu nedenle RES türbin direği üretimi de sektörde bu firmalarla akredite olmuş üretici firmalar kanalıyla yapılmaktadır. Ayrıca bu konuda pazar payının artırılması amacıyla sektörde deneyimli firmalarla yabancı ortaklık görüşmeleri yapan yerli firmalar olduğu da bilinmektedir.

Son yıllarda ise başta Türkiye olmak üzere Meksika, Brezilya, İsveç ve İtalya gibi ülkelerin ithalat miktarlarını artırdığı görülmektedir. 2011 yılı itibarıyla dünyada kurulu güç olarak en büyük 10 firma ve kurulu güçleri Tablo 56'da verilmiştir.

**Tablo 56: 2011 Yılı İtibarıyla Dünyada En Büyük 10 RES Üreticisi Firma**

RES Türbin Üreticisi	Menşei	Pazar Payı (%)
1 Vestas	Danimarka	12.9
5 Siemens	Danimarka	6.3
4 GE Wind	ABD	8.8
3 Gamesa	İspanya	8.2
2 Enercon	Almanya	7.9
6 Suzlon	Hindistan	7.7
10 Goldwind	Çin	9.4
7 Sinovel	Çin	7.3
8 United Power	Çin	7.1
9 MingYang	Çin	2.9
10 Diğer		21.5
<b>Toplam Pay</b>		<b>100.0</b>
<b>Toplam Satış</b>		<b>40 GW</b>

**Kaynak: Ren21, Global Status Report, Renewables 2012**

Dünya rüzgâr enerjisi ekipmanları ihraç eden ülkelere ilişkin ihracat değerleri Tablo 57'de verilmiştir.

**Tablo 57: Rüzgâr Jeneratörleri (850231) Dünya İhracatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
Danimarka	1,191,834	1,141,747	1,731,914	1,977,465
Almanya	2,004,190	932,104	1,211,813	1,320,085
İspanya	478,726	742,669	706,474	877,402
Çin	210,850	151,052	56,565	351,154
İtalya	23,918	26,018	61,973	283,400
Bulgaristan	1	14	11	190,024
ABD	22,073	116,998	322,185	149,377
Viyetnam	126,446	116,875	67,378	128,393
Hindistan	651,149	335,619	122,896	41,058
Kanada	3,602	16,004	12,600	19,282
Kore	304	1,619	14,310	13,307
Japonya	468,847	480,557	5,898	12,838
Fransa	2,494	4,977	20,973	12,316
Türkiye	539	669	17	2,827
<b>Toplam</b>	<b>5,184,974</b>	<b>4,066,923</b>	<b>4,335,005</b>	<b>5,378,931</b>
Diğer Ülkeler	226,469	83,717	310,747	66,854
<b>TOPLAM</b>	<b>5,411,443</b>	<b>4,150,640</b>	<b>4,645,752</b>	<b>5,445,784</b>

Kaynak: comtrade.un.org

Dünya genelinde rüzgâr enerji ekipmanları ihracatının son 4 yıllık periyotta 4 milyar USD ile 5 milyar USD arasında gerçekleştiği görülmektedir. Özellikle toplam dünya ihracatının yaklaşık yüzde 36'sı Danimarka tarafından yapılmaktadır. 2011 yılında Danimarka'yı 1,320,085 bin USD ile Almanya ve 877,402 bin USD ile İspanya takip etmektedir. Bu üç ülke toplam dünya ihracatının yaklaşık yüzde 77'sini gerçekleştirmektedir.

Dünya rüzgâr enerjisi ekipmanları ithal eden ülkelere ilişkin ithalat değerleri Tablo 58'de verilmiştir.

**Tablo 58: Rüzgâr Jeneratörleri (850231) Dünya İthalatı (1,000 USD)**

	2008	2009	2010	2011
ABD	2,679,086	2,300,554	1,197,503	1,289,923
Almanya	563,338	438,161	562,647	932,798
İngiltere	454,768	347,229	548,526	822,191
Kanada	545,188	435,755	894,974	546,211
Brezilya	121,721	221,129	273,947	456,280
İsveç	39,082	209,946	251,427	401,285
Türkiye	285,010	506,170	405,215	353,629
Meksika	85,431	195,293	295,256	341,402
İtalya	300,670	83,038	168,189	266,002
Yunanistan	30,779	181,040	195,626	181,768
Avustralya	220,700	204,675	21,692	154,639
<b>Toplam</b>	<b>5,325,773</b>	<b>5,122,992</b>	<b>4,815,003</b>	<b>5,746,129</b>
Diğer Ülkeler	1,587,666	1,678,543	1,161,661	1,542,442
<b>TOPLAM</b>	<b>6,913,439</b>	<b>6,801,535</b>	<b>5,976,664</b>	<b>7,288,571</b>

Kaynak: comtrade.un.org



Dünya rüzgâr enerjisi ekipmanları ithalatına baktığımızda, son 4 yılda 6 milyar USD ile 7.3 milyar USD arasında olduğu görülmektedir. İthalat gerçekleştiren ülkelerin başında ABD gelmekte olup, 2001 yılı itibarıyla toplam ithalatın yaklaşık yüzde 18'ini gerçekleştirmiştir. Bu ülkeyi sırasıyla Almanya, İngiltere ve Kanada izlemektedir.

Tablo 59'da, dünya pazarına türbin sağlayan bazı türbin üreticileri ve tedarikçileri verilmektedir. Üreticiler, türbinleri oluşturan bileşenleri ya kendileri üretmekte ya da tedarikçiler aracılığı ile sağlamaktadır. Rüzgâr türbinlerini oluşturan 3 ana bölümden (kule, türbin ve kanat) rüzgâr türbin kuleleri genellikle projelerin yer aldığı yerli piyasada imal edilmektedir.

**Tablo 59: Ana Rüzgâr Türbin Üreticileri**

Türbinler	Kuleler	Rotor Kanatları
Vestas	Vestas, NEG, DMI	Vestas, LM
GE Energy	DMI, Omnical SIAG	LM, Tecsis
Gamesa	Gamesa	Gamesa, LM
Enercon	KWG, SAM	Enercon
Siemens Wind	Roug, SAM	Siemens, LM
Suzlon	Suzlon	Suzlon
REpower	N/A	LM
Nordex	Nordex, Omnical	Nordex

**Kaynak: Wind Directions, January/February 2007, The Economics of Wind Energy, EWEA, March 2009**

Tablo 60'da türbin üreticisi şirketlere ara malı tedarik eden firmalar göstermektedir.

**Tablo 60: Rüzgâr Türbin Yan Sanayi Tedarikçileri**

Jeneratörler	Dişli Kutuları	Kontrol Üniteleri
Weier, Elin, ABB, LeroySommer	Bosch Rexroth, Hansen, Winergy, Moventas	Cotas (Vestas), NEG (Dancontrol)
Loher, GE	Winergy, Bosch, Rexroth, Eickhoff, GE	GE
Indar (Gamesa), Cantarey	Echasa (Gamesa), Winergy, Hansen	Ingelectric (Gamesa)
Enercon	Doğrudan sürücülü	Enercon
ABB	Winergy	Siemens, KK Electronic
Suzlon Siemens	Hansen, Winenergy	Suzlon, Mita Teknik
N/A	Winenergy, Renk Eickhoff	Mita Teknik, Re Guard
Loher	Winenergy, Eickhoff, Maag	Nordex, Mita Teknik

**Kaynak: Wind Directions, January/February 2007, The Economics of Wind Energy, EWEA, March 2009)**

#### 4.2.4.4.3. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Ekipmanları

2005 yılında “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”un çıkarılmasıyla rüzgâr enerjisi yatırımları hız kazanmış ve 2007 yılında kurulu güç değeri yüzde 360 oranında artış göstererek 20.10 MW’tan 92 MW’a yükselmiştir. Ayrıca 2007 yılında açılan rüzgâr enerjisi lisans başvurularının ardından Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücünde ikinci bir hareketlenme olmuş ve 2008 yılında kurulu güçte 224 MW’lık bir artışla yüzde 240 oranında büyüme kaydedilmiştir.

2010 yılında Türkiye’de 528 MW yeni kurulum ile rüzgâr enerjisi kurulu gücü 1,320.2 MW düzeyine ulaşmış ve büyüme oranı ise yüzde 67 olarak hesaplanmıştır. Bu rakam 2011 yılı itibarıyla 1,728.7 MW (uluslararası istatistiklerde 1,799 MW olarak görünmektedir) değerine ulaşmıştır.

Türkiye, 2023 yılındaki elektrik enerjisi ihtiyacının yüzde 30’unu (hidroelektrik dâhil) yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabilme hedefine ulaşmak için rüzgâr enerjisi kurulu gücünü 2023 yılına kadar 20 GW üzerine çıkarmayı planlamaktadır. Bu hedef dikkate alındığında, 2012–2023 yılları arasında rüzgâr enerjisi sektörüne yapılacak olan yatırımların toplam finansal değerinin, yaklaşık 23 Milyar EUR olacağı hesaplanmaktadır.

Türkiye’de türbin tedarikçisi olarak Enercon liderliğini devam ettirmekte olup, Vestas, Nordex, GE, Suzlon ve Gamesa onu takip eden diğer firmalardır. Toplam kurulu güç açısından bakıldığında ise Vestas yüzde 30 ile liderliği elinde bulundururken, Enercon yüzde 28 ile ikinci sıradadır. Dünya pazarındaki diğer tedarikçiler de, Türkiye pazarına girmeyi planlanmaktadır. Enercon dışında Türkiye’de türbin üretimi için yakın gelecekte yatırım yapmayı planlayan firmalar da bulunmaktadır.

Rüzgâr santrallerinde genellikle 2.5 ve 3 MW’lık türbinler tercih edilmekle birlikte, 900 kW’lık türbinlerden oluşan santraller genel toplam içinde ikinci sırayı oluşturmaktadır. Bir rüzgâr santralinin toplam maliyetinin yüzde 75’ine karşılık gelen en büyük kalemini rüzgâr türbinleri (kanatlar, kuleler, nakliye ve tesis dâhil olmak üzere) oluşturmaktadır. Bir rüzgâr türbini 8,000 farklı bileşenden oluşmaktadır. Rüzgâr türbinin ana bileşenleri ve bunların türbin maliyeti içindeki payları Tablo 61’de verilmiştir. (Taç Altuntaşoğlu, 2011)

**Tablo 61: Türbinin Ana Bileşenleri ve Bunların Türbin Maliyeti İçindeki Payları**

REpower MM92 (Kanat çapı 45.3 m, Kule yüksekliği: 100m) RT için			
Bileşen	%	Bileşen	%
Kule	26.3	Rota (yaw) sistemi	1.25
Rotor kanatları	22.2	Kanat açısı (pitch) kontrol sistemi	2.66
Rotor göbeği (hub)	1.37	Güç konvertörü	5.01
Rotor yatakları	1.22	Trafo	3.59
Ana mil	1.91	Fren sistemi	1.32
Ana gövde	2.80	Kaporta (nacelle) muhafazası	1.35
Dişli kutusu	12.91	Kablolar	0.96
Jeneratör	3.44	Vidalar	1.04

(Kaynak: Wind Directions, January/February 2007, The Economics of Wind Energy, EWEA, March 2009)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın desteğiyle, TÜBİTAK öncülüğünde, üniversite–sanayi işbirliği çerçevesinde sürdürülen MİLRES (Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi) projesi kapsamında, 2014 yılına kadar 500 kW ve 2,5 MW güçlerinde yerli prototip rüzgâr türbini üretimi gerçekleştirilmiş olacaktır. Türkiye rüzgâr enerjisi sektörü açısından, bu projenin başarıyla sonuçlandırılması büyük önem taşımaktadır.

2010 yılında kabul edilen “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimine İlişkin Kanun”da; kanat 0.8 USDcent/kWh, jeneratör ve güç elektroniği 1.0 USDcent/kWh, türbin kulesi 0.6 USDcent/kWh, rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç) 1.3 USDcent/kWh olarak yerli üretime toplamda 3.7 USDcent/kWh ek teşvik öngörülmüştür. Şu anda türbin bileşenlerinin yerli olarak üretimi, kanat ve kule üretimi ile sınırlıdır. Ancak, diğer mekanik bölümlerin de Türkiye’de üretilebileceği konusunda genel bir kanı bulunmaktadır.

Türkiye'deki santralleri oluşturan türbinler dünya piyasasına hâkim olan türbin markalarıdır ve rüzgâr türbin ve bileşenlerinin büyük bir kısmı (türbin, jeneratör, göbek, dişli kutusu vb.) yurt dışından ithal edilmektedir. Bununla birlikte yerli üretim olarak bazı türbinlerin kuleleri (Enercon, GE, vb.) Çimtaş, Alkeg tarafından, bazı türbinlerin kanatları, Enercon Aero Kanat Fabrikası (Enercon trb) ve Alkeg (Fuji Heavy Industries için kanat imalatı) tarafından yabancı firmalarla ortak girişim yapılarak yurt içi piyasada üretilmektedir. Ancak türbin bileşenlerinin yerli üretiminde kurulu güç gelişimine paralel bir gelişme sağlanamamıştır. 2011 yılı başında 6094 sayılı kanunla destekleme sisteminde yapılan değişiklik yerli üretimin desteklenmesine ilişkin ek alım garantisi verilmesi, yerli üretim olanakları yaratılabilmesi açısından önemlidir. Piyasada farklı türbinlerin yerli üretimi konusunda yürütülen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Rüzgâr enerjisi konusunda bunlardan başka rüzgâr ölçümü ve değerlendirilmesi, proje

geliştirilmesi, danışmanlık, montaj, nakliye, inşaat, işletme ve bakım vb. işler bazı yerli veya ortak girişim şirketleri tarafından yapılmaya başlanmıştır. (Taç Altuntaşoğlu, 2011)

Rüzgârdan elektrik üretim maliyetleri hâlâ yüksek seviyelerdedir. Bu sorun genellikle fiyat ve alım garantileri sayesinde giderilmektedir. Bu yöntem dünyada en çok kullanılan destek mekanizmasıdır. Rüzgâr enerjisinde, lisans almadan inşaatla başlamaya kadar olan süreçte bürokratik işlemlerin uzunluğu ve kurumlar arasındaki koordinasyon eksikliği, projelerde yeterli güvenilir rüzgâr verilerinin bulunmaması, yatırım hacimlerinin büyüklüğü, kredi temininde yaşanan sıkıntılar vb. rüzgâr santrallerinin kurulumunu geciktirmekte hatta bazen engellemektedir.

Sektörde faaliyet gösteren Bostaş AŞ, Enertürk AŞ, Free Breeze Enerji, Green World Group, Turkwatt ve Soytes AŞ rüzgâr enerjisi teknolojilerinde sektörün gelişimi yönünde umut verici şekilde yatırım ve üretim yapan firmalardır.

Rüzgâr türbininin bir parçası olan RES türbin direği üretimi konusunda Türkiye’de bilinen ilk firma, Gemlik’te demir çelik ürünleri imalatı gerçekleştiren **Çimtaş AŞ**, yaklaşık olarak yılda 80-100 adet RES türbin direği imalatı yapmaktadır. Dünyada rüzgâr enerjisi konusunda önemli yere sahip rüzgâr türbini üreticisi firma Enercon’un desteği ile söz konusu firmanın RES türbin direği talebini karşılamaktadır.

Gestamp Wind Steel ve Faik Çelik Holding tarafından hayata geçirilen **Gesbey Rüzgâr Kuleleri A.Ş.** seri üretime başlamıştır. Yılda 45 bin ton hammaddenin işleneceği, 300 kule üretim kapasitesine sahip Gesbey AŞ, 50 ile 250 ton arasında, 750 kW’tan 3 MW’a kadar elektrik üretebilecek 60 m-120 m arasındaki yüksekliklere sahip kulelerle iç ve dış pazara hizmet verebilecektir. Söz konusu firma, Türkiye pazarı dışında son yıllarda rüzgâr piyasasında gelişme gösteren Romanya, Bulgaristan ve Yunanistan’a da ürünlerini ihraç etmeyi planlamaktadır.

RES kule yatırımı yapan diğer bir firma, İzmir’de kurulu bulunan **Ateşçelik AŞ’dir**. Ankara’da faaliyet gösteren **Soytes Temiz Enerji ve Elektroteknik Sanayi AŞ** 2000 yılından itibaren SOYUTWIND markası ile Ankara-Temelli’deki 15,000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip fabrikasında rüzgâr türbinlerinin kule, jeneratör, elektro-mekanik parçalarının ve kanatlarının projelendirilmesi ve imalatını yapmaktadır. Ayrıca söz konusu firma, diğer üretici firmaların rüzgâr türbinlerinin kule, kanat ve elektro-mekanik ekipmanlarının tasarımını ve imalatını

Türkiye’de gerçekleştirmektedir. Ankara OSTİM’de, tüm enerji türleri için olmakla birlikte, özellikle rüzgâr enerjisi ekipmanlarının üretimi yönünde bir kümelenme çalışması bulunmaktadır.

Rüzgâr enerjisi ile ilgili bazı ekipmanlarda Türkiye’nin 2009 yılında 669,361 USD, 2011 yılında ise 2,691,140 USD düzeyinde bir ihracatı söz konusu olmuştur. İhracatın büyük bir bölümü Almanya’ya yapılmıştır (Tablo 62).

**Tablo 62: Rüzgâr Jeneratörleri (850231) Türkiye ihracatı (USD)**

Ülkeler	2009	2010	2011	2012*
Almanya	447,814	258	2,649,242	5,564
Kuzey Kıbrıs Türk Cum.	2,325	12,811	26,746	7,609
Azerbaycan	13,304	0	7,087	0
Polonya	0	0	4,412	0
Japonya	0	0	3,653	0
Danimarka	190,245	0	0	70,320
Toplam	653,688	13,069	2,691,140	83,493
Diğer Ülkeler	15,673	4,324	0	2,385
<b>TOPLAM</b>	<b>669,361</b>	<b>17,393</b>	<b>2,691,140</b>	<b>85,878</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

2008-2012 yılları arasında ülkemizin yapmış olduğu rüzgâr enerjisi ekipmanları ithalat değerleri ise Tablo 63’te verilmiştir. 2011 yılında, rüzgâr enerjisi için kullanılan türbin ithalatında Almanya yaklaşık 229 milyon USD ile birinci sıradadır. İspanya ve Hindistan ise 30 milyon USD’yi aşan değerlerle ithalatımızda önemli bir yer tutmaktadır. Bu ülkeler dışında Türkiye Danimarka, İtalya, Yunanistan ve Çin gibi ülkelere rüzgâr enerjisi ekipmanları ithal etmektedir. Dünyadaki türbin arzı günümüzde talebi karşılamakta zorlanmaktadır. Bu yüzden yerli üretime yönelik çalışmalar devam etmektedir. Türkiye 2011 yılında gerçekleştirmiş olduğu toplam 353,629 bin USD ithalat değeri ile dünya ithalatında 7. sırada yer almıştır.

**Tablo 63: Rüzgâr Jeneratörleri (850231) Türkiye ithalatı (USD)**

	2008	2009	2010	2011	2012*
Almanya	125,959,854	352,372,580	247,853,118	229,344,741	169,976,390
İspanya	92,554	3,027	45,599,958	55,793,804	29,356,288
Hindistan	28,367,571	0	241,867	39,007,489	8,079,340
Danimarka	54,583,361	43,402,607	60,634,982	10,223,471	43,629,205
İtalya	63,453,184	52,265,156	23,145,349	10,011,660	0
Yunanistan	0	22,684,225	18,762,654	8,109,877	0
Çin	74,946	153,009	216,965	613,721	32,215,441
ABD	56,659	12,378	22,364	165,438	58,765
Japonya	102,428	49,379	39,917	89,473	6,007
Finlandiya	0	13,334	0	65,836	9,148
İngiltere	4,476	453,047	8,488	4,383	0
Hollanda	530	17,408	0	2,596	0
<b>Toplam</b>	<b>272,695,563</b>	<b>471,426,150</b>	<b>396,525,662</b>	<b>353,432,489</b>	<b>283,330,584</b>
Diğer Ülkeler	12,314,777	34,743,417	8,689,609	196,529	4,810,099
<b>TOPLAM</b>	<b>285,010,340</b>	<b>506,169,567</b>	<b>405,215,271</b>	<b>353,629,018</b>	<b>288,140,683</b>

\*Geçici Veriler

Kaynak: TÜİK

Sektörde özellikle nasele ve jeneratör gibi bileşenlerin yerli üretimi büyük yatırım tutarları içermekte, sadece fabrikanın kurulması ve yapılacak üretimin sertifikalanması için bile en az iki yıllık bir süre gerektiği belirtilmektedir. Danimarka, Almanya ve ABD başta olmak üzere dünyada lider konumda olan rüzgâr türbin üreticilerinin çoğu 1970'li yılların sonlarında başlayan rüzgâr enerji teknolojisi araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu üreticiler ilk yıllarda kendi iç pazarlarına türbin üretmiş, deneyim kazandıkça yurtdışı pazarlara açılarak büyümelerini artırmışlardır. İspanya, Hindistan ve Çin gibi rüzgâr potansiyeli daha büyük olan ve daha yüksek elektrik talebi olan ülkelerde de rüzgâr enerjisi uygulamalarını teşvik eden kararlı ve destekleyici hükümet politikaları hem rüzgâr enerjisi için bir pazar yaratılmasında hem de dünya pazarına rüzgâr türbini sağlayan yerli üreticilerin meydana çıkmasında kritik öneme sahip olmuştur. 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. Sanayinin gelişmesi ve belli bir pazar büyüklüğüne ulaşabilmesi için yerli üretime yönelik desteğin belirlenmiş hedeflere yönelik olarak uzun vadeli olarak planlanması gerekmektedir.

Türkiye'de türbin bileşenlerinin yerli üretimi büyük oranda türbin üreticisine bağlıdır. Örneğin kule üretiminde kullanılan çelik, merdiven, kablo vb. tedarik zinciri ara

malzemelerinin belli kalitede ve sertifikalı olması türbin üretici firmalar tarafından istenmektedir. Ülkemizde bu nitelikte ara malzemelerin de ithal edildiği belirtilmektedir. Bu tür ara malzemelerin istenen kalitede yerli üretimi konusunda da yan sanayinin gelişmesi gerekmektedir. Uluslararası standartlara karşılık gelen test ve sertifikasyon programları yeni ortaya çıkan ürüne karşı tüketici güvenini oluşturarak yerli üretimi yapılan türbinlerin kalite ve güvenilirliğini sağlayacaktır. Bu nedenle ara malzeme ve bileşen üreticilerine uluslararası kalite ve standartta üretim yapmaları ve ürünlerinin kalitelerinin tesciline yönelik destekler verilmelidir.

2023 yılı hedeflerinde, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20,000 MW olacağı öngörülmekle birlikte, Enerji Bakanlığı'nın ileriye yönelik enerji kurulu kapasite öngörülerinde 2021 yılında rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 6,219.7 MW seviyesinde olması, enerji ekipmanları üretimine yönelecek yatırımcılar için bir kararsızlık ve güvensizlik unsuru olabilecektir. Söz konusu bu olumsuz durum, diğer yenilenebilir enerji kaynakları için de geçerlidir.

#### **4.2.4.5. Hidrojen Enerjisi Ekipmanları**

##### **4.2.4.5.1. Sektörün Tanımı**

Hidrojen 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmış, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup, evrenin temel enerji kaynağıdır. Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir (Üst ısıl değeri 140.9 MJ/kg, alt ısıl değeri 120.7 MJ/kg). 1 kg hidrojen 2.1 kg doğalgaz veya 2.8 kg petrolun sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. Hidrojen doğada serbest halde değil, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise sudur. (Dolun, 2002)

Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1.33 kat daha verimli bir yakıttır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Hidrojen gazı farklı yöntemlerle elde edildiği gibi su, güneş enerjisi veya onun türevleri olarak kabul edilen rüzgâr, dalga ve biyokütle ile de üretilebilmektedir.

Kömür, doğalgaz gibi fosil kaynakların yanısıra sudan ve biyokütleden de elde edilen hidrojen, enerji kaynağından çok bir enerji taşıyıcısı olarak düşünülmektedir. Hidrojen yerel olarak üretimi mümkün, kolayca ve güvenli olarak her yere taşınabilen, taşınması sırasında az enerji kaybı olan, ulaşım araçlarından ısınmaya, sanayiden mutfaklara kadar her alanda yararlanılabilecek bir enerji sistemidir. Hidrojen içten yanmalı motorlarda doğrudan kullanımının yanısıra katalitik yüzeylerde alevsiz yanmaya da uygun bir yakıttır. Ancak dünyadaki gelişim hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı yakıt pili teknolojisi doğrultusundadır.

Hidrojen yakıtının en önemli kullanım alanı ulaşım sektörü (otomobil, otobüs, uçak, tren ve diğer taşıtlar) olup, halen bir yakıt olarak uzay mekiği ve roketlerde kullanılmaktadır. Diğer kullanım yerleri ise mobil uygulamalar (cep telefonu, bilgisayar, vs) ve yerleşik uygulamalardır (yedek güç üniteleri, uzak mekanlarda güç gereksinimi, vs).

Hidrojen üretme teknolojileri şöyle sıralamak mümkündür.

1. Kömür, doğalgaz, benzin gibi fosil yakıtlardan **termokimyasal yöntemlerle** hidrojen elde edilmesi: Buharla reaksiyon yöntemi en çok kullanılan yöntemdir. Burada fosil yakıt bir nikel esaslı katalizör vasıtası ile buharla reaksiyona girmekte ve hidrojen açığa çıkmaktadır. Ayrıca biomas'dan proliz yöntemi ile elde edilen bio-yağ'dan da benzer şekilde hidrojen elde edilebilmektedir.

2. **Suyun elektrolizi** ile hidrojen elde edilmesi: Elektrik enerjisi kullanılarak su hidrojen ve oksijene ayrılır.

3. **Fotoelektrokimyasal yöntemle** güneş enerjisinden hidrojen elde etme: Elektroliz yönteminin bir benzeridir. Elektrik akımı suya batırılmış güneş pillerinden elde edilir. Normal elektroliz yönteminden daha verimlidir.

4. **Fotobiyolojik** yöntemle hidrojen elde etme: Yeşil yosunlardan doğal fotosentez faaliyetlerinden faydalanılarak hidrojen elde edilir.

5. Çeşitli **hidrit bileşiklerinden kimyasal yöntemlerle** hidrojen elde etme: Bunların en önemlisi sodyum borohidrit'tir. Hidrojen halen en ucuz olarak fosil yakıtlardan buharla reaksiyon yöntemi ile elde edilmektedir. Ancak bu yöntem fosil kaynaklara olan bağımlılığı azaltmamakta ve aynı zamanda hava kirliliğine sebep olmaktadır.

Hidrojen, gaz halinde, sıvı halinde veya bir kimyasal bileşik içinde depolanabilir. Daha çok gaz halinde saklanmaktadır. Fakat düşük yoğunluklu olduğundan çok yer kaplamaktadır. Bunun



için basınçlı tanklarda ve tüplerde sıkıştırılmış olarak saklanır. Tank malzemeleri hafiflik ve güvenlik açılarından geliştirilmektedir. Sıvı hidrojen daha az yer kaplamakla birlikte, hidrojenin sıvılaştırılması için çok yüksek enerji gerekir. Katı şekilde hidrojen depolaması için metal hidritler kullanılmaktadır. Ancak metal hidritler çok ağırdır. Daha hafif malzeme olarak karbon nanoyapıları geliştirilmektedir.

Hidrojenden şu yöntemlerle enerji elde edilmektedir:

- **Yakma:** Hidrojen benzin ve doğalgaz gibi yakılabilir. Benzin ve doğalgaza üstünlüğü emisyonlarının azlığıdır. Karbondioksit çıkmaz. Askeri ve endüstriyel amaçlar için hidrojen gaz türbinleri ve arabalar için içten yanmalı motorlar geliştirilmektedir.

- **Yakıt pili:** Yakıt pili elektrolizin tersidir. Hidrojen ve havadaki oksijen birleştirilerek elektrik akımı elde edilir. Özellikle otomobiller olmak üzere bütün uygulamalarda tercih edilen yöntemdir. Hidrojeni yakmaya göre daha verimlidir. Çevreye zararlı emisyonu yoktur. Çeşitli yakıt pili tipleri bulunmaktadır. Bunlar anod ve katod arasındaki elektrolit malzemeye göre farklılık gösterir.

Yakıt hücresi güç üretim sistemi için; yakıt kaynağı, hava kaynağı, soğutma ünitesi, kontrol ünitesi, AC gerilimi üretmek üzere bir DC/AC dönüştürücüsü gerekmektedir. Yakıt hücrelerinin kurulu güçleri 200 Kw-25 MW arasında olabilmektedir.

Şu anda üzerinde çalışılan başlıca yakıt pili türleri şunlardır:

1. Proton değişim zarlı yakıt hücresi
2. Alkalın yakıt hücresi
3. Fosforik asit yakıt hücresi
4. Erimiş karbonat yakıt hücresi
5. Katı oksit yakıt hücresi
6. Direkt metanol yakıt hücresi

PAFC (Fosforik asit yakıt hücresi), en gelişmiş ticari yakıt pili tipidir. Hastaneler, oteller, resmi daireler, okullar şebeke güç istasyonları ve hava alanı terminalleri gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. PAFC, içten yanmalı motorların yüzde 30 verimine karşılık eğer atık ısı kojenerasyon ile kullanılırsa yaklaşık yüzde 85, kullanılmazsa yüzde 40 ve daha fazla verimle elektrik üretmektedir. İşletim sıcaklığı 200°C'tir.

Yakıt hücrelerinin hava kirliliğine yol açmaması yanında, modüler yapıda olması, montaj süresinin kısa olması, çok miktarda soğutma suyu gerektirmemesi, katı atık sorunu olmaması,

enerji veriminin yüksek olması gibi olumlu yönleri bulunmaktadır. Ancak hidrojen sağlanması ve depolanması zor ve pahalı bir işlemdir. Mevcut teknolojide bir yakıt pilinin fiyatı 3,000 USD/kW dolayındadır. Gelecek yıllarda fiyatın 1,000 USD/kW kadar düşeceği tahmin edilmektedir. Multi-kilovat santralin maliyeti ise 6,000 USD/kW civarındadır. Ayrıca periyodik bakım yapılması ve her beş yılda bir yakıt pili kümeleri ve katalizörlerin değiştirilmesi gerekmektedir. Yakıt pilli elektrik santralleri yüksek enerji verimlerinin yanısıra, çok az yer kaplamaktadırlar. Örneğin 2 MW'lık yakıt pilli santralin kapsadığı alan 20 m<sup>2</sup> den az olmaktadır. (OBİTET, Otomotiv Bilim ve Teknoloji Topluluğu, 2013)

#### 4.2.4.5.2. Dünyada Hidrojen Enerjisi Ekipmanları

Şu anda dünyada her yıl yaklaşık 50 milyon ton/500 milyar m<sup>3</sup> hidrojen üretilmekte, depolanmakta, taşınmakta ve kullanılmaktadır. En büyük kullanıcı payı kimya sanayi, özellikle de petrokimya sanayine aittir. (ETKB, 2013)

**Tablo 64: Dünya Geneline Bir Yılda Üretilen Hidrojenin Sektörlerde Kullanım Miktarları**

Sektör	Yıllık Kullanım Miktarı
Suni Gübre Sanayi	25,000 m <sup>3</sup>
Bitkisel Yağ (margarin) Üretimi	16,000 m <sup>3</sup>
Rafineriler	1,200 m <sup>3</sup>
Petrokimya Endüstrisi	30,000 m <sup>3</sup>
Hidrojen Hayvansal Yağ Üretimi	200-300 m <sup>3</sup>
Gaz veya Sıvı Hidrojen Üretimi	6,000 m <sup>3</sup>

**Kaynak: ETKB**

Bugüne kadar, yakıt pillerini çeşitli yönleriyle inceleyen 200'den fazla araştırma NASA tarafından desteklenmiştir. Bugün, 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. Hidrojen sistemi ile ilgili olarak gelişmiş ülkelerde kamu kuruluşlarının ve otomotiv şirketlerinin yoğun faaliyetleri vardır. Bu çalışmalar gittikçe daha çok kaynak ayrılarak artmaktadır.

ABD, AB ülkeleri ve Japonya'da üretim yapan otomobil ve otobüs firmalarının hemen hemen tümü yakıt pilli prototip modellerini geliştirmektedirler. Ayrıca hidrojen yakıtlı içten yanmalı motorlu modeller de geliştirilmektedir. Airbus ve NASA da hidrojen ile çalışacak gaz türbinli ve yakıt pilli yolcu uçağı geliştirmek için yoğun çalışmalar yapmaktadırlar. Almanya, Rusya ve ABD yeni denizaltılar için hidrojen yakıt pilli uygulamalarına geçmişlerdir.

Hidrojen sisteminin dengeli bir şekilde gelişimi için ABD ve Batılı ülkeler çok büyük Ar-Ge kaynakları ayırmaktadırlar. ABD uzun zamandan beri yakıt pili gelişimini ve uygulamalarını teşvik etmektedir. 2000 yılında başlatılan SECA programı, Enerji bakanlığı, ulusal laboratuvarlar ve endüstri arasında yerleşik yakıt pili uygulamaları için oluşturulan bir ortak araştırma programıdır.

Japonya'da WE-NET (World Energy Network) projesi ile Tokyo metropolitan bölgesinde hidrojen kullanımı ile oluşacak azot oksit emisyonundaki azalma potansiyeli araştırılmaktadır. 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 santrali 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 Sanyo, Hitachi, Toshiba, Kawasaki, Fuji Electric, Kansai Electric, Amerika'da, Westinghouse, Institute of Gas Technology (IGT), Unocal, San Diego Gas and Electric, Avustralya'da Ceramic Fuel Cell Ltd, Avrupa'da Siemens KWU, Dornier System, Sulzer Innotec, dünyada yakıt hücreli sistemleri kullanan ve gelişimi için çalışmalar yapan şirketlerden bazılarıdır.

Avrupa merkezli Alstom, Asya merkezli Japon Ebara 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.

Uluslararası potansiyel yakıt pili pazarı (sadece 'sabit cihazlar' için), 2030 yılı için 45 milyar EUR olarak tahmin edilmektedir. Hedef fiyat, tüm sistem için kW başına 1,000 EUR'dur (1,000 EUR/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. 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. 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 USD yatırım yapmıştır. Amerika'nın Duffy Boats firması elektrikle çalışan ilk tekneyi geçtiğimiz aylarda üretmiştir. Herbiri 1.5 kW gücünde 4 yakıt piliyle hareketlendirilmiş olan bu tekne yakın gelecekte, sahillerde, nehirlerde, kanal ve boğazlarda yani ulaşımın su üzerinde yapıldığı her yerde taksi görevini göreceklerdir.

Hidrojen gazı, doğalgaz veya hava gazına benzer olarak borular aracılığıyla her yere kolaylıkla ve güvenli olarak taşınabilmektedir. Hidrojen boru ile taşınmasına, Texas'da petrol sanayi tarafından kullanılmakta olan ve 80 km uzunluğuna sahip boru şebekesi ile Almanya'da Ruhr havzasında 1938 yılında işletmeye açılan ve bugün 15 atmosfer basınç altında hidrojen taşımaya devam eden 204 km'lik boru hattı örnek olarak gösterilebilir.

Uluslararası potansiyel yakıt pili pazarı 2030 yılı için 45 milyar EUR olarak tahmin edilmektedir. Amaçlanan ücret, bütün düzenekler için kW başına yaklaşık 1,000 EUR civarındadır.

#### **4.2.4.5.3. Türkiye'de Hidrojen Enerjisi Ekipmanları**

Türkiye'nin 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu'nda, hidrojen teknolojisine değinilmekle birlikte, resmileşen kalkınma planında hidrojen enerjisinin adı geçmemektedir. Hidrojen konusu üniversitelerimiz ve araştırma kuruluşlarımızda çok sınırlı biçimde ele alınmaktadır.

Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı'nın (UNIDO) bir projesi olan Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi (ICHET), Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın desteği ile 2004 yılında İstanbul'da kurulmuştur.

Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sakarya Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Siirt Üniversitesi kapsamında, hidrojen enerjisi ile ilgili pilot uygulamalar bulunduğu bilinmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin belediye otobüslerinde, teknelerde hidrojen enerjisi kullanımı için projeleri bulunmaktadır. Özellikle araçlarda kullanımı konusunda farklı firmalar çalışmalar yapmaktadır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi (ICHET)'nin katkılarıyla hidrojen emisyonlu otomobiller ve tekneler için istasyon kurulmuştur. Türkiye'nin ve İstanbul'un ilk 'Hidrojen Yakıt Dolum İstasyonu' ile Türkiye'de hidrojen enerjisinin kullanımına, kara ve deniz trafiğinde İstanbul'dan başlanacağı ifade edilmiştir. Bu gelişmede, Japon hükümetinin ve Japon firmalarının katkısı olduğu açıklanmıştır.

Hidrojen dolum tesisi; hidrojenle çalışan otomobil, otobüs gibi kara taşıtlarının yanı sıra Haliç'te ve Boğaz'da hidrojenle çalışan tekne ve gemilere de hizmet verebilecektir. Hidrojen dolum istasyonu hidrojenle çalışan yakıt pilli ve hibrit yakıtlı araçlara hidrojen dolumu yapabilen bir tesistir. Tesis basitçe suyun elektrolizi yöntemi ile hidrojen üretimi, sıkıştırılması, depolanması ve dolum yapılmasını sağlayan 4 ana bileşenden oluşmaktadır. Tesisin hidrojen üretim ve depolama miktarı ile depolama ve araç dolum basınçları, araç tipi (otomobil, otobüs, iş araçları vb.) ve sayısına bağlı olarak istenilen şekilde dizayn edilebilmektedir. Tesisin günlük 65 kilogram üretim, 100 kilogram depolama kapasitesi bulunmaktadır. Günlük 25 araç dolum kapasiteli tesiste 350 bar basınçta dolum yapılabilmektedir. Hidrojen üretim maliyeti 12.5 TL/kg. şeklindedir. Hidrojen ile çalışan otomobil 1 kilogram hidrojen ile yaklaşık 120 kilometre katedebilmektedir. Diğer bir deyişle bu tür bir aracın 120 kilometrelik yoldaki yakıt maliyeti 12.5 TL olacaktır. Araç sahibi, aracının hidrojen dolumunu kendisi yapabilecektir.

Yine, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın desteğiyle, Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO) Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi'nce (ICHET) Bozcaada'da üretime geçen pilot tesiste, ilk aşamada Kaymakamlık veya adadaki 20 evin enerji ihtiyacını karşılayacak üretim yapılabileceği açıklanmıştır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın açıklamalarına göre; ülkemizde Suni Gübre Sanayii (25,000 m<sup>3</sup>), bitkisel yağ (margarin) üretimi (16,000 m<sup>3</sup>), petrol arıtım evleri (rafineri) (1,200 m<sup>3</sup>), petrokimya endüstrisi (30,000 m<sup>3</sup>), hayvansal yağ üretimi (200-300 m<sup>3</sup>) ve çeşitli

yerlerde kullanılmak üzere basınçlı silindirlerde gaz veya sıvı hidrojen üretimi (6,000 m<sup>3</sup>) sadece sanayide kullanılmak üzere yapılmaktadır. Enerji üretimi amacıyla ticari boyutlu hidrojen üretimi mevcut değildir. Hidrojen enerjisi ile ilgili pilot uygulamalarda, teknolojik olarak yurt dışı olanaklar kullanılmaktadır.

#### **4.2.5. Enerji İletim ve Dağıtım Ekipmanları**

##### **4.2.5.1. Sektörün Tanımı**

Elektrikli Makineler ve Cihazlar Sektörü, kısaca “Elektromekanik Sektörü” içinde yer alan ekipmanlar, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve kullanım sürecinde kullanılan makinelerdir.

Birleşmiş Milletler sektörel tasnifi olan ISIC Rev.3 (International Standard Industrial Classification, Third Revision) sınıflandırması dikkate alınarak, sektörün faaliyet dalları ile ana ürünleri ve ana ürünlerin alt başlıkları şu şekilde sıralanabilir: (Türkiye Elektrik ve Elektronik Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2012-2016), TC Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012)

##### **1- Elektrikli motor ve jeneratör imalatı.**

- -Elektrik motoru
- -Jeneratör
- -Elektrik motoru ve jeneratör aksam ve parçaları.

##### **2- Transformatör imalatı**

- -Güç transformatörü
- -Ölçü transformatörü
- -Dağıtım transformatörü
- -Diğer transformatörler

##### **3- İzole edilmiş tel ve kablo imalatı.**

- -Kablo
- -İzole edilmiş tel ve iletken

##### **4- Pil, batarya ve akümülatör imalatı.**

- -Pil ve batarya
- -Akümülatör

##### **5- Elektrik iletim ve dağıtımında kullanılan kontrol cihazları imalatı.**

##### **6- Elektrik armatürü ve aydınlatma cihazları imalatı.**

##### **7- Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli teçhizat imalatı.**

Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan, özellikle iletim ve dağıtım ekipmanlarını ve yardımcı malzemeleri kapsamı açısından, Türkiye Elektrik ve Elektronik Sanayi Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2012-2015)'nda yer alan Elektrikli Makine ve Cihazlar Sektörü ile Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olan çalışmada, Elektrikli Makineler ve Kablolar sektörü incelenerek, dünya ticaretine ve Türkiye ihracat ve ithalatına konu olan ekipman ve malzemeler sonraki bölümlerde ortaya konmaya çalışılmıştır.

#### 4.2.5.2. Dünyada Enerji İletim ve Dağıtım Ekipmanları

2010 yılında dünya elektrikli makineler sanayi ihracatı toplam 1.2 trilyon USD olarak gerçekleşmiştir (Tablo 65). Dünya elektrikli makineler sanayi ihracatında, Çin 183.7 milyar USD değerle birinci sırada, Hong-Kong 109 milyar USD ile ikinci sırada, Singapur 101.3 milyar USD ile üçüncü, ABD 97.3 milyar USD ile dördüncü ve Japonya 96.9 milyar USD değerle beşinci sırada yer almaktadır. 2010 yılı dünya elektrikli makineler ithalatı ise 1.3 trilyon USD olup Çin, Hong Kong ve ABD ithalat büyüklüğü açısından üst sıradadırlar (Tablo 66).

**Tablo 65: Dünya İhracatında Önde Gelen Ülkeler ve İhracat Değerleri**

*(HS: 8501-8510, 8516, 8532-8548) (Milyon USD)*

Ülkeler	2007	2008	2009	2010
1 Çin	123,666	148,830	129,630	183,751
2 Hong Kong	84,261	89,185	84,126	109,090
3 Singapur	84,787	87,146	73,213	101,372
4 ABD	97,623	99,332	78,527	97,323
5 Japonya	89,411	92,520	75,241	96,946
6 Almanya	86,550	98,688	74,773	92,548
7 Tayvan	62,365	62,315	55,220	75,767
8 Kore	47,936	46,140	44,494	66,124
9 Malezya	36,737	19,298	33,217	40,127
10 Fransa	30,879	32,879	25,817	30,028
11 Meksika	25,433	27,197	19,896	25,015
12 İtalya	23,132	24,796	19,025	21,232
13 Filipinler	20,701	19,274	14,297	20,547
14 Tayland	18,129	17,236	14,866	19,091
15 Hollanda	19,188	16,975	13,816	16,988
16 İngiltere	20,068	19,730	14,608	16,348
17 Çek Cumhuriyeti	10,842	12,908	9,524	12,108
18 İspanya	10,287	11,768	9,923	11,387
19 İsviçre	9,638	11,358	9,460	10,727
20 Avusturya	10,648	11,807	8,778	10,339
30 Türkiye	4,427	5,396	4,283	4,941
Diğerleri	118,684	137,109	107,970	125,662
<b>TOPLAM</b>	<b>1,035,402</b>	<b>1,091,899</b>	<b>920,714</b>	<b>1,187,474</b>

Kaynak: 1-ITC – TRADEMAP

2-TC Ekonomi Bakanlığı, Elektrikli Makineler ve Kablolar Sektörü Raporu, 2012

**Tablo 66: Dünya İthalatında Önde Gelen Ülkeler ve İthalat Değerleri  
(HS: 8501-8510, 8516, 8532-8548) (Milyon USD)**

Ülkeler	2007	2008	2009	2010
1 Çin	210,888	218,507	199,791	262,088
2 Hong Kong	95,920	98,983	93,263	124,055
3 ABD	105,221	105,626	84,568	109,273
4 Almanya	65,012	71,809	57,340	77,447
5 Singapur	64,680	65,605	52,739	71,258
6 Japonya	47,262	48,653	37,910	48,443
7 Kore	44,951	47,288	40,351	47,645
8 Tayvan	40,592	39,526	33,421	45,775
9 Malezya	42,648	30,429	30,344	42,290
10 Meksika	29,411	34,842	27,930	37,379
11 Fransa	27,337	29,510	23,823	30,698
12 İtalya	18,818	21,211	17,267	29,420
13 Tayland	20,518	20,663	17,809	23,475
14 İngiltere	24,313	23,729	18,470	22,017
15 Kanada	18,600	19,553	16,650	20,519
16 Hollanda	15,168	13,958	12,044	15,924
17 Filipinler	19,975	16,055	11,564	14,962
18 Çek Cumhuriyeti	10,498	12,101	9,923	13,803
19 İspanya	17,728	23,952	12,837	13,495
20 Brezilya	8,636	10,941	9,172	12,767
31 Türkiye	6,290	7,134	6,054	7,255
Diğerleri	186,297	219,896	185,715	215,684
<b>TOPLAM</b>	<b>1,120,772</b>	<b>1,179,983</b>	<b>998,997</b>	<b>1,285,682</b>

**Kaynak: 1- ITC - TRADEMAP**

**2-TC Ekonomi Bakanlığı, Elektrikli Makineler ve Kablolar Sektörü Raporu, 2012**

#### 4.2.5.3. Türkiye’de Enerji İletim ve Dağıtım Ekipmanları

Elektrikli makineler sektöründe ağırlıklı olarak yatırım ve ara malı niteliğinde ürünler yer almaktadır. Türkiye’de elektrikli makine üretimi, küçük işletmelerde, dağınık biçimde ve tek bir ürün üretilerek başlamıştır. Ülkemizde planlı kalkınmaya geçişten sonra ara ve yatırım malı niteliğindeki makine ve teçhizat önem kazanmış, sektör bilgi ve sermaye birikimine sahip olarak gelişmiştir.

Sektör üretimi içerisinde izole edilmiş tel ve kablo, elektrikli teçhizat ve elektrik motoru, jeneratör ve transformatörler alt grupları ağırlıklı paya sahiptir. Sektörde orta gerilim (OG) kesicileri, röleler, alçak gerilim (AG) pano ve hücreleri, seramik yalıtkanlar, jeneratör, kontaktör, sigorta, iç tesisat malzemeleri ve aydınlatma malzemeleri gibi önemli elektrikli ekipman üretimi de gerçekleştirilmektedir. Ayrıca sektör, mühendislik, proje ve müteahhitlik hizmetlerinde de yüksek bilgi birikimi ve deneyime sahiptir.

Sektörün iç talebinin önemli bir kısmını elektrikli teçhizat, elektrik motoru, jeneratör ve transformatörler ile elektrik dağıtım ve kontrol cihazları alt sektörleri oluşturmaktadır.



Elektrikli makineler imalat sanayi (Elektromekanik Sanayi) üretiminde en yüksek payı alan kablo sektöründe, 370'in üzerinde firmanın faaliyet gösterdiği tahmin edilmektedir. Kablo sektöründe 7,796 kişi istihdam edilmektedir. Doksanlı yılların başlarında ekonominin tümünde yaşanan dışa açılma süreci, Türkiye'de elektromekanik sanayinin ilk kurulan kollarından olan kablo sanayini de etkilemiş, sektördeki firmalardan birçoğu tarafından teknoloji transferi gerçekleştirilmiştir. Türkiye kablo sanayi, son yıllarda yabancı sermayeli şirketlerin getirdiği teknoloji ve know-how ile ileri ülkelerin seviyesine ulaşmıştır. Bunun neticesinde üretim teknolojisinde uluslararası standartlara ulaşıldığı belirtilmektedir. Kablo sanayinde bugün küçük tesislerin yanında orta ve büyük işletmeler de vardır. Türkiye üretiminin yüzde 95'i sektörde ön planda olan, dış rekabete açık, teknik bilgi ve teçhizatı yeterli görülen 16 büyük firma tarafından gerçekleştirilmektedir. İlk yedi büyük firmanın sermayesinin yüzde 85'i yabancı sermaye yatırımları ile gerçekleşmiştir. Bugün Türkiye'de enerji ve kumanda kabloları ile her çeşit haberleşme kabloları üretilmektedir. Yüksek gerilim kabloları üreten büyük ve orta boy tesislerde teknoloji ve kalite çok iyi derecededir. Küçük tesislerin yüzde 30'u rekabete hazırdır. Diğerlerinin teknolojisi vasat ve el emeği yoğunudur.

Güç ve dağıtım transformatörleri ile ölçü transformatörlerinin üretimi etkin olarak yapılmaktadır. Güç ve dağıtım transformatörlerinin üretimi 10'dan fazla büyük ve orta ölçekli firma tarafından yapılmaktadır. Bu tesislerde kapasite yaklaşık 27,000 MVA civarındadır. Güç trafolarının mühendislik kalitesi AB ülkelerine eşdeğerdir. Bunun yanı sıra, 400 KV'a kadar olan ölçü trafolarının üretimini 12 büyük firma gerçekleştirmektedir.

Elektrik motorları sanayi, elektrikli makineler üretiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Ev aletlerine yönelik küçük kapasiteli motorların üretimi, 10'dan fazla orta ölçekli firma tarafından yapılmaktadır. Ayrıca, 160 KW'ye kadar yüksek kapasiteli elektrik motorlarının üretimi birkaç büyük firma tarafından yapılmaktadır. Elektrik motoru, jeneratör ve transformatör imalatçısı 608 firma olup, 5,653 kişi istihdam edilmektedir. Orta gerilim kesicileri, röleler, düşük voltajlı pano ve hücrelerin, seramik yalıtkanların, jeneratör, kontaktör, sigorta, iç tesisat malzemeleri ve aydınlatma malzemeleri gibi önemli elektrikli ekipmanın üretimi orta ve büyük ölçekli firmalar tarafından başarıyla gerçekleştirilmektedir.

Sektörde uzun süreden beri uluslararası imalat kalite standartları ve kuralları uygulanmaktadır. Sektörün hızlı gelişmesinde, büyük yabancı şirketlerin sermaye ve teknoloji transferi katkılarının yanı sıra, uluslararası araştırma merkezlerinin desteği ile üniversite –

sanayi işbirliği büyük bir etken olmuştur. Daha önce ithalat yoluyla temin edilen birçok elektrikli makine, teçhizat ve malzemenin ülkemizde üretimi gerçekleştirilirken, lisans ve know-how anlaşmalarıyla ülkeye teknoloji transferi yapılmıştır.

Bu gelişme esnasında Türk mühendis, teknisyen ve işçinin bilgi ve deneyiminin uluslararası standartlara yükselmesi de gerçekleşmiştir. Büyük uluslararası yabancı sermaye ortaklıkları olan şirketlerle, yerli sermayeli ve lisans ile çalışan birçok orta büyüklükteki şirket, geniş iletişim ve mali olanakları ile alanlarındaki teknik gelişmeleri yakından izlemekte, gerekli yatırımları ve Ar-Ge harcamalarını zamanında yapmaktadırlar.

Elektro-mekanik imalat sanayindeki bilgi birikimi ve deneyim, elektrik sektörünün mühendislik, proje ve müteahhitlik hizmetleri alanlarında da mevcuttur. Ülkemizde, elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtımının her aşamasında uluslararası düzeyde hizmet verebilen çok sayıda proje ve taahhüt kuruluşu vardır. Bunların pek çoğu yurtiçi olduğu kadar yurtdışı deneyimlere de sahiptir.

Alçak gerilim sistemlerinden, 420 kilovolt gerilim kademesine kadar, her türlü santral, enerji hattı, dağıtım sistemleri ve endüstriyel tesislerin anahtar teslimi hizmetlerini veren yüzü aşkın Türk firması bulunmaktadır.

CE işareti, ürünlerin amacına uygun kullanılması halinde insan can ve mal güvenliği, bitki ve hayvan varlığı ile çevreye zarar vermeyeceğini, diğer bir ifadeyle ürünün güvenli bir ürün olduğunu gösteren bir işarettir. CE işareti, Avrupa Birliği'nin uyulması mecburi olan mevzuatı kapsamında yer alan bir işaret olduğu için AB üyesi ülkelerde ve Türkiye'de piyasaya arz edilecek olan ürünlerin bu işareti taşıması zorunludur.

Türkiye'nin elektrikli makinelerde 2011 yılı ihracatı 5.97 milyar USD olarak gerçekleşmiştir (Tablo 67). İzole edilmiş tel ve kablolar, elektrikli ev cihazları, elektrik transformatörleri, elektrik devresi teçhizatı, elektrik kontrol dağıtım tabloları/panoları, jeneratörler ve akümülatörler ihracatta önem arz eden gruptur. İhracat açısından, sektör toplamı içerisinde ağırlıklı bir paya sahip olan izole edilmiş tel ve kablolar, elektrikli ev cihazları ve transformatörlerden oluşan yapının devam edeceği tahmin edilmektedir.

Elektrikli makineler sektör ihracatında en büyük pay izole tel ve kablo alt sektörüne aittir. İzole tel ve kablolar 2011 yılındaki 2.31 milyar USD ihracat hacmiyle en önemli kalemler olmuştur. Elektrikli makineler sanayi ihracatının en önemli bölümünü oluşturan kablo ve

emaye tellerde mevcut teknoloji, kalite ve kapasite ile dış piyasalarda rekabet gücü olduğu gözlenmektedir.

**Tablo 67: Türkiye'nin Elektrikli Makineler İhracatı (1,000 USD)**

	2009	2010	2011
8544 İzole Edilmiş Tel, Kablo; Diğer İzole Edilmiş Elektrik İletkenleri; Fiber Optik Kablo	1,404,127	1,805,619	2,314,403
8516 Elektrikli Su Isıtıcıları, Elektrotermik Cihazlar (Şofbenler)	586,345	702,303	856,586
8504 Elektrik Transformatörleri, Statik Konvertisörler, Endüktörler	753,249	704,123	730,405
8536 Gerilimi 1000 Voltu Geçmeyen Elektrik Devresi Teçhizatı	330,152	380,290	506,713
8537 Elektrik Kontrol, Dağıtım Tabloları, Mücehhez Tablolar	368,264	355,126	387,850
8502 Elektrojen Grupları, Rotatif Elektrik Konvertisörleri	187,192	213,644	234,996
8507 Elektrik Akümülatörleri, Separatörleri	147,600	185,099	227,563
8538 Elektrik Kontrol/Dağıtım İçin Tablo, Konsollar, Masalar vb. Diğer Mesnetler	95,096	129,654	146,694
8501 Elektrik Motorları, Jeneratörler	74,734	98,596	133,975
8503 Elektrik Motor, Jeneratör, Elektrojen Grupları Aksam, Parçaları	78,043	81,849	97,321
8535 Gerilimi 1000 Voltu Geçen Elektrik Devresi Teçhizatı	65,637	57,664	69,620
8543 Kendine Has Fonksiyonlu Elektrikli Makine ve Cihazlar	29,601	34,605	50,798
8508 Vakumlu Elektrik Süpürgeleri	30,870	41,352	45,011
8509 Ev İşleri İçin Elektromekanik-Elektrik Motorlu Cihazlar	26,340	38,045	41,631
8547 Elektrikli Makine, Cihaz, Tesisleri İzole Edici Parçalar	21,432	24,571	31,989
8539 Kızma Esaslı-Deşarj Esaslı Elektrik Ampulleri; Ark Lambaları	23,230	25,676	29,360
8542 Elektronik Entegre Devreler	13,916	18,009	17,490
8541 Diotlar, Transistörler vb. Yarı İletkenler, Piezo Elektrik Kristaller	4,344	9,805	13,511
8546 Her Türlü Maddeden Elektrik İzolatörleri	8,318	9,314	11,839
8533 Elektrik Rezistansları	3,582	4,689	6,165
8534 Baskı Devreler	4,757	4,587	5,843
8545 Kömür Elektrotlar; Kömür Fırçaları; Lamba, Pil Kömürleri vb	5,878	4,569	5,580
8532 Sabit, Değişken Ayarlanabilir Elektrik Kondansatörleri	4,681	2,656	4,176
8506 Elektrik Pilleri, Pil Bataryaları (Primer-Şarj Edilemeyen)	8,246	4,949	2,960
8505 Mıknatıslar, Mıknatıslı Platalar, Kavrayıcı, Tutucu Tertibat	5,455	2,688	1,938
8510 Elektrik Motorlu Tıraş Makineleri, Saç Kesme, Hayvan Kırma Makineleri	1,799	937	1,783
8540 Katotlu Elektronik Valfler, Tüp ve Lambalar	568	443	334
8548 Pil, Batarya, Akümülatör, Döküntü/Hurda vb. Yerde Belirtilmeyen Makine vb. Aks./P	343	183	245
<b>TOPLAM</b>	<b>4,283,814</b>	<b>4,941,057</b>	<b>5,976,792</b>

**Kaynak: 1-TÜİK Verileri**

**2-TC Ekonomi Bakanlığı, Elektrikli Makineler ve Kablolar Sektörü Raporu, 2012**

Sektördeki tüm firmalar Avrupa Teknik Mevzuatına uyum çalışmalarını gerçekleştirerek CE işaretini almış durumdadırlar. Kablo sektöründeki firmalarımızın çoğu ISO serisi kalite belgelerini almışlardır.

Elektrikli makineler sektör ithalatımız 2011 yılında yaklaşık 8.39 milyar USD değerindedir (Tablo 68). Gerilimi 1,000 voltu geçmeyen elektrik devresi teçhizatı, elektrojen grupları ve

elektrik motorları ürün grupları sektör ithalatında en yüksek paya sahip alt ürünlerdir. Gerilimi 1,000 voltu geçmeyen elektrik devresi teçhizatı 2011 yılı ithalat değeri 1.06 milyar USD'dir. Elektrojen gruplarının ise 2011 yılında 894.8 milyon USD olarak gerçekleşmiştir. Genel olarak elektrikli makineler sektör ithalatımızın en fazla yoğunlaştığı belli başlı ülkeler: Çin, Almanya, İtalya, Fransa, İspanya, ABD, Japonya, Tayvan, Finlandiya ve G. Kore olarak sıralanmaktadır.

**Tablo 68: Türkiye'nin Elektrikli Makineler İthalatı (1,000 USD)**

		2009	2010	2011
8536	Gerilimi 1000 Voltu Geçmeyen Elektrik Devresi Teçhizatı	672,956	857,610	1,064,502
8502	Elektrojen Grupları, Rotatif Elektrik Konvertisörleri	914,146	1,176,043	894,837
8501	Elektrik Motorları, Jeneratörler	506,704	588,959	792,977
8504	Elektrik Transformatörleri, Statik Konvertisörler, Endüktörler	481,440	522,822	682,080
8544	İzole Edilmiş Tel, Kablo; Diğer İzole Edilmiş Elektrik İletkenleri; Fiber Optik Kablo	449,049	545,269	661,206
8537	Elektrik Kontrol, Dağıtım Tabloları, Mücehhez Tablolar	382,259	508,220	555,098
8542	Elektronik Entegre Devreler	444,269	470,671	553,332
8516	Elektrikli Su Isıtıcıları, Elektrotermik Cihazlar (Şofbenler)	335,930	404,419	466,642
8543	Kendine Has Fonksiyonlu Elektrikli Makine ve Cihazlar	206,226	245,471	317,249
8507	Elektrik Akümülatörleri, Separatörleri	140,116	187,421	275,231
8539	Kızma Esaslı-Deşarj Esaslı Elektrik Ampulleri; Ark Lambaları	188,505	234,065	262,975
8541	Diyotlar, Transistörler vb. Yarı İletkenler, Piezo Elektrik Kristaller	163,013	204,072	260,139
8538	Elektrik Kontrol/Dağıtım İçin Tablo, Konsollar, Masalar vb. Diğer Mesnetler	180,616	197,496	243,751
8503	Elektrik Motor, Jeneratör, Elektrojen Grupları Aksam, Parçaları	180,828	190,178	220,597
8545	Kömür Elektrotlar; Kömür Fırçaları; Lamba, Pil Kömürleri vb	144,342	172,442	210,324
8535	Gerilimi 1000 Voltu Geçen Elektrik Devresi Teçhizatı	124,028	97,611	145,754
8508	Vakumlu Elektrik Süpürgeleri	80,038	102,493	136,804
8532	Sabit, Değişken Ayarlanabilir Elektrik Kondansatörleri	65,654	82,602	105,384
8534	Baskı Devreler	54,954	68,191	87,983
8547	Elektrikli Makine, Cihaz, Tesisleri İzole Edici Parçalar	63,231	72,121	83,631
8505	Mıknatıslar, Mıknatıslı Platolar, Kavrayıcı, Tutucu Tertibat	36,613	52,613	78,495
8509	Ev İşleri İçin Elektromekanik-Elektrik Motorlu Cihazlar	48,763	70,846	77,453
8506	Elektrik Pilleri, Pil Bataryaları (Primer-Şarj Edilemeyen)	41,592	53,896	62,409
8546	Her Türlü Maddeden Elektrik İzolatörleri	37,398	38,713	56,839
8510	Elektrik Motorlu Tıraş Makineleri, Saç Kesme, Hayvan Kırkma Makineleri	30,658	47,173	44,046
8533	Elektrik Rezistansları	22,273	27,047	33,155
8540	Katotlu Elektronik Valfler, Tüp Ve Lambalar	51,745	33,194	22,186
8548	Pil, Batarya, Akümülatör Döküntü/Hurda vb. Yerde Belirtilmeyen Makine vb. Aks./P	3,168	4,274	2,626
<b>TOPLAM</b>		<b>6,050,529</b>	<b>7,255,944</b>	<b>8,397,721</b>

Kaynak: 1-TÜİK Verileri,

2-TC Ekonomi Bakanlığı, Elektrikli Makineler ve Kablolar Sektörü Raporu, 2012

**Elektromekanik Sanayiciler Derneği (Emsad)** ile yapılan görüşmelere göre; şu anda Türkiye'de Elektromekanik Sanayi Sektörü, uluslararası standartlara uygun ve ileri

teknolojide üretimler yapmaya başlamıştır. Sektörün en önemli sıkıntısının, piyasada ucuz ve kalitesiz standart dışı ürünlerin bulunması ve bunların yeterli derecede denetlenmemesi olduğu ifade edilmiştir.

Elektromekanik Sanayi sektöründe 8 alt sektör bulunmaktadır. Bunlar;

1. Her türlü gerilimde çalışabilecek nitelikte güç, dağıtım ve ölçü trafoları sektörü,
2. Alçak gerilim pano ve bu panolarda çalışabilecek teçhizatları üreten sektör (sigorta, şalter, kontaktörler, ölçü teçhizatları vb.),
3. Yüksek ve orta gerilim panoları ile bu panolarda çalışacak teçhizatları üreten sektör (kesiciler, ayırıcılar, şalterler, sigortalar, ölçü teçhizatları vb.),
4. Y.G., O.G., A.G. ve zayıf akım ile haberleşmede iletişim sağlayan çeşitli kesit ve nitelikte kablo sektörü,
5. Her türlü gerilimde çalışan güç ve kumanda motorları sektörü,
6. O.G. ve A.G.'de üretim yapabilen çeşitli güçlerdeki yedek elektrojen sektörü,
7. Yukarıda sayılan teçhizatların çalışması sırasında sistemlere her türlü güvenlik sağlamaya çalışan sigorta sektörü (sigorta, parafudur vb.),
8. Yenilenebilir enerji ekipmanları üretimi yapan sektör (hidrolik, güneş, Rüzgâr, jeotermal, kömür, doğalgaz vb.).

Emsad bünyesinde halen elektromekanik sanayinde faaliyet gösteren 50 üretici firma üye bulunmaktadır. Üyeler arasında, yenilenebilir enerji ekipmanı doğrudan üreten herhangi bir üretici firma yoktur.

Emsad yetkilileri, özellikle yenilenebilir enerji ekipmanları sektöründe, sistemin tamamının ülkemizde üretilmediğini, ancak ihtiyacın yüzde 15-50 aralığında yerli olarak karşılanabildiğini ifade etmişlerdir. Bu sektörün istenilen seviyeye kısa sürede ulaşabilmesi için, en kısa sürede OFFSET uygulamasına geçilmesini de önermişlerdir. Sektördeki patent ve faydalı model başvuruları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 69: Elektrikli Makine ve Cihazlar Sektöründeki Patent ve Faydalı Model Başvuruları (Yerel + Yabancı)**

	2009	2010	2011
Elektrik Motoru, Jeneratör ve Transformatörlerin İmalatı	61	40	64
Elektrik Dağıtım ve Kontrol Cihazları İmalatı, İzole Edilmiş Tel ve Kablo İmalatı	78	98	113
Akümülatör, Primer Pil ve Batarya İmalatı	22	35	36
Elektrik Ampulü ve Lambaları ile Aydınlatma Teçhizatı İmalatı	59	60	74
Başka Yerde Sınıflandırılmamış Elektrikli Teçhizat İmalatı	55	74	82
<b>Toplam</b>	<b>275</b>	<b>307</b>	<b>369</b>

**Kaynak: Türk Patent Enstitüsü, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı**

## 5. ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜNE YÖNELİK MUHTEMEL TALEP İNCELEMESİ

1- Enerji Bakanlığı, TEİAŞ Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu kapsamında, Türkiye'nin 2011 yılındaki mevcut kurulu enerji gücü ve inşa halindeki kamu ve özel sektör projeleri ve lisans almış olup işletmeye giriş tarihleri belirsiz projelerle birlikte, kurulu gücün 2012-2021 yılları arasındaki tahmini gelişimi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 70: Türkiye Toplam Enerji Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Yıllar İtibarıyla Gelişimi (MW)**

	Linyit	T.kömür + Asfaltit	İthal Kömür	Doğalgaz	Jeotermal	Fuel oil	Motorin	Nükleer	Diğer	Biogaz+Atık	Hidrolik	Rüzgâr	Toplam
2011	8,274	690	3,881	19,024	114	1,706	26	0	215	115	17,137	1,729	52,911
2012	8,281	690	3,881	20,575	114	1,406	26	0	215	168	20,470	1,881	57,706
2013	8,319	690	3,881	20,806	148	1,406	26	0	215	175	21,461	2,165	59,292
2014	8,375	690	3,881	22,376	197	1,406	26	0	215	185	24,291	2,646	64,288
2015	9,857	960	5,081	23,417	197	1,406	26	0	215	185	28,003	2,646	71,993
2016	9,857	960	5,681	24,042	197	1,406	26	0	215	185	31,606	2,646	76,821
2017	9,890	1,244	6,081	25,119	225	1,406	26	0	215	190	33,481	3,361	81,237
2018	9,923	1,528	6,481	26,195	253	1,406	26	0	215	194	33,988	4,076	84,285
2019	9,956	1,812	6,881	27,272	282	1,406	26	1,200	215	199	34,074	4,790	88,113
2020	9,989	2,096	7,281	28,349	310	1,406	26	2,400	215	204	34,160	5,505	91,941
2021	10,022	2,380	7,681	29,426	338	1,406	26	3,600	215	209	34,246	6,220	95,769

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye'nin 2012-2021 yılları arasındaki enerji talebi tahmini aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 71: 2012-2021 Yılları Türkiye Elektrik Sistemi Puant Güç ve Enerji Talebi Talep Tahmini (Yüksek Talep)**

YIL	PUANT TALEP		ENERJİ TALEBİ	
	MW	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2011	36,122	8.2	229,319	9.0
2012	38,000	5.2	244,026	6.4
2013	41,000	7.9	262,010	7.4
2014	43,800	6.8	281,850	7.6
2015	46,800	6.8	303,140	7.6
2016	50,210	7.3	325,920	7.5
2017	53,965	7.5	350,300	7.5
2018	57,980	7.4	376,350	7.4
2019	62,265	7.4	404,160	7.4
2020	66,845	7.4	433,900	7.4
2021	71,985	7.7	467,260	7.7

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

**Tablo 72: 2012-2021 Yılları Türkiye Elektrik Sistemi Puant Güç ve Enerji Talebi Talep Tahmini (Düşük Talep)**

YIL	PUANT TALEP		ENERJİ TALEBİ	
	MW	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2011	36,122	8.2	229,319	9.0
2012	38,000	5.2	244,026	6.4
2013	40,130	5.6	257,060	5.3
2014	42,360	5.6	273,900	6.6
2015	44,955	6.1	291,790	6.5
2016	47,870	6.5	310,730	6.5
2017	50,965	6.5	330,800	6.5
2018	54,230	6.4	352,010	6.4
2019	57,685	6.4	374,430	6.4
2020	61,340	6.3	398,160	6.3
2021	65,440	6.7	424,780	6.7

**Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**

Yukarıdaki tablolar incelendiğinde, lisans almış ve inşa halindeki enerji yatırımlarının kurulu kapasiteleri eklenerek bulunan 2021 yılına kadar elektrik üretim kurulu gücünün, yüksek talep üzerinden bile hesaplanırsa, 2021 yılına kadar olan enerji talebinin her yıl itibarıyla üzerinde seyrettiği, 2021 yılına kadar elektrik talebini karşılayacağı görülmektedir. İnşa halinde olan yatırımların enerji ekipmanları siparişlerinin verilmiş, ekipman bağlantılarının tamamlanmış olduğunu düşündüğümüzde, lisans almış yatırımların da zamanında gerçekleşmesi durumunda 2021 yılına kadar yeni enerji santrali ihtiyacı bulunmadığı sonucuna varılabilir.

**2-Açıklanan Program ve Hedefler** doğrultusunda, önümüzdeki yıllarda ortaya çıkması beklenebilecek ilave enerji kurulu gücü ve buna bağlı olarak her bir enerji kaynağı için gerekli olacak santral ihtiyacını ortaya koymak da, yanılma payları olmakla birlikte mümkündür.

**Orta Vadeli Program, Strateji Belgesi** ve açıklanan **2023 Yılı Hedefleri** doğrultusunda, Türkiye'nin enerji sektörüne yönelik amaçlarını şöyle özetlemek mümkündür:

**Orta Vadeli Program, Strateji Belgesi** ve açıklanan **2023 Yılı Hedefleri**'ne göre, Türkiye'nin enerji sektörüne yönelik hedefleri şöyledir: Arz güvenliğini sağlamaya yönelik olarak,

- Bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarının tümünün 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi amacıyla değerlendirilmesi,
- Nükleer güç santrallerinin kurulması yönündeki çalışmaların hızlandırılması, 2023 yılına kadar 2 nükleer santralin devreye alınması ve 3. nükleer santralin inşasına başlanması,

- 2023'e kadar elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının yüzde 30'a çıkarılması, doğalgazın payının yüzde 30'a düşürülmesi, enerji ihtiyacının yüzde 30'unun kömürden ve kalan yüzde 10'unun da nükleer enerjiden sağlanması,
- Türkiye'nin hidrolik santrallerden elde edilebilecek enerji potansiyelinin (36,000 MW) tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması,
- Rüzgâr enerjisindeki kurulu gücümüzün 20,000 MW'a çıkarılması,
- 600 MW'lık jeotermal potansiyelimizin tümünün 2023 yılına kadar işletmeye alınması,
- Biyokütle enerjisi kurulu gücünün 2,000 MW'a çıkarılması,
- Güneş enerjisinin elektrik üretimi için de kullanılmasının yaygınlaştırılması ve güneş enerjisinde 3,000 MW kurulu güce ulaşılması hedefleri yer almaktadır.

Ayrıca 2023 yılında elektrik enerjisi kurulu güç kapasitemizin 100 bin MW'a ve toplam elektrik enerjisi üretimimizin 500 milyar kWh'e yükseltilmesi hedeflenmektedir. **Türkiye'nin** 2023 hedefi genel olarak petrol ve doğalgaz ithal etmeyen bir ülke olmaktır.

Yukarıdaki hedeflerin tümü gerçekleştirilmek istenirse, 2023 yılına kadar;

- i. Türkiye'de halihazırda değerlendirilebilir durumda yaklaşık 18,590 MW enerjiye eşdeğer yerli kömür kaynağı bulunmaktadır. EPDK'nın açıkladığı rakamlara göre, özel sektör ve kamu sektörüne ait olmak üzere 2,897.9 MW kurulu güçte yerli kömüre dayalı termik santral kurulumu inşa halindedir. Bu durumda, değerlendirilebilir yerli kömürden elde edilebilecek elektrik enerjisi 15,692.1 MW'tır. Bu da ortalama 30 MW kurulu kapasite üzerinden, 2023 yılına kadar 523 adet kömür yakıtlı santral yapılabileceği anlamına gelmektedir.
- ii. Hedef ve programlarda geçen 36,000 MW'lık toplam hidroelektrik potansiyeli dikkate alındığında, değerlendirilebilir potansiyelimiz 18,862.9 MW'tır (Kurulu güç 17,137.1 MW). EPDK tarafından verilen rakamlar doğrultusunda, halihazırda 14,473.6 MW gücünde hidroelektrik santral inşaatı bulunmaktadır. Bu durumda, 2023 yılına kadar değerlendirilebilir hidroelektrik kapasitesi 4,389.3 MW'tır. Bu durum, ortalama 16 MW kurulu kapasite üzerinden, 274 adet hidroelektrik santral kurulabileceği anlamına gelmektedir.
- iii. 600 MW toplam jeotermal kapasitemizin 114.2 MW'ı kullanılmaktadır. Kalan 486 MW potansiyelin ise, EPDK'nın açıklamalarına göre 224 MW'lık kısmı inşa halinde bulunmaktadır. Bu durumda, kullanılabilir jeotermal enerji kapasitesi 261.8 MW'tır.



Ortalama 25 MW kurulu kapasite ile 10 adet jeotermal elektrik santrali kurulabilecektir.

- iv. Hedeflenen 20,000 MW rüzgâr enerjisi kurulu gücüne ulaşmak için, 18,271.3 MW'lık ilave kurulu güce ihtiyaç bulunmaktadır. EPDK'nın açıklamalarına göre, inşa halinde 4,490.9 MW gücünde rüzgâr enerjisi santrali bulunmaktadır. Bu durumda, kullanılabilir rüzgâr enerjisi potansiyeli 13,780.4 MW'tır. Ortalama 2 MW kurulu güce sahip rüzgâr türbinleri dikkate alındığında, yaklaşık 6,890 adet rüzgâr türbini ihtiyacı doğmaktadır.
- v. Fosil yakıt ağırlıklı senaryoya göre, en fazla ilave 10,000 MW doğalgaz ve 5,000 MW ithal kömür yakıtlı termik santral kurulması hedeflenmektedir. EPDK verilerine göre halihazırda 9,262.4 MW gücünde doğalgaz, 3,800 MW gücünde ise ithal kömür yakıtlı santral inşa halindedir. Bu durumda, 737.6 MW gücünde doğalgaz, 1,200 MW gücünde ise ithal kömüre dayalı elektrik santrali kurulumu yapılabilecektir. Sonuç olarak, ortalama 800 MW kapasiteli yeni 1 adet doğalgaz çevrim santrali ve 30 MW kurulu kapasiteli 40 adet ithal kömür yakıtlı termik santral ihtiyacı ortaya çıkacaktır.
- vi. Güneş enerjisinde kurulu gücü 3,000 MW'a çıkarmak için, ortalama 50 MW kurulu kapasite üzerinden (Güneş enerjisinde kurulu güç 50 MW ile sınırlandırılmıştır), 60 adet güneş santrali kurulması gerekmektedir. Türkiye'de henüz güneş enerjisi santrali bulunmamaktadır.
- vii. EPDK verilerine göre, halihazırda, 93.2 MW gücünde biyogaz, biyokütle, çöp gazı santrali inşaatı bulunmaktadır. 2,000 MW'lık biyokütle enerjisi kurulu gücü oluşturmak için, 2023 yılına kadar ilave 1,906.8 MW gücünde biyokütle enerji santrali kurulabilecektir. Bu durumda, hedefe ulaşmak için, ortalama 4 MW kurulu kapasite üzerinden 477 biyokütle enerji santrali kurulması gerekmektedir.

**3- Tahmin Edilen Enerji Yatırımları** üzerinden enerji ekipman talebini parasal olarak ortaya koymak da mümkündür. EPDK analizlerine göre, Türkiye'nin 2010-2030 döneminde yapılacak enerji yatırımlarının toplamının 225-280 (yüksek ve düşük talep senaryosuna göre) milyar Dolar arasında olacağı beyan edilmiştir. Tüm enerji kaynakları itibarıyla ele alındığında, toplam enerji yatırımlarının yaklaşık yüzde 60'ının enerji ekipmanlarına ait olacağı ifade edilmektedir (TMMOB ve sektör ilgilileri tarafından).

Bu durumda, 2010-2030 yılları arasında, Türkiye'nin enerji ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak, enerji ekipmanlarına 135 milyar USD ile 168 milyar USD arasında talep oluşacağı sonucuna varılabilmektedir. Söz konusu talebin yarısının şimdiye dek oluştuğu ve bağlantılarının yapıldığı varsayılsa bile, 2030 yılına kadar, 67.5-84.0 milyar USD arasında yeni enerji ekipmanları talebinin oluşacağını söylemek çok yanıltıcı olmayacaktır.

**4-Türkiye'nin Enerji Ekipmanları İhracat ve İthalatından** yola çıktığımızda; Türkiye'nin enerji ekipmanları talebi konusunda bir fikir sahibi olmak mümkündür.

Türkiye'nin enerji ekipmanları ihracat ve ithalatını toplu olarak görmek mümkün olmamıştır. Ancak farklı yollardan ve farklı kalemler halinde ihracat ve ithalat rakamlarına baktığımızda, hemen her şekilde Türkiye'nin enerji ekipmanları konusunda dış ticaret açığı verdiği fark edilmektedir.

- Ayrıntılı kalemler halinde görebilmek için, NACE Revize 2 sınıflandırmasını, ISIC Revize 4 sınıflandırmasına dönüştürerek, tikel bazda baktığımız enerji ekipmanlarının 2012 yılı itibarıyla toplam ihracat tutarı 6 milyar USD, toplam ithalat tutarı ise 9.4 milyar USD'dir. Bu durumda, bulunabilen tikel enerji ekipmanları toplamına göre, Türkiye 3.4 milyar USD dış ticaret açığı vermiştir.
- Termik santrallerde kullanılan ekipmanlar konusunda ihracat ve ithalat rakamları bulunamamakla birlikte, komple termik santral kuran herhangi bir Türk firması olmadığı, özellikle de son yıllarda Uzakdoğu firmalarının Türkiye'de anahtar teslimi santral kurulumu yaptıkları, sadece bazı inşaat işleri ile iletim ve dağıtım ekipmanlarının Türkiye'den karşılandığı bilinmektedir. Dolayısıyla, termik santral kurulumu için gerekli ekipmanların da çok büyük bir bölümünün ithalata konu olduğu düşünülebilir.
- Türkiye'nin 2011 yılı itibarıyla küçük ölçekli hidrolik türbin (ve parçaları) ihracatı 163,433 USD, ithalatı ise 12,110,719 USD'dir. Bu durumda, hidrolik santral ekipmanları için Türkiye 11,947,286 USD dış ticaret açığı vermektedir.
- Türkiye'nin enerji ekipmanları bazında, dış ticaret fazlası verdiği tek alan, termal sistemlerle ilgilidir. 2011 yılı itibarıyla Türkiye'nin termal sistemler ihracatı 20,211,265 USD, ithalatı ise 11,991,258 USD'dir. Bu alandaki dış ticaret fazlamız, 8,220,007 USD'dir.

- Güneş enerjisi ile ilgili olarak Türkiye'nin ihracatına baktığımızda; 2011 yılı itibarıyla ihracatın fotovoltaik sistemler, DA Jeneratör ve AA Jeneratör kapsamında toplam 20,979,068 USD, ithalatın ise 120,764,163 USD olduğu görülmektedir. Bu durumda, Türkiye, güneş enerjisi sistemlerinde 99,785,095 USD dış ticaret açığı vermektedir.
- Rüzgâr enerjisi ile ilgili olarak, 2011 yılı itibarıyla Türkiye'nin 2,691,140 USD ihracatı, 353,629,018 USD ise ithalatı olmuştur. Bu alanda da Türkiye 350,937,878 USD açık vermiştir.
- Büyük ölçüde enerji iletim ve dağıtım ekipmanları ve malzemelerinden oluşan Elektrikli Makineler sektörüne baktığımızda, Türkiye'nin 2011 yılı itibarıyla ihracatının yaklaşık olarak 6 milyar USD, ithalatının ise 8.4 milyar USD olduğu görülmektedir. Bu alandaki dış ticaret açığımız 2009 yılında 1.8 milyar USD, 2010 yılında 2.3 milyar USD ve 2011 yılında ise 2.4 milyar USD olmuştur.

Türkiye enerji talebinin hızla arttığı, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönelik bir siyasi iradenin oluşmaya başladığı dikkate alındığında, enerji ekipmanlarının yerli üretilmemesi durumunda, bu alandaki dış ticaret açığımızın hızla artması kaçınılmaz görünmektedir. Uzun vadede tüm enerji kaynaklarının potansiyellerinin değerlendirilmek isteneceği, hatta teknolojik gelişmelere bağlı olarak potansiyel enerji kaynaklarının da artırılabilmesi dikkate alınmalıdır.

Santral kurulumu dışında, özellikle yenilenebilir kaynaklarda bireysel enerji ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik küçük enerji birimlerinin kurulumu artmaktadır. 500 kW altındaki kurulumlarda lisans alma zorunluluğunun bulunmamasının da bu uygulamaları artıracığı tahmin edilmektedir.

Ayrıca, yerli enerji ekipmanları üretiminin gerçekleşmesi durumunda, dünya pazarında, özellikle de çevre ülkeler pazarında ihracat olanaklarının da yaratılabileceği unutulmamalıdır.

Yukarıda, farklı veriler, hedefler, ihtiyaçlar ve kısıtlar ışığında, enerji kaynaklarına bağlı olarak hesaplanmaya çalışılan enerji santralleri ve ekipmanlarıyla ilgili olarak, her bir santral türü için kullanılacak ana ekipmanlar aşağıda özetlenmiştir:

#### **1-Kömüre dayalı enerji santralleri için gerekli ana ekipmanlar:**

- Kazan
- Buhar türbini
- Jeneratör

- Elektrik ve kontrol sistemleri
- Kule içi baca

## **2-Doğalgaz kombine çevrim santralleri için gerekli ekipmanlar:**

- Gaz türbini
- Gaz türbini jeneratörü
- Atık ısı kazanı
- Kondenser birimi
- Buhar türbini
- Buhar türbin jeneratörü
- Soğutma kulesi
- Şalt ve kumanda birimleri

## **3-Nükleer santraller için gerekli üretim bölümleri ve ekipmanları:**

- Nükleer ada ve konvansiyonel ada kurulumu
- Elektrik jeneratör seti
- Buhar türbini
- Buhar jeneratörü
- Akümülatör
- İnşaat bölümü

## **4-Hidroelektrik santraller için gerekli üretim bölümleri ve ekipmanları:**

- Doğrudan enerji üreten hidroelektromekanik ekipmanlar
  - Türbin
  - Jeneratör
- Enerji üretiminde yardımcı olan ve hidromekanik ekipmanlar
  - Su alma ve deşarj tesis ekipmanları
  - Kapaklar, Izgaralar
  - Sualma yapısı ızgaraları, ızgara temizleme düzenekleri
  - Kapak kaldırma mekanizmaları
  - Vanalar
  - Cebri borular

Vinçler, basınçlı hava sistemleri, drenaj ve su boşaltma sistemleri, su pompaları, yağ tasfiye ve depolama sistemleri, acil ihtiyaç dizel jeneratör sistemi, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme yardımcı sistemleri, transformatörler, kesici-ayırıcılar, şalt sahaları ekipmanları

## **5-Biyokütle enerji santralleri için gerekli üretim bölümleri ve ekipmanları:**

Biyodizel üretiminde kullanılan üretim üniteleri ve ekipmanları

- Hava Kompresörü
- Filtrasyon Ünitesi
- Presleme Ünitesi

- Transesterifikasyon Ünitesi
- Havalandırma Ünitesi
- Depolama Üniteleri:
  - Yağlı Tohum Depolama Silosu
  - Küspe Depolama Tankı
  - Pres Besleme Silosu
  - Yağ Depolama Tankı
  - Metanol Depolama Tankı
  - Potasyum Hidroksit Depolama Tankı
  - Gliserin Depolama Tankı
  - Biyodizel Depolama Tankı
  - Metanol Geri Kazanım Depolama Tankı
- Konveyörler

Biyogaz tesisinde yer alan üniteler

- Fermantör (organik maddenin doldurulduğu tank depo)
- Gaz deposu
- Gübre (organik madde) deposu
- Gaz boruları-valfleri ve bağlantı ekipmanları, ısıtma sistemleri, pompalar, karıştırıcılar, ısı transfer elemanları, ayırma ve filtrasyon elemanları

#### **6-Fotovoltaik sistemlerde üretim zinciri ve ekipmanları**

- Poli-silisyum üretimi
- Silisyum kristal büyütme
- Dilimleme
- Göze (güneş pili) üretimi
- İnce film ve kristal dilim tabanlı modül üretimi
- Güç elektroniği
- Akümülatör, invertör, akü şarj denetim aygıtları, sayaç ve çeşitli elektronik destek devreleri

#### **7-Jeotermal enerji üretiminde gerekli ekipmanlar**

- Buhar türbini
- Kondenser
- Ayrıştırıcı
- Pompalar

#### **8-Rüzgâr enerjisi ekipmanları**

- Rotor
  - Kanat
  - Kanat dolgusu
  - Pitch sürücü
  - Göbek
  - Mil

- Nasel ve kontrolller
  - Nasel
  - Kontrol sistemi
  - Anemometre
  - Yön sensörü
- Jeneratör ve güç elektroniği
  - Jeneratör
  - Sensör
  - Dişli kutusu
  - Rota sistemi
  - Mil yatağı
  - Fren sistemi
  - Trafo
- Türbin kulesi
  - Kule
  - Temel
  - Flanşlar ve civatalar
  - Merdiven ve asansör

#### **9-Hidrojen enerjisi ekipmanları**

- Yakıt kaynağı
- Hava kaynağı
- Soğutma ünitesi
- Kontrol ünitesi
- DC/AC dönüştürücüsü
- Basınçlı tanklar, tüpler

## 6. ENERJİ VE ENERJİ EKİPMANLARI SEKTÖRÜNÜN GİRDİ ÇIKTI ANALİZİ<sup>12</sup>

Bu bölümde Enerji ve Enerji Ekipmanları (ENEK)'i oluşturan sektörler Girdi-Çıktı (Input-Output, I/O) Analizi yardımıyla incelenecektir. Girdi-Çıktı Analizi yöntemi bu sektörlerin bağlantı katsayıları, diğer sektörlerle etkileşimleri ve ithal girdi kullanımları araştırılacaktır.

Analizde kullanılacak olan Girdi-Çıktı tablosu, TÜİK tarafından yayınlanan 90 sektörlü 2002 yılına ait tablodur. Bu tablodaki sektörlerin NACE Rev. 1.1. sektör sınıflandırması ile uyumlulaştırılması tarafımızca yapılmış ve sektör adları ve bu sektörlerin hangi NACE Rev. 1.1. kodlarını kapsadığını belirten tablo da EK 7'de verilmiştir. EK 7'den de görüleceği gibi, bazı sektörlerin içerdiği NACE Rev. 1.1. kodlarının fazlalığı ve sektör adlarının uzunluğu, tabloların hazırlanmasını sektörlerin Girdi-Çıktı tablosunda yer alan sıra numaraları ile ifade edilmesini zorunlu kılmıştır. Bu nedenle, bundan sonraki tablolarda sektörleri temsilen Girdi-Çıktı tablosundaki sıra numaraları kullanılacaktır (örneğin; 62 sıra nolu sektör, 4011 NACE Rev. 1.1. kodlu Elektrik Üretimi, İletimi ve Dağıtım İmalatı sektörünü temsil edecektir).

Belirlememize göre 90 sektörlü Girdi-Çıktı tablosu sınıflandırması baz alındığında; ENEK'i oluşturan (ya da ENEK'in ilgili olduğu) 4 sektör söz konusudur. Bu sektörler Tablo 73'te verilmektedir.

**Tablo 73: Enerji ve Enerji Ekipmanları ile İlgili Sektörler**

46	281+282+283	Metal yapı malzemeleri imalatı; tank, sarnıç, metal muhafaza ile kalorifer kazanı ve radyatör imalatı; buhar kazanı imalatı, merkezi kalorifer kazanları hariç
48	291+292	Genel amaçlı makine imalatı
52	311+312+313+314+315+316	B.y.s. elektrikli makine ve cihazların imalatı
62	401	Elektrik üretimi, iletimi ve dağıtım

Bu aşamadan sonra, belirlenen bu sektörler Girdi-Çıktı Analizi teknikleri kullanılarak irdelenecektir.

### 6.1. Girdi-Çıktı (Input-Output) Tabloları

Input-Output tabloları sayesinde belirli bir zaman kesiti için de olsa üretici sektörlerin kullandıkları girdiler, bu girdilerin hangi sektörlerden ve ne oranlarda temin edildiği, sektörlerin ekonomi içindeki payı, sektör üretiminin hangi sektörlerce (nihai tüketim de dahil olmak üzere) ve ne oranda kullanıldığı, sektörlerin ekonomide yaratabilecekleri çarpan etkisi,

<sup>12</sup> Bu bölüm Oktay KÜÇÜKKİREMİTÇİ tarafından hazırlanmıştır.

üretim içinde ithal girdilerin oranı gibi ekonomik yapıya ilişkin tüm bilgiler detaylı bir şekilde elde edilebilmektedir.

Input-Output (I/O) tablosu (matrisi), bir ekonomideki sektörlerin her birinin bir birim üretim yapabilmek için diğer sektörlerden kullanmak durumunda olduğu girdileri ve bu sektörlerin her birinin çıktılarının hangi sektörlerde ne miktarda girdi olarak kullanıldığını gösteren bir tablodur. I/O tekniği, ekonomideki tek bir sektörü inceleyebilmek, sektörlerarası etkileşimi görebilmek, Keynesyen genel denge modelinde gerekli olan “toplam üretim düzeyi”, “fiyatlar genel düzeyi”, “toplam ihracat”, “toplam istihdam” ya da “ortalama verimlilik” gibi bazı kavramların hem genel olarak ülke ekonomisi bazında hem de alt sektörler bazında elde edilebileceğini ifade etmektedir<sup>13</sup>. I/O yaklaşımı ile yalnızca herhangi bir sektörün üretim yapısını belirlenmemekte, bu sektörün bağlantılı olduğu diğer sektörlerle olan ilişkisini de incelenebilmektedir. Örneğin; ayrıştırma (decomposition) yöntemi kullanılarak bir sektörün geriye doğru bağlantılı olduğu sektörlerle olan ilişkileri belirlenebilmektedir<sup>14</sup>.

I/O tablosunda sütunlarda ve satırlarda sektörler yer almaktadır. Sütunlar itibarıyla bakıldığında, bir sektörün üretiminin bileşenleri (diğer sektörlerden aldığı girdiler ve temel üretim girdileri), sektörün üretim değerinin toplamı ve o sektör nihai mamulü ithalatından oluşan toplam arz görülmektedir.

Satırlar itibarıyla bakıldığında ise, bir sektörün üretiminin diğer sektörler tarafından kullanılan kısmı (ara tüketim) ile o sektör ürününe olan nihai talepten (iç tüketim, stok değişimleri, ihracat dahil olmak üzere) oluşan toplam kullanım yer almaktadır.

I/O tablosu aynı zamanda bir kare matristir (satır sayısı sütun sayısına eşittir).

Leontief'in temel statik I/O modeli, iki tür ilişkiden oluşmaktadır: denge denklemleri ve yapısal denklemler. Bir sektörün üretimi ya kendisi ve diğer sektörler tarafından ya da üretici

---

<sup>13</sup> Wassily Leontief (1949). “Structural Matrices of National Economics”, *Econometrica*, Vol.17, Supplement Report of the Washington Meeting, (Jul. 1949), s. 274

<sup>14</sup> L. Roman ve Jr. Weil (1968). “The Decomposition of Economic Production Systems”, *Econometrica*, Vol. 36, No. 2, Apr., 1968, s. 260-278



sektörler dışında (tüketiciler tarafından) kullanılmaktadır. Nihai tüketiciler dışındaki j sektörlerinin sayısı n ise, i. sektörün denge denklemi aşağıdaki gibi ifade edilebilir<sup>15</sup> :

$$X_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i \quad (i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n)$$

burada,

$X_i$  : i. sektörün toplam üretimini,

$x_{ij}$  : i. sektörün üretiminin j. sektör tarafından girdi olarak kullanılan kısmını,

$y_i$  : i. sektörün üretiminin nihai tüketiciler tarafından kullanılan kısmını

ifade etmektedir.

j sektörünün bir birim üretim için kullandığı i sektörü üretimi  $a_{ij}$  olarak gösterilmekte ve j sektöründe kullanılan i sektörü ürününün girdi katsayısı bu katsayılardan oluşan matrise de girdi (teknoloji) katsayıları matrisi adı verilmektedir<sup>16</sup>.

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

Tüm sektörler için ülkenin I/O tablosuna karşı gelecek şekilde girdi katsayılarından ( $a_{ij}$ 'ler) oluşturulacak matrise ekonominin yapısal matrisi (A matrisi) adı verilmektedir. Yapı matrisi, ekonomide farklı sektörlerin girdi yapısı hakkında sayısal bilgiler vermektedir. Her durumda yapısal matris elemanları bir oran olarak yorumlanmalı ve matrisi oluşturan bu oranların da iki fiziksel değerin birbirine oranlanması ile elde edildiği unutulmamalıdır.

Girdi katsayıları matrisinde satırların toplanmasının ise bir iktisadi anlamı bulunmamaktadır. Ancak yukarıdaki girdi katsayıları matrisini A, elemanlarını  $a_{ij}$  olarak adlandıırırsak ve her bir sektörün çıktı düzeylerini de  $x_i$  olarak gösterirsek, bu değer, (ve ihracatı da nihai talebin bir bileşeni olarak düşünürsek), her sektörün kendisi de dahil olmak üzere diğer sektörlerin

---

<sup>15</sup> Leonid Hurwicz (1955). "Reviewed Work(s): Studies in the Structure of the American Economy: Theoretical and Empirical Explorations in Input-Output Analysis by Wassily Leontief", *The American Economic Review*, Vol. 45, No. 4, s. 627-628

<sup>16</sup> Wassily Leontief (1985). "Input-Output Analysis", *Input-Output Economics* içinde, Oxford University Press, New York, 2nd Edition, s. 22-23

girdisini ( $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n$ ) ve nihai talebi (nihai tüketim+ihracat) karşılamak için gerekli üretim miktarının toplamını ifade edecektir.

Yukarıda genel biçimi verilen ekonominin genel üretim ve talep yapısını gösteren matriste bir sektörün üretimini gösteren  $X_i$  ler, bağımsız malların talep fonksiyonu olarak ifade edilmiş ve A matrisi de sabit teknoloji katsayıları olarak gösterildiği için bu matris Leontief tarafından ekonominin yapısal matrisi olarak adlandırılmıştır<sup>17</sup>. Genel biçimi verilen I/O modelinden, her bir sektörün denge üretim değerini bulmak mümkündür. Bunun için n tane üretici sektör ve n tane nihai talep vektörü için üretici sektörler açısından gerekli üretim değerlerini yazarsak ( $x$ 'ler sektörlerin üretim değerlerini,  $a$ 'lar teknik katsayıları ve  $y$ 'ler de nihai talep vektörünü ifade etmek üzere);

$$x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1$$

$$x_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2$$

...

$$x_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n$$

şeklini alacaktır. Burada nihai talep vektörü olan  $y$ 'yi yalnız bırakarak denklemleri düzenlersek;

$$(1 - a_{11}x_1) - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n = y_1$$

$$- a_{21}x_1 + (1 - a_{22}x_2) - \dots - a_{2n}x_n = y_2$$

...

$$- a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \dots + (1 - a_{nn}x_n) = y_n$$

olacaktır. Yukarıdaki denklem sistemi matris notasyonu ile gösterilirse;

$$\begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & \dots & -a_{1n} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & \dots & -a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ -a_{n1} & -a_{n2} & \dots & (1 - a_{nn}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix}$$

<sup>17</sup> W. Leontief (1949), s.278

Yukarıda sol tarafta yer alan matris birim matristen (I) temel girdi katsayıları matrisi (A) nın farkına eşittir ve (I-A) olarak ifade edilebilir. X, sektörlerin üretim vektörünü ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), Y de nihai talep (iç talep ve ihracat toplamı) vektörünü ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ ) göstermek üzere, yukarıdaki ifade;

$$(I-A) X = Y$$

olarak yazılabilir.

Nihai talebin bilindiği (ya da planlandığı) durumda yapılacak iş, yukarıdaki denklem sistemindeki X vektörünü çözmektir. Matris cebrine göre eşitliğin her iki yanını da  $(I-A)^{-1}$  [(I-A) matrisinin tersi]] matrisi ile önden çarparsak;

$$(I-A)^{-1}(I-A) X = (I-A)^{-1} Y$$

haline gelecektir. Bir matrisin tersi ile çarpımı birim matrisi (I) vereceğine göre,

$$(I-A)^{-1}(I-A) = I \text{ matrisi olacaktır.}$$

Yine bir matrisin birim matrisle çarpımı da kendisini vereceğinden,

$$I X = X$$

olacaktır. O halde, denge üretim miktarını gösteren x vektörünün çözüm değeri,

$$X = (I-A)^{-1} Y$$

olacaktır.

Burada  $(I-A)^{-1}$  matrisi, Teknoloji Ters Matrisi (Leontief Ters Matrisi) olarak adlandırılmakta ve tipik elemanları, j sektörü ürününe olan 1 birimlik nihai talep artışının, i sektörü üretiminde kaç birimlik artış meydana getireceğini göstermektedir. Buraya kadarki anlatımda girdiler toplam (yurtiçi + ithal) olarak ifade edilmiştir. Oysa sektörler bir kısım girdiyi yurt içinden temin ederken bir bölümünü de ithal etmektedir. Bu durumda A teknoloji katsayıları matrisini yerli ( $A^d$ ) ve ithal ( $A^m$ ) olarak bileşenlerine ayırabiliriz.

$$A = A^d + A^m \text{ olacaktır.}$$

Bir malın üretimi için ara malı ithalatı katsayısının girdi katsayıları gibi üretim düzeyinin sabit bir oranı şeklinde gösterilebileceği varsayılacaktır. Ara malı ithalat katsayıları matrisi (ithalat matrisi)  $A^m$  ile gösterildiğinde; bu matrisin her bir elemanı j; sektörünün bir birimlik üretimi için i yabancı sektörden ne kadar ithalat yapacağını göstermektedir.

I/O tablosu, değinildiği gibi, ekonomideki üretici ve üretici olmayan sektörlerden oluşan bir tablodur. Dolayısıyla n tane üretici sektör olduğunda, bu tablo sektörler arasındaki ürün akışını ifade etmektedir. I/O tablosu daha da genişletilerek ulusal hesaplar sistemi olarak da kullanılmaktadır. Burada, nihai talep vektörü kişisel tüketimler, özel yatırımlar ve diğer kalemleri içerecek şekilde brüt harcamaları, maaş ve ücretler, kurumsal karlar ve bunun benzeri faktör gelirleri ise brüt geliri (diğer bir deyişle katma değer ya da birincil üretim girdilerini) göstermektedir<sup>18</sup>.

I/O matrisine bir satır ve sütun eklenmesi ile üretici sektörlerin birbirleri ile/üretici olmayan sektörlerle olan işlemleri yanı sıra üretici olmayan sektörlerin ilişkileri de irdelenebilir. Bölümlenmiş bir matris gösterimi ile bunu ifade edersek<sup>19</sup> ;

$$\left[ \begin{array}{cccc|c} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} & y_1 \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} & y_2 \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot \\ \hline x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} & y_n \\ \hline w_1 & w_2 & \dots & w_n & s \end{array} \right]$$

olacaktır. Burada,  $x_{ij}$ 'ler sektörlerarası dağıtımı,  $y_i$  yurtiçi ve yurtdışı nihai talep toplamını,  $w_j$  ise üretim sistemi içinde üretilmeyen girdileri (birincil üretim girdisi-katma değer) göstermektedir.  $s$  ise  $w_j$ 'lerin toplamı olarak gelir yönünden GSYİH'yı,  $y_i$ 'lerin toplamı olarak da harcamalar cinsinden GSYİH'yı ifade edecektir (bu anlamda gelir ve harcama yönünden ifade edilen GSYİH birbirine eşit olmak durumundadır). Eğer bir ekonomide  $i$  sektörünün brüt üretim düzeyi  $X_i$  ise,

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ olarak ifade edilebilmekte ve herhangi bir ürünün talebinin}$$

ara tüketim ve nihai tüketim toplamından oluştuğunu göstermektedir. Buna ilaveten, herhangi bir  $j$  sektörünün toplam üretimi de ;

<sup>18</sup> Wassily Leontief , vd. (1985). "New Approaches in Economic Analysis", *Science*, New Series, Vol. 228, No. 4698, s. 228

<sup>19</sup> John Folorunsho Enahoro Ohiorhenuan (1975). "Structural Factors in the Macro-Economic Planning Process : A Study of Planning in Nigeria", Open Access Dissertations and Theses, Paper 3040, s. 69

$$X_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} + w_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ olarak \u00fcretilen girdilerin (temel girdiler) ve birincil}$$

girdilerin (katma değer) toplamı olarak ifade edilebilmektedir. Bu toplamlar ekonomideki doğrudan karşılıklı bağımlılıkların bir g\u00f6stergesidir. Her bir sekt\u00f6r i\u00e7in ileri bağlantı ilgili satırdaki sekt\u00f6rlerin sayısı ve b\u00fcy\u00fckl\u00fcę\u00fc tarafından belirlenmektedir. Benzer \şekilde, geri bağlantılar da ilgili s\u00fctundaki sekt\u00f6rlerin sayısı ve b\u00fcy\u00fckl\u00fcę\u00fc ile g\u00f6sterilmektedir. İleri bağlantılar bir sekt\u00f6r\u00fcn \u00fcretimine yardımcı olduğu farklı malların sayısını g\u00f6sterirken, geri bağlantılar da herhangi bir malın \u00fcretilmesi i\u00e7in gerekli olan malların \u00e7eşitliliğini yansıtmaktadır<sup>20</sup>.

## 6.2. Sekt\u00f6rlerarası Etkileşim (Bağlantı Katsayıları)

Sekt\u00f6rlerarası etkileşimi I/O tabloları vasıtasıyla hesaplamak i\u00e7in kullanılan \u00f6l\u00e7\u00fctler, sekt\u00f6rlerin ileri ve geri bağlantılarıdır. Bu noktada, ileri ve geri bağlantı etkilerinin tanımlanması gerekirse,

**Doğrudan Geri Bağlantı:** Herhangi bir sekt\u00f6r\u00fcn \u00fcretimi i\u00e7inde diğer sekt\u00f6rlerden kullandığı ara girdilerin toplamından hareketle hesaplanmaktadır. “Teknoloji Matrisi (Girdi Katsayıları Matrisi)”nden hareketle hesaplanan doğrudan geri bağlantı katsayısı ise, sekt\u00f6r\u00fcn toplam \u00fcretim değer “1” olarak kabul edildiğinde, kullanılan ara girdilerin toplam \u00fcretime oranlarının toplamından oluşmaktadır. Doğrudan geri bağlantı katsayısının y\u00fcksekliği, o sekt\u00f6r\u00fcn \u00fcretim i\u00e7in diğer sekt\u00f6rlerin \u00e7ıktılarını y\u00fcksek oranda kullanmak durumunda olduğunu (sekt\u00f6r\u00fcn kendisini besleyen gerideki sekt\u00f6rlere y\u00fcksek oranda bağımlı olduğunu) ifade etmektedir. Bir başka ifade ile, y\u00fcksek geri bağlantı katsayısı, o sekt\u00f6r\u00fcn \u00fcretimi ile gerisindeki diğer sekt\u00f6rlerin \u00fcretimi arasında kuvvetli bir bağlantı olduğunu g\u00f6stermektedir. Girdi katsayıları matrisindeki (A matrisi) girdi katsayılarının ( $a_{ij}$ 'ler) toplamına eşittir.

**Doğrudan İleri Bağlantı:** I/O tablosundan hesaplanmaktadır. Belli bir sekt\u00f6r \u00fcretiminin diğer sekt\u00f6rler tarafından girdi olarak kullanılan kısmının (toplam ara t\u00fcketim) o sekt\u00f6r\u00fcn \u00fcr\u00fcnlerine olan toplam talebe=t\u00fcketime (ara t\u00fcketim+nihai t\u00fcketim) oranını g\u00f6stermektedir. Bu anlamda, sekt\u00f6r\u00fcn toplam \u00fcretiminin ne kadarının diğer sekt\u00f6rler tarafından girdi olarak kullanıldığını (ya da sekt\u00f6r \u00fcretiminin ne kadarının nihai t\u00fcketime gittiğini) ifade etmektedir.

<sup>20</sup> J. F. E. Ohiorhenuan (1975). s. 70.

I/O tablosunda sektörler itibarıyla toplam ara tüketiminin toplam kullanıma bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

**Toplam Geri Bağlantı:** “Leontief Ters Matrisi”nden hesaplanmaktadır. Belli bir sektördeki bir birimlik nihai talep artışının yol açtığı toplam üretim artışı, o sektörün toplam geri bağlantı etkisini göstermektedir. Doğrudan geri bağlantıda, yalnızca belli bir sektörün üretimindeki diğer sektör çıktılarının payları ifade edilirken, burada nihai talep artışı (o sektörün ürününü nihai mal olarak kullanan nihai tüketiciler tarafından yalnızca o sektör ürününe bir birimlik talep artışı) olması neticesinde, hem bu talep artışını karşılamak, hem de diğer sektörler girdi olarak verilen sektör ürünlerine olan ara talep artışını sağlamak üzere gerçekleşen toplam üretim artışını ifade etmektedir. Bu anlamda, o sektör ürününe olan talep değişiminin tetiklediği toplam üretim artışını ifade etmektedir. Leontief Ters Matrisindeki sütun toplamlarından oluşmaktadır.

**Toplam İleri Bağlantı:** “Leontief Ters Matrisi”nden hesaplanmaktadır. Tüm sektörlerdeki birer birimlik nihai talep artışlarının belli bir sektörün üretiminde yol açtığı artış, o sektörün toplam ileri bağlantı etkisi olarak tanımlanmaktadır. Toplam ileri bağlantıda, ekonomideki tüm sektörlerin nihai ürünlerine birer birimlik bir talep artışı olduğunda hareketle her bir üretici sektörlerin üretiminin ne kadar arttığı görülmektedir. Leontief Ters Matrisindeki satır toplamlarından oluşmaktadır.

### **6.3. Enerji ve Enerji Ekipmanları Sektörlerinin Bağlantı Katsayıları**

ENEK sektörlerinin I/O tabloları kullanılarak elde edilen bağlantı katsayıları toplu olarak Tablo 74’te verilmektedir. Tablo 74’te bu sektörlerin doğrudan geri, toplam geri, doğrudan ileri ve toplam ileri bağlantı katsayıları ile her bir sektörün katma değer oranı<sup>21</sup> yer almaktadır. Tabloda sektörlerin sahip oldukları bağlantı katsayılarının 90 sektör içinde kaçınıcı sırada yer aldığı da ilgili katsayının yanındaki sütunda belirtilmiştir.

---

<sup>21</sup> Katma değer oranı, (1- Doğrudan Geri Bağlantı Katsayısı) ilişkisi yardımıyla hesaplanmıştır.

**Tablo 74: İlgili Sektörlerin Bağlantı Katsayıları, Katma Değer Oranları ve 90 Sektör İçindeki Sıraları**

Sektör	Doğrudan Geri		Toplam Geri		Doğrudan İleri		Toplam İleri		Katma Değer Oranı	
	Katsayı	Sıra	Katsayı	Sıra	Katsayı	Sıra	Katsayı	Sıra	Değer	Sıra
46	0.675	33	2.768	18	0.556	40	1.378	58	0.325	58
48	0.649	38	2.664	23	0.374	53	2.062	29	0.351	53
52	0.707	29	2.804	14	0.498	44	2.407	24	0.293	62
62	0.698	30	2.653	25	0.815	18	7.394	2	0.302	61

Tablo 74'ten ENEK sektörleri içinde en yüksek doğrudan geri bağlantısına sahip sektörün 52 nolu Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli makine ve cihazların imalatı sektörü olduğu (90 sektör içinde 29.) ve yine bu sektörün 4 sektör içinde en yüksek toplam geri bağlantı katsayısına sahip olduğu da görülmektedir. 52 nolu sektörün kullandığı ara girdiler toplam üretim değerinin yüzde 70.7'sini oluşturmakta ve bu sektör ürünlerine olan bir birimlik nihai talep artışı ekonomideki toplam üretimi 2.804 birim arttırmaktadır.

ENEK'i oluşturan sektörler içinde ürünleri en fazla ara malı niteliği taşıyan sektör 62 nolu Elektrik Üretimi, İletimi ve Dağıtım Sektörüdür (0.815'lik doğrudan ileri bağlantı katsayısı nedeniyle). Doğrudan ileri bağlantı katsayısı en düşük olan 48 nolu Genel Amaçlı Makine İmalatı Sektörünün (0.374'lük katsayı ile 90 sektör içinde 53. sırada) bir birimlik üretiminin 0.626'lık birimi nihai tüketiciler tarafından tüketilmektedir. Tüm sektör ürünlerine karşı (eşanlı) bir birim nihai talep artışı gerçekleştiğinde her bir sektörün üretiminin ne kadar artacağını ifade eden toplam ileri bağlantı katsayılarına göre en yüksek üretim artışı 7.394 birim ile 62 nolu Elektrik Üretimi, İletimi ve Dağıtım Ana Sektöründe gerçekleşmektedir. Bu sektör sahip olduğu toplam ileri bağlantı katsayısı ile 90 sektör arasında 2. sırada yer almaktadır. Sektörlerin doğrudan geri bağlantı katsayıları kullanılarak hesaplanan katma değer oranlarına bakıldığında; en yüksek katma değer oranına 48 nolu Genel Amaçlı Makine İmalatı sektörüne aittir. ENEK'i oluşturan sektörlerin üretimleri içinde diğer sektörlerden kullandıkları girdilerin oranının yüksekliği (yüksek doğrudan geri bağlantı) nedeniyle genel olarak düşük katma değer oranlarına sahip olduğu dikkati çekmektedir.

#### **6.4. Enerji ve Enerji Ekipmanları Sektörlerinin Kısmî Bağlantı Katsayıları**

Bağlantı katsayıları (ister doğrudan isterse toplam katsayılar olsun) herhangi bir sektörle ilgili sonuçları tek bir katsayı ile ifade etmektedir. Bu katsayının alt sektörler itibarıyla dağılımı ve ilgilenilen sektörün ilişkide bulunduğu sektörlerin detaylarını görebilmek için kısmî bağlantı katsayılarının bilinmesi gereklidir. Kısmî bağlantı katsayıları; doğrudan geri bağlantı için teknoloji (A) matrisinin ilgili elemanlarının ve buna karşılık gelen sektörlerin, kısmî toplam

geri ve kısmî toplam ileri bağlantı katsayıları için ise Leontief Ters Matrisinin (I-A)<sup>-1</sup> elemanlarının ve buna karşılık gelen sektörlerin belirtilmesi ile oluşturulmaktadır. Çalışmamızda ENEK'i oluşturan sektörlerin bağlantı katsayısının değeri ile bu sektörlerin her birisi için en büyük kısmî bağlantı katsayısına sahip sektörler tablolştırılarak verilmiştir.

#### 6.4.1. ENEK Sektörleri Kısmî Doğrudan Geri Bağlantı Katsayıları

ENEK'i oluşturan 4 sektörün kısmî doğrudan geri bağlantı katsayıları Tablo 75'te verilmektedir. Tabloda en yüksek değere sahip ilk 10 sektör ve bu sektörlerin I/O tablosundaki sıra numaraları da verilmiştir.

**Tablo75: İlgili Sektörlerin Kısmî Doğrudan Geri Bağlantı Katsayıları ile En Yüksek Katsayıya Sahip İlk 10 Sektör**

Sektör		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
46	Katsayı	0.2470	0.1043	0.0340	0.0329	0.0271	0.0256	0.0244	0.0196	0.0147	0.0129	0.6747
	NACE Kodu	43	44	67	72	77	68	46	47	62	9	
48	Katsayı	0.1395	0.1120	0.0728	0.0428	0.0317	0.0285	0.0283	0.0209	0.0182	0.0172	0.6490
	NACE Kodu	43	48	44	67	72	47	68	62	52	83	
52	Katsayı	0.1469	0.0921	0.0468	0.0428	0.0401	0.0383	0.0378	0.0328	0.0251	0.0209	0.7072
	NACE Kodu	52	44	67	38	72	47	43	68	33	53	
62	Katsayı	0.4484	0.1220	0.0297	0.0197	0.0105	0.0084	0.0078	0.0077	0.0056	0.0045	0.6976
	NACE Kodu	62	7	6	52	72	48	32	67	73	78	

Tablo 75, örneğin ilk sırada yer alan 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörü için yorumlanırsa;

46 nolu sektörün doğrudan geri bağlantı katsayısı 0.6747'dir. Buna göre, sektörün birim üretim değeri içinde diğer sektörlerden kullandığı girdilerin payı 0.6747 birimdir. Bu sektörün üretimi için en büyük oranda girdi kullandığı sektör 0.2470'lik katsayısı ile 43 nolu Demir-Çelik Ana Sanayii sektörüdür. 46 nolu sektör için temel tedarikçi niteliğinde olan Demir-Çelik Ana Sanayii sektörü, tek başına ara girdilerin yüzde 36.6'sını (0.2470/0.6747) oluşturmaktadır<sup>22</sup>. İkinci sıradaki önemli tedarikçi sektör ise 0.1043'lük kısmî doğrudan geri bağlantı katsayısı ile 44 nolu Demir-Çelik Dışındaki Ana Metal Sanayiidir. Sektör, üretimini gerçekleştirirken en çok girdi kullandığı 10 sektör arasında 7. Sırada 0.0244 katsayı ile ifade edilen oranda kendi ürünlerini girdi olarak kullanmaktadır.

#### 6.4.2. ENEK Sektörleri Kısmî Toplam Geri Bağlantı Katsayıları

Toplam geri bağlantı katsayısı, herhangi bir sektörün nihai talebindeki bir birim artış neticesinde ekonomideki (tüm sektörlerin toplamı anlamında) toplam üretim artışını

<sup>22</sup> Girdi-Çıktı tabloları değer olarak ifade edildiği için bu pay, fiziki üretim girdisi oranı olarak değil, toplam girdi maliyetleri içindeki oran olarak yorumlanmalıdır.



gösterdiğinden, kısmî toplam geri bağlantı katsayısı da ilgili sektörün talebi bir birim arttığında bu sektörün girdi tedarikçisi niteliğinde olan sektörlerin her birinin üretiminin ne kadar arttığını ifade edecektir. Doğaldır ki, toplam katsayı, kısmî katsayıların toplamından oluşmaktadır. Bu sayede ENEK sektörünün nihai talep artışı neticesinde, üretimini en fazla arttırdığı sektörleri analiz etmek mümkün olmaktadır. Toplam geri bağlantı katsayılarında (toplam ileri bağlantı katsayılarında da olduğu gibi) ilgili sektörün nihai talebinin artışıyla ilk önce bu talep artışını sağlamak için üretim yapılacağından, her zaman ilk sırada en büyük (ve birden büyük) kısmî bağlantı katsayısı ile sektörün kendisi yer alacaktır. Sektörün katsayısının tamsayı (1'lik) kısmı bir birim nihai talep artışı için yapılacak üretimi, ondalık kısmı ise sektörlerin zincirleme olarak tetiklenen üretim artışı neticesinde oluşan üretim artışını ifade etmektedir. ENEK sektörleri için kısmî toplam geri bağlantı katsayıları Tablo 76'da verilmektedir.

**Tablo 76: İlgili Sektörlerin Kısmî Toplam Geri Bağlantı Katsayıları ile En Yüksek Katsayıya Sahip İlk 10 Sektör**

Sektör		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
46	Katsayı	1.0297	0.4470	0.2202	0.1104	0.0976	0.0837	0.0613	0.0566	0.0392	0.0379	2.7676
	NACE Kodu	46	43	44	62	72	67	77	68	32	7	
48	Katsayı	1.1336	0.3046	0.1774	0.1078	0.0919	0.0910	0.0586	0.0473	0.0447	0.0333	2.6640
	NACE Kodu	48	43	44	62	72	67	68	47	83	77	
52	Katsayı	1.1825	0.2148	0.1320	0.1070	0.1008	0.0969	0.0696	0.0692	0.0670	0.0599	2.8042
	NACE Kodu	52	44	43	72	67	62	38	33	68	47	
62	Katsayı	1.8470	0.2402	0.0565	0.0470	0.0428	0.0387	0.0306	0.0265	0.0235	0.0209	2.6526
	NACE Kodu	62	7	6	52	72	43	67	32	44	83	

Tablo 76, örneğin ilk sırada yer alan 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörü için yorumlanırsa; bu sektörün nihai talebinin bir birim artması durumunda kendi üretimi 1.0297 birim artmaktadır (daha önce de ifade edildiği gibi bu artışın 1 birimlik kısmı nihai talebi karşılamak için gerçekleşmiştir). İkinci sırada yer alan sektör 43 nolu Demir-Çelik Ana Sanayii sektörüdür. Bu sektörün üretimi 0.4470 birim artış göstermektedir. Üçüncü sırada ise 0.2202 birimlik üretim artışı ile 44 nolu Demir-Çelik Dışındaki Ana Metal Sanayii sektörü yer almaktadır. 46 nolu sektörün nihai talebi bir birim arttığında ekonomideki toplam üretim artışı 2.7676 birim olmaktadır.

Tablo 76, sadece ekonomideki hızlandırıcı etkisini vermemekte, ayrıca bölgesel olarak bakıldığında geriye doğru üretim artışı tetiklenecek sektörlerin bu üretim artışını karşılayacak mevcut kapasitesinin karşılaştırılması gereğini de göstermektedir. Yine 46 nolu sektör örneğinden gidersek; eğer bu sektörün bölgede desteklenerek üretiminin artırılması, sektör ürünlerine olan talepte artış olacağı beklentisi/hedeflemesi ile gelecek dönemde oluşacak

bölgesel üretim kapasitesinin (hizmetler sektörü de dahil) bu artışa yetip yetmeyeceği araştırılacaksa, Tablo 76 sonuçları bu senaryoyu şimdiden değerlendirme olanağı vermektedir. 46 nolu sektörün desteklenmesi (ya da talebinde artış beklenmesi) durumunda bu sektörün tedarikçisi sektörlerin mevcut kapasitelerinin de gelecek dönem hedefleri ile birlikte düşünülmesi, gerekirse tedarikçi sektör kapasitelerinde de bir desteklemenin yapılması gerekecektir. Aksi takdirde, bölgedeki tedarikçi sektörler yetersizse (yetersiz kalacaksa), üretim artışı neticesinde yaratılacak olan ve bölgede kalması beklenen katma değer, ya ithalat yoluyla yurtdışına ya da diğer bölgelerdeki sektörler kayacaktır.

#### 6.4.3. ENEK Sektörleri Kısmî Toplam İleri Bağlantı Katsayıları

Toplam ileri bağlantı katsayısı, ekonomideki tüm sektörler nihai talep bir birim arttığında her bir sektörün üretiminin ne kadar arttığını göstermektedir. Kısmî katsayılar ise sektörün bu üretim artışının hangi sektörler tarafından sağlandığını, diğer sektörlerin bu üretim artışı içindeki paylarını göstermektedir. Her sektörün nihai talebi artınca, bu sektörler kendisine girdi sağlayan sektörleri tetiklemektedirler. İncelenen sektör de tedarikçi bir sektör olarak diğer sektörlerin artan üretimlerini karşılamak için kendisinden talep edilen ürünü kadar üretimini arttırmaktadır. Elbette, toplam geri bağlantıda olduğu gibi burada da, incelenen sektörün üretim artışının bir birimlik kısmı kendi nihai talebini karşılamak için yapılacağından, bu sektörün kısmî toplam ileri bağlantı katsayısı da 1'den büyük olacaktır.

ENEK sektörlerinin kısmî toplam ileri bağlantı katsayıları Tablo 77'de verilmektedir.

**Tablo 77: İlgili Sektörlerin Kısmî Toplam İleri Bağlantı Katsayıları ile En Yüksek Katsayıya Sahip İlk 10 Sektör**

Sektör		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
46	Katsayı	1.0297	0.0475	0.0114	0.0109	0.0100	0.0099	0.0092	0.0086	0.0081	0.0081	1.3779
	NACE Kodu	46	65	61	44	43	47	3	45	8	55	
48	Katsayı	1.1336	0.0653	0.0484	0.0467	0.0361	0.0300	0.0248	0.0240	0.0232	0.0207	2.0623
	NACE Kodu	48	56	54	50	49	8	47	65	52	62	
52	Katsayı	1.1825	0.0897	0.0879	0.0566	0.0490	0.0470	0.0378	0.0350	0.0334	0.0324	2.4067
	NACE Kodu	52	53	71	50	56	62	76	8	51	48	
62	Katsayı	1.8470	0.2093	0.1722	0.1676	0.1596	0.1467	0.1257	0.1124	0.1104	0.1078	7.3940
	NACE Kodu	62	43	89	45	8	29	44	47	46	48	

Tablo 77'de, örneğin ilk sırada yer alan 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörü için yorumlanırsa; Tüm sektörler nihai talep bir birim arttığında sektörün üretimi 1.3779 birim artmaktadır. Bu üretim artışının 1.0297'lik kısmı sektörün kendisinden kaynaklanmaktadır (1 birimlik kısmı nihai talep artışını karşılamak

için, 0.0297'lik kısmı ise diğer sektörlerin bu sektörden girdi talep etmeleri nedeniyle). Sektörün üretim artışını ikinci olarak etkileyen, 65 nolu İnşaat sektörünün girdi talebidir. 46 nolu sektörün üretimini üçüncü büyüklükte tetikleyen sektör ise 61 nolu Başka Yerde Sınıflandırılmamış Diğer İmalat; Geri Dönüşüm sektörüdür (46 nolu sektörün üretim artışının 0.0114'lük kısmı).

#### 6.4.4. ENEK Sektörleri “Önemli Katsayılar” Analizi

Genel olarak, I/O tablosu kullanılarak hesaplanan katsayıların yüksekliği o sektörün diğer sektörlerle ilişkisinin düzeyini vermektedir. Yüksek doğrudan geri bağlantı katsayısı, sektörün üretim değeri içinde diğer sektörlerden kullandığı girdilerin önemli bir pay tuttuğunu, yüksek doğrudan ileri bağlantı katsayısı, sektörün üretiminin diğer sektörler tarafından ara girdi olarak kullanılma oranının yüksekliğini (bu anlamda da sektörün nihai malının ara mal ya da hammadde niteliğinde olduğunu), yüksek toplam geri bağlantı sektörün ekonomideki toplam üretimi artırma kabiliyetini, yüksek toplam ileri bağlantı ise sektör üretiminin toplam talep değişiminden etkilenme düzeyinin yüksekliğini ifade etmektedir. Buna karşın, katsayıların tümü için bu etkilenme ya da diğer sektörlerle bağlantıların kaç tane sektörle ilgili olduğu anlamında bir bilgi sağlandığı söylenemez. Bir sektör yüksek doğrudan (ya da toplam) geri bağlantıya sahip olabilir, ancak bunu sadece 3 ya da 4 sektörle gerçekleştiriyor olabilir. Bu durumda sektörün katsayısı yüksek olsa da, bu sektörün ekonomi üzerinde yapacağı büyük etki yalnızca birkaç sektör vasıtasıyla gerçekleşecek, ekonomideki sektörlerin diğerine yansımayacaktır.

Bu konuya açıklık getirmek için kullanılan tekniklerden bir tanesi, her bir sektörün (ve bilhassa toplam geri ve toplam ileri bağlantı katsayıları için) bağlantı katsayılarının Değişim Katsayısını (Coefficient of Variance –CV) hesaplanmasıdır. Bu konu ilkönce Hazari<sup>23</sup> (1970) tarafından öne sürülerek, sektörlerin CV'lerinin hesaplanması ve yalnızca yüksek toplam bağlantı katsayısının değil, aynı zamanda düşük CV'ye sahip sektörlerin de belirlenmesinin ekonomiye yayılacak etkiyi daha iyi ölçeceğini ileri sürmüşlerdir. Bu yöntemle, sektörleri yalnızca bağlantı katsayılarının yüksekliği ya da düşüklüğüne göre sınıflandırmakla kalınmamakta, aynı zamanda her bir sektörün CV si de hesaplandığından, sektörler dörtlü bir

---

<sup>23</sup> Bharat R. Hazari (1970). “Empirical Identification of Key Sectors in the Indian Economy”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 52, No. 3, Aug. 1970, s. 301-305

ayrıma tabi tutulabilmektedirler (yüksek bağlantı katsayılı ve yüksek CV'li sektörler, yüksek bağlantı katsayılı ve düşük CV'li sektörler, düşük bağlantı katsayılı ve yüksek CV'li sektörler ve düşük bağlantı katsayılı ve düşük CV'li sektörler olarak). Burada önerilen, yüksek bağlantı katsayılı ve düşük CV'li sektörlerin ekonomi üzerinde daha yüksek ve daha iyi yayılan bir etki yapacaklarından hareketle, bu sektörlerin ön plana çıkarılmasıdır.

Her ne kadar bağlantı katsayılarının CV'lerinin hesaplanması, sektörlerin kısmî katsayılarının dağılımı ve yayılımı hakkında fikir veriyor olsa da, yine de "ilgilenilen sektörün daha önemli olarak ilişkili olduğu sektörler hangileridir" sorusuna yanıt vermemektedir. Buradaki "daha önemli" ifadesini, "ortalamadan yüksek" olarak düşündüğümüzde, o zaman her bir sektör için hesaplanacak kısmî bağlantı katsayılarının ortalamasını alıp, ortalamanın üzerinde kalan sektörleri "önemli" olarak belirleyebiliriz. Ekonominin karmaşıklığı arttıkça, sektörler arasındaki dolaylı ilişki miktarı da artmakta, diğer yandan da bu ilişkiler artan sektör sayısını da içinde barındırmaktadır. Bu nedenle, IC'nin ekonomideki birbirleri ile yüksek doğrudan bağlantılı iki sektör olduğunda görünmesi, aynı anda da bu sektörlerin daha fazla sayıda dolaylı bağlantıyla da birbirlerine bağlandığı beklenir<sup>24</sup>.

"Önemli katsayılar" (Important Coefficients – IC) yaklaşımı konusunda literatürde farklı uygulama örnekleri olmasına karşın, gerek hesaplanma kolaylığı gerekse de verdiği bilgi nedeniyle yukarıda özetlediğimiz çerçeve kullanılarak SHS sektörlerinin önemli katsayıları ve önemli sektörleri belirlenecektir.

Tablo 78'de ENEK sektörleri için önemli bağlantı katsayılarının sayısı ve bağlantı katsayısı bazında hangi sektörlerin önemli olduğu verilmektedir.

---

24 Fidel Aroche Reyes (2002). "Structural Transformations and Important Coefficients in the North American Economies", *Economic Systems Research*, Vol.14., No. 2, 2002

**Tablo 78: İlgili Sektörlerin Bağlantı Katsayıları Açısından Önemli Sektörleri<sup>25</sup>**

Sektör	Bağlantılı Sektörler	Bağlantı Sayıları	
46	DGB Önemli Sektörler	9,32,33,34,38,39,43,44,46,47,62,67,68,72,73,77	16
	DGB Önemli Olduğu Sektörler	6,8,9,46,65,79	6
	TGB Önemli Sektörler	7,8,9,29,32,33,38,43,44,47,62,66,67,68,72,73,75,77,83	19
48	DGB Önemli Sektörler	29,43,44,47,48,49,50,52,62,67,68,72,83	13
	DGB Önemli Olduğu Sektörler	1,6,8,9,36,42,47,48,49,50,51,52,54,56,58,62,64,65,71,73,79,80	22
	TGB Önemli Sektörler	7,8,29,32,33,38,43,44,47,49,52,55,62,66,67,68,72,73,75,77,83	21
52	DGB Önemli Sektörler	33,36,37,38,43,44,47,48,52,53,62,67,68,72,77,83	16
	DGB Önemli Olduğu Sektörler	3,6,7,8,9,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,62,63,64,65,71,72,73,76,83,84	26
	TGB Önemli Sektörler	7,8,9,29,32,33,36,37,38,43,44,47,48,53,62,66,67,68,72,75,77,83	22
62	DGB Önemli Sektörler	6,7,32,48,52,62,72	7
	DGB Önemli Olduğu Sektörler	1,3,6,7,8,9,11,13,14,18,20,21,22,24,25,26,27,28,29,30,31,33,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,52,56,57,58,59,62,64,66,67,68,69,70,71,76,77,78,80,84,85,86,88,89	59
	TGB Önemli Sektörler	6,7,32,33,43,44,48,52,55,66,67,68,72,73,75,77,78,83	18

Tablo 78'i yine 46 nolu sektör için yorumlarsak;

46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörünün doğrudan geri bağlantılı olduğu sektör sayısı 16'dır. Bu sektörlerin kısmî doğrudan geri bağlantı katsayıları, 46 nolu sektörün doğrudan geri bağlantı katsayısının ortalamasından daha büyüktür. Bu önemli sektörler (tabloda "DGB Önemli Sektörler" olarak ifade edilmiştir); 9 nolu Taşocakçılığı ve Diğer Madencilik sektörü, 32 nolu Kok Kömürü, Rafine Edilmiş Petrol Ürünleri ve Nükleer Yakıt İmalatı sektörü, 33 nolu Ana Kimyasal Maddelerin İmalatı sektörü,..., 77 nolu Mali Aracı Kuruluşlar ve Bunlara Yardımcı Faaliyetler sektörleridir...

Tabloda "DGB Önemli Olduğu Sektörler" ifadesi ise 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörünün hangi sektörde önemli bir girdi tedarikçisi olduğunu göstermektedir. Burada ise 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörünün ilgili sektörün doğrudan geri bağlantı katsayısının ortalamasının üzerinde bir kısmî doğrudan geri bağlantısına sahip olması şartı aranmaktadır. Tablo 78'den ise 46 nolu sektörün 6 adet sektörde ortalamasının üzerinde bir

<sup>25</sup> Tablo 78'de önemli sektörlerin sıralaması katsayıların büyüklüğüne göre değil, sektör kodlarına göre yapılmıştır. "Önemli Katsayılar" hesaplanırken ilgili hücre değeri (ilgili kısmî bağlantı katsayısının bulunduğu hücre) ortalamadan büyükse sektör "önemli" olarak işaretlenmekte, ortalamadan küçükse boş bırakılmaktadır.

kısmî bağlantı katsayısı ile önemli girdi tedarikçisi olduğu görülmektedir. Bu sektörler ise 6 nolu Maden Kömürü, Linyit ve Turba Madenciliği ve Çıkarımı sektörü, 8 nolu Metal Cevheri Madenciliği sektörü, 9 nolu Taşocakçılığı ve Diğer Madencilik sektörü, 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörü, 65 nolu İnşaat sektörü ve 79 nolu Gayrimenkul Faaliyetleri sektörüdür.

Tablo 78'deki "TGB Önemli Sektörler" ifadesi 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalatı sektörüne nihai talep bir birim arttığında bu sektörün toplam kısmî geri bağlantı kanalıyla üretimlerini ortalamasının üzerinde tetiklediği sektörleri göstermektedir. Bu niteliğe sahip (46 nolu sektörün ortalama toplam geri bağlantı katsayısından daha büyük değere sahip toplam kısmî geri bağlantı katsayılı sektörler) 19 sektör bulunmaktadır. Bu sektörler ise; 7 nolu Tetkik ve Araştırma Hariç, Petrol ve Gaz Çıkarımı ve Bunlarla İlgili Hizmet Faaliyetleri ile Uranyum ve Toryum Cevheri Madenciliği sektörü, 8 nolu Metal Cevheri Madenciliği Sektörü, 9 nolu Taşocakçılığı ve Diğer Madencilik sektörü,..., 83 nolu Diğer İş Faaliyetleri sektörleridir.

Son olarak, toplam geri bağlantı için yapılan hesaplamada sektörün kendisinin kısmî bağlantı katsayısı (bu katsayı her zaman 1'den büyük olacağı ve ortalamayı saptıracağı için) ortalamaya dahil edilmemiştir.

#### 6.4.5. ENEK Sektörlerinin İthalata Bağımlılığı

I/O tabloları kullanılarak yapılabilecek bir diğer analiz de sektörlerin girdi teminlerindeki ithalat bağımlılığıdır. Bunun için 2002 yılına ait İthalat Tablosu kullanılarak her bir sektör için ithal girdi kullanımlarının toplam üretim değeri içindeki payları ile ithalat yapılan sektörlerin büyüklüğüne göre sıralaması Tablo 79'da verilmiştir.

**Tablo 79: İlgili Sektörlerin Kısmî İthalat Doğrudan Geri Bağlantı Katsayıları**

Sektör		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
46	Katsayı	0.0912	0.0300	0.0074	0.0064	0.0063	0.0034	0.0027	0.0017	0.0015	0.0015	0.1649
	NACE Kodu	43	44	46	47	33	32	38	48	9	77	
48	Katsayı	0.0655	0.0355	0.0152	0.0080	0.0079	0.0037	0.0035	0.0034	0.0029	0.0026	0.1664
	NACE Kodu	48	43	44	47	52	49	33	55	50	29	
52	Katsayı	0.0616	0.0198	0.0156	0.0146	0.0144	0.0086	0.0059	0.0052	0.0046	0.0046	0.1813
	NACE Kodu	52	44	53	43	33	38	48	62	47	37	
62	Katsayı	0.1220	0.0092	0.0080	0.0048	0.0026	0.0016	0.0007	0.0006	0.0004	0.0004	0.1529
	NACE Kodu	7	6	48	32	52	78	44	43	83	62	

Tablo 79 bulgularını 46 nolu sektör için yorumlarsak;

Sektörün bir birim üretim değeri içinde ithal girdilerin payı 0.1649'dur. Sektörün en fazla ithal girdi kullandığı tedarikçi sektör, 0.0912'lik katsayı ile 43 nolu Demir-Çelik Ana Sanayii sektörüdür. İkinci sırada 0.0300'lük katsayı ile 44 nolu Demir-Çelik Dışındaki Ana Metal sanayii sektörü yer almaktadır. Üçüncü sırayı ise 0.0074'lük katsayı ile 46 nolu sektörün kendisi almaktadır.

Tablo 79'da toplam üretim değeri içindeki ithalat doğrudan geri bağlantı katsayıları verilen sektörlerin kullandıkları ara girdiler içindeki paylarını da özet olarak görebilmek amacıyla Tablo 80 hazırlanmıştır.

**Tablo 80: İlgili Sektörlerin İthal Girdilerinin Ara Girdiler İçindeki Payı**

Sektör Sıra No	İthal Girdi Katsayısı (1)	Doğrudan Girdi Katsayısı (2)	İthal Girdi/Toplam Ara Girdi (1)/(2) (%)
46	0.1649	0.6747	24.4
48	0.1664	0.6490	25.6
52	0.1813	0.7072	25.6
62	0.1529	0.6976	21.9

Tablo 80'den ENEK sektörlerinden 52 nolu Başka Yerde Sınıflandırılmamış Elektrikli Makine ve Cihazların İmalatı sektörü ile 48 nolu Genel Amaçlı Makine İmalatı sektörü ara girdilerinin yüzde 25.6'sını ithal yoluyla karşılayarak en fazla ithal girdiye bağımlı (ithal girdi maliyetinin ara girdiler içinde payı en yüksek olan) sektörler olduğu görülmektedir. 46 nolu Metal Yapı Malzemeleri İmalatı; Tank, Sarnıç, Metal Muhafaza ile Kalorifer Kazanı ve Radyatör İmalatı; Buhar Kazanı İmalatı, Merkezi Kalorifer Kazanları Hariç İmalat sektörünün ithal girdi payı ise yüzde 24.4'tür. Dördüncü ve son sırada yer alan ve 62 nolu Elektrik Üretimi, İletimi ve Dağıtım İmalatı sektöründe ise ithal girdilerin toplam ara girdiler içindeki payı yüzde 21.9'dur.

Tablo 79 ve Tablo 80 bulguları birlikte değerlendirilerek, 2002 yılı verilerinden hareketle hesaplanan ithal bağımlılıklarının (aynen devam etse dahi) bölgede oluşturulacak ENEK neticesinde de devam edeceği söylenebilir. Bu noktada, ENEK sektörlerinin yalnızca kendilerine (4 sektör) odaklanarak geliştirilecek bir yapılanma girdi tedariki ve girdileri üretecek sektörlerin dikkate alınmasını da zorunlu kılacaktır. Aksi takdirde, nihai sektörün ortaya çıkaracağı katma değerle sınırlı kalacak bir etki ortaya çıkacak, bölgedeki istihdamı, iş hayatını, kısaca katma değer zincirini tetiklemesi amacıyla gerçekleştirilecek yatırımlar düşünülen çabalar istenilen sonucu tam olarak veremeyecektir.

## 7. TR72 BÖLGESİ İMALAT SANAYİNİN YAPISAL DURUMUNUN ANALİZİ

### 7.1. Sektörün Bölgedeki Mevcut Durumu

Sektörün geniş bir alanda faaliyet göstermesi ve bu nedenle ürün yelpazesinin genişliği, ayrıca sektöre yönelik envanterin bulunmaması gibi nedenlerden dolayı Bölge bazında veri sağlama konusunda önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Sektörün bölgesel durumunu ortaya koymak açısından en sağlıklı veri kaynağı olarak bölgesel kayıtlar dikkate alınmıştır.

OSB kayıtlarında, Bölgenin sektöre yönelik alt bazda üretim yapan firmaları ve bu sektörlerle ilişkin TR72 Bölgesinde enerji ekipmanları imalatında faaliyet gösterebilen ve/veya -ürün gamı nedeniyle- gösterebilecek firmalar Tablo 81'de verilmektedir.

Bölgede enerji ekipmanları imalatına yönelik sektörlerde üretim yapan firmalar faaliyet kolları bazında dağılımı incelendiğinde; 24 nolu Ana Metal Sanayi, 25 nolu Fabrikasyon metal ürünleri imalatı, 27 nolu Elektrikli teçhizat imalatı, 28 nolu Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı sektörlerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

***Bölgenin sanayi yapısı göz önüne alındığında enerji ekipmanları imalatı sektörünün bölgede gelişmeye açık ve potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir.***



**Tablo 81: TR72 Bölgesinde Enerji Ekipmanları İmalatına Yönelik Faaliyet Gösteren Firmalar (Adet) – 2013**

Firma Adı	İli	Sektörü	Üretim Konusu
1 Akropol Endüstri Makinaları Ltd. Şti.	Kayseri	Makine	Kalorifer Kazanları, Basıncılı Kaplar, Yakıt ve Su Tankları, Soğutma Cihazları...
2 Aktas Isı San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Sivas	Makine	Kalorifer Kazanları
3 Alpan Profil	Sivas	Demir-çelik	Alüminyum Profil
4 Aral Mak. Madeni Eşya San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Kayseri	Makine	Kat kaloriferi Sobası, Kazanı, Alüminyum Radyatör
5 Ar-El Kablo Plastik San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Topraklı Fişli Kablo, Elektrik Komutatör Anahtarı ve Pls. Aksam ve Parçaları, Kablo G.
6 Ayçelik Isı Ltd. Şti.	Sivas	Makine	Kalorifer Kazanı
7 Ay-Yılmaz Elektrik	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Elektrik Bobinaj ve Tesilat
8 Bay-Pan Pano İmalatı	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Elektrik Panosu
9 Dinler Isı Metal San. Ve Tic. AŞ	Kayseri	İnşaat Yapı Malz.	Güneş Enerjisi, Sıcak Su Deposu, Kollektör Üretimi
10 E.K.M. Gid. Mak. San. Tic. Ltd. Şti.	Kayseri	Makine	Buhar ve Sıcak Su Kazanları, Hidrofor, Boyler, Eşanjör, Yakıt, Cr-Ni Tankları, Kablo Mak.
11 Eraslan Termosifon	Kayseri	İnşaat Yapı Malz.	Güneş Enerjisi
12 Erensan Isı Tekniği San. Ve Tic. AŞ	Yozgat	Makine	Kazan
13 Ezinç Metal San. Ve Tic. AŞ	Kayseri	İnşaat Yapı Malz.	Güneş Enerjisi Sistemleri, Güneş Kollektörü, Boyler, (Emaye) Alüminyum radyatör
14 Güven Müh. Mak. Kim. El. San. Tic. Ltd. Şti.	Kayseri	Makine	Mak., Yedek Parça ve Otomasyon Sistemi, Kablo Mak., CNC İşleme Merkezi, Konveyör
15 Gökçeler Mak. San. Tic. Ltd. Şti.	Sivas	Makine	Makine İmalatı
16 Has Çelik ve Halat San. Tic. AŞ	Kayseri	Metal Ürünler	Alüminyum İletken, Kablo, Bakır İletkenli; Al. İletkenli Alçak ve Orta Gerilim Kablosu
17 Hedef Kablo Elektrik Plastik San. Tic. AŞ	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Elektrik Kablosu Çeşitleri
18 Hes Hacılar Elektrik San. Tic. AŞ	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Enerji Kabloları, Haberleşme Kabloları, Fiber Optik Kablo...
19 Isısan Isı San. Ve Tic. AŞ	Kayseri	Makine	LPG Taşıma ve Stoklama Tankları, Çeşitli Stoklama ve Taşıma Tankları
20 İlsan Makine Sanayi	Kayseri	Metal Ürünler	Makine Şase ve Kaportaları, Basıncılı ve Basıncısız Sıvı ve Hava Tankları...
21 Kalorisan Ltd. Şti.	Kayseri	Makine	Sıcak Su Kazanı, Buhar Kazanı, Yakıt Tankı
22 Karpanel San ve Tic. Ltd. Şti.	Sivas	Dem. Dışı Metaller	Havalandırma
23 Korkmaz Havalandırma San. Tic. Ltd. Şti.	Sivas	Dem. Dışı Metaller	Havalandırma
24 Kum Elektrik Elektronik Ltd. Şti.	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Elektrik Panosu
25 Mete Elektrik Elektronik Otomasyon Sis.	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Makine Kumanda Panoları, Güç Kaynakları, Trafolar
26 Özgün Isı Ltd. Şti.	Kayseri	İnşaat Yapı Malz.	Güneş Enerji Deposu, Kolektörler, Güneş Enerji Boyleri
27 Özmercan Elektrik Tic. San. Ltd. Şti.	Sivas	Dem. Dışı Metaller	Elektrik Direği
28 Öz-Ulaş Elektrik Tic. San. Ltd. Şti	Sivas	Dem. Dışı Metaller	Elektrik Direği
29 Özkan Güneş Enerji Sistemleri Ltd. Şti.	Kayseri	İnşaat Yapı Malz.	Güneş Enerji Sistemleri
30 Özkan Krom Depo İmalatı Ltd. Şti.	Kayseri	İnşaat Yapı Malz.	Güneş Enerji Sistemleri
31 Özel Kazan Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.	Yozgat	Makine	Kazan
32 Parak Teknik Makine Tic. Ltd. Şti.	Kayseri	Makine	Ağır Makine Sanayi, Yedek Parça İmalat ve Tadilat
33 SBB Vana Ltd. Şti.	Sivas	Demir-çelik	Vana İmalatı
34 Seferoğlu Elektrik Ltd. Şti.	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Pano, Proje, Taahhüt
35 Star Elektrik Ltd. Şti.	Kayseri	Elektrik-Elektronik	Elektronik Kart Tasarımı, PLC Kontrollü Otomasyon ve LED Aydınlatma
36 Servonom Teknolojik Mak. El. Danış. AŞ	Kayseri	Makine	Teknolojik Makinalar ve Cihazlar, CNC Endüstriyel Lazer, CNC Plazma...

**Kaynak: OSB Kayıtları**

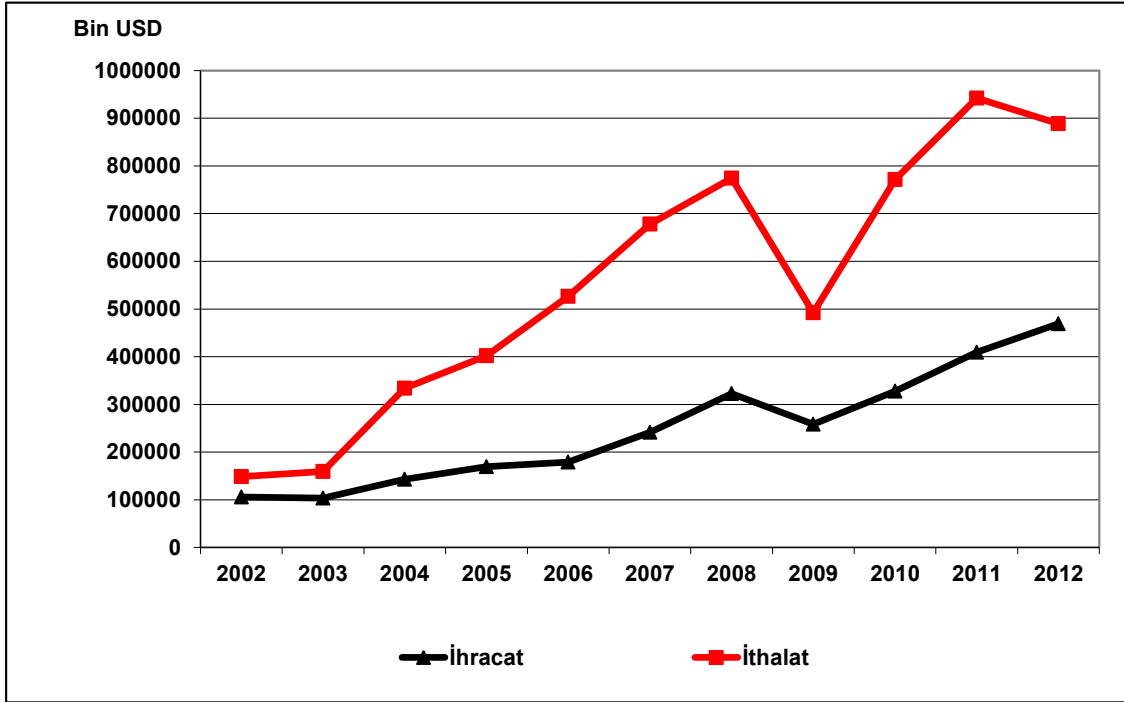
## 7.2. Dış Ticaret

TR72 Bölgesi enerji ekipmanları imalatını gerçekleştiren sektörlere ait ISIC Rev.3 bazında dış ticaret pozisyon numaraları aşağıda verilmektedir.

2710	Demir-çelik ana sanayi
2720	Demir-çelik dışındaki ana metal sanayi
2811	Metal yapı malzemeleri
2812	Tank, sarnıç ve metal muhafazalar
2813	Buhar kazanı (merkezi kalorifer kazanları hariç)
2899	Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya
2911	İçten yanmalı motor ve türbin; (uçak, motorlu taşıt ve motosiklet motorları hariç)
2912	Pompa, kompresör, musluk ve vana
2913	Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı
2914	Sanayi fırını, ocak ve ocak ateşleyiciler
2915	Kaldırma ve taşıma teçhizatı
2919	Diğer genel amaçlı makineler
3110	Elektrik mororu, jeneratör, trasformatörler
3120	Elektrik dağıtım ve kontrol cihazları
3130	İzole edilmiş tel ve kablolar
3140	Akümülatör, pil ve batarya
3150	Elektrik ampulü ve lambaları ile aydınlatma teçhizatı
3190	Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli teçhizat
3210	Elektronik valf ve elektron tüpleri ile diğer elektronik parçalar

TR72 Bölgesinin sektörel dış ticaret hacmi incelendiğinde (ISIC Rev.3 bazında), 2002 yılında 254,2 milyon USD seviyesinde olan dış ticaret hacminin 2003 yılından itibaren (2009 yılı hariç) sürekli artış göstererek, 2012 yılında 1,357 milyon USD'nin üzerine çıktığı ve 2012 yılı itibarıyla ise 9 milyon USD seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir. Bölge sektörel dış ticaret hacminin ağırlıklı kısmını ihracat (%52.5) oluştursa da, ihracatın direkt enerji ekipmanları olarak gerçekleştiğini söylemek doğru olmayacaktır. Örneğin, ihracatın büyük kalemlerinden olan demir-çelik sektörü, demir-çelik dışındaki ana metal sanayi ve başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya sektörlerinin ürünlerinin ne kadarının enerji ekipmanlarından oluştuğu ölçülememektedir.

Şekil 31: TR72 Bölgesi Dış Ticareti (1,000 USD)



### 7.2.1.İhracat

TR72 Bölgesi enerji ekipmanları sektörü ihracatı incelendiğinde ihracatın yıllar itibarıyla sürekli artış gösterdiği dikkati çekmektedir. Nitekim 2002 yılı itibarıyla 105,836,480 USD olan ihracat değeri, 2002-2012 dönemini kapsayan 10 yıllık süre içerisinde, 3.4 kat artış göstererek 468,977,247 USD olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde Türkiye geneli enerji ekipmanları alt sektörleri ihracatı ise 4.6 kat artış göstermiştir.

Tablo 82: TR72 Bölgesi Enerji Ekipmanları Sektörü İhracatının Gelişimi (Bin USD)

Yıllar	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72		TÜRKİYE	
				Değer	Değişim %	Değer	Değişim %
2002	101,115	4,131	591	105,836	-	2,831,021	-
2003	97,676	4,545	1,206	103,426	-2.3	3,342,416	18.1
2004	136,241	4,883	1,526	142,650	37.9	6,049,737	81.0
2005	161,331	6,674	1,153	169,158	18.6	5,827,036	-3.7
2006	168,949	8,687	1,257	178,893	5.8	7,239,269	24.2
2007	228,030	11,481	1,798	241,309	34.9	9,585,832	32.4
2008	307,120	14,517	1,149	322,786	33.8	16,841,632	75.7
2009	243,811	13,625	927	258,364	-20.0	9,081,057	-46.1
2010	309,552	17,193	890	327,635	26.8	10,199,467	12.3
2011	389,924	18,865	740	409,529	25.0	12,836,901	25.9
2012	442,673	20,891	5,414	468,977	14.5	13,100,058	2.1
<b>2002-2012</b>							
<b>Ort. Yıllık Artış (%)</b>	<b>17.5</b>	<b>18.3</b>		<b>17.5</b>		<b>22.2</b>	

Kaynak: TÜİK

Bölge genelinden yapılan sektör ürünleri ihracatının Türkiye içindeki payı incelendiğinde, 2002 yılında yüzde 3.7 olan payın, 2012’de yüzde 3.6 düzeyinde gerçekleştiği; aynı dönem itibarıyla Bölgeden yapılan ihracatın, hemen her yıl yüzde 95’inin Kayseri ilinden yapılan ihracattan oluştuğu görülmektedir.

Bölgeden yapılan enerji ekipmanları ihracatı 10 yıllık dönemde ortalama yıllık yüzde 17.5 oranında artarken, ülke genelinde sektör ihracatı yüzde 22.2 artmıştır.

### 7.2.2. İthalat

TR72 Bölgesi enerji ekipmanları sektörü ithalatı incelendiğinde, son 10 yıllık dönemde bazı yıllar düşüş gösterse de yıllık ortalama yüzde 24.8 oranında artış kaydedilmiştir. Nitekim 2002 yılı itibarıyla 148 milyon USD olan ithalat değeri, 2011 yılında en yüksek seviyesi olan 942 milyon USD’ye ulaşırken, 2012’de 888 milyon USD olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 83: TR72 Bölgesi Enerji Ekipmanları Sektör Ürünleri İthalatının Gelişimi (Bin USD)**

Yıllar	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72		TÜRKİYE	
				Değer	Değişim %	Değer	Değişim %
2002	146,609	1,422	330	148,362	-	11,029,908	-
2003	158,319	221	665	159,205	7.3	14,532,570	31.8
2004	332,191	315	1,160	333,666	109.6	21,372,071	47.1
2005	398,570	2,746	866	402,181	20.5	25,542,419	19.5
2006	520,565	4,823	1,275	526,663	31.0	31,003,191	21.4
2007	669,686	7,061	1,265	678,013	28.7	39,806,533	28.4
2008	765,001	8,189	1,356	774,546	14.2	45,558,018	14.4
2009	484,129	7,120	971	492,220	-36.5	29,224,718	-35.9
2010	759,776	7,828	3,910	771,514	56.7	37,482,115	28.3
2011	928,252	7,324	6,620	942,196	22.1	48,565,320	29.6
2012	880,718	6,628	1,053	888,398	-5.7	47,822,516	-1.5
<b>2002-2012 Ort. Yıllık Artış (%)</b>	<b>24.9</b>	<b>84.9</b>	<b>46.4</b>	<b>24.8</b>		<b>18.3</b>	

**Not:** ISIC Rev 3 bazında incelenmiştir.

**Kaynak:** TÜİK

Bölge genelinde enerji ekipmanları imalatı sektöründe yapılan ithalat düzeyi yıllar itibarıyla ve dönemsel olarak yüksek bir artış göstermesine rağmen, sektörün ülke genelindeki toplam ithalat içindeki payı hâlâ çok düşük seviyede bulunmaktadır. Nitekim 2002 yılı itibarıyla Bölge

ithalatının toplam ithalat içerisinde yüzde 1.3 olan bu pay 2012’de ancak yüzde 1.9 olarak gerçekleşmiştir.

Bölgeden yapılan enerji ekipmanları ithalatı içerisinde Kayseri ili ön planda olup, 2012 yılı itibarıyla Bölge genelinde gerçekleşen sektör ithalatının yüzde 99’u Kayseri’ye aittir.

### 7.2.3. Dış Ticarete Rekabet Gücü<sup>26</sup>

Dış ticaretteki rekabet gücü analizlerinin temel yaklaşımı, bir ülkenin başka bir ülkeye veya ülkeler grubuna göre belirlenmiş bir mal (sektör) bazında rekabet gücü olup olmadığını belirlemektir. Bu çalışmada, illerin enerji ekipmanları imalat sektörünün birbirlerine karşı sektördeki göreceli rekabet gücünü belirlemeyi ve sıralayabilmeyi hedeflemektedir. Çalışmada rekabet gücü, açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler (Revealed Comparative Advantages - RCA) yaklaşımına göre incelenmiş ve aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir;

$$RCA = \ln (X_{ij} / X_{it}) - \ln (X_{nj} / X_{nt}) - \ln (M_{ij} / M_{it}) + \ln (M_{nj} / M_{nt})$$

Burada X ihracatı, M ithalatı, i bir ili ve /veya bölgeyi, j sektörü, t sektör toplamını, n ise Türkiye’yi temsil etmektedir. Dolayısıyla  $(X_{ij} / X_{it})$  herhangi bir ildeki ve /veya bölgedeki j sektör toplam ihracatının, il ve /veya bölge toplam ihracatına oranını ifade ederken,  $(X_{nj} / X_{nt})$  Türkiye’deki j sektör toplam ihracatının Türkiye toplam ihracatına oranını göstermektedir. Aynı şekilde bu tanımlar ithalat (M) değişkeni için de yapılabilir.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen RCA formülü bazında enerji ekipmanları imalat sektörü için illerin ve/veya bölgelerin birbirlerine göre dış ticaretteki göreceli rekabet üstünlükleri hesaplanırken, sektörün Türkiye geneli için rekabet gücüne sahip olup olmadığı ölçülmektedir. Dolayısıyla, iller ve /veya bölgeler birbirleri ile karşılaştırılarak, il ve bölge bazında enerji ekipmanları imalat sektörünün rekabet gücü hakkında bilgi verilmektedir.

Enerji ekipmanları imalatına yönelik alt sektörler aşağıda verilmektedir.

---

<sup>26</sup> Bu bölüm Mustafa ŞİMŞEK tarafından hazırlanmıştır.

2710 Demir-çelik ana sanayi

2720 Demir-çelik dışındaki ana metal sanayi

2811 Metal yapı malzemeleri

2812 Tank, sarnıç ve metal muhafazalar

2813 Buhar kazanı (merkezi kalorifer kazanları hariç)

2899 Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya

2911 İçten yanmalı motor ve türbin; (uçak, motorlu taşıt ve motosiklet motorları hariç)

2912 Pompa, kompresör, musluk ve vana

2913 Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı

2914 Sanayi fırını, ocak ve ocak ateşleyiciler

2915 Kaldırma ve taşıma teçhizatı

2919 Diğer genel amaçlı makineler

3110 Elektrik motoru, jeneratör, transformatörler

3120 Elektrik dağıtım ve kontrol cihazları

3130 İzole edilmiş tel ve kablolar

3140 Akümülatör, pil ve batarya

3150 Elektrik ampülü ve lambaları ile aydınlatma teçhizatı

3190 Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli teçhizat

3210 Elektronik valf ve elektron tüpleri ile diğer elektronik parçalar

**Tablo 84: TR72 Bölgesi Enerji Ekipmanları Sektörü Dış Ticaretle Rekabet Gücü Analizi (RCA)**

Kod	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2002-2012ort.	2002-2007ort	2008-2012ort	Eğilim
2710	-1.9	-1.7	-2.0	-1.8	-1.8	-1.9	-1.9	-1.5	-1.7	-2.0	-2.0	-1.8	-1.8	-1.8	0.0
2720	-1.0	-0.7	-1.3	-1.5	-1.4	-1.5	-2.1	-2.9	-2.1	-2.1	-3.2	-1.8	-1.2	-2.5	-1.3
2811	0.4	0.3	1.0	1.2	1.4	0.8	0.9	0.5	0.3	0.8	1.1	0.8	0.8	0.7	-0.1
2812	2.7	1.3	4.6	2.9	3.6	3.6	1.1	2.0	1.2	1.4	3.1	2.5	3.1	1.8	-1.4
2813	2.1	4.1	-0.2	-0.5	0.3	0.3	1.2	4.6	0.6	5.0	1.2	1.7	1.0	2.5	1.5
2899	2.0	2.2	2.4	2.7	2.1	1.8	1.7	0.7	0.7	1.6	1.7	1.8	2.2	1.3	-0.9
2911	-0.5			-5.1	-2.1	-0.4	1.0		-1.8	-6.1	-2.7	-2.2	-2.0	-2.4	-0.4
2912	-2.7	-1.8	-3.0	-1.8	-2.0	-1.5	-0.7	-1.4	-2.0	-2.0	-2.3	-1.9	-2.1	-1.7	0.4
2913	2.7	2.7	2.9	3.1	3.3	2.9	3.1	3.6	3.6	2.1	2.9	3.0	2.9	3.1	0.1
2914	-0.1	-0.7	0.9	0.6	0.9	-1.1	-0.3	1.9	-0.4	-1.0	-2.1	-0.1	0.1	-0.4	-0.5
2915	-4.1	-2.4	-2.2	-1.4	-1.0	-0.3	-0.9	-1.7	-2.7	-1.5	-1.8	-1.8	-1.9	-1.7	0.2
2919	0.5	0.2	0.7	0.4	1.8	0.9	0.4	1.3	-0.1	0.2	0.3	0.6	0.8	0.4	-0.3
3110	-5.2	-3.1	-4.3	-2.0	-1.6	-2.7	-3.9	-2.3	-2.4	-2.5	-2.0	-2.9	-3.2	-2.6	0.5
3120	-1.5	-1.2	-1.3	-0.7	-0.4	-0.1	-2.7	-1.3	-2.5	-0.8	-1.8	-1.3	-0.9	-1.8	-0.9
3130	3.5	2.0	2.0	2.8	2.4	2.0	1.6	1.3	1.5	1.7	1.8	2.1	2.5	1.6	-0.9
3140	-2.2	-3.6	-1.1	-1.1	-0.9	-0.8	0.1	-0.9	0.0	0.1	-0.3	-1.0	-1.6	-0.2	1.4
3150	0.2	-0.5	-0.2	-1.0	-0.7	-0.6	-0.9	-1.2	-1.2	-1.0	-0.7	-0.7	-0.5	-1.0	-0.5
3190	-3.0	-5.0	-5.2	-1.9	-3.5	-3.1	-2.7	-1.8	-2.5	-3.2	-2.1	-3.1	-3.6	-2.5	1.2
3210	-0.5	0.9	1.3	-1.1	1.9	-0.2	0.7	-1.2	-5.0	-3.1	0.2	-0.5	0.4	-1.7	-2.1

**Not:** il, bölge ve sektörün Rekabet gücü değerlendirilirken aşağıdaki kıstas dikkate alınmıştır;

**il ve Bölgeler için ( $RCA_{bölge}$ );** (bölge değişken sektör sabit)

RCA > 0 ise il ve bölgedeki sektör, Türkiye geneline göre rekabet gücü taşıyor,

**Kaynak:** TÜİK verilerinden hareketle, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. ESAM Müdürlüğü çalışmaları

**Tablo 85: Türkiye’de Enerji Ekipmanları Sektörü Dış Ticarete Rekabet Gücü Analizi (RCA)**

Kod	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2002-2012ort.	2002-2007ort	2008-2012ort	Eğilim
2710	61.0	40.2	56.2	31.7	37.2	29.3	53.9	48.9	53.6	68.6	60.5	49.2	42.6	57.1	14.5
2720	-145.8	-162.0	-158.3	-141.5	-96.2	-98.6	-26.9	39.1	-26.1	-65.6	47.6	-75.9	-133.7	-6.4	127.3
2811	65.9	174.4	201.2	200.2	219.3	223.2	217.6	244.9	242.9	226.0	239.1	205.0	180.7	234.1	53.4
2812	69.9	94.0	108.4	106.5	97.8	126.4	137.5	166.4	164.1	159.8	164.7	126.9	100.5	158.5	58.0
2813	-305.8	-153.8	-50.4	-34.5	-73.0	-67.0	-91.5	-154.0	-132.9	-21.9	-164.5	-113.6	-114.1	-112.9	1.1
2899	77.9	85.1	82.5	84.7	86.3	82.5	81.3	77.5	92.4	109.0	99.2	87.1	83.2	91.9	8.7
2911	-306.6	-253.1	-183.6	-129.8	-160.6	-153.3	-143.9	-262.1	-254.4	-250.1	-265.4	-214.8	-197.9	-235.2	-37.3
2912	-88.0	-95.2	-93.4	-78.7	-72.9	-56.0	-55.1	-67.2	-53.7	-45.8	-46.3	-68.4	-80.7	-53.6	27.1
2913	-82.1	-72.9	-65.6	-58.3	-63.2	-59.1	-62.4	-86.0	-60.6	-42.1	-42.3	-63.1	-66.9	-58.7	8.2
2914	-152.6	-144.1	-106.3	-87.1	-66.5	-80.1	-45.9	-56.9	-37.0	-40.6	-26.4	-76.7	-106.1	-41.3	64.8
2915	-93.3	-64.4	-78.9	-73.9	-96.0	-87.3	-70.2	-62.1	-61.7	-47.8	-49.8	-71.4	-82.3	-58.3	24.0
2919	-92.7	-66.1	-61.1	-61.2	-63.1	-54.4	-38.9	-40.9	-21.6	-19.1	-37.7	-50.6	-66.4	-31.7	34.8
3110	-46.2	-28.9	-14.0	-14.7	7.4	12.7	-4.9	-32.3	-32.6	-19.3	-34.3	-18.8	-13.9	-24.7	-10.7
3120	-79.6	-62.7	-42.5	-27.5	-11.7	-12.3	-17.1	-13.7	-10.0	-1.3	-2.8	-25.6	-39.4	-9.0	30.4
3130	168.9	186.2	167.5	163.2	163.1	174.4	188.1	164.1	188.2	205.8	205.3	179.5	170.6	190.3	19.7
3140	-6.5	5.3	-14.4	-13.1	7.5	31.1	31.0	16.8	24.9	19.7	15.5	10.7	1.7	21.6	19.9
3150	-51.4	-39.0	-34.4	-20.9	-25.0	-39.9	-42.4	-30.9	-39.2	-36.8	-34.2	-35.8	-35.1	-36.7	-1.6
3190	-118.4	-133.6	-188.3	-217.6	-156.8	-115.2	-104.8	-105.2	-73.1	-58.1	-61.8	-121.2	-155.0	-80.6	74.4
3210	-373.6	-377.5	-387.4	-337.7	-291.3	-256.9	-248.9	-265.4	-237.9	-232.1	-250.4	-296.3	-337.4	-246.9	90.5

**Not:** Sektörün Rekabet gücü değerlendirilirken aşağıdaki kıstas dikkate alınmıştır;

**Sektörler için ( $RCA_{\text{sektör}}$ );** (sektör değişken ülke sabit)

$RCA \geq 50$  ise sektörün rekabet gücü yüksek,

$-50 < RCA < 50$  ise sektörün rekabet gücü sınırdadır,

$RCA \leq -50$  ise sektörün rekabet gücü düşük,

**Kaynak:** TÜİK verilerinden hareketle, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. ESAM Müdürlüğü çalışmaları



Tablo 86: Türkiye’de Enerji Ekipmanları Sektörü Dış Ticarete Rekabet Gücü Analizi (RCA) (Dönemsel)

Kod	2002-2007 ort.					2008-2012 ort.					2002-2012 ort.				
	TR	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72	TR	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72	TR	Kayseri	Sivas	Yozgat	TR72
2710	43	-1.9	-1.8	-2.0	-1.8	57	-1.8	-1.8	2.2	-1.8	49	-1.8	-1.8	-0.2	-1.8
2720	-134	-1.2	0.7	4.4	-1.2	-6	-2.5	1.9	2.0	-2.5	-76	-1.8	1.4	3.2	-1.8
2811	181	0.8	3.0		0.8	234	0.7	1.5	-0.8	0.7	205	0.7	2.2	-0.8	0.8
2812	101	3.1	6.0		3.1	159	1.8	-3.9	1.3	1.8	127	2.5	-0.6	1.3	2.5
2813	-114	0.1			1.0	-113	0.9		4.6	2.5	-114	0.4		4.6	1.7
2899	83	2.2	1.3	3.6	2.2	92	1.4	-3.6	4.4	1.3	87	1.8	-1.4	3.9	1.8
2911	-198	-2.0			-2.0	-235	-2.4			-2.4	-215	-2.2			-2.2
2912	-81	-2.3	-1.5	-1.4	-2.1	-54	-2.0	1.8	1.2	-1.7	-68	-2.1	0.0	-0.4	-1.9
2913	-67	-2.1	4.9	0.6	2.9	-59	-2.2	3.9		3.0	-63	-2.2	4.5	0.6	3.0
2914	-106	0.3	0.2		0.1	-41	-0.3	-3.0		-0.4	-77	0.0	-1.1		-0.1
2915	-82	-2.0	-2.0		-1.9	-58	-1.7	-2.9		-1.7	-71	-1.9	-2.5		-1.8
2919	-66	0.8	-1.8	-3.2	0.8	-32	0.4	1.4	-1.8	0.4	-51	0.6	-0.2	-2.3	0.6
3110	-14	-3.2	-1.9	-1.5	-3.2	-25	-2.7	-2.5	-1.7	-2.6	-19	-3.0	-2.4	-1.6	-2.9
3120	-39	-0.9	0.4	-1.0	-0.9	-9	-1.8	-1.2	-0.9	-1.8	-26	-1.3	-0.5	-1.0	-1.3
3130	171	2.5	0.3	-1.8	2.5	190	1.6	-3.1	-2.3	1.6	180	2.1	-2.4	-2.0	2.1
3140	2	-1.6			-1.6	22	-0.2			-0.2	11	-1.0			-1.0
3150	-35	-0.5	4.6	-4.1	-0.5	-37	-1.0	0.6	0.8	-1.0	-36	-0.7	1.9	-1.9	-0.7
3190	-155	-3.2	-5.4	-4.6	-3.6	-81	-1.8	-8.0	-1.0	-2.4	-121	-2.6	-7.0	-2.0	-3.1
3210	-337	0.2			0.4	-247	-0.9	2.2	0.0	-1.7	-296	-0.3	2.2	0.0	-0.5

Not: il, bölge ve sektörün Rekabet gücü değerlendirilirken aşağıdaki kıstas dikkate alınmıştır;

**İl ve Bölgeler için ( $RCA_{bölge}$ );** (bölge değişken sektör sabit)

$RCA > 0$  ise il ve bölgedeki sektör, Türkiye geneline göre rekabet gücü taşıyor,

**Sektörler için ( $RCA_{sektor}$ );** (sektör değişken ülke sabit)

$RCA \geq 50$  ise sektörün rekabet gücü yüksek,

$-50 < RCA < 50$  ise sektörün rekabet gücü sınırdadır,

$RCA \leq -50$  ise sektörün rekabet gücü düşük,

**Kaynak:** TÜİK verilerinden hareketle, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. ESAM Müdürlüğü çalışmaları

Enerji ekipmanları imalatı gerçekleştirebilecek sektörlerin alt kalemlerinin ayrıntılı bir şekilde verildiği Tablo 86'DAKi verilere göre 2002-2012 döneminde 19 kalemden sadece (kırmızıyla renklendirilen) 7 alt kalemde Bölgenin dış ticaretteki rekabet gücü uygun görünmektedir.

Bu kalemler:

- Metal yapı malzemeleri (2811)
- Tank sarnıç ve metal muhafazalar (2812)
- Buhar kazanı (merkezi kalorifer kazanları hariç) (2813)
- Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya (2899)
- Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı (2913)
- Diğer genel amaçlı makineler (2919)
- İzole edilmiş tel ve kablolar (3130)'dan oluşmaktadır.

Dış ticarete rekabet gücü Bölgeyi oluşturan iller açısından analiz edildiğinde, en yüksek rekabet gücüne sahip ilin Kayseri olduğu görülmektedir. Adı geçen ürünlerin bölgesel ihracatının yüzde 95'inin Kayseri ili tarafından gerçekleştiriliyor olması bunun en önemli göstergesidir.

2002-2012 dönemi itibarıyla yukarıda verilen 7 kalem içinde sadece 2913 nolu Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı adlı kalemde Kayseri ilinin rekabet gücünün bulunmadığı, diğer tüm kalemlerde ilin Bölge açısından lokomotif il konumunda olduğu görülmektedir.

Enerji ekipmanları imalat sektöründe TR72 Bölgesinin dış ticaretteki rekabet gücü analiz edildiğinde, Bölgenin rekabet gücüne sahip olduğu ve pozitif bir eğilim taşıdığı görülmektedir. RCA değerleri bazında bakıldığında, Bölge illerinin tamamının sektörel düzeyde rekabet gücüne sahip olduğu ve en yüksek rekabet gücünün ise Kayseri ilinde olduğu dikkati çekmektedir.

### **7.3. Eğitim Alt Yapısı**

Enerji ekipmanları imalatında bulunacak sektörler insan faktörü açısından farklı disiplinlerde eğitim görmüş ve aynı zamanda direkt sektör ile ilgili olan mühendislik hizmetlerine de ihtiyaç duymaktadır. Ar-Ge ve yenilikçilik ürünlerinin geliştirilmesinde ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında özellikle üniversite, yüksek lisans ve doktora mezunlarının en büyük katkısı yaptığı dikkate alındığında, üniversite eğitiminin yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

TÜİK, 2012 yılı verilerine göre, 15 yaş üstü nüfus içinde fakülte ve üzeri okullardan mezun olanların oranı Türkiye genelinde yüzde 11.42 iken, içinde 6 üniversiteyi barındıran TR72 Bölgesi yüzde 9.91 ile 26 Düzey 2 Bölgesi arasında 13'üncü sırada bulunmaktadır. 22 yaş üstü nüfus açısından bakıldığında ise fakülte ve üzeri mezunların oranı TR72 Bölgesi için yüzde 11.59 olup bölge düzey 2 bölgeleri arasında yine 13'üncü sırada yer almaktadır (Türkiye ortalaması yüzde 13.26'dır). Bu anlamda TR72 Bölgesinin yükseköğrenim bakımından Türkiye ortalamasının altında kaldığı söylenebilir. 22 yaş üstü nüfus içerisinde fakülte ve yüksekokul mezunlarının oranı Bölge illeri açısından analiz edildiğinde, Kayseri ilinin yüzde 12.99 oran ile Bölge ortalamasının üzerinde, Türkiye ortalamasının ise çok az altında ve iller arası sıralamada 14'üncü sırada olduğu dikkati çekerken, Sivas'ın yüzde 11.38 oran ile 36'ncı, Yozgat'ın ise yüzde 8 oran ile 76'ncı sırada yer aldığı görülmektedir.

Yükseköğrenim seviyesi bölgede düşük olmasına rağmen, Türkiye üniversite haritası incelendiğinde, Kayseri ilinin eğitim kurumlarının varlığı ve niteliği açısından Ankara, İstanbul ve İzmir'in dışında Türkiye'nin birçok iline kıyasla önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Bölgede bulunan 6 üniversitenin 4'ü Kayseri ilinde bulunmaktadır.

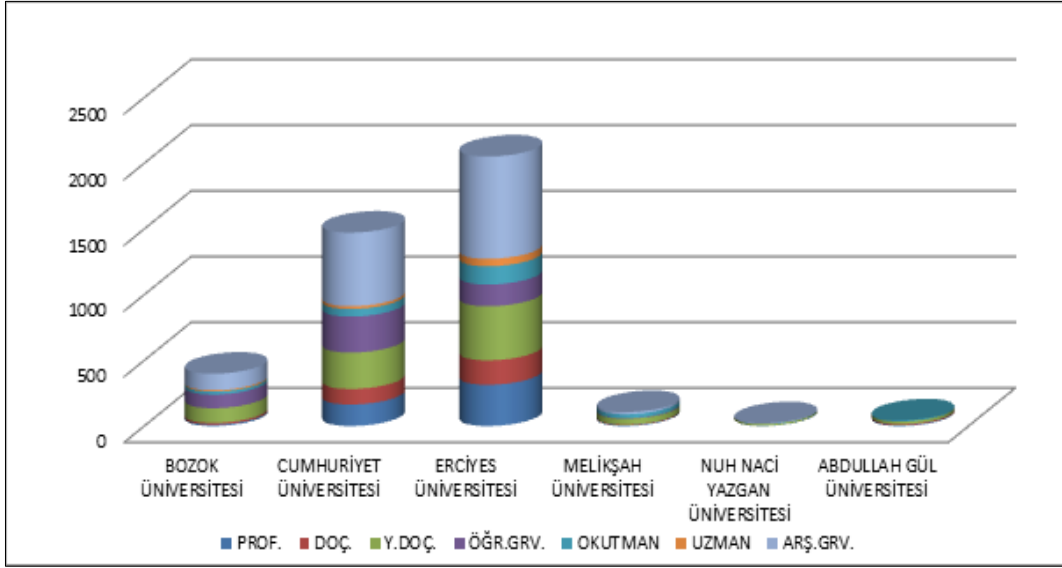
**Tablo 87: Bölgede Eğitim Veren Üniversiteler**

Üniversite	Bulunduğu İl	2011/2012 Yılı Öğrenci Sayısı	Öğretim Elemanı Başına Düşen Öğrenci Sayısı
Erciyes Üniversitesi	Kayseri	37,052	18
Cumhuriyet Üniversitesi	Sivas	33,169	23
Bozok Üniversitesi	Yozgat	8,456	21
Melikşah Üniversitesi	Kayseri	1,270	12
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	Kayseri	100	5
Abdullah Gül Üniversitesi	Kayseri	-	-

**Kaynak:** ORAN Kalkınma Ajansı

Öğretim elemanı sayısı, öğrenci sayısı ile doğru orantılı olarak, özellikle Cumhuriyet ve Erciyes Üniversitelerinde yoğunudur. Bölge genelinde Mühendislik Bilimlerine ait fakültelerde eğitim veren öğretim elemanları sayısı 462 olup, Bölge toplam eğitim elemanları sayısının yüzde 11.4'ünü oluşturmaktadır.

**Şekil 32: TR72 Bölgesi Üniversitelerde Öğretim Elemanları Dağılımı (2011/2012)**



Kaynak: ORAN Kalkınma Ajansı

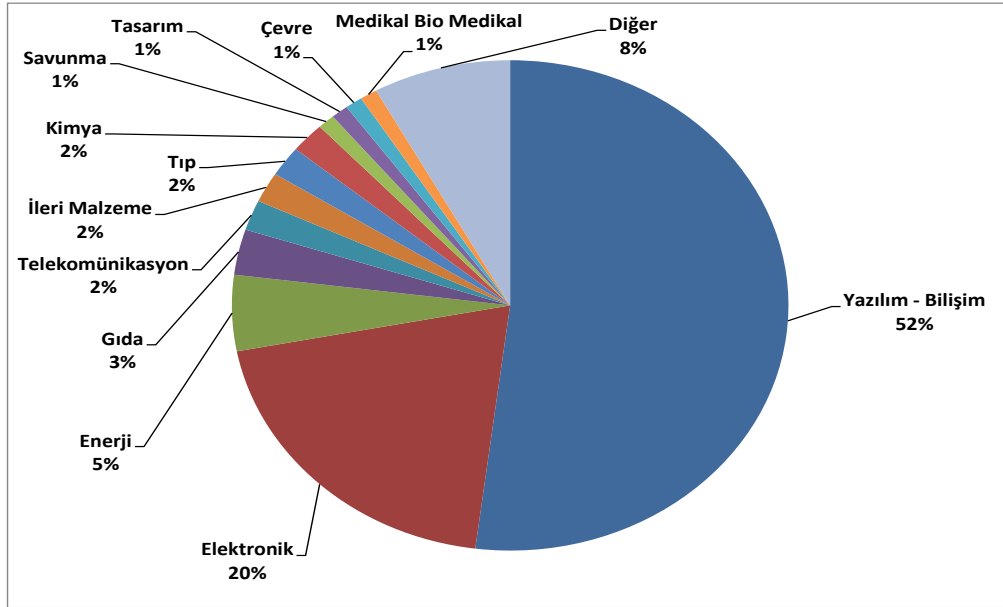
#### 7.4. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (Teknoparklar)

Üniversite ve sanayi işbirliğinin kurulmasında önemli rol oynayan Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, yani teknoparklar, 4961 sayılı kanunla “Üniversite-sanayi işbirliğinin kurumsallaşması, aynı veya değişik sektörde faaliyet gösteren yenilikçi işletmelerin bir araya gelmesinin yarattığı sinerji ile ülkemizde Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması hedeflenerek” kurulmuştur. Ülkemizde ilk teknopark 2001 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde kurulmuştur.

Türkiye’de Temmuz 2013 tarihi itibarıyla 36’sı faal, toplam 50 Teknoloji Geliştirme Bölgesi kurulmuş olup, faaliyette olan Teknoloji Geliştirme Bölgelerinden iki tanesi de TR72 Bölgesi’nde (Kayseri ve Sivas ilinde) bulunmaktadır. Kayseri ilinde 2004 yılında kurulan Erciyes Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi (Erciyes Teknopark) yaklaşık 277,074 m<sup>2</sup>’lik bir alana sahiptir. Erciyes Üniversitesi, Kayseri Organize Sanayi Bölgesi, Kayseri Sanayi Odası, Kayseri Ticaret Odası ve Bilkent Cyberpark’ın ortaklık yapısı içinde bulunduğu Erciyes Teknopark A.Ş., şehir merkezi, üniversiteler ve sanayi kuruluşlarına yakınlığının yanında, ulaşım, haberleşme, tüm alt yapı imkânlarındaki kolaylığın yanı sıra kamu kurum ve kuruluşlarına yakınlığı ile hem araştırma alanında işbirliğini arttırıcı hem de kamuyla yakın ilişkiler sağlayacak bir konumdadır.

4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Yasası kapsamında Erciyes Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi'nin yönetici şirketi olarak görev yapan Erciyes Teknopark A.Ş. ise 2005 yılında kurulmuş ve 2007 yılı Nisan ayı itibari ile aktif faaliyete geçmiştir.

**Şekil 33: Erciyes Teknopark'ta Faaliyet Gösteren Firmaların Sektörel Dağılımı (2013)**



**Kaynak:** Erciyes Teknopark A.Ş.

Erciyes Teknopark, 2013 yılı başı itibarıyla 140'ın üzerinde Ar-Ge firmasına ev sahipliği yapmakta olup, ileri teknoloji ürünü yazılımlardan, robotik sistemlere, savunma sanayisi ürünlerinden, medikal cihazlara kadar birçok alanda faaliyet gösteren Erciyes Teknopark firmaları bünyelerinde 300'den fazla nitelikli personel çalıştırmaktadır. Teknoparkta faaliyet gösteren firmaların yüzde 52 gibi önemli bir bölümü yazılım-bilişim sektöründe bulunurken, yüzde 20'si elektronik, yüzde 5'i enerji ve yüzde 3'ü de gıda sektöründe yer almaktadır. Faaliyet gösteren firmalardan 7 tanesi enerji yazılımı sektörüne ait olup, bu firmalardan sadece 1 tanesi yenilenebilir enerji konusunda proje üretirken diğerleri işyerlerinde enerji verimliliği ölçüm konusunda faaliyet göstermektedir.

150 kadar Ar-Ge projesi üzerinde çalışmalarına devam eden Erciyes Teknopark, kurulduğu günden bugüne kadar olan dönem içinde toplamda 60 milyon TL'yi aşan bir Ar-Ge cirosuna ulaşmıştır.

Sivas ilinde faaliyet gösteren Cumhuriyet Teknokent; Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Valiliği, Sivas Belediye Başkanlığı, Sivas Ticaret ve Sanayi Odası, Bilkent Üniversitesi'ne bağlı Ankara Cyberpark işbirliği ile 7 Eylül 2007'de kurulmuş olup Ankara Cyberpark ortaklığıyla faaliyetlerini yürütmektedir.

Mart 2011'de faaliyete geçen Cumhuriyet Teknokent'te 20 firma faaliyette bulunmakta ve 60 kişi istihdam edilmektedir. Teknokent'te yürütülen proje sayısı ise 23'tür.

TR72 Bölgesi'nde ayrıca Yozgat ilinde Bozok Üniversitesi bünyesinde de Teknoloji Geliştirme Bölgesi (Bozok Teknopark), 26 Temmuz 2013 tarihli ve 28719 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Bakanlar Kurulu onayıyla kurulmuştur. Halihazırda inşa halinde olan teknopark bina yatırımının 2013 yılı sonuna kadar tamamlanması planlanmaktadır.

### **7.5. Yatırım Teşvik Belgelerinin Gelişimi**

Enerji ekipmanları imalatını gerçekleştirebilecek alt sektörler, demir-çelik, demir dışı metaller, elektrikli makinalar, madeni eşya ve makine imalat sektörlerinden oluşmaktadır. Bu sektörlerde yapılan yatırımlar genel teşvik mevzuatını oluşturan 4 bileşen (Genel Teşvik Uygulamaları, Bölgesel Teşvik Uygulamaları, Büyük Ölçekli Yatırımların Teşviki, Stratejik Yatırımların Teşviki) içerisinde her bölgede desteklenmektedir. Diğer bir deyişle sektör yatırımları desteklenmeyen yatırım konuları arasında yer almamaktadır.

Enerji ekipmanları sektörü genel teşvik sistemi içinde çok sayıda müracaat alan ve projenin onaylandığı bir sektördür. Dolayısıyla genel teşvik sistemi içinde yıllar itibarıyla azımsanmayacak paylara sahiptir.

Genel teşvik kapsamında sektöre yönelik Türkiye genelinde 2005-2012 döneminde, teşvik belgesi almış yatırım projesi sayısı 3,339 adet olup, bu yatırım teşvik belgelerinin sabit yatırım tutarı 15,580 milyon TL'dir. Bununla birlikte TR72 Bölgesinde sektörde yatırım teşvik belgesi almış yatırım projelerinin sayısı az olup, Türkiye geneli içinde payı oldukça düşüktür.

Aynı dönemde ülke genelinde yatırım teşvik belgesi almış proje başına ortalama 4.7 milyon TL sabit sermaye yatırımı öngörülürken, Bölgede bu rakam 4.2 milyon TL olarak öngörülmektedir.

**Tablo 88: Enerji Ekipmanları İmalat Sektörüne Verilen Yatırım Teşvik Belge Sayısı**

Yıllar	Türkiye		TR72		Bölge/Türkiye (%)	
	Belge Sayısı	Sabit Yatırım (Milyon TL)	Belge Sayısı	Sabit Yatırım (Milyon TL)	Belge Sayısı	Sabit Yatırım
2005	450	1,254	10	31	2.2	2.5
2006	297	974	7	7	2.4	0.7
2007	325	868	10	39	3.1	4.5
2008	439	1,333	17	28	3.9	2.1
2009	299	1,973	13	50	4.3	2.5
2010	433	3,467	17	130	3.9	3.7
2011	501	2,543	18	99	3.6	3.9
2012	595	3,168	11	45	1.8	1.4
<b>Toplam</b>	<b>3,339</b>	<b>15,580</b>	<b>103</b>	<b>429</b>	<b>3.1</b>	<b>2.8</b>

**Kaynak:** Ekonomi Bakanlığı, Teşvik Uygulama, 2012

Enerji ekipmanları üretimine yönelik faaliyet gösterme potansiyeline sahip alt sektörlerdeki yatırım girişimlerini irdelerken hedef sektör olan enerji sektörüne yönelik yatırım girişimlerine de bakmak gerekmektedir.

**Tablo 89: Enerji Sektörüne Verilen Yatırım Teşvik Belge Sayısı**

Yıllar	Türkiye		TR 72		Bölge/Türkiye (%)	
	Belge Sayısı	Sabit Yatırım (Milyon TL)	Belge Sayısı	Sabit Yatırım (Milyon TL)	Belge Sayısı	Sabit Yatırım
2005	84	1,391	3	81	3.6	5.8
2006	54	737	2	13	3.7	1.8
2007	92	4,179	5	195	5.4	4.7
2008	137	10,928	2	19	1.5	0.2
2009	112	10,064	3	254	2.7	2.5
2010	161	9,315	6	85	3.7	0.9
2011	212	15,574	12	444	5.7	2.9
2012	197	12,659	4	80	2.0	0.6
<b>Toplam</b>	<b>1,049</b>	<b>64,847</b>	<b>37</b>	<b>1,171</b>	<b>3.5</b>	<b>1.8</b>

**Kaynak:** Ekonomi Bakanlığı, Teşvik Uygulama, 2012

TR72 Bölgesinde enerji sektörü kapsamında teşvik belgesi almış yatırım projesi sayısı, 2005-2012 dönemi itibarıyla toplam 37 adet olup, ülke genelindeki belge sayısının yüzde 3.5'ini, sabit yatırım tutarının ise yüzde 1.8'ini oluşturmaktadır.

Aynı dönemde ülke genelinde yatırım teşvik belgesi almış proje başına ortalama 61,8 milyon TL sabit sermaye yatırımı öngörülürken, Bölgede bu rakam 31,6 milyon TL olarak öngörülmektedir.

## 7.6. TR72 Bölgesi İmalat Sanayinin Yapısal Analizi

Enerji ekipmanları imalatı, başlı başına bir sektör olarak anılmayıp birçok sanayi sektörünün hatta hizmetler sektörünün de- içinde yer alan alt sektörler tarafından gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla enerji ekipmanları imalatı, imalat sanayinin alt dallarından birçok sanayi dalını direkt ve dolaylı bir şekilde kapsamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, makine imalat sanayi, metal eşya sanayi, elektrik-elektronik sanayi, demir-çelik ana sanayi, demirdışı metaller sanayi, enerji ekipmanları imalatında etkili olduğu en önemli sanayi kollarını oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sektörün gelişiminin hızlandırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması bu alt sanayi kollarının gelişmişlik durumu ile yakından ilgilidir.

Bu bölümde TR72 Bölgesinin imalat sanayisi NACE Revize 2 sınıflandırma sistemine göre ikili düzeyde detaylı bir şekilde analiz edilerek, sektörün ilişkili olduğu sanayi alt dallarındaki mevcut durumu ortaya konulacaktır.

Enerji ekipmanları imalatı, NACE Revize 2 sınıflandırma sisteminde 24 nolu Ana metal sanayi, 25 nolu Metal eşya sanayi, 26 nolu Elektronik ve optik imalat sanayi, 27 nolu Elektrikli teçhizat sanayi, 28 nolu Makine ve Ekipman İmalatı sektörü, 33 nolu Kurulum ve Onarım Sanayi üretimi alt sektörlerinin içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla bölgesel düzeyde imalat sanayinin analizi yapılırken, enerji ekipmanları imalatı ürünlerinin yer aldığı bu altı sanayi koluna ilişkin değerlendirmeler de ikili düzeyde olacaktır.

### 7.6.1. TR72 Bölgesi İmalat Sanayinin Boyutu

TR72 Bölgesi imalat sanayisinin büyüklüğü açısından Türkiye genelinde orta sıralarda yer almaktadır. 2010 yılı itibarıyla Türkiye geneli imalat sanayindeki işyeri sayısının yüzde 2.8'ini oluşturan TR72 Bölgesi, istihdamın yüzde 3.0'ünü, ciro ve yatırımların ise yüzde 2.0'sini oluşturmaktadır. TR72 Bölgesi, imalat sanayinde işyeri sayısı açısından 26 düzey 2 bölgesi arasında 14'üncü sırada bulunurken, istihdam açısından 9'uncu, ciro büyüklüğü açısından 13'üncü ve yatırımların büyüklüğü açısından 12'inci sırada yer almaktadır.

**Tablo 90: Türkiye ve TR72 Bölgesi İmalat Sanayine İlişkin Temel Göstergeler (2010)**

	İşyeri Sayısı (Adet)	İstihdam (Kişi)	Ciro (Milyon TL)	Sabit Sermaye Yatırımı (Milyon TL)
Türkiye	328,440	2,842,975	552,813	33,716
TR72 Bölgesi	9,230	84,057	10,920	676
Bölge/Türkiye (%)	2.8	3.0	2.0	2.0
Düzyey 2 Sırası	14	9	13	12

**Kaynak: TÜİK**



TR72 Bölgesindeki imalat sanayi alt sektörlerinin Türkiye imalat sanayi alt sektörleri içindeki payları Tablo 91’de verilmektedir. Tabloda dört ayrı kriter (işyeri sayısı, istihdam, ciro ve sabit sermaye yatırımları) kullanılarak sektörel büyüklüğün farklı açılardan ele alınması hedeflenmiştir.

Tablo 91 verileri bazında TR72 Bölgesindeki imalat sanayi alt sektörlerinin büyüklüğüne bakıldığında; Gıda sektörünün işyeri sayısına göre ilk sırada yer aldığı görülmektedir. TR72 Bölgesi Gıda sektörü Türkiye Gıda sektörü işyeri sayısının yüzde 5.4’ünü oluştururken, istihdamın yüzde 3.3’ünü, cironun yüzde 2.0’sini ve sabit sermaye yatırımlarının da yüzde 2.6’sını oluşturmaktadır. Bölgedeki Gıda sektörü temsilcilerinin işyeri sayısındaki büyük paylarına rağmen istihdam ve cirodaki daha küçük paylarından hareketle genelde küçük ölçekli tesislerden oluşmakta oldukları söylenebilir. Türkiye Mobilya sektörü işyeri sayısının yüzde 3.9’unu karşılayarak TR72 Bölgesi imalat sanayiinde büyüklük açısından ikinci sırada yer alan Mobilya sektörü istihdam, ciro ve sabit sermaye yatırımları kriterlerinde de ilk sıralarda yer alarak diğer sektörlerden ayrılmaktadır. Türkiye Mobilya sektörü istihdamının yüzde 15.3’ünü, cirosunun yüzde 26.6’sını ve sabit sermaye yatırımlarının yüzde 23.0’ünü TR72 Bölgesi karşılamaktadır.

Enerji ekipmanları imalatını oluşturan alt sektörlerden **Elektrikli Teçhizat** ve **Metal Eşya** sektörleri Bölgede, Türkiye imalat sanayiinde dört kriter bazında da önemli büyüklüğe sahip olan diğer önemli imalat sanayi alt sektörleridir. Türkiye Elektrikli Teçhizat sektörü işyeri sayısının yüzde 3.7’si, istihdamının yüzde 4.8’i, cirosunun yüzde 3.3’ü ve sabit sermaye yatırımlarının yüzde 4.4’ü ile Türkiye Metal Eşya sektörü işyeri sayısının yüzde 3.2’si, istihdamının yüzde 3.5’i, cirosunun yüzde 3’ü ve sabit sermaye yatırımlarının yüzde 4’ü TR72 Bölgesi tarafından temsil edilmektedir.

**Tablo 91: TR72 Bölgesi İmalat Sanayi Alt Sektörlerinin Büyüklüğü (2010, Yüzde Pay)**

NACE Rev. 2 Sektörler	İşyeri Sayısı	İstihdam	Ciro	Sabit Sermaye Yatırımı
10-Gıda	5.4	3.3	2.0	2.6
13-Tekstil	1.6	2.3	2.8	3.4
14-Giyim Eşyası	1.5	1.5	1.0	2.1
15-Deri ve Ürünleri	0.5	0.3	0.3	0.0
16-Ağaç, Ağaç ürünleri	3.4	2.3	1.0	1.3
17-Kağıt ve Kağıt Ürünleri	0.7	1.6	1.1	0.0
18-Basım Yayın	1.3	1.4	0.4	0.1
19-Kok, Rafine Petrol	2.7	0.4	0.0	0.0
20-Kimyasal Ürünler	0.7	0.6	0.2	0.1
22-Kauçuk&Plastik	3.7	2.7	2.0	0.9
23-Mineral Ürünler	3.0	2.8	1.7	1.6
24-Ana Metal	1.7	2.0	1.5	0.3
25-Metal Eşya	3.2	3.5	3.0	4.0
26- Elektronik ve Optik	0.6	0.1	0.0	0.0
27-Elektrikli Teçhizat	3.7	4.8	3.3	4.4
28-Makine ve Ekipman	1.2	1.2	0.9	0.9
29-Motorlu kara taşıtı vb	0.8	0.4	0.1	0.1
31-Mobilya	3.9	15.3	26.6	23.0
32-Diğer imalat	1.8	1.8	0.9	0.8
33-Kurulum ve Onarım	1.5	0.6	0.6	0.0
<b>İmalat Sanayi Toplamı</b>	<b>2.8</b>	<b>3.0</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>

**Kaynak: TÜİK.**

Bölgede, Türkiye işyeri sayısını temsil kabiliyeti açısından ön plana çıkan diğer sektörler ise; yüzde 3.7 pay ile Kauçuk ve Plastik, yüzde 3.4 pay ile Ağaç ve Ağaç Ürünleri ve yüzde 3.0 pay ile Diğer Mineral Ürünleri sektörleridir. Bölgedeki bu sektörlerin, istihdam ve ciro yaratma kapasitelerinden hareketle genelde küçük ölçekli bir yapıya sahip oldukları söylenebilir. Büyüklük açısından Tekstil sektörü verilerine bakıldığında ise, Türkiye Tekstil sektörü işyeri sayısının yüzde 1.6'sına sahip olan Bölgedeki tesislerin istihdam ve ciro paylarının boyutu orta ve büyük ölçekli işletmelerden oluştuğu yönünde ipuçları vermektedir.

#### **7.6.2. TR72 Bölgesi Sanayi Yoğunlaşması**

TR72 Bölgesindeki yatırımların sektörel dağılımı, yoğunlaşması ve kümelenmesi analizi "İşyeri sayısı", "İstihdam", "Ciro" ve "Sabit Sermaye Yatırımı" kriterlerine göre incelenecektir.

TR72 Bölgesi ve Türkiye genelindeki iktisadi faaliyetlerin 2010 yılı itibarıyla işyeri sayısı, istihdam, ciro ve sabit sermaye yatırımı bazında dağılımı Tablo 92'de verilmiştir. Buna göre her dört kritere göre de TR72 Bölgesi ve Türkiye'nin iktisadi faaliyet yoğunlaşmasının çoğu yerlerde benzerlik gösterdiği görülmektedir.

İşyeri sayısına göre bakıldığında hem TR72 Bölgesi hem de Türkiye için en büyük paya sahip faaliyet alanı “Ticaret ve Taşıt Araçlarının Onarımı” ana sektörüdür. Bu faaliyet dalındaki işyeri sayısı, TR72 Bölgesinde toplam işyeri sayısının yaklaşık yüzde 44’ünü oluştururken Türkiye’de yüzde 41’ini oluşturmaktadır. İkinci sırada ise TR72 Bölgesi ve Türkiye için sırasıyla yüzde 18.7 ve yüzde 16.9 paylarla yine hizmetler ana sektörünün bir alt dalı olan “Ulaştırma ve Depolama Faaliyetleri” yer alırken, bu faaliyet dalını da sırasıyla yüzde 14.3 ve yüzde 13.2’lik paylarla İmalat Sanayiinin takip ettiği görülmektedir.

İstihdam kriterine göre ise, hem TR72 Bölgesi hem de Türkiye için sırasıyla yüzde 33.0 ve yüzde 27.9’luk paylarla İmalat Sanayi ilk sırada yer almaktadır. İstihdam açısından Ticaret ve Taşıt Araçları Onarımı faaliyeti TR72 Bölgesi için yüzde 27.2, Türkiye için ise yüzde 26.1’lik paylarla ikinci sırada gelmektedir. İstihdamdan aldığı pay açısından, hem TR72 Bölgesi hem de Türkiye için sırasıyla Ulaştırma ve Depolama ve İnşaat faaliyet alanları üçüncü ve dördüncü sıralarda yer almaktadır.

Ciro açısından incelendiğinde, TR72 Bölgesinde yaratılan hasılanın yüzde 43.3’ünün Ticaret ve Taşıt Araçları Onarımı faaliyetinden gelmekte olduğu (Türkiye için %44.6), ikinci sırada ise yüzde 32.3’lük payla İmalat Sanayiinin geldiği (Türkiye için %28.7) görülmektedir. Türkiye geneli ile paralel bir seri sergileyen İnşaat faaliyetinin TR72 Bölgesinde yaratılan cirodan aldığı pay ise yüzde 6.1 civarındadır.

TR72 Bölgesinde sabit sermaye yatırımlarının ana sektörler itibarıyla dağılımına bakıldığında, bu kez İmalat Sanayinin toplam sanayi yatırımlarının yüzde 39.6’sını teşkil ettiği ve ilk sırada yer aldığı dikkat çekmektedir. Türkiye açısından bakıldığında ise toplam sanayi yatırımlarının yüzde 30.2’si İmalat Sanayiinde toplanmıştır. Bölgede sabit sermaye yatırımından ikinci ve üçüncü sırada pay alan faaliyet alanları ise sırasıyla Ticaret ve Taşıt Araçları Onarımı (%18.3) ile Ulaştırma ve Depolama faaliyetleri (%11.3)’dir.

**Tablo 92: Türkiye ve TR72 Bölgesi için İktisadi Faaliyetin Ana Sektörler İtibarıyla Dağılımı (2010, % Pay)**

NACE Rev. 2 Sektörler	İşyeri Sayısı		İstihdam		Ciro		Sabit Sermaye Yatırımı	
	TR	TR72	TR	TR72	TR	TR72	TR	TR72
Madencilik ve Taşocakçılığı	0.2	0.3	1.1	1.8	1.0	2.8	1.8	5.4
İmalat Sanayii	13.2	14.3	27.9	33.0	28.7	32.3	30.2	39.6
Elektrik, Gaz ve Buhar	0.0	0.1	0.6	1.1	4.2	5.9	11.3	8.2
Su, Kanalizasyon, Atık	0.1	0.2	0.8	0.8	0.5	0.4	2.4	4.2
İnşaat	4.8	5.7	8.6	8.4	6.0	6.1	6.9	6.2
Ticaret ve Taşıt Araç. Onarımı	41.1	44.2	26.1	27.2	44.6	43.3	16.0	18.3
Ulaştırma ve Depolama	16.9	18.7	9.1	9.9	5.8	4.2	12.5	11.3
Konaklama ve Yiyecek	8.3	4.9	7.0	4.0	1.8	0.9	3.4	1.0
Bilgi ve İletişim	1.2	0.8	1.5	0.8	2.1	0.5	8.7	1.1
Gayrimenkul Faaliyetleri	0.8	0.6	0.4	0.3	0.4	0.0	0.6	0.7
Mesleki, Bilimsel vb. Faaliyetler	5.0	3.7	3.7	2.0	1.9	0.6	1.5	0.6
İdari ve Destek Hizmetleri	1.0	0.5	6.9	5.5	1.6	0.8	2.0	0.9
Eğitim	0.4	0.4	1.9	1.6	0.4	0.4	0.9	0.9
Sağlık ve Sosyal Hizmetler	1.2	0.6	2.2	1.8	0.7	0.7	1.3	1.3
Kültür, Sanat, Eğlence, Spor	0.5	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2
Diğer Hizmetler	5.2	4.7	1.8	1.6	0.2	0.3	0.1	0.0
Toplam	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Kaynak: TÜİK verilerinden hareketle kendi hesaplamamız.**

TR72 Bölgesinde bilhassa imalat sanayine dikkat edildiğinde; dört kriterdeki önem sırası açısından Türkiye geneli ile benzerlik gösterdiği görülmektedir (Hem TR72 Bölgesinde hem de Türkiye genelinde imalat sanayi toplamdan aldığı pay açısından; İşyeri Sayısı kriterine göre üçüncü, İstihdam kriterine göre birinci, Ciro kriterine göre ikinci ve Sabit Sermaye Yatırımı kriterine göre birinci sırada yer almıştır). Ancak bu benzer yapının imalat sanayi alt sektörleri bazında farklılaşıp farklılaşmadığını da görmek gerekmektedir. Bu sayede, TR72 Bölgesinin üretim yapısı ile Türkiye'nin üretim yapısının benzeşip benzeşmediği (yine işyeri sayısı, istihdam, ciro ve sabit sermaye yatırımları kriterleri bazında) anlaşılacaktır.

TR72 Bölgesindeki imalat sanayi alt sektörlerinin toplam imalat sanayi içindeki payları Türkiye ile karşılaştırmalı olarak aşağıda verilmektedir. Tabloda dört ayrı kriter (işyeri sayısı, istihdam, ciro ve sabit sermaye yatırımları) kullanılarak sektörel yoğunlaşmanın farklı açılardan ele alınması hedeflenmiştir.

**Tablo 93: Türkiye ve TR72 Bölgesi İçin İmalat Sanayinin Alt Sektörler İtibarıyla Dağılımı (2010, % Pay)**

NACE Rev. 2 Sektörler	İşyeri Sayısı		İstihdam		Ciro		Sabit Sermaye Yatırımı	
	TR	TR72	TR	TR72	TR	TR72	TR	TR72
10-Gıda	13.0	24.9	13.1	14.8	15.0	15.2	13.4	17.2
13-Tekstil	6.6	3.8	11.6	9.1	8.4	12.1	8.4	14.0
14-Giyim Eşyası	16.6	8.6	14.2	7.1	6.2	3.1	4.4	4.5
15-Deri ve Ürünleri	2.2	0.4	1.8	0.2	0.9	0.1	0.6	0.0
16-Ağaç, Ağaç ürünleri	7.2	8.6	2.4	1.8	1.3	0.7	1.8	1.2
17-Kağıt ve Kağıt Ürünleri	0.7	0.2	1.6	0.9	2.0	1.1	2.4	0.0
18-Basım Yayın	3.7	1.7	1.8	0.8	1.0	0.2	1.0	0.0
19-Kok, Rafine Petrol	0.1	0.1	0.3	0.0	5.1	0.1	0.9	0.0
20-Kimyasal Ürünler	1.3	0.3	2.2	0.4	5.3	0.6	6.9	0.3
22-Kauçuk&Plastik	5.3	7.0	5.6	5.1	5.2	5.3	7.2	3.2
23-Mineral Ürünler	4.4	4.7	6.7	6.3	5.7	5.1	9.5	7.3
24-Ana Metal	0.8	0.5	3.5	2.4	10.7	8.4	13.7	1.8
25-Metal Eşya	15.0	17.2	8.8	10.6	5.2	8.0	5.9	11.7
26- Elektronik ve Optik	0.2	0.0	0.8	0.0	1.2	0.0	0.7	0.0
27-Elektrikli Teçhizat	2.2	3.0	4.1	6.7	5.6	9.6	4.2	9.0
28-Makine ve Ekipman	4.0	1.8	5.5	2.3	3.9	1.7	4.4	2.0
29-Motorlu kara taşıtı vb	1.3	0.4	4.7	0.6	8.5	0.3	5.5	0.4
31-Mobilya	10.3	14.2	5.3	27.6	1.9	26.2	2.0	22.3
32-Diğer imalat	2.5	1.6	1.7	1.0	1.4	0.7	0.7	0.3
33-Kurulum ve Onarım	2.1	1.1	1.5	0.3	0.6	0.2	1.2	0.0
Diğer/Dağıtılmayan	0.6	0.1	2.8	1.9	4.4	1.3	5.4	4.7
<b>İmalat Sanayi Toplamı</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Kaynak: TÜİK verilerinden hareketle kendi hesaplamamız.**

Tablo 93 verileri bazında sektörlerin yoğunlaşmasına bakıldığında; yoğunlaşmanın mobilya sektöründe olduğu görülmektedir. Bu sektör TR72 Bölgesinde işyeri sayısı içinde yüzde 14.2'lik payla üçüncü sırada yer almasına karşın istihdam, ciro ve sabit sermaye yatırımları kriterlerinde ilk sırada bulunarak diğer sektörlerin çok ilerisinde bir yoğunlaşma ve temsil gücü sergilemektedir. TR72 Bölgesi toplam imalat sanayi istihdamının yüzde 27.6'sı, yaratılan cironun yüzde 26.2'si ve sabit sermaye yatırımının yüzde 22.3'ü bu sektörde toplanmaktadır. Bölgede mobilya sektörünün bu baskınlığının Türkiye geneli ile kıyaslanamayacak büyüklükte olduğu görülmektedir. Hem TR72 Bölgesinde hem de Türkiye genelinde dört kriter bazında

yüzde 10'un üzerinde pay alan tek sektörün gıda sektörü olduğu dikkat çeken bir diğer durumdur.

İşyeri sayısı açısından TR72 Bölgesi imalat sanayi işyerlerinin yüzde 17.2'sine sahip olarak ikinci sırada yer alan enerji ekipmanları üretim potansiyeli olan **Metal Eşya Sektörü**, istihdamın yüzde 10.6'sını, cironun yüzde 8.0'ini ve toplam sabit yatırımların yüzde 11.7'sini temsil edebilmektedir. Türkiye geneli için de benzerlik gösteren bu yapıdan hareketle, metal eşya sektöründe genellikle küçük ölçekli (muhtemelen küçük sanayi sitelerinde yoğunlaşan), işletme başına az işçi çalıştıran ve düşük ciro üreten işletmelerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Aynı şekilde giyim eşyası imalatı, ağaç ve ağaç ürünleri imalatı ve kauçuk ve plastik imalatı sektörleri de benzer bir durum sergilemektedir.

TR72 Bölgesi imalat sanayiinde yoğunlaşmanın görüldüğü diğer bir sektör de tekstil sektörüdür. Bu sektör, işyeri sayısının ancak yüzde 3.8'ini temsil etmesine rağmen istihdamın yüzde 9.1'ini, cironun yüzde 12.1'ini ve sabit sermaye yatırımlarının yüzde 12.5'ini oluşturmaktadır. Az sayıda işletmenin faaliyet gösterdiği ancak yüksek cirolar ve istihdamlar gerçekleştirdikleri anlaşılan Bölgedeki tekstil sektöründe, Türkiye geneline benzemekle beraber gerek ciro gerekse sabit sermaye yatırımları kriterleri açısından daha fazla yoğunlaşmanın olduğu anlaşılmaktadır.

Bölgede ve Türkiye genelinde istihdam, ciro ve sabit yatırım tutarı açısından ön plana çıkan bir diğer sektör de yine enerji ekipmanları imalatıyla ilişkili olan **elektrikli teçhizat sektörüdür**. Elektrikli teçhizat sektörünün, hem Türkiye genelinden daha yüksek bir yoğunlaşma gösterdiği hem de genelde orta ve büyük işletmelerden oluştuğu kriterlerden aldığı yüzde paylardan anlaşılmaktadır.

Tablo 93'ü her sektör için ayrı ayrı analiz etmek yerine, geliştirilecek bir yöntemle sektörlerin Türkiye geneline göre yoğunlaşma özelliklerini belirtilen kriterler bazında oluşturulacak bir endeksleme ile değerlendirilmesi mümkündür. Bu amaçla hazırlanan Tablo 94'te ilk üç sütunda imalat sanayi sektörlerinin Türkiye imalat sanayi içindeki payları 100 kabul edilerek TR72 Bölgesi içindeki payları endeks olarak hesaplanmıştır. Son üç sütunda ise Türkiye imalat sanayi alt sektörlerinin hesaplanan üç oranı 100 kabul edilerek, TR72 Bölgesi için imalat sanayi alt sektörlerinin endeks değerleri bulunmuştur. Burada hesaplanan oranlarla ilgili kısaca bilgi vermek gerekirse;

***İstihdam/İşyeri Oranı:*** Türkiye için alt sektörler bazında sektör istihdamı/sektördeki işyeri sayısı oranı 100 kabul edilerek, TR72 Bölgesi için alt sektörler bazında sektör istihdamı/işyeri sayısı endeks değeridir. Bu oran Türkiye'yi 100 kabul ederek alt sektör bazında işyeri başına düşen istihdamı, bu anlamda da alt sektördeki işyerinin istihdam kriterine göre Türkiye geneline göreli büyüklüğünü ifade etmektedir. Oranın 100'den büyük çıkması, bu sektör için birim istihdam açısından Türkiye ortalamasının üzerinde bir işletme büyüklüğü olduğunu gösterecektir.

***Ciro/İşyeri Oranı:*** Türkiye için alt sektörler bazında sektör cirosu/sektördeki işyeri sayısı oranı 100 kabul edilerek, TR72 Bölgesi için alt sektörler bazında sektör cirosu/işyeri sayısı endeks değeridir. Bu oran Türkiye'yi 100 kabul ederek alt sektör bazında işyeri başına düşen ciroyu, bu anlamda da alt sektördeki işyerinin ciro kriterine göre Türkiye geneline göreli büyüklüğünü ifade etmektedir. Oranın 100'den büyük çıkması, bu sektör için birim işletmede üretilen ciro açısından Türkiye ortalamasının üzerinde bir satış potansiyeli olduğunu gösterecektir.

***Ciro/İstihdam Oranı:*** Türkiye için alt sektörler bazında sektör cirosu/sektördeki istihdam oranı 100 kabul edilerek, TR72 Bölgesi için alt sektörler bazında sektör cirosu/istihdam endeks değeridir. Bu oran Türkiye'yi 100 kabul ederek alt sektör bazında çalışan başına düşen ciroyu, bu anlamda da alt sektörün verimlilik oranının Türkiye geneline göreli düzeyini ifade etmektedir. Oranın 100'den büyük çıkması, bu sektör için birim çalışan başına elde edilen ciro açısından Türkiye ortalamasının üzerinde bir verimlilik düzeyi olduğunu gösterecektir.

**Tablo 94: TR72 Bölgesi ve Türkiye İmalat Sanayi Karşılaştırması (2010, Endeks)**

NACE Rev. 2 Sektörler	Türkiye Payı=100 için TR72 Endeksi			Türkiye Oranları=100 için TR72 Endeksi		
	İşyeri Sayısı	İstihdam	Ciro	İstihdam/İşyeri	Ciro/İşyeri	Ciro/İstihdam
10-Gıda	191.4	113.2	101.4	62.3	37.3	59.8
13-Tekstil	58.4	78.5	144.3	141.5	173.7	122.7
14-Giyim Eşyası	52.0	49.7	49.0	100.5	66.2	65.9
15-Deri ve Ürünleri	16.3	11.3	15.3	73.0	66.3	90.8
16-Ağaç, Ağaç ürünleri	119.8	76.7	52.4	67.4	30.8	45.6
17-Kağıt ve Kağıt Ürünleri	25.9	55.5	53.4	225.6	145.0	64.3
18-Basım Yayın	46.5	46.5	18.3	105.1	27.7	26.4
19-Kok, Rafine Petrol	95.3	14.2	1.8	15.6	1.4	8.7
20-Kimyasal Ürünler	25.3	20.4	12.0	85.1	33.3	39.1
22-Kauçuk&Plastik	132.4	90.1	102.3	71.6	54.3	75.8
23-Mineral Ürünler	107.6	93.8	88.4	91.7	57.7	62.9
24-Ana Metal	60.2	67.2	78.4	117.6	91.6	77.9
25-Metal Eşya	114.6	119.8	154.0	110.0	94.4	85.9
26- Elektronik ve Optik	21.8	2.8	0.8	13.5	2.5	18.6
27-Elektrikli Teçhizat	132.3	163.0	169.4	129.6	90.0	69.5
28-Makine ve Ekipman	43.4	41.5	44.0	100.5	71.2	70.9
29-Motorlu kara taşıtı vb	28.1	12.8	3.6	47.8	8.9	18.6
31-Mobilya	137.7	518.1	1,345.6	395.9	687.0	173.5
32-Diğer imalat	63.3	59.2	48.0	98.5	53.3	54.1
33-Kurulum ve Onarım	51.8	18.9	31.0	38.5	42.1	109.3
<b>İmalat Sanayi</b>	<b>108.5</b>	<b>118.3</b>	<b>112.4</b>	<b>105.2</b>	<b>70.3</b>	<b>66.8</b>

Kaynak: TÜİK İş İstatistiklerinden kendi hesaplamalarımız

Not: Kare içine alınan hücrelerdeki değerler, TR72 Bölgesinin göreceli büyüklüğünü/üstünlüğünü göstermektedir.

Tablo 94 için İmalat Sanayi genel sonuçları TR72 Bölgesi bazında değerlendirildiğinde, TR72 Bölgesi imalat sanayi profilinin işletme büyüklüğü (hem istihdam hem ciro açısından) ve verimlilik bazında bakıldığında birkaç sektörde Türkiye'nin üzerinde bir performans gösterdiği dikkati çekmektedir. Türkiye imalat sanayi geneli 100 kabul edildiğinde TR72 Bölgesi endeks değerleri; işletme başına istihdam açısından 105.2, işletme başına ciro açısından 70.3, çalışan başına ciro (verimlilik) açısından ise 66.8 değerini almaktadır.

Sektörler bazında Tablo 94 bulgularını özetlemek için Tablo 95 hazırlanmıştır. Tablo 95'te TR72 Bölgesi alt sektörler itibarıyla Türkiye geneli ile kıyaslanarak, gerek göreceli öneme göre (Tablo 91'in ilk üç sütunundaki değerler), gerekse de göreceli büyüklüğe ve üstünlüğe göre kriterler bazında öne çıkan sektörler belirtilmiştir.



**Tablo 95: TR72 Bölgesi İmalat Sanayiinde Öne Çıkan Sektörler ve Performansları**

NACE Rev. 2 Sektörler	Görelî Önem Taşıdığı Kriter			Görelî Büyüklük/Üstünlük Sağladığı Oran		
	İşyeri Sayısı	İstihdam	Ciro	İstihdam/İşyeri	Ciro/İşyeri	Ciro/İstihdam
10-Gıda	X	X	X			
13-Tekstil			X	X	X	X
14-Giyim Eşyası				X		
16-Ağaç, Ağaç ürünleri	X					
17-Kağıt ve Kağıt Ürünleri				X	X	
18-Basım Yayın				X		
22-Kauçuk&Plastik	X		X			
23-Mineral Ürünler	X					
24-Ana Metal				X		
25-Metal Eşya	X	X	X	X		
27-Elektrikli Teçhizat	X	X	X	X		
28-Makine ve Ekipman				X		
31-Mobilya	X	X	X	X	X	X
<b>İmalat Sanayi</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		

**Kaynak: TÜİK verilerinden hareketle kendi hesaplamamız.**

Tablo 95 verileri kullanılarak TR72 Bölgesinde farklı kriterler ve oranlar bazında öne çıkan sektörlerin analiz edilmesi mümkün olacaktır. Bu noktada, yapılan analizin mutlak üstünlük analizi değil, görelî üstünlük analizi olduğu ve tüm kriterler için Türkiye ortalaması değerlerinin üzerinde kalan sektörlerin oransal değerlendirmesi yapıldığı unutulmamalıdır. Ayrıca Tablo 95 kriterler bazında (yatay olarak) yorumlanabileceği gibi, sektörlerin öne çıktığı kriterler bazında birbirlerine göre üstünlüklerine göre (dikey olarak) de yorumlanabilir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde enerji ekipmanları imalatını kapsayan **25 kodlu Metal Eşya Ürünleri İmalatı** ile **27 kodlu Elektrikli Teçhizat sektörleri**, TR72 Bölgesinde görelî olarak önem taşıyan sektörler arasında yer almaktadır.

TR72 Bölgesinde sektörlerin üç kriter bazındaki görelî önemleri aşağıda kısaca özetlenmiştir;

**Mobilya sektörü**, Bölgede işyeri sayısı, istihdam ve cirodaki temsil payının yanı sıra, ölçek büyüklüğü, işyeri başına ciro ve verimlilik oranı anlamında da Türkiye ortalamasının üzerinde performans sergilemektedir. Aynı zamanda tüm kriterlerde birden öne çıkan, tek sektör konumundadır.

**Metal Eşya ve Elektrikli Teçhizat sektörleri**, Bölgede işyeri sayısı, istihdam ve cirodaki temsil payının yanı sıra, ölçek büyüklüğü oranı anlamında da Türkiye ortalamasının üzerinde

performans sergilemektedirler. İşyeri başına ciro oranları Türkiye ortalamasının biraz altındadır.

**Gıda sektörü**, Bölgede işyeri sayısı, istihdam ve ciro kriterleri açısından öne çıkmaktadır. Bu sektör ölçek büyüklüğü, işyeri başına ciro ve verimlilikte Türkiye'nin oldukça altındadır.

**Tekstil sektörü**, Bölgede ciro kriteri açısından öne çıkmaktadır. Bu sektör ölçek büyüklüğü, işyeri başına ciro ve verimlilikte Türkiye genelinin oldukça üzerinde performans oranlarına sahiptir.

**Kauçuk ve Plastik Ürünleri sektörü**, sadece işyeri sayısı ve ciro kriterleri bakımından öne çıkarken **Kağıt ve Kağıt Ürünleri sektörü** de ölçek büyüklüğü ve işyeri başına ciro oranı açısından Bölgede görece bir avantaja sahiptir.

**Ağaç ve Ağaç Ürünleri ve Mineral Ürünler sektörleri** sadece işyeri sayısı bakımından, **Ana Metal** ve **Makine ve Ekipman sektörleri** de ölçek büyüklüğü oranı açısından Bölgede görece bir avantaja sahiptir.

Farklı kriterler bazında TR72 Bölgesinde öne çıkan sektörlerle Türkiye genelinde öne çıkan sektörlerin benzeşmesini (ya da farklılığını) göstermek amacıyla Tablo 96 hazırlanmıştır. Tablo 96'da işyeri sayısı, istihdam ve ciro açısından toplam imalat sanayinden aldıkları pay itibarıyla sektörler büyüklüklerine göre sıralanarak bölge/ülke karşılaştırmasının sektörler bazında daha net görülmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca, belirtilen bu kriterler bazında sektörel yoğunlaşma oranları (Concentration Ratio –CR) hesaplanarak Türkiye geneli ile karşılaştırma imkânı da sağlanmıştır.

İşyeri sayısının dağılımı açısından bakıldığında; Türkiye geneli ile TR72 Bölgesi ilk beş sırada yer alan sektörler bakımından benzerlik gösterirken, sektörlerin sırası ve yoğunlaşma oranları açısından ise farklılıklar olduğu görülmektedir. Gıda, **Metal Eşya**, Mobilya, Giyim ve Ağaç sektörleri ilk beş sırada yer alan ortak sektörlerken, TR72 Bölgesinde işyeri sayısı bakımından Gıda sanayinin baskınlığı söz konusudur. Ayrıca CR5 (beşinci sıradaki yoğunlaşma katsayısı) da Türkiye için yüzde 62.0 iken, TR72 Bölgesi için yüzde 73.4'dür. Dolayısıyla TR72 Bölgesi, işyeri sayısı açısından Türkiye geneline göre daha heterojen bir dağılım göstermektedir.

İstihdam açısından bakıldığında; Türkiye ile TR72 Bölgesinin imalat sanayii yine ortak özellikler göstermektedir. İlk beş sırada yer alan sektörlerden Giyim, Gıda, Tekstil ve **Metal Eşya** sektörleri hem Türkiye için hem de TR72 Bölgesi için istihdam açısından baskınlık

gösterirken, TR72 Bölgesinde Mobilya sektörü yüksek bir oranla (yüzde 27.6) ön plana çıkmaktadır (Türkiye’de Mobilya sektörü 8. sırada yer almaktadırlar). Türkiye’de istihdamın en fazla olduğu beşinci sektör olan Diğer mineral ürünler imalatı sektörü, TR72 Bölgesinde 7. sırada yer almaktadır. CR5 olarak bakıldığında ise TR72 Bölgesinde ilk beş sektör toplam istihdamın yüzde 69.2’sini oluştururken, Türkiye geneline göre (yüzde 54.4) oldukça heterojen bir dağılım sergilemektedir.

Ciro açısından bakıldığında; Gıda, **Ana Metal** ve Tekstil imalatı sektörleri ilk beş sırada yer alan ortak sektörlerdir. TR72 Bölgesinde Mobilya sektörü ciro bakımından yine büyük bir baskınlıkla (yüzde 26.2) ilk sırada yer alırken, **Elektrikli Teçhizat sektörü** ilk beşte yer alan diğer önemli sektör olmuştur. Türkiye genelinde bu sektörlerin yerini Kara taşıtları ve Giyim sektörleri almaktadır. CR5 düzeyinde bakıldığında Türkiye’de ilk beş sektörün toplam cironun yüzde 48.9’unu oluşturduğu, TR72 Bölgesinde ise bu oranın yüzde 71.5 ile yine oldukça yüksek bir seviyede olduğu görülmektedir.

Gıda sektörü hem Türkiye için hem de TR72 Bölgesi için üç kriterde de yüksek yoğunlaşmanın olduğu ortak sektördür. Türkiye için işyeri sayısı ve istihdama göre Giyim sektörü, ciroya göre Gıda sektörü ilk sırada yer alırken; TR72 Bölgesinde işyeri sayısına göre Gıda sektörü, istihdama ve ciroya göre de Mobilya sektörü ilk sırada yer alan sektörlerdir. Yoğunlaşma oranı yukarı doğru çıktıkça sektörel uzmanlaşmanın ileri bir safhada olduğu düşünülürken, aynı zamanda sektörel risk bakımından da dikkatle takip edilmesi gerekecektir. Sektörel uzmanlaşma ve sektörel risk anlamında TR72 Bölgesinin her üç kritere göre Türkiye genelinin oldukça üzerinde bir uzmanlaşma ve dolayısıyla da sektörel risk seviyesine sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 96: Türkiye ve TR72 Bölgesi İçin Sektörlerin Yoğunlaşması (2010)**

Sıra No	İşyeri Sayısına Göre						İstihdama Göre						Ciroya Göre					
	Türkiye Geneli	% Pay	CR	TR72 Bölgesi	% Pay	CR	Türkiye Geneli	% Pay	CR	TR72 Bölgesi	% Pay	CR	Türkiye Geneli	% Pay	CR	TR72 Bölgesi	% Pay	CR
1	14-Giyim	16.6	16.6	10-Gıda	24.9	24.9	14-Giyim	14.2	14.2	31-Mobilya	27.6	27.6	10-Gıda	15.0	15.0	31-Mobilya	26.2	26.2
2	25-Metal Eşya	15.0	31.5	25-Metal Eşya	17.2	42.0	10-Gıda	13.1	27.3	10-Gıda	14.8	42.5	24-Ana Metal	10.7	25.7	10-Gıda	15.2	41.4
3	10-Gıda	13.0	44.5	31-Mobilya	14.2	56.2	13-Tekstil	11.6	38.9	25-Metal Eşya	10.6	53.0	29-Kara taşıtı	8.5	34.3	13-Tekstil	12.1	53.6
4	31-Mobilya	10.3	54.8	14-Giyim	8.6	64.8	25-Metal Eşya	8.8	47.7	13-Tekstil	9.1	62.1	13-Tekstil	8.4	42.7	27-Elektrikli Tç.	9.6	63.1
5	16-Ağaç	7.2	62.0	16-Ağaç	8.6	73.4	23-Mineral Ür.	6.7	54.4	14-Giyim	7.1	69.2	14-Giyim	6.2	48.9	24-Ana Metal	8.4	71.5
6	13-Tekstil	6.6	68.6	22-Kauçuk&Pls.	7.0	80.4	22-Kauçuk&Pls.	5.6	60.0	27-Elektrikli Tç.	6.7	75.9	23-Mineral Ür.	5.7	54.7	25-Metal Eşya	8.0	79.5
7	22-Kauçuk&Pls.	5.3	73.9	23-Mineral Ür.	4.7	85.1	28-Makine.	5.5	65.5	23-Mineral Ür.	6.3	82.2	27-Elektrikli Tç.	5.6	60.3	22-Kauçuk&Pls.	5.3	84.8
8	23-Mineral Ür.	4.4	78.3	13-Tekstil	3.8	89.0	31-Mobilya	5.3	70.8	22-Kauçuk&Pls.	5.1	87.2	20-Kimyasal Ür.	5.3	65.6	23-Mineral Ür.	5.1	89.8
9	28-Makine	4.0	82.3	27-Elektrikli Tç.	3.0	92.0	29-Kara taşıtı	4.7	75.5	24-Ana Metal	2.4	89.6	25-Metal Eşya	5.2	70.8	14-Giyim	3.1	92.9
10	18-Basım Yayın	3.7	86.0	28-Makine	1.8	93.7	27-Elektrikli Tç.	4.1	79.6	28-Makine	2.3	91.9	22-Kauçuk&Pls.	5.2	76.0	28-Makine	1.7	94.6
11	32-Diğer im.	2.5	88.5	18-Basım Yayın	1.7	95.4	24-Ana Metal	3.5	83.1	16-Ağaç	1.8	93.7	19-Rafine Petrol	5.1	81.1	17-Kağıt	1.1	95.7
12	27-Elektrikli Tç.	2.2	90.7	32-Diğer im.	1.6	97.0	16-Ağaç	2.4	85.5	32-Diğer im.	1.0	94.7	28-Makine	3.9	85.0	16-Ağaç	0.7	96.4
13	15-Deri	2.2	92.9	33-Kurulum	1.1	98.1	20-Kimyasal Ür.	2.2	87.7	17-Kağıt	0.9	95.6	17-Kağıt	2.0	87.1	32-Diğer im.	0.7	97.1
14	33-Kurulum	2.1	95.0	24-Ana Metal	0.5	98.5	15-Deri	1.8	89.5	18-Basım Yayın	0.8	96.5	31-Mobilya	1.9	89.0	20-Kimyasal Ür.	0.6	97.8
15	29-Kara taşıtı	1.3	96.3	29-Kara taşıtı	0.4	98.9	18-Basım Yayın	1.8	91.3	29-Kara taşıtı	0.6	97.1	32-Diğer im.	1.4	90.4	29-Kara taşıtı	0.3	98.1
16	20-Kimyasal Ür.	1.3	97.7	15-Deri	0.4	99.3	32-Diğer im.	1.7	93.1	20-Kimyasal Ür.	0.4	97.5	16-Ağaç	1.3	91.8	33-Kurulum	0.2	98.3
17	24-Ana Metal	0.8	98.4	20-Kimyasal Ür.	0.3	99.6	17-Kağıt	1.6	94.6	33-Kurulum	0.3	97.8	26- Elektronik	1.2	93.0	18-Basım Yayın	0.2	98.4
18	17-Kağıt	0.7	99.1	17-Kağıt	0.2	99.8	33-Kurulum	1.5	96.1	15-Deri	0.2	98.0	18-Basım Yayın	1.0	94.0	15-Deri	0.1	98.6
19	26- Elektronik	0.2	99.3	19-Rafine Petrol	0.1	99.9	26- Elektronik	0.8	97.0	19-Rafine Petrol	0.0	98.0	15-Deri	0.9	94.9	19-Rafine Petrol	0.1	98.7
20	19-Rafine Petrol	0.1	99.4	26- Elektronik	0.0	99.9	19-Rafine Petrol	0.3	97.2	26- Elektronik	0.0	98.1	33-Kurulum	0.6	95.6	26- Elektronik	0.0	98.7
21	Dağıtılmayan	0.6	100.0	Dağıtılmayan	0.1	100.0	Dağıtılmayan	2.8	100.0	Dağıtılmayan	1.9	100.0	Dağıtılmayan	4.4	100.0	Dağıtılmayan	1.3	100.0

### 7.6.3. TR72 Bölgesi İmalat Sanayi Kümelenmesi

Bu bölümde TR72 Bölgesi imalat sanayi sektörleri için “Üç Yıldız Tekniği” kullanılarak kümelenme analizi yapılacaktır. Üç yıldız analizi, Avrupa Komisyonu’nca finanse edilen European Cluster Observatory<sup>27</sup> platformu tarafından geliştirilen bir tekniktir.

Üç yıldız tekniğinde hemen tüm uygulamalarda sektörel istihdamlar (kısıtlı sayıdaki bazı çalışmalarda işyeri sayısı) temel olarak alınmaktadır. TR72 Bölgesi için yapılacak bu analizde ise istihdamın yanı sıra işyeri sayısı ve ciro verileri de kullanılacak ve bu verilerin her birisine göre ayrı ayrı üç yıldız tekniği uygulanacaktır. Üç yıldız analizinde üç temel kriter seçilmekte ve her sektör (bölge) için bu kriterlerin değerleri hesaplanmaktadır. Bu kriterleri ifade etmek gerekirse;

**Büyüklik (Size) ( $e_i/E_i$ ):** Bölgedeki sektör verisinin, sektörün toplam (Türkiye) verisine oranı,

**Baskınlık (Dominance) ( $e_i/e_n$ ):** Bölgedeki sektör verisinin, bölge toplam verisine oranı,

**Uzmanlaşma (Specialization) [ $(e_i/e_n) / (E_i/E_n)$ ]<sup>28</sup>:** Sektörün bölgedeki payının, sektörün ülkedeki payına oranını göstermektedir. Burada;

$e_i$  : TR72 Bölgesindeki  $i$  sektörü değerini,

$E_i$  :  $i$  sektörünün Türkiye toplam değerini,

$e_n$  : TR72 Bölgesinin toplam değerini,

$E_n$  : Türkiye toplam değerini,

ifade etmektedir. Üç yıldız analizinde, her bir kriter (büyüklik, baskınlık ve uzmanlaşma) için bir eşik değer belirlenmekte ve kriterin hesaplanan değeri bu eşik değerini aşarsa, ilgili sektör bu kriterden bir yıldız almaktadır. Bölgeler bazında analiz edilen sektörler eşik değeri aştığı her kriter bazında bir yıldız aldığından, herhangi bir kriterin eşik değerini aşan sektör bir yıldız, herhangi iki kriterin eşik değerini aşan sektör iki yıldız, üç kriterde de eşik değerini aşan sektör üç yıldız almaktadır. Üç yıldız alan sektörün o bölgede “kümelenme” gösterdiği kabul edilmektedir.

Üç yıldız analizinde temel sorun, eşik değerin belirlenmesidir. Eşik değerin uygulanmasında genelde ilk iki kriter için (büyüklik ve baskınlık) eşik değer yüzde 7 olarak alınırken,

<sup>27</sup> [www.clusterobservatory.eu](http://www.clusterobservatory.eu)

<sup>28</sup> Buradaki katsayı, Location Quotient (LQ) katsayısı olarak farklı alanlarda (coğrafi uzmanlaşma, ihracat uzmanlaşması vb.) da kullanılmaktadır.

uzmanlaşma katsayısı için genellikle 1 olarak alınmaktadır. Burada bilhassa, ilk iki kriter için seçilecek değerin teorik ya da tematik bir değeri bulunmadığından, farklı çalışmalarda farklı eşik değerler kullanıldığı görülmektedir. TR72 Bölgesi için yapılacak bu değerlendirmede ise, imalat sanayinin mekânsal dağılımında ve eşik değerin belirlenmesinde daha objektif ve daha rasyonel bir değer tespit edilmesi için şu yöntem izlenmiştir:

- Analiz imalat sanayi için yapılacağından toplam işyeri, istihdam ve ciro rakamları için imalat sanayi toplamı dikkate alınmıştır. TÜİK verileri<sup>29</sup> Düzey 2 (NUTS 2) bölgeleri (26 bölge) bazında ve NACE Rev. 2 ikili kırılım düzeyinde açıklandığından, ikili sektör kodlamaları kullanılmıştır.
- TR72 Bölgesinde imalat sanayiinin verisi bulunan 20 alt sektörü bulunmaktadır.
- Sonuç olarak, eşik değerin belirlenmesinde;
  - Büyüklük kriteri için bölgedeki ilgili sektörün sektör Türkiye toplamı içindeki payı ( $e_i/E_i$ ) kriteri için toplam 26 Düzey 2 bölgesi olduğundan ve her bir bölgede bu sektörün ülke geneli içindeki payının beklenen değeri ( $1/26=0.03846154$ ) olacağından, bu değer büyüklük kriteri için eşik değer olarak alınmıştır.
  - Baskınlık kriteri için ( $e_i/e_n$ ), değerlendirmeye alınan imalat sanayi 20 alt sektörü bulunduğu ve her bir alt sektörün bölgedeki imalat sanayi içindeki payının beklenen değeri de ( $1/20=0.05$ ) olacağından, bu değer eşik değer olarak kabul edilmiştir.
  - Uzmanlık katsayısı için de  $[(e_i/e_n) / (E_i/E_n)]$  beklenen değer 1 olacağından (sektörün bölgedeki payının sektörün ülkedeki payına oranının eşit olması bekleneneğinden), eşik değer olarak 1 alınmıştır.

Dolayısıyla üç yıldız analizinde sektörlerin yıldızlarının belirlenmesinde;

**Büyüklük (Size) ( $e_{ij}/E_i$ ) > 0.03846154 ise sektör bir yıldız (daha)<sup>30</sup>,**

**Baskınlık (Dominance) ( $e_{ij}/e_{nj}$ ) > 0.05 ise sektör bir yıldız (daha)**

**Uzmanlaşma (Specialization)  $[(e_{ij}/e_{nj}) / (E_i/E_n)] > 1$  ise sektör bir yıldız (daha) almaktadır.**

Çalışmamızda kullanılan ve imalat sanayinin mekânsal dağılımını yoğunlaşmayı da içerecek şekilde verecek olan üç yıldız analizinde, yalnızca eşik değerlerini aşan sektörlerin dikkate

<sup>29</sup> Hesaplamalar TÜİK, İş İstatistikleri, Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, 2010 verileri kullanılarak yapılmıştır.

<sup>30</sup> Buradaki “daha” ifadesi sektörlerin yıldız almasında bunları hangi kriterden aldığına önemli olmadığını göstermek için kullanılmaktadır. Örneğin bir sektör büyüklük ve uzmanlaşma kriterinden, büyüklük ve baskınlık kriterinden ya da baskınlık ve uzmanlaşma kriterinden iki yıldız alabilmektedir.

alındığı bir kez daha vurgulanmalıdır. Sektörlerin aldıkları yıldızlara göre kümelenme karakteristiklerinin isimlendirilmesinde; üç yıldız alan sektörler için “olgun kümeler”, iki yıldız alan sektörler için “potansiyel kümeler” ve tek yıldız alan sektörler için de “aday kümeler” ifadeleri kullanılacaktır.

TR72 Bölgesi için işyeri sayısı, istihdam ve ciro kriterlerine göre yapılan kümelenme analizi sonuçları Tablo 97’de verilmiştir. Gösterim rahatlığı için sektörlerin hesaplanan değerleri tabloda yüzde olarak ifade edilmiştir.

Tablo 97: TR72 Bölgesi İmalat Sanayi Alt Sektörlerinin Kümelenme Analizi (2010, %)

YILDIZ SAYISI KRİTERLER SEKTÖRLER / KATSAYILAR	TEK YILDIZ									İKİ YILDIZ									ÜÇ YILDIZ								
	İşyeri Sayısı			İstihdam			Ciro			İşyeri Sayısı			İstihdam			Ciro			İşyeri Sayısı			İstihdam			Ciro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
10 Gıda										14.8	1.1		15.2	1.0		5.4	24.9	1.9									
13 Tekstil				9.1									12.1	1.4													
14 Giyim Eşyası	8.6			7.1																							
16 Ağaç, Ağaç ürünleri										8.6	1.2																
22 Kauçuk&Plastik				5.1						7.0	1.3		5.3	1.0													
23 Mineral Ürünler			1.1	6.3			5.1																				
24 Ana Metal							8.4																				
25 Metal Eşya										17.2	1.1		10.6	1.2		8.0	1.5										
27 Elektrikli Teçhizat			1.3										9.6	1.7					4.8	6.7	1.6						
31 Mobilya																3.9	14.2	1.4	15.3	27.6	5.2	26.6	26.2	13.5			

Kaynak: TÜİK, İş İstatistikleri, Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, 2010'dan yararlanarak kendi hesaplamalarımız

Not: 1. katsayı büyüklüğü ( $e_i/E_i$ ), 2.katsayı baskınlığı ( $e_i/e_n$ ), 3. katsayı ise uzmanlaşmayı  $[(e_i/e_n) / (E_i/E_n)]$  göstermektedir.



Tablo verilerinden hareketle özet bir değerlendirme yapabilmek amacıyla, TR72 Bölgesinde herhangi bir şekilde (aday, potansiyel ya da olgun) kümelenme özelliği gösteren sektörler, kümelenme özelliği gösterdiği katsayılara göre (büyüklük, baskınlık, uzmanlaşma) aşağıda verilmiştir.

**Tablo 98: TR72 Bölgesi İmalat Sanayi Sektörlerinin Kümelenmesi**

	Hangi Katsayılara Göre	Hangi Kriteria Göre	Sektörler
Olgun Küme	Büyüklik, Baskınlık, Uzmanlık	İşyeri Sayısı	Gıda, Mobilya
		İstihdam	Elektrikli Teçhizat, Mobilya
		Ciro	Mobilya
Potansiyel Küme	Büyüklik ve Baskınlık	İşyeri Sayısı	
		İstihdam	
		Ciro	
	Büyüklik ve Uzmanlık	İşyeri Sayısı	
		İstihdam	
		Ciro	
	Baskınlık ve Uzmanlık	İşyeri Sayısı	Ağaç, Kauçuk&Plastik, Metal Eşya
		İstihdam	Gıda, Metal Eşya
		Ciro	Gıda, Tekstil, Kauçuk&Plastik, Metal Eşya, Elektrikli Teçhizat
Aday Küme	Büyüklik	İşyeri Sayısı	
		İstihdam	
		Ciro	
	Baskınlık	İşyeri Sayısı	Giyim Eşyası
		İstihdam	Tekstil, Giyim Eşyası, Kauçuk&Plastik, Mineral Ürünler,
		Ciro	Mineral Ürünler, Ana Metal
	Uzmanlık	İşyeri Sayısı	Mineral Ürünler, Elektrikli Teçhizat
		İstihdam	
		Ciro	

**Kaynak: Tablo 97 verileri**

Tablo 98'in yorumlanmasının kolaylığı ve tablonun sistematığının açıklanması açısından şu noktanın belirtilmesi faydalı olacaktır: Tablo 98'de herhangi bir kriterde (işyeri sayısı, istihdam ya da ciro) örneğin üç yıldız olarak o kriter bazında olgun küme özelliği gösteren bir sektör, aynı kriter bazında potansiyel küme ya da aday küme kategorisinde yer almamalıdır (Örneğin; Gıda sektörü işyeri sayısı kriterine göre üç yıldız aldığı için potansiyel ya da aday kümelerin işyeri sayısı kriterlerinin yer aldığı satırlarda yer almamıştır). Aynı açıklama potansiyel ya da aday kümelerde yer alan sektörler için de geçerlidir. Bunun yanında,

herhangi bir sektör üç yıldız almadığı bir kriter için iki ya da tek yıldız olarak potansiyel ya da aday küme özelliği gösterebilir (Örneğin; Gıda sektörü istihdam ve ciro kriterlerinden üç yıldız almadığı için, bu kriterler için baskınlık ve uzmanlık katsayısına göre potansiyel küme statüsünde yer alabilmiştir).

Genel olarak, herhangi bir sektör aynı anda ancak ve ancak bir kriterin yer aldığı satırda yer alabilir, buna karşın farklı kriterlerde farklı katsayılar bazında olgun küme, potansiyel küme ya da aday küme içinde yer alabilir.

Tablo 98'den TR72 Bölgesinde farklı kriterlerde 3 sektörün üç yıldız olarak "**olgun küme**" özelliği taşıdığı görülmektedir (Gıda ve Mobilya sektörleri işyeri sayısı açısından, **Elektrikli Teçhizat** ve Mobilya sektörleri istihdam açısından ve Mobilya sektörü ciro açısından).

TR72 Bölgesinde iki yıldız olarak "**baskınlık ve uzmanlık**" kriterlerine göre "**potansiyel küme**" niteliği taşıyan sektörler şöyle sıralanabilir: Ağaç, Kauçuk ve Plastik Ürünleri ve **Metal Eşya** işyeri sayısına göre; Gıda ve **Metal Eşya** istihdama göre, Gıda, Tekstil, Kauçuk ve Plastik, **Metal Eşya** ve **Elektrikli Teçhizat** sektörleri de *ciro* kriterine göre *potansiyel küme* özelliği göstermektedirler. Bölgede "**büyüklik ve baskınlık**" ve "**büyüklik ve uzmanlık**" katsayıları açısından potansiyel küme özelliği taşıyan herhangi bir sektör yoktur.

"**Aday küme**" özelliği gösteren (tek yıldız alan) sektörlerle bakıldığında, baskınlık ve uzmanlık kriterlerine göre tek yıldız aldıkları dikkat çekmektedir. Yani büyüklik kriterine göre aday küme özelliği taşıyan herhangi bir sektörler bulunmamaktadır. Baskınlık kriterine göre tek yıldız olarak aday küme olan sektörler; Giyim Eşyası sektörü işyeri sayısına göre; Tekstil, Giyim Eşyası, Kauçuk ve Plastik ile Mineral Ürünler sektörleri istihdama göre; Mineral Ürünler ve **Ana Metal** sektörleri ciro kriterine göre tek yıldız olarak aday küme olmuşlardır. Uzmanlık kriterine göre tek yıldız alan sektörlerden Mineral Ürünler ve **Elektrikli Teçhizat** sektörleri de işyeri sayısı kriterine göre aday küme olmuşlardır.

#### **7.6.4. TR72 Bölgesi İl Bazında İmalat Sanayi Yoğunlaşması**

TR72 Bölgesi illerini oluşturan Kayseri, Sivas ve Yozgat için Sanayi Sicil Kayıtlarından hareketle hazırlanmış olan imalat sanayiinin yoğunlaşmasını gösteren Tablo 99 aşağıda verilmektedir. İller bazında imalat sanayi yoğunlaşma analizi yapılırken, T.C. Sanayi, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'na ait istatistikler (sanayi sicil kayıtları) kullanılmış olup, sanayi alt kolları, NACE Revize 1 sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir. NACE Revize 1 sınıflandırma sistemine

göre enerji ekipmanları imalatını gerçekleştiren sektörler 28 kodlu Makine ve teçhizatı hariç; fabrikasyon metal ürünleri imalatı, 29 kodlu Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı, 31 kodlu Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli makine ve cihazların imalatı içerisinde yer almaktadır.

İl düzeyinde sanayi yoğunlaşması analizi sonuçlarına göre, Kayseri ilinde enerji ekipmanları imalatının yer aldığı sektörlerin yoğunlaşma oranının yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle sektörün dolaylı etkileşim içinde olduğu sektörlerden makine imalat, metal eşya alt sanayi dallarında yoğunlaşmanın yüksek olduğu ve imalat sanayinin ilk üç sırasının ikisini oluşturduğu dikkati çekmektedir.

**Tablo 99: TR72 Bölgesi İlleri İçin İşyeri Sayısına Göre Sektörlerin Yoğunlaşması (2011)**

Sıra No	Kayseri	% Pay	CR	Sivas	% Pay	CR	Yozgat	% Pay	CR
1	36-Mobilya	20.2	20.2	15-Gıda&içecek	26.9	26.9	15-Gıda&içecek	34.9	34.9
2	29-BYS Makine	13.8	34.0	26-Taş&Toprak	10.3	37.2	26-Taş&Toprak	20.5	55.4
3	28-Metal Eşya	12.8	46.8	18-Konfeksiyon	6.4	43.6	24-Kimyasal Mad.	6.0	61.4
4	15-Gıda&içecek	10.6	57.4	20-Ağaç&Mantar	6.4	50.0	25-Plastik&Kauçuk	6.0	67.5
5	17-Tekstil	8.5	66.0	25-Plastik&Kauçuk	6.4	56.4	18-Konfeksiyon	4.8	72.3
6	25-Plastik&Kauçuk	7.4	73.4	28-Metal Eşya	6.4	62.8	28-Metal Eşya	4.8	77.1
7	26-Taş&Toprak	5.3	78.7	29-BYS Makine	6.4	69.2	17-Tekstil	3.6	80.7
8	27-Ana Metal	4.3	83.0	36-Mobilya	5.1	74.4	29-BYS Makine	3.6	84.3
9	24-Kimyasal Mad.	3.2	86.2	24-Kimyasal Mad.	3.8	78.2	36-Mobilya	3.6	88.0
10	18-Konfeksiyon	2.1	88.3	27-Ana Metal	3.8	82.1	21-Kâğıt Ürünleri	2.4	90.4
11	20-Ağaç&Mantar	2.1	90.4	23-Kok, Rafine Petrol	2.6	84.6	27-Ana Metal	2.4	92.8
12	34-Kara Taşıtları	2.1	92.6	34-Kara Taşıtları	2.6	87.2	19-Deri Ürünleri	1.2	94.0
13	21-Kâğıt Ürünleri	1.1	93.6	17-Tekstil	1.3	88.5	23-Kok, Rafine Petrol	1.2	95.2
14	31-BYS Elkt. Mak.	1.1	94.7	19-Deri Ürünleri	1.3	89.7	31-BYS Elkt. Mak.	1.2	96.4
15	33-Tıbbi Aletler	1.1	95.7	21-Kâğıt Ürünleri	1.3	91.0	34-Kara Taşıtları	1.2	97.6
16	19-Deri Ürünleri	0.0	95.7	31-BYS Elkt. Mak.	1.3	92.3	20-Ağaç&Mantar	0.0	97.6
17	23-Kok, Rafine Petrol	0.0	95.7	33-Tıbbi Aletler	1.3	93.6	33-Tıbbi Aletler	0.0	97.6
18	35-Diğer Ulaşım	0.0	95.7	35-Diğer Ulaşım	1.3	94.9	35-Diğer Ulaşım	0.0	97.6
19	Diğer/Dağıtılmayan	4.3	100.0	Diğer/Dağıtılmayan	5.1	100.0	Diğer/Dağıtılmayan	2.4	100.0

**Kaynak: T.C. Sanayi Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Sicil Kayıtlarından hareketle kendi hesaplamalarımız.**

## 8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Türkiye, enerji talebi en hızlı artan ülkelerden birisidir. 1990'dan itibaren enerji talebi yıllık ortalama yüzde 4.6 oranında artan Türkiye, Avrupa'nın altıncı büyük elektrik piyasası konumundadır. Enerji kaynakları açısından dünya genelinde küçümsenmeyecek bir potansiyele sahip olan ülkemizde, elektrik kurulu gücü 2001'den 2011 yılına kadar yüzde 86.8 oranında artarak 28,332.4 MW'tan 52,911.1 MW'a yükselmiştir.

Yerli kömüre ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak toplam 161,200 MW elektrik üretim kapasitesine sahip olan Türkiye'de, 2011 yılı itibarıyla toplam potansiyelin yüzde 32.8'ine yönelik kurulu güç oluşturulmuştur. Toplam elektrik üretim potansiyelinin yüksekliği ve ortalama yıllık enerji talebinin geçmiş yıllara göre daha da yükseleceği (2021 yılına kadar düşük senaryoya göre yüzde 6.5, yüksek senaryoya göre yüzde 7.5 tahmin edilmektedir) tahmini, enerji yatırımları ve dolayısıyla enerji ekipmanları açısından Türkiye'yi önemli bir pazar haline getirmektedir.

Türkiye'nin, yerli kömüre dayalı elektrik enerjisi potansiyeli 18,600 MW, hidroelektrik enerji potansiyeli 36,000 MW, rüzgâr enerjisi potansiyeli 48,000 MW, güneş enerjisi potansiyeli 50,000 MW, jeotermal enerji potansiyeli 600 MW, biyokütle enerjisi potansiyeli ise 8,000 MW'tır. 2012-2021 yılları arası Türkiye'nin enerji arz ve talep tahminlerine bakıldığında, her ne kadar daha fazla enerji santrali kurulu gücüne ihtiyaç duyulmayacağı görülüyorsa da, daha uzun vadede potansiyel enerji kaynaklarının tamamını kullanmaya yönelik olarak yeni santral kurulumlarının planlanacağı ve yeni yatırımların gündeme geleceği açıktır. Sektörde, gerek bürokratik işlemlerin gerekse yatırım sürelerinin uzunluğu, üretici birimlerin daha uzun süreli hedeflerle hareket etmelerini gerektirmektedir.

EPDK'nın verileri doğrultusunda, inşa halindeki santrallerin kurulu gücü dikkate alınıp, potansiyel enerji kurulumundan düşülse bile, 2023 hedefleri doğrultusunda, hâlâ yerli kömürde 15,692.1 MW, hidroelektrikte 4,389.3 MW, jeotermal enerjide 261.8 MW, rüzgâr enerjisinde 13,780.4 MW, doğalgazda 737.6 MW, ithal kömürde 1,200 MW, güneş enerjisinde 3,000 MW ve biyokütle enerjisinde 1,906.8 MW gücünde elektrik santrali kurulumu söz konusu olabilecektir. Kullanılabilir bu enerji kurulum potansiyellerinden, ortalama kapasiteler üzerinden yerli kömüre dayalı 523 adet santral, hidroelektrikte 274 adet santral, jeotermalde 10 adet santral, rüzgâr enerjisinde 6,890 adet türbin, 1 adet doğalgaz santrali, 40 adet ithal kömüre dayalı santral, 60 adet güneş enerjisi santrali ve 477

adet biyokütle enerji santrali kurulabileceği sonucu çıkarılmıştır. Söz konusu hedeflerin gerçekleştirilmesi durumunda dahi, Türkiye rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve biyokütle enerjisi alanlarında, potansiyel enerji kurulumunun tamamını kullanmış olmayacaktır. **Bu durumda, söz konusu enerji alanlarına ilişkin ekipmanlar, uzun vadeli üretim planlaması açısından ön plana çıkmaktadırlar.**

Potansiyel kaynaklara bağlı olarak santral kurulumu dışında, özellikle yenilenebilir kaynaklarda bireysel enerji ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik küçük enerji birimlerinin kurulumu artmaktadır. 500 kW altındaki kurulumlarda lisans alma zorunluluğunun bulunmamasının da bu uygulamaları artıracığı tahmin edilmektedir.

Türkiye'nin enerji talebinin sürekli artması kaçınılmazdır. Potansiyel enerji kaynaklarının varlığı, uzun vadede bu potansiyeli kullanmaya yönelik bir iradeyi her zaman motive edecektir. Teknolojinin gelişimine ve yaygın kullanıma bağlı olarak, özellikle yenilenebilir kaynaklardan elde edilecek enerjinin giderek ucuzlayacağı öngörülebilir. Üreticilerin teknolojiye ayak uyduracak şekilde yapılanmaları, Ar-Ge faaliyetlerini ihmal etmeden üretimlerine devam etmeleri, yurtiçinde ve yurt dışında talep sorunu yaşamamaları açısından çok önemlidir. **Ayrıca, ekonomik ömrünü tamamlayan santrallerin yenilenmesi, bakım onarımının yapılması, rehabilite edilmesi gibi pek çok konuda da yerli üretimin, dışa bağımlılığı ve dış ticaret açığını azaltıcı bir unsur olacağını söyleyebiliriz.**

EPDK analizlerine göre; Türkiye'nin 2010-2030 döneminde, enerji yatırımlarına 225-280 milyar USD arasında harcama yapacağı beyan edilmiştir. Tüm enerji kaynakları bazında, toplam enerji yatırımlarının yaklaşık yüzde 60'ının enerji ekipmanlarına ait olacağı varsayımıyla, enerji ekipmanlarına 135-168 milyar USD arasında talep oluşacaktır. Söz konusu talebin yarısının şimdiye dek olduğu ve bağlantılarının yapıldığı varsayılsa bile, 2030 yılına kadar, enerji ekipmanlarına yönelik talep 67.5-84.0 milyar USD arasında olabilecektir.

Tikel bazda baktığımız enerji ekipmanlarının toplam ihracat ve ithalat rakamları incelendiğinde, 2002-2012 yılları itibarıyla ithalat rakamlarının, her yıl itibarıyla ihracat rakamlarının üzerinde olduğu görülmektedir. 2012 yılı itibarıyla ihracat tutarı 6 milyar USD, ithalat tutarı ise 9.4 milyar USD'dir. Bu durumda, enerji ekipmanları alanında Türkiye 2012 yılında 3.4 milyar USD dış ticaret açığı vermiştir. GTİP numaralarından yola çıkılarak hidrolik türbin, rüzgâr türbini, fotovoltaik sistemler ve jeneratörlerle ilgili ihracat ve ithalat rakamlarına bakıldığında da, 2008-2011 yılları arasında tüm kalemler bazında ve tüm yıllar

itibarıyla Türkiye'nin ithalat rakamlarının ihracat rakamlarının üzerinde olduğu görülmektedir.

Büyük ölçüde enerji iletim ve dağıtım ekipmanları ve malzemelerinden oluşan Elektrikli Makineler Sektörüne baktığımızda da, Türkiye'nin 2009-2011 yılları arasında dış ticaret açığı verdiği, 2011 yılı itibarıyla ihracatının 5,976,792 USD, ithalatının ise 8,397,721 USD olduğu, bu alandaki dış ticaret açığının 2,420,929 USD olduğu görülmektedir.

Türkiye'nin enerji ekipmanları alanında dış ticaret fazlası verdiği tek alan, termal sistemlerle (ısı) ilgili olan ekipmanlar alanıdır. Enerji ekipmanları üretiminin Türkiye'de gerçekleşmesi durumunda, dünya pazarında, özellikle de çevre ülkeler pazarında ihracat olanaklarının da yaratılabileceği unutulmamalıdır.

Enerji üreten santrallerde kullanılan bütün ekipman, cihaz ve malzemeleri kapsayan enerji ekipmanları sektörü, enerjinin ülke ekonomileri açısından artan önemi, dünya genelindeki pazar büyüklüğü, yatırım tutarlarının büyüklüğüne bağlı olarak özellikle bazı teknoloji yoğun ürünlerdeki monopol yapısı, çok sayıda sanayi sektörü ile yakın ilişkisi nedenleriyle son yıllarda ilgi odağı haline gelmiştir. Türkiye'de de, her ne kadar biraz geç kalınmış gibi görünmekle beraber, özellikle sektörel yakınlığı olan firmalar aracılığıyla bazı ekipmanların üretimine başlanmıştır (rüzgâr türbini, türbin kulesi, çoğunlukla montaj olmakla birlikte PV modül, iletim ve dağıtım malzemeleri vb.).

Türkiye, enerji ekipmanlarının yerli üretimi konusunda henüz çok büyük bir ilerleme sağlayamamıştır. Bazı enerji santrallerinin belli ekipmanları ve parçaları üretilmeye başlanmış olmakla birlikte, komple santral kurulumu konusunda Türkiye doğrudan yabancı firmalara bağımlı konumdadır. Geçmiş yıllarda edinilen deneyimler hayata geçirilememiştir (1983 yılında, Hirfanlı Hidroelektrik Santraline ait 32 MW nominal gücündeki 4. türbin-jeneratör ünitesi ve yardımcı tesislerinin neredeyse yüzde 100 yerli olarak yapımı, kurulumu ve arızasız olarak üretime başlanması).

Yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin tam olarak değerlendirilmesi ve ayrıca üretim için ihtiyaç duyulan enerji ekipmanlarının yurt içinde üretilmesi, ancak Türkiye'nin bu üretim konusunu temel bir politika haline getirmesi ile mümkün görünmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın, özellikle enerjide dışa bağımlılığı azaltma konusunda çalışmaları olduğu bilinmektedir. Yenilenebilir enerjide, üretilen enerjinin sabit fiyattan satın alınması

garantisi getiren teşvik mekanizmasına, santrallerde yerli ekipman kullanılması durumunda ek olarak yerli katkı teşviği getirilmiştir. Ancak, sektör ilgilileri ile yapılan görüşmelerde; ülke için önemi, büyük yatırım tutarları gerektirmesi, sorunları gibi unsurlar dikkate alındığında, enerji ekipmanları sektörü için, teşvik tutarlarının ve teşvikten yararlandırma için öngörülen sürenin yetersiz olduğu dile getirilmiştir.

Yapılan çalışmadan elde edinilen bilgiler ışığında, enerji ekipmanlarının yerli üretimi ile ilgili olarak sektör özelinde aşağıdaki **bulgular (sorunlar ve kısıtlar)** tespit edilmiştir:

- ✓ Enerji ekipmanları yatırımları, genellikle büyük hacimli ve oldukça yüksek finansman ihtiyacı gerektiren yatırımlardır. Yatırımların büyüklüğü, özel sektörün yatırım kararı vermesini zorlaştıran en önemli unsurlardan birisidir.
- ✓ Uluslararası lisansla çalışma, hem yurtiçi hem de yurt dışı talep almada çok önemli bir faktördür. Lisans alma maliyetinin yüksekliği ve lisans alma süresinin uzunluğu, sektöre girmek isteyen firmaları zor durumda bırakmaktadır. Sektör ilgilileri, yurt dışında kapanmış bir firmanın lisansının devralınmasının daha kolay olduğunu belirtmektedirler.
- ✓ Diğer ülkelerde olduğu gibi, Türkiye’de de enerji ekipmanları sektörünün gelişmesi, kamu iradesinin oluşmasına sıkı sıkıya bağlıdır. Başlangıçta, özel sektörün talep sıkıntısının giderilebilmesi (talep garantisi verilmesi), yatırım kararlarını olumlu yönde etkileyecektir. Dünyada, enerji ekipmanları piyasasında etkili firmalar genellikle ülke yönetimleri tarafından desteklenen ve gözetilen firmalar olmaktadır. Hatta dünya pazarında etkili bir Çin firması, doğrudan Çin Hükümeti tarafından kurulmuş ve yönetilmektedir.
- ✓ Sektörün teknolojik gelişmelere hızla adapte olması, hem ürün kalitesi yoluyla hem de maliyetler yoluyla talep hacmini doğrudan etkilemektedir. Ülkemizdeki Ar-Ge faaliyetlerinin kısıtlılığı, sektörün dünyadaki gelişmelere ayak uydurmasını zorlaştırabilecektir. Yapılacak yatırımlarda Ar-Ge ihtiyacının da belirlenmesi ve dikkate alınması çok önemlidir.
- ✓ Enerji ekipmanlarının çok farklı hammadde ile üretilen, çok sayıda yardımcı malzemeye ihtiyaç duyan ürünler olması, enerji ekipmanları yatırımlarının hem maliyetini artırmakta (çok sayıda farklı üretim bandına gerek duyulması), hem de

diğer üretim sektörlerine bağımlı olmasına neden olmaktadır. Bir rüzgâr türbininin 8,000 bileşenden oluşması buna örnek verilebilir.

- ✓ Ülkemizde, maden istihraç ve işlenmesi sektörünün çok fazla gelişmemiş olması, enerji ekipmanları üretiminde, yatırımcıları genellikle ithal hammaddelere bağımlı kılmaktadır.
- ✓ Sektörde uluslararası rekabetin güçlü olmasının, yerli üreticileri zorlayacağı tahmin edilmektedir. Özellikle son yıllarda, birtakım hükümet destekli Çin ve diğer Uzakdoğu ülkeleri menşeli firmaların daha düşük fiyatlarla piyasaya girmeleri, Avrupalı üreticileri olduğu kadar yerli üreticileri de zorlayacaktır.
- ✓ Sektörde gerek ekipman üretiminde gerekse santral kurulumunda tasarım, montaj, mühendislik hizmetleri oldukça büyük önem taşımaktadır. Anahtar teslimi hizmet sunan firmalar, genellikle talep almada büyük avantaja sahip olmaktadır. Bu nedenlerle, yapılacak enerji ekipmanları yatırımlarında bu faaliyetlerin de dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.
- ✓ Yapılan görüşmeler ve edinilen bilgiler ışığında, enerji ekipmanları sektörüne şu ana kadar sağlanan teşvikler ve kolaylıklar, yatırımların hacmi ve piyasanın zorlukları karşısında yetersiz kalmaktadır.
- ✓ Enerji ekipmanlarının standart ölçülerde olmaması, kurulacak santrale ve mekana göre ekipman ihtiyacının belirlenmesi dolayısıyla, sektörde sipariş usulü çalışılmakta, firmalar stoğa üretim yapamamaktadırlar. Bu durum, üretim sürecinin ve işgücünün kullanımı ve dolayısıyla maliyetler açısından firmaları zorlayabilmektedir.
- ✓ Son zamanlarda Türkiye'nin önemli gündem maddelerinden biri olan nükleer enerji santrallerinin kurulum aşamasında, kullanılacak olan ekipmanlardan da yerli üreticilerin belli bir pay alacakları düşünülmektedir.
- ✓ Enerji ekipmanları üretiminin doğrudan veya dolaylı olarak etkileşim içinde olduğu sektörlerin Bölge ve özellikle Kayseri açısından gelişmişlik durumu dikkate alındığında, bu alt sanayi dallarının özellikle Kayseri ilinde gelişmiş olması, enerji ekipmanları üretimi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.
- ✓ Enerji ekipmanları imalatı gerçekleştirebilecek sektörlerde yer alan 19 alt kalemde 2002-2012 döneminde gerçekleşen veriler baz alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda 7 alt kalemde Bölgenin dış ticaretteki rekabet gücü uygun görünmektedir. Bu kalemler:



- Metal yapı malzemeleri (2811)
- Tank sarnıç ve metal muhafazalar (2812)
- Buhar kazanı (merkezi kalorifer kazanları hariç) (2813)
- Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya (2899)
- Mil yatağı, dişli, dişli takımı ve tahrik tertibatı (2913)
- Diğer genel amaçlı makineler (2919)
- İzole edilmiş tel ve kablolar (3130)'dan oluşmaktadır.

- ✓ Enerji ekipmanları imalat sektöründe TR72 Bölgesinin dış ticaretteki rekabet gücü analiz edildiğinde, Bölgenin rekabet gücüne sahip olduğu ve pozitif bir eğilim taşıdığı görülmektedir. RCA değerleri bazında bakıldığında, Bölge illerinin tamamının sektörel düzeyde rekabet gücüne sahip olduğu ancak en yüksek rekabet gücünün ise Bölge ihracatının yüzde 95'ini gerçekleştiren Kayseri ilinde olduğu dikkati çekmektedir.

**EK 1: Bazı Enerji Ekipmanlarının İhracat ve İthalat Tutarları****Bazı Enerji Ekipmanlarının İhracat Tutarları (1,000 USD)**

	2002	2005	2008	2010	2011	2012	2013(2)
692.11	5,198	19,645	66,961	60,831	89,613	94,898	13,814
692.12	165	669	1,007	904	2,016	1,788	378
692.41	11,207	41,348	93,229	97,685	128,945	113,853	17,977
692.42	23,627	46,324	55,393	53,468	52,113	62,092	11,106
693.11	51,685	92,476	123,870	131,155	146,670	132,149	24,075
693.12	56,538	173,825	286,744	307,625	460,553	440,892	69,332
693.13	10,096	23,782	29,151	50,334	105,091	111,063	22,322
711.11	3,143	5,928	24,395	18,715	28,259	22,745	8,938
711.12	207	1,285	1,979	1,909	4,466	4,637	775
711.21	336	3,280	7,932	3,032	6,086	9,128	926
711.22	6	101	302	421	117	321	34
711.91	3,130	16,339	17,411	11,338	23,214	12,575	1,550
711.92	2,349	64	1,665	1,617	891	353	158
712.19	14	2,755	8,170	3,011	60	10	55
712.80	148	3,212	2,439	3,023	704	525	9
714.89	11,978	8,545	20,310	5,568	4,675	10,161	299
714.99	2,445	78,531	80,343	25,045	22,206	7,914	366
716.10	954	2,792	5,522	6,793	9,965	15,936	2,907
716.20	5,609	11,917	23,887	19,758	30,528	23,758	3,591
716.31	15,961	36,382	61,102	62,791	87,454	89,513	12,840
716.32	1,322	4,412	6,445	9,255	6,013	8,662	1,223
716.40	232	23	423	153	498	5	204
716.51	30,357	123,142	235,912	211,743	227,140	239,696	29,975
716.52	4,463	5,381	15,114	1,749	7,317	2,124	174
716.90	24,591	58,932	98,964	81,849	97,320	81,999	18,340
718.19	81	2,925	6,225	1,813	1,087	3,103	71
718.71	0	0	0	0	0	0	0
718.91	2,676	14,454	33,115	27,702	34,908	31,597	3,747
718.92	143	445	1,574	1,698	1,948	2,106	268
718.93	447	3,263	14,503	8,446	14,352	8,642	1,658
718.99	476	2,542	6,770	9,852	7,402	13,756	960
741.71	4,989	711	806	1,486	1,697	1,883	76
741.72	711	113	1,133	5,050	474	909	21
773.11	7,885	38,901	150,174	127,055	161,553	152,259	17,936
773.12	17,813	30,066	96,089	73,643	103,324	101,093	15,491
773.16	392,500	526,679	1,197,746	1,175,221	1,449,959	1,531,017	246,561
773.17	43,592	80,621	276,792	159,911	267,360	254,244	29,412
773.18	28,882	23,020	57,408	41,539	53,250	47,464	6,770
773.22	26	307	758	18	34	110	0
773.23	473	2,155	4,305	5,127	5,729	6,996	2,253
773.24	1,322	2,015	4,077	4,170	6,075	8,304	1,608
<b>Toplam</b>	<b>767,807</b>	<b>1,489,440</b>	<b>3,120,180</b>	<b>2,812,831</b>	<b>3,651,360</b>	<b>3,650,911</b>	<b>568,234</b>

Kaynak: TÜİK \*Geçici Veriler

**Bazı Enerji Ekipmanlarının İthalat Tutarları (1,000 USD)**

	2002	2005	2008	2010	2011	2012	2013(■)
692.11	12,872	9,761	25,217	25,564	45,827	29,582	1,522
692.12	273	875	1,658	761	519	1,093	0
692.41	6,228	10,996	15,063	17,164	21,140	19,817	2,834
692.42	4,465	8,824	20,289	35,787	41,085	42,413	8,887
693.11	11,130	27,825	55,921	55,707	63,034	55,888	10,112
693.12	1,840	1,819	4,548	12,742	5,473	5,502	1,253
693.13	3,128	387	18,961	9,586	3,566	13,944	452
711.11	35,553	20,800	31,207	151,266	39,822	115,065	88,640
711.12	84	55	86	2,717	1,144	801	0
711.21	44,362	20,707	15,847	7,174	11,839	17,044	18,157
711.22	14,874	1,199	2,694	1,820	18,890	3,223	503
711.91	162,739	13,734	144,094	62,607	16,395	224,128	60,337
711.92	21,792	5,392	11,150	2,357	51,931	39,522	15,562
712.19	47,822	33,103	12,249	93,236	49,300	134,632	33,528
712.80	152,785	24,423	35,630	44,377	37,198	20,829	807
714.89	166,111	90,590	54,319	213,140	164,295	300,747	64,372
714.99	105,292	189,818	150,695	140,965	113,054	169,004	37,124
716.10	23,765	73,055	104,502	96,236	129,129	143,579	26,385
716.20	34,720	57,105	71,685	53,524	72,193	67,305	10,494
716.31	66,105	158,997	291,935	299,789	381,153	366,757	61,204
716.32	57,558	47,714	113,319	139,411	210,553	126,974	36,921
716.40	878	357	632	2,878	3,241	717	65
716.51	107,857	74,569	251,005	296,017	401,778	350,829	43,918
716.52	18,926	105,394	619,134	877,149	489,819	696,986	184,306
716.90	63,770	49,395	57,144	190,179	220,516	304,995	26,293
718.11	20,545	5,460	32,139	111,671	76,720	95,630	5,821
718.19	2,432	3,554	69,485	79,467	109,694	62,844	15,828
718.91	2,458	7,400	16,045	15,181	22,480	16,385	2,801
718.92	2,480	5,430	11,106	9,704	13,855	14,685	2,132
718.93	5,848	20,309	40,041	36,069	56,133	76,509	8,352
718.99	2,898	8,159	31,077	38,492	49,007	19,370	1,851
741.71	17,872	13,153	39,950	16,182	26,827	15,105	555
741.72	5,818	3,768	1,705	1,528	2,281	1,022	75
773.11	12,975	23,763	58,398	43,280	41,397	43,447	8,072
773.12	3,196	11,999	35,244	31,817	42,941	27,519	5,107
773.16	96,866	169,043	292,208	262,050	329,579	296,877	46,361
773.17	14,354	8,277	15,044	40,332	24,440	27,025	3,632
773.18	2,132	4,212	13,618	13,787	25,720	20,447	2,356
773.22	1,242	608	2,333	501	3,699	1,769	83
773.23	8,800	9,741	26,328	18,912	40,083	40,482	4,904
773.24	1,735	4,434	16,019	19,301	13,058	14,600	1,773
<b>Toplam</b>	<b>1,366,578</b>	<b>1,326,206</b>	<b>2,809,728</b>	<b>3,570,424</b>	<b>3,470,806</b>	<b>4,025,090</b>	<b>843,378</b>

Kaynak: TÜİK

\*Geçici Veriler

## **EK 2: SITC Revize 4'e Göre, Bulunabilen Enerji Ekipmanları İstatistik Numaraları**

- **692.11** Rezervuarlar, tanklar, fiçılar ve benzeri konteynerler (sıkıştırılmış veya sıvılaştırılmış gazlar için olanlar hariç), demirden veya çelikten, kapasitesi > 300 litre olanlar, iç yüzeyi kaplanmış veya ısı yalıtımlı olsun veya olmasın (mekanik veya termal ekipmanlı olanlar hariç)
- **692.12** Rezervuarlar, tanklar, fiçılar ve benzeri konteynerler (sıkıştırılmış veya sıvılaştırılmış gazlar için olanlar hariç), alüminyumdan, kapasitesi > 300 litre olanlar, iç yüzeyi kaplanmış veya ısı yalıtımlı olsun veya olmasın (mekanik veya termal ekipmanlı olanlar hariç)
- **692.41** Tanklar, variller, fiçılar, teneke kutular, kutular ve benzeri muhafazalar, herhangi bir madde için (sıkıştırılmış veya sıvılaştırılmış gazlar için olanlar hariç), demirden veya çelikten, kapasitesi ≤ 300 litre olanlar, iç yüzeyi kaplanmış veya ısı yalıtımlı olsun veya olmasın (mekanik veya termal ekipmanlı olanlar hariç)
- **692.42** Tanklar, variller, fiçılar, teneke kutular, kutular ve benzeri muhafazalar, herhangi bir madde için (sıkıştırılmış veya sıvılaştırılmış gazlar için olanlar hariç), alüminyumdan, kapasitesi ≤ 300 litre olanlar, iç yüzeyi kaplanmış veya ısı yalıtımlı olsun veya olmasın (mekanik veya termal ekipmanlı olanlar hariç)
- **693.11** Örgülü teller, halatlar, kablolar, örme şeritler, taşıma askıları, ve benzeri ürünler, demirden veya çelikten olanlar (elektrik yalıtımı olmayanlar)
- **693.12** Örgülü teller, halatlar, kablolar, örme şeritler, taşıma askıları, ve benzeri ürünler, bakırdan olanlar (elektrik yalıtımı olmayanlar)
- **693.13** Örgülü teller, halatlar, kablolar, örme şeritler, taşıma askıları, ve benzeri ürünler, alüminyumdan olanlar (elektrik yalıtımı olmayanlar)
- **711.11** Buhar üretim kazanları
- **711.12** Kızgın su kazanları
- **711.21** Kazanlar (boylerler) (alt grup 711.1 veya 812.1 altında yer alanlar) için yardımcı sistemler (tesisler)
- **711.22** Kondansatörler. buhar veya diğer buhar güç üniteleri için
- **711.91** Kazanların (boylerlerin) (alt grup 711.1 altında yer alanlar) parçaları
- **711.92** Kazanlar (boylerler) için yardımcı sistemlerin (tesislerin) (alt grup 711.2 altında yer alanlar) parçaları
- **712.19** Diğer türbinler
- **712.80** Buhar türbinlerinin (alt grup 712.1 altında yer alanlar) parçaları
- **714.89** Diğer gaz türbinleri
- **714.99** Gaz türbinlerinin (başlık 714.89 altında yer alanlar) parçaları
- **716.10** Elektrik motorları. gücü ≤ 37.5 W olanlar
- **716.20** Doğru akım (DC) motorları ve jeneratörler (gücü ≤ 37.5 W olanlar hariç)
- **716.31** Alternatif akım (AC) motorları (üniversal AC/DC motorları dahil. fakat gücü ≤ 37.5 W olanlar hariç)
- **716.32** Jeneratörler. alternatif akım (AC)
- **716.40** Rotatif elektrik konvertörleri
- **716.51** Jeneratör grupları. sıkıştırmayla ateşlemeli. içten yanmalı piston motorlu (dizel veya yarı dizel olanlar)
- **716.52** Diğer jeneratör grupları
- **716.90** Yalnızca veya temel olarak döner (rotatif) elektrikli sistemlerde (tesislerde) (grup 716 altında yer alan) kullanmaya uygun parçalar
- **718.11** Hidrolik türbinler ve su çarkları
- **718.19** Hidrolik türbinlerin ve su çarklarının parçaları (regülatörler dahil)
- **718.71** Nükleer reaktör parçaları
- **718.91** Doğrusal hareketli hidrolik güç makine ve motorları (silindirler)
- **718.92** Doğrusal hareketli havalı (pnömatik) güç makine ve motorları (silindirler)
- **718.93** Diğer makine ve motorlar
- **718.99** Doğrusal hareketli hidrolik veya havalı (pnömatik) güç makinelerinin ve motorlarının (silindirler). diğer makinelerin ve motorların (718.91. 718.92 ve 718.93 başlıkları altında yer alanlar) ile tepkili motorların (714.49 başlığı altında yer alan) parçaları
- **741.71** Gaz veya su gazı jeneratörleri, arıtıcıları ile birlikte olsun veya olmasın; asetilen gazı jeneratörleri ve benzerleri su ile işleyen gaz jeneratörleri, arıtıcıları ile birlikte olsun veya olmasın
- **741.72** Gaz veya su gazı jeneratörlerinin (arıtıcıları ile birlikte olsun veya olmasın), asetilen gazı jeneratörlerinin ve benzerleri su ile işleyen gaz jeneratörlerinin (arıtıcıları ile birlikte olsun veya olmasın) (başlık 741.71 altında yer alanların) parçaları
- **773.11** Bobin telleri
- **773.12** Koaksiyel kablolar ve diğer koaksiyel iletkenler
- **773.16** Diğer elektrik iletkenleri, voltaj (gerilim) ≤ 1.000 V olanlar
- **773.17** Diğer elektrik iletkenleri, voltaj (gerilim) > 1.000 V olanlar
- **773.18** Fiber optik kablolar
- **773.22** Elektrik yalıtkanları (izolatörleri), camdan olanlar
- **773.23** Elektrik yalıtkanları (izolatörleri),seramikten olanlar
- **773.24** Elektrik yalıtkanları (izolatörleri), cam veya seramik dışındaki maddelerden olanlar

**YÖNETMELİK**

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından:

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETEN  
TESİSLERDE KULLANILAN AKSAMIN YURT İÇİNDE İMALATI HAKKINDA  
YÖNETMELİKTE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK**

**MADDE 1** – 19/6/2011 tarihli ve 27969 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamin Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmeliğin 1 inci maddesinin birinci fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“(1) Bu Yönetmeliğin amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan ve bütünleştirici parçaları ile birlikte yurt içinde imal edilen aksamın ve bütünleştirici parçaların, 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun ekinde yer alan II sayılı Cetvele göre ilave fiyatının belirlenmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esasların belirlenmesidir.”

**MADDE 2** – Aynı Yönetmeliğin 3 üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) ve (b) bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiş ve (ğ) bendinden sonra gelmek üzere aşağıdaki (h) ve (ı) bentleri eklenmiştir.

“a) Yerli Aksam: Bu Yönetmeliğin ekinde yer alan “EK-1 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.”

“b) 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.”

“h) Yerli Katkı İlave Fiyatı: Yurt içinde imal edilen ve “EK-1 Yurt İçinde İmal Edilen Aksam Tanımları” tablosunda yer alan bir aksam için belirlenen yerli aksam oranının Kanunun II sayılı Cetvelinde belirtilen fiyat ile çarpımı sonucunda elde edilen fiyatı.”

“ı) Bütünleştirici Parça: Aksam imalatında kullanılan temel parçalar.”

**MADDE 3** – Aynı Yönetmeliğin 4 üncü maddesinin birinci fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“(1) Kanunun 6/B maddesinde yer alan hükümden yararlanmak isteyen lisans sahibi tüzel kişiler, bu Yönetmelik ekinde yer alan EK-1 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 aşağıdaki belgeleri Bakanlık ve/veya Bakanlığın görevlendirdiği kuruluşa beyan etmek zorundadır.

a) Bu Yönetmeliğin ekinde yer alan ve 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 EK-2 Yerli İmalat Durum Belgesi.

b) TS EN 45011 “Ürün Belgelendirmesi Yapan Belgelendirme Kuruluşları İçin Genel Şartlar” standardına uygun olarak Uluslararası Akreditasyon Forumu (IAF) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalamış ulusal akreditasyon kurumları tarafından düzenlenen ve aksamın uluslararası veya ulusal standartlara uygunluğunu belirten ürün sertifikası.”

**MADDE 4** – Aynı Yönetmeliğin 5 inci maddesinin birinci fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“(1) Bu Yönetmeliğin 4 üncü maddesi kapsamındaki belgelerle yurt içinde imal edildiği belirlenen yerli aksam için lisans sahibi tüzel kişilere Kanun kapsamında uygulanacak yerli katkı ilave fiyatları Bakanlık tarafından 30 iş günü içerisinde EPDK’ya bildirilir.”

**MADDE 5** – Aynı Yönetmeliğin 6 ncı maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“**MADDE 6** – (1) 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 EK-2 Yerli İmalat Durum Belgesi’nin hazırlanması ile ilgili olarak 3568 sayılı Kanunda belirtilen cezai şartlardan sorumludur.

(2) Kanunun 6/B maddesinde yer alan hükümden yararlanmak isteyen lisans sahibi tüzel kişilerin elektrik üretim tesislerinde kullanılan herhangi bir aksama ait Yerli İmalat Durum Belgelerinin olup olmadığı, geçici kabul işlemleri sırasında Kabul Heyeti tarafından kontrol edilir.

(3) Bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihten önce işletmeye alınmış üretim tesislerinde kullanılan yerli aksamlar için düzenlenen Yerli İmalat Durum Belgeleri lisans sahibi tüzel kişi tarafından Bakanlığa sunulur. Bakanlık gerekli görmesi halinde, yerli katkı ilave fiyatlarını tespit etmeden önce Yerli İmalat Durum Belgesi beyan edilen aksamı yerinde kontrol edebilir. Belgelerin Bakanlığa sunulduğu tarihten itibaren geçerli olacak olan yerli katkı ilave fiyatları Bakanlık tarafından 30 iş günü içerisinde EPDK'ya bildirilir.”

**MADDE 6** – Aynı Yönetmeliğin ekinde yer alan EK-1. bu Yönetmeliğin ekinde yer alan EK-A’ daki şekilde değiştirilmiştir.

**MADDE 7** – Aynı Yönetmeliğin ekinde yer alan EK-2. bu Yönetmeliğin ekinde yer alan EK-B’deki şekilde değiştirilmiştir.

**MADDE 8** – Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

**MADDE 9** – Bu Yönetmelik hükümlerini Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı yürütür.

### YURT İÇİNDE İMAL EDİLEN AKSAM VE BÜTÜNLEŞTİRİCİ PARÇALAR LİSTESİ

Tesis Tipi	Yurt İçinde İmal Edilen Aksam	Bütünleştirici Parçalar	Yerli Aksam Oranı %
A- Hidroelektrik üretim tesisi	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 ve türbin emme borusundan oluşan makine grubu	
		<b>Salyangoz veya türbin muhafaza gövdesi ve dağıtıcı boru:</b> Tahrik suyunu türbin çarkının çevresine eşit basınç ve eşit hızlarla dağıtmak	15
		<b>Türbin Çarkı:</b> Suyun hidrolik akım enerjisini mekanik enerjiye çeviren döner (dinamik) hidrolik makinalardır.	35
		<b>Ayar kanatları veya nozul:</b> 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
		<b>Servomotor ve ayar çemberi:</b> Türbin için gerekli olan su debisini miktarının ayar kanatları ile ayarlanması ve aynı zamanda kapama (vana) görevini de yerine getirir.	10
		<b>Türbin mili:</b> Su kuvvetinin türbin çarkında meydana getirdiği döndürme momentini, generatör rotoruna nakletme görevini yaparlar.	10
		<b>Governor (Hız regülâtörü):</b> Türbinin gücü ne olursa olsun, devir sayısını istenilen ölçülerde sabit tutma işlemi hız regülâtörlerinin ana görevidir. Governor iki kısımdan oluşur.	10
		<b>Emme borusu:</b> 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	<b>Jeneratör:</b> Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	55

		<b>Güç elektroniği:</b> Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi. kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	45
B- Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	<b>1.Kanat</b>	<b>Kanat ve rotor göbeği bağlantı elemanları</b>	100
	<b>2.Jeneratör ve Güç Elektroniği</b>	<b>Jeneratör:</b> Rotor milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	55
		<b>Güç elektroniği:</b> Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	45
	<b>3.Türbin kulesi</b>	<b>1 - Rotor ve Nasel gruplarındaki mekanik aksamı taşıyan kule</b>	80
		<b>2- Kule-Nasel ve Kule-Zemin bağlantı elemanları</b>	20
	<b>4- Rotor ve Nasel Gruplarındaki Mekanik Aksamın Tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç)</b>	<b>1. Rotor göbeği</b>	20
		<b>2. Nasel kabini</b>	5
		<b>3. Kanat yönlendirme mekanizması (motor, motor freni, dişli sistemi ve yatakları)</b>	10
		<b>4. Nasel yönlendirme mekanizması (motor, motor freni, dişli sistemi ve yatakları)</b>	10
		<b>5. Rotor ana mili</b>	10
		<b>6. Rotor ana mil yatağı ve yatak bloğu ile kavrama elemanları</b>	10
		<b>7. Nasel grubundaki mekanik ve elektro-mekanik aksamı taşıyan sistem (şase)</b>	5
		<b>8. Mekanik ve aerodinamik fren diskleri ve hidrolik kontrol sistemleri</b>	5
		<b>9. Dişli kutulu veya dişli kutusuz hız dönüştürücüsü elemanları</b>	25
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	<b>1-PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı</b>	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	
		<b>1. Taşıyıcı yapı</b> (Mekanik bağlantı elemanları, destek temeli, takipli veya takipsiz destek yapısı, kablo kanalları).	55
		<b>2. Elektriksel bağlantılar</b> (Kablo, kablo bağlantı kutuları, sistem koruma devreleri).	45
	<b>2-PV modülleri</b>	Çevresel etkilere karşı dayanıklı bir yüzeye monte edilen ince film, organik veya kristal yapıları PV hücresi veya CPV hücresini içeren yapı.	
		<b>2.1. Kristal esaslı PV modüller</b>	
		2.1.1. Cam	20
		2.1.2. Çerçeve	15
		2.1.3. EVA Folye	25
		2.1.4. Tedlar Folye	20
		2.1.5. Kablo bağlantı Kutusu ( junction box)	20
		<b>2.2. Odaklayıcı PV modüller</b>	
2.2.1. Hücreleri bir arada tutan yapı		35	
2.2.2. Çerçeve	15		
2.2.3. Soğutucu ünite	50		

	<b>3-PV modülünü oluşturan hücreler</b>	Üzerine gelen veya yansıtıcı yüzey levhaları tarafından odaklanan güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren en temel fotovoltaik ünite	
		<b>3.1. Kristal esaslı PV hücreler</b>	
		3.1.1. Saflaştırılmış silisyum	25
		3.1.2. Kütük (ingot)	15
		3.1.3. Dilimlenmiş külçeler (wafer)	30
		3.1.4. Hücre	30
		<b>3.2. İnce film esaslı PV hücreler</b>	
		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
<b>3.3. Odaklayıcı PV hücreler (Çok katmanlı PV eleman)</b>	100		
<b>4. İnvörtör</b>	Bir enerji kaynağından üretilen doğru akımın, bağlantı noktasının gerilim ile frekans değerleriyle uyumlu olacak şekilde alternatif akıma dönüştürülmesini sağlayan güç elektroniği ünitesi.	100	
<b>5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme</b>	Güneş ışınlarını, PV modülü üzerinde bulunan bir veya birden fazla sayıdaki PV hücresi üzerine yoğunlaştıran yansıtıcı veya odaklayıcı özellikli optik malzeme.	100	
<b>D-Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	<b>1- Radyasyon toplama tüpü</b>	İçerisinden ısı transferi akışkanı geçen ve ısı iletkenlik ile emicilik değerleri yüksek olan bir boru ve bu boruyu çevreleyen yüksek radyasyon geçirgenliğine sahip vakumlanmış cam tüp.	
		<b>1. Cam tüp</b>	35
		<b>2. Vakum contası</b>	15
		<b>3. Seçici yüzeyli boru</b>	50
	<b>2- Yansıtıcı yüzey levhası</b>	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
	<b>3- Güneş takip sistemi</b>	Yansıtıcı yüzey levhalarının bir veya birden fazla ekseninde güneşi takip etmesini sağlayan elektro-mekanik aksam	
		<b>1. Güneş takibini sağlayan hidrolik pompaları veya elektrik motorları</b>	50
		<b>2. Yazılım ve yazılıma bağlı donanım</b>	35
		<b>3. Elektriksel donanım</b>	15
	<b>4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı</b>	Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisinden elde edilen ihtiyaç fazlası ısı enerjisinin depolanması	
<b>1. Isı depolama tankları</b>		55	
<b>2. Sirkülasyon pompaları, tank bağlantı boruları, vanalar ve ısı değiştirici üniteleri</b>		45	
<b>5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı</b>	Güneş radyasyonunun yansıtıcı yüzey levhaları tarafından bir kule üzerindeki merkezi bir toplayıcıya odaklanması		
	<b>1. Merkezi radyasyon alıcısı (reciever)</b>	55	
	<b>2. Buhar ısı eşanjörleri, sirkülasyon pompaları, ısı transfer akışkanı iletim boruları</b>	45	
<b>6- Stirling motoru</b>	Güneş radyasyonunun yansıtıcı yüzey levhaları tarafından bir kule üzerindeki merkezi bir toplayıcıya odaklanması		
	<b>1. Toplayıcı</b>	35	
	<b>2. Motor</b>	40	
	<b>3. Alternatör</b>	15	
	<b>4. Soğutma ünitesi</b>	10	



	<b>7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği</b>	Panel entegrasyonu: 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: Güneş radyasyonunun doğrusal bir hat üzerine yansıtılması prensibine göre elektrik üreten tesislerde yansıtıcı yüzey levhaları ile radyasyon toplama tüplerinin, merkezi odaklayıcı 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
		<b>1. Yansıtıcı levhaları taşıyan platform</b> 55
		<b>2. Taşıyıcı platformun yansıtıcı yüzey ile zemin arasındaki her türlü bağlantısını sağlayan elemanlar</b> 45
<b>F- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	<b>1- Akışkan Yataklı Buhar Kazanı</b>	Akışkan yataklı biyokütle yakma teknolojilerinin kullanıldığı buhar üretim sistemi
		<b>1. Hammadde hazırlama ünitesi</b> 15
		<b>2. Yanma reaktörü</b> 35
		<b>3. Buhar Kazanı</b> 25
		<b>4. Gaz temizleme sistemi</b> 25
	<b>2-Sıvı veya Gaz Yakıtlı Buhar Kazanı</b>	Sıvı veya gaz formundaki biyoyakıtların yanma ısısının kullanılması sonucu buhar üreten ünite ve bileşenleri
		<b>1. Buhar kazanı</b> 40
		<b>2. Brülör</b> 35
		<b>3. Pompa</b> 20
		<b>4. Isı ve kazan kontrol paneli</b> 5
	<b>3- Gazlaştırma ve Gaz Temizleme Grubu</b>	Gazlaştırma grubu: Biyokütle kaynaklarına sınırlı miktarda oksijen, hava, hava-su buharı karışımı veya zenginleştirilmiş oksijen içerikli hava verilerek yanabilen gaz bileşimlerinin elde edildiği ünite ve bileşenleri
		Gaz temizleme grubu: Gazlaştırma grubunda üretilen yanabilen gaz bileşiminin içerisindeki kirleticilerin fiziksel, kimyasal veya termal işlemlerle bertaraf edilerek buhar kazanları veya gaz türbinleri için kullanılabilir hale getiren ünite ve bileşenleri
		<b>3.1 Hammadde hazırlama ünitesi</b> 20
		<b>3.2 Gazlaştırma reaktörü</b> 35
		<b>3.3 Gaz temizleme ünitesi</b> 20
	<b>3.4 Gaz yakma ünitesi</b> 25	
	<b>4- Buhar veya Gaz Türbini</b>	Biyokütle gazlaştırma grubunda üretilen temizlenmiş gaz bileşimi veya akışkan yataklı biyokütle yakma tesislerinde elde edilen ısı enerjisi ile üretilen buharı kullanarak elektrik üreten türbinler
		<b>4.1 Buhar türbini</b>
		4.1.1. Türbin 55
		4.1.2. Yağlama sistemi 15
4.1.3. Hız kontrol sistemi 15		
4.1.4. Yoğuşma Sistemi 15		
<b>4.2 Gaz türbini</b>		
4.2.1. Türbin 55		
4.2.2. Yağlama sistemi 15		
4.2.3. Hız kontrol sistemi 15		
4.2.4. Egzoz sistemi 15		
<b>5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru</b>		<b>5.1 İçten yanmalı motor:</b> Biyokütle kaynağından üretilen sentetik gaz ile çalışabilen motor
		5.1.1. Motor 55
	5.1.2. Yakıt sistemi 15	
	5.1.3. Egzoz sistemi 15	
	5.1.4. Soğutma Sistemi 15	
	<b>5.2 Stirling motoru:</b> Yalıtılmış bir silindir içerisinde bulunan bir miktar çalışma gazının biyokütle kaynağından üretilen sentetik gaz	

		ile ısıtılması, ısınan gazların genişmesi ve soğutulması yöntemine göre elektrik üreten ısı motoru		
		5.2.1. Motor	55	
		5.2.2. Alternatör	25	
		5.2.3. Soğutma sistemi	20	
	<b>6. Jeneratör ve Güç Elektroniği</b>	<b>Jeneratör:</b> Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	55	
		<b>Güç elektroniği:</b> Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	45	
	<b>7- Kojenerasyon Sistemi</b>	Isı, elektrik ve/veya mekanik enerjiyi eş zamanlı olarak aynı ünite de üreten sistem		
		<b>7.1 Atık ısı geri kazanımı sistemi</b>	35	
		<b>7.2 Otomasyon sistemi</b>	35	
		<b>7.3 Kompansatör ekipmanları</b>	30	
<b>G- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	<b>1- Buhar veya Gaz Türbini</b>	Yerkabuğunun derinliklerinde birikmiş olarak bulunan sıcak su, ıslak buhar veya kuru buhar halindeki akışkanın taşıdığı enerji ile elektrik üreten üniteler		
		<b>4.1 Buhar türbini</b>		
		4.1.1. Türbin	55	
		4.1.2. Yağlama sistemi	15	
		4.1.3. Hız kontrol sistemi	15	
		4.1.4. Yoğuşma sistemi	15	
		<b>4.2 Gaz türbini</b>		
		4.2.1. Türbin	55	
		4.2.2. Yağlama sistemi	15	
		4.2.3. Hız kontrol sistemi	15	
	4.2.4. Egzoz sistemi	15		
		<b>2. Jeneratör ve Güç Elektroniği</b>	<b>Jeneratör:</b> Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım.	55
			<b>Güç elektroniği:</b> Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım.	45
		<b>3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü</b>	<b>Buhar enjektörü:</b> Jeotermal kaynaklara dayalı üretim tesisinde kullanılan akışkanların bünyesinde bulunabilen düşük oranlardaki yoğuşmayan gazların sistemden uzaklaştırılmasında kullanılan ve venturi prensibine göre çalışan gaz alma sistemleri	100
			Veya	
	<b>Vakum kompresörü:</b> Jeotermal kaynaklara dayalı üretim tesisinde kullanılan akışkanların bünyesinde bulunabilen yüksek oranlardaki yoğuşmayan gazların sistemden uzaklaştırılmasında kullanılan gaz alma sistemleri			

## YERLİ İMALAT DURUM BELGESİ

Belgenin verilif tarihi	
Belge numarası	
Firma unvanı	
İşyeri adresi	
Telefon. faks ve e-posta	
Ticaret sicil no	
Sanayi Odası veya Ticaret ve Sanayi Odası sicil no	
Tesis tipi	
Aksamın adı	
Aksama ait bütünleştirici parçanın adı	

İş bu belge "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik" kapsamında ...../...../..... tarihinde düzenlenmiş olup. adı geçen aksamın/aksama ait ..... adlı bütünleştirici parçanın yurt içi katma değerle üretildiğini göstermektedir.

Bu belge. verilif tarihinden itibaren 5 yıl geçerlidir.

Belgeyi Hazırlayanlar:

Yeminli Mali Müşavir

Mühür

İmza

### ONAYLAYANLAR

Sanayi Odası veya Ticaret ve Sanayi Odası

Mühür

İmza

**KANUN**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ELEKTRİK ENERJİSİ  
ÜRETİMİ AMAÇLI KULLANIMINA İLİŞKİN KANUNDA  
DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR KANUN**

**Kanun No. 6094**

**Kabul Tarihi: 29/12/2010**

**MADDE 1** – 10/5/2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanununun 3 üncü maddesinin birinci fıkrasının (8). (9) ve (11) numaralı bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, birinci fıkraya aşağıdaki bentler ve maddeye aşağıdaki fıkra eklenmiştir.

“8. Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK): Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını.

9. Biyokütle: Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dâhil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları.”

“11. Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: 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 onbeş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını.”

“13. Çöp gazı: Çöp dâhil diğer atıklardan enerji elde edilmesi amacıyla üretilen gazı.

14. YEK Destekleme Mekanizması: Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim faaliyeti gösterenlerin faydalanabileceği fiyat, süreler ve bunlara yapılacak ödemelere ilişkin usul ve esasları içeren destekleme mekanizmasını.

15. PMUM: Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezini.

16. YEK toplam bedeli: YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olanların her biri tarafından iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi miktarı ile YEK listesindeki fiyatların çarpılması suretiyle, enerjinin sisteme verildiği tarihteki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası döviz alış kuru üzerinden Türk Lirası olarak hesaplanan bedellerin toplamını.

17. Ödeme yükümlülüğü oranı: Tüketicilere elektrik enerjisi satışı yapan tedarikçilerin ödemekle yükümlü olacağı tutarın hesaplanmasında kullanılacak olan, her bir tedarikçinin tüketicilerine sattığı elektrik enerjisi miktarının, bu tedarikçilerin tamamının tüketicilere sattığı toplam elektrik enerjisi miktarına bölünmesi suretiyle hesaplanan oranı.”

“Bu Kanunda geçmekle birlikte tanımlanmamış diğer terim ve kavramlar, 20/2/2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunundaki anlama sahiptir.”

**MADDE 2** – 5346 sayılı Kanununun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının ikinci cümlesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“Elektrik enerjisi üretimine yönelik yenilenebilir kaynak alanlarının ilgili kurum ve kuruluşların görüşü alınarak belirlenmesi, derecelendirilmesi, korunması ve kullanılmasına ilişkin usul ve esaslar yönetmelikle düzenlenir. Belirlenen yenilenebilir kaynak alanları imar planlarına resen işlenmek üzere Bakanlık tarafından ilgili mercilere bildirilir.”

**MADDE 3** – 5346 sayılı Kanununun 6 ncı maddesi başlığı ile birlikte aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“YEK Destekleme Mekanizması

**MADDE 6** – Bu Kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 tarihinden 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan 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 Kanuna göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynaklar Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir.

YEK Destekleme Mekanizmasına bir sonraki takvim yılında tabi olmak isteyenler YEK Belgesi almak ve 31 Ekim tarihine kadar EPDK’ya başvurmak zorundadır.

YEK Destekleme Mekanizmasında öngörülen süreler; tesislerden işletmedekiler için işletmeye

girdiği tarihten, henüz işletmeye girmemiş olanlar için işletmeye girecekleri tarihten itibaren başlar. YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olanlar, uygulamaya dâhil oldukları yıl içerisinde uygulamanın dışına çıkamaz.

YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olanların listesi ile bunlara ait tesislerin işletmeye giriş tarihlerine, yıllık elektrik enerjisi üretim kapasitelerine ve yıllık üretim programına ilişkin bilgiler, kaynak türlerine göre her yıl 30 Kasım tarihine kadar EPDK tarafından yayımlanır.

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesislerindeki aksamın sağlanması gereken standartlar ve denetimlerde uygulanacak test yöntemleri ile birlikte, bu tesislerde ve hibrit üretim tesislerinde üretilen elektrik enerjisi içerisindeki güneş enerjisine dayalı üretim miktarlarının denetimine ilişkin usul ve esaslar EPDK'nın görüşü alınarak Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle belirlenir.

PMUM, her fatura dönemi için YEK toplam bedelini ilan eder ve her bir tedarikçinin ödeme yükümlülüğü oranını belirler. Ödeme yükümlülüğü oranının belirlenmesi sırasında, bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilerek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olmaksızın serbest piyasada satışı yapılan elektrik enerjisi miktarı bu Kanun kapsamındaki hesaplamalara dâhil edilmez. Tüketicilere elektrik enerjisi sağlayan her bir tedarikçinin ödemekle yükümlü olduğu tutar belirlenerek ilgili tedarikçiye fatura edilir ve yapılan tahsilat YEK Destekleme Mekanizmasına tabi tüzel kişilere payları oranında ödenir. Bu fıkra kapsamındaki PMUM dâhil uygulamalara ilişkin usul ve esaslar, EPDK tarafından çıkarılacak yönetmelikte düzenlenir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerin lisanslarına derç edilecek yıllık üretim miktarı, bu tesislerin kaynağına göre mevcut kurulu gücü ile üretebileceği yıllık azami üretim miktarıdır. Bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihte mevcut olan lisanslar da ilgililerin müracaatı ile üç ay içinde bu doğrultuda tadil edilir.

Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten ve bu madde hükmüne tabi olmak istemeyen tüzel kişiler, lisansları kapsamında serbest piyasada satış yapabilirler.”

**MADDE 4 –** 5346 sayılı Kanuna 6 ncı maddesinden sonra gelmek üzere aşağıdaki maddeler eklenmiştir.

“Muafiyetli üretim

MADDE 6/A – 4628 sayılı Kanununun 3 üncü maddesinin üçüncü fıkrası kapsamında kurulacak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için başvuru yapılması, izin verilmesi, denetim yapılması ile teknik ve mali usul ve esaslar, Bakanlık, İçişleri Bakanlığı ve DSİ'nin görüşleri alınarak EPDK tarafından çıkartılacak bir yönetmelikle düzenlenir. Hidroelektrik üretim tesisleri için su kullanım hakkının verilmesine, DSİ'nin ilgili taşra teşkilatının su rejimi açısından üretim tesisinin yapımında sakınca bulunmadığına ve bağlantının yapılacağı dağıtım şirketinden dağıtım sistemine bağlantı yapılabileceğine dair görüş alınmak kaydıyla, tesisin kurulacağı yerdeki il özel idareleri yetkilidir.

Bu madde kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler; ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, I sayılı Cetveldeki fiyatlardan on yıl süre ile faydalanabilir. Bu kapsamda dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisinin perakende satış lisansını haiz ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunludur. İlgili şirketlerin bu madde gereğince satın aldıkları elektrik enerjisi, söz konusu dağıtım şirketlerce YEK Destekleme Mekanizması kapsamında üretilmiş ve sisteme verilmiş kabul edilir.”

“Yerli ürün kullanımı

MADDE 6/B – 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 Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir.

II sayılı Cetvelde yer alan yurt içinde imalatın kapsamının tanımı, standartları, sertifikasyonu ve denetimi ile ilgili usul ve esaslar, Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.

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 belirlenerek ilan edilir.”

“Diğer uygulamalar

MADDE 6/C – Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapmak üzere lisans alan tüzel kişiler, lisanslarında belirlenen sahaların dışına çıkılmaması ve işletme anında sisteme verilen gücün lisanslarında belirtilen kurulu gücü aşmaması kaydıyla ek kapasite kurabilirler.

Bu Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren altı ay içerisinde, 31/12/2015 tarihine kadar her yıl

güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin bağlanabileceği trafo merkezleri ve bağlantı kapasiteleri, E.İ.E. İdaresi'nin ve TEİAŞ'ın teknik görüşleri alınarak Bakanlık tarafından belirlenir ve yayımlanır. 31/12/2015 tarihinden sonraki yıllara ait bağlantı kapasiteleri ve trafo merkezleri, ilki 1/4/2014 tarihinde olmak üzere her yıl Bakanlık tarafından belirlenir ve yayımlanır.

EPDK tarafından lisans başvuruları değerlendirilirken bağlantı görüşünün oluşturulması aşamasında, bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine öncelik tanınır.

Güneş enerjisine dayalı lisans başvurularında standardına uygun ölçüm bulundurulması zorunludur. Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi kurulması için yapılan lisans başvurularında, tesis sahasının malikinin lisans başvurusunda bulunması halinde aynı sahaya başka başvuru yapılamaz. Aynı bölge ve/veya aynı trafo merkezi için birden fazla başvurunun bulunması halinde, başvurular arasından ilan edilen kapasite kadar sisteme bağlanacak olanı belirlemek için TEİAŞ tarafından bu Kanunda belirlenen süreler boyunca uygulanmak üzere, I sayılı Cetvelde öngörülen fiyatların eksiltilmesi usulü ile yarışma yapılır. Yarışma ile ilgili usul ve esaslar Bakanlık, EPDK ve E.İ.E. İdaresi'nin görüşleri alınarak TEİAŞ tarafından çıkarılacak yönetmelikte düzenlenir.

31/12/2013 tarihine kadar iletim sistemine bağlanacak YEK Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücü 600 MW'dan fazla olamaz. 31/12/2013 tarihinden sonra iletim sistemine bağlanacak YEK Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücünü belirlemeye Bakanlar Kurulu yetkilidir.

Bu Kanun kapsamındaki üretim tesisleri ile elektrik üretim ve dağıtım yapılan diğer tesislerin lisansı kapsamındaki inceleme ve denetimi EPDK tarafından yapılır veya gerektiğinde masrafları ilgililerine ait olmak üzere EPDK tarafından yetkilendirilecek denetim şirketlerinden hizmet satın alınarak EPDK tarafından yaptırılabilir. Denetim şirketleri ile ilgili uygulamaya ilişkin usul ve esaslar, Bakanlık görüşü alınmak kaydıyla EPDK tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.”

**MADDE 5 –** 5346 sayılı Kanunun 8 inci maddesinin üçüncü fıkrasının ilk cümlesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, maddenin sonuna aşağıdaki fıkralar eklenmiştir.

“Bu Kanunun yayımı tarihi itibarıyla işletmede olanlar dâhil, 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girecek bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden, ulaşım yollarından ve lisanslarında belirtilen sisteme bağlantı noktasına kadarki TEİAŞ ve dağıtım şirketlerine devredilecek olanlar da dâhil enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde seksenbeş indirim uygulanır.”

“Milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı ile tabiatı koruma alanlarında, muhafaza ormanlarında, yaban hayatı geliştirme sahalarında. özel çevre koruma bölgelerinde ilgili Bakanlığın, doğal sit alanlarında ise ilgili koruma bölge kurulunun olumlu görüşü alınmak kaydıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulmasına izin verilir.

Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretim tesisleri için 29/6/2001 tarihli ve 4706 sayılı Hazineye Ait Taşınmaz Malların Değerlendirilmesi ve Katma Değer Vergisi Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanunun ek 2 nci maddesi hükümleri uygulanmaz.”

**MADDE 6 –** 5346 sayılı Kanunun 10 uncu maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“MADDE 10 – Bu Kanunun 6 ve 6/A maddelerine aykırı faaliyet gösterdiği tespit edilenler hakkında. 4628 sayılı Kanunun 11 inci maddesi hükümleri uygulanır.”

**MADDE 7 –** 5346 sayılı Kanuna aşağıdaki geçici madde eklenmiştir.

“GEÇİCİ MADDE 5 – Bu Kanunun 6. 6/A. 6/B ve 6/C maddelerinde çıkarılması öngörülen yönetmelikler, bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren 3 ay içerisinde yayımlanır. YEK Destekleme Mekanizmasına 2011 yılında tabi olmak isteyenler, YEK Belgesi almak ve 6. 6/A. 6/B ve 6/C maddelerinde çıkarılması öngörülen yönetmeliklerin yayımlanmasını takip eden 1 ay içerisinde EPDK'ya başvurmak zorundadır. YEK Destekleme Mekanizmasına 2011 yılında tabi olanların listesi, başvuruların alınmasını takip eden 1 ay içerisinde EPDK tarafından yayımlanır.”

**MADDE 8 –** Bu Kanun yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

**MADDE 9 –** Bu Kanun hükümlerini Bakanlar Kurulu yürütür.

7/1/2011

I Sayılı Cetvel	
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. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
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- İnvörtör	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
E- 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
F- 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

## BAKANLAR KURULU KARARI

**Karar Sayısı : 2013/4288**

Ekli "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararda Değişiklik Yapılmasına Dair Karar"ın yürürlüğe konulması; Ekonomi Bakanlığının 24/1/2013 tarihli ve 5825 sayılı yazısı üzerine, 14/5/1964 tarihli ve 474 sayılı Kanunun 2 nci, 29/6/2001 tarihli ve 4706 sayılı Kanunun ek 3 üncü, 31/5/2006 tarihli ve 5510 sayılı Kanunun ek 2 nci, 25/10/1984 tarihli ve 3065 sayılı Kanunun 13 üncü ve geçici 30 uncu, 3/6/2011 tarihli ve 637 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin 11 inci ve 26 ncı maddeleri ile 13/6/2006 tarihli ve 5520 sayılı Kanunun 32/A maddesine göre, Bakanlar Kurulu'nca 28/1/2013 tarihinde kararlaştırılmıştır.

**Abdullah GÜL**  
CUMHURBAŞKANI

Recep Tayyip ERDOĞAN  
Başbakan

B. ARINÇ  
Başbakan Yardımcısı

S. ERGİN  
Adalet Bakanı

F. ÇELİK  
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı

T. YILDIZ  
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı

M. GÜLER  
İçişleri Bakanı

N. AVCI  
Millî Eğitim Bakanı

M. MÜezzİNOĞLU  
Sağlık Bakanı

A. BABACAN  
Başbakan Yardımcısı

F. ŞAHİN  
Aile ve Sosyal Politikalar Bakanı

E. BAYRAKTAR  
Çevre ve Şehircilik Bakanı

S. KILIÇ  
Gençlik ve Spor Bakanı

C. YILMAZ  
Kalkınma Bakanı

İ. YILMAZ  
Millî Savunma Bakanı

B. YILDIRIM  
Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanı

B. ATALAY  
Başbakan Yardımcısı

S. ERGİN  
Avrupa Birliği Bakanı V.

A. DAVUTOĞLU  
Dışişleri Bakanı

M. M. EKER  
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanı

Ö. ÇELİK  
Kültür ve Turizm Bakanı

V. EROĞLU  
Orman ve Su İşleri Bakanı

B. BOZDAĞ  
Başbakan Yardımcısı

N. ERGÜN  
Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı

M. Z. ÇAĞLAYAN  
Ekonomi Bakanı

H. YAZICI  
Gümrük ve Ticaret Bakanı

M. ŞİMŞEK  
Maliye Bakanı



## YATIRIMLARDA DEVLET YARDIMLARI HAKKINDA KARARDA DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR KARAR

**MADDE 1-** 15/6/2012 tarihli ve 2012/3305 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 17 nci maddesinin birinci fıkrasına aşağıdaki bentler eklenmiştir.

“1) Motorlu kara taşıtları ana sanayinde gerçekleştirilecek asgari 300 milyon TL tutarındaki yatırımlar ve asgari 75 milyon TL tutarındaki motor yatırımları ile asgari 20 milyon TL tutarındaki motor aksamaları, aktarma organları/aksamları ve otomotiv elektroniğine yönelik yatırımlar.

i) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından düzenlenen geçerli bir maden işletme ruhsatı ve izni kapsamında 3213 sayılı Maden Kanununun 2 nci maddesinin 4-b grubunda yer alan madenlerin girdi olarak kullanıldığı elektrik üretimi yatırımları.”

**MADDE 2-** Aynı Kararın 29 uncu maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“MADDE 29- (1) Bu Karar kapsamındaki destek unsurlarından yararlanan yatırım harcamaları, diğer kamu kurum ve kuruluşlarının desteklerinden yararlanamaz. Diğer kamu kurum ve kuruluşlarının desteklerinden yararlanan veya yararlanılacak yatırım harcamaları için, bu Karar kapsamındaki desteklerden yararlanmak üzere Bakanlığa müracaat edilemez. Bu madde hükmüne aykırı davranılması halinde, bu Karar kapsamında yararlanan destekler ilgili mevzuat çerçevesinde geri alınır. Ancak, diğer kamu kurum ve kuruluşlarının sadece sübvansiyonlu kredi desteğinden yararlanan yatırımlar, bu Karar kapsamında faiz desteği dışındaki diğer destek unsurlarından yararlandırılabilirler.”

**MADDE 3-** Aynı Kararın EK-4 sayılı ve “TEŞVİK EDİLMEYECEK VEYA TEŞVİKİ BELİRLİ ŞARTLARA BAĞLI YATIRIM KONULARI” başlıklı ekinin I/B/4 sırası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“4- Doğalgaza dayalı elektrik üretimi yatırımları (19/6/2012 tarihinden önce Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan lisansı alınmış yatırımlar hariç).”

**MADDE 4-** Bu Karar, 19/6/2012 tarihinden geçerli olmak üzere yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

**MADDE 5-** Bu Karar hükümlerini Ekonomi Bakanı yürütür.

<b>Bakanlar Kurulu Kararının Yayımlandığı Resmî Gazetenin</b>	
<b>Tarihi</b>	<b>Sayısı</b>
19/6/2012	28328
<b>Bakanlar Kurulu Kararında Değişiklik Yapan Düzenlemenin Yayımlandığı Resmî Gazetenin</b>	
<b>Tarihi</b>	<b>Sayısı</b>
13/10/2012	28440

## **EK 6: Nükleer Güç Santrallerine İlişkin Kanun**

### **NÜKLEER GÜÇ SANTRALLERİNİN KURULMASI VE İŞLETİLMESİ İLE ENERJİ SATIŞINA İLİŞKİN KANUN Kanun No. 5710 Kabul Tarihi: 9/11/2007**

#### **BİRİNCİ BÖLÜM**

##### **Amaç, Kapsam, Tanımlar ve Kısaltmalar**

##### **Amaç ve kapsam**

**MADDE 1-** (1) Bu Kanunun amacı; enerji plan ve politikalarına uygun biçimde, elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirecek nükleer güç santrallerinin kurulması, işletilmesi ve enerji satışına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

##### **Tanımlar ve kısaltmalar**

**MADDE 2-** (1) Bu Kanunda geçen;

- a) Bakanlık: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığını.
- b) EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunu.
- c) EÜAŞ: Elektrik Üretim Anonim Şirketini.
- ç) İÇH: İşletmeden çıkarma hesaplarını.
- d) Perakende ve/veya toptan satış lisansı: Elektrik enerjisinin perakende ve/veya toptan satış faaliyetleri için EPDK'dan alınan lisansları.
- e) Santral: Elektrik enerjisi üretilen nükleer güç santrallerini.
- f) Şirket: Santral kuran, elektrik enerjisi üreten ve satan şirket veya şirketleri.
- g) TAEK: Türkiye Atom Enerjisi Kurumunu.
- ğ) TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketini.
- h) TETAŞ: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketini.
- ı) URAH: Ulusal radyoaktif atık hesabını.

ifade eder.

#### **İKİNCİ BÖLÜM**

##### **Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ile Enerji Üretim ve Ticaretine**

##### **İlişkin Usul ve Esaslar**

##### **Santral kuracak şirketin belirlenmesi**

**MADDE 3-** (1) Nükleer güç santrallerinin yapılmasına ilişkin seçim süreci Bakanlık tarafından ve bu Kanundaki usuller uygulanmak suretiyle başlatılır.

(2) TAEK. Kanunun yürürlük tarihinden itibaren nükleer santral kurup işletecek şirketlerin karşılaması gereken ölçütleri bir ay içinde yayınlır.

(3) Bu Kanuna göre yapılacak nükleer güç santralleri için yarışmaya katılacaklarda aranacak şartlar, şirketin seçimi, yer tahsisi, lisans bedeli, altyapıya yönelik teşvikler, seçim süreci, yakıt temini, üretim kapasitesi, alınacak enerjinin miktarı, süresi ve enerji birim fiyatını oluşturma usul ve esasları bu Kanunun yürürlüğe girmesinden sonra iki ay içerisinde Bakanlık tarafından hazırlanacak ve Bakanlar Kurulunun onayı ile yürürlüğe girecek bir yönetmelikle belirlenir.

(4) Bu Kanuna göre yapımı öngörülen nükleer güç santralleri için üçüncü fıkrada belirtilen yönetmeliğin yayımlanmasından sonra en geç bir ay içerisinde teklif almak üzere TETAŞ tarafından ilana çıkılır.

(5) Alınan tekliflerden, TAEK tarafından belirlenen ölçütleri karşıladığı TAEK tarafından belgelenen şirketlerin teklifleri yarışmaya sokulur. bu ölçütleri karşılamayan şirketlerin teklifleri yarışma dışı bırakılır. Alınan teklifler

TETAŞ tarafından bu Kanun ve çıkarılacak yönetmelik hükümleri çerçevesinde değerlendirildikten sonra en uygun teklif belirlenerek, ilgili şirketle sözleşme imzalanmasına izin alınmak üzere Bakanlar Kurulunun onayına sunulur. TETAŞ tarafından gönderilen teklifin uygun görülmesi halinde, Bakanlar Kurulunca ilgili şirketle TETAŞ arasında sözleşme imzalanması hususunda izin verilir. EPDK tarafından sözleşme imzalanması uygun görülen şirkete ilgili mevzuat çerçevesinde lisans verilir. EPDK tarafından lisans verilmesini müteakip, ilgili şirketle TETAŞ arasında, santralin işletmeye girmesinden itibaren onbeş yılı aşmayan enerji satışını düzenleyen sözleşme imzalanır.

#### **Uygulama esasları**

**MADDE 4-** (1) Bu Kanun kapsamında üretilen elektrik enerjisinin satışında aşağıda yer alan esaslar uygulanır:

a) Seçilen şirketin sözleşme gereği üreteceği enerji, şirketle TETAŞ arasında imzalanacak sözleşme çerçevesinde TETAŞ tarafından satın alınır. Bu enerji, santralin devreye girmesinden itibaren her yıl, faaliyette bulunan perakende ve toptan satış lisansı sahibi tüzel kişilere yapılacak ikili anlaşmalar çerçevesinde satılır. Perakende ve toptan satış lisansına sahip tüzel kişilerin alacakları enerji miktarı, bu tüzel kişilerin bir önceki yıla ait Türkiye toplam enerji tüketimindeki payları oranında her yıl belirlenir. Bu Kanun kapsamında toptan ve perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından ikili anlaşmalarla üstlenilecek elektrik enerjisi alımına ilişkin hükümler lisanslarına dercedilir.

b) TETAŞ tarafından toptan ve perakende satış şirketlerine yapılacak enerji satışına ilişkin usul ve esaslar ile tarafların yükümlülükleri Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle belirlenir.

(2) Ancak TETAŞ'la sözleşme yapmayı talep etmeyen şirketler, elektrik piyasası ve nükleer tesislere ilişkin mevzuata uymak kaydıyla bu Kanunun şirket seçimi ve ikili anlaşmalara ilişkin 3 üncü maddesinin birinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci fıkraları ile 4 üncü maddesinin birinci fıkrası hariç diğer hükümlerine tabi olurlar.

#### **Lisans, izin ve yükümlülükler**

**MADDE 5-** (1) Şirket, bu Kanun ve diğer mevzuatın gerektirdiği her türlü izin, ruhsat ve lisansı almakla yükümlüdür.

(2) Atık yönetimi kapsamında geçici depolama veya nihai depolama yerinin belirlenmesine, depolama tesisinin inşasına, lisanslanmasına, işletilmesine ve işletmeden çıkarılmasına, geçici depolama yerinde muhafaza edilecek veya nihai depolama yerinde bertaraf edilecek kullanılmış yakıt ya da yüksek radyoaktif seviyeli atıkların taşınmasına ve işlenmesine, radyoaktif atıkların yönetimini sağlayacak araştırma, geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesine ilişkin maliyetleri ve nükleer güç santralının söküm işleminden dolayı oluşacak maliyetleri karşılamak amacıyla, Bakanlık ve Hazine Müsteşarlığı tarafından yapılacak düzenleme ile URAH ve İÇH oluşturulur. URAH ve İÇH'ye ilişkin işlemler tüm vergilerden müstesnadır. Bu hesapların oluşturulması, nemalandırılması ve idaresine ilişkin usul ve esaslar, Bakanlık ve Hazine Müsteşarlığı tarafından birlikte hazırlanarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı ile Hazine Müsteşarlığının bağlı olduğu Devlet Bakanının onayı ve Resmi Gazetede yayımlanması ile yürürlüğe girer. Ödenecek payları zamanında yatırmayanlar için 21/7/1953 tarihli ve 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun hükümleri uygulanır. URAH ve İÇH adına tahsil edilen gelirler amacı dışında kullanılamaz.

(3) Şirket, TAEK'in yayınlayacağı ölçütler çerçevesinde yakıt temininden ve işletme döneminin sonunda santralin devreden çıkarılması ve sökümünden sorumludur.

(4) Şirket, santralin kurulması aşamasında oluşabilecek herhangi bir zararın tazminine yönelik yatırım sigortası yaptırmak zorundadır. Ayrıca santralin faaliyeti süresince oluşacak atıkların taşınması, depolanması ve/veya bertaraf edilmesi ile ilgili her türlü finansal maliyetlerin ve santralin işletme süresinin sonunda işletmeden çıkarma masraflarının karşılanması için oluşturulacak hesapların her birine 0.15 cent/kWh (ABD Doları cinsinden) katkı payı ödemekle yükümlüdür.

(5) Nükleer yakıt, radyoaktif madde veya radyoaktif atık taşınırken veya santralde bir kaza olması durumunda 29/7/1960 tarihli Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Şahıslara Karşı Kanuni Sorumluluk Hakkındaki Paris Sözleşmesi ve ek değişiklikleri ile diğer ulusal ve uluslararası mevzuat hükümleri uygulanır.

(6) Santrali kuran şirket, yıllık gelirinin yüzde birini araştırma ve geliştirme faaliyetlerine ayırmak zorundadır.

## **Kamu iştiraki ve yatırımı**

**MADDE 6-** (1) Bu Kanundan yararlanmaya hak kazanan şirket ile bir iktisadi devlet teşekkülü, 8/6/1984 tarihli ve 233 sayılı Kamu İktisadi Teşebbüsleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname çerçevesinde iştirak ilişkisi kurabilir.

(2) Bakanlığın görev vermesi halinde kamu şirketleri bu Kanun kapsamındaki santralleri yapabilir, yurt dışında benzer yatırımları yapabilir veya yatırımlara iştirak edebilir. Bu amaçla Bakanlar Kurulunca, yurt içinde veya yurt dışında santral kurmak, kurdurmak, işletmek ve/veya işlettmek ve üretilen elektriğin satışını yapmak üzere özel hukuk hükümlerine tabi şirket kurulmasına karar verilebilir. Bu kapsamda kurulacak şirkette özel sektör şirketlerinin hisse sahibi olmasına izin verilebilir. Kurulacak şirketin denetimi 2/4/1987 tarihli ve 3346 sayılı Kamu İktisadi Teşebbüsleri ile Fonların Türkiye Büyük Millet Meclisince Denetlenmesinin Düzenlenmesi Hakkında Kanuna göre yapılır.

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **Çeşitli Hükümler**

#### **Teşvikler**

**MADDE 7-** (1) Bakanlar Kurulu, kurulacak santrale ilişkin teknoloji edinmeye yönelik yatırımlar ile işletme personelinin eğitimini teşviklerden yararlandırabilir.

(2) Bu Kanun kapsamında üzerinde santral kurulacak taşınmazların Hazinesinin özel mülkiyetinde veya Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunması halinde, bu taşınmazlar üzerinde şirket lehine Maliye Bakanlığı tarafından, diğer kamu kurum veya kuruluşlarının mülkiyetinde bulunması halinde ise Bakanlar Kurulu kararı ile bedelsiz olarak kullanma izni, irtifak hakkı tesis edilir. Sözleşme sürelerinin sonunda nükleer güç santralının sökülmesi zorunludur. Söküm işinden ve taşınmazın çevre kuralları kapsamında kabul edilebilir hale getirilerek Hazineye iadesinden şirket sorumludur. Söküm maliyeti 5 inci maddenin ikinci fıkrası kapsamında oluşturulan İÇH'den karşılanır. Bu işlemler için İÇH kaynaklarının yetersiz kalması durumunda İÇH'den oluşmuş kaynakların yüzde yirmibeşine kadar maliyetler Hazine tarafından, bunun da yetmemesi halinde şirket tarafından karşılanır.

#### **Uygulamaların koordinasyonu**

**MADDE 8-** (1) Bu Kanunun uygulanmasında gerekli koordinasyon Bakanlık tarafından sağlanır.

#### **Yaptırımlar**

**MADDE 9-** (1) Bu Kanunun hükümlerine aykırı hareket eden toptan ve/veya perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler hakkında EPDK tarafından 20/2/2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 11 inci maddesi hükümleri çerçevesinde işlem yapılır.

#### **Düzenleyici kurum**

**GEÇİCİ MADDE 1-** (1) TAEK, nükleer faaliyetlerin düzenlenmesi ve denetlenmesi görevini yerine getirecek yeni bir kurum kurulana kadar 9/7/1982 tarihli ve 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu gereğince bu görevine devam eder. TAEK görevlerini yerine getirirken özel bilgi ve ihtisas gerektiren işlerde kadro aranmaksızın uygun nitelikli yerli ve yabancı uyruklu sözleşmeli personel çalıştırabilir. Bunlara ödenecek ücret ve

diğer mali haklar Başbakan tarafından belirlenir.

#### **Yerli kömür yakıtlı santrallerin teşviki**

**GEÇİCİ MADDE 2-** (1) EÜAŞ, yerli kömür yakıtlı elektrik santrali yapılması amacıyla kömür tahsis (rödovans) ihalesi yapabilir.

(2) İhale neticesinde yapılacak santrallerin 1000 megavat (MW) ve üzeri güçte olması ve santralin tamamının 2014 yılı sonuna kadar işletmeye girmesi halinde aşağıdaki hükümler uygulanır:

a) İhalede isteklilerce, yıllara sari olarak rödovans bedeli ile onbeş yıllık süre için birim elektrik enerjisi satış fiyatı ve asgari üretim taahhüdü olarak üretim miktarı teklif edilir. İhalede seçim ise teklif edilen rödovans bedeli ile elektrik enerjisi satış fiyatının ihalenin yapıldığı tarihe indirgenmiş değerlerinin şartnamede belirlenen esaslar dahilinde birlikte değerlendirilmesi sonucu yapılır.

b) İhalenin sonuçlanmasından itibaren üç ay içerisinde, santrallerden üretilecek elektrik enerjisinin alımına ilişkin olarak, ihalede seçilen şirket veya şirketler ile TETAŞ arasında ihale sonucu belirlenen elektrik enerjisi

satış fiyatı ve asgari üretim miktarı üzerinden. santralin işletmeye geçme tarihinden itibaren onbeş yıl süreli enerji satış anlaşması imzalanır.

TETAŞ'ın enerji alımına ilişkin usul ve esaslar şartnamede belirlenir. TETAŞ tarafından bu Kanun hükümleri çerçevesinde satın alınacak enerji, santralin devreye girmesinden itibaren her yıl, faaliyette bulunan perakende ve toptan satış lisansı sahibi tüzel kişilere, yapılacak ikili anlaşmalar çerçevesinde satılır. Perakende ve toptan satış lisansına sahip bu tüzel kişilerin alacakları enerji miktarı bu tüzel kişilerin bir önceki yıla ait Türkiye toplam enerji

tüketimindeki payları oranında her yıl belirlenir. Bu Kanun kapsamında toptan ve perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından ikili anlaşmalarla üstlenilecek elektrik enerjisi alımına ilişkin hükümler lisanslarına dercedilir. TETAŞ tarafından toptan ve perakende satış şirketlerine yapılacak enerji satışına ilişkin usul ve esaslar ile tarafların yükümlülükleri bu Kanunun yayımı tarihinden itibaren iki ay içerisinde Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.

c) Santral sahası hariç olmak kaydıyla, ihale konusu maden sahası ile ihale konusu projenin gerçekleşmesi için zorunlu olan baraj ve su alma yapı yerlerinin kamulaştırmaları şartnamede belirlenecek esaslar çerçevesinde EÜAŞ tarafından bedeli de ödenmek sureti ile yapılır. Yerleri kamulaştırılanların iskan 19/9/2006 tarihli ve 5543 sayılı İskân Kanununa göre yapılır.

ç) Yapılacak olan santrallerin sözleşmelerinde öngörülen sürede işletmeye alınamaması halinde uygulanacak yaptırımlar şartname ve sözleşmelerde yer alır.

d) Gerekli enerji nakil hatları TEİAŞ tarafından, şirketle TETAŞ arasında yapılacak olan sözleşmede belirlenecek olan santral ünitelerinin işletmeye giriş programına uygun olarak yapılır. Gecikmeden dolayı oluşan zararlar TEİAŞ tarafından karşılanır.

e) İhale kapsamındaki santraller için. Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirlenen emisyon sınır değerlerini sağlamak kaydıyla, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde belirlenen hava kalitesi sınır değerleri, projenin uygulanmasına imkân verecek şekilde Çevre ve Orman Bakanlığınca yeniden belirlenir.

(3) 3/6/2007 tarihli ve 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun geçici 5 inci maddesi bu Kanunun yayımı tarihinden itibaren uygulanmaz.

#### **Yürürlük**

**MADDE 10-** (1) Bu Kanun yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

#### **Yürütme**

**MADDE 11-** (1) Bu Kanun hükümlerini Bakanlar Kurulu yürütür.

**EK 7: 90 Sektörlü Girdi-Çıktı Tablosunda Yer Alan Sektörlerin NACE Rev. 1.1. Karşılıkları**

Sektör No	NACE Rev. 1.1. Karşılığı	Sektör Adı
1	011	Bitkisel ürünlerin yetiştirilmesi; bostan, meyve ve sebze yetiştirilmesi
2	012+013	Hayvancılık ve hayvancılıkla birlikte bitkisel ürünlerin yetiştiriciliği (karma çiftçilik)
3	014	Tarım ve hayvancılıkla ilgili hizmetler (veterinerlik hariç)
4	015+020	Ormancılık ve avcılık
5	050	Balıkçılık
6	101+102+103	Maden kömürü, linyit ve turba madenciliği ve çıkarımı
7	111+112+120	Tetkik ve araştırma hariç, petrol ve gaz çıkarımı ve bunlarla ilgili hizmet faaliyetleri ile uranyum ve toryum cevheri madenciliği
8	131	Metal cevheri madenciliği
9	132+141+142+143+144+145	Taşocakçılığı ve diğer madencilik
10	151	Et ve et ürünleri imalatı, işlenmesi ve saklanması
11	152	Balık ve balık ürünlerinin işlenmesi ve saklanması
12	153	Sebze ve meyvelerin işlenmesi ve saklanması
13	154	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağların imalatı
14	155	Süt ürünleri imalatı
15	156	Öğütülmüş tahıl ürünleri; nişasta ve nişastalı ürünlerin imalatı
16	157	Hazır hayvan yemleri imalatı
17	158	Diğer gıda maddeleri imalatı
18	159	İçecek imalatı
19	160	Tütün ürünleri imalatı
20	171+172+173	Tekstil elyafının hazırlanması ve eğrilmesi; tekstil dokumacılığı; dokumanın aprelenmesi
21	174+175	Giyim eşyası dışındaki hazır tekstil ürünleri imalatı; diğer tekstil ürünleri imalatı
22	176+177	Trikotaj (örme) ve tığ-ışi kumaş imalatı
23	181+182	Deri giyim eşyası imalatı; diğer giyim eşyası ve aksesuarların imalatı
24	183	Kürkün işlenmesi ve boyanması; kürk mamulleri imalatı
25	191+192	Derinin tabaklanması ve işlenmesi; bavul, el çantası ve benzerleri ile saraçlık ve koşum takımı imalatı
26	193	Ayakkabı, terlik vb imalatı
27	201	Ağacın hızarlanması, planyalanması ve emprenye edilmesi ( kereste ve parke sanayi)
28	202+203+204+205	Ağaç ürünleri imalatı
29	211+212	Kâğıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri imalatı
30	221	Yayım
31	222+223	Basım ve hizmet faaliyetleri; plak, kaset vb. kayıtlı medyanın çoğaltılması
32	231+232+233	Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıt imalatı
33	241	Ana kimyasal maddelerin imalatı
34	242+243	Pestisid (haşarat ilacı) ve diğer zirai-kimyasal ürünlerin imalatı; boya, vernik benzeri kaplayıcı maddeler ile matbaa mürekkebi ve macun imalatı
35	244	Eczacılık ürünlerinin, tıbbi kimyasalların ve botanik ürünlerinin imalatı
36	245+246+247	Sabun ve deterjan, temizlik ve cilalama maddeleri; parfüm; kozmetik ve tuvalet malzemeleri imalatı; diğer kimyasal ürünlerin imalatı; suni elyaf imalatı

**Ek 7 (Devam): 90 Sektörlü Girdi-Çıktı Tablosunda Yer Alan Sektörlerin NACE Rev. 1.1. Karşılıkları**

Sektör No	NACE Rev. 1.1. Karşılığı	Sektör Adı
37	251	Kauçuk ürünleri imalatı
38	252	Plastik ürünlerin imalatı
39	261	Cam ve cam ürünleri imalatı
40	262+263	Seramik ürünleri imalatı
41	265+266	Çimento, kireç ve alçı imalatı; beton, çimento ve alçıdan yapılmış maddelerin imalatı
42	267+268	Süsleme ve yapı taşının kesilmesi, şekil verilmesi ve kullanılabilir hale getirilmesi; metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalatı
43	271+272+273	Demir-çelik-ana sanayii
44	274	Demir-çelik dışındaki ana metal sanayii
45	275	Döküm sanayii
46	281+282+283	Metal yapı malzemeleri imalatı; tank, sarnıç, metal muhafaza ile kalorifer kazanı ve radyatör imalatı; buhar kazanı imalatı, merkezi kalorifer kazanları hariç
47	284+285+286+287	Diğer metal eşyaların imalatı, metal işleri ile ilgili hizmet faaliyetleri
48	291+292	Genel amaçlı makine imalatı
49	293+294+295+296	Özel amaçlı makinelerin imalatı
50	297	B.y.s. ev aletleri imalatı
51	300	Büro makineleri ve bilgisayar imalatı
52	311+312+313+314+315+316	B.y.s. elektrikli makine ve cihazların imalatı
53	321+322+323	Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları imalatı
54	331+332+333+334+335	Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ve saat imalatı
55	341+342+343	Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı-römork imalatı
56	351	Deniz taşıtlarının yapımı ve onarımı
57	352	Demiryolu ve tramvay lokomotifleri ile vagonlarının imalatı
58	353	Hava ve uzay taşıtları imalatı
59	354+355	B.y.s. ulaşım araçları imalatı
60	361	Mobilya imalatı
61	362+363+364+365+366+371+372	B.y.s. diğer imalat; geri dönüşüm
62	401	Elektrik üretimi, iletimi ve dağıtımı
63	402+403	Gaz üretimi; ana borularla gazlı yakıtların dağıtımı; Buhar ve sıcak su üretimi ve dağıtımı
64	410	Suyun toplanması, arıtılması ve dağıtımı
65	451+452+453+454+455	İnşaat

**Ek 7 (Devam): 90 Sektörlü Girdi-Çıktı Tablosunda Yer Alan Sektörlerin NACE Rev. 1.1. Karşılıkları**

Sektör No	NACE Rev. 1.1. Karşılığı	Sektör Adı
66	501+502+503+504+505	Motorlu taşıtların satışı, bakımı ve onarımı; yakıtının perakende satışı
67	511+512+513+514+515+518+519	Toptan ticaret ve ticaret komisyonculuğu (motorlu taşıtlar hariç)
68	521+522+523+524+525+526+527	Perakende ticaret, kişisel ve ev eşyalarının tamiri (motorlu taşıtlar hariç)
69	551+552	Oteller
70	553+554+555	Lokantalar
71	601	Demiryolu taşımacılığı
72	602+603	Diğer kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı
73	611+612	Suyolu taşımacılığı
74	621+622+623	Havayolu taşımacılığı
75	631+632+633+634	Destekleyici ve yardımcı ulaştırma faaliyetleri; seyahat acentelerinin Faaliyetleri
76	641+642	Posta ve telekomünikasyon
77	651+652	Mali aracı kuruluşlar ve bunlara yardımcı faaliyetler
78	660+671+672	Sigorta ve emeklilik fonları ile ilgili faaliyet (zorunlu sosyal güvenlik hariç) ve bunlara yardımcı faaliyetler
79	701+702+703	Gayrimenkul faaliyetleri
80	711+712+713+714	Operatörsüz makine ve teçhizat ile kişisel eşya ve ev eşyalarının Kiralanması
81	721+722+723+724+725+726	Bilgisayar ve ilgili faaliyetler
82	731+732+741+742+743+744+745+746	Araştırma ve geliştirme faaliyetleri
83	747+748	Diğer iş faaliyetleri
84	751+752+753	Devlet hizmetleri
85	801+802+803+804	Eğitim hizmetleri
86	851+852+853+900	Sağlık işleri ve sosyal hizmetler
87	911+912+913	B.y.s. üye olunan kuruluşların faaliyetleri
88	921+922+923+924+925+926+927	Eğlence, dinlenme, kültür ve sporla ilgili faaliyetler
89	930	Diğer hizmet faaliyetleri
90	950+960+970+990	Ev içi çalışan personelin hanehalklarındaki hizmetleri



## **KAYNAKLAR**

### **Görüşmeler**

- Ayla Tutuş, DSİ, Energo-Pro, İçkale Şirketler Grubu Eski Çalışanı
- Canip Sevinç-Enerji Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Genel Müdür Danışmanı
- Enerji Ekipmanları Sektöründen Firmalarla Görüşmeler, ICCI-2013, İstanbul Fuar Merkezi, 25-27 Nisan 2013
- Erdoğan Öktem-Elektromekanik Sanayiciler Derneği (Emsad) Genel Sekreteri
- Erkan Çetinkaya- Elektrik Yüksek Mühendisi, Şeker Fabrikaları Eski Çalışanı
- Oğuz Türkyılmaz, TMMOB Enerji Çalışma Grubu Başkanı, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulu Üyesi

### **Basılı Kaynaklar**

- Ahmet Cangüzel Taner, Kömür Yakan Termik Santraller, Fizik Mühendisleri Odası
- Ahmet Kandemir, Fotovoltaik Enerji: Gelişmekte Olan Dünyanın Kırsal Alanlarında Uygulamaları, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. , Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Aralık 2005
- Atilla Keçeci, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Enerji Üretimi Araştırma Raporu, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Mart 2007
- Atilla Keçeci, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Rüzgâr Enerjisi Üretimi Araştırma Raporu, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Ağustos 2006
- Ayla Tutuş, Hidroelektrik Santraller ve Ar-Ge, VI. Enerji Sempozyumu Bildirisi, 2007
- Betül Şahin (Kayhan), Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kayseri İli Yıllık Ar-Ge ve Yenilikçilik Potansiyeli Raporu, Mart 2013
- Biyokütle Enerjisi, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, 2009
- Dr. Mustafa Hatipoğlu, Temiz ve Sürdürülebilir Bir Gelecek için Hidrojen Enerjisi Teknolojileri, ICCI-2012, İstanbul Fuar Merkezi, 25-27 Nisan 2012, İstanbul
- DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Makine ve Metal Eşya Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2007
- DPT, Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Ankara, 2006
- DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2001

- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2011, Ankara, Aralık 2011
- Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir İli Yenilenebilir Enerji Sektörü Analizi, 2012
- Elif Ferdal Karakaş, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye, EPDK, 2011
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri (Mavi Kitap), Ankara, 2012
- EPDK, Doğalgaz Piyasası Daire Başkanlığı, Doğalgaz Piyasası, 2011 Yılı Sektör Raporu, Ankara, 2012
- Esin Eren, Jeotermal Enerji, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Şubat 2008
- EÜAŞ, Elektrik Üretim Sektör Raporu, 2011
- Filiz Keskin-Erdal Ertuğrul, Enerji Sektörü, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Esam, Ağustos, 2009
- Friedrich Ebert Stiftung Derneği, Nükleer Enerjinin Sonu Mu?, Fukuşima'dan sonra alternatif enerji politikalarına uluslararası bir bakış, 2012
- Hakan Çuhadaroğlu-Yılmaz Uyaroğlu-Mehmet Ali Yalçın- İhsan Pehlivan-Nazım İmal, Hidrojen Enerjisi ve Yakıt Hücreleri Teknolojisi, Sakarya Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
- Hakan Sönmez, Yoğunlaştırıcı Termal Güneş Enerjisi, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Kasım 2008
- Leyla Dolun, Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Aralık 2002
- Murat Gökdemir, Murat İhsan Kömürcü, Taylan Ulaş Evcimen, İMO Su Yapıları Kurulu, Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, TMH - 471 - 2012/1
- N. Çınar- A. Tosuner- S. Mourgues, Yenilenebilir Enerji Makine Ekipman Yerli Üretimi, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Ankara, Mayıs 2012
- Odtü Mezunlar Derneği, Enerji Üretiminde Yerli Teknoloji Çalıştayı, Çalıştay Bildirileri, 19 Mart 2011, (Ayla Tutuş, Erkan Çetinkaya, Haluk Direskeneli, Mücella Ersoy, Selami Pekmezci, Harun Bilirgen, Hayati Olgun, Vedat Mıhlatis, Şayende Yılmaz, İskender Gökalp, Yüksel Malkoç, Mürşat Özkaya, Berat Altın, İbrahim Sinan Akmandor, Refik

- Tiryaki, Maksut Saraç, Sedat Çelikdoğan, Oğuz Bal, Gürel Gencer, İsmail Salıcı, Oğuz Çapan, Yücel Hökelek, Nevzat Şahin, Muzaffer Başaran)
- Oğuz Türkyılmaz- Can Özgiresun, Enerji Görünümü 2013, TMMOB Adana Şubesi, 8 Mart 2013 Sunumu
  - Onur Karakurt-Caner Emre Akçay, Fotovoltaik Teknolojisi, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Ağustos 2009
  - R. Gencay Karademir, Biyodizel ve Biyogaz, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Şubat 2009
  - Sedat Çelikdoğan, TÜREK, RES'lerde Yerli Katkı ve MİLRES Projesi, 2012
  - T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, 81 İl Durum Raporu, 2012
  - TC Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü, Otomotiv, Makine, Elektrik ve Elektronik Ürünler Daire Başkanlığı, Elektrikli Makineler ve Kablolar Sektörü, 2012
  - TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2013 Yılı Bütçe Sunumu
  - TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü
  - TEİAŞ, APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012-2021), Temmuz, 2012
  - TKB, İzmir İli Uygun Yatırım Alanları Araştırması, 2012
  - TMMOB, EMO, Enerji Verimliliği Raporu, 2012
  - TMMOB, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Nisan 2012
  - TMMOB, Türkiye Enerji Sempozyumu Bildirileri (IV-V-VI-VII-VIII)
  - TTK, Taşkömürü Sektör Raporu, 2009
  - T. Yıldız Güven-Oğuz Ceylan, Yakıt Pilleri Sektörü Raporu, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Mart 2008
  - Tuğrul Görgün, Yenilenebilir Enerjiler ve Teknolojileri, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, 2009
  - Türkiye Doğalgaz Piyasası Beklentiler, Gelişmeler, 2012, Deloitte Türkiye
  - Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, Apk Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012 – 2021), Temmuz 2012
  - Türkiye Elektrik ve Elektronik Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2012-2016, 2012 T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü

- Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (Türeb), Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2012
- Ünal Çamdalı-Selma Uzun, Güneş Pillerinin Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanımı, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Temmuz 2006
- Ünal Çamdalı , Ülkemizin Jeotermal Enerji Kaynak Potansiyeli, Projeksiyonu ve Yararlanma Teknikleri, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Teknoloji İzleme ve Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Temmuz 2007
- Ümit ÜNVER, Muhsin KILIÇ, Bir Kombine Çevrim Güç Santralının Termodinamik Analizi, Makale, Mühendis ve Makina - Cilt: 46 Sayı: 545, 2005
- Zerrin Taç Altuntaşoğlu, Yerli Enerji Teknoloji Üretimi Destek Politikaları, İstihdam Olanakları ve Türkiye'deki Durum, Mühendis ve Makine Dergisi, Cilt 50, Sayı 594
- 16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı Konferansı, Bildiriler Kitabı, Mayıs 2010
- Hazari, Bharat, R. (1970). "Empirical Identification of Key Sectors in the Indian Economy", The Review of Economics and Statistics, Vol. 52, No. 3, Aug. 1970, s. 301-305,
- Hurwicz, Leonid (1955). "Reviewed Work(s): Studies in the Structure of the American Economy: Theoretical and Empirical Explorations in Input-Output Analysis by Wassily Leontief", The American Economic Review, Vol. 45, No. 4.
- Leontief, Wassily (1949). "Structural Matrices of National Economics", Econometrica, Vol.17, Supplement Report of the Washington Meeting, (Jul. 1949).
- Leontief , Wassily, Faye Duchin, Daniel B. Szyld (1985). "New Approaches in Economic Analysis", Science, New Series, Vol. 228, No. 4698.
- Leontief, Wassily (1985). "Input-Output Analysis", Input-Output Economics içinde, Oxford University Press, New York, 2nd Edition.
- Ohiorhenuan , John Folorunsho Enahoro (1975). Structural Factors in the Macro-Economic Planning Process : A Study of Planning in Nigeria, Open Access Dissertations and Theses, Paper 3040.
- Reyes, Fidel Aroche (2002). "Structural Transformations and Important Coefficients in the North American Economies, Economic Systems Research, Vol.14., No. 2.
- Roman L. ve Jr. Weil (1968). "The Decomposition of Economic Production Systems", Econometrica, Vol. 36, No. 2, Apr., 1968.
-

## Yararlanılan Web Siteleri

- [comtrade.un.org](http://comtrade.un.org)
- [data.obitet.net](http://data.obitet.net)
- [enerjienstitusu.com](http://enerjienstitusu.com)
- [ren21.net](http://ren21.net)
- [www.alternaturk.org](http://www.alternaturk.org)
- [www.asociatiaeoliana.ro](http://www.asociatiaeoliana.ro)
- [www.ecoenerji.net](http://www.ecoenerji.net)
- [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
- [www.dektmk.org.tr](http://www.dektmk.org.tr)
- [www.ekonomi.gov.tr](http://www.ekonomi.gov.tr)
- [www.emo.org.tr](http://www.emo.org.tr)
- [www.emsad.org.tr](http://www.emsad.org.tr)
- [www.enerji2023.org](http://www.enerji2023.org)
- [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr)
- [www.epdk.gov.tr](http://www.epdk.gov.tr)
- [www.gensed.org](http://www.gensed.org)
- [www.gwec.net](http://www.gwec.net)
- [www.icci.com.tr](http://www.icci.com.tr)
- [www.intracen.org/exporters/statistics-import-product-country](http://www.intracen.org/exporters/statistics-import-product-country)
- [www.kalkinma.gov.tr](http://www.kalkinma.gov.tr)
- [www.kalkinma.com.tr](http://www.kalkinma.com.tr)
- [www.mmo.org.tr](http://www.mmo.org.tr)
- [www.tedas.gov.tr](http://www.tedas.gov.tr)
- [www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr)
- [www.temsan.gov.tr](http://www.temsan.gov.tr)
- [www.tetas.gov.tr](http://www.tetas.gov.tr)
- [www.tmmob.org.tr](http://www.tmmob.org.tr)
- [www.tubitak.gov.tr](http://www.tubitak.gov.tr)
- [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- [www.tureb.com.tr](http://www.tureb.com.tr)
- [www.utb.org.tr](http://www.utb.org.tr)