



SANAYİDE KOJENERASYON UYGULAMLARI

7. OSB ENERJİ ZİRVESİ

Burhan GÜLDİBİ
Isı Kojenerasyon Grup Koordinatörü
Makina Mühendisi
Telefon : (312) 212 64 20- 7795
e-posta: burhan.guldibi@enerji.gov.tr



İÇERİK :

- Sanayi Enerji Tüketim Bilgileri
- Kojenerasyon Tanımı ve Mevzuat
- Sanayideki Uygulamaları
- Lisanssız Üretim ve Gerçekleşmeler



SANAYİDE KOJENERASYON UYGULAMALARI

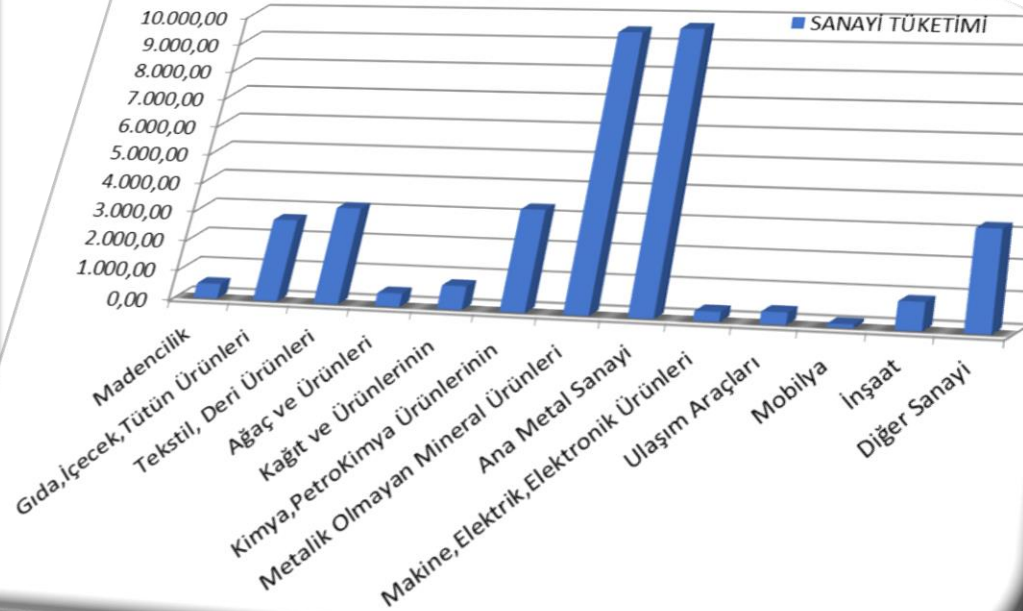




SANAYİ ENERJİ TÜKETİM BİLGİLERİ

TOPLAM NİHAİ ENERJİ TÜKETİMİ (BİN TEP) 2018	109.149
SANAYİ TÜKETİMİ	36.277
Madencilik Faaliyetleri	367
Gıda,İçecek,Tütün Ürünleri İmalatı	2.968
Tekstil, Deri Ürünleri İmalatı	3.199
Ağaç ve Ürünleri İmalatı	540
Kağıt ve Ürünlerinin İmalatı	803
Kimya,PetroKimya Ürünlerinin İmalatı	3.996
Metalik Olmayan Mineral Ürünleri İmalatı	9.274
Ana Metal Sanayi	9.591
Makine,Elektrik,Elektronik Ürünleri İmalatı	367
Ulaşım Araçları İmalatı	434
Mobilya İmalatı	104
İnşaat	932
Diğer Sanayi	3.702

Sanayi Sektörü , Türkiye Nihai Enerji Tüketiminin % 33 sini gerçekleştirmektedir.



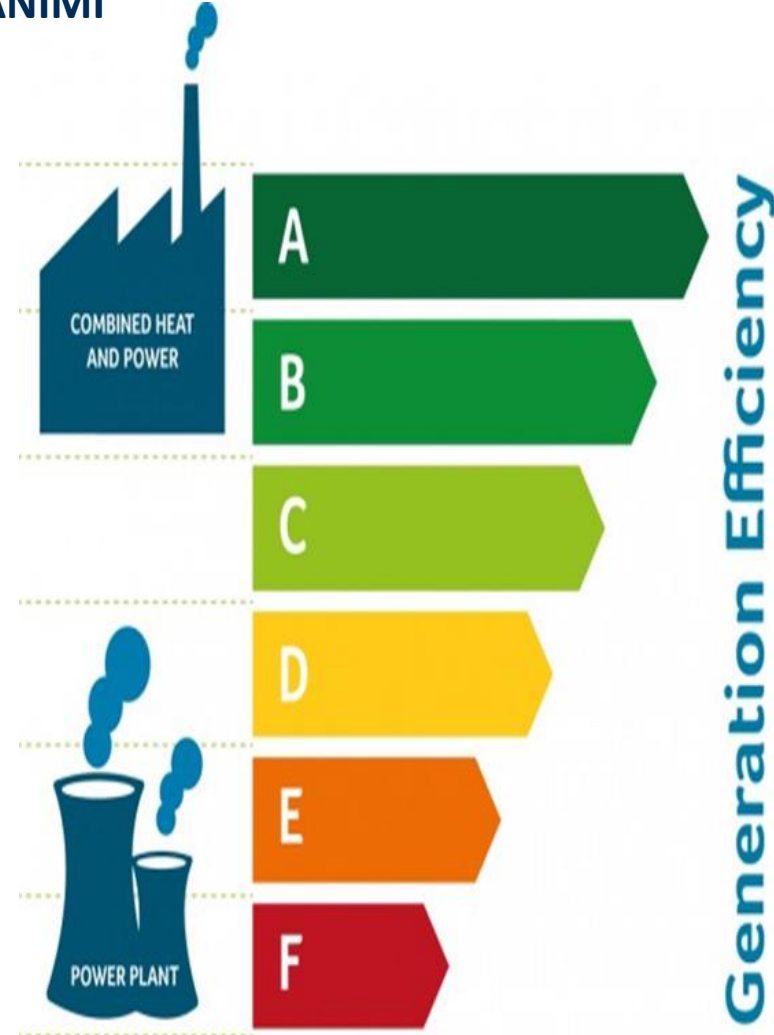
En yüksek enerji tüketimleri 9,5 milyon TEP ile Ana Metal Sanayi alt sektörü ve 9,2 milyon TEP ile Metalik Olmayan Mineral Ürünler Alt Sektörü tarafından gerçekleştirilmektedir.



KOJENERASYON TANIMI

18/04/2007 tarihli ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununa dayanılarak hazırlanan, 18/10/2014 tarih ve 29123 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Kojenerasyon ve Mikro Kojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesaplanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğde Kojenerasyon “**Isı ve elektrik ve/veya mekanik enerjinin aynı tesiste eş zamanlı olarak üretimi**” olarak tanımlanmaktadır.

Bu Tebliğ ile ihtiyaç duyulan ısı ve elektrik ve/veya mekanik enerjinin aynı tesiste eş zamanlı üretimi için kullanılan sistemlerin desteklenmesinde aranacak asgari verimlilik gereksinimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Lisansız elektrik üretimi yapmak isteyen tesislerin Genel Müdürlüğümüze başvurarak verimlilik belgesi alma zorunluluğu vardır.

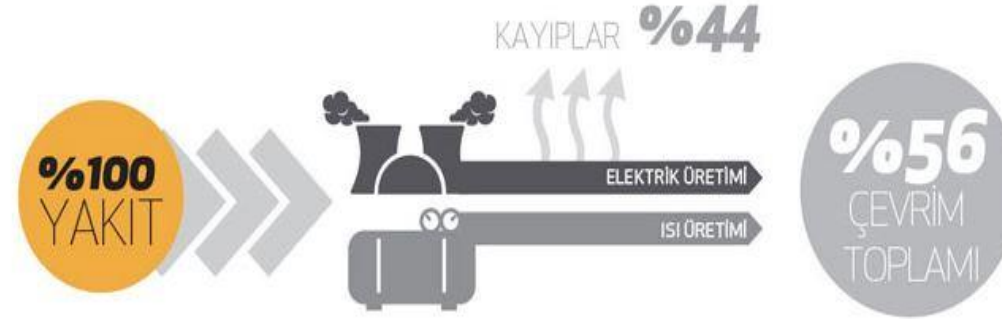




KOJENERASYON SİSTEMLERİ

Aynı yakıt kaynağından daha fazla kullanılabilir enerji açığa çıkarttığı için tek amaçlı üretim sistemlerinden daha verimlidirler. Verimli olmasının yanında egzoz gazlarını da değerlendirdiğinden CO2 emisyonu azalır.

Ayrı Üretim



Birleşik Üretim





KOJENERASYON SİSTEMLERİ

Isı ve elektrik enerjisi talebine göre iyi optimize edilmiş bir kojenerasyon sistemi, hem makro düzeyde hem de mikro düzeyde önemli getiriler sağlar. Kojenerasyon sistemlerinde kullanılan yakıt, kapasite ve sistem kriterlerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Buhar Türbinli,
- Gaz türbinli,
- Motorlu(Otto ve Dizel),
- Kombine Çevrimli(Gaz+Buhar Türbinli),
- Yakıt Hücreli,
- Mikro Kojenerasyon

Kullanım alanına göre doğalgaz veya biyogaz yakıtlı motorlar en yaygın olanlardır.

Elektrik üretimi ile birlikte kullanılabilir ısının üretimi, proseslerde ortaya çıkan atık ısının değerlendirilmesiyle gerçekleşmektedir.



KOJENERASYON SİSTEMLERİNİN KULLANILDIĞI ALANLAR

Kojenerasyon tesislerinin gelişmiş enerji üretim sistemi olarak, kentsel yerleşimler ve sanayi alanında birçok uygulama alanı bulmaktadır. Kullanılacak tesislerin kapasiteleri gereksinim duyulan ısı ve elektrik enerjisi miktarına göre belirlenmektedir.

Kojenerasyon tesisleri;

- Petrol rafinerileri,
- Petrokimya kompleksleri,
- Kimya tesisleri,
- Tekstil boyama tesisleri,
- Kağıt ve selüloz işleme tesisleri,
- Ağaç işleme tesisleri,
- Gıda üretim tesisleri,
- Gübre tesisleri,
- Tuğla ve seramik tesisleri,
- Toplu konut ve hizmet binaları,

gibi birçok alanda kullanılabilmektedir.



SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Kağıt Sektörü

Kağıt üretiminde büyük oranlarda ısı ve elektrik enerjisi tüketilir. Kağıt üretiminde hammadde selüloz ya da atık kağıttır. En önemli ısı enerjisi tüketimi ise, 5-10 bar basıncında buhar olarak kağıt kurutma makinalarında olmaktadır. Elektrik enerjisi ise, prosesteki değişik makinaların tahrik edilmesinde ve aydınlatmada kullanılmaktadır. Kağıt üreten şirketlerin enerji tüketimleri ve imalatları yıl boyunca süreklilik arz etmektedir. Bileşik ısı güç üretim sistemlerinin uygulanması bu sektörde büyük faydalar sağlamaktadır. Türkiye'de ve Avrupa'da çok sayıda bu tür tesisler bulunmaktadır. En uygun olacak olan bileşik ısı güç üretim sistemi, buhar türbinlerinin de kullanılacağı kombine çevrimli gaz türbinli ve tek çevrimdir. Bu sistemlerin yararlılığı fabrikanın buhar tüketimine bağlıdır. Kombine çevrim daha çok buhar tüketimi 15 ton/saatin üzerinde olan işletmeler için daha ekonomik olmaktadır.





SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Petrokimya Sektörü

Bu sektör ısı enerjisinin çok yoğun olarak kullanıldığı bir sektördür. Isı tüketiminde aynı zamanda yüksek oranda dengesizlik söz konusudur. Isı genellikle 20 bar civarında buhar olarak, petrol ürünlerinin ayrıştırılması işlemlerinde tüketilmektedir.

Bu üretim prosesinde petrol ürünlerinin ayrıştırılması sırasında genellikle yan ürün olan atık gazların üretimi de gerçekleşir.

Bu gazlar, fabrikada tüketilen, mekanik yada elektrik enerjisi üretimi amacıyla, tek çevrimli sistem olarak gaz türbinli bir bileşik ısı güç üretim tesisinde yakıt olarak kullanılabilir. Uygun basınçtaki buhar ise proseste kullanılır.

Yakıt olarak atık gazların kullanılması bu tip sistemleri oldukça ekonomik hale getirmektedir.





SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Gıda Sektörü

Gıda sektörü çok sayıda alt sektörlere bölünmektedir. Isı tüketimi ise genellikle düşük basınçta buhar, sıcak su ve kurutma prosesleri için sıcak hava olarak gerçekleşmektedir.

Bu sektörde ayrıca soğutma da gerekmektedir. Arbsorbsiyonlu sistemlerin ve bileşik ısı güç üretim sisteminin bir arada kullanılmasıyla soğutma ihtiyacını da karşılamak mümkün olmaktadır.

Bu sektör tek çevrimli gaz türbinli ve pistonlu motorlu tesislerin kullanılmasının yaygın olduğu ve bileşik ısı güç üretim teknolojisinin en yaygın olarak uygulanabildiği sektörlerden birisidir. Gün boyunca talepte aşırı bir dalgalanmanın olmadığı durumlarda yüksek ve orta basınçta buhar talebinin yüksek olduğu pistonlu motorlu tesisler tercih edilir. Eğer doğal gaz kullanma imkanı yoksa, buhar türbinli tesislerde ekonomik olabilir.





Tekstil Sektörü

Tekstil sektöründe boyama ve apre bölümleri boyama ve yıkama amacıyla sıcak suyun en çok kullanıldığı yerlerdir. Kurutmada da buhar kullanılmaktadır. Yüksek oranlarda tüketimin gerçekleştiği bu sektör için, ısı ve elektrik enerjisi talebindeki dalgalanmalar sektörün özelliğindedir.

Çok sayıda tekstil şirketinin küçük ve orta ölçekli olması gerçeğinin bu faktörlerle birleştirilmesi sonucunda, gaz türbinlerinin ekonomik olabilmesi için tüketim miktarlarının çok düşük kalması sebebiyle, içten yanmalı motorlu bileşik ısı güç üretim sistemleri bu sektör için en uygun seçim olmaktadır. Yine de yüksek miktarlarda ısı tüketimi olan büyük şirketler, gaz türbinli bileşik ısı güç üretim sistemlerini cazip bulabilirler.





SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Seramik Sektörü

Bu sektördeki fabrikalar ısı enerjisini , Spray kurutucular ve fırınlar gibi bölümlerde kullanırlar. Elektrik ise, preslerde ve değirmenlerde ağırlıklı olarak kullanılır. Seramik sanayiinde, enerji tüketimi ürünün maliyeti üzerinde önemli bir yer tutmaktadır. Bileşik ısı güç üretimi bu işletmelerde önemli miktarlarda enerji tasarrufu sağlayarak rekabet gücünün de artmasını sağlamaktadır.

Bu sektör için en uygun bileşik ısı güç üretim sistemi ısı geri kazanımına da elverişli olan gaz türbinli ve pistonlu motorlu tesislerdir.

Spray kurutucuların ısı tüketimlerinin yüksek olması ve 500 C civarında sıcak gazlara ihtiyaç duyulması ve ayrıca egzoz gazlarının direkt olarak kullanılabilmesinden dolayı gaz türbinli tesisler bu işletmeler için en uygun seçim olmaktadır. Ayrıca spray kurutucuların günde 24 saat çalışıyor olması, kesintili işletmeler için pek uygun olmayan gaz türbinli tesis için bir avantaj daha sunmaktadır.

Kurutucularda girişteki gaz sıcaklığının düşük olması (200-250 C) ve ısı tüketimlerinin de az olması sebebiyle, buralarda içten yanmalı motorlu tesislerin kullanılması daha uygun olmaktadır.

Bu sistemlerde soğutma sisteminden gelen sıcak havanın ve motordan çıkan sıcak gazların ısısından yararlanılır. Kurutma işlemi için gerekli olan sıcaklığın elde edilebilmesi için ilave bir ısıtma da gerekebilir.





SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Tuğla ve Toprak Sanayii

Bu sektörde ısı enerjisi pişirme ve kurutma işlemlerinde tüketilir. Elektrik ise, değirmenlerde ve preslerde tüketilmektedir.

Kurutma için gerekli ısı genellikle 100-200 °C civarında sıcaklığa sahip gazlardan elde edilir. Bu durumda yüksek oranlarda ısı geri kazanımı sağlayan ve dolayısıyla da o oranda enerji tasarrufu imkanını sağlayan pistonlu motorlu bileşik ısı güç üretim tesislerinin kullanılması daha uygun olmaktadır

Büyük miktarlarda ısı üretimi ve tüketimi olan işletme şartlarında, gaz türbinli, tesisler de cazip olmaktadır. Her iki durumda da kurutuculara direkt olarak sıcak gazların verilmesi yolu ile geri kazanılan ısı'nın kullanılacağı düşünülürse, tesis çok basit olacaktır.





Orman Endüstrisi

Yarı mamul orman ürünleri imalatında elektrik tüketimi, hammaddelerin işlenmesi için gerekli olan çok sayıdaki motorlar arasında dağıtılır. Isı enerjisi ise, ağaç lifleri için yapılan kurutma ve presleme işlemi sırasında tüketilir.

En çok ısı tüketimi, ya direkt olarak sıcak gazlar şeklinde ya da endirekt olarak bir ısıtıcı akışkan şeklinde uygulanabildiği durumlarda kurutma sırasında gerçekleşmektedir.

Burada da seçilmesi en uygun olan bileşik ısı güç üretimi sistemi ya gazların direkt olarak geri kazanıldığı ya da tek çevrimli gaz türbinli tesistir. Bu seçim ısı enerjisini nasıl kullanılacağına bağlıdır.





SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ KULLANIM ALANLARI

Kimya Sektörü

Bu sektör farklı tip ve özelliklerde çok sayıda şirketleri kapsamaktadır. Bu sektörde önemli miktarlarda tüketilen ısı enerjisi buhar olarak, ısıtma ve kaynatma proseslerinde kullanılmaktadır.

Bu mertebedeki bir enerji ihtiyacı ve enerji kullanımındaki yüksek verim kimya sektörü için bileşik ısı güç üretimini ekonomik hale getirmektedir. Sektörde değişik şekillerde faaliyet gösteren şirketlerin bulunması sebebiyle her şirket için en yararlı sistem tipi hakkında bir genelleme yapmak mümkün olamamaktadır.





ÇİMENTO SEKTÖRÜ

Çimento sektöründe WHR sistemlerinin kullanımı çok yaygınlaşmıştır. Çimento fabrikalarının 280-350°C arasındaki ön ısıtıcı sonrası atılan gazlardan ve soğutma çıkışında 250-300°C olan ve çoğunlukla direkt olarak atmosfere atılan gazlardan elektrik elde etmek mümkündür.

Ortalama 3200 ton/gün klinker üretimine sahip bir klinker üretim hattından, kullanılan teknolojiye ve hammaddenin rutubetine bağlı olarak 3,0 ila 6,0 MW arasında bir elektrik enerjisi elde edilebilmektedir.

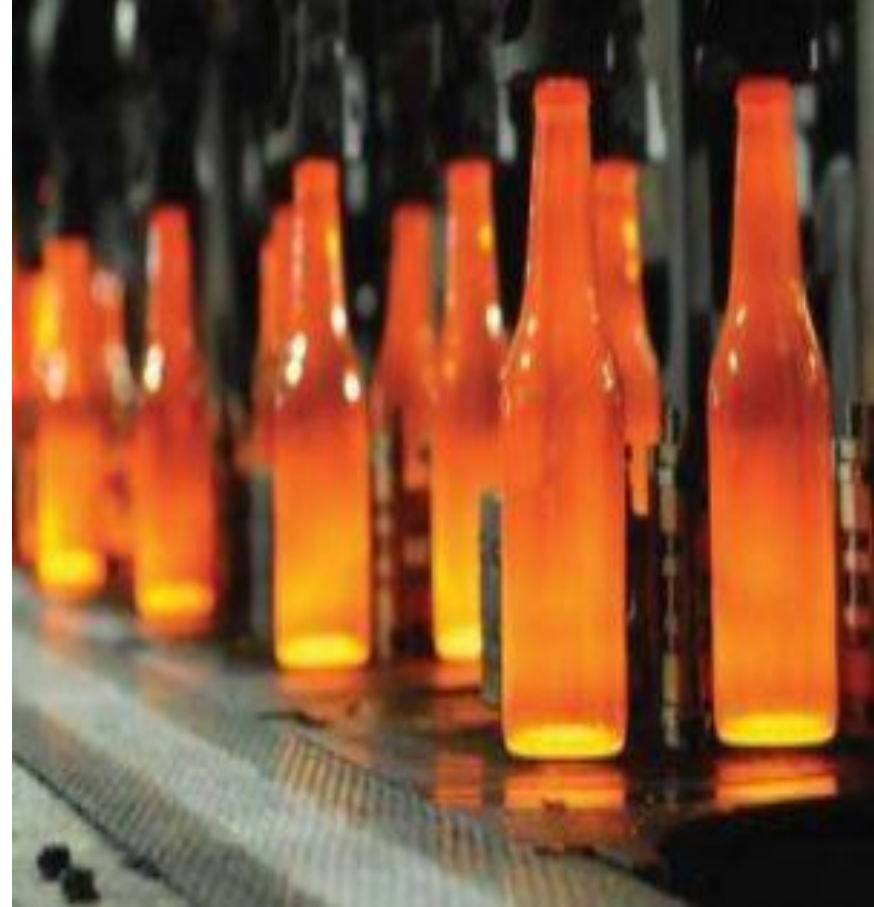




CAM SEKTÖRÜ

Cam sektöründe genel olarak sabit ancak nispeten düşük sıcaklıklı atık ısılar ortaya çıkmaktadır. Düşük sıcaklıklı atık ısılar için en uygun değerlendirme yöntemi organik Rankine Çevrimli (ORC) elektrik üretim tesisleridir.

Organik Rankine Çevrimi endüstriyel uygulamalarda ısı geri kazanımı için ideal bir teknolojidir. Geleneksel buhar Rankine döngüsüne dayanan ısı geri kazanım sistemlerinin aksine, ORC düşük sıcaklık uygulamaları için (90 ° C'den 350 ° C'ye kadar) daha iyi verim vermenin yanı sıra su arıtma ve ilave etme gereksinimini ortadan kaldırır.





TÜRKİYE KOJENERASYON ÜRETİM VERİLERİ

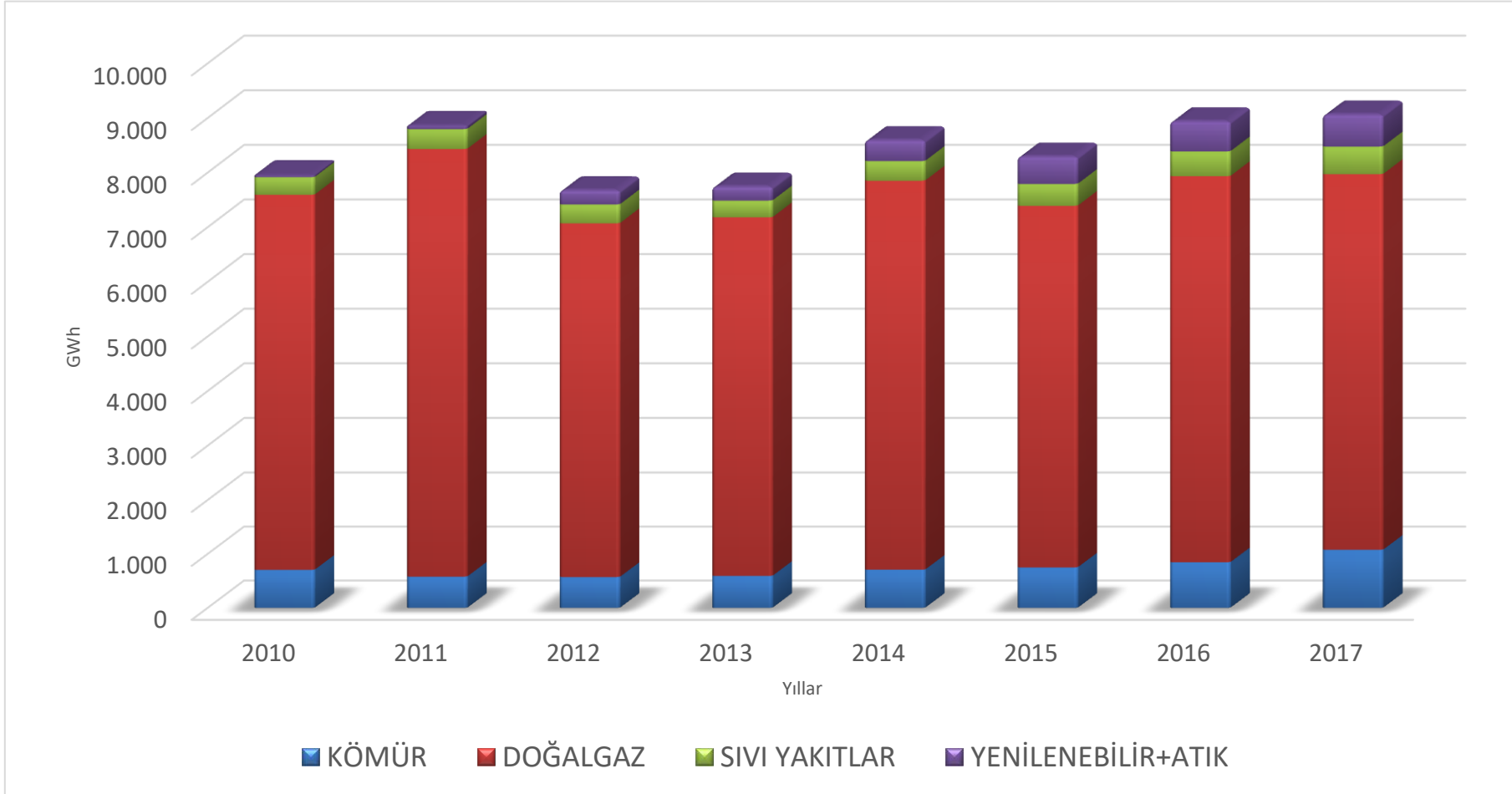


T.C.
ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI
Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
KÖMÜR COAL	Yakıt Girdisi(TJ)	8.720	8.215	7.764	8.159	12.551	11.682	10.252	12.348
	Üretim (GWh)	704	579	572	592	707	750	845	1.076
	Isı Üretimi (TJ)	863	1.038	983	1.121	4.034	3.055	1.612	2.218
DOĞALGAZ NATURAL GAS	Yakıt Girdisi(TJ)	100.689	104.989	96.531	93.817	90.410	81.007	82.765	87.201
	Üretim (GWh)	6.891	7.855	6.500	6.590	7.146	6.643	7.091	6.897
	Isı Üretimi (TJ)	49.315	48.610	48.041	46.503	40.536	33.666	32.087	35.227
SIVI YAKITLAR LIQUID FUELS	Yakıt Girdisi(TJ)	4.551	4.297	4.455	4.746	6.223	6.009	5.443	5.474
	Üretim (GWh)	322	364	346	307	360	400	453	505
	Isı Üretimi (TJ)	939	898	1.240	1.643	2.402	2.261	1.730	1.653
YENİLENEBİLİR + ATIK RENEW + WASTES	Yakıt Girdisi(TJ)	752	1.005	2.958	3.523	4.065	5.983	7.398	8.436
	Üretim (GWh)	39	67	261	257	384	503	553	588
	Isı Üretimi (TJ)	213	371	1.053	1.499	1.438	2.514	3.410	4.203
TOPLAM TOTAL	Üretim (GWh)	7.956	8.865	7.679	7.746	8.597	8.296	8.942	9.066
	Isı Üretimi (TJ)	51.330	50.917	51.317	50.766	48.410	41.496	38.839	43.301
Türkiye Termik Elektrik Üretimi (GWh)		155.828	171.638	174.872	171.813	200.417	179.366	185.798	212.138

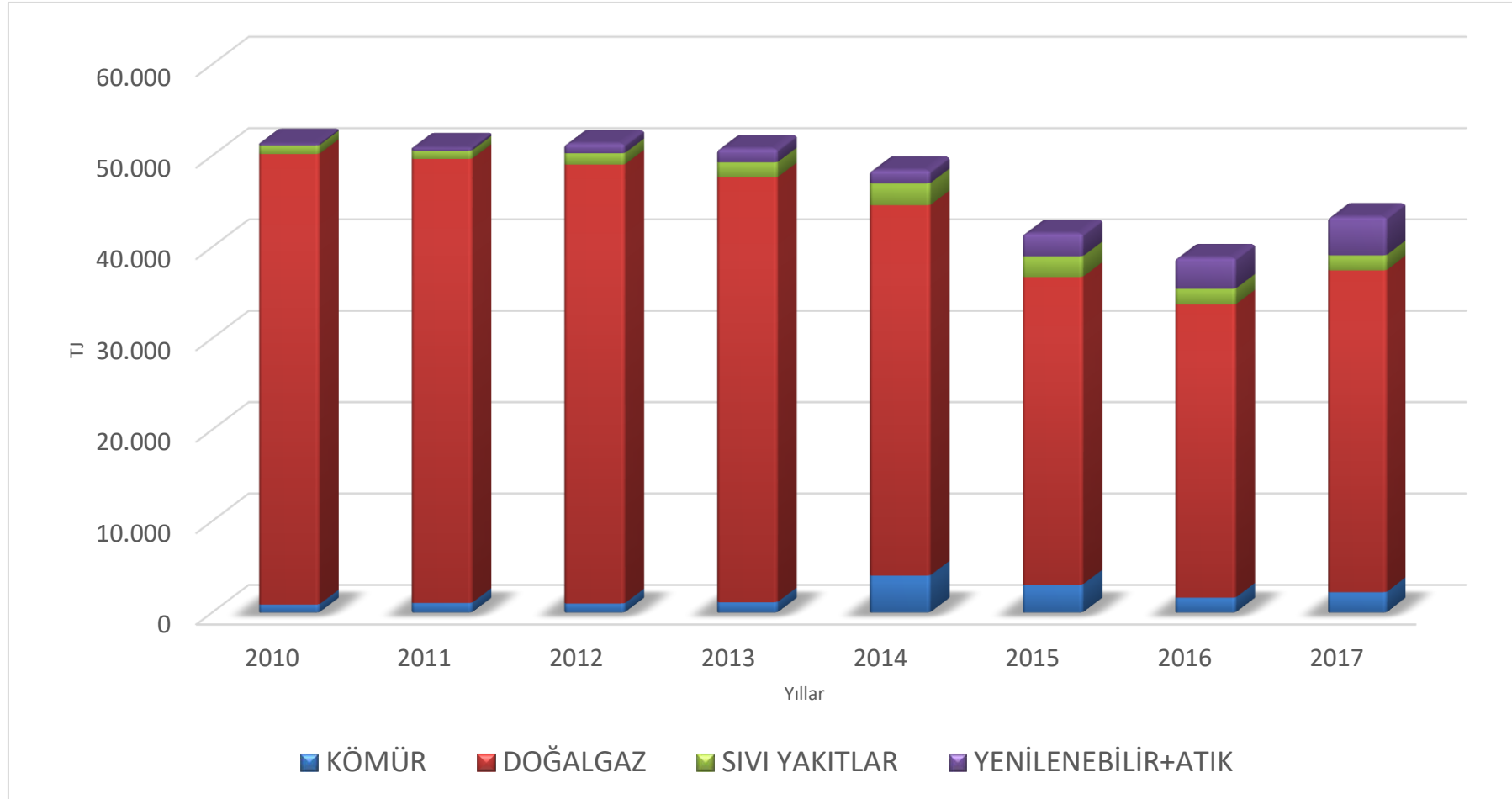


KOJENERASYON ELEKTRİK ÜRETİMİ(GWh)





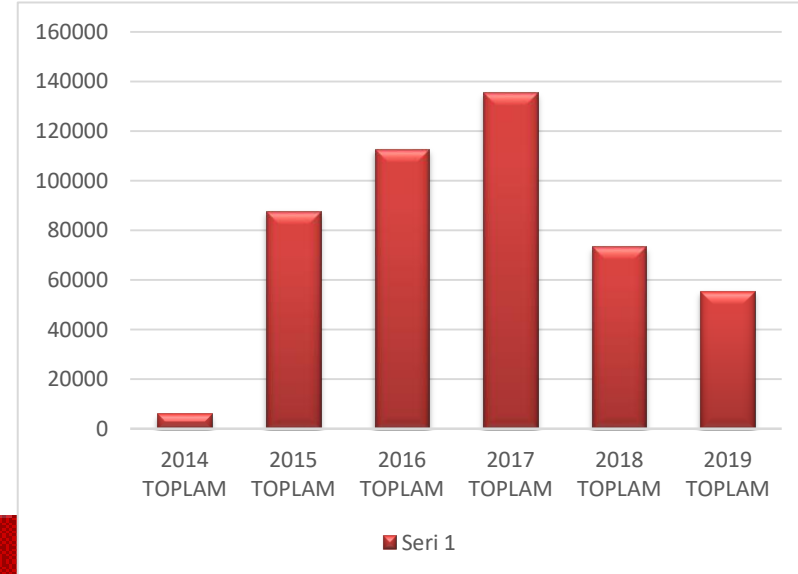
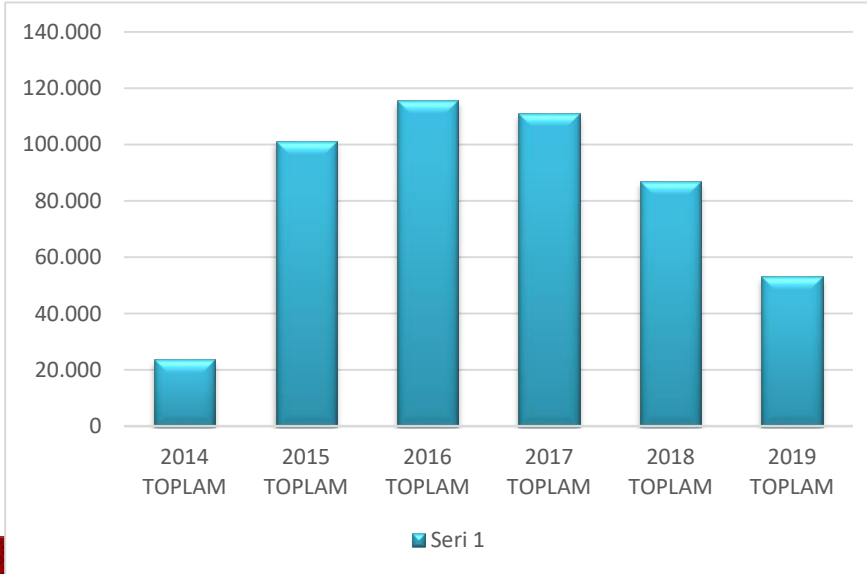
KOJENERASYON ISI ÜRETİMİ(TJ)





VERİM BELGESİ GERÇEKLEŞMELERİ

VERİM BELGESİ	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TESİS SAYISI (Adet)	ELEKTRİK KURULU GÜÇ (kWe)	ISIL KURULU GÜÇ (kWt)
Kojenerasyon	10	37	31	43	24	8	153	425.870	
Mikro- kojenerasyon	2	-	-	-	-	-	2	151	-
Atık Isı	5	1	1	1	4	1	13	65.690	-
TOPLAM	17	38	32	44	28	9	168	491.711	470.226

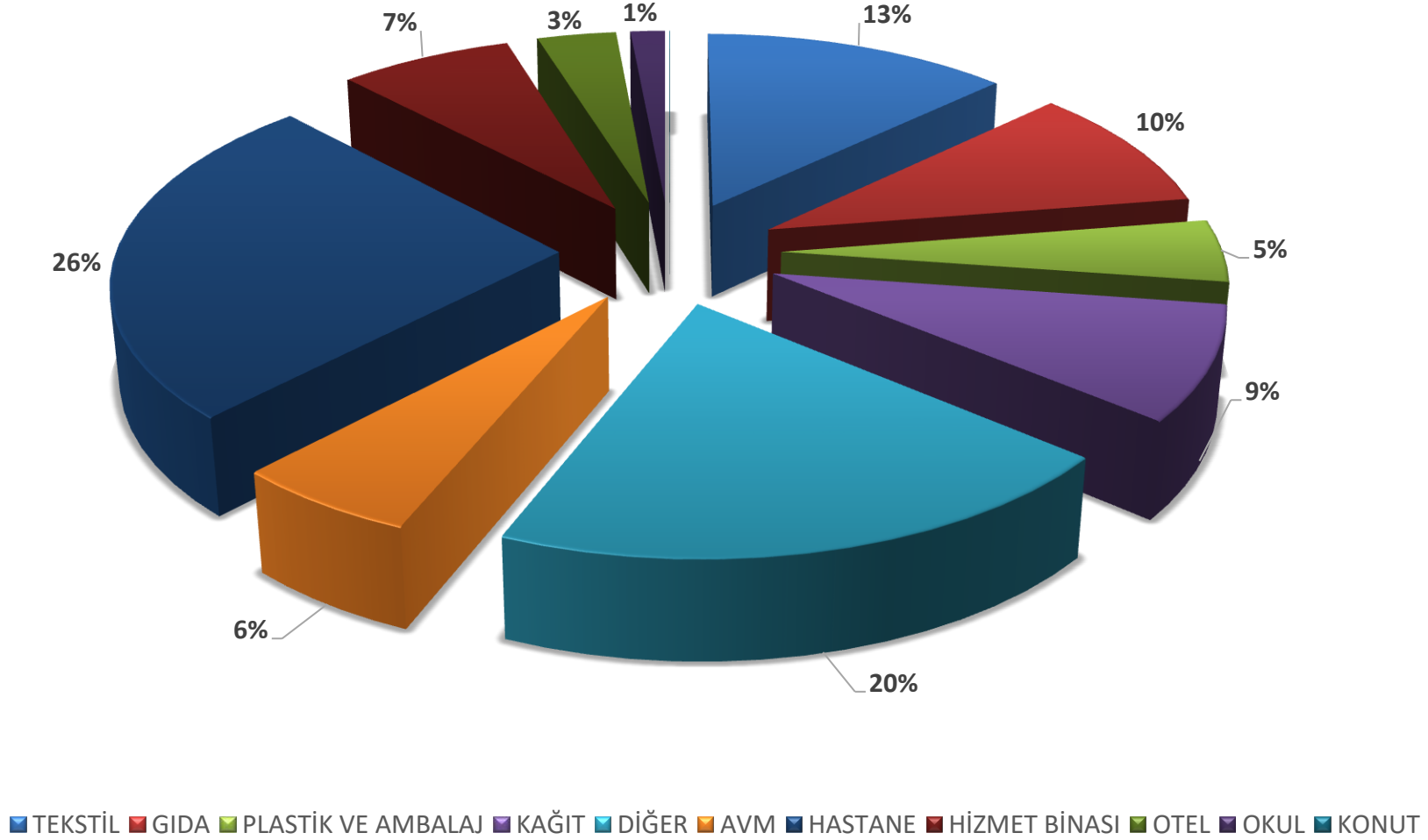




SEKTÖR	ALT SEKTÖR	ELEKTRİK KURULU GÜÇ (kWe)	ISIL KURULU GÜÇ (kWt)
SANAYİ	TEKSTİL	61.780	69.256
SANAYİ	GIDA	46.063	45.060
SANAYİ	PLASTİK VE AMBALAJ	22.657	24.196
SANAYİ	KAĞIT	41.628	53.000
SANAYİ	*DİĞER	97.009	29.918
BİNA	AVM	28.207	28.671
BİNA	HASTANE	123.569	131.883
BİNA	HİZMET BİNASI	34.530	45.877
BİNA	OTEL	15.902	17.152
BİNA	OKUL	6.993	7.312
BİNA	KONUT	151	235
TOPLAM		478.489	452.561

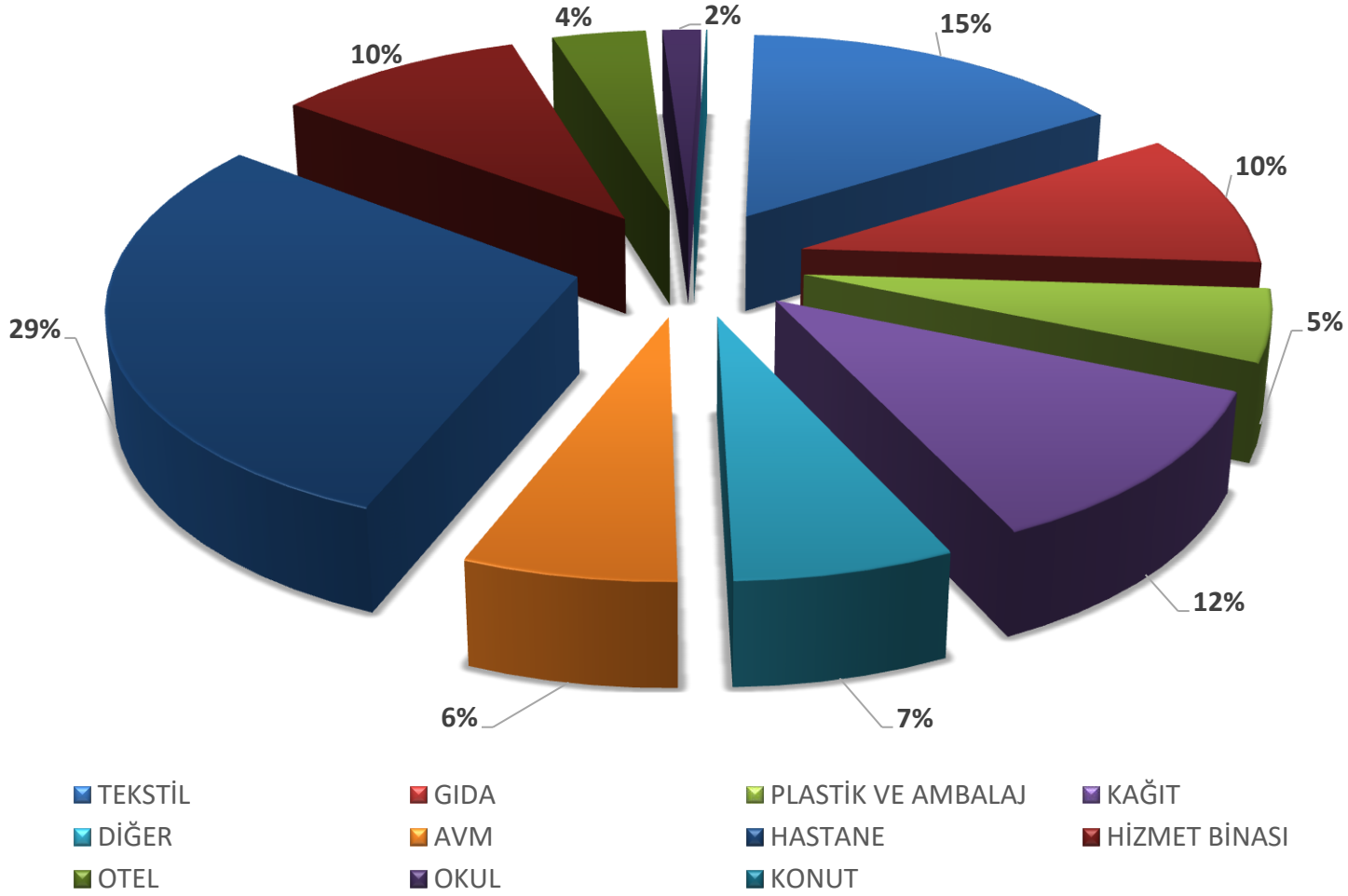


ELEKTRİKSEL KURULU GÜÇ SEKTÖREL DAĞILIM (MWe)





ISIL KURULU GÜÇ SEKTÖREL DAĞILIM (MWt)





KOJENERASYON TESİSLERİNİN AVANTAJLARI

- Enerjinin verimli kullanılmasını sağlamaktadır.
- Geleneksel elektrik üretiminde elektrik enerjisinin uzak mesafelere iletiminde önemli miktarlarda kayıplar oluşmasına karşın yerel elektrik üretimi sağlayan bu tesislerde iletim kayıpları ortadan kalkmaktadır.
- Küçük güç ve boyutlarda inşa edilebildiğinden, daha küçük ve yerel şirketlerce kurulup işletilebilmektedir.
- Üretim tesislerinin çeşitliliğini artırıp, endüstriyel ve ticari kuruluşlara üretimde rekabet gücü sağlamaktadır.
- Üretilen yararlı ısı güç birimi başına çevreye atılan katı, sıvı ve gaz madde miktarı diğer üretim şekillerine göre oldukça düşüktür
- Ulusal enerji maliyetinde büyük miktarda azalma sağlanmaktadır.
- Birincil enerji kullanımındaki yüksek verimlilikten dolayı, yerel ve ithal enerji kaynaklarından tasarruf sağlanmaktadır.



TEŞEKKÜRLER



Burhan GÜLDİBİ
Grup Koordinatörü
Makina Mühendisi
[e-posta:burhan.guldibi@enerji.gov.tr](mailto:burhan.guldibi@enerji.gov.tr)