

# Kojenerasyon Tesisleri Yatırımında Danışmanlık Hizmetleri

Ata Gider; Mak. Müh.

## ÖZET

Bu makalenin iki amacı bulunmaktadır; ilki yatırımcıya basit olarak Kojenerasyon Tesisleri kavramını tanıtmak, ikincisi yatırım sürecinde yatırımcının danışmanlık hizmetlerinden nasıl yararlanacağını anlatmaktır.

## Consultancy Services for Investing in Cogeneration Plants

### ABSTRACT

This article's main objective is of twofold, the first one is to describe the potential investor the elementary concept of Cogeneration Plants and the second one is to describe how a potential investor can utilize the consultancy services through the investment process.

### Kojenerasyon Nedir?

Kojenerasyon gaz türbini, gaz motoru veya dizel motoru vasıtasıyla yüksek ısı veriminde ısı ile birlikte elektrik üretimidir.

Teorik olarak, kojenerasyon sisteminde gaz türbini veya gaz/dizel motoru belirli bir miktar elektrik üretmek üzere elektrik jeneratörünü döndürürken, egzoz gazları veya motorun soğutma suyu vasıtasıyla türbin veya motorun ürettiği önemli miktarda faydalı atık ısıyı atık ısı kazanı veya ısı eşanjörleri kullanarak buhar, sıcak su veya sıcak hava üretimi olarak çevrimi yapılır.

Bu durumda, Kojenerasyon Tesisleri sadece yakıt girdisi kullanarak çok yüksek ısı verim ile hem elektrik, hem de buhar, sıcak su veya sıcak hava formunda ısı üretirler.

### Kojenerasyon Tesislerinden Nerelerde ve Nasıl Yararlanılır?

Kojenerasyon Tesisleri, en gelişmiş ticari enerji üretim sistemi olarak kentsel yerleşimler ve sanayi kesiminde birçok uygulama alanı bulmaktadırlar. Avrupa ülkelerinin çoğu kojenerasyon teknolojilerini birçok farklı projede kapsamlı olarak uygulamaktadırlar.

Kojenerasyon Tesisleri birçok yönden birbirlerinden ayrılırlar. Farklılığı esas olarak projede hangi ısı formundan yararlanılacağı belirler. Tesislerin Kapasiteleri projeden projeye güç ve ısı ihtiyacı miktarına ve aynı zamanda bunların aralarındaki dengeye göre değişir. Tesisin kapasitesine ve elektrik ve ısı üretiminin dengesine bağlı olarak her proje için kullanılacak türbin/motor tipleri ve kapasiteleri farklılık gösterir.

Kojenerasyon Tesisleri (kısaca Kojen Tesisleri) birçok farklı sanayide uygulama olanağı bulurlar. Bu sanayilerin genellikle enerjiye aynı zamanda hem elektrik, hem de ısı olarak ihtiyaçları vardır. Kojen Tesislerinden yararlanan birçok sanayi kuruluşunun büyük miktarlarda doymuş veya kızgın buhar ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu tip sanayilere örnek olarak petrol rafinerileri, petrokimya kompleksleri, kimya tesisleri, tekstil boyama tesisleri, kağıt ve selülöz işleme tesisleri, ağaç işleme tesisleri, gıda üretim tesisleri, gübre tesisleri, vs. verilebilir. Bazı sanayilerin üretim hatlarında ürün kurutma maksadı ile büyük miktarlarda sıcak havaya ihtiyaçları vardır. Bu tip sanayilere tuğla üretimi, seramik veya vitrifiye üretimi örnek gösterilebilir.

Kurutma veya ısıtma maksadı ile sürekli sıcak havaya ihtiyacı olan herhangi bir sanayi dalı Kojen Tesislerinden yararlanabilir. Gıda şoklama tesisleri, soğutma tesisleri veya et, balık, tavuk veya sebze gibi gıdaların korunmasına yönelik büyük soğuk depolar gibi büyük miktarda soğuk havaya veya suya ihtiyacı olan bazı sanayiler absorpsiyon soğutuculardan yararlanabilirler. Absorpsiyon soğutucular (veya chillerler) aşırı miktarda elektrik tüketerek kojenerasyon tesislerinde atık ısıdan üretilen buhar veya sıcak su vasıtasıyla soğuk su üretirler. Bu uygulama bazı tedarikçiler tarafından Kofrijiderasyon diye adlandırılmaktadır.

Kojen Tesisleri aynı zamanda kentsel yerleşimlerin ısıtma ve soğutma maksadı ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Kent veya uydu yerleşimleri aynı zamanda hem elektrik hem de ısıya ihtiyaç duyarlar. Aynı zamanda bir güç ve ısı merkezi olan Kojen Tesisleri tarafın-

dan bu yerleşim birimlerine hem elektrik temin edilebilir, hem de ayrı ayrı bu birimler kış döneminde ısıtılabilir ve yaz döneminde absorpsiyon soğutucularla soğutulabilir. Kojen Tesislerinden yararlanan diğer kentsel birimler hastaneler, oteller, hipermarketler, büyük ambar ve depolar, bankalar, üniversite kampusları ve 24 saat ısıtma soğutma havalandırma isteyen büyük yapılarıdır.

### Kojen Tesisi Nelerden Oluşur?

Bir Kojen Tesisinin ana kısmını elektrik jeneratörünü döndüren sürücü motor oluşturur. Jeneratörü döndüren 3 farklı sürücü motor vardır, bunlar gaz türbini, gaz motoru ve dizel motordur. Bu farklı sürücü motorların herhangi bir modelinden esas olarak projenin ihtiyacı olan çıkış gücüne ve elektrik ile ısı dengesine bağlı olarak yararlanılır.

Gaz Türbini bir rotor üzerine yerleştirilmiş açılı kanatlardan oluşan yüksek devirde döner tip bir makine olup büyük miktarda havayı sıkıştırıp besleyerek gaz veya sıvı yakıt yakmak suretiyle elektrik jeneratörünü döndürmek üzere dönen bu rotordan büyük güç elde etmektedir.

Gaz Türbini büyük miktarlarda yüksek sıcaklıkta eksoz gazı deşarj eder, bu gazlardan bir atık ısı kazanı vasıtasıyla suyu ısıtarak buhar elde edilir.

Gaz Türbinleri genelde 1,000 kW üstü güç ihtiyacında tercih edilirler. Gaz Türbininin ısı randımanına bağlı olarak egzoz gazlarından ısı üretimi çıkış gücünün 2.5 –3 katı miktardadır.

Gaz Motoru düşük devirli Otto çevrimli çok silindirli 50 ile 3,500 kW gücü aralığında pistonlu makinelerdir. Isı çıkışı genellikle güç çıkışının 1 ile 1.5 katıdır.

Gaz Motorlarından faydalı ısı, soğutma eşanjörleri, motor blok soğutma suyu ve egzoz gazı eşanjörleri ile geri kazanılır.

Gaz Motorları yakıt olarak Doğal Gaz, Propan veya Biogazdan yararlanır. Düşük seviyelerde azot oksit emisyonu nedeniyle çevre dostudur.

Dizel Motorlarından da aynı şekilde Kojenerasyon maksadı ile yararlanılır. Bu üniteler çok silindri olup 500 ile 22,000 kW çıkış gücündedir. Dizel Motorları motorin ve ağır Fuel Oil yakıtlarını kullanırlar. Elektrik üretim verimi yüksek olup diğer taraftan atık ısı üretimi görel olarak düşüktür ve genellikle güç çıkışına eşittir.

Kojen Tesisinin ikinci önemli kısmı projeye bağlı olarak çeşitli tipte ısı eşanjörlerinin kullanıldığı atık ısı geri kazanımıdır. Yararlanılacak ısının türüne göre atık ısıyı geri kazanacak ekipman genel olarak Atık Isı Buhar Kazanı olarak isimlendirilir. Bunlar gaz türbinlerinin, gaz motorlarının ve dizel motorların egzoz çıkışlarına tesis edilirler ve doğrudan egzoz gazları ile suyu ısıtarak doymuş veya kızgın buhar üretirler. Sıcak egzoz gazları doğrudan veya sıcak hava eşanjörleri ile kurutma ve ısıtma işlemleri için kullanılabilirler. Gaz ve Dizel Motorları aynı zamanda motor blok soğutma ve eşanjörler vasıtasıyla büyük miktarlarda sıcak su üretirler. İşte bu şekilde Kojen Tesisleri toplam % 90 gibi çok yüksek bir ısı verimle aynı zamanda elektrik ve ısı üretirler.

#### **Kojen Tesisleri için Yakıt Seçenekleri**

Kojen Tesislerini işletmek için esas olarak gaz ve sıvı olmak üzere çeşitli yakıtlar kullanılır. Kullanılacak yakıtlar kullanılacak motor türüne göre farklılık gösterir. Gaz Turbinleri, Doğal Gaz, Butan, Propan

veya LPG karışımı gibi gaz yakıtlar ve Motorin, Nafta, Fuel Oil gibi sıvı petrol ürünleri yakabilirler.

Gaz Motorları yalnız gaz yakıtlardan yararlanırlar, tercihen Doğal Gaz, Propan veya Biyogaz.

Dizel Motorları genellikle Motorin, Fuel Oil gibi yalnız sıvı yakıt kullanırlar, ancak Doğal Gaz ve sıvı yakıt yakan çift yakıtlı motorlar da artık dizayn edilmektedir.

Proje sahipleri gerek temin kolaylığını gerek fiyatını değerlendirerek projeleri için en uygun yakıtı seçeceklerdir, çünkü Kojen Tesislerinin ekonomik olarak işletilmesinde yakıt girdisi en önemli husustur.

#### **Kojenerasyon Projesi Yatırımı Sürecinde Danışmanlık Hizmetlerinden Nasıl Yararlanılır?**

Yukarıda anlatılan global Kojenerasyon kavramının anlaşılmasıyla yatırımcının kendisinin ihtiyacına en uygun Kojenerasyon uygulama projesini yaratması kolaylaşır. Yatırım ihtiyacı ister bir sanayi ister bir kentsel proje için olsun, bu konuda uzman bir danışmandan projenin avandan en detaylı hale geliştirilmesi için gerekli hizmet alınabilir. Danışman, projenin elektrik ve ısı ihtiyacını belirlemek için gerekli çalışmayı yapar, belirlenen bu güç ve ısı ihtiyacına göre projeye en uygun Kojen Tesisinin kapasitesini, modelini belirler ve buna uygun olan motor tipini ve atık ısı eşanjörünü tespit eder. Danışmandan, Kojen Tesisini en yüksek

verimde, en ekonomik şekilde ve kesintisiz çalışmasını sağlayacak şekilde projenin yerleşeceği bölgede bulunan en uygun yakıtın temin ve ikmal şartlarını araştırması ve gerekli yakıt lojistiği için tavsiyeleri istenebilir. Isı değerlendirmesini yapmak ve optimize etmek için danışman gerekli çalışmayı yapar ve atık ısının geri kazanımı ve böylece asgari üretim maliyetini bulmak için en uygun modeli ve çözümü tavsiye eder. Danışmandan aynı zamanda projenin üretim maliyetlerini, yapılacak tasarrufları ve böylece yatırımın geri ödeme süresini hesaplayacak şekilde bir ön fizibilite çalışması istenebilir. Danışmanlardan Kojen Tesisleri projesi için düşünülen en uygun makina ve ekipman seçimini yapabilmek için gerekli teknik şartnamenin hazırlanması istenebilir. Açılacak ihaleye tedarikçilerin verecekleri tekliflerin değerlendirilmesi istenebilir. Kojen Tesisinin dizaynı ve gerektiğinde inşaatı, mekanik ve elektrik montajı için gerekli detay Mühendislik hizmetleri ve istenildiğinde bu işleri yapabilecek mühendislik ve müteahhit firmalar hakkında bilgi ve tavsiyelerde bulunurlar.

Böylece, yatırım projesinin başarı ile tamamlanması için projenin en başından, yani ihtiyaçların belirlenmesinden, en son safhasına, yani Kojen Tesisinin testlerinin yapıp işletmeye alınmasına kadar geçen yatırım sürecinin her adımında profesyonel danışmanlık hizmetlerinden yararlanılabilir.

#### **Ata Gider**

1976 Yılında ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1985 yılına kadar Paşababçe Cam Sanayi'nde Otomatik Züccaciye Üretim Şefliği, 1985-1995 yılları arasında General Elektrik Ampul Fabrikasında cam ve ampul üretim müdürlüğü yaptı. 1996 yılından beri Enerji alanında faaliyet gösteren MAP Yatırım ve Danışmanlık Şirketinde Proje Müdürü olarak görev yapmaktadır.

# Kojenerasyon ve Otoprodüktörlüğe Genel Bakış

Mehmet Türkel; Mak. Müh.

## ÖZET

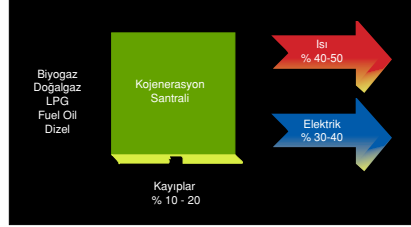
Bu makalede Kojenerasyon ve Otoprodüktörlüğün tanımı ve kullanımları hakkında genel bilgiler sunulmaktadır. Kojenerasyon ve Trijenerasyon hakkında şema destekli tanımlamalar yapılmakta ve Otoprodüktörlüğün ülkemizdeki gelişiminden bahsedilmektedir. Ayrıca Otoprodüktörlüğün kullanıcıya sağladığı avantajlar ve kojenerasyon kullanımıyla önlenebilecek kayıplardan söz edilmektedir. Kojenerasyon uygulamalarının kullanımının enerji ihtiyacına göre değişecek olan çeşitli tip ve kapasitedeki kombinasyonlarından ve değişik yakıt tiplerinden bahsedilmektedir. Kojenerasyonun çevreye olan katkısı ve bununla birlikte mali açıdan kullanıcıya getireceği destek açıklanmaktadır. Son olarak da kojenerasyon sistemlerinin Türkiye ve dünyadaki geleceği anlatılmaktadır.

## Cogeneration and Autoproduction Overview

### ABSTRACT

In this article, a general information about Cogeneration and Autoproducers' definition and their uses is being presented. Schematic explanations on Cogeneration and Trigeneration are being made and Autoproduction's future in Turkey is being discussed. Also, advantages of Autoproduction for the user and losses which can be prevented with the use of cogeneration are being explained. Combinations of cogeneration systems of different types and capacities that vary regarding the energy demand of the user and several types of fuels that can be used are being discussed. Contribution of cogeneration to the environment and the financial support that it will bring to the user with this contribution are also being outlined. At the end, the future of cogeneration systems both in Turkey and the world is being described.

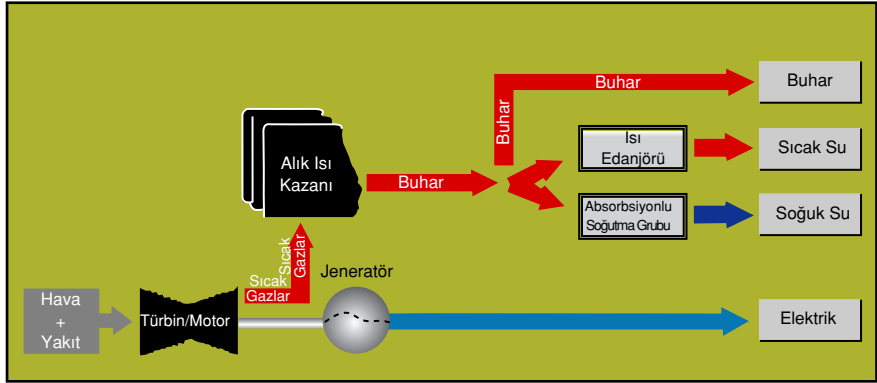
1.) Kojenerasyon ve Otoprodüktörlük Kojenerasyon, İngilizce "Combined



Şekil-1: Kojenerasyonun Şematik Görüntüsü

Generation"ın kısaltması olan "Cogeneration" anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, Birleşik Jenerasyonun kısaltılmış haline Kojenerasyon denmektedir. Kojenerasyonun şematik olarak görüntüsü Şekil 1'de gösterilmektedir. Kojenerasyonun bir adım ilerisiyse Trijenerasyon olarak adlandırılmakta olup elektrik, ısı ve soğutma olarak üçlü kombine jenerasyon şeklinde tanımlanmaktadır (Bkz.Şekil 2). Trijenerasyonda, absorpsiyonlu soğutma sistemi kullanılarak kojenerasyonun atık gazından elde edilen sıcak su veya buhar ile soğuk su üretilmektedir.

Otoprodüktörlük, "Auto-production"ın Türkçe karşılığı olup, kendi ihtiyacı için enerji üretimi yapan gerçek veya tüzel kişi anlamına gelmektedir. Sonuç olarak,



Şekil-2: Trijenerasyon Basit Görüntüsü

kendi veya ortaklarının ihtiyacını karşılayacak miktarda çeşitli enerji kaynaklarının kullanımıyla kendi mekanında elektrik, ısı ve soğuk su üretilmesi olmaktadır. Otoprodüktörlük veya Kojenerasyon uygulamaları ülkemizde 1990 yılından itibaren ve özellikle büyük sanayi kuruluşları tarafından kullanılmaya başlanmış ve gelişmeye devam etmektedir. Günümüzde, bu tür uygulamaların kurulu gücü 2.400 MW'ı aşmış ve Türkiye'nin yıllık elektrik ihtiyacının yüzde 15'ini karşılar duruma gelmiştir.

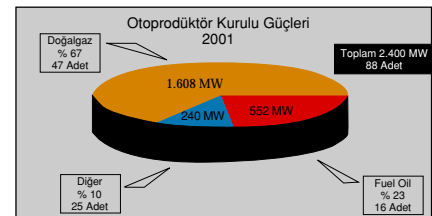
## 2.) Kojenerasyonun Avantajları

Kojenerasyonun en büyük avantajı ihtiyaç duyulan enerji türlerinin istenildiği zaman ve miktarda üretilebilmesi, diğer bir deyişle Enerji Bağımsızlığı'dır. Bu avantaj için en iyi örnek toplu yerleşime uzak konumda olan bir konut veya site olabilir. Bu mekana kurulacak bir kojenerasyon tesisi ile bütün ihtiyaçlar karşılanabilir. Böyle bir tesiste herhangi bir yakıt enerji ihtiyacını kolaylıkla giderebilecektir. Genelde kojenerasyon sistemleri bir kaç yakıtı kullanabilecek şekilde dizayn edilmektedir.

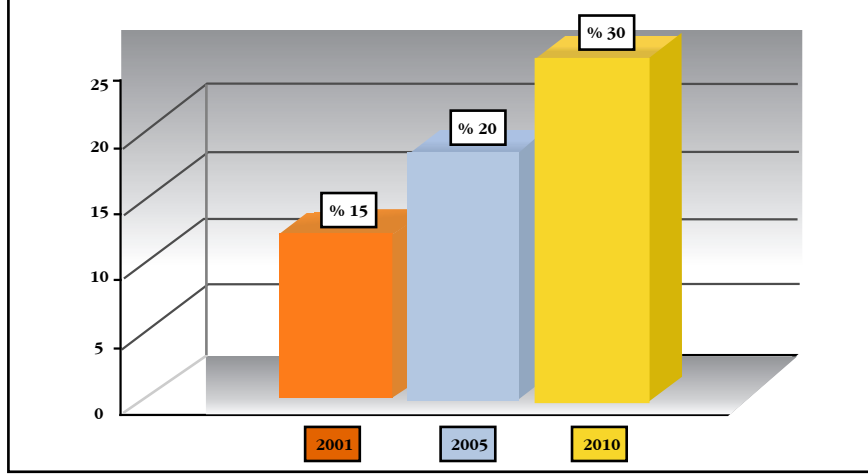
Enerji bağımsızlığının yanında ikinci avantaj olarak Enerji Kalitesi ve Devamlılığı sıralanabilir. Bu konuyu daha iyi anlayabilmek için elektrik kesintilerini, voltaj ve frekans düzensizliklerini ve bu yüzden oluşan insan sağlığını tehdit edebilecek nitelikteki şartları, ürün ve işçilik kaybını, aleyhte oluşan rekabet şartlarını ve daha sayılabilecek benzeri bir çok neden rahatlıkla bulunabilmektedir.

Kojenerasyon tasarrufu ve ekonomisi başka bir makalenin başlığı olabilecek kadar değişik

bir konuyu ve hesap metodunu içermektedir. Kojenerasyon sistemlerinin fizibilite çalışmalarında basit geri ödeme süresi çoğu zaman üç yılın altında çıkmakta, diğer bir



Şekil-3: Türkiyedeki Otoprodüktörlerin Dağılımı



Şekil-4: Otoprodüktör elektrik üretiminin toplam içindeki payı

anlatım tarzı ile kojenerasyon için yapılan yatırımın karşılığı üç yıllık bir süre içerisinde mevcut sistemden daha ucuza temin edilecek enerji üretimindeki tasarruf ile geri kazanılmaktadır.

Bir diğer önemli avantaj ise kojenerasyonun çevre dostu olmasıdır. Çevre mevzuatı ile uyumlu bir ekipman olması sayesinde Kyoto Protokolu ile ülkelere getirilen sorumlulukları rahatlıkla karşılayabilecek durumdadır. Yakın gelecekte “Emisyon Transferi” için oluşacak pazar için para basan bir makina haline gelecektir.

### 3.) Kojenerasyonun Uygulamaları

Kojenerasyon ve Otoprodüktör uygulamalarının, öncelikle ikinci madde de açıkladığım nedenlerden dolayı, özellikle sanayi şirketlerinde başlamış olması en fazla sanayi

şirketlerinin bu nedenlerden etkilendiğinin ve aynı zamanda da ilgili kanun ve kararnamelerin onları kapsadığı gerçeğidir. Ancak, teknolojik olarak en gelişmiş sistemleri kullanan ABD'nin artık kojenerasyon uygulamalarının en küçük birimlerde bile kullanılmasını ilgili kanun ve yönetmeliklerle

teşvik etmede olan kararlılığı kojenerasyon kullanımında büyük bir gelişme sağlamaktadır. Avrupa'daki uygulamalar da aynı ABD'de olduğu gibi gün geçtikçe yaygınlaşmakta ve yatırım maliyetlerinin azalmasıyla birlikte sayıca hızla artmaktadır. Şekil 3'te Türkiye'deki Otoprodüktörlerin dağılımı görülmektedir.

Avrupa ve ABD'deki en küçük uygulamaları villalarda ve ufak tip meskenlerde 5 kW olarak, birkaç 5 kW'lık ünitenin paralel kullanımıyla da ufak boyutta binaların ve motellerin kojenerasyon sistemleriyle donatıldığını görmekteyiz. Bu sistemlerin bir üst modelini ise 30 kW'lık gaz türbin ve motor tahrikli kojenerasyon üniteleri oluşturmaktadır. ABD'de ve Avrupa ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan bu sistem özellikle ticaret merkezlerinde, üniversitelerde, otelerde, hastahanelerde, seralarda ve benzeri mekanlarda bulunmaktadır. Bu tür sistemler paralel çalışan gaz türbin veya motor sistemlerinden oluşmakta olup, ihtiyaca uygun seçimlerle çeşitli büyüklükte ve adette ekipmandan oluşan gruplar meydana gelmektedir. Bu tür

uygulamaların ülkemiz için kanun ve kararnamelerle belirlenmiş olan üst sınırı 1.500 kW'a kadar çıkabilmektedir. Bir üst sistem ise büyük boyutta ticaret merkezi, otel, hastahane ve benzeri kuruluşlardan başlayarak sanayi kuruluşlarını da içine alan ve megawatt (MW) seviyesinden başlayan sistemleri kapsamaktadır. Bu tür kojenerasyon sistemleri 100 MW'lık sistemlere kadar yükselebilmektedir.

### 4.) Kojenerasyonun Geleceği

Kojenerasyonun Türkiye'deki yakın geleceği yeni kurulacak tesislerle birlikte daha geniş bir alana yayılarak uygulanmasıyla şekillenecektir. Yani ABD'de veya Avrupa'da nasıl yaygın olarak ve yukarıda açıkladığım gibi değişik sektörlerde kullanılıyorsa, ülkemizde de aynı uygulamaların kısa süre içerisinde gerçekleşeceğini göreceğiz. Zaten son 10 yıl içinde kojenerasyon ve otoprodüktörlüğün ülkemizde geldiği nokta, bundan sonra nerelere gidebileceğini bize açıkça göstermektedir. İçinde bulunduğumuz kriz ortamının durgunluğu bizi yanıltmamalıdır. Şekil 4'te Otoprodüktör elektrik üretiminin toplam üretimdeki payı gösterilmektedir.

### Mehmet Türkel

Mehmet Türkel lise eğitimini Robert Kolej'de, Makina Mühendisliği eğitimini de 1970 yılında ODTÜ'de tamamladıktan sonra Goodyear'ın İzmit'de bulunan fabrikasında bakım mühendisi olarak göreve başladı. 30 seneye yakın bir süre hem İzmit, hem de Adapazarı fabrikalarında Mühendislik bölümünde yöneticilik görevlerinde bulundu. 2000 yılında kendi danışmanlık şirketi olan ENKO Birleşik Enerji Sistemleri İnş. San. ve Ltd. Şti.'ni kurdu ve halen bu şirketin Genel Müdürü olarak çalışmaktadır. Ayrıca Türkiye Kojenerasyon ve Otoprodüktörler Derneği, Otoprodüktörlerle İlişkiler Komitesi Başkanlığı görevini yürütmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

# Çeşitli Kojenerasyon Uygulamaları

Gökmen Topuz; Mak. Müh.

## ÖZET

Kojenerasyon, aynı sistemden elektrik ve ısı enerjisini birlikte üretmek demektir. Bu özelliğinden dolayı kojenerasyon sistemleri birincil enerji kaynaklarını %90'lara varabilen yüksek verimleri ile, ikincil enerji kaynaklarına dönüştürmektedir. Kojenerasyon sistemleri, çok farklı proje uygulamaları ile tüm gelişmiş ülkelerin, elektrik enerjisi politikalarında önemli bir rol oynamaktadır. Kojenerasyon sisteminin önemi, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemiz elektrik enerjisi sektöründe de hızla artmaktadır. Kojenerasyon sistemleri ülkemizde, yaklaşık on sene içerisinde, yirminci yüzyıl boyunca ülke genelinde ulaştığımız toplam kurulu üretim kapasitesinin yüzde on dördüne ulaşmıştır.

Genel enerji politikamızda da önemli bir konuma gelen kojenerasyon tesislerinden yararlanabilmenin çeşitli yollarının tanıtılacağı bu makale ile yeni kojenerasyon uygulamalarına düşünsel olarak farklı kapılar açabilmek amaçlanmıştır.

## Various Cogeneration Applications

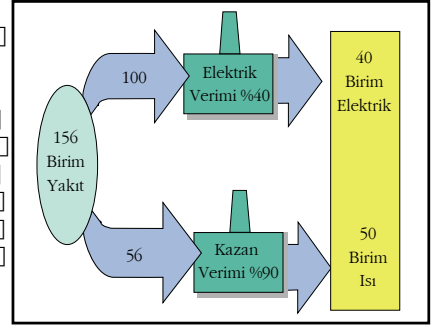
### ABSTRACT

Cogeneration (Combined Heat and Power or CHP) is the simultaneous production of electricity and heat, both of which are used. The central and most fundamental principle of cogeneration is that, in order to maximise the many benefits that arise from it, systems should be based according to the heat demand of the application. This can be an individual building, an industrial factory or a town/city served by district heat/cooling. Through the utilisation of the heat, the efficiency of cogeneration plant can reach 90% or more. Cogeneration therefore offers energy savings ranging between 15-40% when compared against the supply of electricity and heat from conventional power stations and boilers:

Cogeneration optimises the energy supply to all types of consumers with the following benefits to both users and society at large:

- Increased efficiency of energy conversion and use. Cogeneration is the most effective and efficient form of power generation
- Lower emissions to the environment, in particular of CO<sub>2</sub>, the main greenhouse gas. Cogeneration is the single biggest solution to the Kyoto targets

- Large cost savings, providing additional competitiveness for industrial and commercial users, and offering affordable heat for domestic users
- An opportunity to move towards more decentralised forms of electricity generation, where plant is designed to meet the needs of local consumers, providing high efficiency, avoiding transmission losses and increasing flexibility in system use.
- Improved local and general security of supply - local generation, through cogeneration, can reduce the risk that consumers are left without supplies of electricity and/or heating. In addition, the reduced fuel need which cogeneration provides reduces the import dependency - a key challenge for Turkish energy future
- An opportunity to increase the diversity of generation plant, and provide competition in generation. Cogeneration provides one of the most important vehicles for promoting liberalisation in energy markets



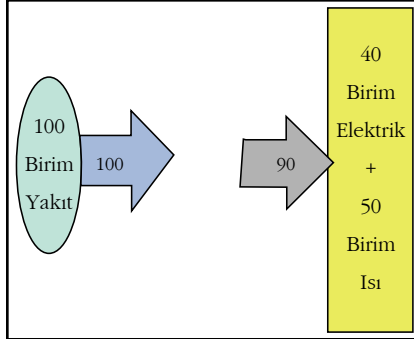
Şekil-2: Elektrik veya ısının ayrı ayrı üretilmesindeki verimler

ile karşılaştırdığımızda büyük bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Şekil-1 ve Şekil-2' de konvansiyonel sistemlere nazaran birincil enerji kaynaklarında ne kadar tasarruf sağlanacağı hesap edilmiştir.

Kojenerasyon sistemlerine giren 100 birimlik birincil enerjinin, 30-40 birimi elektrik enerjisi ve 40-50 birimlik kısmı da ısıl enerji olmak üzere toplam 90 birime kadar geri kazanılmaktadır.

Aynı ısıl ve elektrik enerjisini konvansiyonel sistemlerden yararlanarak üretmek isteydik bakınız durum ne olacaktı.

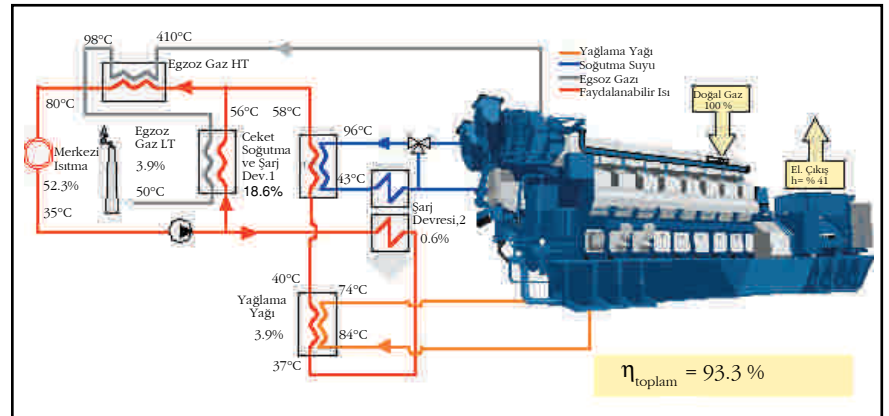
Kojenerasyon sisteminden elde ettiğimiz 40 birimlik elektrik enerjisini elde edebilmek için, % 40 çevrim verimi olan jeneratörde 100 birimlik bir enerji girdisi, 50 birimlik ısı enerjisini elde etmek için ise %90 çevrim verimine haiz kazana 56 birimlik bir enerji girmek gerekiyor. Sonuç olarak kojenerasyon sisteminden 100 birim enerji kullanarak üretebileceğiniz enerjiyi, konvansiyonel sistemler ile 156 birim enerji kullanarak üretebiliyoruz. Sonucunda 56 birimlik bir enerji tasarrufu sağlıyoruz. Bizlere 56 birimlik enerji tasarrufu rakamsal olarak çok şeyler ifade etmiyor olsa da, ikinci bölümde özetlendiği gibi bu miktardaki enerji tasarrufu büyük maddi ve toplumsal getiriler sağlamaktadır.



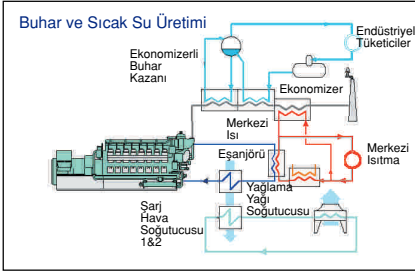
Şekil-1: Kojenerasyon sistemi verimi

## 1. Kojenerasyon Nedir?

Kojenerasyon, aynı makinadan hem elektrik enerjisi hem de ısı enerjisi üretmek demektir. Bu özelliğinden dolayı kojenerasyon sistemleri, konvansiyonel sistemlerden elektrik ve ısı enerjisinin ayrı ayrı üretilmesi



Şekil-3: Kojenerasyon sisteminde toplam verim



Şekil-4: Yağlama Yağından sıcak su üretimi

## 2. Çeşitli Kojenerasyon Uygulamaları.

Bu bölümde kojenerasyon sistemlerinden yararlanılarak kurulmuş çeşitli kojenerasyon sistemleri örnek olarak incelenecektir. Bir kojenerasyon ünitesine giren 100 birimlik enerji, 30-40 birim olarak elektrığe dönüşürken egzoz gazı, gövde soğutma gibi bir çok bölümden de % 50-60 'lar düzeyinde

olan Türbin yada Motor sayesinde hareket enerjisine ve tahrik ettiği jeneratörden de elektrik enerjisine dönüştürülür. Elektrik üretilirken, kojenerasyon sistemlerinin tahrik makinaları olan motor ve türbinlerin egzoz gazlarından ve motorların gövde, yağlama yağı ve turbo şarjör ünitesinin soğutmasından kazanılan ısı enerjisi buhar, sıcak su yada hem sıcak su hem buhar olarak günlük kullanıma sunulur (Şekil-4). Bu çalışmanın devamında, elektrik üretiminin yanı sıra üretilen sıcak su ve/veya buhar ile gerçekleştirilmiş çeşitli kojenerasyon uygulamalarını inceleyeceğiz.

### A. Absorbsiyon Chiller İle Soğutma

Vakumlu ortamda , sıcak su yada buhar ile

olan Almanya'da kurulu bir tesis de, kojenerasyon sisteminden elektrik enerjisi üretilirken aynı zamanda geri kazanılabilir ısı enerjisi kaynaklarından sıcak hava üretilerek mevcut tesisin ihtiyacı olan kurutma havası sağlanmaktadır (Şekil-6).

### C. Kızgın Yağ ve Endüstriyel Isıtma

Elektrik enerjisi ihtiyacının yanı sıra, mevcut prosesinde kızgın yağ ve sıcak su ihtiyacı olan bir tesisde, kojenerasyon ünitesinin yüksek ısı devresinden yararlanılarak kızgın yağ ve düşük basınçlı buhar üretilmekte aynı zamanda kojenerasyon sisteminin düşük ısı devresinden ise endüstriyel prosesin ısıtmasında kullanılmak üzere sıcak su üretilmektedir. (Şekil-7).

### D. Merkezi Isıtma

Bu projede elektrik enerjisinin yanı sıra, kojenerasyon sisteminden elde edilen sıcak su ile civardaki mevcut yerleşim birimlerinin ısıtılması amaçlı, merkezi ısıtma yapılmaktadır. Böylece, bir yerleşim biriminin hem elektrik, hem de ısıtma enerjisi ihtiyacı tek bir santralden sağlanmaktadır (Şekil-8).

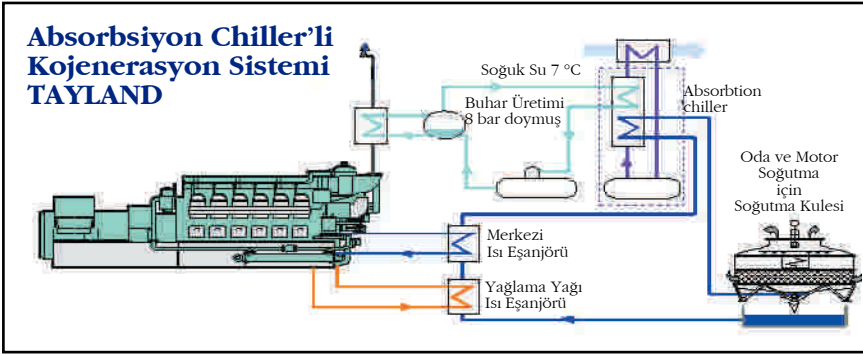
### E. Endüstriyel ve Merkezi Isıtma

Finlandiya'da bir ekmek firmında kurulmuş olan bu tesiste ihtiyaç olan elektrik enerjisi üretilirken, firmanın ihtiyacı olan buhar düşük ve yüksek basınç olarak üretilmektedir. Aynı zamanda buhar sisteminden geri kalan ısı enerjisi ise eşanjörler yardımıyla merkezi ısıtma amacıyla sıcak suya dönüşmektedir.

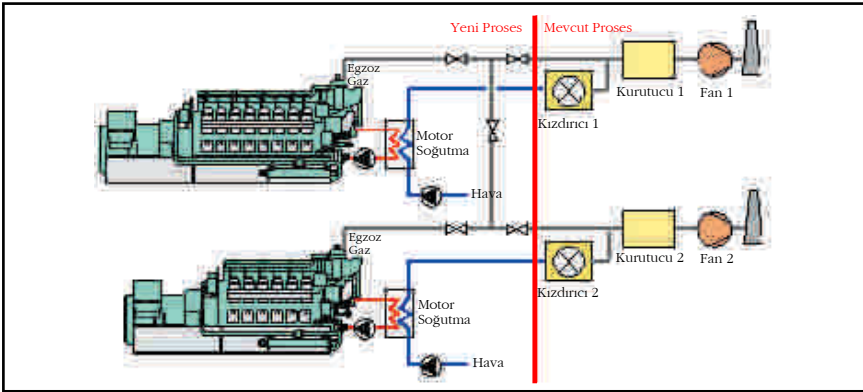
Bu uygulamada, toplam çevrim verimini arttırmak için, ihtiyaç fazlası enerjinin komşular ile paylaşılması sayesinde güzel bir sosyal birliktelik örneği gerçekleştirilmiştir. Dileriz ülkemizde de, çevrimverimini yükseltmek amaçlı, ülke kaynaklarını koruma adına komşular arasında ortaklıklı kojenerasyon tesisleri kurulabilir (Şekil-9).

### F. Sera Isıtması

Danimarka'da kurulmuş olan bu tesisde, elektrik üretirken aynı zamanda üretilen ısı enerjisi ile de sera ısıtması yapılmaktadır. Bu uygulamada, kojenerasyon sistemi yardımı ile yaz-kış ekonomik olarak sabit sıcaklıkta ısıtma sağlanabilmekte dolayısıyla daha kaliteli ve fazla miktarda üretim yapılabilmektedir (Şekil-10).



Şekil-5: Absorbsiyonlu chiller ile kojenerasyon soğutma yapılması



Şekil-6: Kojenerasyon sisteminden kızgın yağ elde edilmesi

ısı enerjisine dönüşmektedir. Böylece, ideal bir projelendirme ile, Şekil-3'te gösterildiği gibi % 93'ler oranında birincil enerji kullanılabilir ikincil enerjilere dönüşebilmektedir.

Bu bölümde inceleyeceğimiz şemalar motorlu sistemler olarak hazırlanmış ve sembolize edilmiştir, fakat bu uygulamaların hepsi türbin yada motor, fark etmez kısaca kojenerasyon uygulamalarıdır.

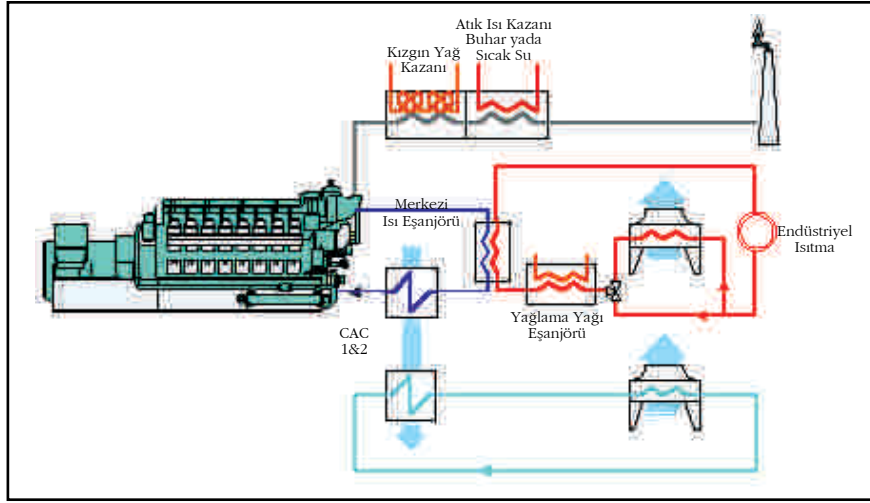
Bir kojenerasyon sisteminde, giren yakıt yanma sonucu ısı enerjisi ve ana tahrik ünitesi

karşılaştığında soğutucu etki gösteren LiBr kimyasalından yararlanılarak yapılmış olan Absorbsiyon Chiller'ler, kojenerasyon sistemlerinden elde edilen sıcak su yada buhar ile tahrik edildiğinde, tüketicilerin ihtiyacı olan soğutmayı da sağlayabilmektedir.

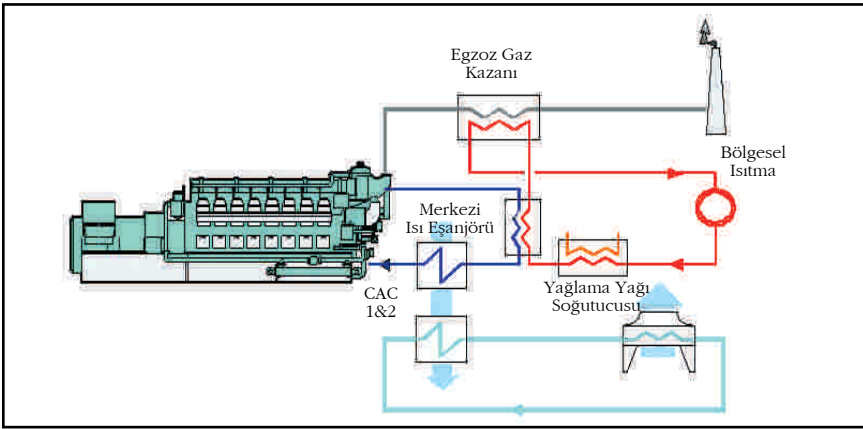
Bu prensip ile, hem elektrik hem de soğutma ihtiyacını karşılayan ve Tayland'da kurulmuş bir tesis örneği görmekteyiz (Şekil-5).

### B. Kurutma Havası Üretimi

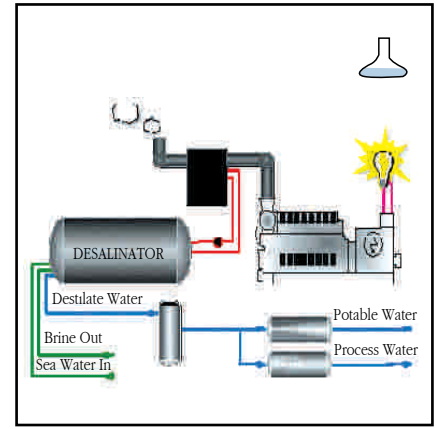
Mevcut prosesinde kurutma havası ihtiyacı



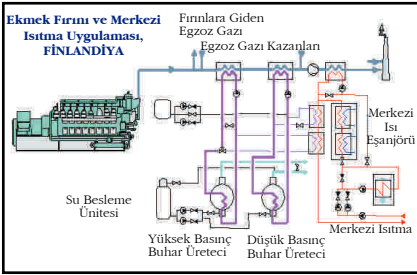
Şekil-7: Kojenerasyon sisteminde kızgın yağ elde edilmesi



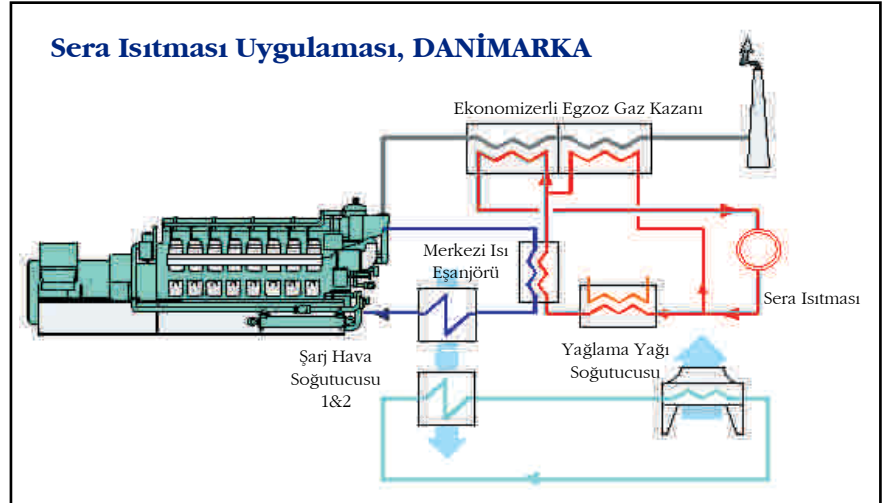
Şekil-8: Kojenerasyon sistemi ile bölgesel ısıtma yapılması



Şekil-11: Deniz suyundan içme suyu elde edilmesi



Şekil-9: Ekmek fırını ısıtma uygulaması



Şekil-10: Sera ısıtılması

### G. Desalinasyon İle Suyun Tuzdan Arındırılması Uygulaması

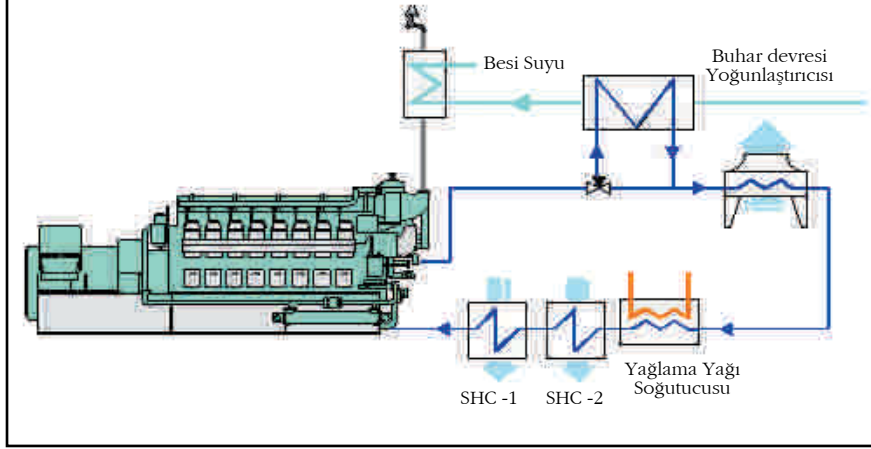
Desalinatör sistemleri, atmosferik basınçtan daha düşük bir ortamda suyun kaynama noktasının düşmesi ilkesine dayanılarak yapılmışlardır (Şekil-11).

Desalinasyon ünitesine tuzdan ayırtılmak üzere alınan tuzlu deniz suyu, desalinasyon ünitesinde vakumlu ortamda, kojenerasyon ünitesinden elde edilen ısı enerjisi ile kaynatılıp tuzdan ayrıştırılabilir ve PH ayarlaması ve kimyasal yumuşatmadan sonra içme ve kullanma suyu elde edilebilir.

### H. Çöplük Gazı Uygulaması

Hollanda'da yapılmış olan bu sistemin ilginçliği, sistemin projelendirme farklılığından ziyade kullandığı yakıttır. Yakıt olarak kullanılan gaz, çöplüklerin bozunması sırasında oluşan metan orjini bir yakıttır. Çöplük gazları, ozon tabakasına ulaşıp zarar vermesi yada depolandığı yerde patlayıp insanların ölümüne sebebiyet vermesi yerine elektrik ve ısı enerjisi üretmek amaçlı kojenerasyon sistemlerinde kullanılabilir (Şekil-12).

## Çöplük Gazından Enerji Üretimi, HOLLANDA



Şekil-12: Çöplük gazından enerji elde edilmesi

### Gökmen Topuz

1972 İstanbul doğumlu, Maçka Teknik Lisesi Elektrik Bölümü, 1990, İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, 1995, Yedi Tepe Üniversitesi, İşletme Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Bölümünden 2000 yılında mezun olmuştur. 1995'den 1997 yılı sonlarına kadar MAN Enerji Sistemleri Ltd. Şti'nde Gaz ve Dizel Motorları bölümünde proje yöneticisi olarak çalıştıktan sonra, meslek hayatına 1997-1999 yılları arasında ENPA firmasında, güç santralleri satış ve uygulamasından sorumlu müdür yardımcısı ve sonrasında Wartsila NSD-ENPA A.Ş firmasında güç santralleri satış müdürü olarak görev yapmıştır. Kasım 2000 tarihinden itibaren, Kale Kalıp firmasında, Enerji Sistemleri müdürü olarak iş yaşantısını sürdürmektedir. Yayımlanmış ve konferanslarda sunulmuş enerji ve kojenerasyon konulu çeşitli çalışmalarını bulunan TOPUZ aynı zamanda Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi ve Kojenerasyon Derneği Kurucu üyesi ve de Kojenerasyon Derneği Genel Sekreteri'dir.