



**bu bir MMO  
yayımdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **Jeotermal Isıtma Sistemleri Yük Hesabı Yöntemleri**

**ORHAN MERTOĞLU  
MURAT MERTOĞLU**

**ORME JEOTERMAL A.Ş.  
Hoşdere Cad. No: 190/8-9  
ANKARA**

**JEOTERMAL ISITMA SİSTEMLERİ  
DİZAYN KRİTERLERİ  
UYGULAMALAR**

Orhan MERTOĞLU  
Murat MERTOĞLU  
ORME JEOTERMAL A.Ş.

**ÖZET**

*Bu makalede jeotermal ısıtma sistemleri dizayn kriterleri ve uygulamalar yaklaşımı kısaca açıklanmış ve jeotermal enerjinin etki ve önemi vurgulanmıştır.*

---

**I- GİRİŞ**

*Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaların içerisindeki ısı enerjisidir.*

*Bir jeotermal merkezi ısıtma sistemi, klasik ısıtma sistemlerinden farklıdır. Jeotermal suyun kuyubaşından alınıp, jeotermal merkeze getirilmesi, enerjisinin temiz suya*

aktarılmasından sonra reenjeksiyon için taşınması ve temiz şebeke sirkülasyon suyunun evlere gönderilmesini kapsamaktadır. Çalışma sıcaklığı ve basıncı; akışkanın kimyasal bileşimi ve debisi; minimum ısı kaybı gradyanın sağlanması için gerekli izolasyon malzemesinin ve kalınlığının seçilmesi cihaz ve boru seçimindeki etkin faktörlerdir.

## JEOTERMAL ENERJİ NEDİR ?

Jeotermal enerji yerkürenin ısısıdır. Yerkürenin merkezi çok sıcak olduğundan, ısı yüzeye doğru akmakta ve dolayısıyla yüzeyden derine doğru inildikçe sıcaklık artmaktadır. Yeraltındaki değişik termal rejimler sonucu, jeotermal kaynak tipleri oluşmuştur.

Ayrıca bazı alanlarda bulunan sıcak kuru kayalar da herhangi bir akışkan içermemesine rağmen jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir.

Jeotermal akışkanı meydana getiren sular, genellikle meteorik kökenli olduklarından yeraltındaki rezervuarlar sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle pratikte beslenmenin üzerinde kullanma olmadıkça jeotermal kaynakların azalması söz konusu değildir.

Akışkan sıcaklığına göre sıralanan değerlendirme alanlarının başlıcaları;

- 1) Isı enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi,
- 2) Direk olarak ısı enerjisinden ısıtma ve kurutmada yararlanılarak şeker, kağıt, tekstil, bira, ilaç, konservecilik, deri, süt, orman ürünleri gibi endüstrinin çeşitli kollarında kullanımı,
- 3) Seraları, binaları, semtleri, ve kentleri merkezi sistemle ısıtmada veya soğutmada (air-conditioning) kullanımı,
- 4) Kimyasal tuzlar, tatlı su, CO<sub>2</sub> buzu, ağır su, asit, v.b. kimyasal maddelerin elde edilmesinde kullanım,

5) Kaplıca, yüzme havuzu ve diğer turistik tesislerde kullanım.

Bu enerji türünün genel avantajlarından en önemlileri, yenilenebilir oluşu, diğer enerji kaynaklarına kıyasla çok ucuz oluşu, gerekli teknoloji düzeyinin çok yüksek olmayışı, aynı anda yararlanma olanağının oluşu, hiç çevre kirliliği yaratmamasıdır.

## JEOTERMAL ISITMA SİSTEMLERİ VE DİZAYN KRİTERLERİ

Jeotermal merkezi ısıtma sistemleri, klasik yani fuel-oil, kömür, doğalgaz kullanan ısıtma sistemlerinden prensipte farklıdır. Yukarıda da bahsedildiği üzere jeotermal sahaların özellikleri (artezyenik, artezyenik olmayan, basınç, sıcaklık, debi, kimyasal kompozisyon, ve diğer) her yerde farklı farklıdır. Bundan dolayı klasik ısıtma sistemlerinde olduğu gibi standard bir uygulama yoktur. Her sahaya göre farklı dizaynlar yapılmakta ve uygulanmaktadır. Jeotermal ısıtma sistemlerinde,  $T=20$  değil  $30-40'$  dir. Bundan dolayı sirküle eden debi azalmakta, dolayısı ile boru çapı ve pompalar küçülmektedir. Ayrıca pompalar frekans konverteri ile kontrol edilmekte, şebekede sabit sıcaklık, değişken debi sistemi uygulanmaktadır.

Jeotermal ısıtma sistemleri aşağıdaki üç ana bölümden oluşur.

- 1) Kuyubaşı (jeotermal su üretimi)
- 2) Jeotermal su nakil hatları
- 3) Jeotermal merkez ve dağıtım şebekesi
- 4) Jeotermal suyun reenjeksiyonu

Kuyubaşı sistemleri; dozajlama, üretim, pompalama (kuyu içi ve kuyubaşı) ve gaz seperasyonu bölümlerini kapsamaktadır. Jeotermal suyun kimyasal kompozisyonuna göre gerektiğinde kuyu içi, kuyubaşı ekipmanı, boru hattında meydana gelecek kabuklaşma ve korozyonu engellemek için kuyu içine kimyasal madde dozajı yapılmaktadır.

Kuyunun artezyenik olup, olmaması ve kuyubaşı basıncına bağlı olarak kuyu içi pompası veya kuyubaşı pompalama sistemi ve malzeme seçimi yapılmaktadır. Şartlara bağlı olarak gerektiğinde kuyubaşında gaz seperasyonu yapılmaktadır.

Jeotermal ısıtmanın yapılacağı yerin, yani uygulama yerinin jeotermal sahanın dışında olması durumunda, jeotermal suyun nakli direk olarak toprağa gömülen izolasyonlu özel paket borular aracılığı ile yapılmaktadır. Bu borular ile 0,1 - 0,5 °C/km sıcaklık kaybı gradyanı başarı ile elde edilmektedir. Bu boru sistemlerinin düşük sıcaklık kaybı gradyanı özelliğinin yanısıra, düşük basınç kaybı, daha iyi boru iç yüzey kalitesi, korozyona karşı mükemmel rezistans, daha az ısı uzama ve klasik ısı galerili sisteme göre daha düşük maliyet gibi avantajları vardır. Teknik ve ekonomik şartlar uygun olduğu durumda, jeotermal su 150-200 km mesafeye taşınabilmektedir.

Jeotermal merkeze gelen jeotermal suyun enerjisi özel olarak dizayn edilmiş 1-1,5 °C yaklaşım sıcaklığına sahip çok yüksek verimli eşanjörlerle kapalı çevrimde sirküle eden temiz suya aktarılmaktadır. Şartlara bağlı olarak kuyu içi eşanjörü uygulamaları da yapılmaktadır. Enerjisi aktarılan jeotermal su mevcut termal tesislere verilmekte veya reenjeksiyon boru hattı ile yeniden yer altına gönderilmekte yani reenjeksiyon yapılmaktadır. Böylece rezervuar ömrü artmakta ve boru ve/veya tuzluluktan meydana gelebilecek muhtemel çevre kirliliğine engel olunmaktadır.

## JEOTERMAL ISITMA SİSTEMİ UYGULAMALARI VE EKONOMİSİ

1981 yılında İzmir - Balçova jeotermal alanında kuyu içi eşanjörünün Türkiye'de ilk uygulaması yapılmıştır. Gönen'de 1400 konut, 56 adet tabakhane 2000 m<sup>2</sup> sera ve 600 yataklı otellerin ısıtma, tabakhanelerin proses sıcak suyu sistemi (14 Milyon kcal/h) Ekim 1987'de başarılı bir şekilde işletmeye alınmıştır. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Kampüsü, Hastane ve Fakülte binaları

(yaklaşık 90000 m<sup>3</sup> hacmindeki) 2,2 MWth kapasite ile 1983 yılından bu yana Balçova Jeotermal alanından ısıtılmaktadır. Kampüse ilave 110.000 m<sup>2</sup> (1100 konut eşdeğeri) jeotermal mahal + sıcak su ısıtma sistemi (6.900.000 kcal/h) Kasım 1992'de devreye girmiştir.

1984'den beri İzmir-Balçova termal tesisleri otel, motel, yüzme havuzu, kür merkezi (1500 konut eşdeğeri), Afyon-Gazlıgöl, Salihli, Kurşunlu, Gediz, Kızılcadamam, Havza, Ayder-Rize, Afyon-Ömer kaplıca tesisleri jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Afyon-Oruçoğlu termal resort tesisleri (48 °C jeotermal su ile mahal + sıcak su ısıtma, 300 konut eşdeğeri), Simav-Eynal kaplıca ve otelleri jeotermal enerji ile ısıtılan diğer bazı termal tesislerdir.

Simav'da birinci etap 3500, ikinci etap toplam 6500 konut kapasiteli jeotermal merkezi ısıtma sistemi 1992 Ekim ayında devreye girmiştir. Kırşehir'de 1.etap 1200, 2.etapta toplam 6000 konut eşdeğeri merkezi ısıtma sistemi yatırımına 1992 yılı Ekim ayında başlanmıştır. Afyon'da 16000 konut eşdeğeri merkezi ısıtma sistemi teknik ve ekonomik fizibilite raporu hazırlanmıştır. Aydın'da jeotermal merkezi 18000 konut ısıtma, 3500 konut soğutma, endüstriyel kullanım ve sera ısıtması teknik ve ekonomik fizibilite raporu hazırlanmıştır. Yine Dikili'de 7000 konut ısıtma, 1000 konut soğutma ve sera ısıtma sistemi teknik ve ekonomik fizibilite raporu yatırıma hazır hale getirilmiştir. Reşadiye'de 1200 konut ısıtma, Salihli'de 7000 konut ısıtma yatırımları teknik ve ekonomik fizibilite raporu çalışmalarına halen devam edilmektedir.

Türkiye'nin en büyük jeotermal ısıtma sistemi olan İzmir ve civarında 25000 konut ısıtma, 5000 konut soğutma, 100000 m<sup>2</sup> sera ısıtması ve endüstriyel kullanım sisteminin teknik ve ekonomik fizibilite raporu çalışmaları tamamlanmış ve yatırıma hazır hale gelmiştir.

Jeotermal enerji ile ısıtmayı diğer ısıtma kaynakları ile karşılaştırırsak ; OCAK - 1993 RAKAMLARINA GÖRE TÜRKİYE'DE :

ELEKTRİK İLE ISITMA	: 906 TL/KWh ISI
FUEL-OİL İLE ISITMA (Kal.yak ):	430 TL/KWh ISI
DOĞALGAZ	: 367 TL/KWh ISI
KÖMÜR İLE ISITMA (ort)	: 297 TL/KWh ISI
JEOTERMAL İLE ISITMA	: 9- 43 TL/KWh ISI

Hava kirliliğini önleyen, ekonomi getiren, ucuzluk getiren jeotermal enerji uygulamasında konut başına yatırım tutarı 6 MİLYON TL (1993 ort.) civarında olmaktadır. Jeotermal ısıtma kömürle ısınmanın 1/6'sına mal olmaktadır. Ayrıca jeotermal ısıtma değerlendirme sistemleri, kendisini en geç 3-4 yılda geri ödeyen yatırımlar olarak görülmektedir.

Konutların ödeyeceği jeotermal dönüşüm gideri ise sadece daire başına 600.000 - 900.000 TL olmaktadır. Jeotermal merkezi ısıtmanın konut başına dönüşüm gideri doğal gazın dönüşüm giderinin altıda biri olmaktadır. Jeotermal işletme maliyetinin doğal gazın 1/10'u olması ise jeotermal merkezi ısıtmanın çok cazip olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

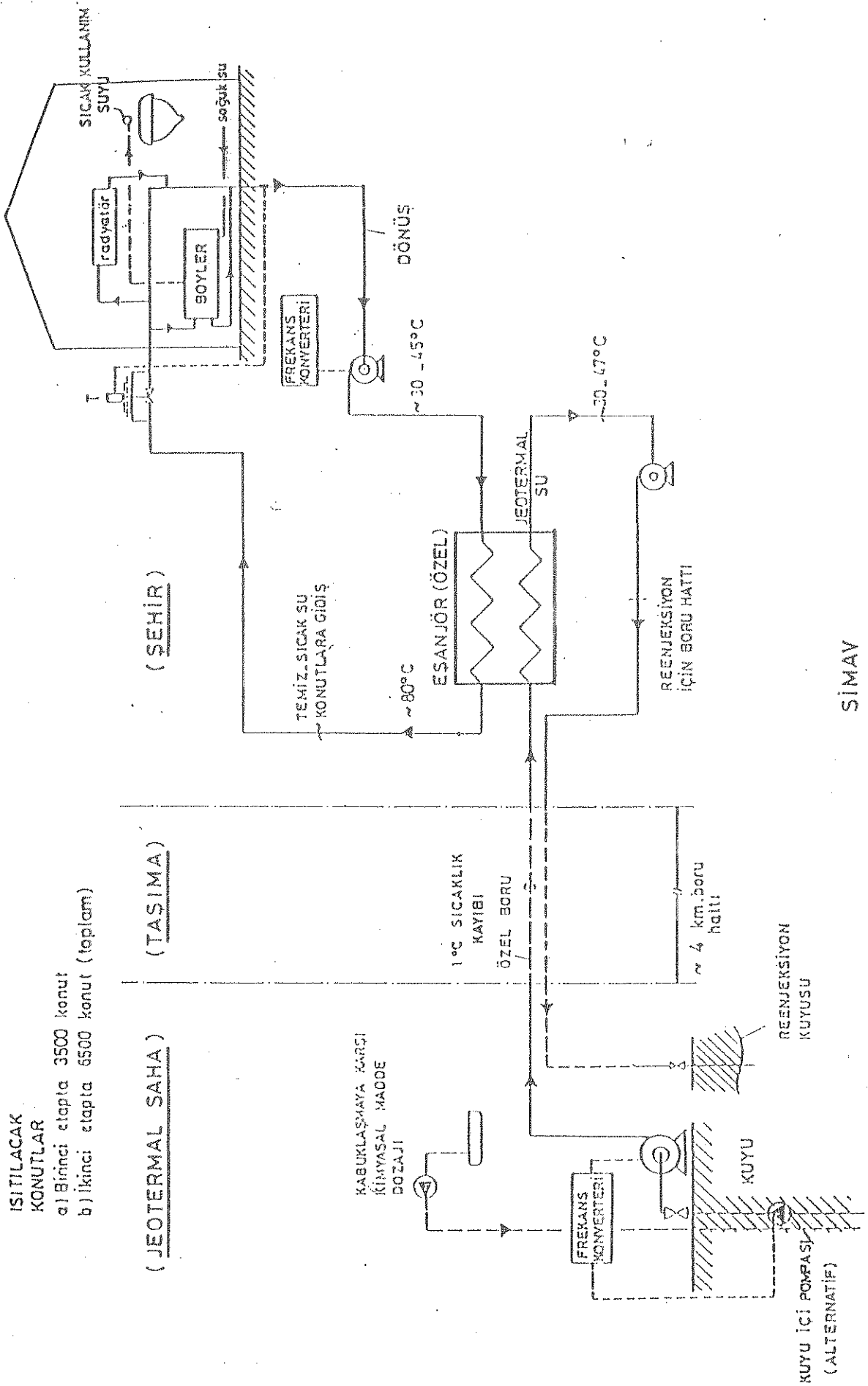
---

**KAYNAKLAR** : ORME JEOTERMAL A.Ş.'nin muhtelif yayın, rapor ve dökümanları

**ÖZGEÇMİŞ** : 1973-78'de MTA'da Makina Mühendisi olarak çeşitli görevlerde bulundu ve Şube Müdürü olarak çalıştı. 1983-84 arasında özel bir Anonim şirkette Genel Müdürlük yaptı. 1975-88 yılları arasında yerli ve yabancı bir çok komisyonda görev yaptı. Amerika ve Japonya'da (KYUSHU ÜNİVERSİTESİ) Jeotermal ve Sondaj teknolojisi üzerine kurs ve eğitim aldı. Türkiye'yi temsilen bir çok uluslararası toplantıya katıldı. Türkiye'de ilk kez jeotermal elektrik üretimini gerçekleştirmiştir. (Denizli - Kızıldere Jeotermal 0.5 MW pilot santrali) Tübitak ve pek çok kuruluş tarafından çeşitli ödüllere aday gösterilmiş, 1983 Tübitak Teşvik ödülünü kazanmıştır. Yurt içi ve yurt dışı 27 adet tebliğ sunan Orhan MERTOĞLU halen kendi kurduğu ORME JEOTERMAL A.Ş.'nin Yönetim Kurulu Başkanlığını yapmaktadır.

ISITILACAK  
KONUTLAR

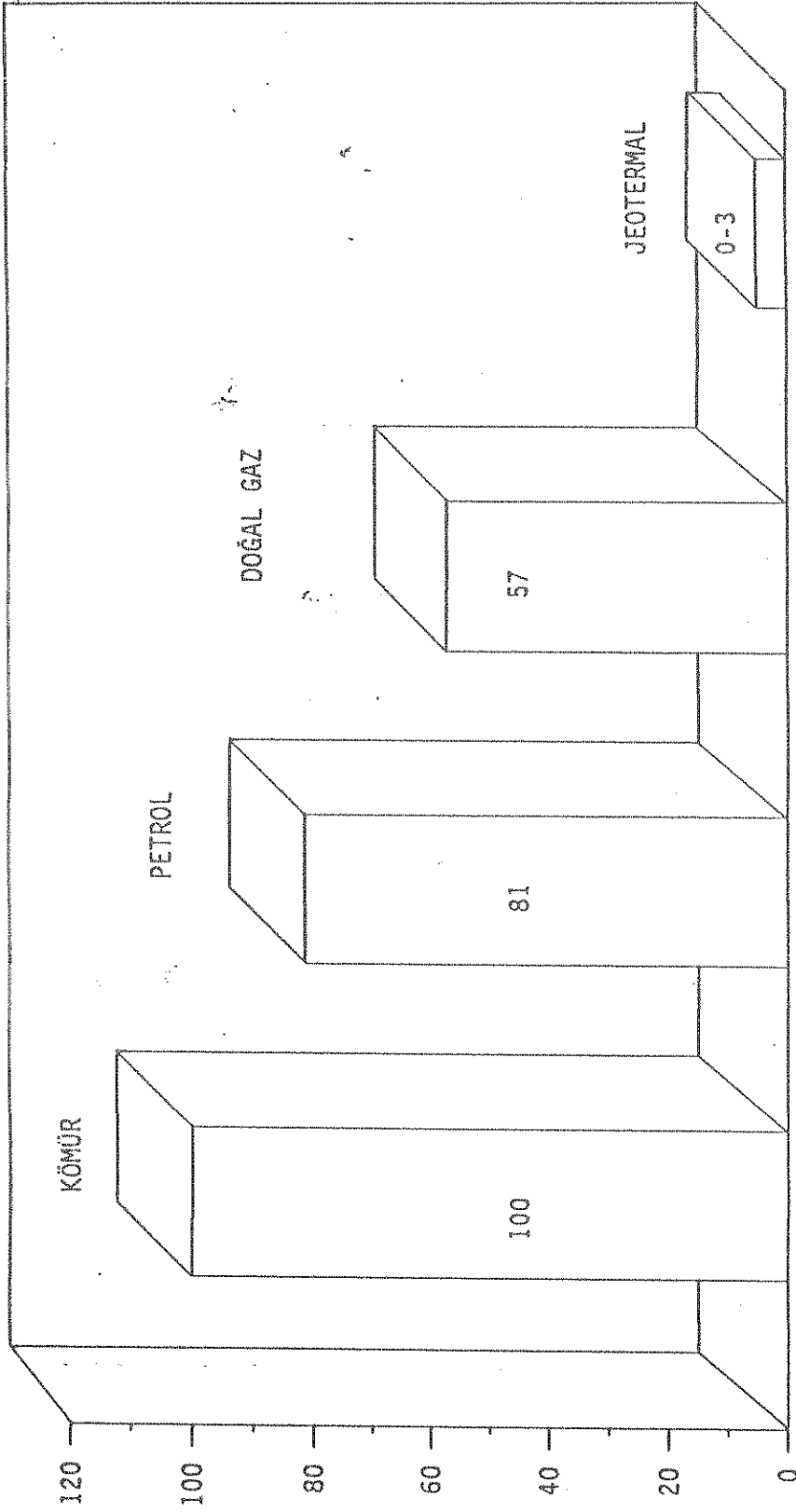
- a) Birinci etapta 3500 konut  
b) İkinci etapta 6500 konut (toplam)



SİMAY  
JEOTERMAL MERKEZİ  
ISITMA SİSTEMİ



## CO<sub>2</sub> EMİSYONU (CO<sub>2</sub> EMISSION)



### JEOTERMAL ENERJİ VE SERA ETKİSİ

(GEOTHERMAL ENERGY AND GREENHOUSE EFFECT)

\* BINARY SİSTEMDE (ISITMA DAHİL) EMİSYON 0'DIR.

GEOTHERMAL RESOURCES COUNCIL BULLETIN NOVEMBER 1990

SAYFA 273'DEN ALINMIŞTIR.