

JEOTERMAL ENERJİ KAYNAKLI ATIK ISININ SERALARDA KULLANILMASI VE SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

Ramazan KAYABAŞI¹

ÖZET

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak gıda taleplerinde hızlı bir artış gözlemlenmektedir. Tarım ürünlerin çoğunluğu yaz dönemi ürünlerdir ve soğuk kış şartlarında yetiştirilmesi güçtür. Sera şartlarında yetiştirilebilen ürünler ılıman iklime sahip bölgelerde seralarda yetiştirmektedir. Ilıman iklim şartlarında olmasına rağmen ısıtma giderlerinden dolayı ürünlerin maliyetleri yükselmektedir. Bu nedenle jeotermal kaynakların bulunduğu yerlerde jeotermal enerjinin kullanıldığı seralarda üretim yapılmaktadır. Yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde çıkartılan jeotermal akışkan seraları ısıtılması için kullanılabilir. Seralarda jeotermal akışkanın ısını kullanabilmek için jeotermal kuyu açmak maliyetli bir işdir. Büyük tarım firmaları jeotermal kuyu açarak üretim yapabilmektedir. Küçük ve orta ölçekli firmalar ise bu kaynağı kuyu açma maliyetinden dolayı kullanamamaktadır. Seraların ısıtılması için termal otellerin kullandığı jeotermal akışkanın atık ısı veya jeotermal elektrik santrallerinin kullandığı akışkanın reenjeksiyon yapılmadan önce var olan atık ısıları ideal ve düşük maliyetli bir kaynaktır. Jeotermal kaynak kullanıldıktan sonra hala yüksek sıcaklığa sahip bulunabilmektedir. Bu kaynakların kullanılması ile birlikte ürünler daha düşük maliyetli ve soğuğa karşı korunması için ilaç uygulanmadan organik olarak yetiştirilmesine mümkün olacaktır. Jeotermal kaynağın bulunduğu yerlerde yöre halkı, kendi ihtiyaçları için tarım ürünleri ve ticari olarak satabileceği tarım ürünleri üretebileceklerdir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal Enerji, Atık Isı, Sera Yetiştiriciliği

GEOHERMAL ENERGY RESOURCES WASTE USE AND MANUFACTURING EFFECT

ABSTRACT

A rapid increase in food demand has been observed due to the increase in world population. The majority of agricultural products are summer products and it is difficult to grow them in cold winter conditions. The products that can be grown in the greenhouse conditions are grown in green areas in temperate regions. Despite being in temperate climates, the costs of products are rising due to heating costs. For this reason, geothermal resources are used in the production of greenhouses where geothermal energy is used. The geothermal fluid extracted at various depths of Yerkabug can be used for heating the greenhouses. It is costly to open a geothermal well in order to use the heat of the geothermal fluid. Large farmers can produce by opening geothermal wells. Small and medium sized companies can not use this source because of the cost of opening the well. Waste heat from the geothermal fluid used by

¹ Öğr. Gör., Erciyes Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu MYO, İnşaat Bölümü, 38900, Tomarza, Kayseri, rkayabasi@erciyes.edu.tr

the thermal houses for heating the subdivisions or the fluid used by the geothermal power plants is an ideal and low cost resource before re-injection. After using geothermal welding, it can still have high temperature. With the use of these resources, it is possible to grow the crops organically without the use of medicines for lower cost and protection against cold. Where geothermal resources are present, local people will be able to produce agricultural products and agricultural products that they can sell commercially for their own needs.

Keywords: Geothermal Energy, Waste Heat, Greenhouse Cultivation

1. GİRİŞ

Enerji günümüzde ülkelerin gelişmişliğini göstermekle birlikte ülkeleri ekonomik anlamda uluslararası arenada söz sahibi edebilmektedir. Bu nedenle ülkeler enerji politikalarını sürekli güncellemekte ve sahip olduğu enerji kaynaklarını verimli kullanmak için teknoloji yarışına girmektedir. Bununla birlikte yeni enerji kaynakları aramakta ve ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Küreselleşen dünyada çevre sorunları oluşmaması için uluslararası yapılan protokollere göre davranmak zorunluluğu olduğu için yenilenebilir enerji kaynakları önemini artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı tüm insanlığın geleceğini güvence altına almak için yaşamsal bir öneme sahiptir. Karbondioksit gazının atmosferde yoğun olarak birikmesi, küresel ısınmaya yol açmaktadır. Meydana gelen sıcaklık artışı, dünya ikliminin değişmesine, kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine ve neticede birçok verimli tarım topraklarının sular altında kalmasına neden olacaktır. Küresel ısı artışını önlemenin ilk koşulu, fosil yakıt kullanımını azaltarak, enerji altyapısını yenilenebilir enerjileri kullanmaya uygun duruma getirmektir (Keleş ve Hamamcı, 2002, s.105).

Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, biokütle, hidrojen, dalga, gelgit enerjisidir. Bu enerji kaynakları doğanın kanunu gereği tekrar eden bir döngüye sahip olduğu için tükenmeyen enerji kaynakları olarak nitelendirilmektedirler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kendi içinde avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Jeotermal enerji jeolojik yapıya bağlı olarak oluşan, doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılabilen, yeryüzüne su, buhar ve gaz ile de taşınabilen yerkabuğunun ulaşılabilir derinliklerdeki doğal kaynağın ısı enerjisidir. Jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji kaynağı olması, işletme maliyetinin diğer enerji türlerine göre ucuz olması ve devreye girme çabukluğu açısından önemli ayrıcalıklara sahiptir. Ayrıca çevresel şartlarda bağımsız olması onu günün ve yılın tüm zamanlarında bakım hariç kullanılabilir kılmaktadır. Ülkemizin jeotermal kaynak olarak Avrupa'da 1. dünyada ise 7. sırada bulunması bu enerji kaynağının araştırılması gerektiğini bize göstermektedir. Yerli ve milli enerji kaynağımız olarak özellikle enerji ithalatının yüksek olduğu günümüzde değeri her geçen gün artmaktadır. Özellikle elektrik dışı uygulamalarda ulusal teknolojinin yeterliliği diğer enerji kaynaklarına göre jeotermal enerjisi avantajlı konuma getirmektedir.

Türkiye jeotermal enerjide, yaklaşık 31.500 MWt ısı potansiyeline sahiptir. Türkiye'deki mevcut jeotermal enerji uygulamalarının %6'sı elektrik üretimi, %67'si konut ısıtması, %9 termal tesis ısıtma, %18'i sera ısıtmasında kullanılmaktadır (GEKA, 2011).

Türkiye, toplam elektrik enerjisi ihtiyacının %5'ini, ısıtmada ısı enerjisi ihtiyacının %30'unu; ağırlıklı ortalaması alındığında ise toplam (elektrik+ısı) enerji ihtiyacının %14'ünü jeotermal enerji ile karşılayabilecek potansiyele sahiptir (Mertoğlu vd., 2006).

Ülkemiz bir tarım ülkesidir. Türkiye, 36° - 42° Kuzey paralelleri ile 26° 45° Doğu meridyenleri arasında yer alır. Ekvator kuşağında olan ülkemizde dört mevsim yaşanmaktadır. Dünya'da en fazla endemik bitki çeşitliği sahip; jeopolitik konumu, 0 - 2500 rakım arasındadır. Ülkemizin özellikleri değerlendirildiğinde ve üretilen ürün verilerine bakıldığında yaz mevsimi şartlarında yetiştiricilik potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Tarım ürünleri yetiştiriciliği 12 ay boyunca yapılabilen yerler bulunmakla birlikte yetiştirilen ürün çeşidi azdır. Buna karşılık kış şartlarında tarımsal faaliyetler neredeyse durma noktasına gelmektedir. Örtülü tarımın yapılmasıyla birlikte dört mevsim yetiştiricilik yapılabilir.

Seralarda mevsimlik çiçek üretimi, maliyeti yüksek bir faaliyettir. Maliyetlerin önemli bir kısmını sera ısıtılması ve gübre kullanımı oluşturmaktadır. Isıtma işlemi için Türkiye'nin büyük bir bölümünde kömür ve doğalgaz kullanılmaktadır. Kışın seraların ısıtılması için kullanılan fosil yakıtların hem maliyeti yüksek, hem de çevresel standardı düşüktür(Enc ve diğ. 2012).

Bölgenin iklim şartlarında yetiştirilmesi mümkün olmayan ürünlerin seralarda yetiştirilmesi mümkün olmaktadır. Kaynağın bulunduğu alana göre kış şartlarının ortalama sıcaklığı değişmektedir. Ortalama sıcaklığın 10-20°C üzerinde sıcaklığa sahip olan kapalı alanlar birçok tarım ürünü için elverişli hale gelmektedir. Güneş ışınlarının yetersiz olduğu gündüz saatleri ve özellikle sıcaklığın düştüğü gece saatlerinde seralar ısı desteğine ihtiyaç duymaktadır. Seralar yapı malzemeleri olarak kullanılan cam, naylon vb. malzemeler ısı transfer katsayısı yüksek olduğu için ısı kayıpları fazla yaşanmaktadır. Isıl değişimin hızlı olması sonucu sera sıcaklığı hızlı şekilde düşer ve bu durum ürünlerin zarar görmesine neden olur. Ürünlerin zarar görmemesi için ısı kaybının karşılanmasına ve seraların ısıtılmaya ihtiyacı vardır.

Örtülü seracılık faaliyetlerini yıl içine yayabilmek için oluşturulan kapalı alan iklim koşullarını yetiştirilecek ürünün özelliğine göre kontrol altında tutmak gerekmektedir. Örtü altı hacmi istenilen şartlarda tutabilmek için kış şartlarında ısıtma ihtiyacına ekonomik çözüm aranmalıdır. Isıtma ihtiyacı seranın kurulduğu bölgenin dış sıcaklık ortalamasına göre önemli seviyede maliyet farkları oluşturmaktadır. Bu nedenle birçok bölgede seracılık faaliyetlerine kış dönemi ara verilmektedir. Jeotermal enerji kaynaklarının bulunduğu yerlerde ise ısıtma giderleri azaldığı için örtülü seracılık avantajlı hale gelmektedir. Örtülü yetiştiriciliğe uygun olan ürünler içerisinde talepler doğrultusunda yetiştirilecek ürünler seçilerek modern üretim tekniklerini kullanılması ile kış dönemi üretime devam edilebilmektedir. Jeotermal kaynak kullanılarak ısıtılan seralarda, bitkiler için konfor şartları ekonomik olarak sağlanmakta ve ortam koşullarından kaynaklanabilecek hastalıklar azaltılarak, verim arttırılmaktadır.

İklim şartlarını kontrol ederek, tarımsal üretim sürecini yıl içerisinde daha geniş bir zamana yaymak üzere yapılan örtü altı üretimde en önemli sorun ısıtmadır. Ülkemiz şartlarında, ısıtma giderleri ise sera karlılığını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi, bölge ve ürün tipine bağlı olarak değişmekle birlikte toplam maliyetin %40 ile %80'ini oluşturmaktadır. Sera ısıtmasında kullanılan fosil yakıtların maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle, ülkemizdeki birçok serada

düzenli bir ısıtma yapılamamakta, sadece bitkileri dondan korumaya yönelik ısıtma yapılmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmaması, verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama, tarımsal mücadele için ilaç ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir (Kendirli ve Çakmak, 2010).

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmada, jeotermal kaynakların çeşitli amaçlarla kullanımından sonra jeotermal atık ısının seralarda kullanımı için potansiyel durumu araştırılmıştır. Isıtma amaçlı direk kullanım sonrası veya termal otellerin jeotermal kaynağı kullanımı sonrası ver alan ve hala kullanılabilir durumdaki kaynağın değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Jeotermal enerjinin üretime etkisi incelenmiştir. Jeotermal seracılık ile kaynakların daha verimli şekilde kullanılması için sürdürülebilir jeotermal seraların Türkiye’de yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Türkiye şartlarında tespit edilmiş jeotermal kaynaklar referans alınarak kaynak özellikleri incelenmiştir. Kaynakların kullanım amaçları saptanmıştır. Jeotermal kaynakların kullanımı sonrasında hala kullanılabilir sıcaklıkta ve atık ısı kullanılabilir durumda ise bu kaynakların jeotermal seralarda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Elde edilen araştırma bulgularına göre öz kaynağımız olan jeotermalin seralarda yaygınlaştırılması ile birlikte ülkemize sağlayacağı katkı tartışılmıştır. Ayrıca jeotermal kaynakların kullanımı sonrasındaki; özelliklerine göre alternatif kullanımlar için atık ısı potansiyeline göre yöntemler araştırılmıştır.

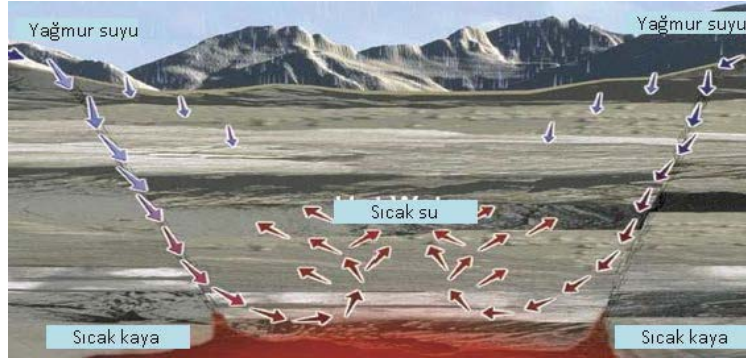
3.1. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde var olan ısının oluşturduğu bir enerji türüdür. Bu ısı yeryüzüne doğal olarak sıcak su kaynağı ve buhar veya sondajlarla sıcaksu, sıcaksu-buhar ve buhar şeklinde ulaşmaktadır. Jeotermal enerji yenilenebilir enerji türleri arasında yer almaktadır. Kaynağından doğal yolla veya sondaj ile yeryüzüne çıkan bu enerji kaynağı 20 ile 300°C ye kadar sıcaklığa sahip olabilmektedir. Jeotermal akışkandan kaynağın sıcaklığı debisi ve potansiyeline göre birçok alanda yararlanmak mümkündür. Başlıca kullanım alanları, elektrik üretimi, mekan ısıtma sistemleri, sera ısıtma uygulamaları, kurutma uygulamaları, endüstride proses ısısı sağlama uygulamaları, kaplıca turizmi, kuru buz üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Dünyanın alan olarak %5’lik kısmında jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kuşak ateş halkası olarak adlandırılırken, Türkiye bu ateş halkasının üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle Türkiye, dünyada jeotermal enerjiyi kullanan şanslı ülkelerden biridir (Kılıç ve Kılıç, 2009).

Jeotermal enerji çıkış sıcaklığına göre sınıflandırılırsa üç gruba ayrılmaktadır.

- ✓ Düşük sıcaklıklı sahalar (20-70 °C sıcaklık),
- ✓ Orta sıcaklıklı sahalar (70-150 °C sıcaklık),
- ✓ Yüksek sıcaklıklı sahalar (150 °C’den yüksek sıcaklık).



Şekil 2. Gelişen jeotermal sahaların görünümü (Ayaz vd, 2004).

Şekil 2’de görüldüğü gibi yüzeyden derinlere doğru inildiğinde yer altında jeotermal kaynak ile karşılaşılır. Graben ve horst yapılarıyla açıklanan bölgedeki yapısal özellikler yağmur ve yüzey suları veya reenjeksiyon suları tarafından beslenir. Bu sular derinlerde ısıtılıp tekrar yüzeye taşınmasıyla jeotermal faaliyetler sürdürülür.

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2016 yılı verilerine göre 12.8 MWe düzeyindedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 70.329 MWt olup, Dünya’da doğrudan kullanım uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve İzlanda’dır.

Türkiye’de yıllara göre jeotermal enerji çalışmaları MTA tarafından karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Elektrik üretimine uygun saha sayısı 2002 yılında 16 iken 2017 yılında 25 adede çıkmış.
- Sera ısıtması 2002 yılında 500 dönüm iken 2017 yılında 3931 dönüme çıkmış, % 686 artış olmuştur.
- Konut Isıtması 2002 yılında 30.000 konuttan 2017 yılında 114.567 konut eşdeğerine çıkmış, % 281 artış olmuştur.
- Elektrik üretiminde kurulu güç 2002 yılında 15 MWe iken 2017 yılı Kasım ayı itibariyle sonunda Kurulu Güç 1052 Mwe' e çıkış, % 7000 artış olmuştur.
- Ülke Görünür ısı kapasitesinde ise 2002 yılında 3000 Mwt den 2017 yılında 15.500 Mwt e çıkmış % 416 artış sağlamıştır.

Jeotermal kaynaklar kaynağın sıcaklığı ve kaynağın potansiyeli ve entalpisine göre çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Kaynak istenilen potansiyele sahipse kaynağın sıcaklığı kullanım amacını belirler. Kaynağın bulunduğu konumda kullanım türünü belirlerken önemli bir role sahiptir. Jeotermal kaynakların kullanım alanları tablo 1’de genel hatlarıyla sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. Jeotermal Kaynak Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı).

Sıcaklık	Kullanım Alanı
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, Elektrik Üretimi
170	Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfid eldesi

160	Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı
150	Bayer's metodu ile alüminyum eldesi
140	Konservecilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması
130	Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi,
120	Distilasyonla temiz su elde edilmesi
110	Çimento kurutması
100	Organik maddeleri kurutma (Deniz yosunu, çimen, sebze), yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma (stok balık)
80	Yer ve sera ısıtması
70	Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti)
60	Sera, ahır ve kümes ısıtması
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma
20	Balık çiftlikleri

Endüstriyel süreçlerde kullanılmak üzere üretilen ısı enerjisi fosil yakıtlar vasıtasıyla veya elektrik enerjisi ile üretilmektedir. Enerji tüketimindeki ve dolayısıyla enerji fiyatındaki artış, enerjinin giderek daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Bu yöntemler kullanılarak üretilen ısı enerjisi atmosfere atılması yerine kullanılabilir durumda olan kısmı tekrar değerlendirilmelidir. Bu nedenle, enerji kayıplarının azaltılması ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, gitgide büyüyen bir önem arz etmektedir. Bu kapsamda işletme maliyeti düşük olan jeotermal kaynak kullanımı ve jeotermal kaynakların atık ısısının geri kazanımı önemini arttırmaktadır. Karbondioksit salınımını azaltması açısından jeotermal kaynakların kullanımı ve yaygınlaştırılması gereklidir. İklim şartlarından bağımsız olması ve devreye direk alınabilmesi açısından avantajlı olan bu kaynak yaygınlaştırılması gereklidir.

Atık ısı geri kazanımı; birincil enerji tüketimini azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlar, yerli kaynaklar daha verimli kullanıldığı için rezerv ömürlerini artırır, enerji açısından dışarıya olan bağımlılığı (özellikle de doğalgaza) önemli ölçüde azaltır, ihracatı azaltacağı için ihracat-ithalat dengesine olumlu katkı yapar, enerji kullanım kaynaklı çevreye atılan emisyon miktarlarını ve aynı zamanda termal ve kimyasal kirlenmeleri azaltır, özellikle bölgesel ısıtma için konforlu, ucuz, güvenilir ve güvenli enerji sağlar, yeni iş sahaları ve imkânlarını artırarak istihdam sağlar, sanayinin üretim maliyetlerini azaltarak rekabet gücünü artırır (Erdem, 2010).

3.2. Sera Isıtması

Seralar ısıtma ihtiyacı bulunduğu bölgenin mevsim durumuna göre değişmektedir. Isıtma ihtiyacı; örtülü seranın bulunduğu bölgenin ortalama dış sıcaklığına göre, sera örtü malzemesi ve diğer şartlara göre değişmektedir. Kullanılacak ısıtma kaynağı seranın ısı kaybını karşılamalı ve ısıtılacak hacmi istenilen sıcaklıkta tutulabilmelidir. İçinde yetiştirilecek tarımsal ürünün en ideal şartlarda kısa sürede yetişebilmesi için gerekli iklim şartları dış hava şartları ne olursa olsun sağlanmalıdır.



Şekil 3. Jeotermal Sera

Dünya’da 34 ülkede yapılan jeotermal sera ısıtılmasında lider ülkeler Türkiye, Macaristan, Rusya, Çin ve İtalya’dır. Seralarda üretilen ana ürünler sebze ve çiçeklerdir. Fakat Amerika’daki ağaç fideleri ve İzlanda’daki muz bahçeleri gibi uygulamalar bulunmaktadır (Lund 2011). Jeotermal enerjinin tarımsal amaçlı kullanımları Macaristan, Makedonya, Bulgaristan, Sırbistan gibi Avrupa ülkelerinde jeotermal kaynağın doğrudan uygulamalarında dikkat çekmektedir (Popovski ve Vasilevska, 2003).

Jeotermal enerji ile sera ısıtma sistemleri, jeotermal akışkanın çıkarıldığı bölgeden tüketicilerin bulunduğu alanlara taşınması için kullanılan elemanlar topluluğu olarak değerlendirilir. Bu sistemler teknik özelliklerine göre toprak içerisine, toprak yüzeyine veya yetiştirme masalarına yerleştirilen ısıtma sistemleri, fan ve ısı değiştirici kullanılan hava ısıtma sistemleri ve kombine ısıtma sistemleri olarak gruplandırılabilir. Isıtma sistemleri içerisinde, jeotermal enerji uygulamalarına en uygun sistemin, zeminden veya toprak altından yapılan ısıtma sistemi olduğu belirlenmiştir. Bu sistemin aynı kaynaktan beslenen ortam havası ısıtma sistemi ile desteklenmesi en iyi çözümü sağlamaktadır. Toprak ısıtma sistemi belirli derinlik ve aralıklarla gömülü ve içerisinde sıcak akışkan dolaşan ısıtma borularından oluşur. Günümüzde plastik malzemelerden yapılmış ısıtma boruları, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve kolay bir şekilde döşenebilir olmaları nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır (Kendirli, 2010).

Tablo 2. 2008 Yılı İtibarıyla Örtüaltı Alanlarının Bölgelere Göre Dağılımı (Anonim, 2009a).

Bölge adı	Cam sera	Plastik sera	Yüksek tünel	Alçak Tünel	Toplam	%
Akdeniz	7525.4	17355.2	5115.9	17131.3	47127	86.9
Ege	691.4	2695.5	602.9	484.3	4474	8.2
Karadeniz	1.7	659.7	430	1465.5	1556	2.9
Marmara	2.3	2359.7	481.3	10.4	853.7	1.6
İç Anadolu	0.3	58.4	45.7	-	104.4	0.2
Doğu Anadolu	-	13.7	14.7	6.9	35.3	0.1
Güneydoğu Anadolu	4.2	25.8	5.5	28.1	63.6	0.1
Toplam	8225.3	21168.0	6696.0	18126.5	54215	100

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, gıda maddelerine olan talep de her geçen gün artış göstermektedir. İnsanlar çoğu zaman sebze ve meyveleri mevsimi dışında da tüketmek istemektedirler. Bu artan gıda talebinin karşılanması ve mevsimi dışında sebze ve meyve talebinin karşılanabilmesi için, birim alandan yüksek verimin alındığı seracılık, tüm dünyada her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle jeotermal kaynaklar, diğer kullanım alanlarına ve sağladığı faydalara ilaveten tarımsal üretim açısından büyük önem arz etmektedir. Jeotermal enerjinin tarımsal üretim alanlarında kullanılması, bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı sağlama yanında, aşırı sıcak dönemler hariç üretimin kesintiye uğramadan yılın her döneminde yapılabilmesine imkan tanımaktadır. Mevsim sıcaklık ortalamasının yükselmesi ile birlikte seralar haricinde açık alanda üretimler yapılmaktadır. Bu nedenle yaz dönemi sera üretimine ihtiyaç kalmamaktadır. Ayrıca sera içi sıcaklık aşırı artacağı için üretime ara verilmektedir. Ürün yelpazesinin genişlemesi ve tarla bitkilerinin mahsul vermesi ile sera üretimi ekonomik olmaktan çıkmaktadır.

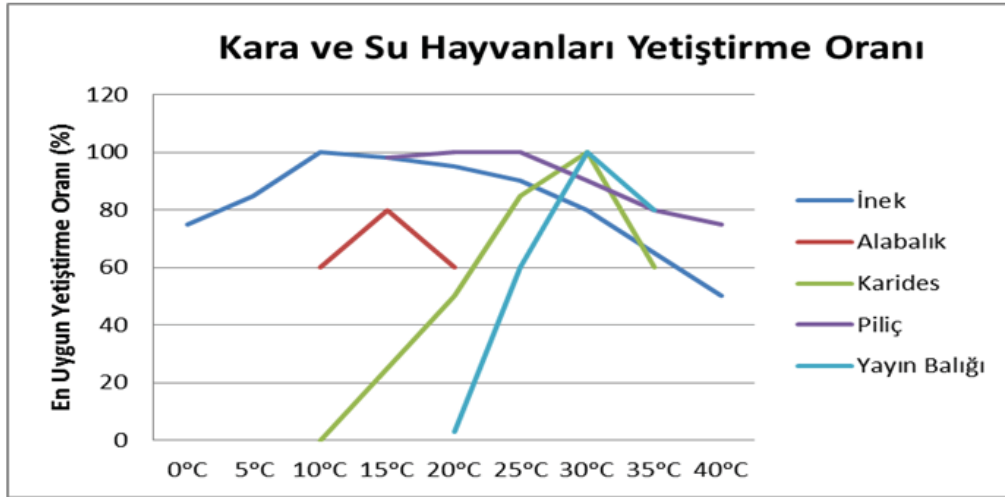
Tablo 3. Türkiye’de 2013 Yılı ÖKS Kayıtlarına Göre Jeotermal Sera Alanları (Anonim 2013f)

İl Adı	İşletme Sayısı	Alan (da)	Toplam Jeotermal Sera Alanı İçerisindeki Payı (%)
Afyon	6	358	11,18
Aydın	17	173	5,40
Denizli	26	456	14,24
İzmir	15	784	24,48
Kırşehir	1	97	3,03
Kütahya	46	125	3,90
Manisa	7	750	23,42
Nevşehir	1	61	1,91
Şanlıurfa	26	373	11,65
Yozgat	2	25	0,78
Toplam	147	3.202	100,00

Türkiye’de 2013 yılı ÖKS kayıtlarına göre jeotermal sera alanları tablo 3’te verilmiştir. 10 ilde jeotermal kaynak kullanılarak örtü altı üretim yapılmaktadır. Bu alanların yaklaşık yarısı İzmir (%24,48) ve Manisa (%23,42) illerinde bulunmaktadır. İşletme sayıları bakımından ise en fazla işletme 46 işletme ile Kütahya ilinde yer alırken, onu 26 işletme ile Şanlıurfa ve Denizli illeri takip etmektedir.

<i>Sebze</i>	<i>Gündüz (°C)</i>	<i>Gece (°C)</i>	<i>Kesme Çiçek</i>	<i>Gündüz (°C)</i>	<i>Gece (°C)</i>
Domates	19-24	14-18	Papatya	20-22	16-18
Hıyar	22-24	16-18	Karanfil	12-15	7-10
Fasulye	22-26	12-16	Gül	21-23	15-16
Biber	21-27	15-19	Lilium	18-20	13-15
Patlıcan	25-30	18-19	Gerbera	20-22	10-12
Kavun	20-25	16-18	Glodial	16-20	10-12
Karpuz	25-30	18-20	Krizantem	18-21	12-13

Seralarda yetiştiricilik yapabilmek için kontrol altında tutulması gereken birçok etken bulunmaktadır. Örtü altı sıcaklığı, havanın nemi, havalandırma, karbondioksit miktarı ve ayrıca ürün ve ortam ile ilgili faktörler. Sera içerisinde yetiştirilen bitki türleri, büyüme aşamalarında farklı tablo 4’te verilen optimum büyüme sıcaklıklarına ihtiyaç duyarlar. Bu sıcaklık değerlerinin artması veya azalması bitkinin verim ve kalite parametrelerine doğrudan etki etmektedir. Mezoterm bir bitki olan domates için en iyi ürün verdiği ısı koşulları, gece 14-18 °C ve gündüz 19-24 °C kabul edilmiştir.



Şekil 4. Kara hayvanları ve su ürünleri yetiştiriciliği için ideal iklim şartları

Kara hayvanları ve su ürünleri yetiştiriciliği için ideal kültür şartlarının sağlanması gerekmektedir. Kültür şartları yanında ayrıca kontrol altında tutulması gereken birçok etken bulunmaktadır. Ortam sıcaklığı, havanın nemi, havalandırma, karbondioksit miktarı ve ayrıca ürün ve ortam ile ilgili faktörler. Hayvan ve su ürünleri bakımından yetiştirilen türler, büyüme aşamalarında farklı şekil 4’te verilen optimum büyüme sıcaklıklarına ihtiyaç duyarlar. Bu sıcaklık değerlerinin artması veya azalması hayvanların ve su ürünlerinin yetiştirilme sürelerini veya maliyetleri doğrudan etki etmektedir.

Tablo 5. Su Canlılarına Ait Sıcaklık gereksinimleri ve Büyüme Evreleri

Tür	Sıcaklık Sınır Değeri (C°)	En Uygun Yetiştirme Sıcaklığı. (C°)	Büyüme Evresi (Gün)
İstiridye	0-36	24-26	730
Istakoz	0-31	22-24	730
Somon	4-25	15	182-365
Yayın Balığı	17-35	27-29	182
Sazan	4-38	20-32	450-700
Alabalık	0-32	15	182-248
Tatlısı	0-30	22-28	304
Levreği			

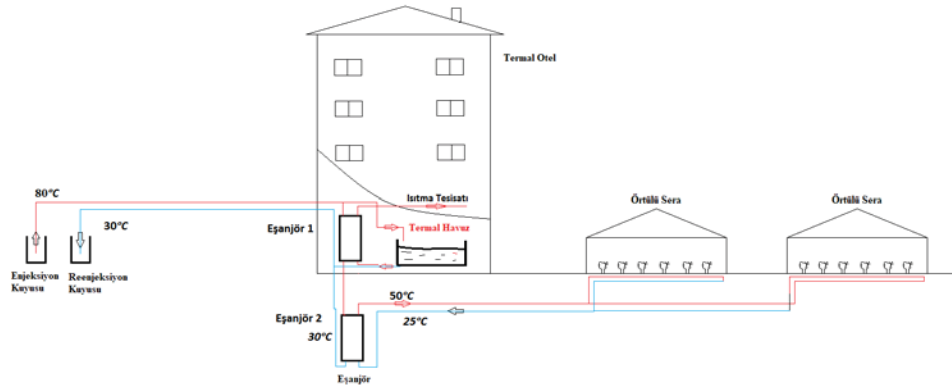
Su canlılarının büyüme evresini optimum seviyede tutabilmek için uygun yetiştirme sıcaklığı aralığında kültür şartlarının tutulması gerekmektedir. Aksi durumda yetiştirme süreleri uzamaktadır. Bu kapsamda kış şartlarında jeotermal kaynaklar kullanılarak ideal şartlar sağlanabilir. Jeotermal kaynakların işletme giderleri düşük olması nedeniyle kış dönemi yetiştiriciliğe ara verilmesi gerekmemektedir. Su ürünlerin ara vermeden yetiştirilmesi ülkemize sosyal ve ekonomik yönden katkı sunacaktır.

Tablo 6. Jeotermal alanlarda açılan kuyu sayısı ve toplam derinlikleri (MTA)

No	İl	Kuyu	Metraj	No	İl	Kuyu	Metraj
1	Afyon	148	57.887	30	Kayseri	6	1.947
2	Ağrı	6	909	31	Kırklareli	2	2.075
3	Aksaray	8	5430	32	Kırşehir	23	7.731,45
4	Amasya	7	3.423	33	Kilis	1	350
5	Ankara	61	36986,36	34	Kocaeli	3	940
6	Artvin	1	0	35	Konya	24	10081,85
7	Aydın	235	361.690	36	Kütahya	82	33.818
8	Balıkesir	69	23.021	37	Malatya	1	500
9	Batman	1	2.400	38	Manisa	172	191.759,4
10	Bilecik	1	250	39	Mersin	4	900
11	Bingöl	4	1.930,2	40	Muğla	17	6.476
12	Bolu	23	9.959	41	Muş	1	320
13	Bursa	6	2.868	42	Nevşehir	53	23.529,75
14	Çanakkale	45	34.829	43	Niğde	15	8.466,9
15	Çankırı	5	3.169	44	Ordu	2	570
16	Çorum	10	4.107	45	Osmaniye	2	700
17	Denizli	104	108.466,3	46	Rize	4	780
18	Diyarbakır	7	2.325,5	47	Sakarya	13	7.124
19	Elazığ	1	400	48	Samsun	12	5.756
20	Erzincan	3	1.903	49	Siirt	1	695
21	Erzurum	11	4.792,5	50	Sivas	15	4.372

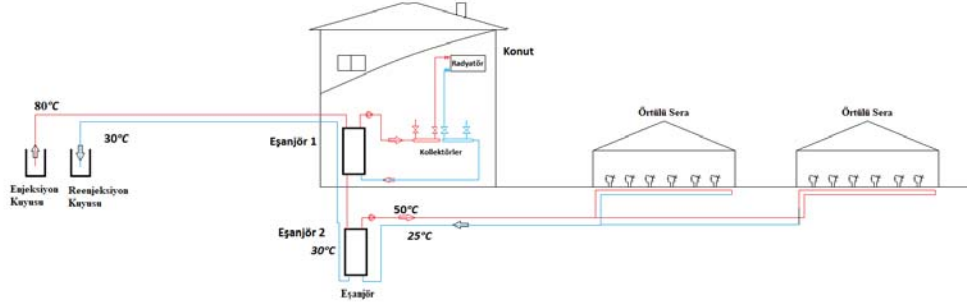
22	Eskişehir	23	7.105	51	Şanlıurfa	25	8.839
23	Gaziantep	2	750	52	Tekirdağ	1	1500
24	Hatay	9	7.575	53	Tokat	7	1.204,25
25	Isparta	1	620	54	Tunceli	2	324
26	İstanbul	10	5.308	55	Uşak	19	7.675
27	İzmir	184	91.361,05		Van	7	3.698
28	K.Maraş	6	2.913		Yalova	13	6.662
29	Karabük	1	266		Yozgat	40	12.179
		992	782.643			567	350.973
TOPLAM KUYU							1559
TOPLAM							1.113.616
METRAJ							

Bölgelerin ve şehirlerin potansiyel kaynak farklılıkları bulunmaktadır. Ülkedeki alanların, kaynak ve kuyu sıcaklık değerleri esas alındığında dağılımı; % 88 düşük ve orta, % 12 sıcaklığı 287 °C a kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı sahalar bulunmaktadır. Kaynakların durumu, kapasitesi, kaynak derinliği, akışkan sıcaklığı ve diğer yönler değerlendirilmelidir. Kuyu sayısı ve açılan kuyuların akışkanları deşarj yöntemiyle mi veya reenjeksiyon yöntemiyle mi değerlendirilmektedir. Aydın ve Afyon illeri (tablo 6) kuyu sayısı açısından oldukça iyi durumdadır.



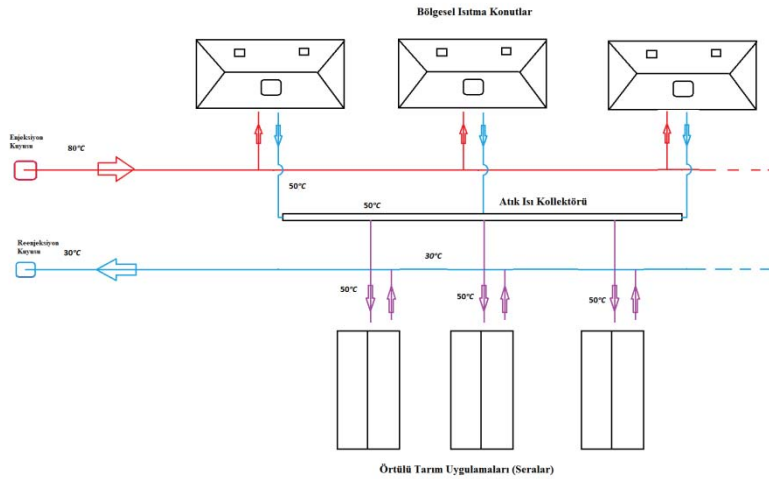
Şekil 5. Termal Otel ve Sera Entegre Kullanımı

Şekil 5'te görülen entegre kullanımda kaynak sıcaklığı 80 °C bulunmaktadır. Kaynak birinci kullanım sonrası 50 °C düşmüştür. Kaynak Sera ısıtması için hala yeterli sıcaklığa sahiptir bu nedenle reenjeksiyon yapmak yerine ikinci kullanım için ikinci eşanjöre yönlendirilmektedir. Bu sayede atık durumda olan sıcak su kaynağının atık ısısı örtülü seranın ısıtılması için kullanılmış olmaktadır. Dönüşte artık 30°C düşen akışkan reenjeksiyon kuyusuna yönlendirilmektedir.



Şekil 6. Konut ve Sera Entegre Kullanımı

Şekil 6'de görülen entegre kullanımda; jeotermal akışkanı konut ısı ihtiyacını karşılamak için kullandıktan sonra hala yüksek sıcaklığa sahiptir. Bu nedenle ikincil kullanım olarak sera ısıtması düşünülmüştür. Konutlarını jeotermal enerji ile ısıtan kişiler kaynağın potansiyeline göre ilave olarak tarım yapabileceği düşünülmektedir. Bu tür uygulamaların yaygınlaşması ile birlikte kış döneminde ekonomik açıdan değerli olan ürünler üretilecektir.



Şekil 7. Bölgesel Isıtma Entegre Kullanım

Bölgesel ısıtma uygulaması yapılacak bölgelerde şekil 7'de verilen konutlardan jeotermal akışkan geri dönerken direk reenjeksiyon kuyusuna gönderilmesi yerine sera ısıtması için kullanılabilir. Konutlardan dönen ve kullanılabilir durumda olan jeotermal akışkan için çeşitli aralıklarla atık ısı kolektörü kullanılarak atık ısıdan faydalanılabilir bir tasarım yapılmış olur. Böylelikle hobi bahçesi kullanımı hobi sera kullanımına döner ve yılın on iki ayında uygulanabilir hale gelir. Bu uygulamaların yapılabilmesi için sadece kaynağın oluşturulması açısından sera faaliyetlerine bakılmıştır. Bunun yanında seracılığın sürdürülebilmesi için birçok etkenin bir arada olması gerektiği unutulmamalıdır. Diğer şartlar yerinde ise jeotermal seraların oluşturulması ile birlikte insanların toprağa dokunma, tarım yapma ihtiyaçlarına yönelik yaz dönemi haricinde çalışmalar yapılacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Örtülü seralarda yetiştirilen ürünler ve kara hayvanları ile su ürünleri yetiştiriciliği için ideal iklim şartlarına yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve ideal şartlar belirlenerek literatüre kazandırılmıştır. İdeal şartlar sağlanırsa yetiştiricilik yapılacak ürün optimum sürede yetişecek ve beklentileri karşılayacak seviyede olgunluğa gelecektir. Bu kapsamda yetiştiricilik için gereken ortam sıcaklığını sağlamak için ısı kaynağı olarak işletme masrafı az olan jeotermal enerji kullanılmalıdır.

Seraların ısıtılmasında kullanılan fosil yakıtların pahalılığı üreticiyi ısıtma yapmadan yetiştiriciliğe yönelmektedir. Seralarda ısıtma giderleri sera karlılığını etkileyen en önemli etmendir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi ve konuma bağlı olarak toplam üretim giderlerinin % 40-80'i arasında değişim gösterebilmektedir. Bu nedenle Tarım ülkesi olan ülkemizde seracılık faaliyetleri arzu edilen seviyelerde değildir. Bu kapsamda ekonomik olan jeotermal kaynaklar kullanılmalıdır.

Ülkemizde jeotermal kaynakları kullanarak işletilen termal otellerin kullanmış olduğu jeotermal kaynaklı atık ısı seraların ısıtılmasında kullanılabilir. Reenjeksiyon yapılarak yer altına gönderilmeden önce jeotermal kaynağın atık ısısı seraların ısıtılmasında kullanılabilir.

Jeotermal akışkan kullanılarak bölgesel ısıtma yapılan il ve ilçelerde ısıtma sonrası atık ısı yine seraların ısıtılmasında kullanılabilir bir kaynaktır.

Büyük işletmeler Jeotermal kuyular açtırarak jeotermal seracılık faaliyetlerini sürdürmektedir. Küçük işletmeler ise atık ısı kullanabilmek için jeotermal enerji kullanan işletmelerle sözleşme imzalayarak faaliyetlerini sürdürebilir.

Elektrik üretiminde kullanılan yüksek entalpili jeotermal kaynaklar, üretim çıkışında sera ısıtılmasında kullanılabilir. Yaz dönemi için ise ürün kurutmasında kullanılabilir. Böylece öz kaynağımız olan jeotermal kaynaklardan maksimum seviyede istifade edilebilir.

Jeotermal kaynaklı atık ısı kullanımı ile birlikte düzenli ısıtma yapılması sonucunda verim artışı, üretim yelpazesinde genişleme sağlanacaktır. Ürünler için uygulanan koruma ilaçlamalar azalacağı için tarım ürünlerinde doğallık sağlanacaktır.

Ülkemizde hem dünyada, ucuz ve çevre dostu olmaları nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının seraların ısıtılmasında kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu kapsamda güneş enerjili ısıtma, Isı pompası, biyogaz, jeotermal enerji kullanımı ve diğer alternatifler ile seracılık faaliyetleri ekonomik olarak sürdürülebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile birlikte çevreye verilen zararlı etkiler azaltılmış olur.

Yüksek sıcaklıklı jeotermal akışkana sahip sahalarda entegre tesisler kurularak işletmeye geçilmelidir. Bu sayede yüksek potansiyele sahip sahalarda daha verimli şekilde kullanılabilir.

Seralar proje kapsamında güneşten en fazla istifade edebilecek şekilde tasarlanması ve ısı kayıpları hesap edilerek tasarımı ve kurulumu sağlanması gerekmektedir. Böylelikle ısıtma

için ihtiyaç duyulan ısı enerjisi azalacaktır. Bu kapsamda seralar için entropi ve ekserji analizi yapılarak daha ekonomik seraların tasarımı, kurulumu, işletilmesi mümkün olacaktır.

Jeotermal kaynaklar reenjeksiyon yapılmadan çevreye deşarj yapılmakta ise atık ısının kullanılması ile birlikte hem yarar sağlanacak olup hem de deşarj edilen akışkanın sıcaklığı azaltılmış olacaktır. Küçük dere ve göletlere jeotermal akışkanın deşarjı ile canlı türlerinde azalma görüldüğü bilinmektedir. Böylelikle sıcaklıktan kaynaklı çevreye verilen zararında önüne geçilecektir.

KAYNAKÇA

1. Anonim, 2009a. www.tuik.gov.tr
2. Anonim, 2013b. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Grubu Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
3. Boyacı S., Akyüz A., Üstün S., Baytoruna. N., Güğercin Ö. 2017 ” Seralarda Yüksek Sıcaklıkların Azaltılmasında Kullanılan Yöntemler, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, Turk J Agric Res 2017, 4(1): 89-95 © TÛTAD ISSN: 2148-2306 e-ISSN: 2528-858X doi: 10.19159/tutad.300720
4. Enc V., Kasırğa M., 2012 “ Depo Gazı Enerji Üretim Tesisi Baca Gazı Atık Isısının Seralarda Değerlendirilmesi: İstanbul Örneđi” Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi (ISSN: 2147-0626)
5. Erdem, H. H. (2010). R6.1 Termik Santral Atılan Enerji El Kitabı, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi İstanbul.
6. Hasdemir M., Gül U., ve diğ. 2014. “Türkiye’de Jeotermal Seracılığın Mevcut Durumu İle Karar Verme Süreçlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi” Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
7. Geka, 2011. TR32 Düzey 2 Bölgesi (Aydın, Denizli, Muğla) Jeotermal Kaynakları Ve Jeotermal Enerji Santralleri Araştırma Rap., 27s.
8. Keleş, R., Hamamcı C., (2002). Çevrebilim, İmge Kitabevi, Ankara
9. Kendirli B. ve Çakmak, B., 2010. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 2, 1, 95-103s., Ankara.
10. Kılıç, Ö ve Kılıç A, 2009, TMMOB Jeotermal Kongresi, 23 - 25 Aralık 2009, Ankara
11. Lund, J.W., Freestonb, D.H. ve Boyda, T.L., 2011. Direct Utilization of Geothermal Energy, Worldwide Review. Geothermics, 40: 159-180.
12. Kuter, N. 2009. Çankırı Kenti ve Yakın Çevresinin Termal Turizm Açısından Değerlendirilmesi, TMMOB Jeotermal Kongresi, 2325 Aralık, Ankara
13. Mertoğlu, O., Mertoğlu M. ve Bakır N., 2006. Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarda Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi 27-30 Kasım, İstanbul, s:153-163
14. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. 2011. İklim Verileri Kayıtları.
15. MTA, 2011. Başkanlığı 2011 Yılı Faaliyet Raporu, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
16. Popovski, K. ve Vasilevska, S.P., 2003. Prospects and Problems for Geothermal Use in Agriculture in Europe. Geothermics, 32, 545–555.
17. Tepge, 1120405 Nolu TÛBİTAK Projesinin Sonuç Raporu, TEPGE YAYIN NO: 227 ISBN: 978-605-4672-60-8.