

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**JEOTERMAL ISITMALI SERACILIK İŞLETMELERİNİN
PROJELENDİRİLMESİ: MANİSA İLİ ÖRNEĞİ**

Mücahit ÖZTÜRK

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ANKARA
2014**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAY

Mücahit ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “**Jeotermal Isıtmalı Seracılık İşletmelerinin Projelendirilmesi: Manisa İli Örneği**” adlı tez çalışması 10/10/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Havva Eylem POLAT
Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Doç. Dr. Berna KENDİRLİ
Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç. Havva Eylem POLAT
Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç. İlknur KUTLAR YAYLALI
Selçuk Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

10.10.2014

Mücahit ÖZTÜRK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

JEOTERMAL ISITMALI SERACILIK İŞLETMELERİNİN PROJELENDİRİLMESİ: MANİSA İLİ ÖRNEĞİ

Mücahit ÖZTÜRK

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. Eylem POLAT

Bu çalışmada, Manisa ve ilçelerinin jeotermal enerji kaynaklarının varlığını ön plana çıkarıp, sera ısıtmasında kullanılabilme olanakları incelenmiştir. Jeotermal ısıtmalı seracılık işletmeleri ziyaret edilmiş ve bir anket çalışması yapılmıştır. Gerçekleştirilen sera işletme ziyaretlerinde seraların kullanım amacı, tipi, yerleşim düzeni, iç tasarım biçimi, boyutlandırılması, yapı malzemesi, konstrüksiyon durumu, çevre koşulları, yetiştirilen bitki çeşidi ve sulama sistemi tespit edilip, yöreye uygun sera tasarımı gerçekleştirilmiştir. Salihli ve Ahmetli ilçelerine yapılan incelemelerde, işletme çalışanları, idarecileri ve sahipleriyle yapılan görüşmelerde, seracılığın gelişmesinin önündeki engelleri belirleyip, karşılaşılan sorunların çözümü ile seracılığın Manisa ili ve ilgili yörelerinin tarımsal kalkınması için önemli bir fırsat olduğu, mevcut olan jeotermal kaynakların seraların ısıtılmasında kullanılması, seracılık işletmelerinin ısıtma giderlerini azaltacağı sonucuna varılmıştır. Gerçekleştirilen optimizasyon sonucunda jeotermal enerji ile ısıtılan seraların sürdürülebilir bir işletme yapısında olabilmesi için veriler ortaya konmuştur. Salihli ve Ahmetli ilçelerinde yer alan jeotermal kaynaklarda yapılan incelemeler, resimler, veriler ve daha önce yapılan çalışmalardan alınan verilerin de ortaya çıkardığı sonuçlara göre konu irdelenmiş olup, yöre koşullarına uygun sera tasarımı gerçekleştirilmiş ve fizibilite çalışması yapılmıştır.

Ekim 2014, 71 sayfa

Anahtar Kelimeler: Manisa, sera, jeotermal enerji, ısıtma

ABSTRACT

Master Thesis

PLANNING OF GEOTHERMAL HEATED GREENHOUSE BUSINESS: THE EXAMPLE OF MANİSA PROVINCE

Mucahit OZTURK

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Asst. Prof. Dr. H. Eylem POLAT

In this study, the presence of geothermal energy resources of Manisa and the counties of it were put foreground and the possibilities of using them in heating greenhouses were examined. Geothermal heated greenhouse businesses were visited and a survey was conducted. During conducted greenhouse establishments visits, greenhouses' purpose, type, layout, interior design format, sizing, construction materials, construction status, environmental conditions, cultivated varieties of plants and irrigation system identified and locally appropriate greenhouse design was carried out. During the investigations in Salihli and Ahmetli districts, in interviews with business employees, managers and owners, greenhouse development obstacles identified and by solving problems encountered, greenhouse agriculture is an important opportunity for Manisa and related local agricultural development, has been identified. Existing use of geothermal resources for heating of greenhouses, greenhouse enterprises will reduce heating costs is concluded. As a result of performed optimization, greenhouses heated with geothermal energy to be a sustainable business structure, data have been revealed. According to the results of investigations on geothermal resources present in Salihli and Ahmetli districts, pictures, data and data received from previous studies, subject considered deeply. By taking into account of local conditions an appropriate greenhouse design was carried out and completed it is feasibility.

November 2014,71 pages

Key Words: Manisa, greenhouse, geothermal energy, heating

TEŞEKKÜR

Bana araştırma olanağını sağlayan ve çalışmamın her safhasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Havva Eylem POLAT' a, (Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı) katkılarını esirgemeyen hocalarıma, anneme ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mücahit ÖZTÜRK
Ankara, Ekim 2014

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1 Materyal	14
3.1.1 Çalışma alanının genel özellikleri ve konumu	14
3.1.2 İklim özellikleri	15
3.1.3 Araştırma yerinin jeotermal kaynakları.....	17
3.1.4 Polietilen ve polikarbonat örtülü seralar	18
3.2 Yöntem	22
3.2.1 Arazi çalışmaları	22
3.2.2 Büro çalışmaları	26
3.2.3 Serada teknik ve yapısal özellikler	28
3.2.4 Serada çevre koşullarına ilişkin özellikler	33
3.2.5 Sera tasarımı ve ısı hesabı	38
3.2.6 Yöre koşullarına uygun jeotermal enerji ile ısıtılan seranın özellikleri.....	40
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	48
4.1 Jeotermal Isıtmalı Örnek Seracılık İşletmesinin Değerlendirilmesi	48
4.2 Jeotermal Kaynaklardan Yararlanırken Karşılaşılabilecek Sorunlar	53
4.3 Karşılaşılabilecek Sorunlara Karşı Çözüm Önerileri	57
5. SONUÇ	60
KAYNAKLAR	63
EK-1 ANKET FORMU	67
ÖZGEÇMİŞ.....	71

SİMGELER DİZİNİ

AF	Anti-fog
AV	Anti-virus
°C	Santigrat derece
CO ₂	Karbondioksit
da	Dekar
EVA	Ethilvinilasetat
GRP	Cam takviyeli polyester
ha	Hektar
IR	Kızılötesi
Q _C	Seradan kondüksiyon
Q _F	Bitkiler tarafından fotosentez için kullanılan enerji
Q _I	İnfiltrasyon
Q _P	Serada toprak içerisine olan ısı akışı
Q _{SR}	Güneşten kazanılan enerji
Q _V	Havalandırma

Kısaltmalar

GEKA	Güney Ege Kalkınma Ajansı
GTHB	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
IPARD	Instrument for Pre-accession Rural Development
JES	Jeotermal Elektrik Santrali
ÖKS	Örtüaltı Kayıt Sistemi
PE	Polietilen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YEK	Yenilenebilir enerji kaynağı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Jeotermal sistemin oluşum modeli.....	4
Şekil 2.1 Seralarda ısıtma sistemi ve boruların yerleşimi	6
Şekil 2.2 Deneme serasının iç tasarımı	7
Şekil 3.1 Çalışma alanının coğrafik konumu	14
Şekil 3.2 Kültürü çalışılmış, standart üretilen ürünler	20
Şekil 3.3 Çalışma alanının uzaktan görüntüsü (kroki)	26
Şekil 3.4 Servis yolunda ürünlerin yerleştirildiği kasalar	28
Şekil 3.5 Topraksız yetiştiricilik ve sıra arasından görüntü	29
Şekil 3.6 Kaya yünü üzerinde gerçekleştirilen yetiştiricilik	29
Şekil 3.7 İç ve dış yüzeylerinde kullanılan malzemeler.....	31
Şekil 3.8 Topraksız tarımda bitki besleme ve sulama.....	33
Şekil 3.9 Servis yolu ve hasadı tamamlanmış domates bitkisi	34
Şekil 3.10 Gübre ve sulama entegre sistemi (otomasyonlu)	35
Şekil 3.11 Otomasyon ünitesi ve bitki besleme birimi	35
Şekil 3.12 Otomasyon ünite odası.....	36
Şekil 3.13 Gotik çatı örneği	41
Şekil 3.14 Plastik seranın önden görünüşü	41
Şekil 3.15 Taban planı.....	42
Şekil 3.16 Örnek makas planı	43
Şekil 3.17 Plastik seranın çatı makas planı kesiti	44
Şekil 3.18 Çatı kafes sistemi	44
Şekil 3.19 Plastik seranın üst görünümü	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Jeotermal enerjinin akışkan sıcaklığına bağlı kullanım yerleri.....	8
Çizelge 2.2 Türkiye olası jeotermal potansiyel hesap toplamı	9
Çizelge 2.3 Manisa ili olası jeotermal potansiyeli	9
Çizelge 2.4 Türkiye’de jeotermal ısıtmalı büyük sera alanları	10
Çizelge 2.5 Dünyada jeotermal ısıtmalı sera alanları.....	12
Çizelge 2.6 Türkiye’de jeotermal ısıtmalı sera alanları	13
Çizelge 3.1 Manisa ili uzun yıllık iklim verileri	16
Çizelge 3.2 Ahmetli-Urganlı ve Salihli-Kurşunlu jeotermal alanların özellikleri	17
Çizelge 3.3 Plastik seraların özellikleri.....	18
Çizelge 3.4 Polietilen örtülerin olumlu ve olumsuz özellikleri	19
Çizelge 3.5 Polikarbonat örtülerin olumlu ve olumsuz özellikleri	21
Çizelge 3.6 Araştırma alanına ait örtü altı alanları	22
Çizelge 3.7 Araştırma alanı seralarının yüzdelik dağılımı.....	23
Çizelge 3.8 Araştırma alanındaki seraların özellikleri	24
Çizelge 3.9 Sera işletmeleri, büyüklükleri ve çalışan sayıları	27
Çizelge 3.10 Karşılaştırmada kullanılan yakıtların enerji değerleri.....	46
Çizelge 3.11 Jeotermal enerji ile diğer ısıtma sistemlerinin maliyet karşılaştırılması...	46
Çizelge 4.1 Topraksız plastik seranın işletme sermayesi ihtiyacı.....	48
Çizelge 4.2 Topraksız plastik seranın genel yatırım gideri.....	49
Çizelge 4.3 Topraksız plastik seranın yıllık işletme gelir-gider hesabı	50
Çizelge 4.4 Topraksız plastik seranın kredi-özkaynak tablosu.....	51
Çizelge 4.5 Topraksız plastik seranın kar-zarar tablosu	51
Çizelge 4.6 Topraksız plastik seranın nakit akım tablosu.....	52
Çizelge 4.6 Topraksız plastik seranın nakit akım tablosu (devam)	53

1. GİRİŞ

İnsanlar temel besin ihtiyaçlarını karşılamak üzere tarımsal faaliyetle iştigal ederler. Besin kaynaklarının, gıda ham maddelerinin üretimi ile tüketimi arasında insan aleyhine pozitif bir eğim söz konusuyken zaman içinde başa baş noktasını yakalamıştır. Özellikle son yıllarda gerçekleşen nüfus artışı, tarımsal üretimde gereksinim duyulan çevresel faktörlerdeki gözle görülür değişiklikler, iklim, sıcaklık farklılıkları, su kaynaklarının hesapsızca kullanımı ve daha birçok etmenin sebep olduğu üretim zorlukları, verim düşüşleri, gelecek adına kaygı verecek noktalara gidildiğinin işaretçileri olmaktadır.

Tarımsal işletmeler; ya hayvansal üretim yapan ya da bitkisel üretim yapan tarımsal işletmelerken artık sorumluluk bilinci ile daha kombine şekillenmiş olup hem bitkisel hem hayvansal üretime yönelik yetiştiricilik yapılmaktadır. Bunun yanı sıra yetiştiriciliklerinde daha fazla ve kaliteli ürün almak adına tek bir yetiştiricilik üzerinde çalışıp, profesyonelce üretim gerçekleştiren işletmeler söz konusudur. Sayıları fazla olmamakla birlikte üretim kalemlerinin çoğunluğunu bu tesisler temin etmekte hatta biraz daha ileri gidip ihracat noktasına gelebilmektedirler.

Bitkisel üretimdeki yetiştiricilikte bölgesel koşullara, iklim, toprak istekleri, güneşiği istekleri gibi faktörler iyice tahlil edilip belli bir seviyede tutulup hem kazanç artışı sağlanıp hem daha kaliteli ürün elde edilmesi amaçlanır. Bu tarz profesyonelce gerçekleştirilen yetiştiricilik hem ilgili bölge adına hem de yetiştiricilik faaliyetinde bulunanların emeklerinin karşılığını almalarını sağlamaktadır.

Bitkisel üretimdeki en hususiyetli yetiştiriciliklerden biri örtü altı yetiştiriciliğidir. Örtü altı yetiştiriciliği, iklim faktörünün etkisi ortadan kaldırılarak, gerekli özel çevre koşullarının sağlanması ile alçak ve yüksek sistemler içinde yapılan sebze, meyve ve süs bitkileri yetiştiriciliği için kullanılan genel bir tanımlamadır. Bu sistem içinde cam veya plastikte örtülü yüksek yapılar “sera” olarak adlandırılmakta, ayrıca alçak ve yüksek tünel şeklinde yapılan yetiştiricilik de örtü altı yetiştiricilik kapsamında değerlendirilmektedir. Birim alandan yüksek verim alınmasını ve küçük alanların marjinal şekilde değerlendirilmesini sağlayan örtü altı yetiştiriciliği, aynı zamanda yıl

içerisinde düzenli istihdam sağlaması sebebiyle de önemli tarımsal faaliyetlerdendir. Temel istek ve gereksinimleri zor ve uğraştırıcı görünse de prensip olarak, üretim ve kazanç boyutunda diğer bitkisel üretimlere nispeten daha avantajlı olabilmektedir.

Örtü altı yetiştiricilikte plastik ve cam gibi örtülü yüksek yapılarda başlıca kontrol edilmesi gereken parametreler iklim, sıcaklık, ışık, oransal nem ve CO₂ konsantrasyonudur. Bu parametrelerin bütüncül değerlendirilmesi ve bitkilerin optimum isteklerini karşılayacak şekilde temini, üründe nitelik ve nicelik artışını sağlayabilmektedir. Isıtma faktörü, bitki gelişmesi üzerinde çok önemli etkilere sahiptir. Seralarda istenilen sıcaklık değerinin sağlanması modern yetiştiriciliğin de bir unsurudur.

Ülkemizde seracılığın en önemli sorunlarından biri ısıtmadır. Seralarda ısı enerjisi en büyük girdiyi oluşturmaktadır. Isıtma yapılamaması verim düşüklüğü, üretim çeşitliğinde sınırlama, hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir. Bu yüzden, enerji maliyetini olabildiğince düşük düzeyde tutarak, ekonomik seracılığın yolları aranmalıdır. Her geçen gün biraz daha tükenen fosil enerji kaynaklarına alternatif olan yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal enerji, düşük maliyetiyle tüm dünyada benimsenen bir alternatif enerji kaynağı haline gelmiştir. Diğer yakıt fiyatlarının yüksekliği nedeniyle de jeotermal enerji, ekonomiklik sağlayarak, önemli bir tarımsal faaliyet olan seracılığın gelişimini teşvik edebilmektedir.

Jeotermal, kelime anlamı olarak yer ısısı demek olup; yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde olağan dışı birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlar ile kızgın kuru kayalar birer jeotermal kaynak olarak tanımlanabilmektedir.

Jeotermal enerjinin ucuz, temiz ve öz kaynak olması, hava kirliliği yaratmaması, döviz tasarrufu sağlaması ve ayrıca bu enerjinin kullanılmasıyla yapılan yatırımların geri ödeme sürelerinin kısa olması gibi nedenlerden dolayı konut ve sera ısıtmasına yönelik uygulamaları hızla artmaktadır.

Jeotermal enerji yer kabuğu içindeki büyük miktarda enerjinin yeryüzüne ulaşması ile açığa çıkan ısı enerjisidir. Günümüzde teknik ve ekonomik sınırlamalar nedeniyle bu enerjinin ancak çok küçük bir bölümü kullanılabilir düzeydedir. Yararlanılan jeotermal enerji kaynakları, yer yüzeyinden yaklaşık 2000 m derinliğe kadar olan bölgelerden su veya buhar üretimi ile sınırlıdır. Ülkemiz jeotermal enerji sahaları açısından zengin bir potansiyele sahiptir. Yapılan araştırmalarda bugüne kadar toplam ısı üretim kapasitesi 2420 MW olan 600'den fazla jeotermal kaynak belirlenmiştir. MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)'nin araştırmalarına göre ülkemizin muhtemel jeotermal potansiyeli 31500 MW'dir.

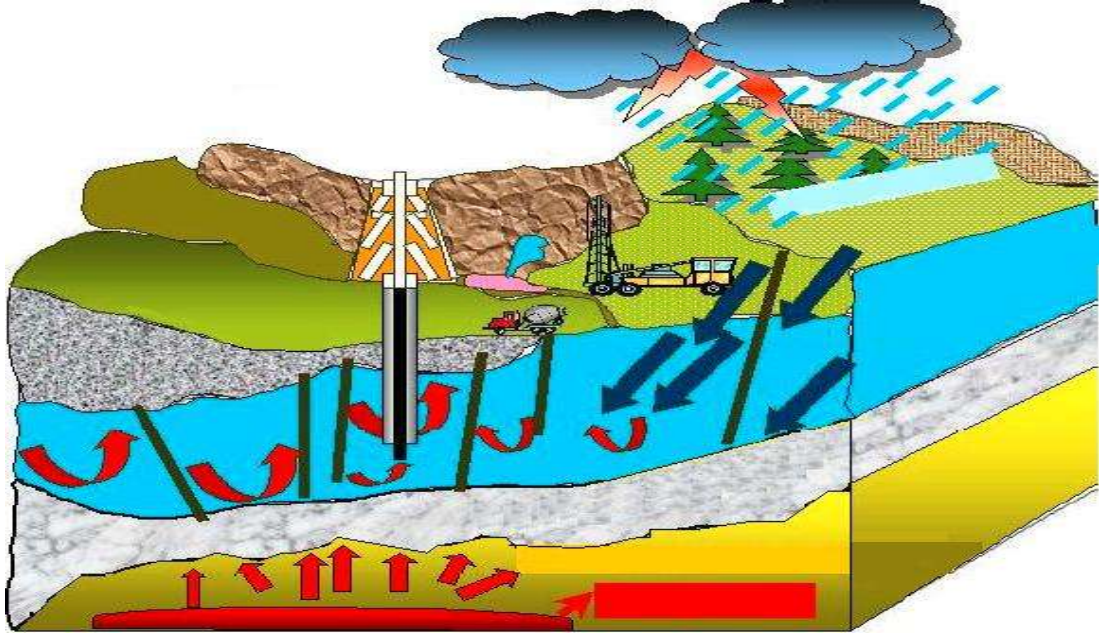
Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaların içerdiği ısı enerjisi olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca, herhangi bir akışkan içermemesine rağmen, bazı teknik yöntemlerle çok derinlerdeki ısısından yararlanılan sıcak kuru kayalar teknolojisi de jeotermal enerji kaynağı olarak tanımlanabilmektedir.

Doğal olarak yeryüzüne ulaşan veya uygun teknolojiler kullanılarak yeryüzüne çıkarılan buhar ve sıcak suyun içerdiği ısı enerjisinden ya doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden olan jeotermal enerji günümüzde elektrik üretimi, tıp, turizm, ziraat, endüstri gibi sayısız alanda kullanılabilen bir kaynaktır. Jeotermal enerji kaynaklarının tespit ve üretiminin kolay olması, maliyetinin düşük olması, yatırımın çok kısa bir zamanda geri dönüş sağlaması, ayrıca diğer kaynaklara göre çevreye çok daha az zararlı etki bırakması önemli bir kaynak olmasını sağlamaktadır.

Jeotermal kaynakların içerdiği ısı enerjisinin kaynağı, Dünya'nın derinliklerindeki "magma" denilen erimiş kayaç kütesidir. Yeraltına sızan yağmur, kar ve deniz suları burada gözenekli ve geçirimli özellikleri bulunan hazne kayalarda toplanır. Hazne kayaların üzerinde geçirimsiz örtü kayalar vardır. Isı, yer kabuğundaki kırık veya çatlaklarda dolaşan akışkan vasıtasıyla yeryüzüne aktarılır. Eğer yer kabuğunda doğal su

dolaşımını sağlayacak yeterli kırık yoksa ve ısı birikimi saptanırsa, oluşturulacak yapay kırıklardan dolaştırılacak akışkanlardan enerji elde edilmesi m¼mk¼nd¼r (şekil 1.1).



şekil 1.1 Jeotermal sistemin oluşum modeli

¼lkemizde jeotermal enerji kaynakları çok sayıda bulunmaktadır. Manisa iline bağlı Alaşehir, Ahmetli, Salihli, Kula ve K¼pr¼bařı ilçelerinde de jeotermal kaynaklar olup sadece kaplıca turizminde kullanılmaktadır. Bu kaynaklardan Ahmetli ve Salihli ilçelerindeki kaynakların sera ve konut ısıtılmasında da kullanılma olanağı bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Manisa y¼resinde yer alan jeotermal kaynakların doğrudan sera ısıtılmasında kullanılabilme olanaklarının belirlenmesi ve y¼re koşullarına uygun jeotermal enerjiyle ısıtılmalý sera projesinin geliştirilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

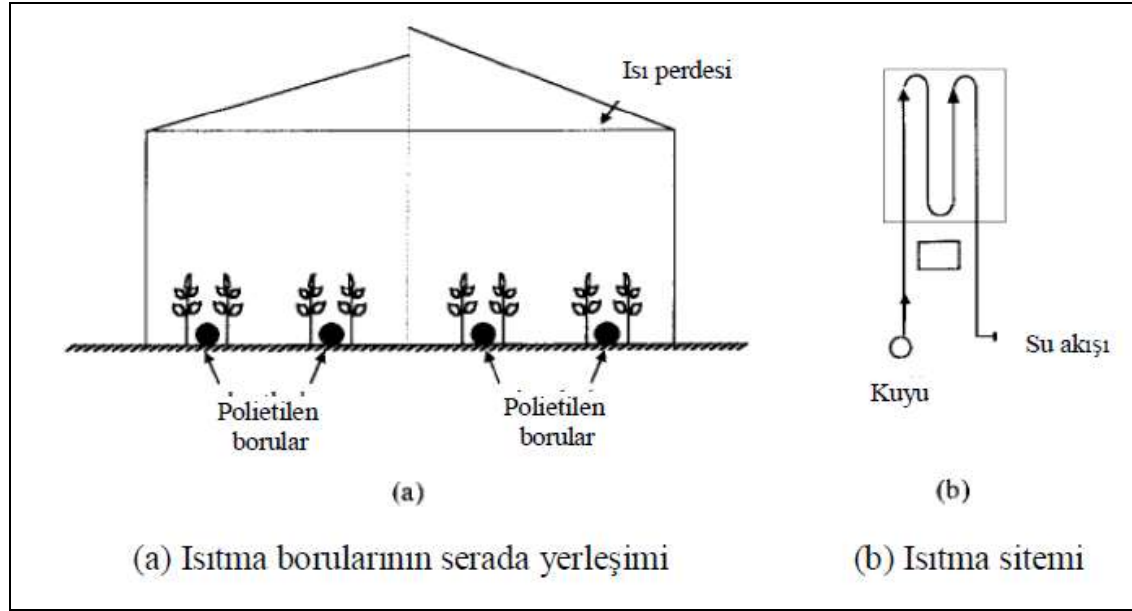
Popovski (1987), tarafından yapılan bir çalışmada, seraların jeotermal enerji ile ısıtılmasında dikkate alınan etmenler incelenmiştir. Birçok Avrupa ülkesinde, jeotermal enerjinin aşağıda belirtilen nedenler ile enerji gereksinimine önemli düzeyde katkı yapabileceği belirtilmiştir. Türkiye gibi bazı ülkelerde yüksek entalpili jeotermal kaynaklar bulunmaktadır, birçok Avrupa ülkesinde sıcaklığı 30–80 °C arasında değişen çok sayıda düşük entalpili jeotermal kaynak bulunmaktadır, Avrupa’da tarımsal üretim ve ürün işleme sektörlerinin toplam ısı gereksinimindeki payı % 40-60 düzeylerindedir. Bu sektörlerde jeotermal enerjiden yararlanılarak önemli düzeyde tasarruf sağlanabilir, jeotermal akışkanın; tarımsal üretim, hayvancılık, ürün işleme ve diğer uygulamalarda kullanımına ilişkin teknoloji ve teknoloji transferi hızlı bir şekilde gelişmektedir. Birçok Avrupa ülkesinde, jeotermal enerji ile ısıtılan sera işletmelerinden yetiştiricilik, teknik ve ekonomik açılardan olumlu sonuçlar alınmıştır. Serada düşük sıcaklıklı ısıtma sistemlerinin iklim ve ısı transferi açısından yerleşimini etkileyen etmenler tartışılmıştır.

Savaş vd. (1997), Kırşehir ili Mahmutlu jeotermal alanında bulunan jeotermal kaynakların sera ısıtma amacıyla kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Değişik düzenlemelere sahip seraların ısı gereksinimlerinin karşılanması için, kaynaklardan kazanılabilecek ısı enerjisi miktarları ve seralarda kullanılması gereken ısı değiştirici uzunlukları hesaplanmıştır.

Bakos vd. (1999), Yunanistan’ın kuzey bölgelerinde özellikle gül gibi süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan seralarda, düşük entalpili jeotermal kaynaklardan sera ısıtma amacıyla yararlanılması araştırılmıştır. Seradan oluşan ısı kayıplarının belirlenmesi ve ısıtma sisteminin tasarımı için uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Jeotermal enerji ile ısıtma sistemlerinin seçiminde maliyet ve etkinlik açısından dikkate alınması gerekli etmenler belirtilmiştir.

Adaro vd. (1999), Arjantin’de sera yetiştiriciliğinde en önemli sorunun, düşük sıcaklıklarda bitkilerin donması olduğunu bildirmişlerdir. Bu sorunun giderilmesi için jeotermal kaynaklardan ekonomik olarak yararlanılabilir. Bu amaçla, üretim yapılan bir serada jeotermal enerjiyle ısıtma sistemi tasarlanmıştır (Şekil 2.1). Denemeler 3 yıl

süreyle sürdürülmüş ve belirlenen sonuçlar değerlendirilmiştir. Ekonomik değerlendirme ölçütleri dikkate alındığında, jeotermal enerjiyle sera ısıtma sisteminden olumlu sonuçlar alındığı bildirilmiştir.



Şekil 2.1 Seralarda ısıtma sistemi ve boruların yerleşimi

Karytsas vd.(2003), Yunanistan'ın Traianoupolis Evros bölgesinde, düşük entalpili jeotermal kaynaklardan sera ısıtma amacıyla yararlanılması durumunda, sağlanacak olan sosyo-ekonomik etkiler tartışmışlardır. Bölgenin ısı enerjisi potansiyeli, 25 °C çıkış sıcaklığına bağlı olarak 10.8 MW olarak belirlenmiştir. Derinliği 300 m olan kuyulardaki akışkan sıcaklığı 53-92 °C arasında değişmektedir. Bölgedeki jeotermal enerji potansiyelinin bölgesel ve sera ısıtma amacıyla yararlanılmasının ekonomik bir uygulama olacağı önerilmiştir.

Ghosal ve Tiwari (2004), sera iç ortamında ısı perdesi kullanarak ve zemine serili polietilen (PE) borulardan oluşan jeotermal ısıtma sistemi ile sera ısıtma için ısıl bir model geliştirmişlerdir. Hesaplamalar, Arjantin'de kış süresince üretim yapılan bir sera için yapılmıştır. Enerji korunumu açısından sera üç bölüme ayrılmıştır (Şekil 2.2): I. bölüm (ısı perdesi altındaki bitkiler), II. bölüm (tavanın altındaki ortam) ve III. Bölüm (çatı ve tavan arasındaki ortam). Geliştirilen model seranın I. ve II. bölümleri için test

edilmesinde) kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin akışkan sıcaklığına bağlı kullanım yerleri çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Jeotermal enerjinin akışkan sıcaklığına bağlı kullanım yerleri

SICAKLIK (°C)	KULLANIM ALANLARI
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, Elektrik
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 kurutmacılığı
100	Organik maddeleri kurutma, yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma (stok balık)
80	Yer ve sera ısıtmacılığı
70	Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti)
60	Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma
20	Balık çiftlikleri

Özgener ve Koçer (2004), jeotermal ısıtma, jeotermal kaynakların en yaygın olarak kullanım alanlarından birisi olup, jeotermal sera ısıtması Türkiye’de gittikçe önem kazanmaktadır. Türkiye’deki jeotermal enerji ile sera ısıtma uygulaması ilk kez Denizli-Kızıldere’de 0,45 hektarlık alanda uygulanmıştır. Bugün ise, bu seranın büyüklüğü 1,395 hektara ulaşmıştır. Son yıllarda, jeotermal enerji ile ısıtılan sera alanı büyük bir artış göstermiş ve 35,7 hektarı bulmuştur.

MTA (2005), Batı Anadolu’nun olası jeotermal potansiyelinin hesaplanmasında, Türkiye’nin batısında bulunan 18 il seçilmiştir. Bu iller Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, Edirne, İstanbul, İzmir, Kırklareli, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Tekirdağ, Uşak ve Yalova’dır. Burada işaret edilen illerden 5 tanesinde (Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Tekirdağ) bulunan jeotermal kaynakların sıcaklıkları 35 °C’nin altında olduğundan değerlendirmeye alınmamıştır. Bunun dışında

kalan 13 ile ait toplam olası jeotermal potansiyel hesaplamaları çizelge 2.2’de verilmiş Manisa ili örneği çizelge 2.3 ile detaylandırılmıştır.

Çizelge 2.2 Türkiye’nin olası jeotermal potansiyeli (2005)

İLLER	HESAPLANAN TOPLAM MUHTEMEL POTANSİYEL
AFYON	139 MW _t
AYDIN	24251 MW _t
BALIKESİR	189 MW _t
BURSA	12 MW _t
ÇANAKKALE	244 MW _t
DENİZLİ	3311 MW _t
İZMİR	2338 MW _t
KÜTAHYA	355 MW _t
MANİSA	9667 MW _t
MUĞLA	5 MW _t
SAKARYA	14.5 MW _t
UŞAK	9 MW _t
YALOVA	32 MW _t
13 İl Toplamı	40550 MW_t

Çizelge 2.3 Manisa ili olası jeotermal potansiyeli (2005)

İl	Jeotermal Alanın adı	Yüzey Alanı (km ²)	Kuyu-Kaynak Ölçülen Sıcaklık (°C)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Rezervuar Kalınlığı (km)	Olası Potansiyel (MW _t)
MANİSA	Sarıgöl-Alaşehir arası	150	60	50	0.5	915
	Alaşehir-Kavaklıdere arası	90	213	100	0.5	2380
	Kavaklıdere-Salihli arası	120	182	90	0.5	2685
	Salihli-Ahmetli arası	160	155	90	0.5	3580
	Ahmetli-Urganlı	50	85	70	0.5	712
	Kula çevresi	6	65	60	0.5	60
	Borlu-Saraycık	6	74	50	0.5	35
	Menteşe	2	57	50	0.5	12
9	TOPLAM POTANSİYEL					9667

Serpen (2006), Türkiye’deki jeotermal enerjinin tarımsal amaçlı diğer bir doğrudan kullanım alanı seracılıktır. Çizelge 2.4’te jeotermal enerji ile ısıtılan önemli sera alanları ve bu alanları ısıtmak için sağlandığı tahmin edilen güç değerleri verilmiştir. Ülkemizde, son zamanlarda jeotermal enerji ile sera ısıtmacılığı önem kazanmıştır. Bu

nedenle, 809 dekarlık mevcut jeotermal ısıtım alana ek olarak, 800 dekarlık jeotermal ısıtım yeni sera alanı projelendirilmektedir. Büyük sera tesisleri 142 MWt'lık güç kullanmaktadırlar. Küçük tesisler de dikkate alınırsa, bu miktar 150 MWt'a erişecektir. Urganlı jeotermal alanında, TÜBİTAK tarafından desteklenen bir pilot kurutma uygulaması bulunmaktadır.

Çizelge 2.4 Türkiye'de jeotermal ısıtım büyük sera alanları (Serpen 2006)

Yer	Alan (da)	Tahmini Güç (MW _t)
Dikili	240	42
Urganlı	20	3.5
Simav	180	31.5
Gümüşlük-Kuşadası	80	14
Edremit	50	9
Tuzla	50	9
Gediz	9	1.5
Afyon	20	3.5
Alaşehir	20	3.5
Şanlıurfa	60	10.5
Balçova	80	14
TOPLAM	809	142

Öztürk (2006), son yıllarda örtü altı yetiştiriciliğinde enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik olarak yapılan araştırmalar; ısıtma amacıyla yeni ve yenilenebilir doğal enerji kaynaklarının kullanılmasına ve fosil yakıtların tüketildiği geleneksel ısıtma sistemlerine alternatif olarak, düşük maliyetli ve etkinliği yüksek ısıtma sistemlerinin geliştirilmesine yönlendirilmiştir. Teknoloji düzeyi ve ekonomik uygulanabilirlik açısından, sera ısıtmada yararlanılabilecek doğal enerji kaynaklarından en önemlisi jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji kaynaklarının kullanıldığı, düşük-sıcaklıkta ısıtma uygulamalarında, sıcaklık düzeyi 20–60 °C aralığındadır. Bu sıcaklık değerleri, seralarda yaygın olarak kullanılan geleneksel ısıtma sistemleri için çok düşüktür. Jeotermal enerji ile sera ısıtma sistemleri, jeotermal akışkanın çıkarıldığı bölgeden tüketicilerin bulunduğu alanlara taşınması için kullanılan elemanlar topluluğu olarak değerlendirilir. Jeotermal enerjiyle ısıtma sistemleri; ısı transferi, kullanılan malzemeler ve ısı değiştiricilerin yerleşimine bağlı olarak incelenebilir.

Emekli vd. (2008), yıllık ortalama %15 gelişme hızıyla 1980'lere kadar gelen seracılığımızda, 1980-1990 yılları sırasında bazı yıllarda gelişme hızının %10'lara kadar düştüğü, ancak bu yıllarda Kaynak Kullanımı Destekleme Fonu çerçevesinde seracılığın desteklenmesi ve teşvik edilmesiyle gelişme hızının tekrar %13-15'e yükseldiği gözlenmektedir.

Yıldız (2010), Avrupa topluluğu kapsamındaki ülkelerde bulunan 60.000 hektardan fazla seranın ısıtma ve havalandırılması için tüketilen enerji miktarı, topluluktaki ülkelerin toplam enerji bütçesinin %1.5'ini oluşturur. Sera ısı gereksiniminin karşılanması için gerekli enerji miktarı; Güney Avrupa koşullarında 5-6 litre fuel/m² yıl iken, Kuzey Avrupa koşullarında 80 litre fuel/m² yıldır. Bulunulan yöre, yetiştirilen ürün çeşidi ve yapılan üretim şekline göre, klasik fosil yakıtlarla yapılan ısıtma uygulamalarında, ısıtma giderleri toplam üretim giderlerinin %60-70'ine ulaşmaktadır. Güney Avrupa koşullarında sera ısıtma giderleri, toplam işletme giderlerinin %30'undan daha fazladır. Avrupa'daki seraların ısıtılmasında yaygın olarak; kapalı devre sıcak su dolaşimli çelik borulu ısıtma sistemleri kullanılır. Merkezi ısıtma sağlayan bu sistemlerde enerji kaynağı olarak fosil yakıtlar tüketilmektedir. Son yıllarda örtü altı yetiştiriciliğinde enerji tüketiminin azaltılmasına ilişkin yapılan araştırmalar aşağıdaki hedeflere yönlendirilmiştir.

Günerhan (2011), Jeotermal enerjili sera ısıtma sistemleri dünyada ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Seralarda sezon dışı sebze, çiçek ve meyve üretmek amacı ile jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Dünyada bu amaçla kurulmuş jeotermal enerjili sera alanlarını içeren bilgiler çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2.5 Dünyada jeotermal ısıtmalı sera alanları (2011)

Ülke	Toplam Alan (hektar)
Amerika Birleşik Devletleri	183,12
Macaristan	130,38
Çin	115,92
İtalya	50,5
Rusya	34
Fransa	24,3
İspanya	20
İzlanda	18
Yunanistan	17,95
Bulgaristan	17,6
Slovakya	17,36
Gürcistan	16,5
Japonya	12
Yugoslavya	10,13
Yeni Zelanda	10
Türkiye	7,3
Slovenya	6
İsrail	3
Bosna Hersek	2
Cezayir	0,72
Almanya	0,3
Portekiz	0,22
Belçika	0,05

Anonim (2012), modern seralarımızın kapladığı alan bakımından örtü altı üretim içerisindeki payı %1'dir. 2012 yılı rakamlarına göre, ülkemiz modern seralarında üretilen ürünlerin gayri safi milli hasılaya katkısı 450 milyon TL civarındadır.

Modern seracılıkta dünyada ilk sırada yer alan ülke Hollanda'dır. Bu ülkede 50 bin dekar alanda topraksız tarım yapılırken, İspanya 30 bin dekar alan ile 2. sırada yer almaktadır. Örtü altı üretimde Hollanda'nın 5 katı büyüklüğe sahip ülkemizde, iklim koşulları son derece elverişli olmasına rağmen 2012 yılı verilerine göre 7.000 dekar topraksız tarım yapılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin bu alanda uzun mesafe kat edeceğini göstermektedir. Ülkemizde bu alandaki yatırımlarda son yıllarda hızlı bir artış görülmekte, yılda yaklaşık 1.500 da'lık bir büyüme gerçekleşmektedir. Antalya ilinde 2.667 da alanda 73 adet sera işletmesinde topraksız tarım yapılmaktadır (<http://antalya.uyadikb.gov.tr>.2013h).

Anonim (2012), Türkiye’de jeotermal enerji ile ısıtılan sera alanları incelendiğinde Manisa ilinin oldukça önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2.6). Özellikle son yıllarda sebze yetiştiriciliği üzerine jeotermal enerji ile ısıtılan örtü altı alanı, jeotermal enerji ile ısıtılan örtü alanı içindeki yüzde payı ilk üçe girecek seviyededir

Çizelge 2.6 Türkiye’de jeotermal ısıtmalı sera alanları (2012)

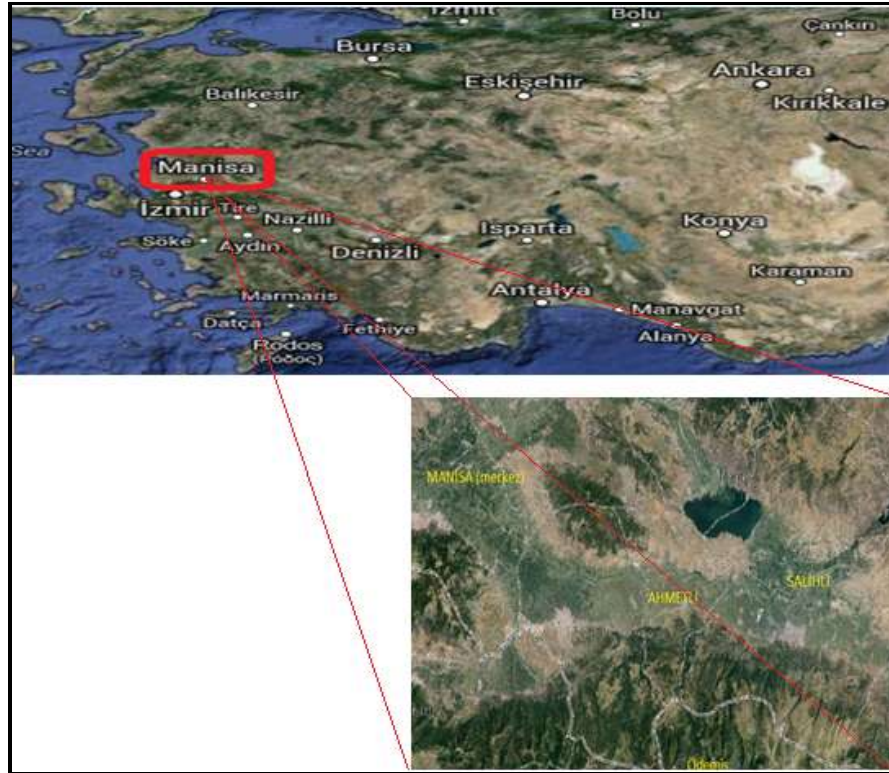
İLLER	Jeotermal Enerji İle Isıtılan Örtüaltı Alanı (ÖKS 2012) (da)	Jeotermal Enerji ile Isıtılan Örtüaltı Alanı İçindeki Payı (%)	Toplam Örtüaltı Alanı (2011 TÜİK) (da)	Türkiye Örtüaltı Alanı İçindeki Payı (%)
Aydın	134	4.77	10.109	1.69
İzmir	824	29.31	8.512	1.42
Manisa	602	21.42	1.135	0.19
Denizli	398	14.16	589	0.10
Kütahya	116	4.13	356	0.06
Diyarbakır	1	0.04	374	0.06
Şanlıurfa	367	13.06	243	0.04
Afyon	178	6.33	24	0.00
Yozgat	25	0.89	25	0.00
Nevşehir	61	2.17	79	0.01
Kırşehir	97	3.45	256	0.04
Diğer İller	8	0.28	577.910	96.38
TOPLAM	2.811	100	599.612	100

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanının genel özellikleri ve konumu

Çalışma alanı, Ege Bölgesi'nde, Manisa şehir merkezinden, aynı doğrultuda; Ahmetli ilçesine 52 km, Salihli ilçesine 71 km mesafede bulunmaktadır. Ahmetli (298 km²) ve Salihli (1302 km²) ilçeleri, toplam yüz ölçümü 1600 km² olup Gediz havzasının orta bölümünde 28 10' doğu boylamı, 38 10' kuzey enlemi konumunda ve etrafı batıdan Turgutlu, kuzeybatıdan Akhisar, kuzeyden Gördes, kuzey doğusundan Demirci, doğudan Kula, Güneydoğudan Alaşehir ve Güneyde İzmir'in ilçesi Ödemiş tarafından çevrilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çalışma alanının coğrafi konumu

Boz dağların kuzey yamacının eteklerinde Gediz nehri kenarında bulunan çalışma alanı İzmir- Ankara karayolu ile İzmir- Afyon demiryolunun da kenarında bulunmaktadır.

3.1.2 İklim özellikleri

Ege Bölgesi içinde geniş bir alanı kapsayan Manisa'da, Akdeniz iklimi ile beraber İç Anadolu'nun karasal iklim özellikleri egemendir. Ovalar ve ovaları çevreleyen vadilerde, karasal nitelikli Akdeniz iklimi görülürken, yüksek dağlık bölgeler ve platolar ile kuzey ve kuzey doğusundaki dağlar ve platolarda İç Anadolu'nun karasal nitelikli ikliminin etkileri görülür.

Araştırma alanı olan ilçeler Salihli ve Ahmetli bütünüyle Ege Bölgesinde görülen hava kütleleri ve cephe sistemlerinin etkisinde kalmaktadır. Bu durum çalışma alanının iklimini belirleyici özelliktedir. Ancak bir genelleme yapılacak olursa yazları yağışsız ve sıcak, kışları yağışlı ve ılık "Akdeniz iklimi" tipindedir.

Burada cephe sistemlerinin (Kuzey Afrika- Akdeniz-Sibirya) bazen fazlaca etkili olması durumunda bazen ılık yağışlı, bazen de soğuk havalar görülebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında bahar aylarında günde dört mevsim görülebilir. Dağların denize dik uzanması ve Gediz vadisinin etkisiyle hakim rüzgar batıdan esmektedir. Ancak kış mevsiminde doğusundaki yüksekliklerin etkisiyle doğu sektörlü ve genelde soğuk olan rüzgârları da olabilmektedir (Anonim 2013).

Araştırma alanı yıllık sıcaklık ortalaması 16 °C civarında olup kış ortalaması 3-4 °C, yaz ortalamasında 17 °C civarında tespit edilmiştir. Gölgede ölçülen bu sıcaklık değerleri dışında alanda sıcaklığın ortalama +5 °C ile 30 °C arasında seyrettiği söylenebilir (Anonim 2013).

Bazı kış aylarında meydana gelebilecek olan olayları ise önemsiz sayılabilir. Atmosferdeki nemlilik ise en yüksek değerleri Ocak ve Şubat en düşük değerini de Temmuz-Ağustos aylarında almaktadır. Yıllık ortalama yağış ise 500-600 mm civarında seyretnmektedir. Akdeniz yağış rejiminde olması dolayısıyla yağışın % 48'i kış, % 27'si ilkbahar, % 8'i sonbahar, % 7'si de yaz mevsiminde düşmektedir (Anonim 2013). Ancak bazı yaz aylarında hiç yağış düşmediği de görülebilmektedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Manisa ili uzun yıllık iklim verileri

MANİSA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1970 - 2011)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.7	8.0	10.7	15.2	20.5	25.5	28.1	27.7	23.3	17.9	12.2	8.4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.8	12.5	16.1	21.1	27.1	32.2	34.9	34.8	30.5	24.2	17.3	12.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.0	3.7	5.5	9.1	13.5	17.9	20.8	20.6	16.3	12.1	7.5	4.7
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.5	3.4	5.1	6.1	8.2	10.2	11.1	10.2	8.5	6.2	4.6	2.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.3	11.0	10.2	9.7	6.7	3.1	1.1	0.8	2.4	5.9	9.9	14.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m²)	119.6	107.7	80.2	58.1	36.7	15.8	5.8	4.9	15.4	47.4	90.8	142.9
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1970 - 2011)												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
En Yüksek Sıcaklık (°C)	24.0	24.8	31.6	34.7	39.1	41.8	45.5	44.5	40.3	37.3	29.9	26.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-13.1	-8.9	-5.1	-2.0	4.0	7.6	12.5	12.1	6.2	1.2	-4.9	-6.6
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	23.12.1986						163.5kg/m ²					
Günlük En Hızlı Rüzgar	22.12.1986						153.0 km/saat					
En Yüksek Kar	13.02.2004						23.0 cm					

Manisa il merkezindeki gözlem sonuçlarına göre; ilde en soğuk ay ortalaması (ocak ayı) 6,7 °C, en sıcak ay ortalaması (temmuz ayı) 28,1 °C, en düşük sıcaklık -13,1 °C ve en yüksek sıcaklık ise 45,5 °C olarak ölçülmüştür. Sera ısıtma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama en yüksek sıcaklık ağustos ayında 34,9 °C, aylık ortalama

en düşük sıcaklık ise ocak ayında 3°C'dir. En az yağış yaz devresinde düşer. En yağışlı devre kış mevsimidir. Manisa iline ait yıllık güneşli gün sayısı 144,4 gün ve parçalı bulutlu gün sayısı 155 gündür. Ortalama sıcaklık 16,9°C'dir.

3.1.3 Araştırma yerinin jeotermal kaynakları

Manisa ilinde 9 adet jeotermal alan bulunmakta olup bu alanlar Ahmetli-Urganlı, Salihli-Kurşunlu, Alaşehir-Horzum-Sazdere, Köprübaşı-Saraycık, Kula-Emir-Şehitli, Demirci-Eskihisar, Alaşehir-Sarıköz, Soma-Menteşe ve Sarıgöl'dür.

Jeotermal kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasına yönelik Sanko Jeotermal Elektrik Santrali (JES) firması tarafından Manisa Salihli'de başvuru aşamasındaki 15 MWe kapasiteli tesis ile Zorlu Enerji tarafından Manisa Alaşehir'de başvuru aşamasındaki 30 MWe kapasiteli tesis dışında herhangi bir tesis veya proje bulunmamaktadır.

Jeotermal kaynakların kaplıca olarak kullanılmasına yönelik Ahmetli-Urganlı, Salihli-Kurşunlu, Köprübaşı-Saraycık, Alaşehir jeotermal alanları ön plana çıkar. Jeotermal kaynaklardan sera ısıtmasına elverişli olarak Ahmetli-Urganlı ve Salihli-Kurşunlu jeotermal alanları yer almaktadır (Çizelge 3.2). Hem mevcut toprak yapısı, coğrafik konumu, temin edilen sıcak su debisinin elverişli olması açısından kayda değer bir önem teşkil etmektedir (Anonim 2013).

Çizelge 3.2 Ahmetli-Urganlı ve Salihli-Kurşunlu jeotermal alanların özellikleri

JEOTERMAL ALAN ADI	SICAK SU DOĞAL ÇIKIŞ ADI	DOĞAL ÇIKIŞ			SONDAJ		
		Sıcaklık	Debi	Potansiyel	Sıcaklık	Debi	Potansiyel
		(°C)	(lt/sn.)	(MWt)	(°C)	(lt/sn.)	(MWt)
AHMETLİ	Ahmetli-Urganlı	51-80	25,5	-	61	22	2,39
JEOTERMAL ALAN ADI	SICAK SU DOĞAL ÇIKIŞ ADI	DOĞAL ÇIKIŞ			SONDAJ		
		Sıcaklık	Debi	Potansiyel	Sıcaklık	Debi	Potansiyel
		(°C)	(lt/sn.)	(MWt)	(°C)	(lt/sn.)	(MWt)
SALİHLİ	Salihli-Kurşunlu	34,5-89	2,42	0,55	58-94	230	47,24

3.1.4 Polietilen ve polikarbonat örtülü seralar

Polietilen örtülü seralar

Ilıman iklime sahip birçok ülkede plastik örtülü seralar yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastik malzemeler arasında en fazla film halindeki polietilen (PE) uygulama alanı içinde kendine yer bulmuştur. PE örtü malzemesi içerisine yapım sırasında eklenen katkılarla, örtünün UV (mor ötesi) ışıklardan etkilenmesi ve IR (kızılötesi) ışık geçirgenliği azaltılır. Ayrıca AV (anti-virüs) ve AF (anti-fog) katkıları ile daha başarılı hale gelmektedir. Cam malzemenin birim fiyatının plastik malzemelere göre yüksek olması ve camı taşıyan destekleme elemanları için sağlam bir sera yapısına gereksinim duyulması sebebiyle cam seraların yatırım maliyeti plastik seralardan yüksektir. Plastik örtü malzemelerinin kalitesine bağlı olarak 3 yıl veya daha kısa aralıklarla değiştirilmesi gerektiğinden bakım masrafları da fazladır. Plastik seraların özellikleri çizelge ile gösterilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Plastik seraların özellikleri

Özellikler	Değerler
Sera konstrüksiyonu	Çelik
Yönlendirme	Kuzey-Güney
Örtü kalınlığı (mm)	0,35 (Çift kat)
Toplam uzunluk (m)	52
Bölme genişliği (m)	9,6
Bölme sayısı (adet)	2
Toplam genişlik (m)	19,2
Toplam yükseklik (m)	7

Plastik seralar katlar arası hava boşluğu ile ayrılmış durumda çift kat örtü olarak da kullanılabilir. Isı taşınımı yolu ile kayıpların en aza indirilmesi için iki kat arasında bırakılan boşluğun 10- 40 mm'den fazla olmaması gerekir. Bu şekilde iletim kayıpları %30-40 oranında azaltılabileceği gibi sera içerisine doğru olan soğuk hava geçişleri de

önemli oranda azaltılır. Plastik seralara ışık girişi cam seralara göre daha az olduğundan daha yüksek ışık intensitesine gereksinim duyan bitkiler, çift kat plastik örtülü seralarda iyi gelişemeyebilirler. Seralarda örtü malzemesi olarak kullanılan polietilenlerin olumlu ve olumsuz özellikleri çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4 Polietilen örtülerin olumlu ve olumsuz özellikleri

Özellikler	Olumsuzlukları	Işık Geçirgenliği
• Fiyatı ucuz • Vurma ve çarpmaya karşı duyarlı değil • Kolay şekilde yerleştirilir • Paslanmaz • İşlenme özelliği iyi • Kolay temizlenir ve saklanabilir • Kimyasal maddelere ve özellikle asitlere karşı dayanıklı • Renklendirilme özelliği iyi • Biyolojik zararlılardan etkilenmez	Ömrü kısa (3 yıl veya daha az)	%85-87 (tek kat)

Ülkemizde plastik seraların tercih edilmesinin ilk nedeni yatırım maliyetlerinin düşük olmasıdır. Plastik örtülü seralarda özellikle seçilen konstrüksiyon, rüzgar yükü, bitki yükü ve ekipman yükünü taşıyabilecek sağlam bir konstrüksiyon olmalıdır. Rüzgarda plastik atması ve yırtılması önemli bir sorun olduğundan kullanılan klips sistemi kolay takılıp sökülebilir ancak yeterince güçlü olmalıdır. Plastik şiddetli rüzgarlarda aşırı esnememelidir. Plastik örtülü seralarda önemli sorunlardan biri de yoğuşma ve su damlasıdır. Yoğuşma sonrasında oluşan damlalar örtü yüzeylerinden bitki üzerine damlar. Bu durum bitkilerde hastalık koşullarının oluşmasına neden olur. Günümüzde PE film yüzeylerinde damla oluşmasını önlemek amacıyla katkı maddeleri kullanılmaktadır.

Plastik seralarda özellikle yatırım maliyetlerinin düşük olması sebebiyle Manisa ilinde sebze (domates) yetiştiriciliğinde kullanılabilecek en önemli sera tiplerinden biridir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Kültürü çalışılmış, standart üretilen ürünler

Plastik örtülü seraların sebze yetiştiriciliği açısından Manisa'daki başlıca dezavantajları arasında; yaz aylarında daha sıcak iklim ve yüksek sıcaklık oluşacağı için bitki sürgünlerinde beklenmeyen ve istenmeyen gelişmelerin olması söz konusu olabilmektedir. Bu yüksek sıcaklıklar Manisa ilinde sebze fidelerinin zamanlama açısından 1-1.5 ay daha geç dikilmesine sebep olmaktadır. Tek ürün yetiştiren işletmelerde domatesin vejetasyon periyodu Eylül-Haziran dönemi olarak dikkate alınmıştır (Rad ve Yarşı 2005). Mezoterm bir bitki olan domates için en iyi ürün verdiği ısı koşulları, gece 17-19 °C ve gündüz 26.5 °C kabul edilmiştir (Kurtar 2012). Manisa ilinde plastik örtülü, yan yüzeyler polikarbonat, çatı plastik örtülü olmak üzere 2 farklı sera tipi de mevcuttur.

Polikarbonat Örtülü Seralar

Polikarbonat örtüler hem cam sera hem de plastik sera konstrüksiyonuna uygulanabilirler. Polikarbonat örtü malzemeleri eğilebilir ve kıvrılabilir olmaları nedeniyle sera çatısının şekillendirilmesinde kullanılabilirler. Polikarbonat örtü tek panel veya çift cidarlı paneller şeklinde değişik özelliklerde olabilir. Tek cidarlı panelin ışık geçirgenliği %94 iken, çift cidarlı panelin %83 civarındadır. 10 yıllık bir kullanım

sonrasında örtü malzemesinde ışık geçirgenliği çok azalır. Çift cidarlı panellerin etkin kullanım süresi 20-25 yıldır. Polikarbonat örtü malzemesi kolay bir şekilde kazınıp çizilebilir, yanabilir ve ısı genleşme/büzülme oranı yüksektir. Seralarda örtü malzemesi olarak polikarbonatın olumlu ve olumsuz yanları çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Polikarbonat örtülerin olumlu ve olumsuz özellikleri

Özellikleri	Olumsuzlukları	Işık Geçirgenliği
• Çarpma dayanımı yüksek • Kırılma direnci yüksek • UV ışınımına karşı daha az dayanıklı • Çivi ile çakılabilir, vidalanabilir ve yapıştırılabilir	• Genleşme fazla • Zamanla ışık geçirgenliği azalır	• Mat % 80-82 • Şeffaf %85-87

Plastik sera konstrüksiyonunda alternatif bir uygulama, çatının çift kat plastikle, yanıl yüzeylerin ise polikarbonatla kaplanmasıdır. Bu uygulamada yan plastiklerin olası yırtılma ve hasarlanmasından kaynaklı sorunlarda giderilmiş olmaktadır. Ayrıca rüzgardan kaynaklı plastik atma, kışın soğuk esen ve dona neden olan kuzey rüzgarlarının etkili olduğu bölgelerde kuzeyde yer alan blokların yan cephelerinin polikarbonatla kaplanmasında ısı tasarrufu ve ısıнын homojen dağılımı açısından oldukça yarar vardır. Ülkemizde polikarbonat örtü malzemesi genellikle plastik örtülü sera tiplerinin yan yüzeylerinde kullanılmaktadır. Polikarbonat levhanın cama göre avantajları, dolu ve çarpmadan kaynaklı kırılmalara karşı daha dirençli ve ışığı dağıtarak geçirmesidir. Plastiğe göre avantajı ise plastikten daha uzun ömürlü olmasıdır. Polikarbonat kaplı seranın başlangıç yatırımı plastik örtülü seralara göre oldukça yüksektir. Polikarbonat örtülü seralar ülkemizin ağırlıklı olarak yazları aşırı sıcak geçen Akdeniz sahil kıyı şeridinde kullanımı yaygındır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları 2013 güz ve 2014 bahar dönemlerinde yürütülmüştür. Araştırma bölgesinde örtü altı yetiştiriciliği işletmelerine ilişkin bilgilerin elde edilebilmesi için, ilk aşamada konuyla ilgili kamu ve özel kuruluşlarla temasa geçilerek Manisa’da bulunan örtü altı işletmelerinin bir envanteri çıkarılmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Araştırma alanına ait örtü altı alanları (GTHB, 2013 ÖKS Kayıtları)

Manisa ilçeleri	Plastik Sera		Yüksek Tünel		Alçak Tünel		Cam Sera	Toplam	
	İşletme sayısı	Alanı (da)	İşletme sayısı	Alanı (da)	İşletme sayısı	Alanı (da)	İşletme sayısı	İşletme sayısı	Alanı (da)
Akhisar	16	65	42	82,76	-	-	-	48	147,76
Ahmetli	2	188	-	-	-	-	-	2	188
Gördes	12	9,88	1	0,5	-	-	-	13	10,38
Kırkağaç	3	8,41	3	8,96	1	1	-	7	18,37
Merkez	6	29,55	-	-	-	-	-	6	29,55
Salihli	12	899,59	-	-	-	-	-	12	899,59
Saruhanlı	2	9,258	-	-	-	-	-	2	9,258
Selendi	3	7,635	-	-	-	-	-	3	7,635
Soma	-	-	2	13,39	-	-	-	2	13,39
Turgutlu	1	1,2	-	-	-	-	-	1	1,2

Manisa ilinde toplam 96 örtü altı işletmesinin hiçbirinde cam seralara rastlanmazken, 57 adedinde plastik seralar, 48 adedinde yüksek tünel ve sadece bir işletmede ise alçak tünel uygulaması görülmektedir. Toplam örtü altı alanları dikkate alındığında Manisa’daki seraların %67.89’u Salihli’de, %14.19’u Ahmetli’de, %11.15’i Akhisar’da bulunmaktadır. Diğer ilçelerdeki sera varlığı oldukça düşük olup Gördes (%0.78), Kırkağaç (%1.39), Merkez (%2.23), Saruhanlı (%0.70), Selendi (%0.58), Soma (%0.09), Turgutlu (%0.09) düzeyindedir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Araştırma alanı seralarının yüzdelik dağılımı

Manisa ilçeleri	Plastik Sera		Yüksek Tünel		Toplam	
	uygulama alanı (da)	%	uygulama alanı (da)	%	uygulama alanı (da)	%
Akhisar	65	5%	82,76	78%	147,76	11,2%
Ahmetli	188	15%	-	0%	188	<u>14,2%</u>
Gördes	9,88	1%	0,5	0%	10,38	0,8%
Kırkağaç	8,41	1%	8,96	8%	18,37	1,4%
Merkez	29,55	2%	-	0%	29,55	2,2%
Salihli	899,59	74%	-	0%	899,59	<u>67,9%</u>
Saruhanlı	9,258	1%	-	0%	9,258	0,7%
Selendi	7,635	1%	-	0%	7,635	0,6%
Soma	-	0%	13,39	13%	13,39	1,0%
Turgutlu	1,2	0%	-	0%	1,2	0,1%
Toplam	1218,523	100%	105,61	100%	1325,133	100,0%

Bu sebeple jeotermal enerji sahalarının bulunduğu ve örtü altı yetiştiriciliğinin en yoğun olarak faaliyette olduğu; Salihli ve Ahmetli ilçelerinde jeotermal enerji ile ısıtılan seralar detaylı olarak incelenmiştir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) Manisa il Müdürlüğü'nde ilgili şube ve görevli mühendisleri ile yapılan görüşmeler neticesinde, jeotermal ısıtım seracılık yapılan işletmeler belirlenmiş, örtü altı yetiştiriciliği ile jeotermal ısıtım sera işletmeleri ayrıştırılmıştır. Elde edilen bilgiler ışığında jeotermal ısıtım seracılık ile ilgili örnek çiftçiyi belirleyip, kılavuzluk yapması talebiyle bizzat kendisi ile görüşülmüştür. Yüz yüze gerçekleşen görüşmelerden sonra toplamda 5 adet farklı örtü altı işletmesinin jeotermal enerji ile ısıtılan seraları kayıt altına alınmıştır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8 Araştırma alanındaki seraların özellikleri

İşletme adı	Sera örtü malzemesi
Lider Tarım	Plastik: UV+IR+AV+AF katkılı + yanlar cepheler polikarbon
Mopaş Tarım	Plastik: UV katkılı
Bostan Tarım	Plastik: UV+IR+AV+AF katkılı + yanlar cepheler polikarbon
Göncüoğlu Seracılık	Plastik: UV+IR+AV+AF katkılı
Genel Seracılık	Plastik: UV+IR+AV+AF katkılı + yanlar cepheler polikarbon

İşletme adı	Toplam alan	İşletme şekli	Üretim periyodu	Yetiştirilen ürün	Sera yapım malzemesi
Lider Tarım	350 da	Büyük işletme	Tek ürün	Domates	Çelik
Mopaş Tarım	75 da	Büyük işletme	Tek ürün	Domates	Çelik
Bostan Tarım	140 da	Büyük işletme	Tek ürün	Domates	Çelik
Göncüoğlu Seracılık	35 da	Büyük işletme	İlkbahar-Sonbahar	Domates	Çelik
Genel Seracılık	120 da	Büyük işletme	Tek ürün	Domates	Çelik

İşletme adı	Seranın kuruluş şekli	Seranın üretim yılı	Havalandırma Şekli	Sulama şekli	Gübreleme
Lider Tarım	Bölmeli blok sera	5-10 yıl	Çatıdan ve Mekanik	Damla sulama (otomasyonlu)	Sulu ve CO ₂ gübrelemeleri
Mopaş Tarım	Bölmesiz blok sera	5-10 yıl	Çatıdan	Damla sulama (otomasyonlu)	Sulu gübre
Bostan Tarım	Bölmeli blok sera	5-10 yıl	Çatıdan	Damla sulama (otomasyonlu)	Sulu ve CO ₂ gübrelemeleri
Göncüoğlu Seracılık	Bölmesiz blok sera	5-10 yıl	Çatıdan	Damla sulama (otomasyonlu)	Sulu ve CO ₂ gübrelemeleri
Genel Seracılık	Bölmeli blok sera	5-10 yıl	Çatıdan	Damla sulama (otomasyonlu)	Sulu ve yaprak gübrelemeleri

Ölçüler	Lider Tarım	Mopaş Tarım	Bostan Tarım	Göncüoğlu Seracılık	Genel Seracılık
En (m)	9,6	115	125	125	9,6
Boy (m)	100	290	330	105	150
Mahya yüksekliği (m)	6,5-7	7,5	7,5	7,25	7,00
Yan duvar yüksekliği (m)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Çatı eğim açısı (%)	27	27	27	27	27
Kolonlar arası mesafe (m)	5	9,6	9,6	5	5
Kapı boyu (m)	2,5	3	2,75	3	5

Coğrafi konumları tespit edilmiştir. Çalışmanın, araştırma materyalini oluşturan işletmelerde bulunan bütün seralarda aynı homojenlikte yürütülebilmesi amacıyla bir Anket Formu hazırlanmıştır. Anket formunda işletme sahibinin; adı-soyadı, eğitim durumu, işletmenin; yeri, şekli, üretim periyodu, işletmede; yetiştirilen ürün, seranın yönü, seranın boyutları, sera yapım malzemesi, sera çatı tipi ve açısı, seranın kuruluş şekli ve yapılıma amacı sorulmuştur. Seranın üretim yılı, sera örtü malzemesi içeriği, havalandırma şekli, havalandırma kapak boyutlarına ve seraların ısıtma şekli teyit etmek amaçlı sorulmuştur. Seralarda sulama şekli, sulama zamanının saptanması, drenaj sisteminin olup olmaması, mevcudiyetinde özelliklerinin neler olduğu, her sulamada gübreleme yapılıp yapılmadığı gübreleme yapılıyorsa uygulama sıklığı ve şeklinin nasıl olduğu sorulmuştur. Serada verimle ilgili kayıtların tutulup tutulmadığı, ısı perdesinin kullanılıp kullanılmadığı, kullanılıyorsa malzemesi ve tipi, malç malzemesinin kullanılıp kullanılmadığı; kullanılıyorsa malzemesinin neler olduğu sorulmuştur. Güneş ısınlarının zararlı etkilerini minimize etmek için aldıkları önlemlerin olup olmadığı, gölgeleme sistemi kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur. Hastalıklarla mücadele noktasında nasıl bir yol izledikleri ayrıca sorulmuştur. İşletmeleri ekonomik ve finansal yapıları ile ilgili sorulara yer verilen ankette sermaye ve kredi durumları sorulmuş, kredi kullanırken karşılaşmış oldukları problemlerin olup olmadığı ve genel olarak işletmeyi tesis ederken karşılaşmış oldukları sorunları kendilerine sorulmuştur. Örtü altı yetiştiricilerinin sorunlarını ve kendi tecrübeleri ışığında karşılaşılan sorunlara nasıl çözüm önerileri sunulabileceği kendilerine sorulmuştur. Son olarak teknik bazı detay bilgiler alınıp; temel malzemesi, boyutu; mertek, aşık, kolon profilleri gibi ayrıntı kısımlar sorulmuş, yörede seracılığın gelişmesi için neler yapılabileceğine yönelik bilgiler temin edilmiştir.

Araştırma yapılan işletmelerde bulunan seralara ilişkin gerekli veriler işletmelerde yapılan ölçme, anket, gözlem ve çekilen fotoğraflarla saptanmıştır. Bu amaçla, öncelikle her işletmenin genel özellikleri konusunda bilgiler toplanmıştır. Daha sonra seraların yerleşim ve yönlendirme durumları belirlenmiştir. Seralarda kullanılan yapı malzemeleri ve yapı elemanlarının boyutları belirlenmiştir. Ayrıca seralarda servis yolları, genişliği ve uzunluğu gibi sera içi düzenlerine ilişkin boyutlar ölçülmüş,

seralarla ilgili olarak karşılaşılan sorunlar belirlenmiş, incelenen seraların kesit ve ayrıntıları fotoğraflanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Çalışma alanının uzaktan görüntüsü (kroki)

Arazi çalışmaları sırasında ilgili kişilerle görüşülerek uygulamada karşılaşılan sorunlar belirlenmiş ve gözlemlerle saptanan sorunlar kaydedilmiştir.

3.2.2 Büro çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında elde edilen bilgiler, ölçüm değerleri ve kroki, kesit ve ayrıntı çizimlerinden yararlanılarak, işletmelerde yer alan sera çevre koşullarının belirlenmesi; planlama ve projelendirme özellikleri yönünden incelenmiştir. Aynı zamanda işletme sayıları, işletmelerde çalışan personel ve teknik elemanların sayıları ve nitelikleri belirlenmiştir. Bu amaçla Manisa ilinde seracılık sektörü ve istihdama katkısı da tespit edilmiştir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9 Sera işletmeleri, büyüklükleri ve çalışan sayıları

İlçe	Firma Adı	Alan (da)	Toplam çalışan sayısı
Salihli	Lider Tarım	350 da	239
	Mopaş Tarım	75 da	56
	Bostan Tarım	140 da	130
Ahmetli	Göncüoğlu Seracılık	35 da	21
	Genel Seracılık	120 da	141
Toplam		720 da	587

Jeotermal ısıtmalı seracılık işletme sahipleri, ilgili işletme sorumlu ve teknik personelleri ile yüz yüze yapılan görüşmeler ve işletmelere gerçekleştirilen ziyaretler neticesinde Manisa ilinde pratikte tasarlanması gereken sera modeli ve teknik detayları hakkında detaylı bilgi temin edilmiştir. Toplam 720 dekar alanda üretim yapan 5 farklı jeotermal enerjiyle üretim yapan işletme, şirket, sebze yetiştiriciliği amaçlanarak, tek ürün sebze yetiştiriciliği yapmakta, domates, ve bu üretilen ürünler %80 nispetinde ihracat ürünü olarak iç pazara girmeden ihraç edilmektedir. Kuzey-güney doğrultusunda tesis edilen örtü altı yapıları, çelik konstrüksüyon yapı malzemesiyle statifi planlanmış, çatı tipi yay çatı tipi ve bölmeli blok seralar şeklinde tesis edilmiştir. Seralardaki üretim yılı 5-10 yıllık, sera örtü malzemesi UV+IR+AV+AF katkılı, havalandırması çatıdan, mekanik, mekanik ve doğal havalandırma şekillerinde gözlemlenmiştir. Seralarda ısıtma jeotermal enerjiyle gerçekleştirilmektedir. Örnek olarak Q:160 lt/sn 70 °C’de sıcak su ile ısıtılmaktadır. İşletmelerde sulama şekli damla sulama ile yapılmaktadır. Aynı zamanda mevcut drenaj sistemi var olan işletmelerde gübreleme sulama ile entegre aynı zamanda yapılmakta ve ilaveten zaman zaman yaprak gübrelemesi şeklinde takviye edilmektedir. Gübreleme sulu gübre ve yaprak gübrelemesi şeklinde uygulanmaktadır. Isı perdesi kullanılan işletmelerde verim kayıtları düzenli olarak tutulmaktadır. Örnek olarak 350 dekar alanda üretim yapan bir işletme 27 ton/da domates elde etmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Servis yolunda ürünlerin yerleştirildiği kasalar

İşletmelerde malç uygulamasına rastlanmazken, güneş ışınlarının zararlı etkilerini azaltmak için gölgeleme yapıldığı gözlemlenmiştir. Gölgelemeler dış yüzey boyaması ve iç yüzey çatı gölgelemesi olarak karşımıza çıkmıştır. Bu bilgiler ışığında sera tasarımı, ısıtma hesabı, enerji maliyet hesabı, tasarlanacak seranın yöreye uygunluğu ve ekonomik yönden incelenmesi hakkında gerekli ve yeterli bilgi elde edilmiştir. Yöreye uygun bir örtü altı işletmesinin tasarlanması bu bilgiler ışığında ele alınmıştır.

3.2.3 Serada teknik ve yapısal özellikler

Modern seracılık örtü altı bitki yetiştiriciliğinde ileri teknoloji kullanılarak kaliteli ve yüksek verim elde edilmesidir. Günümüz teknolojisinde, geleneksel seracılık ile kıyaslandığında oldukça üstün yanları olan topraksız tarım ile yıl boyunca gerçekleştirilen üretimin, modern seraların vazgeçilmez unsuru olduğunu görmekteyiz (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Topraksız yetiştiricilik ve sıra arasından görüntü

Topraksız tarımda toprak yerine kaya yünü, perlit, pomza, vermikülit, sepiolit gibi inorganik ortam kültürleri kullanıldığı gibi; torf, talaş, ağaç kabuğu, kokopit gibi organik yetiştirme ortamları da kullanılmaktadır (Şekil 3.6). En uygun yetiştirme ortamını oluşturmak amacıyla bu katı materyaller, karıştırılarak da kullanılabilir. Akdeniz iklim kuşağı üzerinde bulunan ülkelerde sera uzun eksenini Kuzey-Güney doğrultusunda olmalıdır (Göncüoğlu M. 2014).



Şekil 3.6 Kaya yünü üzerinde gerçekleştirilen yetiştiricilik

Seraların kurulacağı yerin eğimi %1-2 arasında olmalıdır. Rüzgarlı ve hava kirliliği olan bölgelerden uzakta olmalı; su, doğalgaz ve elektrik hatlarına yakın olmalıdır. Kış sıcaklığının -5 °C'nin altına düşmediği bölgeler seçilmelidir. Seranın yola yakın olması gerekir ancak tozlu yollara çok yakın olması, seranın üstünün tozlanarak sera içine girecek ışığın azalmasına ve temizleme için ilave maliyete neden olmaktadır. İyi bir kazanç getiren modern anlamda sebze yetiştirilen bir sera işletmesi en az 50 da (50.000 m²) olmalıdır (Göncüoğlu 2014).

Seralarda prizmatik ve silindirik temeller kullanılmalıdır. Prizmatik temeller, taşıma gücü yüksek sağlam zeminlerde açıklığı fazla olmayan plastik seralarda en az 40 x 40 cm kesitinde ve 60 cm derinliğinde 300 dozlu betonda yapılmalıdır. Ayrıca dört tarafına taşkın sularından korumak için 20–30 cm genişliğinde ve 20–25 cm yüksekliğinde zemin altı (subasman) yapılmalıdır. Tünel genişliği 8-15 metre arasında olmalı, tünel uzunluğu 60-125 metre arasında olmalıdır. Seralarda etkili bir mekanizasyon yapılabilmesi için yan duvar yüksekliği; sebze ve fide seralarında oluk altı en az 4 metre olmalı, ideal oluk altı yükseklik seçimi 6,4 metre olmalıdır (Anonim 2013).

Sera konstrüksiyon profilleri, sera yapı elemanlarına etki eden sabit ve hareketli yükler hesaplanarak ve eğilme, sarkı, esneme, bel verme yönünden statik analizleri yapılarak seçilmelidir. Sera yapımında iskelet malzemesi olarak kolon ve çatı makasını oluşturan elemanların seçiminde standart galvanizli çelik profiller kullanılmalıdır. Plastik kaplı yay çatılı ve gotik çatılı seralarda ise kolonlarda 3" çelik profil boru, çatı makaslarında ise 2" çelik profil boru kullanılmalıdır. Kolonlar plastik kaplı yay çatı ve gotik çatılı seralarda rüzgar etkisini azaltacak şekilde 200-300 cm aralıklarla planlanmalıdır. Mertekler gölgeleme etkisini azaltmak amacıyla yay çatı ve gotik çatılı plastik kaplı seralarda 100 cm aralıklarla çatı makası şeklinde planlanmalıdır. Kapı ve havalandırma pencerelerinde L 30,30,3 profil çelik malzeme kullanılmalıdır. Plastik seralar için gotik çatı tipleri kullanılmalıdır. Sera çatısı eğim açısı 26 derece ile 32 derece arasında olmalıdır. Mahya yüksekliği ise açıklığın sera genişliğinin ¼'ü ile 1/5'i kadar olmalıdır. Seralarda kapılar tek kanatlı olacak ise en az 120 cm x 220 cm boyutlarında; çift kanatlı olacak ise en az 240 cm x 220 cm boyutlarında yapılmalıdır (Anonim 2013).

Sera iç ve dış ortam etkilerinin istenilen düzeyde tutulup, korunabilmesi ve sürdürülebilmesi için sera örtü malzemesi seçimi son derece önemlidir. Sera örtü malzemeleri çok farklı seçeneklerle değerlendirilebilir. Yaygın olarak kullanılan yumuşak plastikler; Polietilen (PE), Polivinilclorid (PVC), Polivinilflorid (PVF), Polyester, Ethilvinilasetat (EVA), Monarfleks örtülerdir. Dayanım ömrü (ekonomik olması açısından) 3-4 yıl olan UV + IR + AF katkılı yumuşak plastik örtüler tercih edilmektedir (Şekil 3.7). Sert plastiklerde ise kalınlıkları çift kanatlı olanlarda 4 - 16 mm, 3 katlı olanlarda 10 - 16 mm arasında değişen Polycarbonat (PC) örtü malzemesi veya solar radyasyon geçirgenliği % 80, kalınlığı 0,8 - 1,5 mm arasında değişen Cam Takviyeli Polyester (GRP) kullanılmaktadır.



Şekil 3.7 Sera iç ve dış yüzeylerinde kullanılan malzemeler

Yumuşak plastik örtülerden normal PE plastik olanlar güneş ışınlarına karşı dayanımı 1 yıldır. Aynı zamanda ülkemizde şiddetli güneş ışınımı olması nedeniyle, bir üretim sezonundan sonra değiştirilmektedir. Sonbaharda seralara örtülerek kışın mümkün olduğu kadar fazla ışık geçirimi sağlar. UV Katkılı PE plastik örtülerde ise örtü malzemesine UV katkı maddesi katıldığından dayanım ömrü 2 yıldır. UV katkı maddesinden dolayı sarı bir renge sahiptir. Plastik kuru olduğu koşullarda IR ışınlarını

geçirir. IR Katkılı PE plastik örtüler, içerisine üretim esnasında IR katkı maddesi katıldığından uzun dalgalı ışınları belli oranda geçirir. Antifog PE plastik örtüler PE plastik örtülere göre ayrıca Antifog katkı maddesi içerir ve plastiğin iç yüzeyinde yoğunlaşan su buharının damlacıklar halinde değil, camda olduğu gibi ince bir film şeklinde yayılmasını sağlar. Bu da ışık geçirgenliğini olumlu yönde etkiler ve böylece diğer plastiklere göre daha fazla ışınımın sera içine ulaşmasını sağlar (Anonim, 2013).

Sert plastik örtülerden polycarbonat (PC) örtüler yumuşak plastik örtülere göre biraz daha farklılık arz etmektedir. Çift katlı veya çok katlı olarak imal edilen, arasında hava boşluğu bulunan saydam tabakalar halinde bir sera örtü malzemesidir. Kalınlıkları çift katlı olanlarda 4-16 mm, üç katlı olanlarda 10-16 mm arasında değişmektedir. Solar radyasyon geçirgenliği, camdan az olmak üzere, boyutlarına bağlı olarak % 70-80 arasında değişmektedir. Çift katlı PC camdan on kat daha hafiftir dolayısıyla daha az yoğunlukta destek yapısı kullanılır. PC örtü malzemesinin ışık geçirgenliği, nem yoğunlaşması ve toz birikmesi gibi faktörlere bağlı olarak yılda % 1 oranında azalır. Sert plastik örtülerden değerlendirilen cam takviyeli polyester (GRP) örtüler de polyester malzemenin cam lifleriyle güçlendirilmesi yoluyla elde edilir. GRP örtü malzemesi, yüzeyi renk değişimine karşı korunmuş ve polyvinyl florid (PVF veya Tedlar) veya polietilen terephtalate (Mehinex) ile kaplanmış oluklu tabakalardan meydana gelmiştir. Solar radyasyon geçirgenliği % 80 düzeyindedir. Plakaların kalınlığı 0.8- 1.5 mm arasında değişir ve genellikle 1 mm kalınlığındadır. Plakaların genişliği profile bağlı olarak 0.8-1.0 m arasında değişmektedir. Ayrıca PVC Levhalar ise mat ve şeffaf olarak üretilen, ışık geçirgenliği % 85 olan, dayanıklı (5-10 yıl), hafif ve çivi ile çakılabilen, vidalanabilen ve yapıştırılabilen plastik örtülerdir. Ancak zamanla ışık geçirgenliğinin azalması, doluya karşı dayanıksız olması, kolay parçalanabilir ve kolay yanabilir olması bu levhaların olumsuz özellikleridir. Plexicam Levhalar: Boşluklu ve çift katlı olarak üretilen özel alüminyum ya da çelik konstrüksiyon üzerine monte edilen, ışık geçirgenliği cama oranla daha az olan, tamiri ve montajı kolay olan, morötesi ışıkları geçirmeyen dayanıklı plastik örtülerdir (Anonim 2013).

3.2.4 Serada çevre koşullarına ilişkin özellikler

Seraların en önemli çevre koşullarına ilişkin parametrelerinden biri, kullanılan havalandırma yöntemidir. Seralarda havalandırma için kullanılan doğal havalandırma, mekanik havalandırma, doğal+mekanik havalandırma olmak üzere üç ayrı yöntem vardır. Akdeniz iklim kuşağındaki seralarda doğal havalandırma yöntemi ile havalandırma yapılacaksa, toplam havalandırma açıklığı alanının, sera taban alanına oranı en az % 30 olmalıdır. Mekanik havalandırma ile havalandırma yapılacaksa, sera boyutlarına ve bitki türüne bağlı olarak havalandırma debisi hesaplanmalı ve buna göre sera içinde fanlar kullanılmalıdır. Havalandırmada tepe havalandırma (kelebek) kullanılmalıdır. Yandan havalandırmadan kaçınılmalıdır. Seraların en önemli çevre koşullarından diğeri ise serada uygulanan sulama yöntemidir. İlk yatırım masraflarının yüksek olmasına karşın, sulama randımanının yüksek olması ve büyük oranda su ekonomisi sağlaması nedeniyle tesis edilecek seralarda sulama yöntemi damla sulama yöntemi ve sisleme yöntemi olmalıdır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Topraksız tarımda bitki besleme ve sulama

Modern seralar, yıl boyu üretim yapacak şekilde dizayn edilmelidirler. Domates yetiştiriciliğinde fide dikimi ile hasat arası geçen süre yaklaşık 70 gün, bitki dönemi ise yaklaşık 270 gündür. Üretim dışı geçen 25 gün içerisinde bitki sökümü, tesis bakımı, dezenfeksiyon ve yeni dikim işleri hazırlığı yapılır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Hasadı tamamlanmış domates bitkisi, servis yolu

Üzerinde durulan temel faktörler haricinde aşağıdaki kalemler de modern bir serada, mümkünse bulunmalıdır. İklim kontrol sistemi, gübreleme ünitesi (Şekil 3.10), hava sirkülasyon fanları, hasat arabaları, kültürel arabalar, sisleme sistemi, sinek tülü, katır sistemi (saksıların konulduğu altlık), ilaçlama makinesi, jeneratör, paketleme ünitesi, idare binası, lojmanlar, seralarında karbondioksit uygulamaları, sulama suyu geri kazanımı, doğal döllemeyi sağlayan bombus arısı kullanımı, sahip olunabilecek kalite belgeleri ve faydalı böcek salımı, seralara ilave avantajlar sağlamaktadır.



Şekil 3.10 Gübre ve sulama entegre sistemi(otomasyonlu)

Özellikle otomasyonlu sistemlerin yatırımını yapmadan önce bazı konulara dikkat edilmesinde fayda vardır. Sera üretim şekline uygun otomatik kontrol sistemi seçilmelidir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Otomasyon ünitesi ve bitki besleme birimi

Topraksız tarım tesislerinde 3 saatten fazla yaşanabilecek bir bekleme, tüm ürünlerin telef olmasına neden olabilir. Modern sera yatırımında en fazla %5 payı olan otomasyon

sistemleri seçilirken kaliteden ödün verilmeden maliyet hesapları yapılmalıdır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Otomasyon ünite odası

Seraların ısıtılmasında geleneksel anlayış soğuğu kırmak şeklindedir. Modern seracılıkta ise seraların ısıtılması, üzerinde dikkatle durulan bir konu olmakla birlikte, en önemli maliyet kalemlerinden birini oluşturarak, işletmelerin ısıtmayı verimli kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Seraların ısıtılması, bitkilerden yüksek verim ve kalite alınması ve yatırımdan beklenen kazancın sağlanabilmesi açısından detaylıca incelenmesi gereken bir konudur. Seralarda ısının yanında nem dengesi de önemli olan bir diğer konudur. Bu nedenle seralarda ideal iklimlendirme için genel olarak kullanılan sistemler mevcuttur. Bitkinin istediği sıcaklık ortamını sağlayabilmek için ısıtma sistemi kullanılır. İyi bir ısı dağılımı ve nem dengesi için sirkülasyon fanları gereklidir. Nem dengesini sağlama ve serinletme için sisleme sistemi kullanılır. Geceleri ısı tasarrufu sağlar, gündüz sıcak saatlerde gölgeleme ve serinletme için ısı perdesi ve gölgeleme sistemi kullanılır. Sera çatısına monte edilen pencerelerden, sera içerisine taze hava vermek için havalandırma pencereleri kullanılır. Isı düşürücü diğer sistemlerin yetmediği durumlarda ise soğutma sistemleri kullanılır. Enerji sarfıyatı düşük olduğu için evaporatif soğutma sistemleri yaygın olarak kullanılır (Anonim 2013).

Tüm bu sistemlerdeki cihazların manuel olarak kullanımı zor olmakla birlikte, yapılacak hatalar verimde ciddi kayıplara yol açacağı için sera işletmesine ciddi zararlar gelebilmesi söz konusudur. Bu nedenle iklim parametrelerini, sera içi ve dışı sensörler ile ölçerek tüm sistemlerin otomatik olarak çalışmasının sağlanması için otomasyon sistemi kullanılır. Seralarda ideal sıcaklık bitki çeşidine göre değişmekle birlikte, bir aralık verilecek olursa, gündüz 16-27 °C, gece 14-16 °C'dir. Gece gündüz ısı farkı 8-10 °C olmalıdır (Anonim 2013).

Bitkiler, gündüz fotosentez yaparak biriktirdikleri karbonhidratları, gece solunum yoluyla tüketirler. Bu nedenle gece saatlerinde bitkiye çok fazla konfor imkanı verilmeyerek metabolizma hızları yavaşlatılır. 16 °C'nin altında bitki metabolizması yavaşlamakla birlikte, 10 °C'nin altında bitkilerin döllenme fizyolojisi bozulmakta ve üreticilerin hormon kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. 5 °C'nin altında ise yüksek verim kayıpları yaşanır. Ayrıca sürekli ısı değişimine maruz kalan bitkilerin, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı zayıflar ve üretici kullanılan ilaç miktarını artırmak zorunda kalır. Bu durum hem üreticiye ilave maliyet getirmekte hem de ürünün kalitesini bozmaktadır.

Jeotermal enerji ile ısıtmada, jeotermal kaynağa doğrudan ya da sondajlar aracılığıyla ulaşılabilir. Jeotermal akışkanın sıcaklık seviyesine bağlı olarak düşük sıcaklıklı (20-70 °C) sahalar, orta sıcaklıklı (70-150 °C) sahalar ve yüksek sıcaklıklı (150 °C'den yüksek) olarak 3 sınıfa ayrılmaktadır. Akışkan doğrudan ısıtma sistemine aktarılabilir. Isıtılacak alanda radyatör ve uygun boru sistemi kullanılarak ısıtma sağlanabilmektedir. Akışkanın niteliği korozyon veya kabuklaşmaya neden olacak nitelikte ise, ısı eşanjörleri kullanılarak, akışkanın ısı enerjisinin ayrı bir kapalı sistemde dolaşan suya aktarılmasıyla ısıtma sağlanır (Göncüoğlu 2014).

3.2.5 Sera tasarımı ve ısı hesabı

Jeotermal seraların “Kontrollü Örtü altı Üretiminin Uygulanmasına İlişkin Yönetmeliğe” uygun olması gerekmektedir. Avrupa Birliği Standartlarına uygunluk açısından seranın yerleşeceği parsel en az 5 da olmalıdır (Anonim, 2008).

Oregon State Üniversitesinde serada domates yetiştiriciliği için minimum ekonomik işletme ölçeği yaklaşık 25 da olarak bildirilirken (Anonymous, 2002), jeotermal bir seranın, teknik, ekonomik ve ticari olarak işletilebilmesi için de en az 25 da olması önerilmektedir (Anonim 2013d).

Yüz yüze gerçekleştirilen görüşmelerde örtü altı yetiştiriciliği yapan işletme sahipleri, örtü altı yetiştiriciliğinin önemli ölçüde kazanç getirmesi için en az 50 da olarak tasarlanması gerektiğini ifade etmektedir (Göncüoğlu 2014).

Yatırım maliyetleri göz önüne alındığında modern cam veya plastik sera işletmelerinde minimum büyüklük 25-30 da sera alanı olarak planlanmalıdır. Günümüzde optimum işletme büyüklüğü işletme ve pazarlama maliyetlerini optimize etmek için kesme çiçek sektöründe 60-100 da, sebzeçilik sektöründe ise 100-250 da arasında düşünülebilir. Bununla birlikte optimum işletme büyüklüğü ise tek başına ele alınmamalıdır (Anonim, 2013).

Bu bilgilerden hareketle yörede yüz yüze görüştüğümüz işletme sahiplerinin tespitlerinin doğruluğu gün yüzüne çıkmakta ve tasarımını gerçekleştirdiğimiz 50 da’lık jeotermal enerji ile ısıtılan sebze yetiştiriciliği serasının ideal ve optimum büyüklükte olduğu tespit edilmiştir.

Sıcaklığı 40 °C’nin üzerinde olan jeotermal sahaların tümü sera ısıtmasına uygun kabul edilmiştir (Kuter, 2009). Araştırma alanındaki jeotermal kaynakların sıcaklıkları 40 °C’nin üzerindedir (Çizelge 3.2).

Jeotermal ısıtılmalı seralarda ısıtma hesaplarına esas olan dış proje sıcaklığının -15 °C'den ve kış ayları dış hava ortalama sıcaklığının 0 °C'den daha düşük olmaması önerilmektedir (Türkiye Jeotermal Derneği, 2005). Araştırma alanı uzun yıllık iklim verileri incelendiğinde en soğuk olan Ocak ayında bile, Manisa ili için uzun yıllar aylık ortalama en düşük sıcaklık değerinin 3 °C olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1). Bu yüzden, dış sıcaklık değerleri açısından Manisa ilinde jeotermal sera kurulmasına herhangi bir engel bulunmamaktadır.

Serada yetiştirilen bitkiler, esas olarak 17-27 °C aralığında değişen ortalama sıcaklıklara adapte olmuşlardır. Serada güneş ışınımının ısıtma etkisi de dikkate alındığında, ısıtma yapılmayan seralar için, dış ortamda istenilen günlük ortalama sıcaklık 12-22 °C aralığında olmalıdır. Günlük ortalama dış ortam sıcaklığı 12 °C'den daha düşük ise, seraların özellikle gece dönemlerinde ısıtılması gerekir (Yıldız 2010).

Sera ısıtma için eşik değeri olarak aralığın alt sınır olan 12 °C referans alınarak, Manisa ili için aylık ortalama en düşük sıcaklık değerleriyle karşılaştırıldığında; serada yetiştirilen bitkiler için Manisa ili seralarında Kasım-Nisan ayları arasında 6 aylık bir periyotta ısıtma yapılması gerektiği görülmektedir. Aylık ortalama 400 TL/da jeotermal enerji maliyeti ile 50 da'lık işletmenin ortalama ısıtma hesabı 20.000 TL'yi bulmaktadır. 6 aylık süreçte maliyetinin yıllık 120.000 TL olduğu tespit edilmektedir. Aylık 6 milyon kalori ısı enerjisi bu şekilde temin edilmiş olmaktadır (Yanık, A. 2014).

Isıtma gereksinimlerinin hesaplanmasında gerekli bir parametre olan sera iç sıcaklığı, serada yetiştirilecek bitki çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Türkiye'de seralarda en çok üretilen sebze çeşidi mezoterm bir bitki olan domatestir. Serada üretimi yapılan domates, biber, salatalık, patlıcan gibi sebzelerin sıcaklık istekleri 18-20 °C arasında değişmektedir (Sevgican, 1989). Bu nedenle hesaplamalarda sera iç sıcaklık değeri 18 °C olarak alınmıştır. Tek ürün yetiştiren işletmede Manisa koşullarında Kasım-Nisan dönemi dikkate alınmıştır.

Yörenin iklim verileri incelendiğinde, Ekim ayının sonundan Nisan ayı ortalarına kadar devam eden dönemde seraların ısıtılması gerektiği görülmektedir. Seraların ısıtma

gereksinimlerinin hesaplanmasında ısı dengesi yaklaşımından yararlanılmıştır (Olgun vd. 1997, Anonymous 1988).

Bu yaklaşıma göre, doğal havalandırma yapılan bir seranın enerji dengesinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$Q_{SR} = Q_C + Q_i + Q_V + Q_F + Q_P$$

Seraların ısı gereksiniminin hesaplanmasında güneşten kazanılan enerji (Q_{SR}) ile seradan kondüksiyon (Q_C), infiltrasyon (Q_i) ve havalandırma (Q_V) yolu ile kaybolan enerji arasındaki farktan yararlanılır. Bitkiler tarafından fotosentez için kullanılan enerji (Q_F), toplam güneş ışıınının % 2-3'ü kadar olduğundan ve serada toprak içerisine olan ısı akışının (Q_P) belirlenmesi oldukça güç olduğundan bu iki değer hesaplamalarda gözönüne alınmamıştır (Bailey, 1986).

Başta iklim koşulları olmak üzere; arazinin topoğrafik durumu ve sulama suyu varlığı; pazara ulaşım açısından ana yollara hatta havaalanına yakınlık; ucuz ve bulunabilir işgücü; su, doğalgaz ve kesintisiz elektrik hatlarına yakınlık; varsa termal ve jeotermal enerji kaynaklarına yakınlık ve işletme alanının ileride büyümesi faktörleri göz önüne alınarak yapılan yer seçimi; işletmelerin karlılığını önemli ölçüde etkileyecektir.

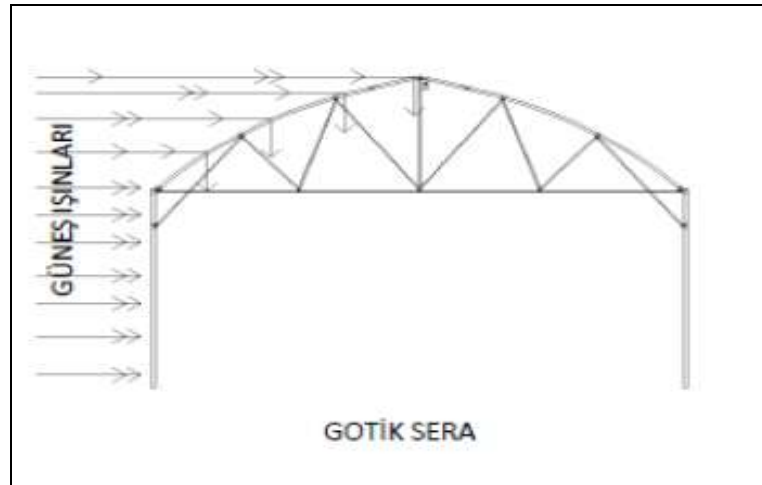
3.2.6 Yöre koşullarına uygun jeotermal enerji ile ısıtılan seranın özellikleri

Manisa ilinde Ahmetli ve Salihli ilçeleri için sebze yetiştiriciliğinde kullanılacak çelik konstrüksiyonlu bir plastik sera planlanmıştır. 50 tünelden oluşan seranın tünel açıklığı 9,6 m, çift taraflı; sera uzunluğu 105 m, sera eni 240 m'dir. Sera su basman hatlı yüksekliği 0,8 m ve sera yan yüzey yüksekliği 2,5 m'dir. Çatı açısı 27° alınmış olup, sera kuzey-güney doğrultusunda yerleştirilmiştir. Sera yapımında standart çelik profiller kullanılmıştır. Sera çatı ve yan yüzeyler plastik örtüyle kaplanmış olup sera çatısı gotik çatıdır (Şekil 3.13).

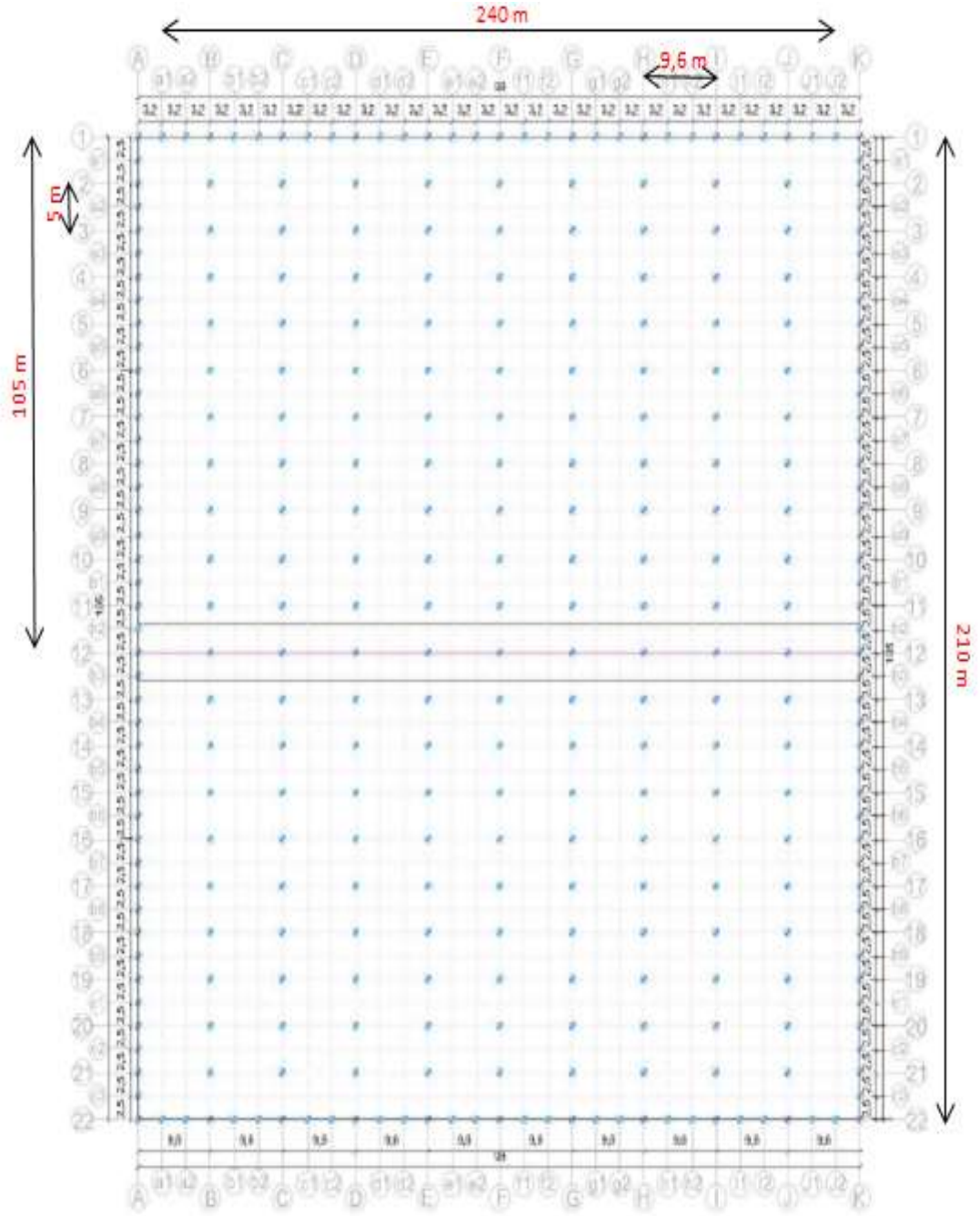


Şekil 3.13 Gotik çatı örneği

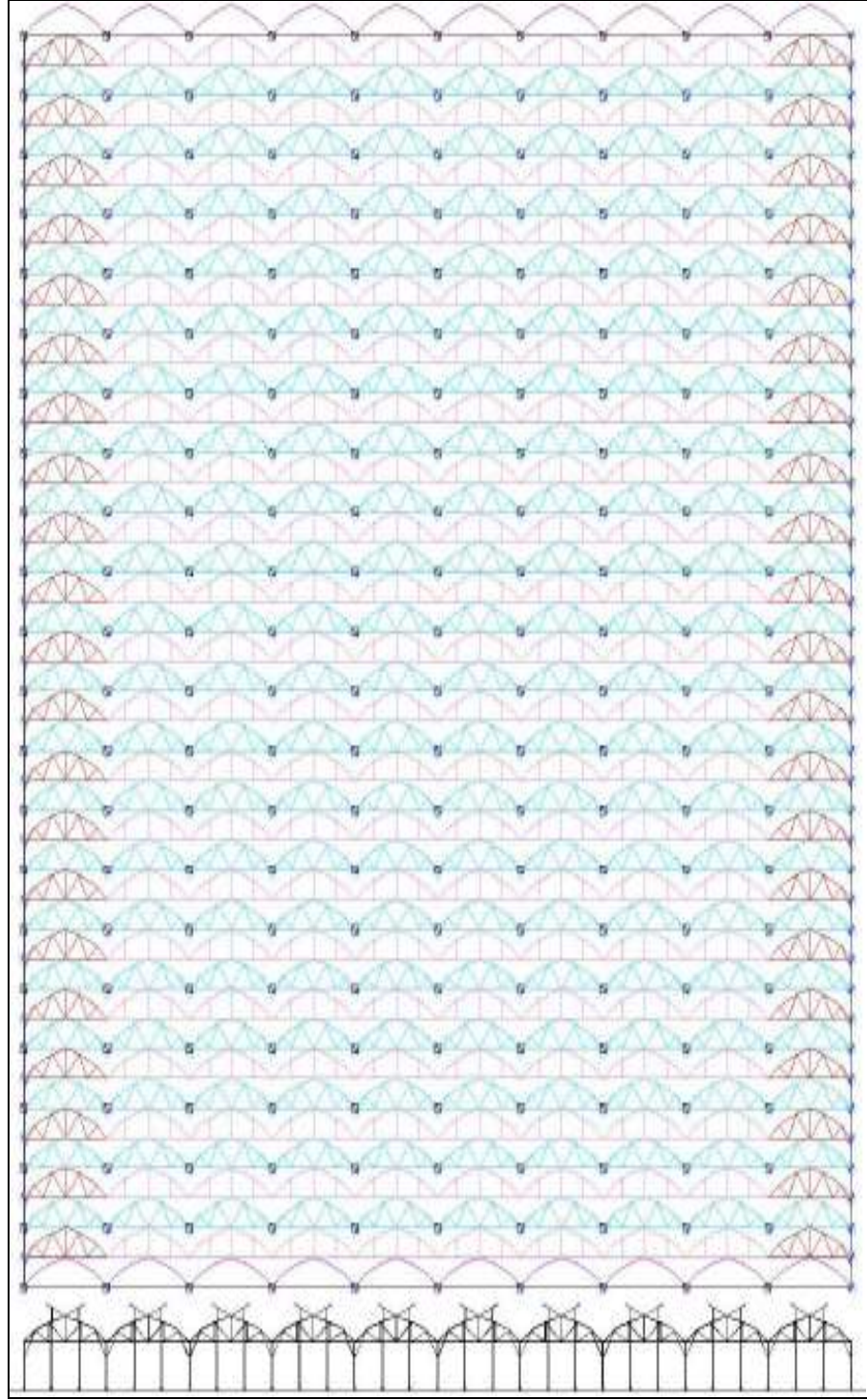
Gotik çatılı seralar daha geniş bir iç hava hacmi, daha iyi iklim kontrolü ve daha yüksek güneş ışıması sağlar. Sera kolon aralığı 5 m, makas aralığı 2.5 m, oluk altı yüksekliği 4,5 m ve tepe yüksekliği 7 m'dir. Örnek seraya ilişkin çizimler 3.15-3.19'da verilmiştir.



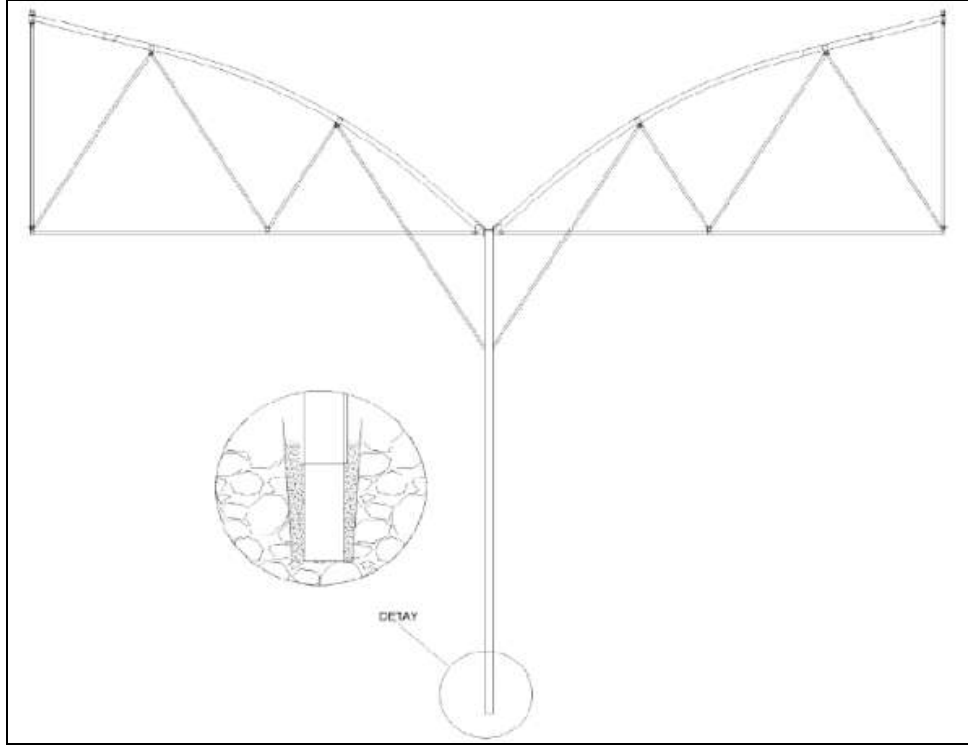
Şekil 3.14 Plastik seranın önden görünüşü



Şekil 3.15 Taban planı



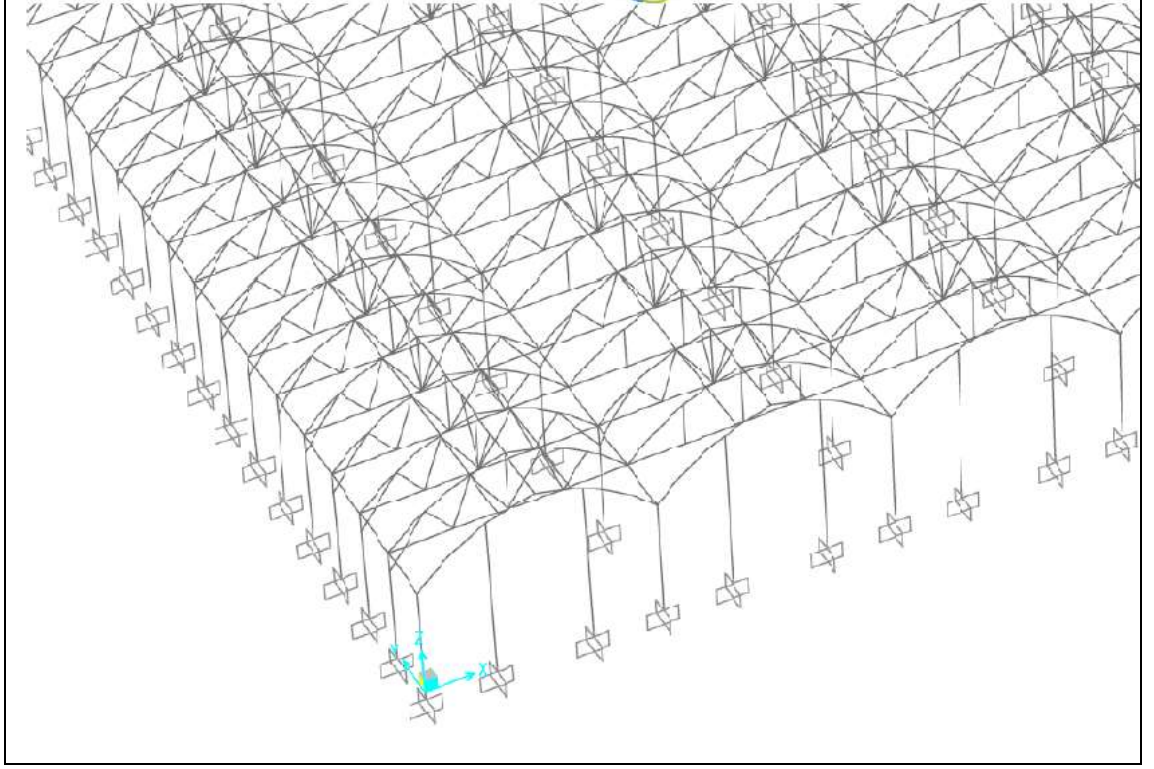
Şekil 3.16 Örnek makas planı



Şekil 3.17 Plastik seranın çatı makas planı kesiti



Şekil 3.18 Çatı kafes sistemi



Şekil 3.19 Plastik seranın üst görünümü

Örnek olarak planlanan seranın boyutlarının belirlenmesinde ve seraya ilişkin diğer yapısal planlamalarda; Hellickson ve Walker 1983, Öneş 1990, Yüksel 1992, Baytorun 1995, Ünlükara 1996, Sevgican 1999, Coşkun 2000, Filiz 2001, Arıcı 2003, Yağcıoğlu 2005, Yağanoğlu 2008, Yağanoğlu ve Kocaman 2011’de verilen esaslardan yararlanılmıştır.

Çevre koşullarına ilişkin hesaplamalarda Walker and Duncan (1974), Yavuzcan (1987), Yüksel (1989), Langhans (1990), Von Zabeltitz (1995), Baytorun (1995), Öneş, (2000), Filiz (2001), Olgun (2009)’da yer alan hesaplama ilkelerinden yararlanılmıştır.

Yöreye uygun tasarımı yapılan seranın; ısı dengesi hesaplamaları Alkan 1977, Hellickson ve Walker 1983, Öneş 1990; Yüksel 1992, Baytorun 1995, Ünlükara 1996, Sevgican 1999, Coşkun 2000, Filiz 2001, Arıcı 2003, Yağcıoğlu 2005, Öztürk 2006, Yağanoğlu 2008, Yıldız 2010, Yağanoğlu ve Kocaman 2011’de verilen esaslardan yararlanılarak hesaplanmıştır.

Isıtma maliyeti verilerinin oluşturulmasında yakıtların enerji değerleri; Yağanoğlu 2008; Yağanoğlu ve Kocaman 2011'den, yakıtların ve boruların 2011 fiyatları ise T.C. Çevre ve şehircilik Bakanlığı (Anonim 2012)'dan alınmıştır. Yakıt enerji değerleri çizelge 3.10'da verilmiştir. Jeotermal enerji ile diğer bazı sera ısıtma sistemlerinin karşılaştırılmasının yer aldığı karşılaştırma ise çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.10 Karşılaştırmada kullanılan yakıtların enerji değerleri (Yağanoğlu 2008).

Yakıt Cinsi	Birim	Enerji Değeri	Yakıt Cinsi	Birim	Enerji Değeri
Antrasit	Kj/kg	31 980	Gaz Yağı	Kj/l	33 570
Adi Maden Kömürü	Kj/kg	30 980	Katran	Kj/kg	35 500
Linyit (Yüksek kalite)	Kj/kg	20 900	Doğalgaz	Kj/m ³	36 950
Linyit (Düşük kalite)	Kj/kg	7 520	Bütan	Kj/kg	45 850
Odun	Kj/kg	14 330	Kok Kömürü	Kj/kg	28 010

Çizelge 3.11 Jeotermal enerji ile diğer ısıtma sistemlerinin maliyet karşılaştırılması.

Isıtma sistemi	Yakıt	Sabit masraf	İşletme masrafı
Jeotermal	Jeotermal	100	100
Soba	Linyit	120	271
	Kok kömürü	120	222
	Fuel-oil	120	202
	Odun	120	208
Kalorifer	Linyit	1028	314
	Kok kömürü	1028	253
	Fuel-oil	1028	225
	Odun	1028	234

Jeotermal enerji kaynaklı ısıtma ile diğer yakıt çeşitleriyle ısıtma verilerinin karşılaştırılması için yapılan hesaplamalarda aylara göre ısıtma değerleri belirlenirken aralık, ocak ve şubat aylarında ısıtma ihtiyacı günlük 24 saate, mart ayı ortalama gece süresi 12 saat ve en düşük ortalama sıcaklık değeri $-5,1^{\circ}\text{C}$ olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 18 saate, nisan ayı ortalama gece süresi 11 saat ve en düşük ortalama sıcaklık değeri -2°C olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 15 saate, mayıs ayı ortalama gece süresi 9,5 saat ve en düşük ortalama sıcaklık değeri 4°C olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 12 saate, haziran ayı ortalama gece süresi 9 saat ve en

düşük ortalama sıcaklık değeri 7,6 °C olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 6 saate, eylül ayı ortalama gece süresi 11,5 saat ve en düşük ortalama sıcaklık değeri 6,2 °C olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 12 saate, ekim ayı ortalama gece süresi 13 saat ve en düşük ortalama sıcaklık değeri 1,2 °C olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 15 saate, kasım ayı ortalama gece süresi 14 saat ve en düşük ortalama sıcaklık değeri -4,9 °C olduğu göz önüne alınarak ısıtma ihtiyacı günlük 18 saate göre hesaplanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Jeotermal Isıtmalı Örnek Seracılık İşletmesinin Değerlendirilmesi

Planlanan sera işletmesinde bulunan (2 x 105 m x 240 m) boyutlarında olan toplam 50040 m² alana sahip gotik çatılı plastik seranın maliyeti 2014 yılı birim fiyatlarına göre hesaplanmıştır. Plastik serada tek ürün ve sebze yetiştiriciliği olarak domates yetiştirilecektir. İşletmede gotik çatılı plastik seranın, işletme sermayesi ihtiyaç kalemleri yazılarak işletme sermayesi tespit edilmiştir. Fide alımları, ilaç giderleri, gübre giderleri, arı giderleri, kaya yünü gideri, CO₂ gideri, sera örtüsü ve işçilik gideri, personel-işçilik gideri, yakıt/enerji gideri, pazarlama/nakliye gideri, bakım onarım gideri ve genel giderler olmak üzere ihtiyaç duyulan işletme sermayesi hesaplanmış ve çizelge 4.1’de verilmiştir. Domates yetiştirilecek topraksız serada genel yatırım tutarları güncel birim fiyatlarına göre hesaplanmış çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Topraksız plastik seranın işletme sermayesi ihtiyacı.

İŞLETME KALEMLERİ	DÖNEMLER						
	1	2	3	4	5	6	7
Fide alım gideri	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
İlaç gideri	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400
Gübre gideri	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Arı gideri	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Kaya yünü- kokopit gideri	175.000	30.000	175.000	30.000	175.000	30.000	175.000
CO ₂ gideri	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Sera örtüsü ve işçilik gideri	144.851	0	0	144.851	0	0	144.851
Personel-işçilik gideri	141.727	141.727	141.727	141.727	141.727	141.727	141.727
Yakıt/enerji gideri	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Pazarlama/nakliye gideri	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Bakım onarım gideri	25.500	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	25.500
Genel giderler	30.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	30.000
TOPLAM	918.478	603.127	748.127	747.978	748.127	603.127	918.478
YILLIK ARTIŞ/AZALIŞ MİKTARI	0	-315.351	145.000	-149	149	-145.000	315.351

Çizelge 4.2 Topraksız plastik seranın genel yatırım gideri

YATIRIMIN CİNSİ	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (TL)	TOPLAM YATIRIM (TL)
I-ETÜD PROJE GİDERİ				30.000,00
II- ARAZİ ARSA BEDELİ				0
III-İNŞAAT YATIRIM GİDERİ				4.510.420,62
ANA İNŞAAT ÜNİTELERİ				4.345.844,60
Ana-dış-iç-çapraz direkler, yay ve parçaları				965.867,44
Kelepçe-klips ve yatağı-bağlantı parçaları				600.493,91
Toplama olukları ve parçaları	m	5.460,00	33,84	184.766,40
Tahliye (pvc) olukları ve parçaları	m	624,00	21,6	13.478,40
Kramayer				248.724,00
Kapı	Adet	4,00		2.304,00
Isı perdesi	m ²	50.000,00	12,96	648.000,00
Isı perdesi işçiliği	m ²	50.000,00	2,88	144.000,00
İnseknet (sineklik)	m ²	15.750,00	3,6	56.700,00
İnseknet (sineklik) işçiliği	m ²	15.750,00	2,16	34.020,00
Yetiştirme yatağı	m	30.000,00	21,6	648.000,00
Bitki askı sistemleri	Adet	120.000,00	1,008	120.960,00
Montaj işçiliği	m ²	50.000,00	10,8	540.000,00
Beton-demir	m ³	663,46	144	95.538,24
Beton dökümü-demir ve çukur açma işçiliği	m ³	663,46	64,8	42.992,21
YARDIMCI İNŞAAT ÜNİTELERİ				164.576,02
Makine ekipman bölümü, sundurma (5x5)	m ²	25,00	110,448	2.761,20
Bilgisayar odası-İdari bölüm (5 x 7)	m ²	35,00	302,4576	10.586,02
Paketleme bölümü (20 x 25)	m ²	500,00	302,4576	151.228,80
IV- MAKİNE VE DONATIM				3.177.391,80
Isıtma sistemi	Grup	2,00	608.858,50	1.217.717,00
Sera içi sulama sistemi	Grup	2,00	283.190,00	566.380,00
Otomasyon(iklimlendirme-sulama) sistemi	Grup	2,00	141.595,00	283.190,00
Elektrik tesisatı	Grup	2,00	141.595,00	283.190,00
CO2 tesisatı	Grup	2,00	70.797,50	141.595,00
Sirkülasyon fanları-7000 m ³ /h	Adet	200,00	566,38	113.276,00
Egzost fanları-45000 m ³ /h	Adet	200,00	1.359,31	271.862,40
Sisleme(FOG)	Grup	2,00	150.090,70	300.181,40
V- YARDIMCI MAKİNE EKİPMAN				208.028,16
Jeneratör(200 Kva)	Adet	1,00	48.784,32	48.784,32
Hasat arabası	Adet	10,00	7.200,00	72.000,00
İlaçlama makinesi	Adet	1,00	8.326,08	8.326,08
Baskül-hassas terazi	Grup	3,00	979,20	2.937,60
Su tankları (250'şer tonluk)	Adet	2,00	9.190,08	18.380,16
Traktör	Adet	1,00	57.600,00	57.600,00
VI-GENEL GİDERLER (%1)				78.958,41
VII-BEKLLENMEYEN GİDERLER (%1)				78.958,41
SABİT YATIRIM TUTARI				7.925.840,58
İŞLETME SERMAYESİ				918.478,00
GENEL GİDERLER VE BEKLLENMEYEN GİDERLER TOPLAMI				157.916,82
GENEL YATIRIM TUTARI				9.002.235,40

Sabit yatırım tutarı; etüt proje bedeli, ana yatırım ve yardımcı inşaat yatırım gideri, makine-ekipman giderleri, genel giderler, beklenmeyen giderler %1 nispetinde alınarak hesap edilmiştir. Sabit yatırım tutarı, işletme sermayesi, genel giderler ve beklenmeyen giderler toplamı genel yatırım tutarını oluşturmuştur. İşletme genel yatırım tutarı 9.002.235,40 TL olarak hesaplanmıştır.

Yörede jeotermal ısıtım toplaksız ortamda domates yetiştiriciliği yapılan seranın ekonomik yönden uygulanabilirliğini belirlemek amacıyla toplam işletme gelir ve giderleri hesaplanmıştır. İşletme kalemlerinden gelirler kısmında üretilen ürün geliri ve tarımsal desteklemeden gelen Bombus arı desteklemesi işletme gelirleri toplamında görülmüştür. İşletme gelirleri çizelge 4.1’de hesaplanmış işletme giderlerinden farkının bulunması ile işletme gelir-gider hesabı kayda alınmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Toplaksız plastik seranın yıllık işletme gelir-gider hesabı.

İŞLETME KALEMLERİ	DÖNEMLER						
	1	2	3	4	5	6	7
Sebze (Domates) satış geliri	17.745.000	17.745.000	17.745.000	17.745.000	17.745.000	17.745.000	17.745.000
Bombus arı destekleme geliri	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
İŞLETME GELİRLERİ TOPLAMI	17.748.000	17.748.000	17.748.000	17.748.000	17.748.000	17.748.000	17.748.000
Fide alım gideri	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
İlaç gideri	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400
Gübre gideri	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Arı gideri	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Kaya yünü-kokopit gideri	175.000	30.000	175.000	30.000	175.000	30.000	175.000
CO ₂ gideri	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Sera örtüsü ve işçilik gideri	144.851	0	0	144.851	0	0	144.851
Personel-işçilik gideri	141.727	141.727	141.727	141.727	141.727	141.727	141.727
Yakıt/enerji gideri	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Pazarlama/nakliye gideri	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Bakım onarım gideri	25.500	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	25.500
Genel giderler	30.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	30.000
İŞLETME GİDERLERİ TOPLAMI	918.478	603.127	748.127	747.978	748.127	603.127	918.478
GELİR - GİDER FARKI	16.829.522	17.144.873	16.999.873	17.000.022	16.999.873	17.144.873	16.829.522

İşletme net gelir-gider farkını hesap etmek için, Maliye Bakanlığı amortisman tablosuna göre; inşaat için 20 yıl makine-ekipman için 5 yıl hesaplanan amortismanlar, işletme sermayesinin % 75'ini teşekkül eden kredi, yıllık ödemeler şeklinde, yıllık %6.5 oran ile 7 yıl vadeli faiz ve masrafları hesap edilmiştir. Sabit yatırım ve işletme sermayesinin kredi ve öz sermaye oranlarının yer aldığı hesaplamalar çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Net gelir-gider farkı; amortisman, kredi faizi ve masraflarını çıkardıktan sonra ortaya çıkmıştır. Vergiye tabi matrahlarında hesap edilmesiyle kar zarar tablosu belirlenmiştir. Kar-zarar tablosu çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Topraksız plastik seranın kredi - özkaynak tablosu(TL)

50 DEKAR PLASTİK SERA DOMATES (TOPRAKSIZ) KREDİ - ÖZKAYNAK TABLOSU (TL)			
Kredi oranı: 75,0%	SABİT YATIRIM	İŞLETME SERMAYESİ	TOPLAM
KREDİ	5.944.380,43	688.858,50	6.633.238,93
ÖZKAYNAK	1.981.460,15	229.619,50	2.211.079,65
TOPLAM	7.925.840,58	918.478,00	8.844.318,58

Çizelge 4.5 Topraksız plastik seranın kar-zarar tablosu(TL)

DÖNEMLER	1	2	3	4	5	6	7
İŞLETME GELİR-GİDER FARKI	16.829.522	17.144.873	16.999.873	17.000.022	16.999.873	17.144.873	16.829.522
AMORTİSMANLAR	902.605,02	902.605,02	902.605,02	902.605,02	902.605,02	902.605,02	902.605,02
KREDİ FAİZİ+MASRAF	585.383,34	388.044,48	323.370,40	258.696,32	194.022,24	129.348,16	64.674,08
NET GELİR-GİDER FARKI	15.341.534	15.854.224	15.773.898	15.838.721	15.903.246	16.112.920	15.862.243
ZARAR MAHSUBU/indirim	0	0	0	0	0	0	0
VERGİYE TABİ MATRAH						16.112.920	15.862.243
VERGİ(% 20)	0	0	0	0	0	3.222.584	3.172.449
KAR/ZARAR	15.341.534	15.854.223	15.773.898	15.838.721	15.903.246	12.890.336	12.689.794

İşletme yatırım fizibilitesinin en net ortaya çıktığı hesaplamada nakit akım tablosu hazırlanmıştır. Nakit akım tablosunun sonuçlarına göre işletme tesisinin kurulup kurulmayacağına, varsa ortaklık yapılıp yapılamayacağı netleşmiş olur. Rasyonel değerler olduğu için yanılma payı istisnalar dışında yok denecek kadar azdır. Gelirlerin olduğu kısımda özkaynak, kullanılan kredi, işletme gelir gider farkı, diğer tarımsal net gelirler, hurda değer, işletme sermayesi, stoklar ve yılbaşı eldeki nakit değerlerinin toplamı nakit girişleri toplamını oluşturmaktadır. İnşaat yatırımları, makine-donatım, ilk tesis giderleri sabit yatırım tutarlarını vermektedir. Faiz ve komisyonu, anapara ödemesi toplamı borç ödeme toplamına eşit gelmektedir. Sabit yatırım toplamı, işletme sermayesi, borç ödeme toplamı ve vergilerin toplamı, toplam nakit çıkışlarını ifade etmektedir. Yıllonun elde kalacak tutar bizim için önemli ve projenin fizibilitesine karşı sorumluluk kaynağıdır. Yıllonun elde kalacak tutar toplam nakit girişleri ve toplam nakit çıkışları farkı çizelge 4.6’da yer alan nakit akım tablosunda görülmektedir.

Çizelge 4.6 Topraksız plastik seranın nakit akım tablosu (TL)

DÖNEMLER	1	2	3	4	5	6	7
A-ÖZKAYNAK	2.211.079,65						
Diğer İşletme Faaliyetleri							
B-KREDİ	6.633.238,93						
C-işletme gelir-gider farkı	16.829.522	17.144.873	16.999.873	17.000.022	16.999.873	17.144.873	16.829.522
Ç-diğer tarımsal net gelir	0	0	0	0	0	0	0
D-hurda değer							
E-işletme sermayesi							
F-stoklar							
G-yılbaşı eldeki nakit							
H-NAKİT GİRİŞLERİ TOPLAMI	25.673.841	17.144.873	16.999.873	17.000.022	16.999.873	17.144.873	16.829.522

Çizelge 4.6 Topraksız plastik seranın nakit akım tablosu (TL). (devam)

DÖNEMLER	1	2	3	4	5	6	7
İnşaat yatırımları	4.510.420						
Makina-donatım	2.813.566						
İlk tesis giderleri	187.916						
I-SABİT YATIRIM TOPLAMI	7.925.840,58						
J-İŞLETME SERMAYESİ	918.478	603.127	748.127	747.978	748.127	603.127	918.478
Faiz ve komisyon	585.383,34	388.044,48	323.370,40	258.696,32	194.022,24	129.348,16	64.674,08
Ana para ödemesi	947605,56	947605,56	947605,56	947605,56	947605,56	947605,56	947605,56
K-BORÇ ÖDEME TOPLAMI	1.532.988	1.335.650	1.270.975	1.206.301	1.141.627	1.076.953	1.012.279
L-VERGİLER	0	0	0	0	0	524.084	473.949
M-NAKİT ÇIKIŞ TOPLAMI	10.377.307	1.938.777	2.019.103	1.954.280	1.889.755	2.204.164	2.404.706
N-YIL SONU ELDEKİ NAKİT	16.051.148	19.083.650	19.018.976	18.954.302	18.889.628	19.349.037	19.234.228

4.2 Jeotermal Kaynaklardan Yararlanırken Karşılaşılabilecek Sorunlar

Jeotermal ısıtım seracılığın önündeki başlıca sorunlar; jeotermal mevzuatından kaynaklı problemler, jeotermal kuyularının ruhsatlandırılmış olması ile ilgili sorunlar, jeotermal ve seraların maliyetlerinin ayrı ayrı yüksek olması, sera yeri ve jeotermal enerji yeri bulmakta yaşanan güçlükler, jeotermal rezervuarından alınan kullanılmış suyun re-enjekte edilmesinde yaşanan sorunlar, modern seracılığın hukuki çerçevesinin olmayışı ve modern sera tanımlamasının yapılamamış olması, işletme bazlı sorunlar ve diğer sebeplerden oluşmaktadır.

Jeotermal mevzuatın enerji öncelikli oluşu, ilgili mevzuatının (13/06/2007 tarih ve 26551'nolu Resmi Gazetede yayımlanan 5686 sayılı "Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu" ve 11/12/2007 tarih ve 26727'nolu Resmi Gazetede yayımlanan "Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği") 25. Maddesinin 4. Bendinde "Enerji üretimi ve ısıtma uygulamalarına uygun jeotermal akışkanlar hariç, diğer akışkanların bulunduğu alanlarda akışkan

öncelikli olarak sağlık ve termal turizm amaçlı kullanılır." denilmektedir. Bu maddeden jeotermal kaynağın enerji ve ısınma uygulamaları öncelikli olduğu anlaşılmaktadır. Konut ve sera ısıtması bu maddede belirtilen ısıtma uygulamaları kapsamında değerlendirildiği için bu uygulamalar da önceliklidir. Ancak Ülkemizin içinde bulunmuş olduğu enerji darboğazı nedeniyle enerji sektörüne sağlanan teşvik ve destekler ile jeotermal kaynakların diğer alanlarda kullanımındaki belirsizlikler sebebiyle jeotermal kaynakların enerji sektöründe kullanımı daha öncelik kazanmıştır. Bunun yanında verilen jeotermal kaynak arama ruhsatlarının 3 yıl ile sınırlı oluşu, jeotermal sahaları başta olmak üzere yapılan sondaj araştırmalarının sonucunda jeotermal akışkan sıcaklığının yüksek olması yatırımcıları elektrik enerjisi üretmek için Jeotermal Enerji Santralleri kurmaya yöneltmektedir. 2015 yılı sonuna kadar işletmeye giren yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK) 10 yıl süre ile devletçe alım garantisi olması sebebiyle jeotermal kaynak sahipleri 2015 yılı sonuna kadar öncelikli olarak enerji yatırımlarını tamamlamak istemektedirler. Diğer alanlardaki yatırımlarını enerji yatırımlarını tamamladıktan sonraki dönemde planlamaktadırlar. Bazı durumlarda jeotermal kaynağın sıcaklığının elektrik enerjisi üretimi için uygun olmadığı durumlarda jeotermal kaynaklar seracılıkta kullanılabilmektedir. Yine jeotermal santral sahipleri kendileri seracılık yapmak istediklerinde elektrik ürettikten sonraki geri kalan ısıdan sera ısıtmasında kullanabilmektedirler.

Jeotermal enerjinin seracılıkta kullanımının önündeki en büyük engel ise; jeotermal sahaların ihaleyle satılması sonucu bu sahaları alan kişilerle seracılık yapacak kişilerin farklı kişiler olması hususudur. Jeotermal sahaları alan kişiler kendileri seracılık yapmak istediklerinde problem yaşanmazken başkaları seracılık yapmak istediğinde değişik gerekçelerle jeotermal enerjiyi seracılara vermek istememekteler veya çok pahalıya verme eğiliminde olmaktadır. Jeotermal saha sahipleri kendileri dışındaki seracılık yapmak isteyen kişilere jeotermal enerji vermeme gerekçelerinin bazılarında haklı da olabilirler. Zira jeotermal yatırımlarının yüksek olması ve seracılık yapacak kişilerin az olması veya seracılık yapılacak alanların farklı yerlerde olması nedeniyle bu alanlara jeotermal ısının taşınması maliyetinin yüksek olması, jeotermal enerjinin seracılıkta kullanımını güçleştirmektedir. Ayrıca saha sahiplerinin seracılara enerjiyi dekar başına kaç liradan verecekleri hususu da ayrı bir problem oluşturmaktadır.

Jeotermal kaynakların jeotermal mevzuat ile beraber kullanılmaya başlaması sonucu, seracılığa yatırım yapmak isteyen müteşebbislerin sayısı her geçen gün artış göstermektedir. Müteşebbisler çoğu zaman hem sera yeri bulma konusunda hem de jeotermal kaynaklardan faydalanma konusunda sıkıntılar yaşayabilmektedir. Bazen sera yeri bulurken jeotermal enerji bulma konusunda problem yaşamaktalar bazen de tam bunun tersi durumlar yaşanabilmektedir. Jeotermal kaynak sahipleri kendileri seracılık yapmak istediklerinde enerji açısından problem yaşamazken sera yeri bulma konusunda problemler yaşamaktadırlar. Zira bu alanlarda yeteri kadar hazine arazisi olmayışı ve mevcut arazilerin genelde şahıs arazisi olması nedeniyle sera kuracak yer bulamamakta, arazi almaya kalktığında arazi fiyatları normalin 10 katına kadar çıkabilmektedir. Bu hususlar jeotermal seracılığını olumsuz etkilemektedir.

Jeotermal yatırımlarının çok maliyetli oluşu hususu da jeotermal enerjinin seracılıkta kullanımını olumsuz etkilemektedir. Gerek jeotermal kaynak bulmak için yapılan sondaj çalışmalarının gerekse re-enjekte kuyularının açılması ve re-enjekte maliyetlerinin yüksek oluşu jeotermal yatırımcılara bu maliyetleri en kısa zamanda geri dönüşü olan jeotermal santral yatırımlarına yönelmelerine neden olmaktadır. Jeotermal akışkanın içermiş olduğu ağır metaller, özellikle bitkilere fitotoksik düzeyde bulunan bor nedeniyle çevreye olumsuz etkilerinden dolayı, re-enjekte edilme zorunluluğu hususu da maliyetleri artırdığı için jeotermal seracılığı olumsuz etkilemektedir.

Modern teknolojik topraksız kültür seraların maliyeti kullanılan teknoloji ve sera örtü malzemesine göre değişmektedir. Kenarları çift kat polikarbon, çatı örtüsü naylon olan çelik konstrüksiyonlu ve bilgisayar kontrollü seralarda maliyet katlanarak artmaktadır. Ülkemizde kurulan modern topraksız kültür seraların çoğunun ithal veya dış patentli oluşu ile otomasyon sistemlerinin tamamına yakınının ithal olması maliyetleri artırmaktadır.

Günümüzde seracılığın hukuki bir statüsü veya tanımı yoktur. Seralar tarımsal işletme midir, yoksa bir sanayi işletmesi midir, yoksa bir ticari işletme midir belli değildir. Eğer GTHB İl Müdürlüğüne giderseniz örtü altı kayıt sistemine dahil olursanız bir tarımsal işletme gibi işlem görür ve bununla ilgili desteklemelerden faydalanabilirsiniz. Eğer

jeotermal sera yapmak için girişimde bulunulursa İmar Kanunu ve Yapı Denetim Kanunu kapsamında bir tarımsal işletme gibi değil bir bina veya fabrika yapılması prosedürü gibi işlem görmektedir. OSB'nde ise bir sanayi kuruluşu gibi sera yeri tahsis edilir. Eğer seralara elektrik alınacak olursa, seranın tarım işletmesi mi, sanayi işletmesi mi, yoksa ticari bir işletme mi olduğu belirlenemediğinden çoğu sera işletmeleri ticari işletme olarak muamele görmekte ve elektriği daha yüksek fiyattan ödeme durumunda kalmaktadır. GTHB tarafından çıkartılmış 2011/1 ve 2012/1'nolu "Modern Seralarda Aranacak Asgari Şartlara Dair Uygulama Talimatı" da modern seraların taşıyacağı özellikleri belirlemekte olup seracılığın hukuki bir statüye kavuşturulmasına yönelik bir düzenleme değildir. Seracılığın hukuki bir statüsü olmadığı için sera yapım esnasında ve daha sonrasında üreticiler birçok problemle karşı karşıya kalmaktadırlar.

Ülkemizde seracılık yatırımları değişik şekillerde desteklenmektedir. Ancak bu destekler yeterli değildir. Seracılık için verilen Ziraat Bankası sübvansiyonlu kredi miktarları yeterli olurken, bu kredilerin diğer bazı zirai kredilerde olduğu gibi %100 faiz sübvansiyonlu olmaması yatırımcıyı mali açıdan daha fazla düşündürmektedir. Avrupa Birliği fonlarından seracılık yatırımları için yapılan hibe veya ucuz kredi imkanları araştırılmalıdır. Modern seralara yönelik AR-GE merkezlerinin olmaması ve hem akademik hem de ticari olarak modern sera ile ilgili çalışmaların az olması sebebiyle topraksız tarımda otorite boşluğu bulunmaktadır.

İşletme bazlı sorunlar, genel olarak jeotermal kaynakların niteliğine bağlıdır. Sorunlar, kuyu başında ya da kaynağında başlamaktadır. Doğal artezyen kaynağında sorun az olmakla birlikte pompa kullanımının gerekli olduğu sondaj kuyusunda ise, su haznesinde aşırı kullanım ve kumun pompaya zarar vermesi gibi iki önemli sorun öne çıkmaktadır. Diğer bir sorun ise jeotermal akışkanda bulunan oksijen (O_2), karbondioksit (CO_2), klor (Cl) ve hidrojen sülfür (H_2S) tarafından oluşturulan korozyondur. Teknik gereksinimler ve ekonomik sonuçlar arasında iyi bir uzlaşma ile sorunları en aza indirebilir. Maliyeti yüksek karmaşık çözümler yerine belli süreler içinde bakım gerektiren basit çözümlerin seçilmesi çoğu zaman daha ekonomik olmaktadır. Benzer bir sorun kabuklaşma ile meydana gelmektedir. Kullanılan

malzemelerin fiziksel özelliklerinden kaynaklanan ısı değiştirgeçlerine ait sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Jeotermal ısıtılmalı modern seraların modern olmayan seralara göre hukuki statülerinin belirsizliği sebebiyle, şartları farklı standartları aynı olan firmalar aynı havuzda değerlendirilmekte bu da pazardaki adaleti olumsuz etkilemektedir. Sosyal Güvenlik Kurumu'nun jeotermal ısıtılmalı modern seralarda çalışan personelin özlük haklarına yönelik çalışma yapması; sigorta primi ve kıdem tazminatı gibi durumlara el atması gerekmektedir. Modern seralarda yetiştirilen ürünlerin ve pazarın durumuna kesinlikle etkisi olacağı düşünülmektedir.

4.3 Karşılaşılabilecek Sorunlara Karşı Çözüm Önerileri

Jeotermal seracılığın sorunları teknik açıdan, mali açıdan ve hukuki açıdan olmak üzere 3 aşamada ele alınabilir. Teknik açıdan jeotermal kuyuları ve onların bakımı, sistemin kusursuz işlemesi için yapılması gerekli önleyici tedbirler yeterli olabilmektedir. Ticari kullanımdan önce sahanın iyice etüt edilmesi, özelliklerinin araştırılması, gerektiğinde kum ve benzeri materyalin pompaya zarar vermemesi için filtre ve çeşitleri kullanılabilir. Teknik sorunlardan bir diğeri ise korozyondur. Korozyon oluşturmeyen madde kullanımı, agresif kimyasal bileşenlerin yansızlaştırılması veya sıvıdan çözülmemiş gazların alınması ve ayrıştırılması ile kimyasal bileşenlerin düzenlenmesi ve kuyudan ısıtma tesisatına doğrudan olmayan bir bağlantı yapılması korozyonu önlemek için kullanılabilir. Teknik gereksinimler ve ekonomik sonuçlar arasında iyi bir uzlaşma ile sorunları en aza indirebilir. Teknik konular arasında MTA ya da TP gibi devlet kurumları eliyle jeotermal kuyularının açılması sağlanabilir, ya da sondajı yapılan kuyulara garantör olmaları sağlanabilir. Sondajı yapılarak açılmış kuyulardan beklenmedik şekilde rezervin bitmesi ya da istenenin çok altında olması durumunda, kurulmuş işletmelerin faaliyetlerinin sekteye uğramaması için alternatif enerji kaynağına yönelmesi durumunda gerekli mali ve teknik desteklerin sunulması önemli bir beklentidir. Jeotermal rezervinin tespit edilmesinden sonra ciddi maliyetlerle açılan kuyulardan yeterli ve beklenen verim alınamadığında faaliyet bütçesinden büyük bir kayıp yaşayan yatırımcının beli

bükülmektedir. Bu açıdan sözü edilen garantörlük oldukça fazla önemsenmektedir. Mali açıdan ise sorunları ele alırken göze çarpan en önemli kriter yatırım kalemlerinin yüksek tutarlar tutması ve yatırımcının bu mali yükü bir başına üstlenmesinde oldukça zorluk çekmesidir. Yüz yüze yaptığımız görüşmelerde işletme sahipleri jeotermal ısıtmalı seracılık yapan işletmelere kredi kullandırılırken devlet bankalarının diğer tarımsal sübvansiyonlu krediler gibi yüzde 0 faizle kullanmak isteğini dile getirmektedir. Jeotermal ısıtmalı seracılık yapan yatırımcıya desteklerin artması, hibelerin teşviklerin zenginleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Modern seracılık işletmelerinde pazara daha kaliteli ve nitelikli ürün hazırlarken temin edilen sertifikalar, kurulan sistemler, çalıştırılan personelin sigortalarının zamanında ve eksiksiz ödenmesi gibi öne çıkan olumlu yaklaşımların ödüllendirilmesi gerekmektedir. Aksi halde zaman içinde şartları, farklı standartları aynı birtakım işletmeler ile girilen rekabetlerde mağlup tarafın nizami kaidelere harfiyen uyan, kendileri olacağından bahsetmektedirler. Ön plana çıkan husus, çalışan işçilerin sigorta primlerine devlet katkısının sağlanması, aynı şekilde sigortalı çalışanların kıdem tazminatında işletmelere yardımcı olacak uygulamaların başlaması gerektiği dile getirilmektedir.

Jeotermal kuyuların ruhsatlandırılması neticesinde ruhsatı alan kişi veya zümrelerin bu alanları, hak sahibi olarak, seracılık faaliyeti gerçekleştirmek isteyen yatırımcılara hiçte adil olmayan ücretlendirme ile pazarlamaya çalışması söz konusudur. Günden güne ilgili enerji alanında tekelleşmelerin görülebileceği hatırdan çıkarılmamalıdır. Devlet mekanizmasının duruma müdahil olarak standart bir fiyat ya da oluşturacağı mevzuatla seracılık yapacak yatırımcının elini kolaylaştırması gerekmektedir. Hukuki yönden ise jeotermal ısıtmalı modern seracılık yapan yatırımcının diğer faaliyette bulunan işletmelerden farklı bir statüde tanınması gerekmektedir. Bu yolla kredi sübvansiyonlarının % 100 veya ona yakın olması sağlanabilir, teşvik ve hibelerden daha fazla istifade etme hakkı tanınmalıdır. Pazarda tutunmaları için haksız rekabetin önüne geçilmelidir. Çalışan personelinin sigortasını ödeyen ve vergisini aksatmayan modern sera tesisi işletmelerinin mağdur edilmemesi önemlidir. Zira pazara ürün arzında dalgalı bir trendi olan işletmelerin, verimlerinde ciddi kayıp söz konusu olmaktadır.

Özellikle devlet planlamada görev alan ilgili uzman ve teknokratların enerji hesaplarını revize etmeleri önemli tavsiye edilmektedir. Zira milli enerji politikamızda ithal edilen enerji kaynağından temin edilen elektrik ve ısıtma faydasının katkısı olduğu gibi, döviz kaybına da yol açmaktadır. Jeotermal ısıtmalı seralarda yetiştirilecek kaliteli nitelikli ve yüksek verimli ürünlerin satışı ile elde edilecek gelirin göz ardı edilmemesi, planlama hesaplarında göz önünden ayrılmaması gerekmektedir. Jeotermal ısıtmalı seralara yönelik hukuki düzenlemeler arasına GTHB ve ilgili birimleri, Avrupa Birliği Katılım öncesi yardımlar araçları (IPARD) tarım ve kırsal kalkınmayı destekleme mevzuatlarında jeotermal ile ilgili ayrı bir bölüm ele alınmalı modern seralar hibe desteklerini ciddi oranlardan alabilmelidir. Zira modern ve kazanç getiren bir seranın yatırım maliyeti oldukça yüksek olduğu için bu hususta yatırımcıya gösterilen en küçük kolaylık bile kayda değer olacaktır. Önemli hususlardan bir tanesi de jeotermal ısıtmalı modern seralarda uygulanan topraksız tarım hakkında gerekli otoritelerin kendilerini güncellemeleri, AR-GE merkezleri açılıp, ciddi bütçelerle yeni çıkarımlar elde edilmesidir. Yatırım gerçekleştirecek müteşebbis gönül rahatlığı ile akademik ve pratik örtüşen bilgilere sahip olup, hiçbir kuşkuya kafasında yer vermeden yatırımını gerçekleştirebilmelidir. Gerçekleştirilecek yatırımlarda yüksek verim ve kaliteli cinsler hedef olmalı, iç ve dış pazarlara arz sağlanmalıdır. Bu vesile ile milli ekonomiye katkıda kayda değer iyileşmeler jeotermal ısıtmalı modern seralarda söz konusu olabilecektir.

5. SONUÇ

Jeotermal kaynaklar bakımından dünyada yedinci sırada yer alan Türkiye, toplam elektrik enerjisi ihtiyacının % 5'ini, ısı enerjisi ihtiyacının % 30'unu karşılayabilecek nicelikte jeotermal potansiyele sahiptir. Ne var ki, bugün için potansiyelin yalnızca %4'ü değerlendirilebilmektedir. Toplam jeotermal potansiyelimizin (2000 MWe, 31500 MWt) elektrik üretimi, şehir ısıtma, soğutma, sera ısıtma, termal tesis ısıtma, termal turizm (kaplıca) kullanımı, kimyasal maddeler üretimi, sanayide kullanım vb. uygulamalarda tam değerlendirilmesi ile sağlanacak hedef yıllık net yurtiçi katma değer 25 Milyar ABD \$'ı civarındadır. Bu bilginin sürekli hafızada tutulması gerektiği bilinmelidir. Milli kalkınma stratejileri hazırlanırken, enerji faslında ele alınıp enerjinin tasnifi gelir-gider kalemlerinde jeotermal enerji öncelikli göz önünde tutulmalıdır. Tarım her ülkenin kalkınmasının temel faktörüdür. Enerji ve tarım bir arada telaffuz edileceği zaman çalışmada fizibilitesini yaptığımız işletme örnek teşkil edecek karlılıkta, fayda ve istihdam sağlayıcı durumdadır.

Manisa ili Ahmetli ve Salihli ilçelerinde 50 dekar alana sahip jeotermal ısıtmalı topraksız domates yetiştiriciliği yapılan sera işletmesinin uygulanabilirliği araştırılmış ve servis ömrü boyunca elde edilen işletme gelir ve giderlerinin nakit akım tablosu oluşturulmuş, yıl sonu itibariyle servis ömrü boyunca her sene elde edilen nakit tutar, projenin yapılabilir (ranta) olduğu ve tavsiye edilebilir olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Manisa ilinde toplam 1.325 da sera alanında 96 işletme faaliyette bulunmaktadır. 1.219 da plastik serada, 105 da yüksek tünel seralarda, 1 da alçak tünel serada yetiştiricilik yapılmaktadır. Mevcut seraların % 92'si plastik seradır. Toplam 1.219 da plastik seranın 720 dekarında jeotermal enerji ile ısıtma gerçekleştirilmektedir. Bu oran toplam sera alanının % 55'ine plastik seraların % 60'ına tekabül etmektedir.

Seralarda ısıtma maliyetleri yüksek olduğu için daha ziyade ilkbahar erken ve sonbahar geç turfanda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Oysa jeotermalle ısıtılan seralarda 11 ay süre ile üretim yapılabilmektedir. Jeotermal ısıtmasız seralarda yılda 2 dönem halinde yapılan yetiştiricilikte dekara toplamda 12-20 ton civarında verim alınırken jeotermal

ısıtmalı seralarda 25-35 ton verim alınmaktadır. Jeotermalle ısıtılan seralar modern teknolojik seralar olduğu için genelde bu seralarda topraksız kültürde üretim yapılmaktadır. Topraksız kültür seralarda, toprak kullanılmadığı için topraktan kaynaklanan hastalık ve zararlılar elimine edilmekte ve daha az ilaç kullanılmaktadır. Bu seralar bilgisayar kontrollü olduğu için sera içi iklimi ve dolayısıyla sera içi sıcaklığı bitkinin istediği oranda tutulmakta, meyve tutumu için hormon kullanılmamakta ve bombus arıları ile tozlanma sağlanmaktadır. Durum böyle olunca hem daha fazla verim alınmakta, hem de daha sağlıklı bir üretim gerçekleştirilmektedir. Kaliteli olarak üretilen bu ürünler iç ve dış pazarda talep görmekte ve üreticisini ekonomik olarak memnun etmektedir.

Bu çalışma Manisa ilinin iklim verilerinin seracılık için uygun oluşu, jeotermal kaynaklarca zengin oluşu, jeotermal seracılıktan sağlanacak gelirin yüksek oluşu, jeotermal seranın daha yeterli bir düzeyde kullanılması gereği ve daha sağlıklı bir üretim yapılması gereğinden yola çıkılarak gerçekleştirilmiş bir çalışmadır.

Manisa'da 720 da alanda toplam 5 adet seracılık işletmesi jeotermal ısıtmalı seracılık yapmaktadır. İlk tesis maliyetlerinin yüksek oluşu, bakım masrafları, enerji giderleri ve diğer giderlerinin maliyeti yüksek olduğu için modern serada işletmeleri istenen sayı ve düzeye gelememektedir. Göz ardı edilen bir husus var ki o da tarım ve kırsal kalkınmanın gelişmesinin önündeki en büyük fırsatlardan biri modern seracılık tesisi yatırımdır. Bir de bu yatırım enerji maliyetleri minimize edilmiş, otomasyon sistemi kurulmuş, pazar koşulları öğrenilmiş, iklim ve diğer faktörler açısından analiz edildiğinde elverişli bir coğrafyada ciddi kazançlar elde etmek ve istihdama yönelik önem arz etmektedir.

Modern sera tesisleri inşa edilirken birim alan büyüklükleri mümkün oldukça büyük seçilmelidir. Zira birim alan büyüdükçe sabit yatırım masrafları oranı azalmaktadır. Çalışma esnasında dikkat çeken bir husus ise modern seralarda kurulan otomasyon sistemlerinin hem yazılım hem de donanımlarının tamamına yakını ithal ve yabancı olmasıdır. Yüksek maliyetli yatırımlarda olası arızalar, teknik aksaklıklar olduğunda serada üretimin sekteye uğramaması gerekir. Her ne kadar teknik servis kısmını online

web üzerinden çözüyor olsalar bile bu durum acilen ele alınarak millileşme yoluna gidilmelidir. Bunun için geniş ve büyük çaplı sadece il bazlı değil ulusal hatta uluslararası kapasiteye sahip Ar-Ge merkezleri planlanıp kurulmalıdır. Bu Ar-Ge merkezlerinde tecrübe paylaşımı, literatür takibi, çeşitli saha çalışmaları, yazılım ve donanım geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Sadece teorikte değil pratikte de teknik anlamda fert yetiştiren eğitim-öğretim kurumları ile iş birlikleri kurularak nitelikli ve konusunda otorite olabilecek uzmanlar yetiştirilmelidir.

Manisa Ege bölgesi içinde ihracatı ve tarıma dayalı ihracatı en fazla olan illerdendir. Bu potansiyeli değerlendirerek özellikle Ahmetli gibi nispeten daha kırsal ve Salihli gibi nispeten daha merkezi yerde modern sera işletmelerine yatırım ağırlık kazanmalıdır. Hem Manisa'nın hem de Manisalıların kazanması için büyük bir fırsattır. Çünkü olması gereken her faktör yeteri kadar mevcuttur. İklimi uygundur, enerji maliyetlerini minimize edebilecek jeotermal rezervi mevcuttur. Ülkemizin en büyük pazarlarından ve ihracat potansiyeline sahip illerinden biri olan İzmir iline yakınlığı büyük avantaj teşkil etmektedir. Rezervlerin ve faktörlerin dinamik şekilde kullanılması ile jeotermal ısıtmalı seralar kurulup yüksek verimli, yüksek standartlı ürünler elde edilip, hem işletmelerin kazancı arttırılır, hem de istihdam açısından önemli bir görev yerine getirilmiş olur.

KAYNAKLAR

- Adaro, J.A., Galimberti, P.D., Lema, A.I., Fasulo, A. and Barral, J.R. 1999. Geothermal contribution to greenhouse heating. *Applied Energy*, 64, (1-4), 241-249.
- Alkan, Z. 1977. Sera Planlama ve İnşa Tekniği. Denizli: Ege Üniv. Mühendislik Bilimleri Fakültesi Denizli Ön Lisans Okulu.
- Anonim. 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, 201, Ankara.
- Anonim. 2012. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı Modern Seracılık Yatırım Raporu. Denizli.
- Anonim. 2013a. Web Sitesi: <http://mantle.geop.itu.edu.tr/~jeotermal/manisa.html>, Erişim Tarihi: 15.11.2013
- Anonim. 2013b. Web Sitesi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Manisa>, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Anonim. 2013c. Web Sitesi: <http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/turkiyede-jeotermal>, Erişim Tarihi: 02.11.2013.
- Anonim. 2013. Web Sitesi: <http://www.geka.org.tr/>, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Anonim. 2013d. Web Sitesi: <http://www.zafer.org.tr/jdownloads/Raporlar%20%20Strateji%20Belgeleri/sera-jeotermal-enerjisine-kavusuyor-projesi.pdf>, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Anonim. 2013e. Web Sitesi: <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/turkiye%20i.htm>, Erişim Tarihi: 02.11.2013.
- Anonim. 2013f. Web Sitesi: <http://www.modernsera.com/>, Erişim Tarihi: 11.11.2013
- Anonim. 2013g. Web Sitesi: <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MANISA>, Erişim Tarihi: 11.11.2013
- Anonim. 2013ı. Web Sitesi: <http://antalya.tarim.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 11.11.2013
- Anonim. 2013j. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr/iller/manisa/index.php?Sayfa=anasayfa/>, Erişim Tarihi: 11.11.2013
- Anonim. 2013k. Web Sitesi: http://www.manisa.gov.tr/default_B0.aspx?content=222/, Erişim Tarihi: 13.11.2013
- Anonim. 2013l. Web Sitesi: <http://manisa.tarim.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 13.11.2013

- Anonim. 2013m. Web Sitesi: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/balikesir/index.php?id=jeotermalenerji>, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Anonim. 2013n. Web Sitesi: http://www.mta.gov.tr/v2.0/turkiye_maden/maden_potansiyel_2010/manisa_madenler.pdf, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Anonim. 2013o. Web Sitesi: http://www.mta.gov.tr/v2.0/turkiye_maden/maden_potansiyel_2010/manisa_madenler.pdf, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Anonim. 2013ö. Web Sitesi: <http://www.sera-bir.org.tr/modern-sera-standartlari>, Erişim Tarihi: 10.11.2013
- Anonim. 2013p. Web Sitesi: http://www.serakurulumu.com/seranin_onemi_ve_tanimi.html, Erişim Tarihi: 13.11.2013
- Anonim. 2013. Web Sitesi: <http://www.zafer.org.tr/>, Erişim Tarihi: 02.11.2013
- Badruk, M. 2003. Jeotermal enerji uygulamalarında çevre sorunları, Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri: Temelleri ve Tasarımı Seminer Kitabı, MMO Yayınları 345-358, Ankara.
- Bailey, B.J. 1986. Applications of reject energy for heating greenhouses in United Kingdom, NRE Bulletin FAO.
- Bakos, G.C., Fidanidis, D. and Tsagas, N.F. 1999. Greenhouse heating using geothermal energy. Geothermics, 28(6), 759-765.
- Baytorun, A. N. 1995. C. V. Zebeltitz, Seralar. Adana: Çukurova Üniversitesi Genel Yayın No : 110.
- Coşkun, M. 2000. İzmir ve civarındaki seraların konstrüksiyonel özelliklerinin saptanması ve geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı, 212, İzmir
- Dağdaş, A. 2004. Jeotermal enerjiden yararlanmada Türkiye'nin dünyadaki konumu ve potansiyeli. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 80(1), 38-49.
- Emekli, N.Y., Büyüктаř, D. ve Büyüктаř, K. 2008. Antalya yöresinde seracılığın mevcut durumu ve yapısal sorunları. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 25(1), 26-39.
- Filiz, M. 2001. Sera İnşası ve Kliması. Akademi Kitabevi, 266, İzmir.
- Ghosal, M.K. and Tiwari, G.N. 2004. Mathematical modeling for greenhouse heating by using thermal curtain and geothermal energy. Solar Energy, 76(5), 603-613.

- Göncüoğlu, M. 2014. Sözlü görüşme. Göncüoğlu A.Ş., Manisa, Türkiye.
- Günerhan, H. 2011. Jeotermal Enerjili Sera Isıtma Sistemleri, 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, Makine Mühendisleri Odası, 195-215, İzmir.
- Hellickson, M. A. and Walker, J. N. 1983. Ventilation of Agricultural Structures (pp. 257-300). Michigan: American Society of Agricultural Engineers.
- Karytsas, C., Mendrinos, D. and Goldbrunner, J. 2003. Low enthalpy geothermal energy utilisation schemes for greenhouse and district heating at Traianoupolis Evros, Greece. *Geothermics*, 32(1), 69-78.
- Kurtar, E.S. 2012. Sera Ekolojisi Ders Notları, 72 s. <http://www2.omu.edu.tr/docs/dersnotu/1407.pdf>. Erişim: Mayıs 2014
- Kuter, N. 2009. Çankırı Kenti ve Yakın Çevresinin Termal Turizm Açısından Değerlendirilmesi, TMMOB Jeotermal Kongresi, 23-25 Aralık, Ankara.
- Olgun, M., Kendirli, B. ve Çelik, M.Y. 1997. Yalova ilinde farklı özelliklerdeki seralar için ısıtma gereksinimlerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-7.
- Öneş, A. 1990. Sera Yapım Tekniği 2. Baskı. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1165.
- Özgener, Ö. and Koçer, G. 2004. Geothermal heating applications. *Energy Sources*, 26(4), 353-360.
- Öztürk, H.H. 2004. Jeotermal Enerjiyle Sera Isıtma Sistemleri İçin Tasarım Değişkenlerinin Belirlenmesi, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 26-28 Mayıs 2004, İstanbul.
- Öztürk, H.H. 2006. Seracılıkta Jeotermal Enerji Kullanımı, Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayınları, 394, Ankara.
- Popovski, C. 1987. Economy Of Geothermal Energy Use in Agriculture. FAO/CNRE Workshop on Geothermal Energy Use in Agriculture, Skopje.
- Rad, S. ve Yarşı, G. 2005. Silifke ilçesinde serada domates yetiştiren işletmelerin ekonomik performansları ve birim ürün maliyeti, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 26-33, Mersin.
- Savaş, Y. 1996. Kırşehir yöresindeki jeotermal kaynaklardan sera ısıtılmasında yararlanılması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 100, Adana.

- Savaş, Y., Başçetinçelik, A. ve Öztürk, H.H. 1997. Kırşehir Yöresindeki Jeotermal Kaynaklardan Sera Isıtmada Yararlanma Olanakları, 2. Seracılık Sempozyumu, 31 Mayıs-01 Haziran 1997, Kütahya.
- Serpen, Ü. 2006. Jeotermal Enerjinin Dünyada, Türkiye’de Durumu ve İstanbul
- Sevgican, A. 1989. Örtüaltı Sebzeciliği, TAV, 196, Yalova.
- Yağanoğlu, A. V. 2008. Sera Yapım Tekniği 3. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:200 (s. 171). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi ofset tesisleri.
- Yağcıoğlu, A. 2005. Sera Mekanizasyonu. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 562.
- Yanık, A. 2014. Sözlü görüşme. Mopaş A.Ş., Manisa, Türkiye.
- Yıldız, M. 2010. Aydın ilindeki jeotermal enerji kaynaklarının sera ısıtmak amacıyla kullanımı üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

EK-1 Anket Formu

Manisa, Salihli, Ahmetli İlçelerindeki Seraların Teknik ve Yapısal Yönünden Özelliklerinin Belirlenmesi Amacıyla Yapılmış Olan Anket Formu:

1. İşletme Sahibinin Adı-Soyadı:
2. İşletme Sahibinin Eğitim Durumu:
3. İşletmenin Yeri:
4. İşletme Şekli:
 - a) Aile İşletmesi
 - b) Büyük İşletme:
 - Mühendis Sayısı
 - Teknisyen Sayısı
 - İşçi Sayısı
5. Üretim Periyodu:
 - a. İlkbahar ürün
 - b) Sonbahar
 - c) İlkbahar ve sonbahar
 - d) Tek
6. Yetiştirilen Ürün:
 - a. Domates
 - b) Patlıcan
 - c) Biber
 - d) Hıyar
 - e) Diğer
7. Seranın Yönü:
 - a) Doğu-Batı
 - b) Kuzey-Güney
 - c) Diğer
8. Seranın Boyutları:
 - a. En:
 - b. Boy:
 - c. Mahya Yüksekliği:
 - d. Yan Duvar Yüksekliği:
 - e. Çatı eğim açısı:
 - f. Kolonlar arası mesafe:
 - g. Kapı boyutu:
9. Sera Yapım Malzemesi:
 - a) Çelik
 - b) Alüminyum
 - c) Ahşap
 - d) Diğer
10. Sera Çatı Tipi ve Açısı
 - a) Beşik Çatı
 - b) Yay Çatı
 - c) Yarım Ay
 - d) Yüksek Tünel
 - e) Diğer
11. Seranın Kuruluş Şekli
 - a) Tekil Sera
 - b) Bölmesiz Blok Sera
 - c) Bölmeli Blok Sera

12. Seranın Yapılma Amacı (Yararlanma Şekli)

- a) Tohum-Tohumluk Seraları
- b) Sebze üretimi
- c) Araştırma Seraları
- d) Diğer

13. Seranın Üretim Yılı

- a) 0-1 yıl
- b) 2-3 yıl
- c) 3-5 yıl
- d) 5-10 yıl

14. Sera Örtü Malzemesi:

- a. Cam
- b. Plastik
 - UV katkılı
 - IR katkılı
 - UV+IR katkılı
 - UV+IR+AV+AF katkılı
- c. Sert Plastik
- d. Diğer

15. Havalandırma Şekilleri:

- a. Çatıda
- b. Yan Duvarlarda
- c. Çatı-Yan Duvarlarda
- d. Mekanik Havalandırma
- e. Doğal+Mekanik Havalandırma

16. Havalandırma kapaklarının boyutları:

- a) Çatı Havalandırma Pencerelerinin Boyutları:
- b) Yan Havalandırma Pencerelerinin Boyutları:

17. Seraların Isıtma Şekli

- a) Sobalarla(Kullanılan soba sayısı.....adet)
- b) Güneş Enerjisi İle
- c) Sıcak Hava İle
- d) Buharlı
- e) Sıcak su borularıyla
- f) Jeotermal kaynaklardan yararlanarak
- g) Kullanılmıyor
- h) Diğer

18. Isıtma Sistemi Kullanılıyorsa Kullanım Amacı

- a. Bitkileri dondan korumaya yönelik
- b. Bitkinin gereksinim duyduğu sıcaklığı üretim sezonu boyunca sağlamak için

19. Seralarda Sulama Şekli

- a. Damla Sulama
- b. Yağmurlama Sulama
- c) Salma Sulama
- d) Karık Sulama
- e) Diğer

20. Sulama Zamanının Saptanması

a) Bitkilere Bakarak b) Tansiyometre c) Buharlaşma kabı ile d) Diğer

21. Serada drenaj sistemi mevcutmu?

a) Evet b) Hayır

22. Drenaj sistemi varsa özellikleri nelerdir:

23. Her Sulamada Gübreleme Yapılıyor mu ?

a) Evet b) Hayır

24. Gübrelemenin uygulama şekli:

a) Kuru gübreleme b) Sulu gübreleme c) Yaprak gübrelemesi d) CO₂ gübrelemesi

25. Her Sulamada Gübreleme Yapılmıyorsa, Gübreleme Sayısı:

a) Birer Aralıkla b) İkişer Aralıkla

26. Serada Verimle İlgili Kayıtlar Tutuluyormu?

a) Evet b) Hayır

27. Isı Perdesi Kullanılıyor mu ?

a) Evet b) Hayır

28. Isı Perdesi Kullanılıyorsa, Malzemesi ve Tipi:

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| a. Normal PE | a) Sarılarak hareket ettirilen |
| b. UV Katkılı PE | b) Kaydırılarak hareket ettirilen |
| c. Polyester | c) Katlamalı |
| d. Alüminyum Lamine | d) Ray üzerinde hareket eden |
| e. Diğer | |

29. Malç Kullanılıyor mu ?

a) Evet b) Hayır

30. Malç Kullanılıyorsa, Malzemesi:

- a. PE Şeffaf
- b. PE Siyah
- c. Diğer

31. Güneş ışınlarının zararlı etkilerini azaltmak amacıyla gölgeleme:

a.) Yapılıyor b) Yapılmıyor

32. Gölgeleme sistemleri:

- a. Dış yüzey boyaması
- d. Diğerleri

- b. Dış yüzey gölgelemesi e. Yapılmıyor
c. İç yüzey çatı gölgelemesi

33. Hastalıklarla yapılan mücadele:

- a) Biyolojik mücadele
b) İlaç bayileri ile karşılıklı ilişki
c) Zirai mücadele yardımı ile
d) Diğer

34. İşletmecilikte Sermaye ve Kredi Durumu Nasıldır ?

- a) Banka Kredisi b) Teşvik Kredisi c) Kendi Parası d) Diğer

35. Eğer Kredi Kullanılmış ise Kredi Alımında Karşılaşılan Sorunlar Nelerdir

36. Karşılaşılan Sorunlar Hakkında Çözüm Önerileriniz Nelerdir ?

37. Üreticinin Başka Sorunları Var mı ?

38. Yörenizde seracılığın gelişmesi için neler yapılmalıdır.

NOT: (temel malzemesi, boyutu, ve mertek, aşık, kolon profilinin çeşidi)

L profil yatay:..... Dikey :..... Kullanıldığı yer:.....

T profil Yatay:..... Dikey:..... Kullanıldığı yer:.....

I profil Yatay:..... Dikey:..... Kullanıldığı yer:.....

Temel Derinliği: Temel Genişliği: Temel Malzemesi:

Su Basman Hatlı Genişlik: Su Basman Hatlı Derinliği:

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mücahit ÖZTÜRK

Doğum Yeri : Mekke

Doğum Tarihi : 16.01.1985

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce - Arapça

Eğitim Durumu

Lise : İzmir Bornova Anadolu Lisesi (2000-2004)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi/ Ziraat Mühendisliği/ Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü (2004-2009)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/ Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Şubat 2010- Ekim 2014)

Çalıştığı Kurumlar

Ekonomi Bakanlığı: Marmara Bölge Müdürlüğü/ İstanbul Grup Başkanlığı/ Ürün Denetmeni (2009-2012)

Tarım Bakanlığı : Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu/ Afyonkarahisar il Koordinatörlüğü/ Uzman (2012-....)