



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# Kahramanmaraş İli Afşin–Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# Kahramanmaraş İli Afşin–Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilite Raporu



2020  
E K İ M



Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi  
Fizibilitesi



**Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı**  
**2019 Yılı Fizibilite Desteği Kapsamında**

**AFŞİN – ELBİSTAN TERMİK SANTRALİ KAYNAKLI ATIK ISI İLE SERACILIK  
PROJESİ FİZİBİLİTESİ**

**AFŞİN İLÇE TARIM ve ORMAN MÜDÜRLÜĞÜ**

Alt Yüklenici

**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU**  
**MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ**  
**ENERJİ ENSTİTÜSÜ**



GEBZE, KOCAELİ  
KASIM 2020



Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi  
Fizibilitesi



**DOĞAKA**  
T.C. DOĞU AKDENİZ KALKINMA AJANSI  
T.R. EASTERN MEDITERRANEAN DEVELOPMENT AGENCY

**Yayının Adı:** Afşin – Elbistan Termik Santrali Kaynaklı  
Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi  
**Yayının Konusu:** Enerji  
**Yayını Hazırlayanlar:** Araştırmacı Murat KAHRAMAN  
Araştırmacı Hacı Mustafa BAĞ  
**Sayfa Sayısı:** 51

**Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı**

İletişim: Haraparası Mah. Yavuz Sultan Selim Cad.  
Birinci Tabakhane Sk. No:20 Antakya / HATAY 31060  
Tel: +90 (326) 225 14 15  
Fax: +90 (326) 225 14 52  
e-posta: bilgi@dogaka.gov.tr  
web Adres: [www.dogaka.gov.tr](http://www.dogaka.gov.tr)

*Yayın içerisinde kısmen ya da tamamen yayınlanması ve çoğaltılmasının fikri mülkiyet hukukuna tabidir. Kaynak gösterilmek kaydı ile Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı yayınları üçüncü kişilerce kullanılabilir.*



## A. YÖNETİCİ ÖZETİ

Günümüzde modern seralarda dış ortam koşullarından bağımsız olarak uygun iç ortam şartları sağlanarak klasik tarıma göre daha yüksek verimde ürün elde etmek mümkün olabilmektedir. Isıtma giderleri tipik bir seranın toplam işletme giderleri içerisinde önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle seracılık faaliyetlerinin ekonomik bir biçimde yapılabilmesi için ucuz enerji kaynağının temin edilebilmesi gerekmektedir. Ülkemizdeki modern seralar dikkate alındığında ısıtma için enerji kaynaklarının kömür ve jeotermal enerji olduğu görülmektedir. Her ne kadar ülkemizdeki uygulamaları sınırlı olsa da termik santrallerdeki atık ısı potansiyeli de duruma göre ucuz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir.

Bu fizibilite raporunda; Kahramanmaraş İli Afşin İlçesi'nde kurulması planlanan Afşin Elbistan C Termik Santralinden elde edilecek ısı enerjisi ile bölgede seracılık yapılması konusunda teknik ve ekonomik yapılabilirlik analizleri sunulmaktadır. Böylece hem santralin atık ısılarının faydalı bir şekilde değerlendirilmesi sağlanarak enerji verimlilikleri arttırılacak hem de bu ısı bölgede kurulacak seralarda değerlendirilerek bölgesel kalkınmaya katkı sağlayacaktır.

Söz konusu projenin kapsamı; santral çıkışında ısının bölgesel ısıtma şebekesine teslim noktasından başlayarak bölgesel ısı iletim şebekesi ve yeni kurulması planlanan modern seraların yer alacağı seracılık bölgesidir.

Bölgesel seracılık ısıtma sistemi uygulamasının gerçekleştirileceği seracılık için öngörülen alan ile ısının temin edileceği Afşin Elbistan C Termik Santrali alanı Afşin İlçe Merkezinin kuzeyine yaklaşık 18 km, Afşin Elbistan B Termik Santralinin kuzey batısına yaklaşık 10 km ve Afşin İlçesi'ne bağlı Tanır Mahallesi'nin batısına ise yaklaşık 2 km mesafededir. Yeni kurulması planlanan Afşin C Termik Santrali ile seracılık bölgesi arasında ise arasında kuş uçuşu yaklaşık 2,5 km mesafe bulunmaktadır.

Bölgede kurulması planlanan Afşin C Termik Santralinin her biri 600 MW<sub>e</sub> elektrik üretim kapasitesinde 3 adet üniteden oluşması planlanmaktadır. Santralin her bir ünitesinden ise sera ısıtılması için yaklaşık 164 MW<sub>t</sub> ısı üretim kapasitesi olabileceği öngörülmektedir. Fizibilite çalışması kapsamında Afşin C Termik Santrali yakınında belirlenen sera bölgesinde ise 400 dekarlık alanda seracılık yapılabileceği öngörülmüştür. Bölgenin meteorolojik verileri ve kurulacak modern teknolojik sera yapı özellikleri dikkate alınarak yapılan analizde 400 dekarlık sera bölgesinin maksimum ısı güç kapasite ihtiyacı 106 MW<sub>t</sub> ve yıllık ısı enerjisi tüketimi ise 166,620 MWh olarak hesaplanmıştır.

Afşin C Termik Santrali ile sera bölgesini ısıtmak amacıyla kurulacak iletim hattının DN400 çapında ve gidiş-dönüş toplam 5,048 m uzunluğunda ve toplam yatırım maliyetinin 7,348,740 TL tutarında olacağı öngörülmektedir. Bunun yanında Afşin C Termik Santralinden sera bölgesine ısı iletimi için sıcak su sirkülasyonunda gerekli pompa istasyonunun yatırım maliyeti ise 5,361,948 TL olarak hesaplanmıştır. Kurulması öngörülen 400 dekarlık modern ve teknolojik sera bölgesine ait yatırım maliyetinin ise 158,400,000 TL olacağı öngörülmektedir.



## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi



Seraya ısı enerjisi sağlayacak bölgesel ısıtma sisteminin yıllık toplam işletme maliyeti (ısı üretim maliyeti, pompalama maliyeti, iletim hattı bakım-onarım ve personel masrafları) 8,708,816 TL olarak hesaplanmıştır. Seraların ısı hariç diğer toplam işletme giderleri ise 44,166,267 TL olarak öngörülmektedir.

Buna karşılık 400 dekar seracılık alanında 13,530 ton/yıl salkım domates üretimi yapılabileceği ve bu ürünün satışı ile 74,415,000 TL/yıl gelir elde edilebileceği öngörülmektedir.

Yukarıda bahsedilen yatırım tutarları, işletme gelir ve giderleri ile güncel ekonomik oranlar gözetilerek yatırımın ekonomik ömür boyunca indirgenmiş nakit akım tablosu oluşturulmuştur. Burada elde edilen ekonomiklik değerlendirme analizleri sonucunda ise yatırımın; geri ödeme süresi 10.6 yıl, iç karlılık oranı %23.1, ekonomik ömür boyunca elde edilen net karın bugünkü değeri 209,430,974 TL ve fayda/maliyet oranı ise 1,16 olarak hesaplanmıştır.



## B. ANA RAPOR

### 1. İÇİNDEKİLER

A. YÖNETİCİ ÖZETİ .....	iii
B. ANA RAPOR .....	v
1. İÇİNDEKİLER .....	v
TABLolar .....	vi
ŞEKİLLER .....	vii
2. GİRİŞ .....	1
3. PROJENİN TANIMI VE KAPSAMI .....	1
4. PROJENİN ARKA PLANI .....	2
5. PROJENİN GEREKÇESİ .....	3
5.1 Talebi belirleyen temel nedenler ve göstergeler .....	3
5.2 Talebin Geçmişteki Büyüme Eğilimi .....	4
5.3 Gelecekteki Talebin Tahmini .....	5
6. MAL VE/VEYA HİZMETLERİN SATIŞ-ÜRETİM PROGRAMI .....	6
7. PROJE YERİ/UYGULAMA ALANI .....	8
8. TEKNİK ANALİZ VE TASARIM .....	9
8.1 Termik Santral Atık Isı Potansiyeli .....	9
8.2 Pompa İstasyonu .....	14
8.3 Bölgesel Isıtma Sistemi Şebekesi .....	18
8.4 Sera Bölgesi .....	25
9. PROJE GİRDİLERİ .....	34
10. ORGANİZASYON YAPISI, YÖNETİM VE İNSAN KAYNAKLARI .....	36
11. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI .....	37
11.1 Proje Yürütücüsü Kuruluş ve Teknik Kapasitesi .....	37
12. İŞLETME DÖNEMİ GELİR VE GİDERLERİ .....	38
13. TOPLAM YATIRIM TUTARI ve YILLARA GÖRE DAĞILIMI .....	40
14. PROJENİN FİNANSMANI .....	41
15. PROJE ANALİZİ .....	42
15.1 Finansal Analiz .....	42
15.2 Sosyal Analiz .....	44
15.3 Bölgesel Analiz .....	44
15.4 Duyarlılık Analizi .....	45
REFERANSLAR .....	51



## TABLULAR

Tablo 6.1 Sera Üretim ve Satış Programında Kullanılan Temel Girdiler .....	6
Tablo 6.2 Seralarda Üretilecek Domates için Yıllık Üretim ve Satış Programı .....	7
Tablo 8.1 Termik santrallerin OBT/ABT Buhar Geçiş Hattı ısı güç potansiyelleri .....	12
Tablo 8.2 Yeni Kurulması Planlanan Afşin-Elbistan C Termik Santraline ait Teknik Bilgiler [4].	13
Tablo 8.3 Pompa İstasyonu için Öngörülen Pompa Özellikleri .....	17
Tablo 8.4. Pompa İstasyonu Ekipmanları.....	17
Tablo 8.5. Bölgesel Isıtma Sistemi Şebekesinde Kullanılması Gereken Su Özellikleri .....	18
Tablo 8.6 Afşin Bölgesel Sera Isıtma Sistemi Ön Tasarım Parametreleri.....	19
Tablo 8.7. Ön İzolasyonlu boru parçalarının özellikleri .....	20
Tablo 8.8. Uygulama Şartları .....	21
Tablo 8.9. Bölgesel Isıtma Boru Hattı Ekipmanları .....	22
Tablo 8.10. Bölgesel Isıtma İletim Hattı Tasarım Kriterleri .....	23
Tablo 8.11. İnşaat Poz Tanımları Birim Fiyatları .....	24
Tablo 8.12 Bölgesel Isıtma Sistemi İletim Hattı Boru Yatırımı .....	24
Tablo 8.13 Bölgesel Isıtma Sistemi - Diğer Ekipman, İnşaat ve Montaj Giderleri .....	24
Tablo 8.14 Bölgesel Isıtma Sistemi - Demineralize Su, Basınç Testi ve Temizleme Maliyetleri..	24
Tablo 8.15 Sera Isı Talebi Hesaplamalarında Kullanılan Sera Boyutlarına ait Değerler .....	26
Tablo 8.16. Prototip Konut Isı Güç Hesaplarında Kullanılan Değerler [5] .....	26
Tablo 8.17 Sera Örtü Malzemesi Isıl Direnç Katsayıları [6] .....	27
Tablo 9.1 Bölgesel Isıtma Sistemi Yatırım Giderleri .....	34
Tablo 9.2 Bölgesel Isıtma Sistemi İşletme Giderleri .....	34
Tablo 9.3. Bölgesel Isıtma Sistemi İletim Hattı Yatırım Giderleri .....	35
Tablo 9.4. Pompa İstasyonu Yatırım Maliyeti.....	35
Tablo 9.5 Sera Yatırım Girdileri .....	35
Tablo 11.1 Afşin İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Personel Kapasitesi .....	37
Tablo 11.2 Afşin İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Taşıt Kapasitesi .....	38
Tablo 12.1. Hesaplamalarda Kullanılan Ekonomik Parametreler ve Değerleri .....	38
Tablo 12.2. Hesaplamalarda Kullanılan Döviz Kurları.....	38
Tablo 12.3. Bölgesel Isıtma Sistemi Şebeke İşletmesi Kapasite ve Gider Tablosu .....	39
Tablo 12.4 Sera İşletmesi için Öngörülen Yıllık Gelirler ve Giderler .....	39
Tablo 13.1. Toplam Yatırım Tutarı Dağılımı.....	41
Tablo 15.1 İndirgenmiş Nakit Akım (İNA) Tablosu .....	43
Tablo 15.2 Finansal Analiz Sonuçları .....	44





## ŞEKİLLER

Şekil 3.1 Proje Kapsamı (Şematik Görünüm).....	2
Şekil 5.1 Türkiye’de Yıllara Göre Örtü Altı Yetiştiriciliği Gelişimi (TÜİK).....	4
Şekil 5.2 Son 10 Yılda Ülkemizde Plastik Sera Alanlarının Gelişimi (TÜİK) ve Gelecek Projeksiyonu .....	5
Şekil 5.3 Son 10 Yılda Ülkemizde Örtüaltı Domates Üretimi Gelişimi (TÜİK) ve Gelecek Projeksiyonu .....	6
Şekil 7.1 Proje Uygulama Alanı Genel Görünümü .....	8
Şekil 7.2 Uygulama Alanı Yakın Görünümü .....	9
Şekil 8.1 Ara buhar ile bölgesel ısıtma yapan termik santral örneği.....	10
Şekil 8.2 Benzer Termik Santrallere ait Isı Üretim Potansiyelleri ve Afşin-Elbistan C Termik Santrali için Öngörülen Isı Üretim Potansiyeli .....	13
Şekil 8.3. Örnek Bir Pompa İstasyonundan Görünüm .....	14
Şekil 8.4. Bölgesel Isıtma Şebekesindeki Basınç Değişimi.....	14
Şekil 8.5. Frekans Kontrolü ile Pompaların Kontrolü .....	15
Şekil 8.6 Pompa İstasyonunun Konumu .....	16
Şekil 8.7 Bölgesel Isıtma Sistemi Tam Yükte Hat Boyunca Basınç Dağılımı .....	16
Şekil 8.8. İndirekt Kapalı Bölgesel Isıtma Şebekesi .....	18
Şekil 8.9. İki Borulu Sistem (Bir Gidiş, Bir Dönüş).....	20
Şekil 8.10. Ön İzolasyonlu Borular.....	20
Şekil 8.11. Ön İzolasyonlu Borularda Dönüşler.....	21
Şekil 8.12. Ön İzolasyonlu Borularda Branşmanlar (45° ve 90°) .....	21
Şekil 8.13. Ön İzolasyonlu Borularda Redüksiyonlar .....	21
Şekil 8.14. Örnek bir bölgesel ısıtma sistemi boru hattı.....	22
Şekil 8.15. Kanalların Kazılması, Boruların Döşenmesi ve Montajı.....	23
Şekil 8.16. Bölgesel Isıtma Boru Hattı Kanal Kazı Detayı .....	23
Şekil 8.17 Sera Isı Talebi Hesaplamasında Kullanılan Temel Boyutlar .....	25
Şekil 8.18 Meteoroloji İstasyonundan Alınan Yıllık Saatlik Bazdaki Sıcaklık Verileri.....	27
Şekil 8.19 Meteoroloji İstasyonundan Alınan Yıllık Saatlik Bazdaki Güneşlenme Şiddeti Verileri .....	28
Şekil 8.20 Yıl Boyunca Saatlik Bazda Öngörülen Sera Isı Talebi.....	28
Şekil 8.21 Gotik Sera Kesit Görünümü [7] .....	29
Şekil 8.22 Sera Havalandırma Pencereleri [7].....	29
Şekil 8.23 Isı Perdeleri Sistemi [7].....	30
Şekil 8.24 Polikarbon Sera Kaplaması.....	31
Şekil 8.25 Serada Bitki Yetiştirme Ortamından Görünüm .....	31
Şekil 8.26 Drip Sulama ve Drenaj Sistemleri [7] .....	32
Şekil 8.27 Sera Sulama ve Gübreleme Otomasyon Cihazları [7] .....	32
Şekil 8.28 Gübreleme Odası [7].....	32



Şekil 8.29 Sera İklim Kontrol Sistemi[7] .....	33
Şekil 8.30 Meteoroloji İstasyonu [7].....	33
Şekil 8.31 Yüksek Basıncılı Sisleme Sistemi [7].....	33
Şekil 10.1 Sera Bölgesi için Öngörülen Yönetim-Organizasyon Şeması.....	37
Şekil 15.1 USD/TRY Kurundaki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi .....	46
Şekil 15.2 Domates Satış Fiyatındaki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi .....	47
Şekil 15.3 Isı Giderindeki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi .....	48
Şekil 15.4 Sera İşletme Giderindeki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi .....	50



## 2. GİRİŞ

Günümüzde modern seralarda dış ortam koşullarından bağımsız olarak uygun iç ortam şartları sağlanarak klasik tarıma göre daha yüksek verimde ürün elde etmek mümkün olabilmektedir. Isıtma giderleri bir seranın toplam işletme giderleri içerisinde önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle seracılık faaliyetlerinin ekonomik bir biçimde yapılabilmesi için ucuz enerji kaynağının temin edilebilmesi gerekmektedir. Ülkemizdeki modern seralar dikkate alındığında ısıtma için enerji kaynaklarının kömür ve jeotermal enerji olduğu görülmektedir. Her ne kadar ülkemizdeki uygulamaları sınırlı olsa da termik santrallerdeki atık ısı potansiyeli de ucuz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir.

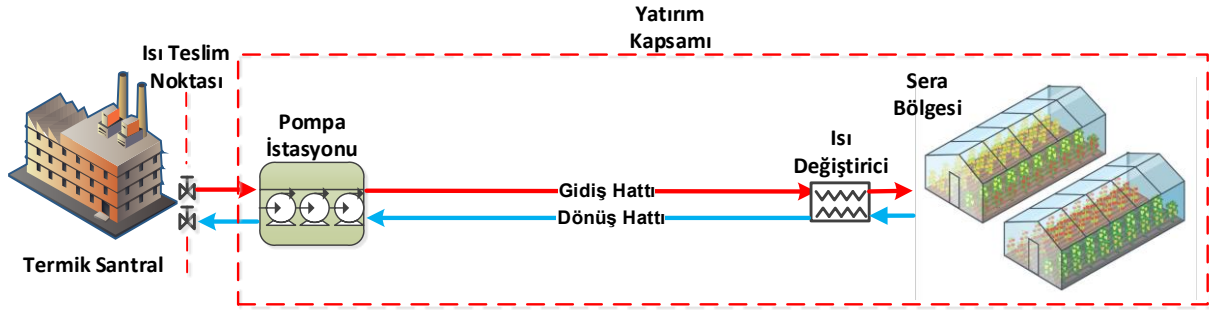
Termik santraller, fosil yakıtlardan elde edilen ısı enerjisini önce mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine çevirmektedir. Bu dönüşüm sırasında yakıttan elde edilen ısı enerjisinin büyük bir çoğunluğu, çevrim gereği kondenser (yoğusturucu) ve bacadan çevreye atılmaktadır. Özellikle kondenserden atılmak zorunda kalınan ısı enerjisi, faydalı enerjiye dönüştürülerek ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinde kullanılabilir. Avrupa'daki birçok termik santral incelendiğinde, bu santrallerin hem elektrik enerjisini hem de ısı enerjisini birlikte üreten "birleşik ısı ve güç santralleri" oldukları görülmektedir. Bu santrallerde, elektrik üretiminde kullanılmayan ısı enerjisinin (atık ısı) bir kısmı çevreye atılmak yerine, bölgesel ısıtma sistemleri ve seracılık gibi alanlarda değerlendirilerek, santraller çevreye ve ekonomiye daha yararlı hale gelmekte, bunun yanında santralde kullanılan yakıt enerjisinden daha yüksek oranda yararlanılmaktadır.

Bu fizibilite raporunda; Kahramanmaraş İli Afşin İlçesi'nde kurulması planlanan Afşin Elbistan C Termik Santralinden elde edilecek ısı enerjisi ile bölgede seracılık yapılması konusunda teknik ve ekonomik yapılabilirlik analizleri sunulmaktadır. Böylece hem santralin atık ısılarının faydalı bir şekilde değerlendirilmesi sağlanarak enerji verimlilikleri arttırılacak hem de bu ısı bölgede kurulacak seralarda değerlendirilerek bölgesel kalkınmada katkı sağlayacaktır.

## 3. PROJENİN TANIMI VE KAPSAMI

Kahramanmaraş İli Afşin İlçesi'nde gerçekleştirilmesi planlanan yatırım ile bölgede yeni kurulması planlanan Afşin – Elbistan C Termik Santralinden sağlanan atık ısı enerjisinin kurulacak bir bölgesel ısıtma şebekesi üzerinden ilçede belirlenecek sera bölgelerine ulaştırılması planlanmaktadır.

Söz konusu projenin kapsamı; ısının santral çıkışında bölgesel ısıtma şebekesine teslim noktasından başlayıp bölgesel ısı iletim şebekesi ve yeni kurulması planlanan modern seraların yer alacağı seracılık bölgesini içermektedir. Şekil 3.1'de projenin kapsamı şematik görünüm olarak sunulmaktadır.



Şekil 3.1 Proje Kapsamı (Şematik Görünüm)

#### 4. PROJENİN ARKA PLANI

Ülkemizde son yıllarda; kalkınma hedeflerini gerçekleştirme, toplumsal refahı artırma ve sanayimizin dünyada rekabet edebilir düzeye çıkarılması konularındaki çalışmalar, özellikle enerji ihtiyacında hızlı bir artışı da beraberinde getirmektedir. Ancak önemli olan gelecek nesillerin enerji ihtiyaçlarını da tehlikeye atmadan sürdürülebilir bir ekonomik büyümeyi gerçekleştirmektir. Enerji ihtiyaçlarımızın günden güne arttığı şu dönemde, var olan yerli kaynakların verimli bir şekilde tüketilmesi gerekliliği de açıktır. Bu kapsamda Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü tarafından Kahramanmaraş İli, Afşin İlçesi'nde 1,800 MW<sub>e</sub> kurulu güçte ve bölgeden elde edilen yerli kömüre dayalı üretim yapacak şekilde Afşin C Termik Santrali kurulması planlanmaktadır.

Günümüzde fosil yakıtların yaygın kullanım alanlarından biri de ısıtma sistemleridir. Ülkemizde konut ısıtması, proses ısısı ve sera ısıtması gibi ısıtma sistemlerinde çoğunlukla kömür veya doğalgaz gibi yakıtların direkt olarak kazan gibi yakma sistemlerinde yakılması ile sağlanmaktadır. Yakıtlardan maksimum oranda faydalanmak için en uygun yöntem, yakıtın birleşik ısı ve güç santrallerinde değerlendirilmesidir. Bu santrallerde yakıtın verimli bir şekilde yakılması ile açığa çıkan ısı enerjisi, öncelikle daha nitelikli bir enerji türü olan elektrik enerjisi üretiminde kullanılır, ardından geriye kalan düşük kalitedeki ısı enerjisi (atık ısı enerjisi) konut, sanayi, seracılık v.b. alanlarda ısıtma ve proses amaçlı değerlendirilir. Böylece yakıtın sahip olduğu enerjiden %80-90 mertebelerinde faydalanmak mümkün olabilmektedir. Bölgesel ısıtma sistemleri de düşük kalitedeki ısı enerjisinin verimli bir biçimde değerlendirildiği alanların başında gelmektedir. Bölgesel ısıtma sistemi; konut, işyeri v.b. gibi mekanların ya da turizm, tarım gibi sektörlerin gerekli ısıtma ve sıcak kullanım suyu ihtiyaçlarını (sıcak su veya proses ısısı vb.) bir veya birkaç değişik kaynaktan (termik santral atık ısıları, atık arıtma ve sanayi atık ısıları, jeotermal, güneş enerjisi v.b. gibi) merkezi olarak sağlayan sistemlerdir. Söz konusu kaynaklardan elde edilen ısı enerjisi, bölgesel ısıtma boru şebekesi ile sıcak su veya buhar olarak kullanıcılara ulaştırılmaktadır.

Dünyanın birçok şehrinde yaygın olarak tercih edilen bölgesel ısıtma sistemlerinin, ülkemizde çok sayıda jeotermal enerji kaynaklı konut ısıtma ve sera ısıtma uygulaması olsa da sınırlı sayıda termik santral kaynaklı uygulamaları (Esenkent-İstanbul, Soma-Manisa ve Karıncalı-Bursa) bulunmaktadır.



Dünyada birçok büyük şehirde ısıtma alanında termik santraller; güvenli, işletimi kolay ve ekonomik olması nedeniyle büyük rağbet görmektedir.

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak gıda ürünlerine olan talep de artış göstermektedir. Bu durum; her dönem taze gıda talebi, tarımsal üretimde verimlilik artışı ve mevsim dışı üretim ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Günümüzde modern seracılık teknolojilerinin gelişmesi ile mevsim dışı meyve sebze üretimi ve topraklı tarıma göre çok daha yüksek ürün verimliliği sağlanabilmektedir. Ancak ısı enerjisi maliyetleri, seraların işletme giderleri içerisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizdeki modern seracılık faaliyetleri göz önünde bulundurulduğunda seraların ılıman iklime sahip veya ucuz ısı enerjisi temin imkânı olan bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir.

Afşin İlçesi'nde gerçekleştirilmesi planlanan 1,800 MW<sub>e</sub> kurulu güçteki Afşin C Termik Santrali yatırımının da bu kapsamda elektrik üretiminin yanında atık ısı potansiyelini de değerlendirecek şekilde ısı üretimi gerçekleştirilmesi fikri ortaya çıkmıştır. Bunun sonucu santralden elde edilecek ucuz atık ısı enerjisinin, istihdam oluşturmak ve katma değer üretmek üzere bölgede kurulacak modern seracılık faaliyetlerinde değerlendirilmesi planlanmaktadır. Bu proje fikrinin hayata geçirilebilmesi için proje yatırımının teknik ve ekonomik yapılabilirlik analizleri gerçekleştirilmelidir. Bu çalışma, söz konusu projenin teknik ve ekonomik yapılabilirlik analizlerini sunmaktadır.

## 5. PROJENİN GEREKÇESİ

### 5.1 Talebi belirleyen temel nedenler ve göstergeler

Projede temel talep, bölgede hayata geçirilmesi planlanan seracılık faaliyetleri için ekonomik ısı enerjisinin yeni kurulması planlanan Afşin Elbistan C Termik Santralinden temin edilebilmesidir. Bölgede kurulması planlanan seraların ısı talebini karşılamak üzere termik santral kaynaklı bölgesel ısıtma sistemi kurulmasındaki temel nedenler ve göstergeler şu şekilde sıralanabilir:

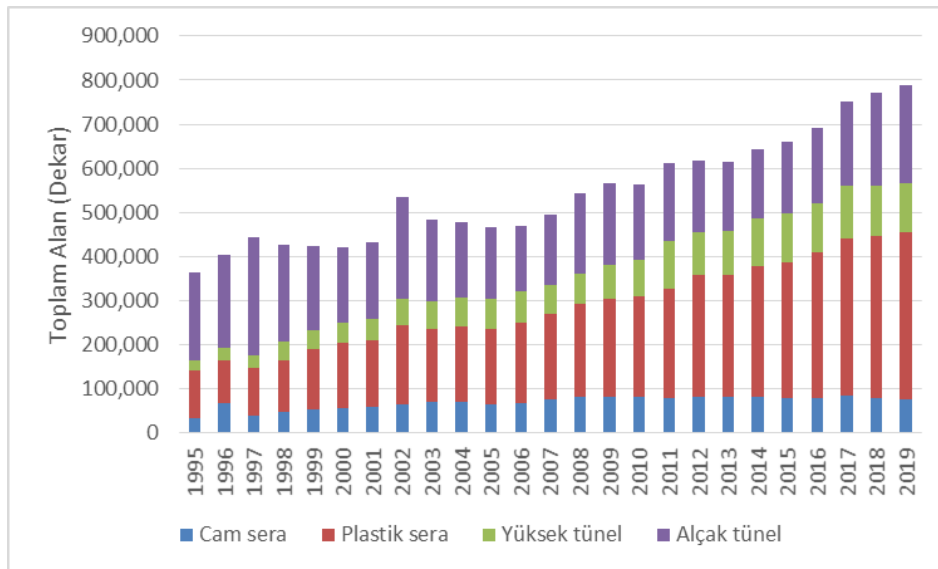
- Bölgede yeni kurulacak termik santralden elde edilebilecek potansiyel atık ısı enerjisinin yine bölgeye azami derecede katma değer sağlayacak şekilde değerlendirilmesi,
- Kurulacak sera bölgesi sayesinde bölgede önemli bir istihdam imkânı sağlanması,
- Seralarda özellikle kadın istihdamının yoğun olması nedeniyle bölgede yaşayan kadınların ekonomiye ve işgücüne katkıda bulunması,
- Organize seralarda elde edilecek kaliteli ve yüksek verimli gıda üretimi ile yurtdışına ihracat yapılarak ülkemizin cari açığının azaltılmasına katkı sağlanması,



- Santralda kullanılan yakıt enerjisinden faydalanma oranını artırarak düşük kalitedeki yerli linyit kaynaklarının en verimli şekilde değerlendirilmesi, emisyonların azaltılmasına katkı sağlanması

## 5.2 Talebin Geçmişteki Büyüme Eğilimi

Ülkemizde 2019 yılında üretilen toplam sebze miktarı 31 milyon ton'dur. Toplam sebze üretiminin 23,2 milyon ton'u açıkta, 7,8 milyon ton'u örtüaltında üretilmiştir. Ülkemizin toplam örtüaltı alanı 790 bin dekara ulaşmıştır. Türkiye örtüaltı alanı bakımından Dünya'da ilk dört ülke arasında Avrupa'da ise İspanya'nın ardından ikinci sırada yer almaktadır. Son 10 yılda ülkemizdeki işletme başına ortalama örtüaltı yetiştiriciliği alanı büyüklüğü 2 dekar seviyesinden 4 dekara yükselmiştir. Son yıllarda T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı ve ilgili diğer kurumlarca sağlanan destek, hibe ve krediler ile modern şartlarda üretim yapan örtüaltı işletmeleri hızla artmıştır. Modern örtüaltı işletmelerinin ortalama büyüklükleri ise 27 dekar seviyelerindedir. Türkiye'de örtüaltı bitkisel üretimin yaklaşık ekonomik değeri 10 milyar TL'dir. Antalya, %48'lik payla (3.8 milyon ton) ülkemizin örtüaltı sebze üretiminde birinci sırada yer almaktadır. Bu ilimizi sırasıyla, Mersin %16 (1,2 milyon ton), Adana %13 (1 milyon ton) ve Muğla %9 (690 bin ton) illeri takip etmektedir. Bu 4 ildeki toplam örtü altı üretimi yaklaşık 6,7 milyon ton ile ülkemizin toplam örtüaltı üretiminin yaklaşık %86'sını oluşturmaktadır. Ülkemizin modern sera varlığı yaklaşık 13 bin dekadır. Bu seralarda topraksız tarım metodu ile ihracata yönelik üretim yapılmaktadır [1]. Şekil 5.1'de ülkemizde faaliyet gösteren farklı türdeki seraların yıllara göre gelişimi verilmektedir [2]. Buna göre son 10 yılda (2009-2019 yılları arasında) ülkemizde toplam örtüaltı yetiştiriciliği yapılan alan büyüklüğünün 567 bin dekar'dan 790 bin dekar'a ulaştığı görülmektedir. Bu da toplam örtüaltı yetiştirme alanında %39'luk bir artışa ve ortalama 22 bin dekar/yıl değerinde bir büyüme hızına karşılık gelmektedir.



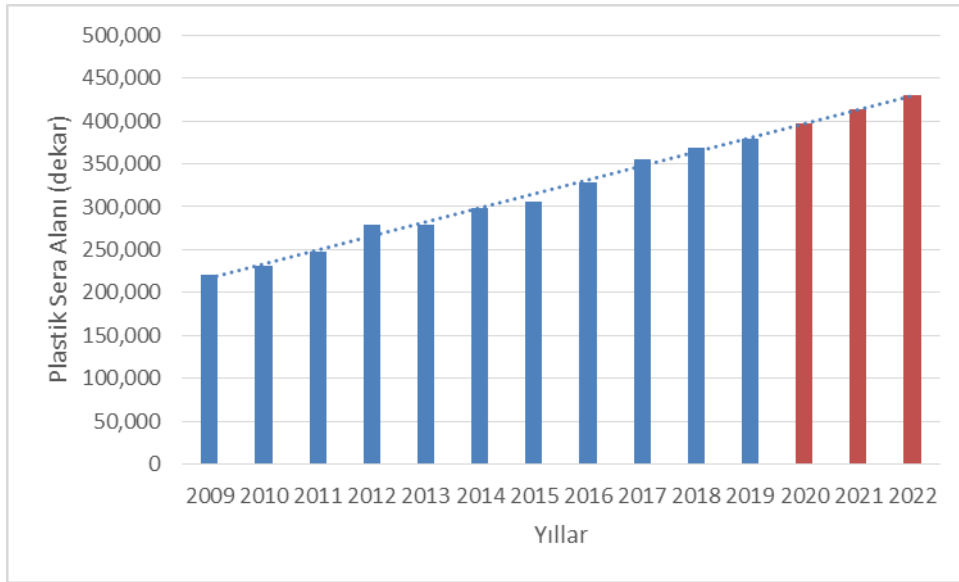
Şekil 5.1 Türkiye'de Yıllara Göre Örtü Altı Yetiştiriciliği Gelişimi (TÜİK)



### 5.3 Gelecekteki Talebin Tahmini

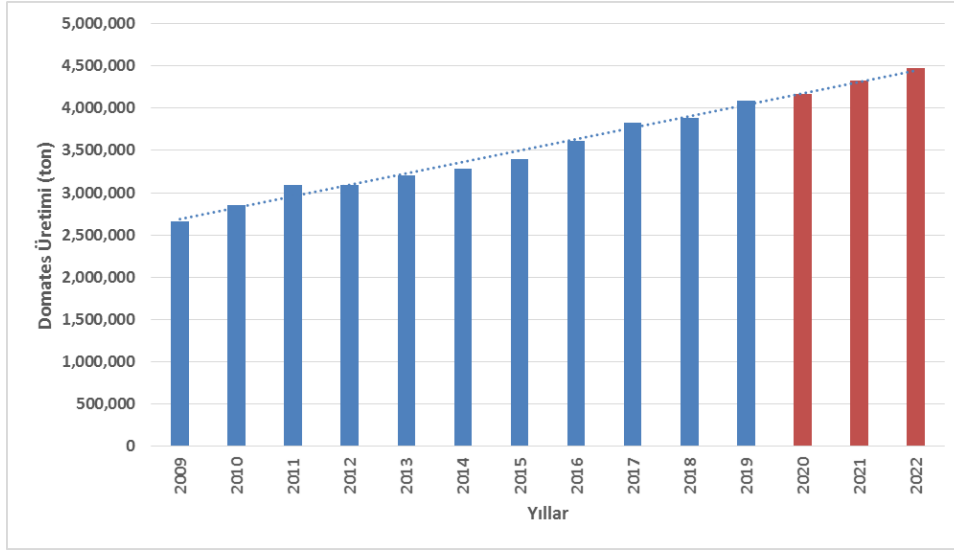
Afşin C Termik Santralinde üretilecek ısı enerjisi ile seracılık yapılması projesi kapsamında gelecekte oluşacak talebin tahmini için ülkemizdeki özellikle son yıllık dönemde seracılık ve sebze üretimindeki trendler dikkate alınmıştır. Ülkemizdeki modern seracılık faaliyetleri yürüten işletmeler dikkate alındığında büyük bir bölümünün plastik sera olduğu ve ürün çeşidi olarak salkım domates üretildiği görülmektedir. Bu projede baz senaryo olarak yapılacak yatırımın plastik sera işletmesi olacağı ve üretilecek ürünün salkım domates olacağı kabul edilmiştir.

Bu doğrultuda öncelikle 2009 – 2019 yılları arası TÜİK verileri esas alınarak ülkemizdeki plastik sera alanları gelişim trendi dikkate alınmış ve bu gelişim trendi doğrultusunda önümüzdeki yıllar için plastik sera alanları artışında öngörülebilir bulunulmuştur (Şekil 5.2). Şekil 5.2’de yer alan grafiğe göre son 10 yılda plastik sera alanlarındaki artış trendi göz önünde bulundurulduğunda 2020 yılı sonunda toplam plastik sera alanının yaklaşık 18 400 dekar (%4,9 artış), 2021 yılı sonu için 16 300 dekarlık artış (%4,1) ve 2022 yılı sonu için 16 300 dekarlık artış (3,9 %) beklenebilir.



Şekil 5.2 Son 10 Yılda Ülkemizde Plastik Sera Alanlarının Gelişimi (TÜİK) ve Gelecek Projeksiyonu

İkinci aşamada ise 2009 – 2019 yılları arası TÜİK verileri esas alınarak ülkemizdeki örtüaltı yetiştiriciliğinde domates üretimine ait gelişim trendi dikkate alınmış ve bu gelişim trendi doğrultusunda önümüzdeki yıllar için domates üretim artışında öngörülebilir bulunulmuştur (Şekil 5.3). Şekil 5.3’de yer alan grafiğe göre son 10 yılda domates üretimindeki artış trendi göz önünde bulundurulduğunda 2020 yılı sonunda örtüaltı toplam domates üretiminde yaklaşık 82 000 tonluk artış (%4,9 artış), 2021 yılı sonu için 157 000 tonluk artış (%3,8) ve 2022 yılı sonu için 150 000 tonluk artış (3,5 %) beklenebilir.



Şekil 5.3 Son 10 Yılda Ülkemizde Örtüaltı Domates Üretimi Gelişimi (TÜİK) ve Gelecek Projeksiyonu

## 6. MAL VE/VEYA HİZMETLERİN SATIŞ-ÜRETİM PROGRAMI

Afşin İlçe 'sinde kurulması planlanan Afşin C Termik Santrali'nden tedarik edilecek atık ısı enerjisi ile seracılık yapılması projesi kapsamında bir önceki bölümde de belirtildiği gibi modern teknolojide plastik seraların kurulması ve kurulacak seralarda salkım domates üretilmesi öngörülmüştür.

Üretim ve satış programına karar verebilmek için bölgeye kurulması planlanan sera kapasitesi ve teknolojisi hakkında bazı kabuller yapılması gerekmektedir. Bu kabullerin yapılabilmesi için de seralara ısı tedarik etmesi planlanan Afşin C Termik Santralinden tedarik edilebilecek ısı potansiyeli analiz edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında projenin yatırım maliyetlerinin de yapılabilir düzeyde olabilmesi için ısı tedarik merkezi olan Afşin C Termik Santrali yakınında seracılık için uygun alan büyüklükleri analiz edilmesi gerekmektedir. Bahsedilen bu analizler raporun "TEKNİK ANALİZ VE TASARIM" bölümünde detaylı olarak sunulmuştur. Tablo 6.1'de satış ve üretim programının belirlenmesinde kullanılan temel girdiler yer almaktadır.

Tablo 6.1 Sera Üretim ve Satış Programında Kullanılan Temel Girdiler

Proje için Belirlenen Sera Alanı	400 dekar
Sera Türü	Plastik (Modern Teknolojik) Sera
Yetiştirilecek Ürün	Salkım Domates
Ortalama Ürün Verimliliği	33,825 kg/da [3]
Ortalama Birim Ürün Satış Fiyatı	5.5 TL/kg (Sera işletmecileri ile yapılan ikili görüşmeler sonucu)

Tablo 6.2'de ise Tablo 6.1'de sunulan temel girdiler doğrultusunda yıl boyu seralar için öngörülen üretim ve satış bilgileri sunulmaktadır. Buna göre kurulması planlanan Afşin C Termik Santrali





Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi  
Fizibilitesi



yakınında belirlenen bölgede 400 dekarlık modern teknolojiye üretim yapan bir plastik sera kurulması halinde yıl boyunca toplam 13,530 ton salkım domates üretimi yapılabileceği ve buna karşılık bugünkü değer ile 74,415,000 TL satış geliri elde edilebileceği öngörülmektedir.

**Tablo 6.2 Seralarda Üretilecek Domates için Yıllık Üretim ve Satış Programı**

	Kasım 1/2	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz 1/2	Toplam
Salkım Ağırlığı (kg/salkım) [3]	0.4	0.46	0.47	0.48	0.48	0.5	0.52	0.5	0.5	<b>0.52</b>
Hasat Edilen salkım (adet/bitki) [3]	2	3	3	3	4	3	4	4	2	<b>28.0</b>
Bitki Sayısı (adet/da) [3]	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	<b>2,500</b>
Verim (kg/da) [3]	2,000	3,450	3,525	3,600	4,800	3,750	5,200	5,000	2,500	<b>33,825</b>
Üretilen Salkım Domates Miktarı (kg)	800,000	1,380,000	1,410,000	1,440,000	1,920,000	1,500,000	2,080,000	2,000,000	1,000,000	<b>13,530,000</b>
Satış Tutarı (TL)	4,400,000	7,590,000	7,755,000	7,920,000	10,560,000	8,250,000	11,440,000	11,000,000	5,500,000	<b>74,415,000</b>

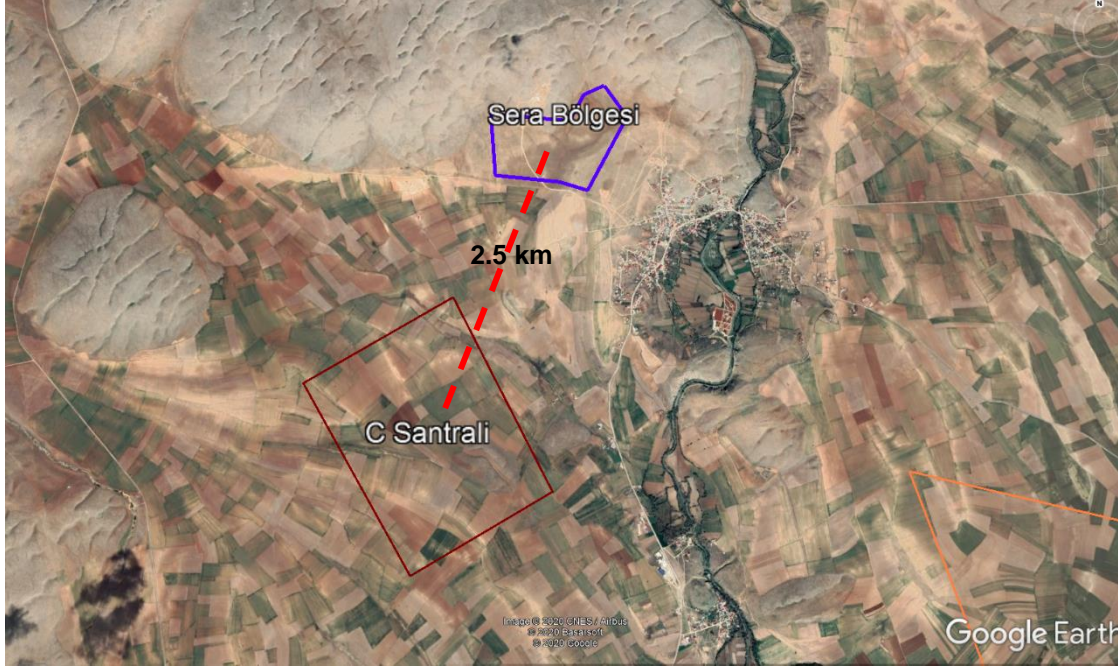
## 7. PROJE YERİ/UYGULAMA ALANI

Bölgesel seracılık ısıtma sistemi uygulamasının gerçekleştirileceği seracılık için öngörülen alan ile ısının temin edileceği Afşin Elbistan C Termik Santrali alanı Afşin İlçe Merkezinin kuzeyine yaklaşık 18 km, Afşin Elbistan B Termik Santralinin kuzey batısına yaklaşık 10 km ve Afşin İlçesi'ne bağlı Tanır Mahallesi'nin batısına ise yaklaşık 2 km mesafededir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 Proje Uygulama Alanı Genel Görünümü

Yeni kurulması planlanan Afşin C Termik Santrali ile seracılık bölgesi arasında ise kuş uçuşu yaklaşık 2,5 km mesafe bulunmaktadır (Şekil 7.2). Bu mesafe boyunca arazi genel olarak engebeli değildir. Fizibilite hesaplamalarında iletim hattı; yatırımın ekonomik yapılabilirliği bakımından öngörülen santral kurulum bölgesi ile öngörülen seracılık bölgesi arasında makul olabilecek en kısa güzergâh olarak öngörülmüştür.



Şekil 7.2 Uygulama Alanı Yakın Görünümü

## 8. TEKNİK ANALİZ VE TASARIM

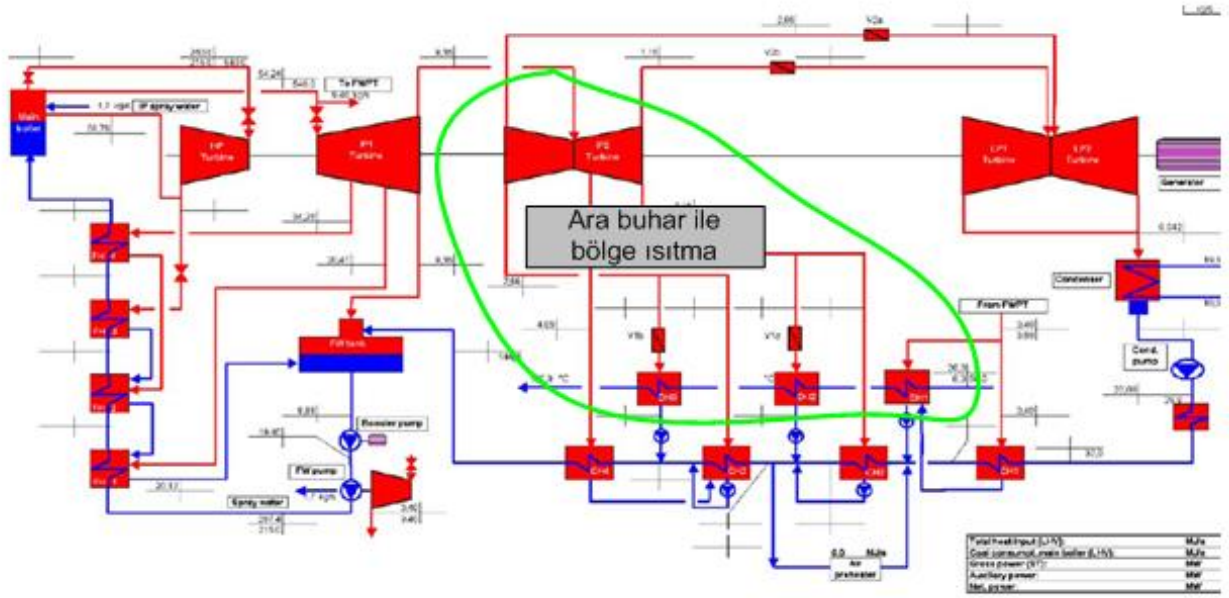
Bu bölümde, Afşin Elbistan C Termik Santrali atık ısı ile seracılık yapılması proje yatırımının kapasite analizi, teknoloji seçimi, temel tasarımı ve etkileri hakkında bilgi verilecektir.

### 8.1 Termik Santral Atık Isı Potansiyeli

Termik santrallerimizdeki atık ısı enerjisinin değerlendirilmesini sağlamak ve örnek bir uygulama gerçekleştirmek amacıyla 2006-2011 yılları arasında, TÜBİTAK 1007 programınca desteklenen “Enerji Verimliliğini Arttırmak Üzere Termik Santral Atık Isılarını Faydaya Dönüştürme Yöntemlerinin Araştırılması, Geliştirilmesi ve Binalarda Isıtma Uygulaması (TSAD)” projesi yürütülmüştür. TÜBİTAK MAM ve Yıldız Teknik Üniversitesi ortaklığıyla yürütülen bu projenin müşteri kurumları EÜAŞ ve EİE'dir. Proje kapsamında EÜAŞ'a bağlı 14 adet termik santral atık ısı potansiyeli bakımından teknik olarak analiz edilmiş ve bu santrallerden konut ısıtılması amacıyla santral çevriminden ısı elde edilebilecek noktalar ve ısı potansiyelleri hesaplanmıştır.

Santral atık ısı potansiyeli hesaplamaları için santrallerin kütle akış şemaları esas alınarak simülasyon modelleri oluşturulmuştur. Termik santraller, termodinamiğin II. Kanunu gereği kullandığı yakıt enerjisinin bir kısmını güce dönüştürürken bir kısmında çevreye atık enerji olarak atmak zorundadır. Termodinamik zorunluluktan kaynaklanan atık enerji kondenserde, kondenser soğutma suyu ile çevreye atılır. Atılan ısının miktarı, kondenser basıncını belirleyen soğutma suyu giriş sıcaklığına bağlıdır. Bunun yanında kazanda duman gazlarının sıcaklığı çevre sıcaklığına kadar düşürülemediği

için çevreye duman gazları ile beraber ısı enerjisi atılmaktadır. Baca gazı sıcaklığını belirleyen faktör ise linyit yakıtlı termik santrallerde yakıtın içindeki kükürt oranına bağlı olarak oluşan  $SO_2$  miktarıdır. Baca gazı sıcaklığının  $H_2SO_4$  yoğunlaşma sıcaklığının altına düşmemesi istenir. Santral üzerinde tamamı atık enerji olarak değerlendirilemese de, bölge ısıtma ve soğutma için enerji alınabilecek diğer kaynaklar ön ısıtıcılar için çekilen türbin ara buharlarıdır. Bu buharların kazan besleme suyunu ön ısıtması yerine bölgesel ısı potansiyeli olarak değerlendirilmesi mümkündür. Dünyadaki birçok bölge ısıtma yapabilen termik santrallerde ara buharlar kullanılmaktadır. Şekil 8.1'de Danimarka'da kurulu ara buhar ile bölge ısıtma yapan bir santralin akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 8.1 Ara buhar ile bölgesel ısıtma yapan termik santral örneği

Termik santral bölge ısıtma sistemine entegre edilirken kullanılacak diğer bir enerji kaynağı ise santralin farklı noktalarından çekilebilecek buharlardır. Santral üzerinde bölge ısıtma için çekilebilecek buhar yeri olarak öncelikle değişik ihtiyaçlarda kullanılmak üzere santral dizaynı esnasında yerleştirilen farklı basınçlardaki kollektörler ele alınabilir. Eğer bu buharlar uygun olmaz ise santral üzerinde santralin dengesini (Örneğin türbinlerdeki yatak dengesini, degazör sıcaklık alt sınırını vb.) bozmayacak şekilde bir yerin belirlenmesi de uygun olacaktır.

Santralde belirlenen kaynaklardan birinde yeterli ısıtma potansiyeli yok ise birkaç kaynak birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle atık ısının ve ara buharın bölge ısıtma ve soğutmada kullanılacak maksimum potansiyellerinin belirlenmesi gereklidir. Fakat potansiyel enerji kaynağının miktarı kadar kalitesi de önemlidir. Isı enerjisinin kalitesi ise akışkan sıcaklığına bağlı olduğundan bölge ısıtmada kullanılacak kaynağın sıcaklıklarının da dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü bölgesel ısıtmada kullanılacak kaynakların farklı sıcaklık aralıkları, farklı ısıtma sistemlerini işaret eder. Konvansiyonel bölge ısıtma sistemleri için kullanılacak ısı kaynağın sıcaklığı ise  $90^{\circ}C$ 'in üzerinde



olması gerektiğinden ancak bu sıcaklığın üzerinde sıcaklığa sahip olan kaynaklar bölge ısıtma için uygun olacaktır.

TSAD Projesi kapsamında santraller üzerinde yapılan incelemelerde, termodinamiğin I. ve II Kanunu açısından bölgesel ısıtmada kullanılabilecek en uygun şartlardaki akışkanın belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenecek akışkanın sıvı fazdaki bir akışkan olmaması gereklidir. Çünkü sıvı fazdaki bir akışkandan yararlanılarak sıcaklığının düşürülmesi ile elde edilecek potansiyel kullanıldığında, sıcaklığı düşmüş olan akışkan kazanda tekrar yakıttan elde edilen enerji ile ısıtılacağından bölge ısıtma için ayrı bir kazanda yakıt yakılması durumundan farklı bir durum olmayacaktır. Bu ise yakıtın yüksek ekserjisinin düşük sıcaklıktaki bir akışkanı ısıtılması için kullanılacağı anlamına geldiğinden II. Kanun açısından istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle santraller üzerinde bölge ısıtma için potansiyel belirlenirken ara buhar alma yeri araştırılmıştır. Santral çevriminde ara buharın alınacak noktanın belirlenmesinde aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmuştur.

1. Buharın sıcaklığının bölgesel sera ısıtma sistemleri için uygun bir kaynak sıcaklığına sahip olması
2. Enerjitik açıdan santral güç ve termik verimi minimum oranda değiştirmesi
3. Ekserjitik açıdan ekserji verimini artırması ve birim ekserji çıktısı başına ekserji kayıplarını azaltması
4. Santralin fiziksel şartlarının ara buhar almaya müsaade etmesi

Ayrıca santralde ısı üretimi için tasarımda yapılacak düzenlemeler belirlenirken aşağıdaki kriterlerde göz önünde bulundurulmuştur.

- Santralin çalışmasını sekteye uğratmaması;
- Elektrik arzını aksatmaması;
- Santral gelirlerini olumsuz etkilememesi;
- Mümkün olduğunca az ilave iş yükü getirmesi;
- İşletme ve bakım kolaylığı içermesi.

Bölge ısıtma sistemlerinde 90°C civarında sıcaklıkta sıcak su kullanılabileceğinden ara buhar sıcaklığının bu sıcaklığın üzerinde olması, fakat çok yüksek sıcaklıklarda olmaması uygundur. Çünkü buharın sıcaklığının ve basıncının artması ekserji değerini ve dolayısı ile türbinde üretebileceği mekanik enerji potansiyelini artırmaktadır. II. Kanun açısından da bölgesel ısıtma için çekilecek buharın ekserji değerinin mümkün olduğunca bölgesel ısıtma sistemindeki akışkanının sahip olduğu ekserjiye yakın olması ekserjetik kayıpları azaltacaktır. Yüksek ekserjili bir akışkanın kullanılması ekserji veriminin düşmesine neden olabilecektir. Proje kapsamında incelenen santraller sadece elektrik üretimi için tasarlanmaları sebebiyle türbin üzerinde bu özellikleri sağlayacak bir ara buhar bulmak mümkün değildir. Termik santrallarda gerekli şartları sağlayan bir akışkan yeri arandığında orta basınç türbini (OBT) çıkışı ve alçak basınç türbinine (ABT) giriş noktasının en uygun olduğu görülür. Örneğin Soma Termik Santrali'nde bu noktadaki kızgın buharın sıcaklığı 219,6°C, doyma sıcaklığı 128°C ve basıncı 2,54 bar civarındadır. Bu noktadan ısı üretiminin gerçekleşmesi durumunda



santralin bir ünitesinden yaklaşık 90 MW'lık ısı gücü sağlanabilir. Diğer santrallarda da yapılan benzer incelemeler sonucunda santrallarda bu noktadan ısı (OBT/ABT Buhar Geçiş Hattı) alınması halinde elde edilebilecek maksimum ısı güçler Tablo 8.1'de sıralanmaktadır. Bu noktadan alınacak buharın bölgesel ısıtma için uygun olmasına ek olarak, ısı üretimi için santrallarda bu noktadan çekilecek buharın alçak basınç türbininin simetrik eş kartere sahip olmasından dolayı yatak dengelerini bozmayacağı türbin üreticileri ile yapılan görüşmeler ile doğrulanmıştır. Diğer bir avantaj ise santrallerde yerinde yapılan incelemelerde ara buhar almak için bu noktada yeterli boyutların bulunması ve türbin üzerinde yeni bir ara buhar alımına göre çok daha ekonomik bir çözüm olmasıdır.

**Tablo 8.1 Termik santrallerin OBT/ABT Buhar Geçiş Hattı ısı güç potansiyelleri**

Santral Adı	Ünite Sayısı	Buhar Alım Noktası	$P_{\text{buhar}}$ (bar)	$T_{\text{buhar}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$Q_{\text{ısı\_pot}}/\text{Ünite}$ ( $\text{MW}_t$ )
Soma B TS	6	OBT/ABT Geçiş Hattı	2.54	219.60	90
Yatağan TS	3	OBT/ABT Geçiş Hattı	1.18	172.00	145
Afşin Elbistan B TS	4	OBT/ABT Geçiş Hattı	5.01	258.49	162
Tunçbilek TS	2	OBT/ABT Geçiş Hattı	5.02	267.40	62
Yeniköy TS	2	OBT/ABT Geçiş Hattı	1.18	172.00	145
Kemerköy	3	OBT/ABT Geçiş Hattı	1.18	172.00	145
Orhaneli TS	1	OBT/ABT Geçiş Hattı	1.20	174.76	145
Kangal TS	3	OBT/ABT Geçiş Hattı	3.33	231.20	95
18 Mart Çan TS	2	OBT/ABT Geçiş Hattı	5.21	267.60	95
Hamitabat DGKÇ	4	OBT/ABT Geçiş Hattı	5.03	200.90	80
Bursa DGKÇ	2	OBT/ABT Geçiş Hattı	5.20	272.90	380
Ambarlı DGKÇ	3	OBT/ABT Geçiş Hattı	5.74	197.30	331
Çatalağzı TS	2	OBT/ABT Geçiş Hattı	6.87	307.40	143
Seyitömer	4	OBT/ABT Geçiş Hattı	3.16	219.80	160

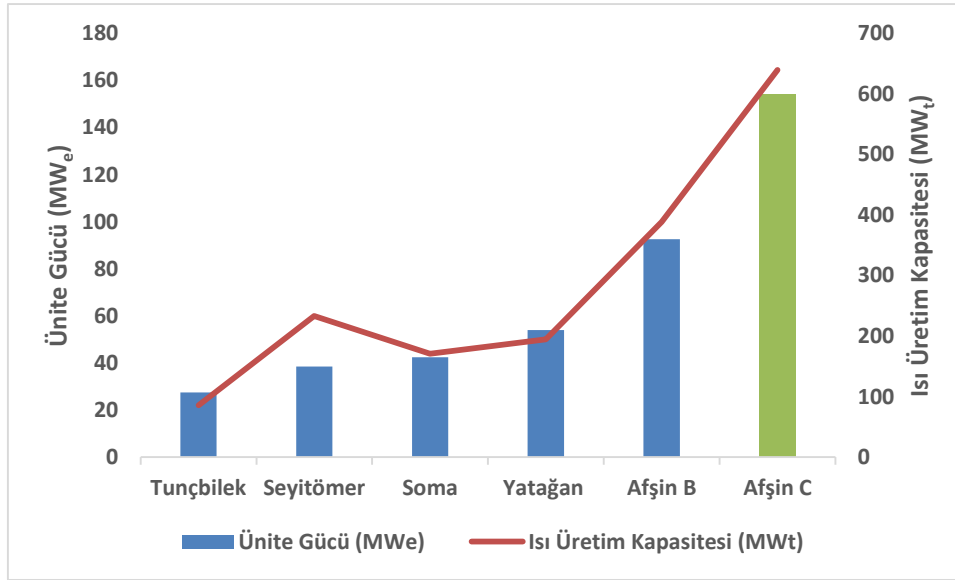
Yeni kurulması planlanan Afşin C Termik Santralinden ısıtma yapılacak sera bölgesi için ısı üretim potansiyelini öngörebilmek için Tablo 8.1'de aktarılan analiz sonuçları dikkate alınarak öngörüle bulunulmuştur. Bu amaçla öncelikli olarak yeni kurulması planlanan Afşin C Termik Santralinin Nihai ÇED Raporu'ndan teknik özellikleri hakkında bilgi edinilmiştir (Tablo 8.2) [4].



**Tablo 8.2 Yeni Kurulması Planlanan Afşin-Elbistan C Termik Santraline ait Teknik Bilgiler [4]**

Ünite Adedi	3	
Ünite Kapasitesi	600	MW <sub>e</sub>
Kazan Tipi	Süperkritik Pulverize Kazan	
Planlanan Kazan Verimi	91.1%	
Planlanan Yıllık Brüt Elektrik Üretimi	12,506,000	MWh
Planlanan Yıllık Net Elektrik Üretimi	11,380,000	MWh
Tahmini çevrim verimi	41.0%	
Santral toplam kömür debisi	3,325	t/h
Kömür AİD	1,140	kcal/kg
Santralin planlanan çalışma süresi	6,948	saat/yıl
Proje ömrü	35	yıl
İlk ünitenin planlanan faaliyete giriş tarihi	2024	

Yeni kurulacak Afşin C Termik Santrali'nin ünite başına kurulu güç kapasitesi ve daha önce detaylı analizleri gerçekleştirilerek OBT/ABT buhar geçiş hattı üzerinden ünite başına ısı üretim potansiyelleri analiz edilmiş santral verileri esas alınarak, Afşin C Termik Santrali için ünite başına ısı üretim potansiyeli hakkında öngörülebilir bulunulmuştur. Şekil 8.2'de daha önce TÜBİTAK MAM tarafından detaylı analizleri gerçekleştirilmiş olan santrallere ait ünite gücü ve bölgesel ısıtma sistemi için en uygun ısı çekme noktası olan OBT/ABT buhar geçiş hattı üzerinden çekilebilecek ısı potansiyel değerleri ve bu değerler üzerinden Afşin C Termik Santrali ünite gücüne karşılık gelen öngörülen bölgesel ısıtma sistemi ısı üretim kapasitesi gösterilmektedir.



**Şekil 8.2 Benzer Termik Santrallere ait Isı Üretim Potansiyelleri ve Afşin-Elbistan C Termik Santrali için Öngörülen Isı Üretim Potansiyeli**

Buna göre kurulması planlanan Afşin C Termik Santralinin 600 MW<sub>e</sub> kapasitedeki bir ünitesinden yaklaşık 164 MW<sub>t</sub> ısı üretim kapasitesi olabileceği öngörülmektedir.

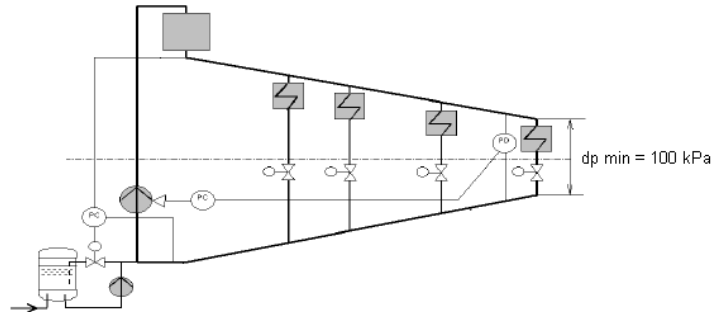
## 8.2 Pompa İstasyonu

Yeni kurulacak olan Afşin C Termik Santralinden bölgesel ısıtma sistemi iletim hattı ile sıcak suyun seralara ulaştırılması ve ısıtma şebekesinde su sirkülasyonunun sağlanması için santrifüj pompalar kullanılmaktadır. Bu pompaların hat üzerinde konumlandırıldığı yerlere ve yapılara ise pompa istasyonu adı verilmektedir (Şekil 8.3). Pompa istasyonlarında yer alan santrifüj pompalar bölgesel ısıtma şebekesi ve ısı eşanjörlerinde oluşan basınç kayıplarını yenecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 8.3. Örnek Bir Pompa İstasyonundan Görünüm

Bölgesel ısıtma sistemi iletim hattı, en uzak tüketim noktasının gidiş-dönüş bağlantı hatları arasındaki basınç farkı en az 100 kPa olacak şekilde tasarlanarak, en son tüketiciye kadar ısının iletilmesi garanti altına alınmıştır. Seraların sorunsuz olarak bölgesel ısıtma sisteminden yararlanabilmeleri için ısıtma istasyonundaki basınç kaybının azami 100 kPa olarak tasarlanması gereklidir. Şebeke boyunca oluşan basınç farkının değişimi şematik olarak Şekil 8.4'de verilmektedir.

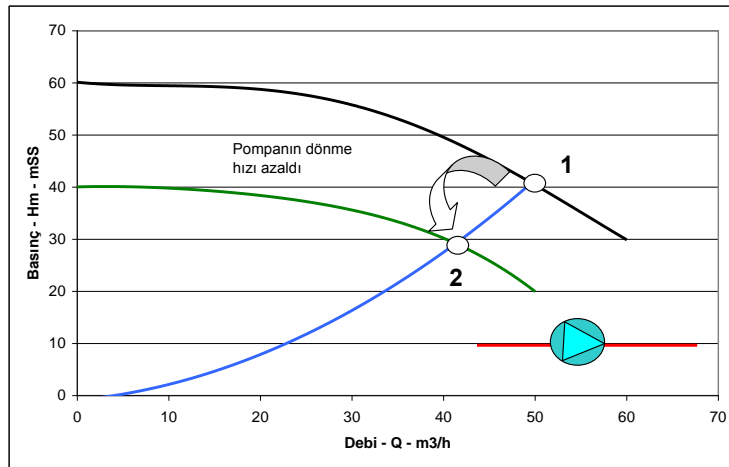


Şekil 8.4. Bölgesel Isıtma Şebekesindeki Basınç Değişimi



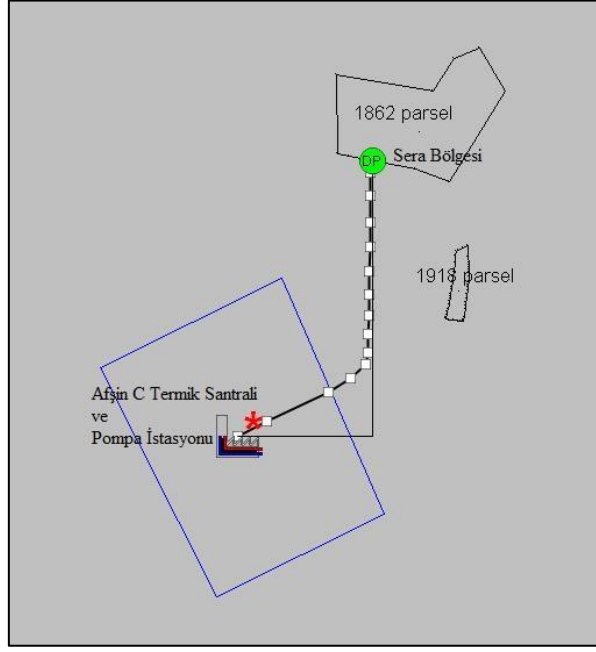


Bölgesel ısıtma şebekesi içinde suyun buharlaşmasını engellemek için minimum basınç, sıcak gidiş suyunun buharlaşma basıncından fazla olmalıdır. Ayrıca, boru şebekesinin tamamen su ile dolması ve şebekenin hiçbir yerinde suyun buharlaşmaması için şebekedeki statik basıncın belli bir seviyede tutulması gerekir. Statik basınç, su sirkülasyonunun durması halinde en yüksek kottaki borularda buharlaşma olmayacak şekilde seçilmiştir. Bölgesel sera ısıtma sistemi iletim hattı için, hattın en alçak noktası ile en yüksek noktası arasında yaklaşık 40 m'lik kot farkı vardır. Basıncın en düşük olduğu ve suyun buharlaşma riskinin en fazla olduğu yerler pompa girişleri ve şebekenin en yüksek yerindeki ısı tüketim noktalarıdır. Bu noktalarındaki basınçlar, su buharlaşması dikkate alınarak en az 100 kPa olacak şekilde hesaplanmıştır. Şebeke boyunca basınç regülasyonunun frekans konvertörlü pompalarla sağlanacağı öngörülmüştür (Şekil 8.5).



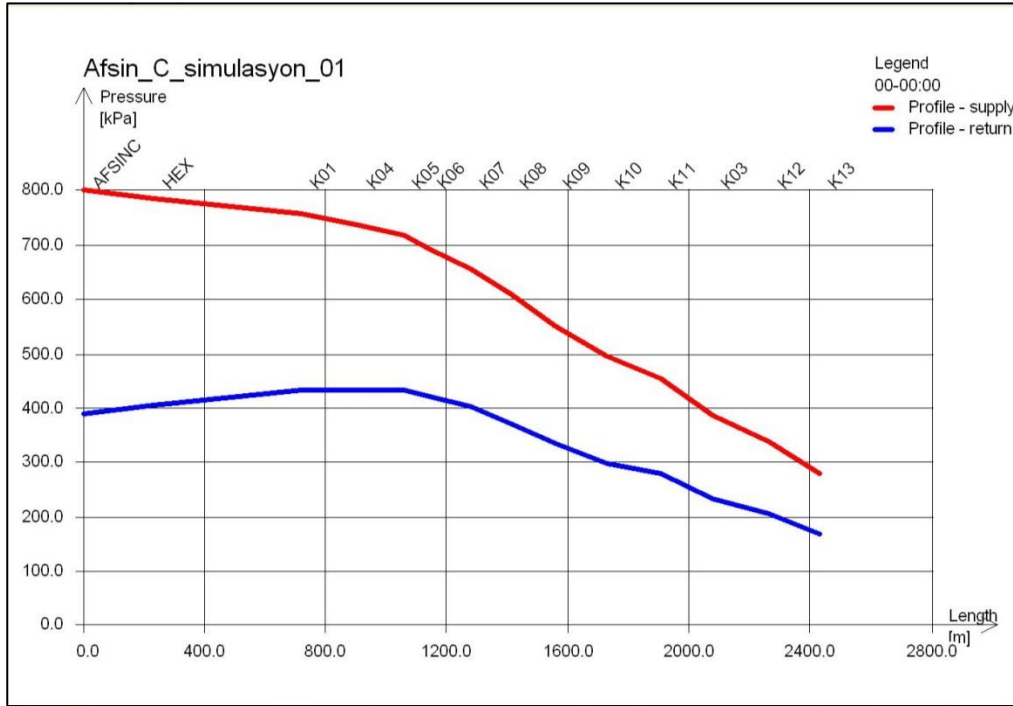
Şekil 8.5. Frekans Kontrolü ile Pompaların Kontrolü

Projenin teknik yapılabirlik analizi sonucunda bölgesel sera ısıtma sistemi için santral çıkışında konumlandırılmak üzere 1 adet pompa istasyonunun 400 dekar kapasitedeki serayı besleyecek iletim hattı için yeterli olduğu görülmüştür (Şekil 8.6).



Şekil 8.6 Pompa İstasyonunun Konumu

400 dekarlık sera kapasitesi için, tasarım ısı yükünde iletim hattı boyunca borular içindeki basınç dağılımı aşağıda Şekil 8.7’de verilmiştir.



Şekil 8.7 Bölgesel Isıtma Sistemi Tam Yükte Hat Boyunca Basınç Dağılımı



Afşin C Termik Santrali'nde üretilecek ısıyı 400 dekarlık sera alanına ulaştırmak için kullanılacak pompalar ve bu pompaların özellikleri Tablo 8.3'de verilmektedir. Şebekede sirkülasyonu sağlanacak su debisinin miktarı, seraların ısı ihtiyaçlarının değişimi dikkate alınarak hesaplanmıştır.

**Tablo 8.3 Pompa İstasyonu için Öngörülen Pompa Özellikleri**

Pompa No	Debi (m <sup>3</sup> /h)	Basınç (mSS)	Motor (kW)
1	250	60	58
2	250	60	58
3	500	60	117
4	500	60	117
5	500	60	117
6 (yedek)	1000	60	233

Sistemin ön tasarımında pompaların şebekenin gidiş hattında konumlandırılacakları öngörülmüştür. Isı ihtiyacının az olduğu durumlarda (250 m<sup>3</sup>/h' e kadar) sadece 1 no'lu pompanın devrede olacağı, seraların ısı ihtiyacının artması ile beraber öncelikle pompaların devir sayılarının artırılacağı; yetmediği durumlarda ise diğer pompaların devreye girerek paralel olarak çalışacakları öngörülmüştür. 6 no'lu pompa sistemde bakım, arıza gibi durumlar için yedek olarak tutulacağı kabul edilmiştir.

Isıl güç ihtiyacının artması durumunda bölgesel sera ısıtma sistemi dönüş hattındaki sıcaklık düşecektir. Bundan dolayı pompaların devir sayıları artırılarak seralara gönderilen sıcak su debisi arttırılacaktır. Bu işlem otomatik olarak kontrol edilmektedir. Isıl talebin azalması durumunda ise, bölgesel ısıtma dönüş hattındaki sıcaklık yükselecek ve dolayısıyla pompaların hızı ve debisi azaltılacaktır. Ayrıca, en uzak tüketim noktasındaki minimum basınç farkının sağlanabilmesi için bu noktadan pompalara gelecek sinyale göre pompaların basınçları ayarlanacaktır. Öngörülen bu sistem işleyişine uygun olarak tipik bir pompa istasyonunda bulunan elemanlar ise Tablo 8.4'de sıralanmıştır.

**Tablo 8.4. Pompa İstasyonu Ekipmanları**

Santrifüj Pompalar
Elektrik Motorları
Dozajlama Ünitesi
Genleşme Tankı
Borular (Kolektörler, Dirsekler vs)
Vanalar, Çek Valfler, Pislik Tutucular vs
Frekans Konvertörleri
BIS Şebekesi Kontrol Sistemi (Operatör konsolu ve SCADA)
Enstrümanlar (Basınç, Sıcaklık, Debi Sensörleri)
Panolar
İstasyon Binası

Bölgesel ısıtma sisteminin uzun yıllar sağlıklı olarak çalışabilmesi, boru ve diğer ekipmanlarda korozyonun engellenmesi için sirkülasyon suyunun belli özelliklere sahip olması gerekir. Şebeke içinde



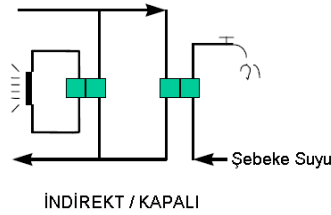
bazı kaçaklar da söz konusu olabileceğinden bu kaçakların telafi edilmesi için eklenen suyun da aynı özellikte olması gerekmektedir. Bölgesel ısıtma sisteminde dolaşacak sudan beklenen özellikler Tablo 8.5'de verilmektedir.

**Tablo 8.5. Bölgesel Isıtma Sistemi Şebekesinde Kullanılması Gereken Su Özellikleri**

Dolaşım Suyu	Demineralize Su
Görünüm	Temiz
Koku	Yok
Partiküller	<1 mg/l
pH değeri	9.8 +/- 0.2
İletkenlik $\mu\text{S}/\text{cm}$	<25
$\text{O}_2/\text{CO}_2$ içeriği	<0.02 mg/l
Yağ içeriği	<1 mg/l
$\text{Cl}^-$ içeriği	<3.0 mg/l
$\text{SO}_4$ içeriği	<1mg/l
Toplam Fe içeriği	<0.05 mg/l
Toplam Cu içeriği	<0.01 mg/l
Bakteriyel içerik	Resmi standardı yok

### 8.3 Bölgesel Isıtma Sistemi Şebekesi

Proje kapsamında planlanan bölgesel sera ısıtma sistemi indirekt kapalı sistem olarak öngörülmektedir. Afşin Elbistan C Termik Santrali çıkışındaki pompa istasyonundan beslenen sıcak su, sera içi ısıtma tesisatına karışmayacak ve ısı enerjisini bir ısı değıştiricisi ile sera içi ısıtma sistemine transfer edecektir (Şekil 8.8).



**Şekil 8.8. İndirekt Kapalı Bölgesel Isıtma Şebekesi**



**Tablo 8.6 Afşin Bölgesel Sera Isıtma Sistemi Ön Tasarım Parametreleri**

<b>Bölgesel Sera Isıtma Sistemi</b>	
Şebeke Boru Sayısı	İki Borulu
Isıl Enerji Taşıyıcı Akışkan	Sıcak Su
Şebeke Bağlantı Türü	İndirekt Bağlantı
İletim ve Dağıtım Hattı Boru Tipi	Ön İzolasyonlu Borular
Boru Tesisatı	Toprak Altında
Boruların Basınç Sınıfı	16 Bar
<b>Boruların Tasarımı</b>	
Gidiş Dönüş Suyu Sıcaklık Seviyeleri	110 – 60 °C
Maksimum Hız ve Basınç Gradyeni	2,0 m/s ve 100 Pa/m (DN 400)
<b>Şebeke Basınçları</b>	
Şebeke Statik Basıncı	5 Bar
Genleşme Sistemi Tipi	Kapalı
<b>Pompalar</b>	
Pompa Tipi	Santrifüj Pompa
Pompaların Bağlantısı	Paralel
Pompaların Basınç Sınıfı	16 Bar
Pompaların Sızdırmazlığı	Mekanik Salmastralı
Pompaların Kontrolü	Frekans Kontrollü
<b>BİS Kontrolü</b>	
Son Kullanıcıdaki Minimum Basınç Farkı	100 kPa
Sistemin Kontrolü	Debi ve Sıcaklık Kontrolü

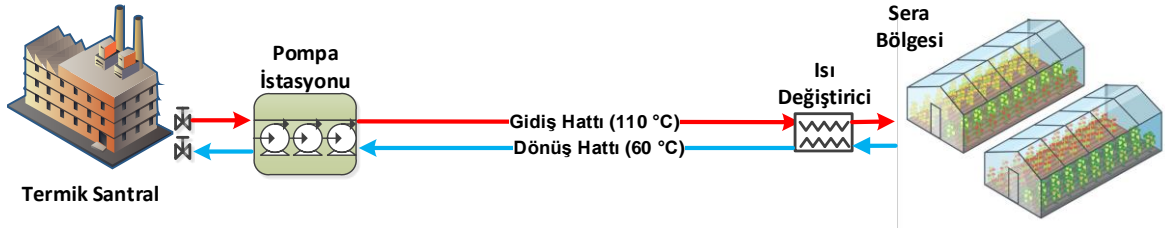
Bölgesel ısıtma sisteminin indirekt olarak tasarlanmasının avantajları şunlardır:

- Sera içi ısıtma sisteminde yer alan ısı değiştiricileri sayesinde bölgesel ısıtma iletim hattı ile sera içi tesisat basınçları birbirini etkilememektedir.
- Bölgesel ısıtma şebekesi ile sera içi ısıtma sisteminin birbirinden ayrı olması sayesinde kaçak su kontrolü rahatça yapılabilmektedir. Örneğin sera içerisindeki ısıtma sisteminde su kaçağı sadece sera işletmesini ilgilendirmektedir ve bu kaçağın bölgesel ısıtma şebekesinde dolaşan suyun hacmine hiçbir etkisi bulunmamaktadır.
- Bölgesel ısıtma iletim hattı ve sera içi ısıtma tesisatları birbirlerinden ayrılmış olduğunda bölgesel ısıtma sisteminin işletimi ve kontrolü kolaylaşır.

Santralde üretilen ısının seralara iletimi sağlayacak boru şebekesi, gidiş ve dönüş olmak üzere iki paralel hattan oluşacak ve şebeke demineralize su ile doldurulacaktır. Isının tüketicilere ulaştırılması, sıcak suyun pompalanması ile gerçekleşecektir. Gidiş suyu sıcaklığı 90° ile 110°C arasında değişkenlik gösterirken; kullanıcılarda 50-60°C'e kadar soğuyarak santrale geri dönecektir (Şekil 8.9).



## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi



Şekil 8.9. İki Borulu Sistem (Bir Gidiş, Bir Dönüş)

Bölgesel ısıtma sistemi şebekesinde kullanılan borular, yüksek yalıtım özelliğine sahip ön izolasyonlu borulardır. Ön izolasyonlu borular üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; akışkanı taşıyan çelik boru, çelik boruyu dıştan saran ve ısı yalıtımı sağlayan poliüretan malzeme, en dış kısımda ise boruyu dıştan saran ve koruyan yüksek yoğunluklu polietilen malzemedir (Şekil 8.10).



Şekil 8.10. Ön İzolasyonlu Borular

Bölge ısıtma sistemi şebekesi kurulumunda kullanılan boru ile boru bağlantı elemanları ve sistemde kullanılan diğer malzemeler Tablo 8.7'de listelenmektedir.

Tablo 8.7. Ön İzolasyonlu boru parçalarının özellikleri

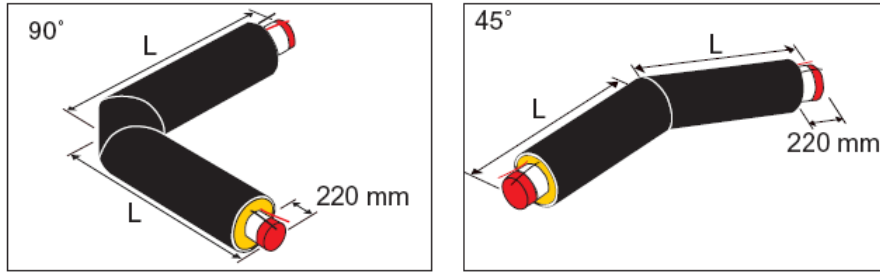
No	Parça	Özellikler
1	Boru	Borular ve toleranslar, ISO 4200 Kaynaklı çelik boru Akma dayanımı, 235 N/mm <sup>2</sup> Kopma dayanımı, 350-480 N/mm <sup>2</sup> Kontrol, EN 1024 – 3.1 B
2	Yalıtım	Poliüretan, EN 253'e göre Ömür, 30 yıl (140 °C) Yalıtım gazı, cyclopentane
3	Dış kılıf	Yüksek yoğunluklu polietilen, EN 253'e göre Ömür, 30 yıl (>50 °C)

Tablo 8.8'de ise bölgesel ısıtma sisteminde kullanılan ön izolasyonlu boruların uygulama şartlarında karşılayabileceği azami koşullar sunulmaktadır.

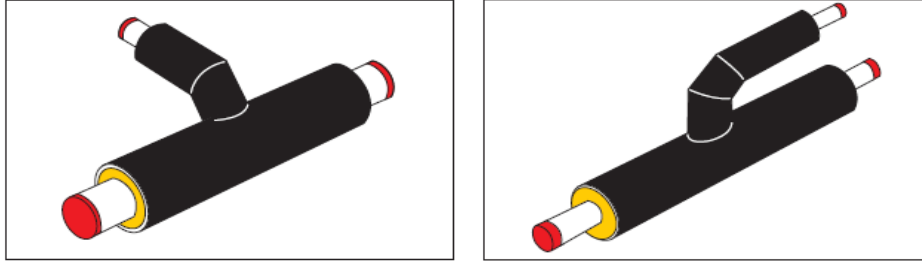
**Tablo 8.8. Uygulama Şartları**

Maksimum işletme basıncı	16 Bar
Gidiş, dönüş suyu maksimum sıcaklık farkı	120 °C
Maksimum sürekli çalışma sıcaklığı	140 °C
Kısa süreli maksimum çalışma sıcaklığı	150 °C
Maksimum dış mont sıcaklığı	50 °C

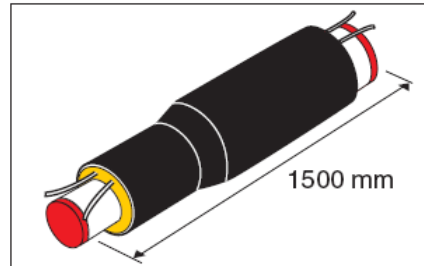
Ön izolasyonlu borulardan oluşan bölgesel ısıtma sistemi iletim hattı yapımında, hat güzergahı boyunca ve seralara bağlantı hatlarında; dönüşler, redüksiyonlar ve branşmanlar kullanılacaktır. Şekil 8.11, Şekil 8.12 ve Şekil 8.13'de bu ekipmanların örnekleri görülmektedir.



**Şekil 8.11. Ön İzolasyonlu Borularda Dönüşler**



**Şekil 8.12. Ön İzolasyonlu Borularda Branşmanlar (45° ve 90°)**



**Şekil 8.13. Ön İzolasyonlu Borularda Redüksiyonlar**

Proje kapsamında kurulması planlanan bölgesel ısıtma sistemi boru hattında yer alması öngörülen ana ekipmanlar ise Tablo 8.9'da sunulmuştur.



**Tablo 8.9. Bölgesel Isıtma Boru Hattı Ekipmanları**

Komponent	Bağlantı
<b>Ön İzolasyonlu Borular</b>	
DN 400 (12 m uzunluğunda)	Kaynaklı
Dirsekler (30, 45, 60, 90 °)	Kaynaklı
Ankraj Elementleri	Kaynaklı
Kompansatörler	Kaynaklı
Boru Birleşme Parçaları	Kaynaklı
Küresel Vanalar ve Aktuatörü	Kaynaklı
Durdurma, Boşaltma Vanaları ve Hava Alma Elemanı	Kaynaklı
<b>Sızıntı Alarm Sistemi</b>	

Yatırım analizleri kapsamında bölgesel ısıtma sistemi boru şebekesi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Boru şebekesi; Afşin C Termik Santrali çıkışından seracılık bölgesi girişine kadar olan kısmı kapsamaktadır. Afşin-Elbistan C Termik Santrali çıkışlı bölgesel ısıtma sistemi şebekesinde ön izolasyonlu boruların toprak altına gömüleceği öngörülmüştür (Şekil 8.14).



**Şekil 8.14. Örnek bir bölgesel ısıtma sistemi boru hattı**

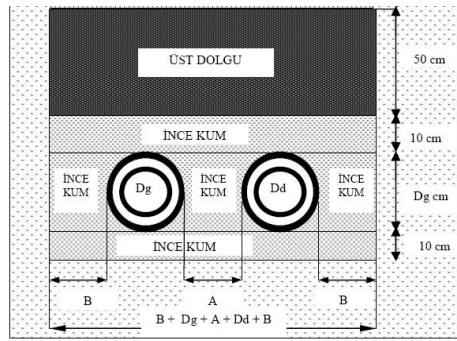
Boru hatların kurulumu sürecinde, toprağın kazılıp boruların yerleştirilmesi, montajı, kaynak testleri gibi işlemlerin yapılması gereklidir (Şekil 8.15).





Şekil 8.15. Kanalların Kazılması, Boruların Döşenmesi ve Montajı

Ön izolasyonlu borular farklı çaplarda farklı boyutlara sahip olduğundan toprağa açılacak olan kanalın geometrisi ve boyutları da değişiklik göstermektedir. Şekil 8.16'de bölgesel ısıtma iletim hattı kanal kazı detayları verilmektedir.



Şekil 8.16. Bölgesel Isıtma Boru Hattı Kanal Kazı Detayı

Afşin Elbistan C Termik Santralinden yatırımı planlanan sera bölgesine kadar olan bölgesel ısıtma iletim hattının tasarımında kullanılan kriterler Tablo 8.10'de verilmiştir.

Tablo 8.10. Bölgesel Isıtma İletim Hattı Tasarım Kriterleri

Kriter	Birim	Değer
Maksimum Hız	m/s	2.0
Maksimum Basınç Gradyeni	Pa/m	100
Gidiş-Dönüş Suyu Sıcaklıkları	°C	110-60

Boru şebekesinin kurulumu sırasında iki ana iş kalemi bulunmaktadır. Bunlar; inşaat ve mekanik montaj işleridir. İnşaat işleri ile ilgili iş tanımları ve hesaplamalarda kullanılan poz fiyatları Tablo



8.11'da verilmiştir. Mekanik işler kapsamındaki maliyetlerde ise boruların yerine nakliyesi, yerine yerleştirilmesi, boruların, ek yerlerinin, sabit mesnetlerin, fittingslerin, kompensatörlerin kaynak edilmesi ve/veya montajı ve kaynak röntgenleri ile diğer tahmin edilemeyen masraflar yer almaktadır.

**Tablo 8.11. İnşaat Poz Tanımları Birim Fiyatları**

Tanım	Poz No	Açıklama	Hesaplamalarda Kullanılan Birim Fiyatlar	
*Kazı	15.120.1001	Makine ile yumuşak ve sert toprağın kazılması (serbest kazı)	4,73	TL/m <sup>3</sup>
*Dolgu Yapılması	43.610.1022	Stabilize malzemenin titreşimli silindire sıkıştırılarak yapı inşaatları, sinai imalatlar ve saha betonları altında temel ve temel altı dolgusunun yapılması	37,13	TL/m <sup>3</sup>

\* Poz fiyatları ilgili kamu kurumlarının Türkiye genelinde yapım işleri için uygulamakta olduğu birim fiyatlarıdır.

Bölgesel ısıtma şebekesinin TERMIS yazılımı üzerinde tasarımı sonucu elde edilen boru metrajları ile güncel boru ve inşaat birim fiyatları kullanılarak şebeke yatırım maliyetleri ortaya konmuştur. Söz konusu hesaplama ait yatırım maliyetleri Tablo 8.12, Tablo 8.13 ve Tablo 8.14'de verilmektedir.

**Tablo 8.12 Bölgesel Isıtma Sistemi İletim Hattı Boru Yatırımı**

Boru tipi	Uzunluk (m)	Boru (TL/m)	Boru Fiyatı (TL)	Birleşme Seti (adet)	Birleşme Seti (TL/adet)	Birleşme Seti (TL)	Boru Genel Toplam (TL)
DN400	5,048	858,4	4,332,881	421	266,84	132,451	4,465,332

Not: \*Maliyet hesaplamalarında, borulama ve birleşme setlerinde montaj sırasında %10 fire olacağı kabul edilmiştir.

**Tablo 8.13 Bölgesel Isıtma Sistemi - Diğer Ekipman, İnşaat ve Montaj Giderleri**

Boru Genel Toplam	Fittings, Mesnet, Kompensatör ve Vana	Mekanik Montaj	İnşaat	Genel Toplam
TL	TL	TL	TL	TL
4,465,332	2,009,400	252,393	119,050	6,846,175

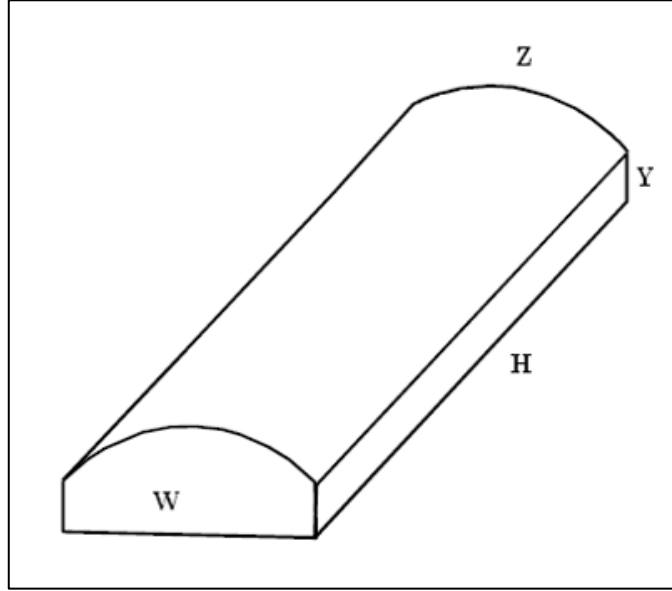
Not: Kazı çalışmaları sırasında oluşabilecek bazı teknik hasarlar (kazı sırasında su borularının patlaması, telefon ve elektrik kablolarının kopması v.b.) için %1 oranında sigorta masrafı hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Geçiş güzergâhlarının istimlak maliyeti masraflara dâhil değildir.

**Tablo 8.14 Bölgesel Isıtma Sistemi - Demineralize Su, Basınç Testi ve Temizleme Maliyetleri**

	Demineralize Su Maliyeti (TL)	Basınç Testi (TL)	Boru Temizleme Maliyeti (TL)	Toplam (TL)
İletim Hattı	25.400	78.100	472.100	576.000

#### 8.4 Sera Bölgesi

Projede santralden bölgesel ısıtma sistemi ile beslenecek ısının talep kısmını oluşturan sera bölgesine ait teknik yapılabilirlik analizleri kapsamında öncelikle seçilen 400 dekarlık uygun arazi parseli üzerinde kurulacak seralara ait bir sera modeli oluşturulmuştur. Bu sera modeline ait temel boyutlar Şekil 8.17’de gösterilmektedir.



Şekil 8.17 Sera Isı Talebi Hesaplamasında Kullanılan Temel Boyutlar

Belirlenen birim sera modeline ait hesaplamalarda kullanılan boyut ölçüleri ise Tablo 8.15’de sunulmaktadır. Buna göre belirlenen yaklaşık 400 dekarlık parsel üzerinde her biri 10 dekar büyüklükte olan 40 adet sera kurulması öngörülmüştür.



**Tablo 8.15 Sera Isı Talebi Hesaplamalarında Kullanılan Sera Boyutlarına ait Değerler**

<b>SERA BOYUTLARI</b>		
W	96	m
H	105	m
Y	5	m
Z	14	m
<b>SERA ALAN ve HACİM BİLGİLERİ</b>		
Birim Sera Başına Çatı Alanı	10,080	m <sup>2</sup>
Birim Sera Başına Yan Yüzey Alanı	2,100	m <sup>2</sup>
Birim Sera Hacmi	56,349	m <sup>3</sup>
Birim Sera Başına Toplam Yüzey Alanı	12,180	m <sup>2</sup>
Sera Adedi	40	adet
Sera Başına Tarım Alanı	10,080	m <sup>2</sup>
Kaplama Alanı/Yüzey Alanı	1.21	-
Alan Başına Sera Hacmi	5.59	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>

Afşin ilçesinde yeni kurulması planlanan Afşin C Termik Santraline 2.5 km mesafede 400 dekarlık bir kapasitede seracılık yapılması öngörülmüştür. Proje kapsamında kurulacak bölgesel ısıtma iletim hattı, seraların yıl boyunca ısı ihtiyaçlarını karşılayacaktır. Bölgesel ısıtma sistemi hattının boyutlandırılabilmesi için öncelikle seralardaki toplam ısı talebinin belirlenmesi gereklidir.

Isı yükü hesabı öncesinde bölgede kurulması planlanan seraları temsilen, 10 dekarlık bir model bina belirlenmiş ve seranın özgül ısı kaybı; örtü malzemesinin fiziksel özellikleri (yapısı, boyutları, iletkenliği vs), ve havalandırılması dikkate alınarak hesaplanmıştır. Sera ısı kayıplarının hesaplanmasında kullanılan temel değerler Tablo 8.16'de verilmektedir. Ardından, özgül ısı kaybı, meteorolojik veriler ve güneşlenme değerleri ile seraların yıl boyunca saatlik bazda ısı yükü belirlenmiştir. Serada yetiştirilecek ürün olarak salkım domates seçilmiş ve salkım domatesin yetiştirilebileceği gece ve gündüz sera için konfor şartları belirlenmiştir. Buna göre gündüz 22 °C ve gece ise 16 °C'lik dış ortam sıcaklığının üstündeki sıcaklıklarda ısıtma yapılmayacağı kabul edilmiştir [5]. Ayrıca ısı yükünün hesaplanmasında kullanılan minimum dış ortam sıcaklığı -20 °C'dir.

**Tablo 8.16. Prototip Konut Isı Güç Hesaplarında Kullanılan Değerler [5]**

Dış Ortam Tasarım Sıcaklığı (Isıtma)	-20	°C
Tasarım Sıcaklığı - Gündüz	22	°C
Tasarım Sıcaklığı - Gece	16	°C

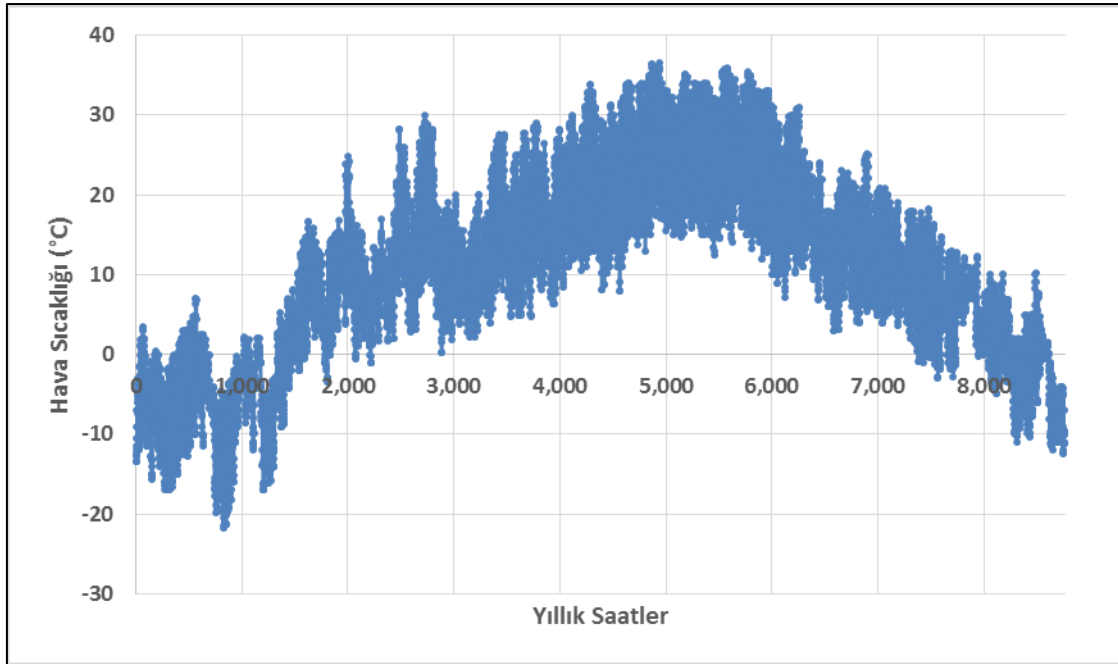
Sera örtü malzemesi olarak polycarbon kaplama seçilmiş olup, sera ısı kayıp hesaplamaları Tablo 8.17'de ye alan bu malzemeye ait ısıl direnç katsayıları kullanılarak hesaplanmıştır [6].



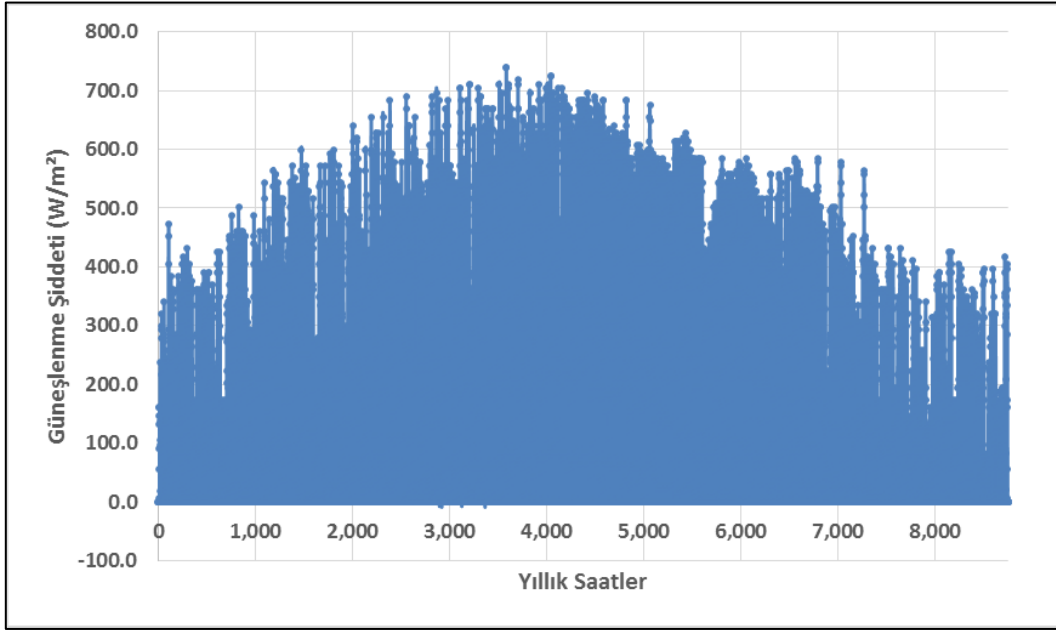
**Tablo 8.17 Sera Örtü Malzemesi Isıl Direnç Katsayıları [6]**

Isıl Direnç Katsayısı	Üst	Yan	Birim
$R_{i_{cover}}$	0.12	0.12	$m^2^{\circ}C/W$
$R_{l_{cover}}$	0.1	0.08	$m^2^{\circ}C/W$
$R_{o_{cover}}$	0.0307	0.0307	$m^2^{\circ}C/W$
$R_{k_{cover}}$	0.2507	0.2307	$m^2^{\circ}C/W$
$R_{v_{cover}}$	1	1	$m^2^{\circ}C/W$

Seraların yıl boyunca ısıtma amaçlı enerji ihtiyacını en doğru biçimde tahmin edebilmek için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden, Afşin ilçesindeki ölçüm istasyonuna ait yıllık saatlik bazda sıcaklık (Şekil 8.18) ve güneşlenme şiddeti (Şekil 8.19) ölçüm değerleri temin edilmiştir.

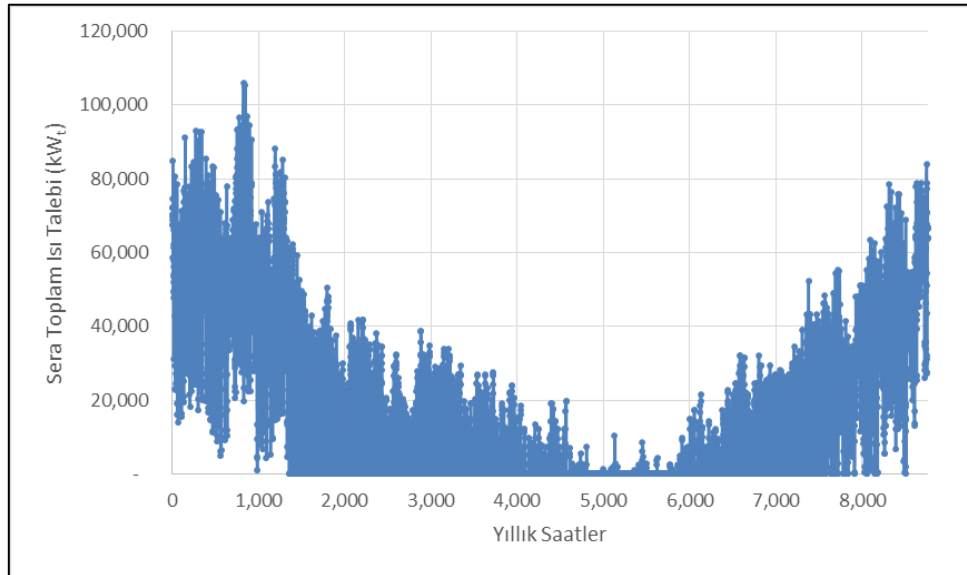


**Şekil 8.18 Meteoroloji İstasyonundan Alınan Yıllık Saatlik Bazdaki Sıcaklık Verileri**



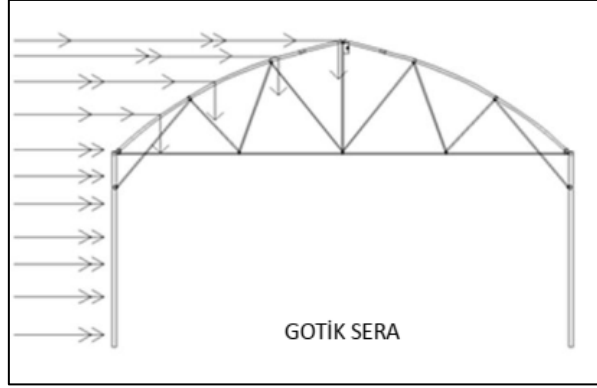
Şekil 8.19 Meteoroloji İstasyonundan Alınan Yıllık Saatlik Bazdaki Güneşlenme Şiddeti Verileri

Tüm bu girdi değerleri doğrultusunda Afşin İlçe'sinde kurulması öngörülen seralar için yıl boyunca saatlik bazda ısı talebi hesaplanmıştır (Şekil 8.20). Buna göre kurulması planlanan 400 dekarlık sera bölgesi için yıl boyunca oluşması öngörülen maksimum ısı talebi  $106,072 \text{ kW}_t$  ve toplam ısı enerjisi tüketimi ise  $166,620 \text{ MWh}$  olarak öngörülmektedir. Birim sera alanı başına pik ısı yükü ise  $0,263 \text{ kW}_t/\text{m}^2$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre; yeni kurulacak Afşin C Termik Santrali'nin bir adet ünitesinin ısı üretim kapasitesi bölgede kurulacak 400 dekarlık seranın ısıtma ihtiyacını karşılayabilecektir.



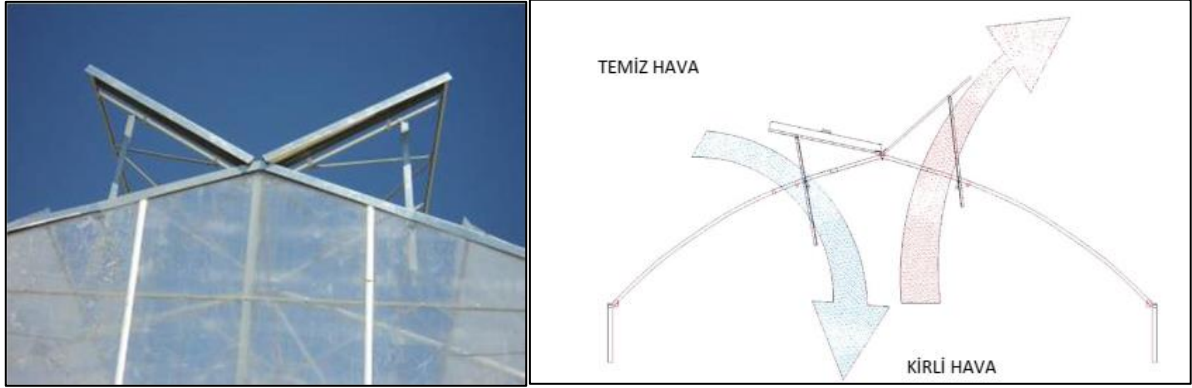
Şekil 8.20 Yıl Boyunca Saatlik Bazda Öngörülen Sera Isı Talebi

Proje kapsamında kurulması planlanan seralar için gotik tip modern sera teknolojisi öngörülmüştür. Şekil 8.21’de gotik tip seraya ait kesit görünümü sunulmaktadır [7]. Gotik tip modern seranın sunduğu başlıca avantajlar; daha geniş iç hava hacmi sağlaması, daha iyi iklim kontrolü sağlaması ve daha fazla güneş ışığı alması olarak sıralanabilir.



Şekil 8.21 Gotik Sera Kesit Görünümü [7]

Seralarda her tünelde 2 adet havalandırma penceresi kullanılmaktadır (Şekil 8.22). Bu havalandırma pencereleri seranın otomasyon sistemi ile kontrol edilmektedir. Havalandırma pencerelerine sinek tülleri monte edilmektedir. Bu havalandırma pencereleri çatı üzerinde sera içindeki taze ve kirli havanın değişimine yardımcı bir hava akımı sağlamaktadır. Oluşturulan bu süpürme etkisi aynı zamanda başarılı bir şekilde nem almaya izin vermektedir [7].



Şekil 8.22 Sera Havalandırma Pencereleri [7]

Serada kullanılan ısı perdesi sistemi (Şekil 8.23) ile yaz döneminde serinleme ve gölgeleme, kış döneminde ise ısı tasarrufu sağlamaktadır [7].



**Şekil 8.23 Isı Perdesi Sistemi [7]**

Sera kaplama malzemesi olarak kullanılan polikarbon malzemenin (Şekil 8.24) birçok avantajları bulunmaktadır;

- Polikarbon içerisindeki UV katkı maddesi, zararlı güneş ışınlarından korur,
- Polikarbon içerisindeki Anti-fog katkı maddesi çığ damlacık oluşumunu önler, mantar ve bakteri oluşumunu ve çığ damlacıklarının güneş ışınımını engellemesinin önüne geçer,
- Polikarbon içerisindeki IR katkı maddesi ise gece-gündüz arası ısı farkını azaltarak ürün gelişimine katkı sunar, ısıtma giderlerini azaltır,
- Kuvvetli rüzgâr, dolu ve buzlanmaya karşı dayanıklı bir malzemedir,
- Kimyasallara karşı da dirençli bir malzemedir,
- Darbe dayanımı cama göre daha iyidir, hem hafiftir hem de kırılma eğilimi düşüktür,
- Oluklu yapısı sayesinde ses ve ısı yalıtımı sağlar. [7]





**Şekil 8.24 Polikarbon Sera Kaplaması**

Bunların yanında serada topraksız tarım yapılması öngörülmüş olup, askılı bitki yetiştirme yatakları üzerinde cocopeat (Hindistan cevizi lifi) yetiştirme torbaları kullanılacağı kabul edilmiştir (Şekil 8.25). Bitki yetiştirme yatakları galvaniz sacdan imal edilmektedir [7].



**Şekil 8.25 Serada Bitki Yetiştirme Ortamından Görünüm**

Seralarda zemin izolasyonu için UV katkılı yer örtüsü (agro textile) kullanılmaktadır. Bu örtülerin dayanıklılığı yüksek olup, sera hijyenine katkı sağlar. Bunun yanında aydınlatmaya da katkı sağlar.

Serada bitki sulama yetiştirme yatakları üzerinde spagetti kazıklar ile yapılacaktır (Şekil 8.26). Sera içi sulama ana hatları ve drenaj hatları yer altından döşenmektedir. Sera içi drenajlar ayrı ayrı toplanıp UV sisteminden geçirilerek tekrar gübreleme için kullanılabilir.



**Şekil 8.26 Drip Sulama ve Drenaj Sistemleri [7]**

Serada sulama ve gübreleme faaliyetleri için EC-PH kontrollü, PC bağlantılı, vana kontrollü, tam otomatik sulama ve gübreleme makineleri konumlandırılmaktadır (Şekil 8.27). Bu cihazlar, internet ya da akıllı telefon üzerinden kontrol edilmektedir [7].



**Şekil 8.27 Sera Sulama ve Gübreleme Otomasyon Cihazları [7]**

Serada gübreleme odasında (Şekil 8.28) yer alacak başlıca ekipmanlar şunlardır: temiz su tankları, pompalar, filtre sistemleri, gübre tankları, bağlantı hatları ve vanalar [7].



**Şekil 8.28 Gübreleme Odası [7]**

Serada; pencere kontrolü, perde kontrolü, sulama ve ısıtma kontrolü ve dış meteoroloji istasyonuna PC üzerinden kontrol sağlayacak şekilde iklim kontrol sistemi (Şekil 8.29) kurulacaktır. Bu sistem ayrıca internet üzerinden de erişilebilir ve kontrol edilebilir olacaktır.



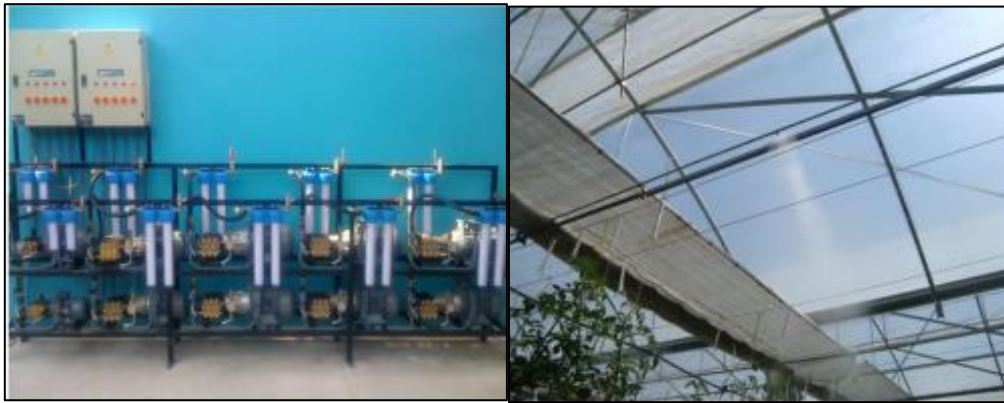
Şekil 8.29 Sera İklim Kontrol Sistemi[7]

Sera iklim kontrolünün sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için meteoroloji istasyonunun (Şekil 8.30) kurulumu gerekmektedir. Meteoroloji istasyonu, iklim kontrol sistemine; rüzgar hızı ve yönü, radyasyon şiddeti, sıcaklık ve nem bilgilerini iklim istasyonuna iletir [7].



Şekil 8.30 Meteoroloji İstasyonu [7]

Serada nem kontrolü ile bitki gelişimi için önemli olan buharlaşma terlemesi ve fotosentez için uygun koşullar sağlanabilmektedir. Yüksek basınçlı sisleme sistemi (Şekil 8.31); belirlenen kontrol algoritmalarını kullanarak sera hacmine ve iklim koşullarına uygun olarak ortama nemlendirme amaçlı su püskürtmesi yapmaktadır [7].



Şekil 8.31 Yüksek Basınçlı Sisleme Sistemi [7]



## 9. PROJE GİRDİLERİ

Gerçekleştirilecek yatırım ile Afşin ilçesinde kurulacak 400 dekarlık seranın ısıtma ihtiyaçları bölgede kurulması planlanan Afşin C Termik Santralinde üretilen ısı enerjisi ile kesintisiz biçimde karşılanabilecektir. Yatırımın Afşin C Termik Santrali ile seralar arasında ısı iletimini sağlayacak bölgesel sera ısıtma sistemi kapsamında alınacak ekipman ve gerçekleştirilecek çalışmalar Tablo 9.1’de sıralanmaktadır.

**Tablo 9.1 Bölgesel Isıtma Sistemi Yatırım Giderleri**

<b>Projelendirme ve Mühendislik Giderleri</b>
<b>Bölgesel Isıtma Sistemi İletim Hattı Yatırım Giderleri</b>
Ön izolasyonlu boru ve bağlantı elemanları
Vana, kompensatör, mesnet ve diğer ekipmanlar
Hattın mekanik montajı
İnşaat giderleri
İlk doldurma, basınç testi, hat temizlik ve ilk ısıtma giderleri
<b>Pompa İstasyonu</b>
Santrifüj pompalar ve elektrik motorları
Frekans konvertörleri
Genleşme tankı
Dozajlama ünitesi
Bağlantı boruları, vanalar, çek valfler, pislik tutucular vb
Kontrol ve otomasyon sistemi, panolar, enstrümanlar (basınç, sıcaklık, debi sensörleri)
İstasyon binası

Sistemin işletilmesi sırasında ortaya çıkacak işletme maliyet kalemleri ise Tablo 9.2’de verilmektedir.

**Tablo 9.2 Bölgesel Isıtma Sistemi İşletme Giderleri**

<b>Santrale ödenen ısı bedeli</b>
<b>Pompalama masrafı</b>
<b>İletim hattının işletme giderleri</b>
<i>Personel giderleri</i>
<i>Şebeke bakım ve onarım giderleri</i>
<i>Kaçak su telafi giderleri</i>

Afşin C Termik Santrali çıkışından seralara kadar yer alacak bölgesel ısıtma boru hattı için gerekli yatırımlar ve tahmini harcama miktarları Tablo 9.3’de aktarılmaktadır. Tabloda ilçede 400 dekar kapasitede serayı ısıtabilecek bir bölgesel ısıtma hattının kurulumu için gerekli yatırım tutarının bugünkü değeri verilmektedir. Yapılacak yatırımlarla ilgili detaylı açıklama “TEKNİK ANALİZ VE TASARIM” bölümünde verilmiştir.



**Tablo 9.3. Bölgesel Isıtma Sistemi İletim Hattı Yatırım Giderleri**

Tanım	Maliyetler (TL)
Boru, Birleşme Seti, Vanalar, Fittings, Sabit Mesnet ve Kompansatör Giderleri	<b>6,837,678 TL</b>
Boru Hattı İnşaat (Hafriyat ve Dolgu İşleri) ve Mekanik İşler (Boru Hattı Mekanik Montajı)	<b>438,303 TL</b>
Sigorta Bedeli	<b>72,759</b>
<b>Toplam Tutar</b>	<b>7,348,740</b>

Bölgesel sera ısıtma sisteminde su sirkülasyonunu sağlayacak pompa istasyonu için gerekli yatırım kalemleri ve tahmini harcama miktarları Tablo 9.4'de verilmektedir.

**Tablo 9.4. Pompa İstasyonu Yatırım Maliyeti**

Bileşen	Maliyetler (TL)
Santrifüj Pompalar	
Elektrik Motorları	
Frekans Konvertörleri	
Genleşme Tankı	
Dozajlama Ünitesi	
Borular (Kolektörler, Dirsekler vs)	
Vanalar, Çek Valfler, Pislik Tutucular vs	
BIS Şebekesi Kontrol Sistemi (Operatör konsolu ve SCADA)	
Enstrümanlar (Basınç, Sıcaklık, Debi Sensörleri)	
Panolar	
İstasyon Binası	
Diğer Öngörülme Maliyetler	
<b>Toplam Tutar</b>	<b>5,361,948 TL</b>

Tablo 9.5'de ise proje kapsamında kurulması planlanan 400 dekarlık sera yatırımına ait girdi kalemleri ve toplam yatırım tutarı sunulmaktadır.

**Tablo 9.5 Sera Yatırım Girdileri**

Sera Bölgesi Altyapı Kurulumları	
Sera Konstrüksiyonu	
Montaj	
Kapılar Ve Dezenfekte Odaları	
Motorlar Ve Kramiyerler	
Sirkülasyon Fanları	
Sinek Tülü	
Plastik Örtü	
Süpervizör (Konrk. Perde. Plastik. Askı Sist.)	
Plastik Çıtası	
Polikarbon	
Isı perdesi sistemi	
Askı halat sistemi	
Bitki yetiştirme yatağı	
Yer örtüsü	
Sera içi CO <sub>2</sub> tesisatı	
Sera içi elektrik sistemi	
Yüksek basınç sisleme	
Çelik su tankı	



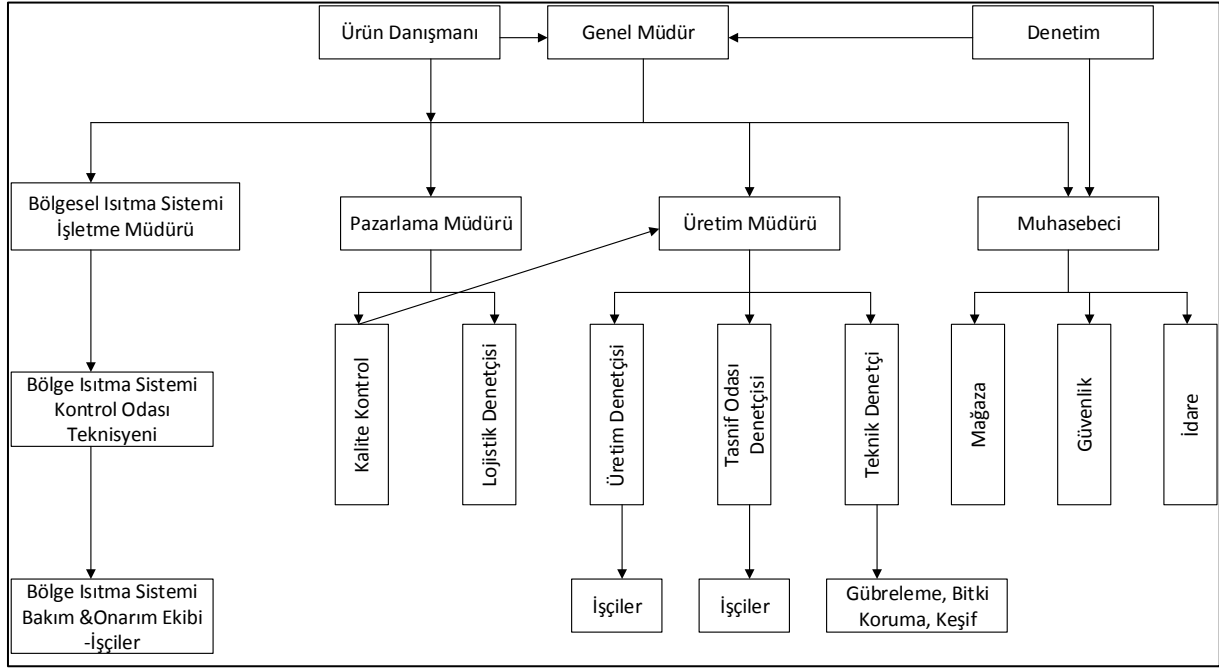
Sera içi sulama ve gutter drenajı	
Gübreleme makinası (inta)	
Sulama odası ve ekipmanları	
Temiz su hattı	
İlaçlama hattı alt yapısı	
Otomasyonlu sulama ünitesi	
Otomasyonlu iklimlendirme ünitesi	
Sera İçi Isıtma Sistemleri ve Eşanjörler	
Kültürel işlem arabası	
Hasat arabası	
Troyler ve römork	
İlaçlama aracı	
Sarj setleri	
Bitki askı ipi	
<b>Birim Alan Başına Sera Altyapı İşleri Maliyeti</b>	<b>10 USD/m<sup>2</sup></b>
<b>Birim Alanı Başına Sera Kurulum Maliyeti</b>	<b>45 USD/m<sup>2</sup></b>
<b>Birim Alanı Başına Toplam Sera Kurulum Maliyeti</b>	<b>55 USD/m<sup>2</sup></b>
<b>400 Dekar'lık Sera Kurulum Maliyeti</b>	<b>22,000,000 USD</b>
<b>400 Dekar'lık Sera Kurulum Maliyeti</b>	<b>158,400,000 TL</b>

## 10. ORGANİZASYON YAPISI, YÖNETİM VE İNSAN KAYNAKLARI

Kurulacak sera işletmesinde işletme yapısı gereği 2 üretim denetçisi ve 1 tasnif odası denetçisi öngörülmüştür. İşletmede üretilen ürünlerin ihraç edileceği ve bu nedenle nakliye için uzman bir nakliye şirketi üzerinden hizmet alınacağı öngörülmüştür. Bu sayede işletme yönetiminde üretime yoğunlaşılması ve daha sade bir işletme anlayışı avantajlarının oluşması beklenmektedir. İşletmenin performansı hakkında yönetime geri bildirimde bulunmak üzere bağımsız bir kalite kontrol teftişçisinin bulunması faydalı olacaktır. Bu kişinin işletmedeki hastalıklar ve zararlılar konusunda düzenli olarak kontrol yapması beklenmektedir [3]. Seranın personel ihtiyacı ve giderlerinin tahmininde 0.9 adam/dekar olmak üzere toplam 360 işçi ve dekar başına 0.1 adam/dekar olmak üzere 40 idari personel öngörülmüştür.

Bunun yanında seralara ısı tedariki yapacak olan bölgesel ısıtma sisteminde de bir işletme müdürü (mühendis), sistem kontrol odasında vardiyalı olarak çalışacak teknisyenler ve sistemin bakım-onarım faaliyetleri ile ilgilenecek işçiler yer alması planlanmaktadır.

Bu veriler doğrultusunda proje için öngörülen organizasyon şeması ve yönetim yapısı Şekil 10.1'de sunulmaktadır.



Şekil 10.1 Sera Bölgesi için Öngörülen Yönetim-Organizasyon Şeması

## 11. PROJE YÖNETİMİ VE UYGULAMA PROGRAMI

### 11.1 Proje Yürütücüsü Kuruluş ve Teknik Kapasitesi

Projenin yürütücü kuruluşu Afşin Kaymakamlığı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü olup İlçe Müdürlüğü Hizmet Binası'nda hizmet vermektedir. Kuruluşun personel kapasitesi Tablo 11.1'de sunulmaktadır.

Tablo 11.1 Afşin İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Personel Kapasitesi

PERSONEL UNVANI	SAYISI
Ziraat Yüksek Mühendisi	3
Ziraat Mühendisi	4
Ziraat Teknikeri	1
Veteriner Hekim	7
Veteriner Sağlık Teknikeri	1
Veteriner Sağlık Teknisyeni	1
Memur	4
İşçi	20 (10 Kişi Dış Görev)
<b>TOPLAM</b>	<b>41</b>

Afşin Kaymakamlığı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne ait taşıt tipleri ve adetleri ise

Tablo 11.2'de gösterilmektedir.



**Tablo 11.2 Afşin İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Taşıt Kapasitesi**

TAŞIT MODELİ	SAYISI
Pick-up	1
Binek Otomobil	2
4x4 Pick-up (KİRALIK)	1
4x2 Pick-up (KİRALIK)	2
<b>TOPLAM</b>	<b>6</b>

## 12. İŞLETME DÖNEMİ GELİR VE GİDERLERİ

Bu bölümde; Afşin İlçesi'nde kurulması planlanan Afşin C Termik Santrali tarafından seralara satılacak ısı enerjisinin maliyeti, santralde üretilen ısı enerjisini seralara taşıyacak pompa istasyonu ve boru hattına ait işletme giderleri ve bölgede kurulacak seralarda yapılacak üretime ait gelir ve giderler ekonomik ömür boyunca bugünkü değeri ile yapılan yatırım ve işletme giderlerinin bugünkü değerleri göz önüne alınmıştır. Yapılabilirlik analizinde kullanılan ekonomik parametreler Tablo 12.1'de, hesaplamalarda kullanılan döviz kurları Tablo 12.2'de verilmiştir. Döviz kurlarının belirlenmesinde 2020 yılı içerisindeki maksimum ve minimum değerlerin ortalaması kabul edilmiştir.

**Tablo 12.1. Hesaplamalarda Kullanılan Ekonomik Parametreler ve Değerleri**

<b>KDV Oranı</b>	%18
<b>Enflasyon Oranı [8]</b>	%11.75
<b>Net Banka Faizi [9]</b>	%11.50
<b>İskonto Oranı</b>	%15.00
<b>Ekonomik Ömür</b>	30 yıl
<b>Kurumlar Vergisi Oranı</b>	%22

**Tablo 12.2. Hesaplamalarda Kullanılan Döviz Kurları**

<b>Dolar [10]</b>	7.20	TL/\$
<b>Euro [10]</b>	8,35	TL/€

Seraların santralden ısı alışı maliyeti yeni kurulması planlanan Afşin C Termik Santralinin tasarımına, genel verimliliğine ve elektrik üretim maliyetine bağlı olarak belirlenecektir. Bu çalışmada, santralden seralara ısı satış maliyeti olarak ülkemizde bölgesel ısıtma amaçlı ısı satışı yapan tek kömürlü santral olan Soma B Termik Santrali'nin güncel ısı satış fiyatı esas alınmıştır. Bölgesel ısıtma sistemi pompalama maliyeti, boru hatlarındaki suyun sirkülasyonunu sağlayan pompaların harcamış olduğu yıllık elektrik sarfiyatları olarak alınmıştır. Pompa elektrik sarfiyatları kullanıcılara aktarılacak ısı miktarı ile değiştiğinden, bu fizibilite çalışmasında, pompalama elektrik sarfiyatları yıl boyunca saatlik bazda oluşacak ısı ihtiyacı birlikte hesaplanmıştır. Şebekenin yıllık bakım ve onarım giderleri bölgesel ısıtma sistemi toplam yatırımının %1'i olarak kabul edilmiştir. Bölgesel ısıtma boru hattında yıllık kaçak su





telafi miktarı şebekenin uzunluğuna göre hesaplanmıştır. Ayrıca bu fizibilite çalışmasında bölgesel ısıtma sistemi işletiminde 1 yönetici, 3 operatör ve 2 bakım ve onarım işçisi olmak üzere 6 kişinin görev alacağı kabul edilerek personel maliyetleri hesaplanmıştır. Sıralanan işletme giderleri yıllık bazda ve 400 dekar sera için hesaplanarak Tablo 12.3'da verilmiştir.

**Tablo 12.3. Bölgesel Isıtma Sistemi Şebeke İşletmesi Kapasite ve Gider Tablosu**

Isı dağıtım Kapasitesi	106	MW <sub>t</sub>
Planlanan Net Isı Satışı	166,620	MWh <sub>t</sub> /yıl
Planlanan Yıllık Çalışma Süresi	8,760	saat/yıl
Birim Isı Alış Fiyatı	0,0481	TL/kWh
Pompalama Elektrik Sarfiyatı	733	MWh <sub>e</sub> /yıl
<b>İşletme Giderleri</b>		
Isı Temin Maliyeti	8,014,425	TL/yıl
Pompalama Maliyeti	353,154	TL/yıl
<b>Bölgesel Isıtma İşletme ve Personel Masrafları</b>	262,992	TL/yıl
<b>Bölgesel Isıtma Bakım Onarım Masrafları (O&amp;M)</b>	59,464	TL/yıl
<b>Bölgesel Isıtma</b>	18,781	TL/yıl
<b>Toplam İşletme Maliyeti</b>	<b>8,708,816</b>	<b>TL/yıl</b>

Afşin İlçesi'nde kurulması planlanan 400 dekarlık sera bölgesine ait sektörden ve literatürden edinilen güncel değerler doğrultusunda yıllık işletme gelir ve giderleri öngörülmüştür. Seralara ait yıllık işletme gelir ve giderleri Tablo 12.4'de sunulmaktadır.

**Tablo 12.4 Sera İşletmesi için Öngörülen Yıllık Gelirler ve Giderler**

Ürün	Domates	-
Yıllık Ürün Miktarı	13,530,000	kg/yıl
Ortalama Ürün Satış Fiyatı	5.50	TL/kg
<b>Yıllık İşletme Geliri</b>	<b>74,415,000</b>	<b>TL/yıl</b>
Sera Ekonomik Ömrü	30	yıl
İşçi Sayısı	360	adam
Toplam İş gücü	4,320	adam.ay/yıl
Toplam İşçi Maliyeti	14,938,560	TL/yıl
İdari Personel	40	adam
İdari İş Gücü	480	adam.ay/yıl
Toplam İdari Personel Maliyeti	2,400,000	TL/yıl
Domates Tohumu Fidesi [3]	2.5	adet/m <sup>2</sup> .yıl
Domates Tohumu Fide Birim Maliyeti [3]	1.30	TL/adet
Domates Tohumu Fide Toplam Maliyeti	2,120,690	TL/yıl
Bitki Koruma Ürünleri Birim Fiyatı [3]	1,250	TL/yıl.dekar



Bitki Koruma Ürünleri Maliyeti	815,650	TL/yıl
Bitki Besleme Ürünleri Birim Fiyatı [3]	2,200	TL/yıl.dekar
Bitki Besleme Ürünleri Maliyeti	1,435,544	TL/yıl
Kokopit İhtiyacı (10lt) [3]	625.0	adet/dekar.yıl
Kokopit Birim Maliyeti (10lt) [3]	2.0	TL/adet
Kokopit Maliyeti	815,650	TL/yıl
Bambus Arısı Kovanı Birim Fiyatı [3]	150	TL/adet
Bambus Arısı Kovanı İhtiyacı [3]	3	adet/dekar.yıl
Bambus Arısı Maliyeti	293,634	TL/yıl
Çatı örtü malzemesi birim fiyatı(180 µ) - 12 aylık [3]	0.51	TL/m <sup>2</sup> .yıl
Çatı örtü malzemesi maliyeti (180 µ) - 12 aylık	330,610	TL/yıl
Bitki askı aparatı birim fiyatı (1 yıllık) [3]	500	TL/dekar.yıl
Bitki askı aparatı maliyeti (1 yıllık)	326,260	TL/yıl
Bitki gövde klipsi birim fiyatı (1 yıllık) [3]	500	TL/dekar.yıl
Bitki gövde klipsi maliyeti (1 yıllık) [3]	326,260	TL/yıl
Domates salkım destek klipsi birim fiyatı (1 yıllık) [3]	250	TL/dekar.yıl
Domates salkım destek klipsi maliyeti (1 yıllık)	163,130	TL/yıl
Galoş, eldiven, makas, hijyenik kıyafet v.s. Birim fiyatı [3]	180	TL/dekar.yıl
Galoş, eldiven, makas, hijyenik kıyafet v.s. Maliyeti	117,454	TL/yıl
Hipoklorit birim fiyatı [3]	0.55	TL/lt
Hipoklorit ihtiyacı [3]	200.00	lt/dekar.yıl
Hipoklorit maliyeti	71,777	TL/yıl
Elektrik Birim Maliyeti	0,48	TL/kWh
Elektrik tüketim ihtiyacı	9,000.00	kWh/dekar.yıl
Elektrik tüketim maliyeti	1,733,645	TL/yıl
Su birim maliyeti	0.07	TL/m <sup>3</sup>
Su tüketim ihtiyacı	8,500.00	m <sup>3</sup> /dekar.yıl
Su tüketim maliyeti	221,857	TL/yıl
İşletme birim dekar başına giderleri	24,447	TL/dekar.yıl
İşletme toplam giderleri	15,952,391	TL/yıl
Tahmin edilmeyen giderler (%5)	2,103,156	
<b>Seracılık Yıllık Toplam İşletme Maliyeti</b>	<b>44,166,267</b>	<b>TL/yıl</b>

### 13. TOPLAM YATIRIM TUTARI ve YILLARA GÖRE DAĞILIMI

Proje kapsamında yer alan ana yatırım kalemleri; yeni kurulacak Afşin C Termik Santrali çıkışında ısı teslim noktasında konumlanacak bölgesel ısıtma sistemi pompa istasyonu, ısı enerjisini pompa istasyonundan tüketim noktalarına ulaştıracak bölgesel ısıtma sistemi iletim hattı ve bölgede kurulması planlanan 400 dekar büyüklükteki seralardır. Bu yatırım kalemlerinin "TEKNİK ANALİZ VE TASARIM"



bölümünde detaylı olarak sunulan ön tasarım süreçleri sonucunda belirlenen kapasite ve teknik özellikleri dikkate alınarak yapılması gereken yatırımların tutarları bugünkü değerler üzerinden Tablo 13.1'de verilmektedir. Tablo 13.1'de sıralanan yatırım kalemlerinin Afşin C Termik Santralinin kurulmasını müteakip 1 yıl içerisinde kurulabileceği öngörülmektedir.

**Tablo 13.1. Toplam Yatırım Tutarı Dağılımı**

Yatırım Kalemi	Tutarı
Bölgesel Sera Isıtma Sistemi Pompa İstasyonu	4,544,024 TL
Bölgesel Sera Isıtma Sistemi İletim Hattı	7,348,740 TL
Sera Bölgesi (400 dekar seracılık)	158,400,000 TL

#### 14. PROJENİN FİNANSMANI

Proje kapsamında planlanan yatırımların kamuya ait özkaynaklar ile anahtar teslim açık ihale usulü ile yeterlilik sahibi ilgili alt yüklenicilere yaptırılması planlanmaktadır. Projenin finansmanı için gerekli kaynağın Afşin C Termik Santrali'nin kurulumunun tamamlanarak faaliyete geçmesine müteakip Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına sunulacak yatırım raporunun uygun bulunması ile bütçe planına dahil edileceği öngörülmüştür. Yatırımın finansman maliyetinin karşılanmasında ise; yatırımın ekonomik ömrü boyunca oluşturacağı yıllık gelir ve giderlerin paranın zaman değeri (enflasyon oranı ve faiz oranı) göz önünde bulundurularak belirlenmiş bir minimum geri ödeme oranını sağlamak üzere indirgenmiş nakit akış tabloları üzerinden analizler yürütülmüştür. Proje kapsamında öngörülen yatırımların, proje başlama kararı alınmasından itibaren ilk 1 (bir) yıl içerisinde tamamlanacağı ve ilgili yatırım finansmanının harcanacağı öngörülmüştür.



## 15. PROJE ANALİZİ

### 15.1 Finansal Analiz

Bu bölümde, önceki bölümlerde detaylı olarak sunulan teknik ve ekonomik analiz çalışmaları sonucu belirlenen; ekipman özellikleri ve kapasiteleri, güncel piyasa koşullarındaki yatırım maliyetleri, işletme gelir-giderleri ve ekonomik oranlar (enflasyon oranı, faiz oranı, döviz kurları v.b.) esas alınarak projenin finansal analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizler kapsamında paranın zaman değeri göz önünde bulundurularak yatırımın öngörülen 30 yıllık ekonomik ömrü boyunca oluşacak indirgenmiş nakit akım (İNA) tablosu hazırlanmıştır (Tablo 15.1).

Tablo 15.1'de sunulan İNA tablosu üzerinden yatırımın finansal analizini yapabilmek amacıyla; geri ödeme süresi, iç karlılık oranı ve net bugünkü değeri de hesaplanmıştır.



## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi



### Tablo 15.1 İndirgenmiş Nakit Akım (İNA) Tablosu

Yıllar	Pompa istasyonu yatırım gideri	Boru hattı yatırım maliyeti	Sera Bölgesi yatırım maliyeti	Toplam İlk Yatırım Gideri	Sera İşletmeleri Geliri	Isı Gideri	Pompa İstasyonu Elektrik Gideri	Bölgesel Isıtma Personel Gideri	Bölgesel Isıtma Bakım & Onarım Gideri	BİS Şebeke su kaybı maliyeti	Sera içi işletme gideri	Toplam Gider (Amortisman Hariç)	Vergi Öncesi Proje kârı	Amortisman	Kanunî Kâr	Kurumlar Vergisi	Vergi Sonrası Proje Kârı	Net Kar	Net Karın Bugünkü Değeri (NBD)	Toplam Masrafların Bugünkü Değeri	Net Karın Bugünkü Değeri (Kümülatif)	Geri Ödeme Süresi			
	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	YIL			
2021	0	4,544,024	8,159,271	173,580,000	186,283,295	-	78,225,000	8,956,120	394,649	293,894	70,980	18,781	47,769,986	57,504,409	20,720,591	9,314,165	11,406,426	2,509,414	18,211,177	(186,283,295)	186,283,295	(186,283,295)	X		
2022	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,211,177	15,835,806	50,003,834	(170,447,489)	X	
2023	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,352,712	15,389,574	48,589,014	(155,057,915)	X	
2024	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,745,877	14,955,783	47,214,395	(140,102,132)	X	
2025	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,420,238	14,534,104	45,878,813	(125,568,028)	X	
2026	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,915,785	28,408,838	14,124,213	44,581,141	(111,443,815)	X
2027	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,376,376	31,748,598	31,748,598	43,320,285	(97,718,020)	X
2028	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,891,085	35,480,779	35,480,779	42,095,186	(84,379,481)	X
2029	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,466,273	39,651,492	39,651,492	42,962,143	(71,417,338)	X
2030	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,109,046	44,312,264	44,312,264	43,748,185	(58,821,027)	X
2031	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,827,344	49,520,676	49,520,676	43,624,322	(46,580,273)	X
2032	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,630,043	55,341,077	55,341,077	43,532,290	(34,685,084)	X
2033	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,527,058	61,845,374	61,845,374	43,471,183	(23,125,741)	X
2034	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,529,473	69,113,927	69,113,927	43,440,117	(11,892,796)	X
2035	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,649,672	77,236,535	77,236,535	43,438,236	(977,060)	X
2036	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,901,494	86,313,549	86,313,549	43,464,711	9,630,399	14.1
2037	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,300,405	96,457,112	96,457,112	43,518,733	19,938,266	X
2038	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,863,688	107,792,544	107,792,544	43,599,520	29,954,984	X
2039	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,610,657	120,459,890	120,459,890	43,733,776	39,706,312	X
2040	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,562,894	134,615,648	134,615,648	43,838,370	49,147,572	X
2041	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,744,520	150,434,708	150,434,708	43,919,603	58,339,174	X
2042	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,270,994	169,210,095	169,210,095	43,927,633	66,266,808	X
2043	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,048,899	189,210,095	189,210,095	43,979,730	73,970,479	X
2044	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,089,057	212,099,552	212,099,552	44,028,899	81,456,507	X
2045	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,395,272	240,048,312	240,048,312	44,079,699	88,731,033	X
2046	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,048,312	272,099,552	272,099,552	44,124,213	95,800,027	X
2047	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,000,000	308,099,552	308,099,552	44,170,000	102,669,291	X
2048	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,266,667	348,366,219	348,366,219	44,215,789	109,344,463	X
2049	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,911,111	393,277,330	393,277,330	44,261,660	115,831,023	X
2050	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,999,999	442,277,329	442,277,329	44,307,777	122,134,297	X
2051	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,555,556	495,832,885	495,832,885	44,354,444	128,259,461	X
																			<b>İÇ KARLILIK ORANI</b>	<b>128,259,461</b>	<b>1,206,738,494</b>	<b>GÖS</b>	<b>14.1</b>		
																			<b>BCR1</b>	<b>0.11</b>					
																			<b>BCR2</b>	<b>1.11</b>					



**Tablo 15.2 Finansal Analiz Sonuçları**

Yatırımın Geri Ödeme Süresi	10.6 yıl
Yatırımın İç Karlılık Oranı	%23.1
Yatırımın Toplam Karınının Net Bugünkü Değeri	209,430,974 TL
Yatırımın Fayda/Maliyet Oranı	1.16

## 15.2 Sosyal Analiz

Projenin bölge açısından sosyal etkileri değerlendirildiğinde en önemli kazanımın bölge halkının istihdamına sağlayacağı katkı olarak görülmektedir. Proje kapsamında kurulması planlanan 400 dekarlık sera bölgesinde yaklaşık 400 kişi istihdam edilmesi öngörülmektedir. Bu da Afşin İlçesi'nde kırsaldan kentlere göçün önlenmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır. Bunun yanında seralarda kadın işgücü istihdamının yoğun olması da bölgede kadınlara yönelik iş imkânı sağlaması bakımından oldukça önemlidir.

Afşin C santrali ile seralar arası kurulacak bölgesel ısı iletim hattı yakında bulunan mahallelerde konut ısıtması amacıyla değerlendirilmesi potansiyeli de bulunmaktadır. Bu sayede ilçe halkının ısıtma için yaptığı harcamalarda önemli oranlarda tasarruf sağlanacaktır. Bu da aile bütçelerine önemli katkıda bulunacak ve aileler bu tasarruflarını diğer ihtiyaçları için kullanabileceklerdir. Dolayısıyla, ilçe ve ülke refahının artmasına katkı sağlayacaktır.

Diğer bir sosyal fayda da ısı kaynağı olarak atık bir enerji kaynağının değerlendirilecek olması ile muhtemel fosil yakıt tüketiminin önüne geçilmiş olacak ve bölgede zararlı emisyonların azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

## 15.3 Bölgesel Analiz

Projenin bölgesel düzeyde etkileri ele alındığında; bölge istihdamına katkı sağlamasının yanında üretilecek ihracat potansiyeli bulunan ürünlerin bölge ekonomisine de katma değer sağlayacaktır. Bu da ülkemizin cari açığının azaltılmasına bölge olarak önemli katkı sunacaktır.

Afşin İlçesi'nde kurulacak 400 dekarlık serada üretilecek ürünlerin nakliyesi bölgedeki lojistik ve ulaşım altyapısının gelişimine de katkı sunacaktır. Seralarda üretilen ürünlerin nakliyesi karayolu taşımacılığı ve ulaşım altyapısının gelişimi yanında ilerleyen dönemde üretim potansiyelinin artması ile bölgedeki raylı ve havayolu ulaşım imkanlarının da artışına katkı sunacaktır.

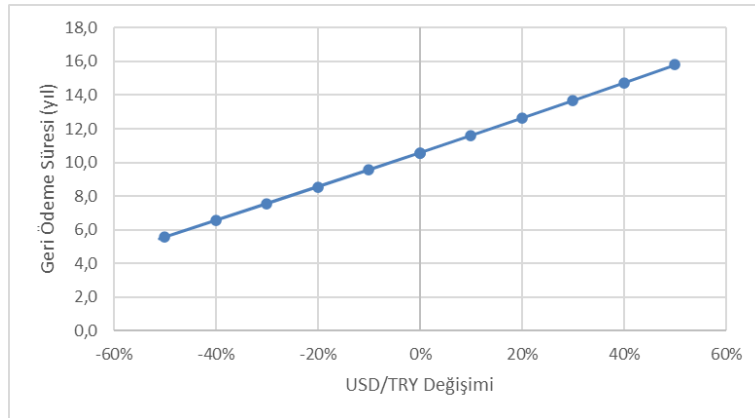
Seralarda üretilecek ürünlerin bir kısmının iç pazarda tüketimi halinde ise bölgedeki sürekli ve taze gıda arzına katkı sunacak ve bunun yanında gıda fiyatlarının da düşmesine imkân tanıyacaktır.



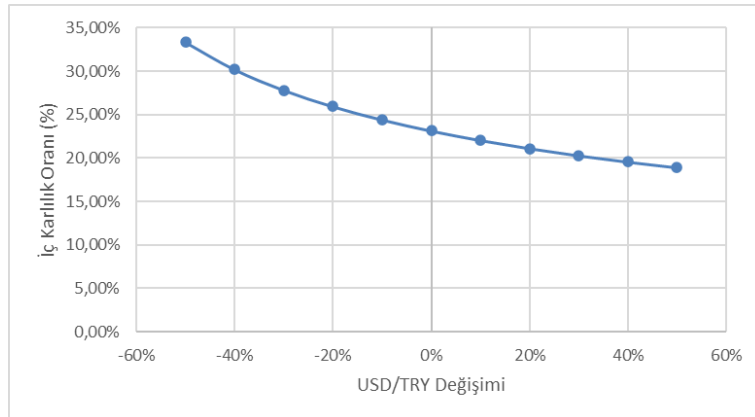
#### 15.4 Duyarlılık Analizi

Seranın işletme veya yatırım maliyetlerindeki başlıca etkin parametrelerin değişimlerinin toplamda sistemin ekonomik yapılabilirliğine etkisini araştırmak için duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında öngörülen yatırımın ekonomik yapılabilirliğini etkileyen başlıca dört farklı parametre belirlenmiştir. Bu parametreler: USD/TRY döviz kurunun değişimi, birim ürün satış fiyatının değişimi, ısı giderlerinin değişimi, sera işletme (ısıtma hariç) giderlerinin değişimidir. Bu bölümde yatırım üzerinde etkin görülen bu 4 (dört) parametrenin değişiminin, raporun “Finansal Analiz” bölümünde gerçekleştirilen analizler ve uygulanan ekonomik değerlendirme yöntemleri ile elde edilen sonuçlara etkisi incelenmiştir.

Projedeki yatırım maliyetlerinin en önemli kısmı, seraların kurulum maliyetleridir. Projede öngörülen modern ve teknolojik seraların ilk yatırım maliyetleri USD/TRY döviz kuruna bağlı olarak belirlenmektedir. Bu nedenle duyarlılık analizinin ilk aşamasında USD/TRY döviz kurunda yatırım analizinde belirlenen baz senaryoda öngörülen USD/TRY döviz kurunda oluşabilecek artış ve azalış yönündeki değişimlerin etkileri incelenmiştir. Şekil 15.1’de USD/TRY döviz kurunda -%50 ve +%50 arasındaki değişimlerin yatırımın Geri Ödeme Süresi, İç karlılık oranı, Net bugünkü değeri ve Fayda/Maliyet Oranı üzerindeki etkileri sırası ile sunulmuştur.



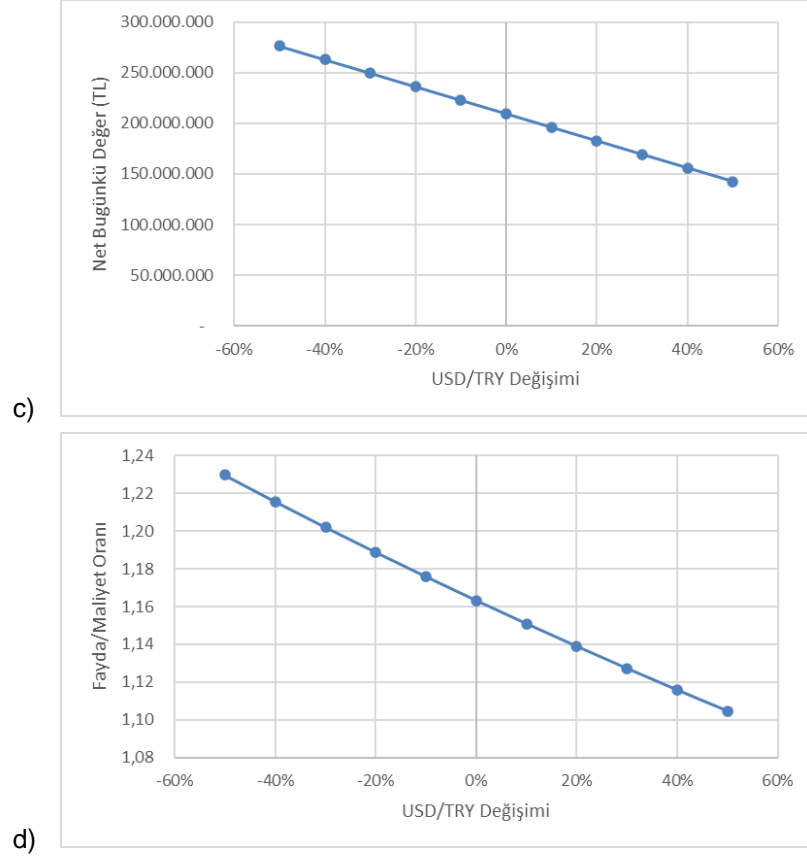
a)



b)

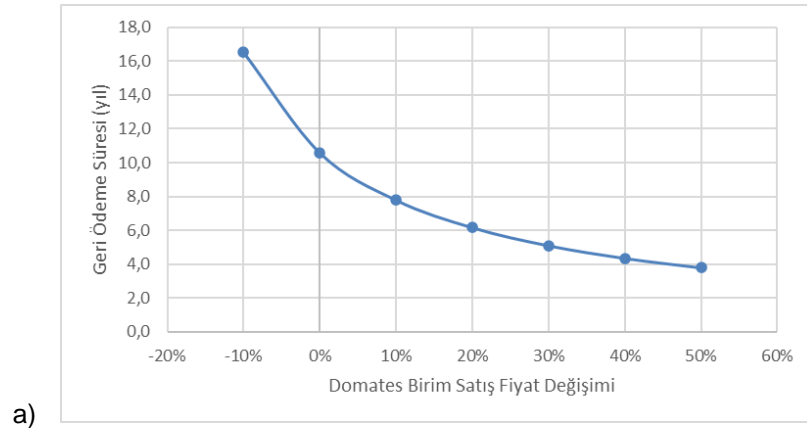


## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi



**Şekil 15.1 USD/TRY Kurundaki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi**

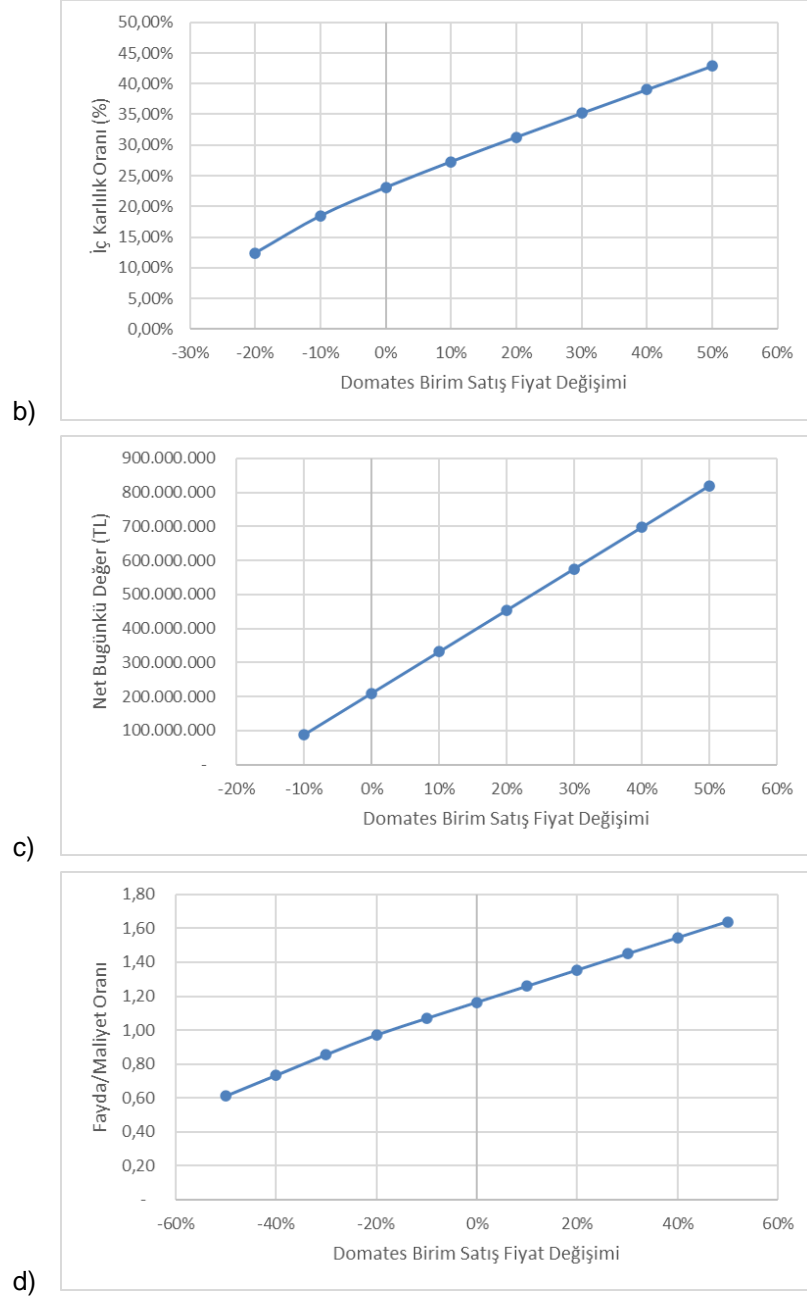
Projenin gelirlerini; baz senaryoda incelenen seralarda üretilecek salkım domates satış gelirleri oluşturmaktadır. Bu nedenle duyarlılık analizinin ikinci aşamasında; ürün birim satış fiyatında oluşabilecek artış ve azalış yönündeki değişimlerin etkileri incelenmiştir. Şekil 15.2'de ürün satış fiyatındaki olası değişimlerin yatırımın Geri Ödeme Süresi, İç karlılık oranı, Net bugünkü değeri ve Fayda/Maliyet Oranı üzerindeki etkileri sırası ile sunulmuştur.







## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi

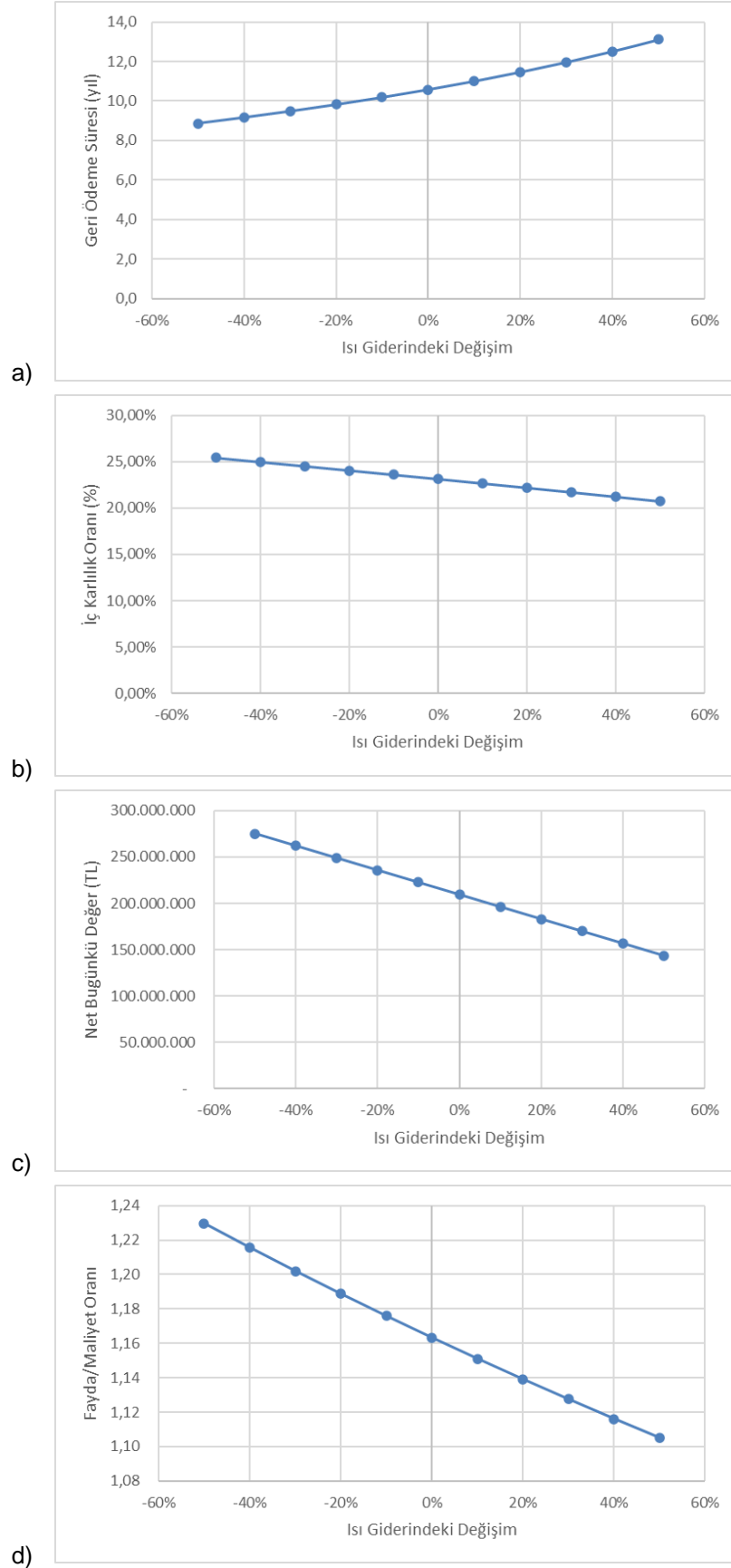


**Şekil 15.2 Domates Satış Fiyatındaki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi**

Seraların ısıtma giderleri, işletme giderleri içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle ısı giderlerindeki değişimin yatırımın ekonomik yapılabilirliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Şekil 15.3'de seraların ısıtma giderlerindeki olası artış ve azalışların yatırımın Geri Ödeme Süresi, İç karlılık oranı, Net bugünkü değeri ve Fayda/Maliyet Oranı üzerindeki etkileri sırası ile sunulmuştur.



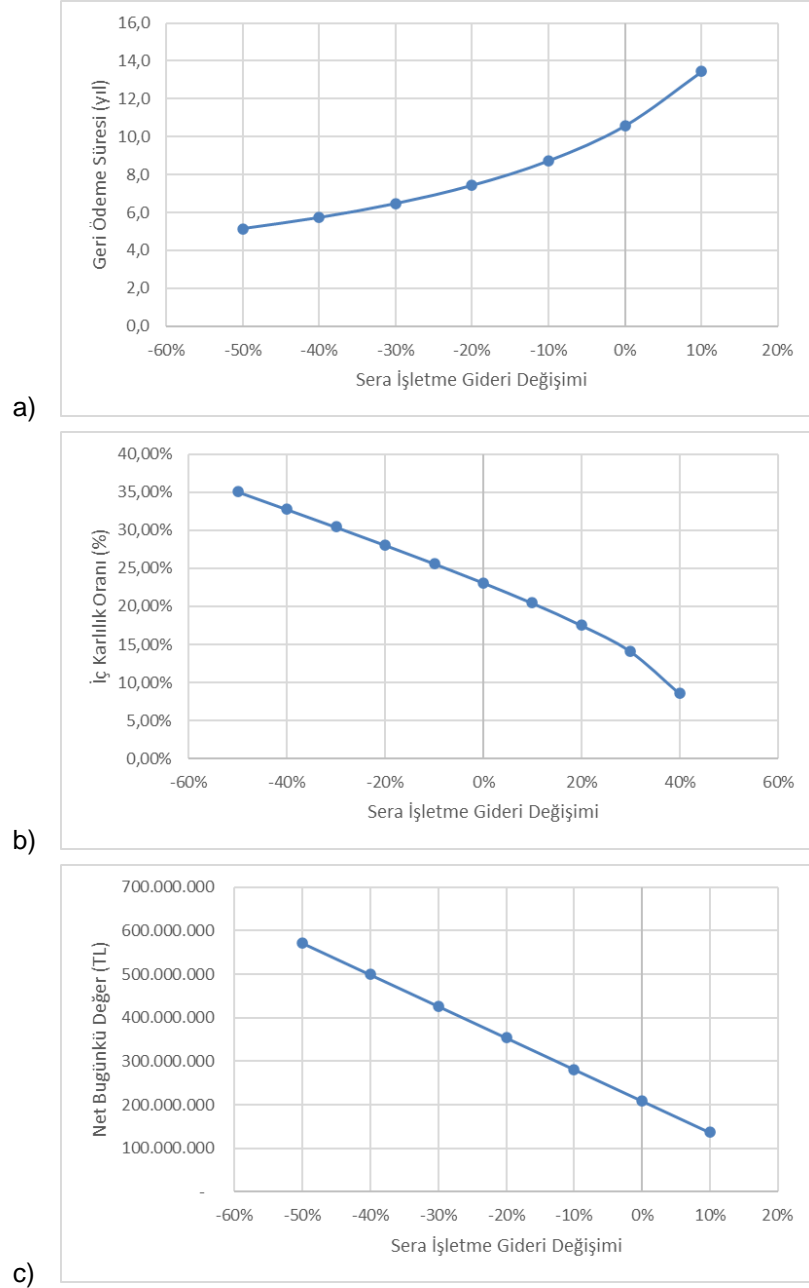
## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi



Şekil 15.3 Isı Giderindeki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi

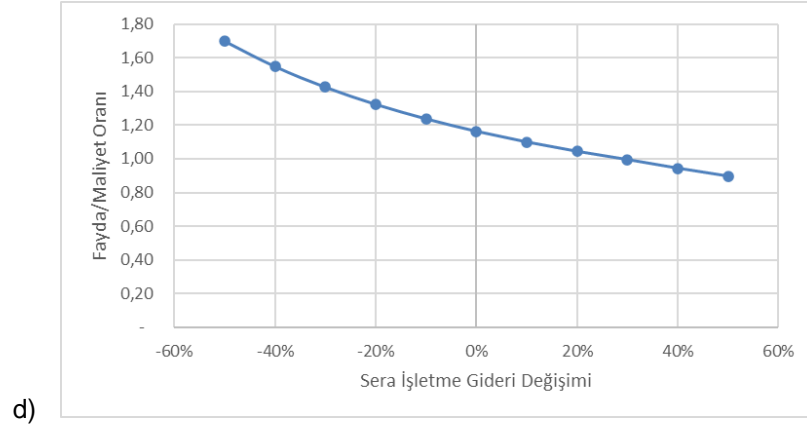


Seraların işletme (ısıtma hariç) giderleri, yatırımın işletme giderlerinde önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle işletme giderlerindeki değişimin yatırımın ekonomik yapılabilirliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Şekil 15.4'de seraların ısıtma giderlerindeki olası artış ve azalışların yatırımın Geri Ödeme Süresi, İç karlılık oranı, Net bugünkü değeri ve Fayda/Maliyet Oranı üzerindeki etkileri sırası ile sunulmuştur.





## Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi Fizibilitesi



**Şekil 15.4 Sera İşletme Giderindeki Değişimin Yatırım a) Geri Ödeme Süresi b) İç Karlılık Oranı c) Net Bugünkü Değeri d) Fayda/Maliyet Oranı Üzerindeki Etkisi**



## REFERANSLAR

- [1] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Seracılık ve Örtüaltı üretimimizde mevcut durum,” 2020. [Online]. Available: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Altı-Yetistircilik>. [Accessed: 11-May-2020].
- [2] TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), “Niteliklerine göre örtü altı tarım alanları, 1995-2019.” [Online]. Available: <https://data.tuik.gov.tr/>. [Accessed: 11-May-2020].
- [3] T. C. D. A. K. A. DOĞAKA, “TR63 Bölgesi için Orta ve İleri Teknolojiye Sahip Sera Fizibiliteleeri,” 2017.
- [4] Çınar Mühendislik Müşavirlik AŞ, “EÜAŞ - Afşin C Termik Santrali Açık Kömür İşletmesi ve Düzenli Depolama Alanı Projesi Nihai ÇED Raporu,” 2020.
- [5] A. N. Baytorun, A. Akyüz, and S. Üstün, “Seralarda ısıtma sistemlerinin modellemesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman sistemin geliştirilmesi,” *TÜBİTAK Proje*, no. 114O533, 2016.
- [6] C. Panagiotou, “Geothermal Greenhouse Design,” no. 11, pp. 219–250, 1996.
- [7] N. S. Sistemleri, “Gotik Tip Modern Sera,” 2016.
- [8] TCMB, “Enflasyon Raporu Ekim 2020,” vol. b, 2020.
- [9] ZiraatBankası, “Mevduat Faizi Oranları,” 2020. [Online]. Available: <https://www.ziraatbank.com.tr/tr/bireysel/mevduat/vadeli-hesaplar/vadeli-tl-mevduat-hesaplari/vadeli-tl-mevduat-hesabi>. [Accessed: 13-Nov-2020].
- [10] TCMB, “USD/TRY Kuru,” 2020. [Online]. Available: <https://tcmb.gov.tr/>. [Accessed: 13-Nov-2020].



Afşin-Elbistan Termik Santrali Kaynaklı Atık Isı İle Seracılık Projesi  
Fizibilitesi



---

**T.C. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı**

Adres: Haraparası Mah. Yavuz Sultan Selim Cad.  
Birinci Tabakhane Sk. No:20 Antakya / HATAY 31060  
Tel: +90 (326) 225 14 15  
Fax: +90 (326) 225 14 52  
e-posta: [bilgi@dogaka.gov.tr](mailto:bilgi@dogaka.gov.tr)

---

**Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz.**