

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

88085

DOKTORA TEZİ

ZEYNEP ZAIMOĞLU (KOCABAŞ)

PLASTİK SERALARDA ISITMANIN BİTKİ GELİŞİMİNE
ETKİSİ VE ISITMA EKONOMİSİNİN BELİRLENMESİ

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
YATIRIM VE İZLENİM BAKANLIĞI

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI


ADANA, 1999


ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


PLASTİK SERALARDA ISITMANIN BİTKİ GELİŞİMİNE
ETKİSİ VE ISITMA EKONOMİSİNİN BELİRLENMESİ

ZEYNEP ZAIMOĞLU (KOCABAŞ)
DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 11/01/1999 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

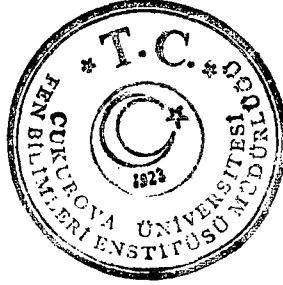
İmza: 
Prof. Dr. Nafi BAYTORUN
DANIŞMAN


İmza: 
Prof. Dr. Bahri ÇEVİK
ÜYE

İmza: 
Prof. Dr. Aydın ÖNEŞ
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:533.....




Prof. Dr. Merih BORAL
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER.....	<u>Sayfa No</u>
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	IX
RESİM LİSTESİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Türkiye’de Seracılığın Genel Durumu.....	5
2.2. Türkiye’de Seracılığın Yaygın Olduğu Akdeniz Sahil Şeridinin İklim Durumu.....	5
2.3. Çukurova Bölgesinde Seracılık Alanlarının Genel Durumu.....	7
2.4. Sıcaklık-Verim İlişkileri.....	9
2.5. Verim ve CO ₂ Gübrelemesi Arasındaki ilişki.....	15
2.6. Seralarda Isıtma ve Enerji Gereksinimi.....	16
2.7. Seralarda Isıtma Ekonomisi.....	19
2.8. Modeller İle Yapılan Çalışmalar.....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1. Araştırmada Kullanılan Seranın Teknik Özellikleri.....	24
3.2. Isıtma Sistemi.....	24
3.3. Sera Toprağının Özellikleri.....	26
3.4. Sulama Zamanını Belirlemede Kullanılan Alet ve Ekipmanlar.....	27
3.5. Gübreleme Yöntemi.....	27
3.6. Araştırmada Yapılan Ölçüm ve Gözlemler.....	27
3.6.1. Sıcaklık Ölçülmesi.....	27
3.6.2. Rüzgar Hızının Ölçülmesi.....	28
3.6.3. Toplam Radyasyon Ölçümü.....	28

3.6.4. Hava Neminin Ölçülmesi	28
3.7. Dikim Tarihine Yönelik Araştırmalar	28
3.8. Ekim, Dikim, Bakım ve Hasat Uygulamaları	28
3.9. Feneolojik Gözlemler	30
3.9.1. Bitki Boyu	31
3.9.2. Yaprak Sayısı.....	31
3.9.3. Yaprak Alanı	31
3.9.4. Yaş ve Kuru Bitki Ağırlıkları.....	31
3.10. Ürün Kalitesi (SCKM, İrilik, Çap, Vitamin C).....	32
3.11. Yakıt ve CO ₂ giderlerinin Hesaplanması.....	32
3.12. Çalışmada Kullanılan Ölçekler	32
3.12.1. Nominal Ölçek.....	33
3.12.2. Ordinal (Sırasal) Ölçek	33
3.12.3. Aralıklı Ölçek	33
3.12.4. Oransal Ölçek	33
3.13. Ayrım Analizi.....	34
3.14. Modelin Kullanımı ve Yapısı.....	35
3.15. Modelin Yapısı ve Tanıtılması.....	39
3.15.1. Bitki Karakteristiklerinin Tanımlanması.....	44
3.15.2. PAR (Fotosentez Aktif Radyasyon)Hesaplanması	44
3.15.3. Karbondioksit Dengesi.....	44
3.16. Biyolojik Model	45
3.16.1. Biyolojik Modelin Yapısı.....	46
3.16.2. Büyüme	46
3.16.3. Fotosentez.....	46
3.16.4. Denetim Elemanlarının Simulasyonu	47
3.16.5. Havalandırmanın Denetimi	47
3.16.6. Isıtma Denetimi.....	48
3.16.7. CO ₂ Denetimi	48
3.16.8. Serada Enerji Dengesinin Hesaplanması.....	49
3.16.8.1. Hava Değişim Katsayısının Hesaplanması (K _{vent}).....	49

3.16.8.2. Örtü Malzemesi Aracılığı İle Ortaya Çıkan Kayıplar	49
3.16.8.3. Toprakla Sera Havası Arasındaki Isı Değişiminin Hesaplanması.....	49
3.16.8.4. Terleme İle Tüketilen Enerjinin Hesaplanması	50
3.16.8.5. Radyasyonla Kazanılan Enerjinin Hesaplanması	50
3.16.8.6. Isıtma Gereksiniminin Veya Serada Ortaya Çıkan Sıcaklığın Hesaplanması.....	50
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	51
4.1. Sıcaklık Değerleri.....	51
4.2. Bitki Gelişme Bulguları.....	51
4.2.1. Bitki Boyu	51
4.2.2. Yaprak Sayısı	53
4.2.3. Yaprak Alanı	55
4.2.4. Taç Eni ve Taç Boyu	57
4.2.5. Salkım Sayısı.....	59
4.2.6. Çiçek Sayısı.....	60
4.2.7. Toplam Kuru Madde Ağırlığı.....	62
4.2.8. Yaş ve Kuru Yaprak Ağırlığı	64
4.2.9. Net Asimilasyon Oranı	67
4.2.10. Verim ve Verimlilik Bulguları	69
4.2.11. Meyve Kalite Özellikleri.....	71
4.2.11.1. pH Değerleri	73
4.2.11.2. Meyvedeki Kuru Madde Miktarları	73
4.2.11.3. Meyve Suyunda Vitamin C İçeriği	74
4.2.12. Toptan Domates Fiyatlarındaki Değişmeler	75
4.3. Simul Serre La Tomate Adlı Bitki Büyüme Modelinin Yöre Koşullarına Uyumunun Belirlenmesi.....	75
4.3.1. Gece ve Gündüz Sıcaklıklarının Model ve Arazi Çalışması İçin Karşılaştırılması.....	76
4.3.1.1. Gündüz Sıcaklıklarının Karşılaştırılması	76
4.3.1.2. Gece Sıcaklıklarının Karşılaştırılması.....	78

4.3.2. Seralarda Ölçülen ve Model Yardımı ile Tahmin Edilen Radyasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	80
4.3.3. Ölçülen ve Model Tarafından Tahmin Edilen Yaprak Alanının Karşılaştırılması.....	81
4.3.4. Bitki Büyüme Modeli ve Sera Çalışmasının Verim Yönünden Karşılaştırılması.....	83
4.3.1.6. En Uygun Dikim Şartlarının Simulasyon Modeli Aracılığı İle Belirlenmesi.....	86
4.4. Modelden Elde Edilen Değerler.....	87
4.4.1. Sıcaklık Verim İlişkileri.....	87
4.4.2. Dikim Tarihi ve Verim İlişkisi	91
4.4.3. Örtü Malzemesi Kalitesinin Verime Etkisi.....	92
4.4.4. Enerji Gereksinimi.....	95
4.4.6. Farklı Örtü Malzemelerinin Enerji Gereksinimine Etkisi.....	97
4.4.7. CO ₂ ve Verim İlişkisi.....	97
4.5. Tek ve Çift Katlı Plastik Seralarda Farklı Üretim Koşullarında Masraf ve Brüt Kar Durumu.....	105
4.5.1. Ayrım Analizi (Discriminant Analysis).....	107
4.5.1. Değişkenlerin Farklı Sıcaklık Değerleri Üzerindeki Etkisi	109
5 SONUÇ VE ÖNERİLER	114
KAYNAKLAR.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	130
EK.....	131

ÖZ
DOKTORA TEZİ

**PLASTİK SERALARDA ISITMANIN BİTKİ GELİŞİMİNE ETKİSİ VE
ISITMA EKONOMİSİNİN BELİRLENMESİ**

ZEYNEP ZAIMOĞLU (KOCABAŞ)

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Nafi BAYTORUN

Yıl: 1999, Sayfa:136

Jüri : Prof. Dr. Bahri ÇEVİK

: Prof. Dr. Aydın ÖNEŞ

Seraların ısıtılması verimde kalite ve kantite açısından büyük artışlar sağlamaktadır. Türkiye’de ürün fiyatlarının ısıtma giderlerini karşılayamaması, üreticiyi soğuk seracılığa yönlendirmiştir.

Bu çalışmada Çukurova iklim koşullarında ısıtmanın verime etkisi ve plastik seralarda ısıtma ekonomisinin belirlenmesi amacıyla Akdeniz sahil şeridinde yaygın aynı özelliklere sahip iki serada farklı sıcaklık değerleri (Min 5°C – Min 13°C) ve farklı dikim tarihleri oluşturularak domates bitkisi yetiştirilmiştir. Arazi koşullarında elde edilen sonuçlar Fransa’da INRA tarafından geliştirilen “Simulsera La Tomate” adlı bitki büyüme modelinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Modelden hesaplanan verim değerleri ile arazi uygulaması sonucu elde edilen verim değerleri arasında %14.7’lik bir fark belirlenmiştir.

Modelin uyumu belirlendikten sonra Çukurova iklim değerlerinin yüklendiği model yardımı ile elde edilen verilerden, sıcaklık ve CO₂ gübrelemesi verimi olumlu yönde, çift katlı örtü malzemesi ise olumsuz yönde etkilemiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda en yüksek verimin 16/24°C (gece/gündüz) sıcaklık değeri ve 1000 ppm CO₂ gübrelemesinin yapıldığı koşullarda elde edildiği belirlenmiştir.

Ancak ürünün yıl içerisindeki pazar fiyatları dikkate alındığında en yüksek karlılığın tek katlı plastik ile örtülmüş plastik serada CO₂ gübrelemesinin yapılmadığı ve gece gündüz sera iç sıcaklığının 13°C’de tutulduğu koşullarda elde edildiği belirlenmiştir.

Ayrıca modelden elde edilen sonuçlara göre üretim periyodunun uzaması verim olumlu yönde etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Domates, Simulsere La Tomate Modeli.



ABSTRACT

PhD THESIS

**DETERMINATION OF THE EFFECT OF HEATING ON CROP
GROWING AND HEATING ECONOMY IN PLASTIC GREENHOUSES**

ZEYNEP ZAIMOĞLU (KOCABAŞ)

**DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Nafi BAYTORUN

Years: 1999, Pages:136

Jury : Prof. Dr. Bahri ÇEVİK

: Prof. Dr. Aydın ÖNEŞ

Heating the greenhouses provides considerable amount of increase in yield as far as quality and quantity are concern. In Turkey, prices of crops could not tolerate the heating expenses. That is why the growers have being preferred unheated greenhouses than heated ones.

In this research study, in order to determine the effect of the heating onto yield and heating economy, tomato crop was grown in two plastic covered greenhouses which where similar to each other and identical to Mediterranean Coastal Band. One of these greenhouses was heated minimum 5⁰C, while the other was 13⁰C. In this greenhouses tomato crop seeded in two different dates. "Simulserre La Tomate" model which developed by INRA in France. By this comparison, the difference was found %14,7.

After determining the adaptability of the model and loading the climatical data of Cukurova Region, it was found by using the model that the effects of the heating and CO₂ fertilization on the yield were positive, while the effect of double

fold plastic covering material was negative. After the calculations, it was determined that, maximum yield was obtained from 16/24⁰C night/day time temperatures and 1000 ppm. CO₂ fertilization application condition. But, if the market prize changes during the year where taken into consideration, in the single fold plastic covered greenhouse, without CO₂ fertilization and night/day time inside temperature condition was determined as the most profitable condition.

Furthermore, according to the results obtained from the model extention of the production period effected the yield positively.

Key Words: Greenhouse, Tomato, Simulsere La Tomate.



TEŞEKKÜR

Bu alıőmamın oluőmasında beni ynlendiren hocam Sayın Nafi BAYTORUN'a, alıőmamın okunması ve değerlendirilmesinde kıymetli zamanını ve değerli eleőtirilerini aldığım Sayın Prof. Dr. Bahri ÇEVİK ile Sayın Prof. Dr. Aydın ÖNEŞ'e en içten teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmam boyunca gerçek anlamda sabır ve hoőęorusunu benden esirgemeyen eőim Tayyar ZAIMOğLU'na, değerli tecrübelerinde sürekli yararlandığım meslektaőım babam Ziraat Yüksek Müh. Sayın Derviş KOCABAŞ'a ve çalıőmalarım dolayısıyla ihmal ettiğim çocuklarıma teőekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalıőmamda emeği geçen değerli arkadaőım Dr. Dilek BOSTAN BUDAK'a ve araştırma görevlisi arkadaőlarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Zeynep ZAIMOğLU (KOCABAŞ)

ÇİZELGE LİSTESİ	Sayfa No
Çizelge 2.1. Toplam Sera Varlığının Yıllara Göre Değişimi	6
Çizelge 2. 2. Türkiye’de Sera Alanlarının Dağılımı (T.O.K.B Antalya İl Müd. 1993)7	
Çizelge 2.3. Yörede Uzun Yıllık Ortalama Sıcaklıklar	8
Çizelge 2.4. Yörede Uzun Yıllık En Düşük Sıcaklıklar	9
Çizelge 3.1. Araştırmaların Yürütüldüğü Plastik Seraların Teknik Özellikleri.....	24
Çizelge 3.2. Deneme Serası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri....	26
Çizelge 3.3. Değişkenlerin Özelliklerine Göre Uygun Korelasyonlar	34
Çizelge 4.1. Sera İçi ve Dışı Sıcaklık Değerleri.....	52
Çizelge 4.2. Gece Sıcaklığı 13°C ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Yaprak Sayısı Değerleri.....	54
Çizelge 4.3. Yaprak Sayısı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi.....	55
Çizelge 4.4. Gece Sıcaklığı 13°C ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Yaprak Alan Değerleri.....	56
Çizelge 4.5. Yaprak Alanı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi	57
Çizelge 4.6. İç Sıcaklığın Gece Minimum 13°C’ye ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Salkım Sayısı	60
Çizelge 4.7. Gece Sıcaklığı Minimum 13°C’ye ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Çiçek Sayısı.....	61
Çizelge 4.8. Gece Sıcaklığı Minimum 13°C’ye ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Yaş Gövde Ağırlıkları.....	62
Çizelge 4.9. Yaş Gövde Ağırlığı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi	63
Çizelge 4.10. Gece Sıcaklığı Minimum 13°C’ye ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Kuru Gövde Ağırlıkları.....	64
Çizelge 4.11. Gece Sıcaklığı Minimum 13°C’ye ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Yaş Yaprak Ağırlıkları.....	65
Çizelge 4.12. Gece Sıcaklığı Minimum 13°C’ye ve 5°C’ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Kuru Yaprak Ağırlıkları.....	65
Çizelge 4.13. Yaş Yaprak Ağırlığı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi	66
Çizelge 4.14. Kuru Yaprak Ağırlığı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi	66
Çizelge 4.15. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde Minimum 13°C ve 5°C’ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Farklı Tarihlerde Elde Edilen Yaş ve Kuru madde İle Net Asimilasyon Oranı Değerleri.....	68
Çizelge 4.16. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde 13°C ve 5°C’ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Tarihli Dikimler İçin Hasat Tarihleri ve Yığışım Verim Değerleri	71

Çizelge 4.17. İç Sıcaklığın Gece Minimum 13°C'ye Ayarlandığı Serada Meyve Çapının Hasat Tarihleri İle İlişkisi.....	72
Çizelge 4.18. İç Sıcaklığın Gece Minimum 5°C'ye Ayarlandığı Serada Meyve Çapının Hasat Tarihleri İle İlişkisi.....	72
Çizelge 4.19. Meyvelerin pH Değerleri.....	73
Çizelge 4.20. Gece Sıcaklığı Minimum 13⁰C ve Minimum 5⁰C'de Tutulan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Kuru Madde Miktarları	74
Çizelge4.21. Meyve Suyunda Vitamin C İçeriği.....	74
Çizelge 4.22. Erken Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Yaprak Alanı Değerleri	81
Çizelge 4.23. Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Yaprak Alanı Değerleri (m²)	82
Çizelge 4.24. Denemeden ve Modelden Elde Edilen Verim Değerleri (Kg).....	83
Çizelge 4.25. Erken Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Verim Değerleri (kg/m²).....	84
Çizelge 4.26. Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Verim Değerleri (kg/m²).....	85
Çizelge 4.27 Farklı Dikim Tarihleri Ne Bağlı Olarak Birim Sera Alanından Elde Edilen Verim Ve Verim Azalma Yüzdesi.....	91
Çizelge 4.28. CO₂ Gübrelemesi Yapılmadan Gece/Gündüz İç Sıcaklığın 16/24°C'de Tutulduğu Farklı Örtü Malzemesine Sahip Plastik Serada Verim Değerleri (Üretim Periyodu 1 Eylül-1 Temmuz)	93
Çizelge 4.29. Farklı Plastik Örtü Malzemesi İle Kaplı Seralarda Farklı Sıcaklık Koşullarında Kullanılan Enerji Miktarları (1 Eylül – 1 Temmuz Üretim Peryodu İçin).	97
Çizelge 4.30. Plastik serada Farklı iç sıcaklık ve farklı CO₂ Konsantrasyonlarında Elde Edilen Verim Değerleri (1 Eylül 94, 1 Temmuz 95).....	97
Çizelge 4.31. Plastik Serada İç Sıcaklığın Gece/Gündüz 16/24 °C'de Tutulması Durumunda Farklı CO₂ Konsantrasyonlarında Verim Kalitesi	100
Çizelge 4.32. Farklı İç Sıcaklıklar Ve CO₂ Konsantrasyonları İçin Gereksinen CO₂ Miktarları (kg/m²).....	101
Çizelge 4.33. En Yüksek Verim Sağlayan 10 Koşul	106
Çizelge 4.34. En Yüksek Brüt Kar Sağlayan 10 Üretim Zamanı ve Şartları	106
Çizelge 4.35. Ayırıcı Değişkenlerin Ortalamaları ve Standartlar Sapmaları	107
Çizelge 4.36. Gruplar Arası Korelasyon Matris	107
Çizelge 4.37. Wilks' Lambda, F Oranı (1-70 Serbestlik derecesi).....	108
Çizelge 4.38. Kanonikal Ayrım Fonksiyonları.....	108
Çizelge 4.39. Ayırıcı Değişkenlerin Ortalamaları ve Standart Sapmaları	110

Çizelge 4.40. Gruplar Arası Korelasyon Matrisi.....	110
Çizelge 4.41. Wilks' Lambda F Oranı (1 ve 70 Serbestlik derecesi)	111
Çizelge 4.42. Kanonikal Ayrım Fonksiyonları.....	111
Çizelge 4.43. Çalışmada Yer Verilen Değişkenlerin Kendi Aralarındaki İlişkisi....	112



ŞEKİL LİSTESİ..... Sayfa No

Şekil 3.1. Araştırma deseninin şematik görünümü.....	29
Şekil 3.2. Simulsere La Tomate Büyüme Modelinin Ana Menüsü.....	36
Şekil 3.3. Simulsere La Tomate Modelinin Sera Planlaması İle İlgili Menüsü.....	36
Şekil 3.4. Simulsere La Tomate Büyüme Modelinde sera ölçülendirilmesi.....	37
Şekil 3.5. Simulsere La Tomate Modelinde Set Edilen Değerler.....	38
Şekil 3.6. Simulsere La Tomate Büyüme Modelinin Hasat Değerleri	39
Şekil 3.7. Simulserre La Tomate Modeli Genel Yapısı	40
Şekil 3.8. Biyolojik Modelin Yapısı	45
Şekil 3.9. Fotosenteze Etki Eden Etmenler	46
Şekil 4.1. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde Minimum 13°C'ye ve 5 °C'ye Ayarlandığında Seralarda Erken ve Geç Ekim Tarihli Bitkiler İçin Bitki Boyunun Zamana Bağlı Değişimi	53
Şekil 4.2. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Taç Eni Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi.....	58
Şekil 4.3. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde Minimum 13°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Taç Boyu Değerlerinin Zaman Bağlı Değişimi.....	59
Şekil 4.4. İç Sıcaklığın Minimum 13°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Tarihleri İçin Yığışım Verim Değerlerinin Zamana Göre Değişimi.70	
Şekil 4.5. 1994 Yılı İçin Toptan Domates Fiyatlarının Zamana Göre Değişimi.....	75
Şekil 4.6. Arazi Çalışması Sonucu Gece Sıcaklığı Minimum 13°C Kadar Isıtılan Seralar İçin Elde Edilen Gündüz Saatlerinde Sera İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C).....	77
Şekil 4.7. İç Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Ayarlanmış Serada Modelde Elde Edilen Gündüz Saatleri İçin İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C).....	77
Şekil 4.8. Arazi Çalışması Sonucu Gece Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Kadar Isıtılan Seralar İçin Elde Edilen Gece Saatlerinde Sera İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C).....	78
Şekil 4.9. Modelde Elde Edilen Gece Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Kadar Isıtılan Seralarda Gece Saatleri İçin İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C).....	79
Şekil 4.10. Arazi Çalışması Sonucunda Elde Edilen Radyasyon Değeri	80
Şekil 4.11. Modelden Elde Edilen Radyasyon Değeri.....	80
Şekil 4.12. Yaprak Alan Değerlerinin Karşılaştırılması	81
Şekil 4.13. Yaprak Alan Değerlerinin Karşılaştırılması	82

Şekil 4.14. Erken Tarihli Dikimde Elde Edilen Verim.....	83
Şekil 4.15. Geç Tarihli Dikimde Elde Edilen Verim.....	85
Şekil 4.16. Farklı Sera İçi Sıcaklık Koşulların Verime İlişkisi.....	87
Şekil 4.17 Sera İç Sıcaklığının Gece ve Gündüz Eşit Tutulduğu Koşullarda Sıcaklık Verim İlişkisi.....	88
Şekil 4.18. Farklı İç Sıcaklık Değerlerinde Serada Model Tarafından Tahmin Edilen Fotosentez (CH_2O /Bitki) Değerleri.....	89
Şekil 4.19. CO_2 konsantrasyonunun 1000 ppm'de tutulduğu koşullarda Farklı İç Sıcaklık Değerlerine Bağlı Olarak Model Tarafından Tahmin Edilen Verim Değerleri.....	89
Şekil 4.20. Sera içi sıcaklığın gündüz 24 gece 16 ⁰ C de tutulduğu seralar için fotosentez, kuru madde, iç sıcaklık ve par değerinin zamana bağlı değişimi.....	91
Şekil 4.21. Aynı sıcaklık koşullardaki seralar için farklı dikim tarihlerindeki verim değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	92
Şekil 4.22. Gece/Gündüz iç sıcaklığın 16/24 °C de tutulduğu farklı ortu malzemesine sahip seralarda par değerinin zamana bağlı değişimi.....	94
Şekil 4.23. Çift kaplı plastikte ortalı ve tek katlı plastik örtülü iki ayrı serada 10/09.1994 tarihindeki sera içerisi PAR değerlerinin gün içerisindeki değişimi.....	94
Şekil 4.24. Sera İç Sıcaklığına Bağlı Olarak Global Radyasyon ve Dış Sıcaklık Değerleri Arasındaki Zamana Bağlı Değişim.....	95
Şekil 4.25. Gece sıcaklığının 13 ⁰ C de sabit tutulduğu sera koşullarında değişen gündüz sıcaklığına bağlı olarak harcanan enerji miktarı.....	96
Şekil 4.26. Gece sıcaklığının 16 ⁰ C de sabit tutulduğu sera koşullarında değişen gündüz sıcaklığına bağlı olarak harcanan enerji miktarı.....	96
Şekil 4.27. Farklı gece ve gündüz sera içi sıcaklık değerleri için CO_2 konsantrasyonunun zamana bağlı olarak değişimi.....	98
Şekil 4.28. Model tarafından 8/11/1994 tarihinde gece/gündüz 13/10 °C ve gece/gündüz 16/24 °C ye ayarlanan iki serada tahmin edilen CO_2 .konsantrasyonları.....	99
Şekil 4.29. İç sıcaklığı gece/gündüz 16/24 °C ye ayarlanan seralarda 12/12/1994 tarihinde CO_2 .gübrelemesi yapılmayan ve 600 ppm lik CO_2 . gübrelemesi yapılan seralardaki CO_2 .konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.....	100
Şekil 4.30. Gece/Gündüz sera içi sıcaklık değerinin 16/24 °C'ye ayarlandığı plastik seralarda 500 ppm lik CO_2 gübrelemesi altında ve CO_2 gübrelemesi yapılmadığı koşullarda fotosentez ve verim değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	102

- Şekil 4.31.** 1 Ekimde Dikilen Bitkiler İçin 500 ppm'lik CO₂ Gübrelmesi ve CO₂ Gübrelmesi Yapılmadan Elde Edilen Verim Değerleri103
- Şekil 4.32.** 500 ppm CO₂ Gübrelmesinin Yapıldığı Serada Gece 16⁰C Gündüz 24⁰C İç Sıcaklık Koşullarında Bitkinin Vejetatif Aksamı, Meyve ve Toplam Kuru Maddenin (gr/Bitki) Zaman Bağlı Değişimi104
- Şekil 4.33.** Sera içi sıcaklığı Gece/Gündüz 16/24 °C.ya ayarlanan koşullarda artan CO₂.miktarına karşı değişen verim değerleri.104



RESİM LİSTESİ.....Sayfa No

Resim 3.1. Araştırmada Kullanılan Plastik Seraların Genel Görünüşü.....25

Resim 3.2. Alüminyum Kanatlı Isıtma Borularının ve Kazanın Genel Görünüşü...25

Resim 3.3. Seradaki Domates Bitkisinin Genel Görünüşü.....30



1. GİRİŞ

Ülkelerin geleceğe yönelik besin gereksinimlerinin, nüfus artışı da dikkate alınarak karşılanabilmesi için mevcut tarımsal üretimin daha verimli ve nitelikli duruma getirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde tarım alanlarının son sınırına ulaşması ve nüfusun hızla artması nedenleri, verimi arttırıcı özel önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Bu özel önlemler içerisinde meyve ve sebzelerin "kontrollü" ortamlarda yetiştirilmesi de yer almaktadır. Bitkilerin gelişebilmeleri ve yaşamlarını sürdürülebilmeleri için ışık, sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, besin maddeleri vb. etkenlere olan gereksinimlerinin kontrol altında tutulabilmeleri sera adı verilen yapılarda mümkün olmaktadır.

Ülkemizde seracılığın özendirilmesi ve geliştirilmesi konularında son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'de toplam sera alanı 121.169 ha'a ulaşmıştır (Anonymous, 1994). Ülkemizde seracılığın önemli boyutlara ulaştığı illerin başında Antalya'nın geldiği, bunu İçel, Muğla ve İzmir illerinin izlediği görülmektedir. Ülkemiz genelinde seralarda yetiştirilen ürünlerin %95'ini sebzeler, %4'ünü süs bitkileri ve %1'ini de meyveler oluşturmaktadır (Sarı, 1999).

Bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için sera içi sıcaklığının belli sınırlar arasında tutulması gerekir. Seraların ısıtılması verimde kalite ve verim açısından büyük artışlar sağlamaktadır (Tantau, 1983). Ancak ısıtma sistemlerinin seçimi, sera içi iklimine etki ettiği gibi enerji tüketimine de etki eder. Bu nedenle seralarda uygun ısıtma sisteminin seçimi büyük önem arz eder.

İzmir ve civarında mevcut seralar üzerinde yapılan bir çalışmada, cam seraların %18'inde, plastik seraların ise % 33'ünde hiç ısıtma yapılmadığı saptanmıştır. Aynı çalışmada ısıtılan cam seraların % 22'sinde, plastik seraların ise %20'sinde ısıtmanın soba ile yapıldığı belirlenmiştir (Çolak ve Şahin, 1988). Isıtmada kullanılan kömür ve petrolden üretilen yakıtların sınırlı bir potansiyele sahip olması ve dünyanın her yerinde yeteri kadar bulunmaması zaman zaman istikrarsızlık nedeni olmaktadır. Özellikle ilk kez 1974 yılında ortaya çıkan, 1977 yılında tekrarlanan (Kozai, 1985) ve aslında bu gün de devam eden petrol krizlerinden sonra petrol fiyatları aşırı şekilde yükselmiş ve bir çok ülkenin

ekonomisini de olumsuz yönde etkilemiştir. Petrol krizlerinin ortaya çıkardığı olumsuzluk, ülkemiz dahil bir çok ülkeyi zor durumda bırakmıştır. Bu gelişme, gelecekte olabilecek enerji sıkıntılarından korunmak ve petrole bağımlılığı azaltmak için bir çok ülkede alternatif enerji kaynağı arayışlarını hızlandırmıştır. Enerji sıkıntısı ve pahalılığı, seracıları ısıtmadan uzaklaştırarak soğuk seracılığa ve bilinçsiz hormon kullanımına yönlendirmiştir.

Ülkemizde ısıtma yapılmamasının bir nedeni de ürün fiyatlarındaki dalgalanmalardır. Isıtma maliyetinin yükselmesinden korkan üretici, fiyat dalgalanmaları nedeni ile ısıtma yapmamayı tercih etmektedir.

Seralarda bitki gelişimi için daha iyi bir yetiştirme ortamı sağlamak için hem enerji kayıplarını azaltmak, hem de alternatif enerji kaynakları ile çalışabilen ısıtma sistemlerini kullanmak gerekmektedir. Isı pompaları, rüzgar enerjisi ile ısıtma, güneş enerjisi ısıtması ve jeotermal ısıtma gibi bazı alternatif ısıtma sistemleri şimdi pazar bulmaktadır. Ayrıca biogübreden enerji üretimi de tartışılmaktadır. Yeryüzünde enerjinin depolanması da geleceğin en ilginç sistemlerinden birisi olacak gibi gözükmektedir.

Akdeniz sahil şeridinde seralarda ortaya çıkan en büyük problemlerden bir tanesi, kışın gece saatlerinde iç sıcaklığın biyolojik optimumun altına düşmesidir. Seralarda optimum bitki gelişimi için günlük ortalama sıcaklığın 13°C'de tutulması gereklidir. Günlük ortalama sıcaklığın 13°C'nin altına düşmesi durumunda seralar ısıtılmalıdır (Zabeltitz, 1992).

Seralarda ısıtma sadece iç sıcaklığın optimum değere yükseltilmesi için değildir. Aynı zamanda oransal nemin kontrolü de büyük öneme sahiptir. Türkiye'de seralarda çoğunlukla ideal anlamda kışın ısıtma yapılmamaktadır. Sadece bitkilerin dondan korunması için lokal ısıtmalar uygulanmaktadır. Üretici düşük sıcaklıkta bitkilerin döllenmesi için hormon kullanmakta, bu da kalitede önemli düşüşlere neden olmaktadır. Ayrıca seralarda yüksek oransal nem nedeniyle ortaya çıkan hastalıklara karşı kullanılan tarımsal ilaçlar çevre kirliliğine neden oldukları gibi insan sağlığını da olumsuz etkilemektedirler.

Hollanda ve farklı Akdeniz ülkelerinde bir kg domates üretimi için harcanan enerji belirlenmiştir. Bir kg domates üretimi için en fazla enerji Hollanda da harcanmaktadır. Bunun da nedeni bu ülkede iklimin soğuk olmasıdır. Ancak bu ülkede seralarda ısıtma yapıldığından bir kg domates üretiminde kullanılan tarımsal ilaç, diğer Akdeniz ülkelerine göre oldukça azdır. Bu durum çevre bilincine erişmiş toplumlarda oldukça önemli olup insan sağlığı ve çevre için büyük bir önem taşımaktadır (Baytorun, 1995).

Adana ilinin belirli kesimleri iklim olarak seracılığa son derece elverişlidir. Özellikle Yumurtalık ve Karataş ile Ceyhan'ın sahil kesimlerinde bulunan bazı korunmuş bölgelerin seracılık bakımından potansiyeli son derece yüksektir. Bu bölgelerdeki sıcaklık ve radyasyon durumları; Antalya, İçel, Muğla illerindeki seracılığın yoğun olduğu merkezlerle eşdeğerdir. Genelde ovanın orta ve Toroslar'ın güneyindeki iç kesimlerinde de seracılık yapılabilir. Adana'nın diğer seracı illere göre daha avantajlı durumu ise, arazilerinin yeterli ve büyük olmasıdır. Bölgede modern üretim yöntemlerine elverişli yüksek teknolojiye sahip, iklimlendirme ve fertigasyon sistemleri ile donatılmış seraların kurulması, bölgenin üretim biçiminin ve deseninin değişimini sağlayarak, üreticileri daha karlı olan bu iş koluna çekebilecektir (Sarı, 1999).

Ancak özellikle domates bitkisinin hızlı pazar bulma zorunluluğu çiftçinin karşısına bir negatif etken olarak çıkmaktadır. Bu negatif etkenin en büyük nedenlerinden birisi, Adana ilinde uluslararası havaalanı olmaması ve kargo uçaklarının kalkışının şu anda sağlanmamasıdır. Bu etkene bağlı olarak dış satımda zamansal problemler ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, öncelikle, plastik seralarda farklı dikim tarihleri ve farklı iç sıcaklık değerlerinde domates bitkisinin gelişimi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Fransa'da oluşturulan Simul Serre Le Tomate adlı büyüme modelinin sonuçları ile karşılaştırılarak modelin Çukurova yöresi için uyumu araştırılmış ve bu uyum belirlendikten sonra serada farklı iç sıcaklıklar, farklı dikim tarihleri ve farklı örtü malzemeleri için model kullanılarak Çukurova koşulları için farklı dikim tarihi ve

farklı önlemler (ısıtma, örtü materyali, CO₂ gübrelemesi) ile elde edilen verim ve harcanan enerji dikkate alınarak uygun dikim tarihi belirlenmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Türkiye’de Seracılığın Genel Durumu

Türkiye’deki seralar konstrüksiyon açısından incelendiğinde 80’li yılların ortalarına kadar yaygın olarak ahşap-plastik ağırlıklı olduğu görülmektedir. Ancak daha sonraki yıllarda üreticinin çelik profil ve borulu konstrüksiyonlara yöneldiği görülmekle birlikte, projelerin uzman teknik elemanlar tarafından yapılmaması nedeniyle yapısal problemlerin devam ettiği izlenmektedir (Baytorun 1995).

Seralar iç sıcaklık değerlerine göre, sıcak seralar, ılık seralar ve soğuk seralar olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar. Gündüz sıcaklığı sürekli olarak 20°C’nin üstünde tutulan, gece sıcaklığı 10°C’nin altına düşmeyen ve ısıtma yapılan seralar sıcak sera, gece ve gündüz sıcaklığı 10°C - 20°C’nin arasında tutulan ve ısıtma yapılan seralara ılık sera; doğal iklim koşullarına ve örtü malzemesine bağlı olarak iç sıcaklığı değişen seralar soğuk sera olarak sınıflandırılmaktadır (Yüksel 1987).

Türkiye seralarında geniş oranda ekolojiden yararlanıldığı ve sera yetiştiriciliğinin büyük pazarların yakınında gelişme gösterdiği görülmektedir. Ekolojiden yararlanan seralarımız özellikle kış aylarının ılıman geçtiği mikroklima alanlarında yer almaktadır. Bu yönü ile Türkiye seracılığı ekolojinin uygunluğundan yararlanılarak turfanda ürün yetiştirir niteliktedir. Yani, seranın tanımında yer alan yılın her mevsiminde bitkilerin optimum çevre isteklerini karşılayacak nitelikte seracılık henüz ülkemizde yaygınlaşmamıştır. Günümüzde Türk seracısı, seraları; bitkileri en düşük sıcaklıklarda geri dönüşü olmayan soğuk zararından koruyacak bir yapı olarak görmektedir (Öneş, 1990).

Dünyada seracılığın en yaygın yapıldığı ülkeler Japonya (31.700 ha) İtalya (17.000 ha) İspanya (12.000 ha) Türkiye (11.500 ha) ve Hollanda (9.000 ha) dır (Anonymous, 1994 a).

Türkiye seralarının yaklaşık % 76’sı plastik, % 24’ü cam malzeme ile örtülüdür. Gerek cam, gerekse plastik seralarımızın çok büyük bir kısmı (%70) Antalya ilinde yoğunlaşırken, bunu Muğla (% 13), İçel (%10) ve diğer iller (% 7) izlemiştir. Seralarımızın yaklaşık % 95’inde sebze, % 4’ünde süs bitkileri, % 1’inde

ise meyve (çilek ve muz) yetiştiriciliği yapılmaktadır. Sebze seralarında üretim deseni ise yıllara göre bir miktar değişebilmekle birlikte yaklaşık % 50'si domatese, % 22'si hıyara, % 15'i bibere, % 9'u patlıcana, % 2'si kabağa, % 1'lik bölümünde ise fasulye ve kavun tarımına ayrılmıştır (Sarı, 1999).

Ülke genelinde yıllar itibariyle sera alanlarında görülen değişimler Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Baytorun, 1994). Bu çizelgeden de görülebileceği gibi dört yıllık bir dönemde ülkemizde sera alanı 33.000 da, artış göstermiştir.

Çizelge 2.1. Toplam Sera Varlığının Yıllara Göre Değişimi

Yıllar	Sera Alanı (da)
1989-1990	72.800
1990-1991	84.717
1991-1992	108.800
1992-1993	115.800

Türkiye'de seralara işletme yapısı ve büyüklükleri yönünden bakıldığında, seraların aile işletmeleri şeklinde ve küçük alanlara sahip oldukları görülür. Bölgelere göre Türkiye seralarının ortalama büyüklükleri 500 - 1400 m² arasında değişmektedir (Baytorun 1994).

Ülkemiz seracılığı Ege, Akdeniz ve Marmara bölgeleri kıyı şeridinde yoğunluk kazanmıştır. Türkiye'de sera alanlarının illere göre dağılımı Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Türkiye’de Sera Alanlarının Dağılımı (T.O.K.B Antalya İl Müd. 1993)

İller	Cam Sera (da)	Plastik Sera (da)	Toplam (da)
Adana	21	220	241
Antalya	21.965	52.799	74.764
Aydın	109	673	782
Bursa	30	159	189
Hatay	-	105	105
İçel	2.577	22.441	25.018
İstanbul	141	888	1.029
İzmir	340	3.591	3.931
Muğla	1.635	9.525	11.161
Diğerleri	101	3.849	3.950
Toplam	26.919	94.250	121.169

2.2. Türkiye’de Seracılığın Yaygın Olduğu Akdeniz Sahil Şeridinin İklim Durumu

Araştırma alanı Akdeniz iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılıman ve yağışlı geçer. Toros dağları doğu-batı yönünde uzanarak Akdeniz bölgesini kış aylarında karşılaşılan soğuk kuzey rüzgarlarından korur. Torosların kıyı şeridine tamamen yaklaştığı Taşucu-Anamur arasında meydana gelen kısmen düzlük ya da üreticinin teraslar oluşturduğu vadilerde mikroklima etkisi gözlenir. Anamur’dan başlayarak Anamur ve Gülnar ilçesi sahil şeridinde mikroklima etkisiyle oldukça az olan don riski diğer yerleşim birimlerinde özellikle doğuya gidildikçe artmaktadır. Sıcaklıkların ortalamaları ve istasyonlardaki rasat süreleri Çizelge 2.1.’de verilmiştir. Yörede oluşan sıcaklıkların en düşük ortalama değerleri seralarda don olaylarını belirlemesi bakımından önemli olduğu için Çizelge 2.2.’de verilmiştir (Tokgöz, 1995). Anılan çizelgelerden de görüleceği gibi aralık, ocak ve şubat aylarında yöremizde sıcaklığın 13 °C kabul edilen

optimumun altına düştüğü belirlenmiştir. Bu sonuçtan yola çıkılarak bu aylarda ısıtma yapılması gerekmektedir.

Çizelge 2.3. Yörede Uzun Yıllık Ortalama Sıcaklıklar

İstasyon Adı	Rasat Süresi (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Anamur	43	11.4	11.6	13.4	16.9	20.7	24.9	27.9	28.0	25.1	20.9	16.5	13.0
Silifke	40	10.1	10.6	13.5	17.2	21.2	25.0	27.6	27.8	24.7	21.1	15.7	11.8
Mersin	52	9.5	10.4	13.0	17.1	21.0	24.8	27.5	27.8	25.0	20.2	15.2	11.2
Adana	62	9.4	10.4	13.1	17.1	21.4	25.1	27.7	28.0	25.4	21.0	15.9	11.1
Dört Yol	62	10.1	11.0	13.4	17.4	21.3	24.8	27.3	27.5	25.8	21.5	16.3	11.8
İskenderun	52	11.7	12.5	14.7	18.3	22.0	25.4	27.8	28.4	26.4	22.1	17.5	13.4
Antakya	51	8.0	9.8	12.8	16.7	21.0	24.6	26.9	27.5	25.4	19.9	13.9	9.3
Karataş	28	9.8	10.9	13.5	16.5	20.9	24.5	26.1	27.7	25.7	21.1	15.9	11.5
Samandağ	26	9.5	11.0	14.0	17.5	20.9	24.3	26.8	27.5	25.9	21.4	15.8	11.3
Erdemli	26	9.7	10.2	12.6	16.4	20.3	24.2	27.2	27.3	23.4	19.9	15.0	11.4

Çizelge 2. 4. Yörede Uzun Yıllık En Düşük Sıcaklıklar

İstasyon Adı	Rasat Süresi (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Anamur	43	-1.4	-4.7	-0.7	3.4	8.6	12.2	16.2	15.8	10.8	8.2	3.7	0.7
Silifke	40	-3.2	-3.2	-0.3	3.6	8.4	11.6	14.2	16.8	4.0	1.8	3.2	-1.5
Erdemli	25	-3.6	-3.2	-3.4	1.2	6.0	9.4	16.2	15.0	11.9	5.7	0.8	-1.5
Mersin	52	-6.3	-6.6	-2.2	0.6	7.0	12.0	16.1	14.0	5.8	-0.8	-3.3	-3.0
Adana	62	-8.1	-6.6	-4.9	0.1	5.6	9.2	11.5	14.8	9.3	3.5	-4.3	-4.4
Karataş	28	-6.8	-2.3	-2.4	3.0	1.0	12.4	16.0	16.6	7.6	4.0	0.3	-2.5
Yumurtalık	26	-2.8	-3.1	-2.8	0.7	6.4	12.5	16.0	17.0	14.5	7.4	0.1	-2.4
Dört Yol	62	-5.2	-6.3	-3.5	1.6	7.6	12.7	16.3	16.0	10.9	5.6	4.9	-0.3
İskenderun	52	-3.0	-3.2	-0.2	3.5	11.4	14.4	18.6	18.3	15.4	9.0	0.6	0.4
Antakya	51	-14.6	-6.8	-4.2	1.7	7.7	11.0	7.0	15.4	10.3	2.3	-3.0	-6.6
Samandağ	26	-2.2	-1.8	-1.6	3.8	7.5	13.8	17.4	17.0	15.3	8.0	0.0	-1.0

2.3. Çukurova Bölgesinde Seracılık Alanlarının Genel Durumu

İçel ilinde ülke genelindeki seraların % 20.71'i olan 24.036 da sera bulunmaktadır (Anonymous, 1994 a). Kıyı şeridi boyunca dağılım gösteren seralar bazı merkezlerde daha yoğun, bazılarında ise dağınıklık göstermektedir. İçel ilinde en yoğun seracılık Kazanlı, Erdemli, Karahasanlı, Aydıncık ve Anamur yerleşim merkezlerindedir. Bu merkezlere bağlı Ovacık, Büyükeceli, Yeşilovacık, Sipahili gibi yerleşim yerlerinde ise daha az oranda yoğunlaşmaktadır. İçel ilinde doğuda Kazanlıdan başlayan geniş sera tarım alanları batıya doğru gidildikçe daralmakta ve yerini kayalıklar üzerine kurulmuş seralara bırakmaktadır. Doğuda Erdemli ve Kocahasanlı'dan, batıya doğru gidildikçe Taşucu'ndan sonra seralar tamamen teraslar üzerine oturmaktadır. Ovacık ve daha ilerdeki seracılık işletmelerinde yetiştirici konutu ile sera yerleşimlerinin iç içe olduğu görülmektedir. Daha batıya doğru gidildikçe geniş tarım arazilerine Anamur yöresinde rastlanmaktadır (Tokgöz, 1995).

Aşağı Seyhan Ovası ve Adana yöresinde örtü altı yetiştiriciliği son yıllarda gelişim göstermektedir. Çiftçilerin elinde oldukça büyük tarım alanları vardır. Bu yörede örtü altı yetiştiriciliği ülke genelinin % 36.3'ünü oluşturmaktadır. Ancak örtülü alanlar alçak tünel şeklinde ve karpuz üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Seracılık açısından son yıllarda küçük bir hareketlilik görülmekle birlikte gelişme yavaş olmaktadır (Anonymous, 1994 a).

2.4. Sıcaklık-Verim İlişkileri

Seralarda bitki gelişimine etki eden iklim etmenleri sırasıyla sıcaklık, ışık, nem ve CO₂ konsantrasyonudur. Sera içi sıcaklık değerlerinin verim ve kalite üzerindeki etkileri büyüktür. Bu amaçla bütün dünya ülkelerinde bir dizi araştırma yapılmaktadır.

Domates, biber, hıyar, kavun ve fasulye için gece sıcaklığının sınır değeri 15-18.5°C arasında olmalıdır (Verloft, 1990).

Anavatanı Meksika olan domates, sıcaklığı çok seven bir yazlık sebzedir. Domatesin mevsim dışı olarak serada yetiştiriciliğinde kuşkusuz iklimsel faktörlerin

düzenlenmesi gereklidir. Domates bitkisi gündüz 19-24°C, gece 14-18°C ve fide döneminde 13-20°C sıcaklıklardan hoşlanmaktadır. 13°C'nin altındaki ve 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda polen oluşumunun gerçekleşmemesinden dolayı tozlanma-döllenme de oluşmamaktadır. En uygun tozlanma-döllenme sıcaklığı 18-30°C'ler arasındadır. Domates bitkisi diğer sera sebzelerine göre düşük sıcaklıklara en dayanıklılarından olmasına rağmen 10°C'nin altında gelişme yavaşlar ve 0°C civarında donar. Yüksek sıcaklıklar da (35-40°C) terleme olayını artırır, bitkinin solmasına, pörsümesine, yaprak ve meyvelerinde güneş yanıklarına neden olur (Abak, 1995).

Winter ve Teubner (1956), serada 10-13°C sıcaklık koşullarında yetiştirilen domates bitkilerinde, 18-21°C'de yetiştirilen bitkilere göre vegetatif gelişmenin az, fakat çiçeklenmenin daha erken meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Calvert (1965) de, fide döneminde yüksek sıcaklıkların, bitkinin daha çok vegetatif gelişmeye yönelmesini sağlayarak çiçek oluşumunu geciktirdiğini bildirmiştir.

Aung (1976), 18/14°C, 22/18°C ve 26/22°C gündüz/gece sıcaklık rejimlerini uyguladığı domates çeşitlerinden bazılarında, birinci ve ikinci salkımdaki çiçek sayısının sıcaklıktan etkilenmediğini; bazılarında ise salkımdaki çiçek sayılarının yüksek sıcaklık artışına bağlı olarak önemli bir şekilde azaldığını belirtmiştir.

Wiltwer (1994), domateslerde meyve tutumu azlığının düşük sıcaklıklarda megasporogenesis ve mikrosporogenesis aşamalarında meydana gelen anormalliklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar 10-12.8°C'de yetiştirilen domateslerde çiçek ve çiçek tozu üretiminin az olduğunu, çiçek tozu dejenerasyonunun genellikle antesisten önce meydana geldiğini ve düşük sıcaklık koşullarında üretilen çiçek tozlarının canlılıklarının düşük olduğunu saptamışlardır.

Shawney (1983), üç farklı domates çeşidi üzerinde ve üç farklı gündüz/gece sıcaklık derecesinde (düşük 18/15°C, normal 23/18°C ve yüksek 28/23°C) yaptığı çalışmada, en erken çiçeklenmenin düşük sıcaklık koşullarında yetiştirilen bitkilerde meydana geldiğini, bunu sırasıyla normal ve yüksek gündüz/gece sıcaklıklarının izlediğini saptamıştır. Aynı araştırmacı, düşük sıcaklık koşullarında yetiştirilen

bitkilerde taç yaprak, erkek organ ve karpel sayısının diğer sıcaklık rejimlerine göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Polowick ve Sawhney (1985), düşük sıcaklığın (18°C gündüz/15°C gece) anormal taç yaprak, erkek ve dişi organ oluşumuna, erkek organların deforme olmasına ve bazı durumlarda kısmen karpel benzeri erkek organların çimlenme yeteneği olmayan anormal çiçek tozu üreterek fonksiyonel erkek kısırlığına neden olduğunu saptamışlardır.

Abak ve Demir (1986), domateslerde çiçek tozu oluşumu için en elverişli sıcaklığın 16-26°C olduğunun ve iç sıcaklığın 16°C'nin altına inmesiyle çiçek tozu oluşumunda azalmaların başladığını bildirmektedirler. Araştırmacılar 13°C'nin altında polen oluşumunun büyük ölçüde durduğunu ve gece sıcaklığının 5-10°C civarında seyrettiği kış aylarında polen oluşumunun pratik olarak gerçekleşmediğini saptamışlardır.

Domateslerde çiçeklenme ve meyve tutumu üzerine yüksek ve düşük gündüz/gece sıcaklıklarının etkisini inceleyen El-Abd ve ark. (1986), yüksek sıcaklıklarda (35/24°C gündüz/gece) yetiştirilen bitkilerde çiçeklerin arttığını ve çiçek tozu canlılığının azaldığını saptamışlardır.

Rylski ve Aloni (1994), domates ve biberde çiçek gelişiminin erken safhalarındaki sıcaklık ve ışık koşullarının, verim ve kaliteyi belirleyen en önemli faktörler olduğuna işaret etmişlerdir.

Kravchenko ve ark. (1994), artan yüksek sıcaklık uygulamalarının domateste çiçek tozu canlılığını ve çimlenme düzeyini olumsuz etkilediğini, çiçek tozu dejenerasyonlarını arttırdığını bildirmişlerdir.

Baytorun ve ark.(1995), tarafından yapılan bir çalışmada sera içi sıcaklık değerlerinin min 13°C ve 5°C'ye ayarlandığı iki ayrı plastik serada yetiştirilen domates bitkilerinde zamana bağlı olarak çiçek tozu canlılık testi, çiçek tozlarının çimlenme güçleri, bitki büyümesi, meyve verim ve kalitesi incelenmiştir. Buna göre sera içi sıcaklığının 5°C'den 13°C'ye çıkarılması çiçek tozu canlılığını % 17 (5°C: % 66; 13°C: % 17), çiçek tozu çimlenme kapasitesini ise % 63 (5°C: % 27; 13°C: %

44) oranında arttırmıştır. Her iki serada yetiştirilen bitkilerden elde edilen meyvelerde, meyve kalitesi yönünden herhangi bir farklılık bulunmamıştır.

Seracılık açısından önemli sayılan diğer ülkelerde ısıtma ve vibrasyon yapıldığından dolayı tozlanma ve dölleme çok önemli sorunlar ortaya çıkmamaktadır. Oysa ülkemizde seracılığın yoğunlaştığı özellikle Akdeniz sahil kesimindeki seralarda düzenli bir ısıtma yapılmamakta, ısıtma yalnızca don açısından kritik günlerde yapılmaktadır. Soğuk geçen aralık-şubat ayları arasında gündüz sıcaklık ortalaması, domates bitkisinin gelişmesi için yeterli ise de gece sıcaklıklarının düşük olması çiçek tozu oluşumunu engellemekte ve normal meyve tutumu gerçekleşmemektedir (Demir ve Ark., 1991).

Sıcaklığın domateslerde meyve tutumu ve gelişimi üzerinde etkilerinin incelendiği bir çalışmada Counter domates çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler ilk çiçek açımından sonraki 8 hafta süresince 17, 19, 21 ve 23°C sıcaklıklarda yetiştirilmişlerdir. Bu 8 haftalık periyottan önce ve sonra tüm bitkiler 18°C sabit sıcaklıkta tutulmuşlardır. Meyve büyümesi, haftalık olarak her bir meyvenin çapının ölçülmesi ve meyve ağırlığı ile çap arasındaki doğrusal ilişkinin hesaplanmasıyla belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık uygulaması, vegetatif büyümenin olduğu dönemde meyvelerde erken büyümeye neden olmuştur (Koning, 1989).

Meneses (1983), 1980 yılında 25°C kök sıcaklığında yetiştirilen domateslerden % 13 daha fazla ürün almış, 1981 yılında ise % 16 daha fazla ürün elde etmiştir. Bu etki, gece sıcaklığı 10-12°C, 15°C ve 18°C ile ısıtılmayan (8-9°C) konularla kıyaslandığında 10-12°C'de daha fazla olmuştur. Kök bölgesi ısıtılmasıyla % 68 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bu yüzden Güney Avusturya'da sera domates yetiştiriciliğinin yalnızca kök ısıtılmasıyla yapıldığı bildirilmektedir.

Domateste kök bölgesi ısıtmasının etkisini belirlemek için Hollanda'nın değişik yerlerinde, değişik sezonlarda denemeler yapılmıştır. Yaz aylarında yapılan denemede kök bölgesi sıcaklığın 21°C olması durumunda 20.6 kg/m² verim alınırken, 22-23°C'de 18.1 kg/m² verim elde edildiği bildirilmektedir. Bunun yanı sıra ısıtılmayan seralarda 16.8-20.8 kg/m² verim alınmıştır. Sonbahar denemelerinde

ise, bitki kök bölgesi ısıtılan seralarda 8.2-9.8 kg/m² verim elde edilirken ilkbahar denemelerinde ısıtılanlarda 15.9-20.5 kg/m², ısıtılmayanlarda ise 15.4-22.7 kg/m² verim elde edilmiştir (Hurd ve Graves, 1985).

Seralarda sıcaklıkların düşük olması büyümeyi azaltması, meyve tutumunu geciktirmesi nedeniyle hasat gecikebilmekte ve bu durum hastalıkları artırabilmektedir. Domateste kök bölgesi ısıtılmasının, erkenci verimi ve meyve kalitesini az da olsa azalttığı, meyve tutumu sırasında yapılan kök bölgesi ısıtılmasının ise sonuçta ürünü % 10 kadar artırdığı bildirilmektedir (Hurd ve Graves, 1985).

Hollanda'da plastik seralarda, klasik ısıtma sistemleri (fuel oil) yeterli bir biçimde kullanılmakta ve gece sıcaklıkları 10-15°C'ye ayarlanmaktadır. Daha iyi ürün, erken hasat ve daha iyi kalite, sıcaklığın 12°C'ye ayarlandığı durumda elde edilmiştir. 10°C'de erkenci verim düşük olmuştur (Gosselin Trudel, 1985).

Düşük sıcaklıktan dolayı domates verimindeki azalmanın çeşit ile de ilişkisi vardır. Sofralık domateste verim azalması % 16-81, minik domateslerde ise % 12-63 arasında değişmektedir. Yunanistan'da 1984-1985 de hayli soğuk bir sezonda seraları 15°C'ye kadar ısıtmak için extra yakıt masrafları, elde edilen extra gelir ile tamamen karşılanmıştır. Sonuç olarak ısıtılan seralardan alınan fazla verim, ısıtma masraflarını karşılamıştır (Vakis Phodiates, 1989).

Sasaki ve Ark (1984) tarafından sera içi ve sera dışı sıcaklık farkı 13°C olacak şekilde yapılan bir çalışmada, domates seralarında sıcaklık 17:00- 21:00 saatleri arasında 12°C, 21:00 - 23:00 saatleri arasında 10°C, 23:00 - 08:00 saatleri arasında 8°C'de tutulmuştur. Bu sistemde yetiştirilen domateste her bir bitkiden ortalama 4 kg verim alınmıştır. 6 haftalık fidelerin 5 ayrı kök bölgesi sıcaklığında serada büyümeleri sağlanmıştır. Kök bölgesi sıcaklığındaki artış, düşük gece sıcaklığının yaprak kuru ağırlığı ve yaprak büyüklüğü üzerindeki olumsuz etkilerini kısmen ortadan kaldırmıştır. Sonuçlar; optimum bitki büyümesi için düşük gece sıcaklıklarında (8°C), yüksek kök bölgesi sıcaklıklarının (30°C) gerekli olduğunu göstermiştir.

Herbelt (1985), denemelerinin birisini delikli borulardan geçen sıcak hava ile, diğerini ise sıcak su boruları ile ısıtılan iki ticari amaçlı domates serasında sürdürmüştür. Bağıl nemin, sıcak hava ile ısıtılan serada diğerine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Sıcak su ile ısıtılan konuda, sıcak hava ile ısıtılan konuya göre hastalıklı bitki sayısının fark edilecek kadar az olduğu buna karşın verimin ise iki katı kadar fazla olduğu saptanmıştır.

Suchs (1992), iki ayrı yöntemle sıcak suyun kullanılması suretiyle ısıtılan iki ayrı serada yetiştirilen domates ve krizantem'in büyümesi ve gelişmesini incelemiştir. Her iki şekilde ısınan seralarda yetiştirilen domatesin ve krizantemin yaş ve kuru ağırlıklarında, bitki boylarında ve gelişmelerinde bir farklılık bulunamamıştır.

Ben Amour ve Ark. (1990), İlkbaharda kavun ve sonbaharda da bunun arkasından domatesin ekildiği ortamlarda bir pasif güneş enerjisi ısıtma sistemi kullanmışlardır. Ürün olgunlaşması 2-3 hafta daha erken, gelir ise daha yüksek düzeyde olmuştur. Sistem güney Tunus'ta ortalama günlük 7-9 saatlik bir güneşli sürenin olduğu kış aylarında bile kullanılabilmiştir.

Vakis, Fokiades (1989) tarafından domates bitkisinde yapılan bir çalışmada daha iyi ürün, daha erken hasat ve daha iyi kalite, ilk sıcaklığın 10 °C yerine 15°C'ye ayarlandığı durumda elde edilmiştir. 10°C de erkenci verim düşük olmuştur.

Meritse ve Ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada test edilen 3 ısıtma sisteminden en yüksek domates ve salatalık verimi; toprak üzerine yerleştirilmiş esnek plastik ısıtma borulu sistemde elde edilmiştir.

Rossi Plaitane (1983), tarafından poliüretan, polipropilen ve polikarbonat gibi plastik malzemeler kullanılarak yapılan bir çalışmada izolasyon maksadıyla poliüretane önerilmekte ve olası uygulamalar sıralanmaktadır. Isıtılmamış seralarda poliüretane kullanıldığında çilek, fasulye, domates ve kabakta 25 günlük bir erken hasat oluşumu sağlanmıştır.

Dale (1983) tarafından geliştirilen bir ısıtma sisteminde dışarıya yerleştirilen bir güneş enerji kollektörü ile bitki toprağının ısıtıldığı domatesin hasadı yapıldığında normal üretimi aşan son derece iyi bir verim alınmıştır.

2.5. CO₂ Gübrelmesi – Verim ilişkileri

Bundan 80 yıl önce ilk defa Almanya’da, birkaç yıl sonra İngiltere’de ve 60 yıl önce de ABD’de serada bitki üretiminde, atmosferde mevcut normal CO₂ miktarından fazlasının yararlı olduğu tespit edilmiş ve pratikte kullanılmak üzere tavsiye edilmiştir (Honma 1977).

Lambeth (1967), yaptığı çalışmalarda, CO₂ gübrelmesinin sera domatesleri üzerine etkisinin olduğunu ve bitki gelişimini hızlandırarak erkene aldığını belirtmiştir.

Withwer (1994), seralarda domates bitkisi için en uygun CO₂ konsantrasyonunun 1000 ppm olduğunu ABD’nin Ohio eyaletinde yaptığı çalışmalar sonucunda belirlemekle beraber domates bitkisi için karbondioksite karşı reaksiyonun sıcaklık ve ışıktan bağımsız olduğu sonucuna varmıştır.

Withwer (1994), sera sebzelerinin yetiştirilmesinde şimdiye kadar bulunan büyüme etmenlerinden hiç birinin CO₂ gübrelmesi kadar verimde göze çarpan etkiler oluşturmadığını bildirmektedir.

CO₂ gübrelmesi sonucunda havadaki CO₂ miktarının %8’e kadar artırılması ile CO₂ asimilasyonu normal havadakine oranla 4-5 misli hızlanmakta ve bitkilerde verim artışı oluşturmaktadır (Vardar 1975).

CO₂ gübrelmesi için gerekli olan CO₂ iki yolla elde edilir. Birinci yol doğrudan doğruya hidrokarbonların yakılması, ikinci yol ise sıvı yada katı haldeki saf CO₂ gazının kullanılmasıdır. Hidrokarbonlar arasında parafin, propan, petrol sayılabilir. Bir serada 1000 ppm’lik bir CO₂ konsantrasyonu elde etmek için seranın her 1000 m²’sine saatte 2.5-3 litre parafin veya 2-3 kg propan yakmak veya 6-7 kg saf CO₂ kullanmak yeterlidir (Anonymous 1994).

Sevgican (1995), karbondioksit gübrelemesi ile yaptığı çalışmada domateslerde erken çiçeklenme, kısa vegetasyon, iyi meyve bağlama, renk, şekil ve irilik bakımından daha iyi kaliteli meyve elde etmiştir.

Aynı araştırmacı CO₂ gübrelemesi ile 1000 ppm'lik oranda domates verimini %71 arttırmıştır.

Albut (1989) tarafından yapılan çalışmada polietilen çift katlı örtü ile kaplı ve CO₂ gazı ile zenginleştirilmiş bir serada domates yetiştirilmiştir. Sera dışı sıcaklığı ile ilişkili olarak yakıt tasarrufları, CO₂ gübreleme süreleri, ekstra elektrik gereksinimi, toplama etkinliği ve ayrıca ekonomik fizibilite hesaplanmıştır. Çalışmada % 14'lük bir yakıt tasarrufuna karşın yüksek düzeydeki ilk yatırım masrafları nedeniyle bu sistemin şimdilik ekonomik olarak uygun olmadığı belirlenmiştir.

2.6. Seralarda Isıtma ve Enerji Gereksinimi

Soğuk dönemlerde sera içindeki sıcaklık ve oransal nemin denetlenebilmesi için seraların ısıtılması gereklidir. Ancak enerji sektöründeki fiyatların artması seracılık alanında ısıtma giderlerinin büyük bir öneme sahip olmasına neden olmuştur. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yer ve konuma bağlı olarak toplam üretim girdilerinin % 40-80'i arasında değişim gösterebilmektedir. Isıtma giderlerinin azaltılabilmesi amacıyla tüm dünya ülkelerinde çok yönlü önlemlerin alınmasını hedefleyen yoğun çalışmalar vardır. Seralarda ısı kayıplarının azaltılması amacıyla alınan önlemler yanında ısıtma sistemlerinin doğru boyutlandırılması ve projelenmesi de büyük bir öneme sahiptir (Baytorun ve Ark., 1994).

Üstün (1993), yaptığı çalışmada Çukurova koşullarında farklı sera içi sıcaklık değerlerinde ısı gereksiniminin belirlenmesi konusunda araştırmalar yapmış ve serada ısı gereksiniminin hesaplanması için simülasyon programı oluşturmuştur.

Yıldız (1994), geliştirdiği bilgisayar programı yardımı ile plastik seralarda kullanılan hava üfleli ısıtma sistemlerinde yakıt tüketimini belirlemeye çalışmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda cam serada kasım ayı içerisinde iç sıcaklığın gece

gündüz 15°C’de tutulmak istenmesi durumunda gerekli enerji miktarı 11.7 MW/ay olurken, bu değer, plastik seralar için 15.4 MW/ay bulunmuştur.

Takakura (1968), sera içerisinde farklı radyasyon değerlerinden gidilerek iç sıcaklığın hesap edilebilmesi için bir bilgisayar programı geliştirmiştir. Bu programın uygulanması suretiyle elde edilen sonuçlar, ölçülen değerlerle kısmen uyum göstermektedirler.

Domates, sera sebzeleri arasında en fazla yetiştirilen bitkilerden biridir. Domates konusunda İsviçre’de yapılan bir çalışmada, enerji gereksiniminin üretim zincirindeki kantitatif bir incelenmesi sunulmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre İsviçre’de seralarda üretilen domatesin enerji gereksinimi ılıman iklimlerde seralarda üretilen domatesin enerji gereksiniminden fazla olmuştur. Sonuçta İsviçre’de böyle bir üretim ekonomik olmamaktadır (Jollied, 1994).

Seralarda ısı gereksiniminin hesaplanmasında en önemli parametrelerden birisi, ısı tüketim katsayısıdır (k'). Bu amaçla Renard ve Siebert (1961), araştırmalarında tek ve çift katlı camla örtülmüş seralarda ısı tüketim katsayısını belirlemişlerdir. Tek katlı cam için ısı tüketim katsayısını (k') 7-7.6 W/m²K, çift katlı cam için (k') 4.1 W/m²K olarak bulmuşlardır. Araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda, çift katlı örtü ile % 44-46 arasında enerji tasarrufu yapılabileceği kanıtlanmıştır (Baytorun ve Ark., 1994).

Renard ve Siebert (1962) tarafından yapılan bir diğer çalışmada tek katlı camla örtülü serada ısı tüketim katsayısı teorik olarak hesap edilmiştir. Elde edilen sonuçların pratikte yapılan çalışmalara çok iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir.

Meritse, Monteiro ve Ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada 26 adet çift açıklıklı ve tünel şeklindeki bir bahçe serası kompleksi ısıtılmıştır. En büyük sıcaklık farklılığı, seraların karşılıklı duvarlarında kaydedilmiştir. En iyi dağılım ise seraların enlemesine doğru elde edilmiştir.

Boulard, Razofinjohany, Baille (1990) tarafından yapılan bir çalışmada seralardan birisinde, ortamda oluşan aşırı sıcaklık, toprağa gömülen plastik borular yardımıyla toprağın altına aktarılarak depolanmıştır. Sonuçta, toprakta depolama

modeli oluşturulmuştur. Bu model, seraların mikroklimalarını kontrol altında tutmak için kullanılabilir sonucuna varılmıştır.

Kozai (1989) tarafından bir güneş ısıtmalı serada yapılan çalışmada, seralarda büyümesini tamamlamış domates bitkilerinin varlığı durumunda sera dışındaki güneş enerjisinin % 14.4'ü, henüz yeni dikilmiş domates fidanlarının varolması halinde ise % 9'unun kullanıldığı saptanmıştır. Görüldüğü gibi sera içerisindeki bitkiler büyüdükçe enerjinin kullanımı artmaktadır.

Zihang (1986) tarafından yapılan bir çalışmada son 10 yıldan beri özellikle Beijing, Ting ve Hebe illeri yakınlarında jeotermal enerji kullanılmaktadır. Suyun sıcaklığı 51-118 °C dir ve sera üretiminde salatalık ve domateste başarı ile kullanılmaktadır. Bu sera ısıtma çalışmalarının verime pozitif etkisi belirlenmiştir.

Ralph (1987) tarafından klasik enerji kaynaklarına olan bağımlılığı minimum düzeye indirmek için bir Avustralya serası dizayn edilmiştir. Geceleri yanlara ve yukarı doğru olan ısı kayıplarını azaltmak için bir termal perde, sera bitkilerini üstten ve yanlardan tamamıyla kuşatmaktadır. Isıtma gereksinimi olduğunda termal enerji toprak yüzeyindeki iletici borularla sera içine girmektedir. Soğumaya karşı sera dışındaki havanın enjeksiyonunu minimize etmek için bir sıcaklık değiştirici kullanılmaktadır. Bir domates sezonunda klasik bir polietilen tünel ile olan enerji tüketimi kıyaslanmıştır. Denemenin yapıldığı sera, gerekli enerjinin % 54 ünü kullanmıştır. Ancak ilk yatırım maliyetinin çok yüksek olması nedeni ile bu seraların henüz kullanılmayacağı belirlenmiştir.

Sasaki ve Ark. (1983) tarafından yapılan bir araştırmada, Çift katlı termal perdeler kullanıldığında dış sıcaklıktan maksimum 15 °C, tek katlı termal perdeler kullanıldığında ise dış sıcaklıktan maksimum 13 °C daha yüksek bir sera içi sıcaklığı elde edilmektedir. Bu şartlar altında domateste bitkisi için ortalama verim 4-4.5 kg/bitki'dir.

Chierpinski (1985), dış tabakalar raylar üzerinde kaydırılarak boydan boya hareket ettirilebilir çift katlı bir hydrosol sera tanımlamaktadır. Sera; duvarlarının iç yüzeylerinden akıtılan 20-30°C deki ılık su ile ısıtılmaktadır. Bu ısıtma suyu

sayesinde -23°C lik bir sera dışı sıcaklığında bile sera içindeki havanın sıcaklığı 3°C , toprak sıcaklığı da $4-5^{\circ}\text{C}$ de tutulabilmektedir.

Stocker ve Ark. (1984) tarafından, içerisinde salatalık (cv.Polo) ve domates (cv.Sonoto) yetiştirilen ısıtılmalı ve çift katlı cam ile kaplı serada, çift katlı cam ile kaplı seralarda tek katlı cam ile kaplanmış olan seralara kıyasla % 31 den % 35'e varan enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Magnani ve Ark (1983)'e göre seralardaki enerji tasarrufuna olan gereksinme, son zamanlarda ilgiyi kök bölgesinin ısıtılmasına doğru çekmektedir. Bu da malç malzemesi olarak ılık sularla doldurulmuş su yastıklarının toprağa serilmesi suretiyle toprak yüzeyinin ısıtılması ve besin eriyiklerinin ısıtılması ile sağlanabilmektedir.

2.7. Seralarda Isıtma Ekonomisi

Sera yetiştiriciliğinde ısıtma giderlerinin, toplam girdi giderlerinin içerisindeki payının yüksek olması, bilim adamlarının ısıtma ekonomisi üzerinde çalışmaları yapmaya zorlamıştır. Aşağıda bu çalışmalara ilişkin kimi örnekler açıklanmıştır.

Tunus'ta yapılan bir araştırmada, deneme süresince gece sıcaklıklarının ve net radyasyonun kaydedilmesi, erken ve dış satıma uygun üretimin ölçülmesi ele alınmıştır. Erkenci ve dış satıma uygun ürün verimi, EVA örtü ile kaplanmış serada yüksek olmuştur (Suchs ve Ark., 1992).

Campiotti (1990), İtalya'da jeotermal enerji ile ısıtılan seralarda uygun teknoloji ve ekipmanın geliştirilmesi için 8 adet 25×8 m boyutlarında plastik sera kompleksi inşa etmiştir. Sebze ekilen seralarda jeotermal enerjili ısıtmanın değişik metotları ve bitki üzerine etkileri araştırılmıştır. Bir tür domates bitkisi ele alınarak enerji, mikroklima, agronomi ve ekonomi tartışılmış ve ısıtmanın ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Lanckow ve Frohlich (1983) bitki bulunan sera ile boş serayı karşılaştırarak bitki olan sera ile boş olan serada aynı sıcaklığın sağlanabilmesi için ısı gereksiniminde farklılık olup olmadığını belirlemeye çalışmışlardır. Kışın bir deneme serasının boş iken ısıtılması 363 ton/ha kömür gerektirirken içerisinde yavaş

büyüyen bir bitki olması durumunda 80 ton daha fazla kömüre gereksinim göstermektedir.

Yunanistan Naxos'ta 1000 m²'lik bir serayı ısıtmak için güneş enerjisi kullanılarak sera içerisine sıcak su pompalanmıştır. Aynı koşullardaki diğer serada ise ısıtma elektrik enerji kullanılarak yapılmıştır. Sonuçta güneş enerjisi kullanılarak ısıtılan seranın tesis masraflarının elektrik enerjisi kullanılarak ısıtılan seranın tesis masraflarının % 8.3'ü kadar az olduğu belirlenmiştir (Kyrítsis, 1988).

Ocak ve şubat aylarına ait hava sıcaklığı değerleri, kuzey Japonya'da ısıtılmayan seralarda domates yetiştiriciliği için yılın bu aylarında hava sıcaklığının yeterli olmadığını göstermiştir. Domates ve salatalık yetiştirilmesi için gerekli olan minimum sıcaklık 8-11°C'dir. Isıtılan seralarda bu sıcaklıkları sürdürebilmek için 80-100 l/gün ısıtma amaçlı akaryakıt gerekebilmektedir (Munakata ve Takahashi, 1983).

Ülkemizin büyük bir bölümünde aylık ortalama güneş radyasyonu değerleri, sera enerji ihtiyacına göre oldukça yüksektir. Bu enerjiden, gerekli olduğu zaman yararlanılması durumunda çok büyük bir ekonomi sağlanacaktır (Şahin ve Çolak, 1988).

Sera ısıtma giderlerini azaltmak için bütün uygulamalarda seranın iyi bir izolasyonu gerekmektedir. Özellikle solar sera çalışmalarında bu konu çok daha fazla önem taşımaktadır. Bu konuda seranın toplam ısı iletim katsayısını azaltmak, en az güneş enerjisinden yararlanma oranını yükseltmek kadar önemlidir (Üstün, 1993).

Reist (1991)'e göre, seraların ısıtılma masrafları, enerji tasarrufu sağlayan aygıtlar sayesinde önemli ölçüde azaltılabilir. Sera duvarlarında çift kat örtü kullanımının yararlılığı, yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.

Chouki (1990)'e göre, Akdeniz ülkelerindeki artan pazar mücadelesinin baskısı ve dışalım kısıtlamaları, Fas'ın seracılık endüstrisinin yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Yeni teknolojiler, birim alandan alınan ürünün artışı, daha iyi kalite, üretim düzeyinin stabilitesi, daha erken hasat gibi nedenler Fas'ın dışsatımını

artırmaktadır. Ancak domates bitkisinin dünya pazarındaki fiyat dalgalanmaları üreticiyi kararsız kılmaktadır.

Justa (1986) tarafından yapılan bir çalışmada, İspanya, Castellon'da sera topraklarının ısıtılması için bir enerji santralinden sağlanan atık suyun kullanılması sunulmaktadır. Bu yöntemle ısıtılan seralarda domates ve çilekte verim % 20-30 daha fazla, olgunlaşma ise 20 gün daha önce olmuştur. Bu tür sistemlerin ekonomik fizibilitesi, ısı kayıpları açısından tartışılmıştır.

Sasaki ve Ark. (1984), tarafından yapılan bir çalışmada, gündüzleri sıcaklığın 22°C'nin üzerinde olması durumunda, fanlar havayı depolama kutularının içerisine üflemede, geceleri ise, sıcaklığın ayarlanan seviyenin altına düşmesi halinde fanlar depolama kutularından sıcaklığın yayılmasına olanak sağlamaktadırlar. Bu sistemde yetiştirilen domateste her bitkiden elde edilen verim, yaklaşık olarak 4 kg olmuştur.

2.8. Modeller İle Yapılan Çalışmalar

Bitki büyüme modelleri, günümüzde mühendisler ve planlayıcılar tarafından seçenekleri değerlendirilmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitki büyüme modelleri, karışık çevre dinamiğinin matematiksel eşitlik kullanılarak bitkiye ilişkin verilerin tahmininde kullanılan araçlardır (Yazar ve Sezen, 1997).

Ancak simülasyon modellerinin belirli coğrafi bölgelerde kullanılmadan önce o yöre koşullarına kalibre edilmeleri ve yine bu kalibrasyonun geçerliliğinin testi gerekmektedir (Topçu ve Tekinel, 1994).

Jones (1989), matematiksel modellerin oluşturulması ve bunların bilimsel araştırmalarda kullanılmasının yararlarını aşağıdaki şekilde sıralamıştır.

- Mevcut durumu tanımlar,
- Bilimsel araştırmadaki eksikleri gösterir,
- Araştırmadaki öncelikleri belirler,
- Farklı yörelerden bilgileri bir bütün haline getirir,
- Disiplinler arası çalışmayı sağlar.

Jones ve Ark. (1989), simulasyon modellerini “tanımlayıcı” ve “açıklayıcı” olarak iki sınıfa ayırmaktadır. Tanımlayıcı modeller olayları nedenlerini ve diğer olaylarla etkileşimlerini göz önüne almadan çok basit matematiksel eşitlikler olarak karakterize eder. Açıklayıcı modeller ise sistemdeki olayları ve mekanizmaları, neden ve nasılları ile birlikte niceliksel olarak tanımlarlar.

Seginer (1988), geliştirilen bazı matematiksel modellerin sera içi ikliminin tahmininde ne derecede kullanılabilir olduğunu araştırmışlardır. Araştırma sonunda sera için tek boyutlu matematiksel model geliştirmişlerdir.

ABD’de geliştirilen iki ayrı model TMOGRO ve POLYZ ile çevre şartları ve domates veriminin gelişimi incelenmiştir. Sonuçta optimum başlangıç noktasının yakıt masrafları tutarına etkisi olduğu, ancak her zaman ekonomik olup olmadığını belirleyemediği anlaşılmıştır (Jones ve Ark., 1989).

Domates bitkisinin gelişimi ve veriminin modellenmesine yönelik çalışmalar ilk kez Acock ve Ark. (1978) tarafından geliştirilen, bitkilerde fotosentez, ışık ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak tahmin edilmesi ile başlamıştır.

Bu çalışmayı, domates büyümesini günlük aralıklarla tanımlayan Hoogenboom, (1980) ile Gent ve Enoch (1983) tarafından geliştirilen, domatesin vegetatif gelişimini simule eden model izlemiştir.

Gent ve Enoch (1983), modellerinde fotosentez ile kuru madde gelişimini , ışık, sıcaklık ve CO₂’e bağlı olarak hesaplamışlardır.

Wolf ve Ark. (1986), domates bitkisinin ekiminden çiçeklenip olgun bir meyve oluşuna kadar olan gelişimini, sıcaklığı temel çevresel değişken olarak, tahmin eden bir model geliştirmişlerdir.

Çevre koşullarının kontrolünü de amaçlayan, fotosentez, solunum ve meyve gelişiminin ışık, sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak hesaplandığı, deterministik bir model oluşturulmuştur (Kano, Van Bavel, 1988).

Bitkinin farklı organları için kuru madde dağılımının, potansiyel/mevcut ilişkisinden gidilerek kararı ile hesaplanabilir olması (Hesketh, Jones, 1976) modelleme konusunda çalışan araştırmacıları bitki büyümesinin, durum değişkenlerinin

farklı devrelerinin de dahil edilerek daha gerçekçi bir biçimde simule edilebileceği sonucuna götürmüştür.

Dayan ve Ark. (1993) tarafından geliştirilen TOMGRO domates bitki büyüme modeli, İsrail’de serada özel çevre koşulları altında yetiştirilen sırk domates çeşidinin büyümesini tanımlamaktadır. Bu modelde domates bitkisinin gelişimi ile verim ve kalitesinin oluşumunda sera içi ısıtma, soğutma ve CO₂ yönünden zenginleştirilmesi ve kontrolü gibi etmenler ele alınmıştır. Ayrıca model, işletmedeki bu faktörlerin etkilerini, kuru madde dağılımı ve yığılması yönünden ayrıntılı olarak açıklamaktadır

Bitki büyüme modellerinin her yöre ve bitki çeşidi için uygulanabilirliğinin kontrol edilmesi, diğer bir ifadeyle test edilmesi gerekmektedir. Model test çalışmasının sonuçları, modelin mevcut işlerliği ve modelde yapılması gerekli değişiklik ve düzeltmeler hakkında yönlendirici bilgiler içermektedir. Bu model ancak test edildikten sonra uygunluğunun kanıtlandığı sınırlar dahilinde kullanılmalıdır (Topçu, Tekinel, 1994).

Kullanıma sunulmuş bitki büyüme modellerinden bazıları (pamuk, buğday ve mısır bitkileri için) değişik araştırmacılar tarafından ülkemiz koşullarında test edilmişlerdir (Topçu, Allison 1995; Yazar, Sezer, 1997).

Akdeniz ülkelerinde seralarda ısıtma giderlerinin yüksek olması nedeniyle soğuk seracılık tercih edilmektedir. Ancak, seralarda ısıtma için harcanan enerji ve yıl içinde farklı dönemlerde elde edilen ürünün piyasa değerleri ele alınarak, verim miktarı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, ısıtılan bir serada elde edilen ürün, değerleri çalışmada kullanılan model ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak modelin uyumu belirlendikten sonra; farklı dikim tarihleri, farklı sıcaklık değerleri ve değişik önlemlerle (CO₂ gübrelemesi ve farklı örtü malzemesi) elde edilen verim değerleri belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmada Kullanılan Seranın Teknik Özellikleri

Araştırma,Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü araştırma alanında bulunan kuzey-güney yönünde kurulmuş yay çatılı plastik seralarda yürütülmüştür. Plastik seralarda örtü malzemesi olarak 150 µm kalınlığında UV + IR katkılı PE kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan seraların yapısal özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

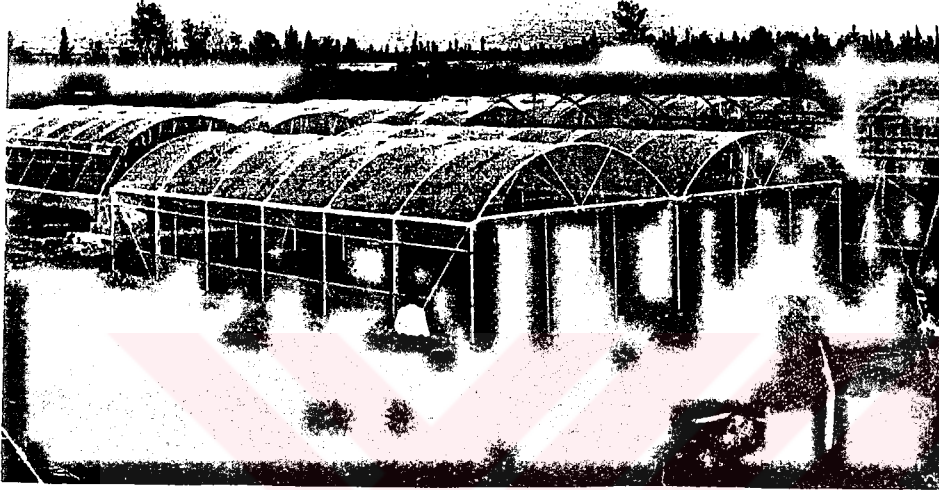
Çizelge 3.1. Araştırmaların Yürütüldüğü Plastik Seraların Yapısal Özellikleri

Özellikler	Plastik Sera
Yan Duvar Yüksekliği (m)	2.50
Mahya Yüksekliği (m)	3.75
Sera Genişliği (m)	12.00
Sera Uzunluğu (m)	24.00
Blok Sayısı	2
Bölme Genişliği (m)	6.00
Çatı Yay Yüksekliği (m)	1.25
Havalandırma Alanı (m ²)	70.00
Taban Alanı (m ²)	360.00
Örtü Yüzey Alanı (m ²)	559.00
Örtü Alanı / Taban Alanı (%)	1.55
Havalandırma Alanı / Taban Alanı (%)	23.00
Örtü Malzemesi	UV + IR
Havalandırma Tipi	Doğal Havalandırma

3. 2. Isıtma Sistemi

Araştırma seralarında plastik seralarda ısıtma borusu olarak 16 mm çapında kanatlı alüminyum boru kullanılmıştır. İç sıcaklığın denetiminde 3 yollu vana ve vanayı kontrol eden 24 V AC motor kullanılmıştır. İç sıcaklığın denetiminde oransal (P) (Firma Alarko) kontrol sisteminden yararlanılmıştır. Isıtma sisteminde ısı

kaynağı olarak kat kaloriferi kazanı (Firma Demirdöküm) kullanılmıştır. Kat kaloriferi kazanı motorin ile çalıştırılmıştır.



Resim 3.1. Araştırmada Kullanılan Plastik Seraların Genel Görünüşü



Resim 3.2. Alüminyum Kanatlı Isıtma Borularının ve Kazanın Genel Görünümü

Çalışmada daha önce belirtilen özelliklerdeki plastik seralardan bir tanesinde ısıtma sistemi minimum 5°C'ye, diğer sera ise minimum 13°C'ye ayarlanmıştır. Her iki serada da 28'er günlük ara ile dikilen 2 farklı dikim tarihli konuların olması sağlanmıştır. Erken dikim 14 kasım tarihinde, geç dikim ise 12 aralık tarihinde yapılmıştır.

3.3. Sera Toprağının Özellikleri

Deneme serası toprağı, ağır kil bünyeli Mutlu Serisi olup, çoğunlukla kil içeren Palexerollic Chmoxeret topraklardır. Orta derecede geçirgenliğe sahip, su tutma kapasiteleri yüksek, verimli tarım toprakları olarak nitelendirilen toprakların diğer temel fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme Serası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	OC (%)	TN (%)	SN (cm ³ cm ³)	TK (cm ³ cm ³)	As (cm ³)	pH
5	28	21	51	0.25	0.098	0.30	0.18	1.15	7.8
15	28	21	51	0.50	0.090	0.30	0.18	1.15	7.8
30	28	21	51	0.45	0.080	0.30	0.18	1.15	7.8
60	28	19	53	0.30	0.050	0.30	0.21	1.49	7.7
90	28	19	53	0.30	0.050	0.45	0.21	1.49	7.7

OC: Organik Karbon TN: Toplam Azot SN: Solma Noktası, TK: Tarla Kapasitesi

As: Toprak Kuru Hacim Ağırlığı

Bitki Materyali

Seralarda bitkisel materyal olarak, F144 (Fantastic) F1 hibrit domates çeşidi kullanılmış, domates tohumları erken dikim bitkiler için 5 eylül 1994 tarihinde geç dikim bitkiler için 2 ekim 1994 de diğer bir cam sera içinde hazırlanan çimlendirme kasalarına ekilmiş; çıkan fideler kotiledon yapraklarının yere paralel hale geldiği 15 ekimde geç dikim bitkiler için 11 kasım 1994 tarihinde 8x8 cm kare kesitli siyah PE saksılara şaşırtılmışlardır. TYLCV virüsünün taşıyıcısı olan beyaz sinekten korumak için tül den yapılmış tüneller altında geliştirilen fideler erken dikim bitkiler için 14 kasım 1994 geç dikim bitkiler için 12 aralık 1994 tarihinde yine iki konu olarak seralara dikilmişlerdir.

3.4. Sulama Zamanını Belirlemede Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Sulama zamanı tansiyometreler yardımıyla belirlenmiştir. Domates bitkisi ihtiyacı olan suyun büyük bir bölümünü 30-50 cm arasından kaldırdığı için tansiyometre derinlikleri 45-90 cm olarak seçilmiştir. Tansiyometre okumaları günlük olarak alınmıştır.

3.5. Gübreleme Yöntemi

Bitkilerin beslenmesi 15 günde bir yapılan gübrelemelerle gerçekleştirilmiş, tüm sezon boyunca dekara saf madde olarak 46 kg N, 15 kg P₂O₅ ve 115kg K₂O ile 8 kg CaO ve 800 g % 13'lük Fe kaynağı olan Fertilon 13 verilmiştir. Gübreleme, sulama tarihlerinde eriyik olarak hazırlanarak damla sulama sistemi yardımı ile yapılmıştır.

3.6. Araştırmada Yapılan Ölçüm ve Gözlemler

Araştırmada sera içi ve dışı iklim etmenlerinin ölçülmesinde datalogger (CR10 Firma Campel) kullanılmıştır. Sera dışındaki iklim etmenleri 2 m yükseklikte ölçülürken sera içindeki iklim etmenleri koşullara göre farklı yüksekliklerde ölçülmüştür. Datalogger için yazılan program yardımı ile tüm iklim etmenleri birer dakika aralıklarla ölçülmüş ve 60'ar dakikalık ortalamalar halinde kaydedilmiştir.

3.6.1. Sıcaklık Ölçülmesi

Sera içinde ve dışında sıcaklık ölçümlerinde NiCr-Ni termoelementler (Isıl çifti) kullanılmıştır. Termoelementlerin dış iklim koşullarından etkilenmesini önlemek amacıyla uçlarına izolasyon yapılmıştır. Sıcaklık ölçümlerinde güneş radyasyonundan etkilenmemek amacıyla termoelement ısıl çiftleri 10 cm çapındaki silindir içine yerleştirilmiş ve silindirden bir vantilatör yardımı ile sürekli olarak 2 m/s hızında hava emilmiştir. Seradaki iç sıcaklık değerleri sera tabanından 1 m yükseklikte ölçülmüştür.

3.6.2. Rüzgar Hızının Ölçülmesi

Sera dışındaki rüzgar hızı 2 m yükseğe yerleştirilmiş anemometre yardımı ile ölçülmüştür. Anemometrenin gönderdiği sinyaller datalogger tarafından değerlendirilerek rüzgar hızı km/h olarak disketlere kaydedilmiştir.

3.6.3. Toplam Radyasyon Ölçümü

Dış koşullardaki ve seraya ulaşan toplam radyasyon (300-3000nm) değerleri pyronometre (Firma ΔT) ile ölçülmüştür. Dış koşullardaki pyronometre, seradan belirli bir uzaklıktaki iklim istasyonunda, yerden 2 m yükseğe ve yapı elemanlarının gölgeleme yapmadığı bir noktaya yerleştirilmiştir.

3.6.4. Hava Neminin Ölçülmesi

Serada ve dış ortamdaki hava nemi ITG (Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft) tarafından geliştirilmiş psikrometreler yardımı ile ölçülmüştür. Ölçülen ıslak ve kuru sıcaklık değerleri bilgisayar programı yardımı ile psikrometrik diyagrama göre hesaplanmıştır. Oransal nem değerleri sıcaklık değerlerinde olduğu gibi sera ortasında 1 m, dış ortamda 2 m yükseklikte alınmıştır.

3.7. Dikim Tarihine Yönelik Araştırmalar

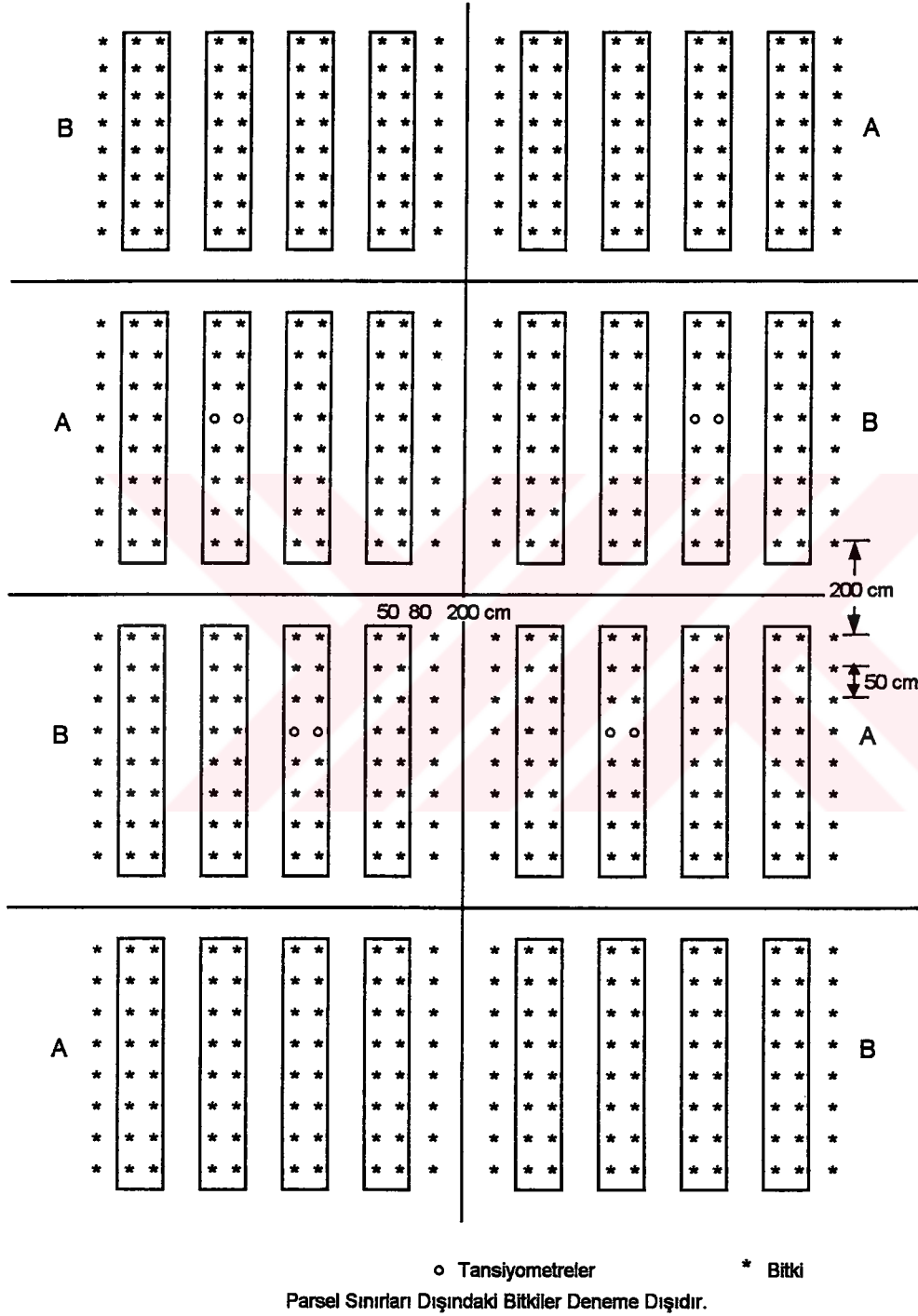
Yapılan çalışmada domates tohumları 2 farklı tarihte yaklaşık 1 ay ara ile ekilmiş ve yine 28 gün ara ile seraya dikilmiştir. Güz döneminde yapılan dikimler ve yetiştiricilikte yaklaşık 1 aylık periyot farkının verime ve kaliteye etkisi belirlenmiştir.

3.8. Ekim, Dikim, Bakım ve Hasat Uygulamaları

Şekil 3.1 den de görüldüğü gibi dikimde çift sıralı yetiştirme sistemi uygulanmış, dar sıralar arasında 0.5 m, sıra üzerinde bitkiler arasında da 0.5 m mesafe bırakılmıştır. Yine beyaz sinekten koruma için deneme bitkilerinin üstü düğümsüz dokuma polipropilen malzeme ile (Agryl 17) 20 gün süreyle örtülmüştür.

14 kasım 1994 (erken dikim) ve 12 aralık 1994 (geç dikim) tarihinde dikilen bitkiler için sıcaklığın verim üzerine etkisini incelemek üzere iki serada bulunan bitkilerden kenar tesiri için ayrılan sıralardakiler hariç tümünün verimleri alınmıştır.

Bunun için haftada bir hasat yapılarak yığımlı verimler çıkarılmıştır. Parsel verimleri daha sonra bitki başına ve dekara verim şekillerine dönüştürülmüştür.



A 14 Kasım tarihinde erken dikilen bitkiler

B 12 Aralık tarihinde geç dikilen bitkiler

Şekil 3.1. Araştırma deseninin şematik görünümü

Bitkiler tek gövdeli yetiştirilmiş ve buna uygun şekilde budanmıştır. Verimi yükseltmek için hasadı yapılan salkımlara kadar olan gövde kısımları sıra üzerlerine yatırılmış ve uç alma işlemi Haziranın son haftasına kadar yapılmıştır.

3.1.9. Feneolojik Gözlemler

İç sıcaklığın gece saatlerinde minimum 5⁰C'ye ve 13⁰C'ye ayarlanmış olduğu iki plastik serada yetiştirilen domates bitkilerinin vegetatif ve genetatif gelişimleri, iki biçimde incelenmiştir. Birincisinde, her iki seranın ikişer bölmesinin kenarlarında kalan birer çift sıra "kenar tesiri" etkisini kaldırmak için ayrılmış, diğerlerinden tesadüfen seçilen 5'şer bitki üzerinde birer haftalık aralıklarla bitki boyu ve yaprak sayıları saptanmıştır. Ayrıca iki serada belirlenen ve işaretlenen bazı bitkiler de periyodik olarak 21 günlük aralıklarla sökülerek bunların yaş ve kuru madde ağırlıkları ile yaprak alanları tespit edilmiştir.



Resim 3.3. Seradaki Domates Bitkisinin Genel Görünümü

Çalışmada meyve oluşum dönemine kadar domateste kısıtlı su uygulaması yapılarak salkım arası mesafeler kısaltılmış, sonuçta meyve sayısı artırılmıştır. Çalışma başlangıcında domates bitkisi seraya dikildikten sonra toprak tansiyonu 45-

50 cb'da iken sulama yapılmıştır. Daha sonra salkım aralıklarını kısaltmak amacıyla meyve olgunlaşma dönemine kadar toprak tansiyonu 70-75 cb'da iken sulama yapılmıştır. Son dönem denilen hasat döneminde kısıtlı su uygulaması kaldırılmış ve domates bitkisinin isteği olan su 30-35 cb'da verilmiştir (Sevgican, 1995).

3.9.1. Bitki Boyu

İşaretlenen 5'şer bitkinin boyları, toprak seviyesi ile büyüme ucu arası mesafe +/- 1 cm duyarlıkta şerit metre yardımı ile birer haftalık aralıklarla ölçülmüştür.

3.9.2. Yaprak Sayısı

Aynı bitkilerin üzerindeki tam açılmış yaprak sayıları yine birer haftalık aralıklarla sayılarak belirlenmiştir.

3.9.3. Yaprak Alanı

Her üç haftada bir seradan sökülen 3 bitkiden toplanan domates yaprakları optik yaprak alan ölçer (Firma ΔT) tarafından okunarak, iç sıcaklığın gece saatlerinde minimum 13°C ve 5°C 'ye ayarlandığı plastik seralarda bitki başına düşen yaprak alanları belirlenmiştir.

3.9.4. Yaş ve Kuru Bitki Ağırlıkları

Sökülen bitkilerde yaprakların, gövde-dal ve sürgünlerin, köklerin, meyveler ayrılarak, ayrı ayrı yaş ağırlıkları alınmıştır. Daha sonra farklı bitki parçaları 80°C 'de 48 saat süreyle etüvde kurutulmuş ve böylece bu kısımlara ait yaş ve kuru madde ağırlıkları ile bitki toplam yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Yaprak alanı ve bitki ağırlığı için 3 haftada bir sökülen bitkilerde doğru rakamları elde etmek için budama işlemi uygulanmamıştır. Domates bitkisinde üretim periyodu boyunca net asimilasyon oranı 1 nolu eşlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{NAO} = \text{Toplam Kuru Ağırlık} / \text{Yaprak Alanı} \quad (1)$$

3.10. Ürün Kalitesi (SCKM, İrilik, Çap, Vitamin C)

Vitamin C İçeriği: Aynı meyve örneklerinde C vitamini içeriği 2,6 chlorophenolindophenol titrasyon asit yöntemiyle (Cemeroğlu, 1992) belirlenmiştir.

Meyve Suyunun pH'sı: Hazırlanan meyve suyu örneklerinden digital pH metre kullanılarak, meyve suyu pH'sı ölçülmüştür.

Ortalama Meyve Çapı: Üretim sezonu boyunca ayda bir örnek alınarak, 15 meyve için digital Mitutoyo Marka +/- 0,1 mm duyarlılıkta kumpas kullanılarak meyve çap ölçümü yapılmıştır.

Ürünün çapa göre sınıflandırılması: Her hasatta elde edilen meyvelerin tümü meyve çapına göre sınıflandırma yapan bir kalibrasyon tezgahından geçirilerek 0-55, 55-60, 60-65, 65-70 mm arasında ve 70 mm'den büyük çapa sahip olan meyvelerin oranları belirlenmiştir.

3.11. Yakıt ve CO₂ Giderlerinin Hesaplanması

Model tarafından belirlenen enerji gereksinimi (MJ) yakıtta (lt) dönüştürebilmek için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$(MJ/m^2)/45000 = lt \quad (2)$$

CO₂ Gübrelemesi için yapılan gider;

$$CO_2/kg/m^2 = \text{Kilogram fiyatı} \times \text{Kullanılan CO}_2 \text{ miktarı} \quad (3)$$

eşitliği ile belirlenmiştir.

3.12. Çalışmada Kullanılan Ölçekler

Ölçme; geniş anlamda olayların, durumların veya objelerin niteliklerini temsil eden simgeleri elde etme yolu olarak tanımlanır. Gerçek yaşamla simgeler arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla çeşitli ölçekler geliştirilmiştir. Bu ölçekler araştırmacının verilerinin analizinde hangi istatistiksel analiz tekniklerini kullanabileceğini belirlemektedir. Bu ölçekler şöyle sıralanabilir;

1. Nominal ölçek,
2. Ordinal ölçek,

3. Aralıklı ölçek,
4. Oransal ölçek.

3.12.1. Nominal Ölçek

En kısıtlı ve güçsüz ölçektir. Ölçülmüş sayıların anlamı yalnız temsil ettikleri bireyleri, olayları veya durumları tanıtmalarıdır. Her sayı yalnızca kendisine aittir. Bu ölçekte ölçülmüş veriler üzerinde hiçbir aritmetik işlem yapılamaz, yapılsa da anlamsız olur. Bu çalışma için örtü malzemesi ve farklı sıcaklık değerleri nominal ölçek olarak değerlendirilmiştir.

3.12.2. Ordinal (Sırasal) Ölçek

Nominal ölçekten daha güçlüdür. Bu bir sıralama ölçeğidir. Bu ölçekte veriler belirli bir nitelikle bireylerin veya objelerin sırasını gösterir. Bu çalışma dikim ve hasat arasındaki geçen süre ve CO₂ gübreleme değerleri (ppm) ordinal ölçekler olarak değerlendirilmiştir.

3.12.3. Aralıklı Ölçek

Bir çok istatistik tekniğine uygulanabilen ölçek olup, nominal ve sıralı ölçekten daha güçlüdür. Bu ölçekte başlama noktası geliş güzel seçilmiş olsa dahi ölçü birim, sabittir. Aralıklı ölçekte nitelik itibarı ile ölçülebilen objeler sırasal olarak belirlenmekle birlikte objeler arasındaki farklar veya aralıklar oransal olarak belirlenebilir. Aralıklı ölçek olarak verim değerleri kullanılan enerji değerleri ile bu değerlere karşı kazanılan para aralıklı ölçek olarak belirlenmiştir.

3.12.4. Oransal Ölçek

En güçlü ölçektir en önemli niteliği başlangıç noktasının ve ölçü biriminin değişmez olmasıdır. Bu ölçek tipine her türlü istatistik teknikler uygulanabilir. Bu çalışmada oransal ölçek olarak verim değerleri alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan ölçeklere bağlı olarak oluşturulan korelasyon yöntemleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Değişkenlerin Özelliklerine Göre Uygun Korelasyonlar

Nominal			Ordinal (Sırasal)
Nominal	2 Grup	Çok Grup	Ordinal değişkeni nominal olarak değerlendirir ve Phi katsayısını veya Cramer's istatistiğini kullanır.
2 Grup	Phi Katsayısı	Cramer's İstatistiği	
Çok Grup	Cramer's İstatistiği	Phi Katsayısı	
Ordinal (Sırasal)	Ordinal değişkeni nominal olarak değerlendirir ve Phi katsayısını veya Cramer's istatistiğini kullanır.		Kendell's tau b veya Kendell's tau c katsayısı
Ordinal			Aralıklı
Ordinal	Spearman sıra korelasyonu		Aralıklı değişkeni ordinal olarak değerlendirir ve Spearman sıra korelasyonu veya Kendell's tau c katsayısını kullanır.
	Kendell's tau c katsayısı		
Aralıklı veya Oransal	Aralıklı değişkeni ordinal olarak değerlendirir ve Spearman sıra korelasyonu veya Kendell's tau c katsayısını kullanır.		Pearson Product Moment Korelasyon Katsayısı

Eğer değişken aralıklı veya oransal ölçek ise ilişkiyi açıklamak için kullanılan en önemli ve en uygun istatistik tekniği Pearson Product Moment Korelasyon katsayısıdır. Bu çalışmada ölçek değerlerine göre Çizelge 3.3.'de belirtilen istatistik teknikleri kullanılmıştır.

3.13. Ayrım Analizi

İki veya daha fazla gruplar arasında çeşitli değişkenlere göre farklılığı inceleyen çok değişkenli istatistik tekniklerinden bir tanesidir. Ayrım analizinin amacı analiz öncesi tanımlanmış iki veya daha fazla grubun ortalama nitelikleri arasında önemli farkların olup olmadığının istatistiksel testidir. Ayrım analizinin güvenilir sonuçlar vermesi için her ayrım değişkeninde en az 20 tane değer olması gereklidir. Bu çalışmada bağımlı değişken olarak örtü tipi ele alınmıştır.

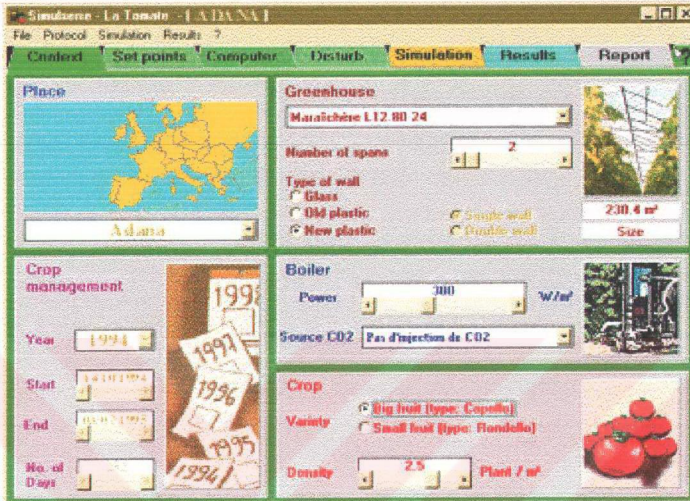
3.14. Modelin Kullanımı ve Yapısı

Çalışmada kullanılan Simulserre La Tomate adlı simülasyon modeli Fransa'da Model INRA (Framen) tarafından Alexandre Rebillard, Christian Gary ve Didier Paquelin ve ekipleri ile 1997 yılında oluşturulmuş ve validasyonu yine Christian Gary ve ekibi tarafından yapılmıştır. Model Windows ortamında çalışarak seradaki farklı yöreler için simülasyon yapmaktadır.

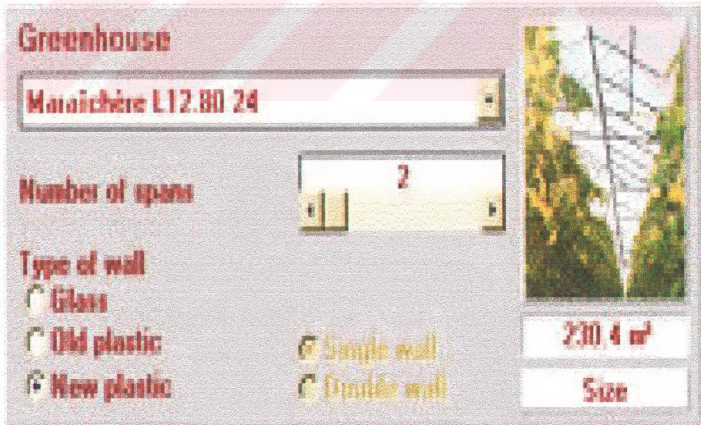
Modelin ana menüsü Şekil 3.2.'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi modelin ana menüsü sera konstrüksiyonu verilerinin rapor altmenüsünden, serada arzulanan iklim değerlerinin girişi, simülasyon sonrası ve rapor girişinden oluşmaktadır. Modelin ilk menüsünde üretimin yapıldığı yer, yıl, üretim süresi, seranın tipi modelin ana menüsüne bağlı olarak verilmekte ikinci bölümde ise sera içinde arzulanan iklim değerleri ve ürün fiyatları, haftalık bazda girilmektedir.

Modelde öncelikle simüle edilmek istenen bölgenin saatlik iklim verileri modele girilerek o bölge için model çalıştırılmaya hazır hale getirilmektedir. Modelin ilk input değerleri öncelikle bölge, sonrasında üretim tarihleridir (Şekil 3.2.). Üretim tarihi olarak verilen değerler bitkilerin seraya dikildiği tarihten başlayarak hasat edildiği tarihe kadar geçen süredir. Yer ve üretim tarihi girildikten sonra bitkinin yetiştirildiği seranın planlama özellikleri ve sera örtü malzemesi girilmektedir (Şekil 3.3).

Isıtma sistemi ve CO₂ kaynağı ile ilgili veriler de girildikten sonra üretilecek domatesin çeşit özellikleri ve m²'ye düşen domates bitkisinin sayısı kullanılmaktadır.



Şekil 3.2. SimulSere La Tomate Büyüme Modelinin Ana Menüsü

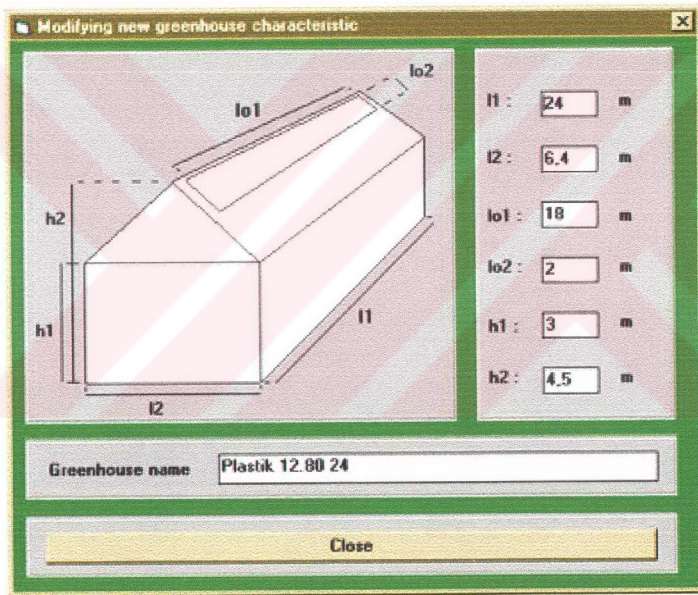


Şekil 3.3. SimulSere La Tomate Modelinin Sera Planlaması İle İlgili Menüsü

Şekil 3.4'te görüldüğü gibi, modelde, sabit olan sera tipinin yanında araştırmanın yapıldığı seraya ait boyutların verilmesi mümkündür.

Sera örtüsü olarak cam, plastik örtü malzemesi seçeneğinin yanında eski ve yeni plastik örtü olarak tek ve çok yıllık plastik örtü malzemeleri de seçilebilmektedir.

Sera içi iklimlendirme ile ilgili olarak modele girilebilen veriler Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

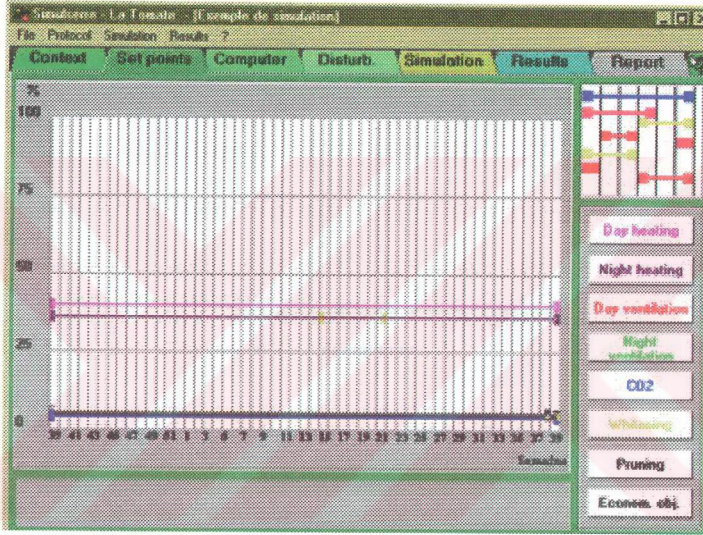


Şekil 3.4. Simulsere La Tomate Büyüme Modelinde sera ölçülendirilmesi

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi üretim periyodu boyunca hafta bazında serada gündüz ısıtması, gece ısıtması, gündüz havalandırması, gece havalandırması için arzu edilen sıcaklık değerlerinin girilmesinin yanında, arzu edilen CO_2

konsantrasyonu, radyasyonun şiddetli olduğu dönemlerde uygulanacak gölgeleme, salkımda arzulan meyve sayısı girilebilir.

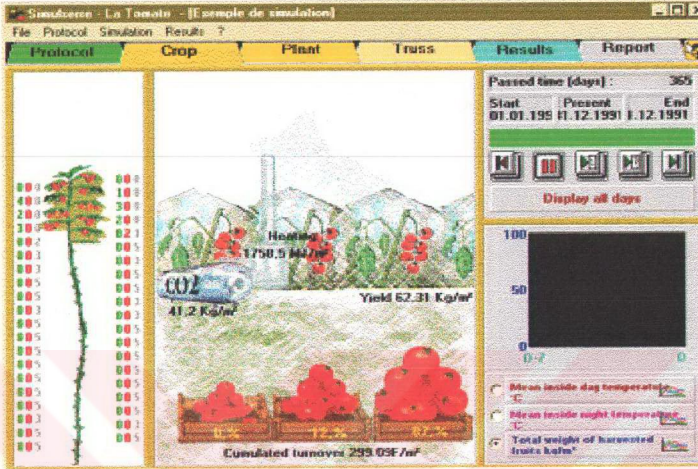
Bu bölümde en son girilen değer domates ürününün, bitkinin dikildiği tarihten itibaren piyasadan belirlenen Fransız Frangı olarak değeridir.



Şekil 3.5. Simulasyon La Tomate Modelinde Set Edilen Değerler

Bu değerler model içerisinde belirlendikten sonra model simülasyon yapmaya hazır hale gelmektedir.

Model simülasyona başladığı andan itibaren Şekil 3.6'de görüldüğü gibi bitkinin gelişimi, ilk hasat tarihi, kullanılan enerji ve ırlığına göre meyve verimini % olarak değil şekil üzerinde görülmektedir.



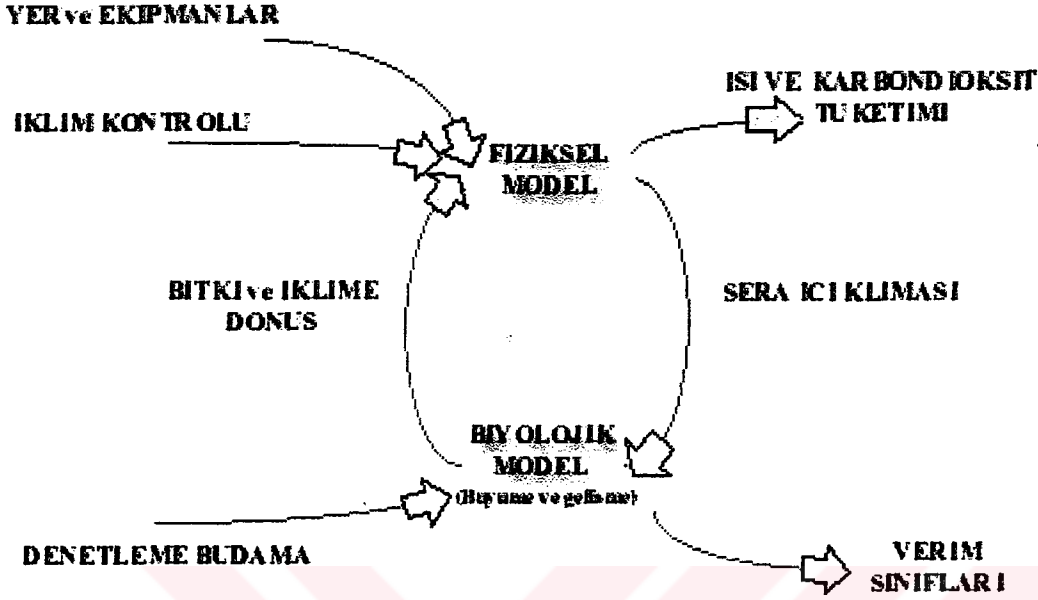
Şekil 3.6. SimulSere La Tomato Büyüme Modelinin Simulasyon Ekran Görüntüsü

Simulasyon sonrasında ise yine model çalışmaya devam ederek hasat ve sera içi iklimlendirme ile ilgili olarak çeşitli grafikleri uygulayıcıya sunabilme yeteneğine sahiptir.

3.15. Modelin Yapısı ve Tanıtılması

Birbirine bağlı fiziksel ve biyolojik modelden oluşan bu simülasyon modeli ölçümleme zamanında sera bitki sistemi statüsünü tanımlar.

Ancak modeli oluşturan fiziksel model bir matematiksel model olup sera karakteristiklerinden, üretimi, yetiştirme stratejisini ve sera içi iklimi değerlendirir. Modelin ikinci kısmını oluşturan biyolojik model ise fiziksel model tarafından tahmin edilen iklim verilerine bağlı olarak bitkinin yanıtını (büyüme ve gelişme) belirler.



Şekil 3.7. Simulserre La Tomate Modeli Genel Yapısı

Modelde fiziksel ve biyolojik model bir denge halinde birbirleriyle yakın bir ilişki içerisinde bulunurlar. Fiziksel model seranın bulunduğu yerdeki iklim değerlerinden giderek, her saat için sera içerisinde ortaya çıkan iklimsel değerleri hesaplayarak ürüne ilişkin değerlerin (transpirasyon ve CO₂ konsantrasyonunun değişimi) hesaplanmasında kullanılır.

Biyolojik modelde hesaplamalar kısmen saatlik olarak (büyüme oranı, fotosentez, terleme) yapılırken esasta günlük olarak yapılır. Biyolojik modelde sera içi iklimi için fiziksel model tarafından ortaya konan koşullarda, bitkinin günlük büyüme ve gelişiminin tahminine olanak sağlar.

Simulserre-La Tomate modelin genel yapısı Şekil 3.7'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi modeli oluşturan fiziksel ve biyolojik model bir dögü içinde birbirini destekleyecek şekilde oluşturulmuştur.

Simulserre-La Tomate modeli kullanıcının değişik parametreleri kullanmasına olanak sağlamaktadır. Modele girilen bilgilerin bazıları şunlardır;

- Sera yeri ve üretim periyodu

- Sera tipi ve serada kullanılan ekipmanlar
- Üretici tarafından serada arzulanan iklim değerleri.

Fiziksel modelin bir parçası olan bu parametreler yardımı ile serada büyüme ve gelişme koşullarını belirleyen sera içi iklim koşulları değerlerini belirlemek mümkün olabilmektedir.

Fiziksel model iki önemli kısımdan meydana gelmektedir. Birinci bölümde Input parametreleri olarak;

- Seranın bulunduğu yere ait saatlik meteoroloji değerleri
- Yetiştirme periyodu (süresi)
- Seranın özellikleri
- Serada yetiştirilecek ürünü ilgilendiren data

İkinci bölümde günlük hesaplama yapan biyolojik modelin aksine fiziksel model tarafından saatlik değerler hesaplanır. Sera içi ikliminin belirlenmesinde aşağıdaki esaslara göre saatlik değerler hesaplanır. Bu değerler;

- Sera içi havanın enerji dengesi
- Sera toprağının enerji dengesi
- CO₂ dengesi

Model her saatlik hesaplamada bu dengeleri dikkate alır. Yapılan bu hesaplamalar sonucunda aşağıdaki değerler belirlenir.

- Gerekli ise ısı gereksinimi, değilse tahmini sıcaklık
- Gerekli ise CO₂ gereksinimi, değilse tahmin edilen CO₂ değeri ortaya konur.

Fiziksel modelin genel akış diyagramı aşağıda verilmiştir.

- Günün başlangıcında
 - Güneşin doğuş saatinin hesaplanması
- Günün her hangi bir saati için

- Meteorolojik değerlerin okunması
- Isıtma ve havalandırma için ayarlanan sıcaklık değerlerinin hesaplanması
- PAR (Fotosentez Aktif Radyasyon) hesaplanması
- Denetim elemanlarının simulasyonu
 - Havalandırma için
 - Isıtma için
 - CO₂ gereksinimi için
- Sera havasının enerji dengesinin hesaplanması
 - Hava değişim katsayısının hesaplanması
 - Hava değişimi ile ortaya çıkan kayıpların hesaplanması
 - Örtü yüzeyinden meydana gelen kayıpların hesaplanması
 - Toprakla hava arasındaki ısı değişiminin hesaplanması
 - Transpirasyonda kullanılan enerjinin hesaplanması
 - Seradaki radyasyon değerinin hesaplanması
 - Isıtma gereksinimi veya ayarlanan sıcaklığın hesaplanması
- Karbon dengesi
 - Respirasyonun (solunum) değerlendirilmesi
 - Fotosentezin değerlendirilmesi
 - CO₂ konsantrasyonunun hesaplanması veya gübrelemenin kalitesi
- Sentetik solunumun hesaplanması
 - Günlük yığışimli toplam radyasyonun hesaplanması
 - Günlük yığışimli toplam fotosentezin hesaplanması
- Günün sonunda;
 - Günlük büyümenin hesaplanması

Fiziksel modelde kullanılan meteorolojik data şunlardır;

- Saatlik ortalama sıcaklık radyasyon (W/m^2)
- Saatlik ortalama dış oransal nem (%)
- Saatlik ortalama dış sıcaklık ($^{\circ}C$)
- Rüzgar hızı (m/s)

Sera yapısı ile ilgili veriler aşağıda verilmiştir.

- Çatı yüksekliği
- Yan duvar yüksekliği
- Bölme genişliği
- Havalandırma açıklığının genişliği
- Havalandırma açıklığının uzunluğu
- Bölme sayısı

Sera yapısı enerji dengesi hesaplamalarında kullanılmaktadır. Havalandırmada sera hacmi, sera yüzey alanı istenmeyen açıklıklardan meydana gelen kayıplar dikkate alınmaktadır. Modelde sera enerji dengesine etki eden örtü malzemesi için seçenek parametreleri aşağıda verilmiştir.

Örtü malzemesinin tipi: cam, yeni plastik, eski plastik, tek katlı örtü, çift katlı örtü.

Serada kullanılan örtü malzemesinin tipi ve yaşı ışınım geçirgenliğine etki etmektedir. Sera içi sıcaklığının düzenlenmesinde modele girilen aşağıdaki parametreler esas alınır. Bunlar;

- Gündüz ısıtma
- Gece ısıtma
- Havalandırma
- Gölgelemedir.

Model yukarıdaki parametrelere göre ayarlanan sıcaklıklar esas olarak sera içi iklimini düzenler. Modelde şayet iç sıcaklık ayarlamaları ısıtma sıcaklığının altına düşerse vanalar açılarak sera içi ısıtma başlatılmaktadır. İç sıcaklık, ayarlanan havalandırma sıcaklığının üstüne çıkınca havalandırma kapakları açılmaktadır. Serada CO₂ gübrelemesi düşünülüyorsa, CO₂ konsantrasyonu ayarlanan değerden aşağı düşerse bazı sınır koşulları dikkate alınarak CO₂ gübrelemesi yapılmaktadır.

Modelde ısıtma ve havalandırmanın başlangıç zamanlarının belirlenmesi için meteorolojik değerlerden yararlanılmaktadır. Isıtma ve havalandırmanın başlangıç zamanlarının belirlenmesi o saatteki dış radyasyona göre (gündüz ise) veya bir önceki günün toplam radyasyonuna göre (gece ise) değerlendirilir.

3.15.1. Bitki Karakteristiklerinin Tanımlanması

Bitki yoğunluğu modelde bir girdi olarak kullanılır. Birim alana bitki sayısı (Adet/m²) fotosentez değişiminde ve CO₂ dengesinin hesaplanmasında önem arz eder.

3.15.2. PAR (Fotosentez Aktif Radyasyon) Hesaplanması

PAR, seraya ulaşan radyasyondan (W/m²) gidilerek $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ olarak hesaplanır. PAR, fotosentez olayında etken olan radyasyonun bir kısmını oluşturur, ve modelde bir dizi hesaplamalarda kullanılmıştır.

PAR'ın hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılır.

$$\text{PAR} = C_{\text{CONV}} * T_{\text{AU}} * K_{\text{blanchiment}} * R_g \quad (4)$$

Eşitlikte;

$$C_{\text{CONV}} = \text{Dönüşüm katsayısı (W/m}^2 = \mu\text{mol/m}^2/\text{s)}$$

$$T_{\text{AU}} = \text{Örtü malzemesinin geçirgenlik katsayısı}$$

$$K_{\text{blanchiment}} = \text{Gölgeleme katsayısı}$$

$$R_g = \text{Dış radyasyon değeridir.}$$

3.15.3. Karbondioksit Dengesi

Serada karbon dengesi, CO₂ kaynağına ve bitki tüketime göre seradaki CO₂ düzeyini hesaplamaya yarar.

Sera içi ve dışı arasında CO₂ değişimi, hava değişim katsayısına bağlı olarak hesaplanır. Bu hesaplamada dış havanın CO₂ değeri 350 ppm olarak kabul edilmiştir.

3.16. Biyolojik Model

Biyolojik model farklı koşullarda, farklı sera ekipmanlarına ve denetlenen iç iklim koşullarına bağlı olarak bitki büyümesini belirler. Bitki bir bio sistemdir. Büyüme, farklı parametrelere bağlı olduğu için matematiksel eşitliklerle ifade edilmesi kolay değildir.

3.16.1. Biyolojik Modelin Yapısı

Modelde kullanılan biyolojik model iki ana hesaplama döngüsü ile ifade edilmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Biyolojik Modelin Yapısı

Birinci Döngü: Saatlik döngüdür. Sera içi ikliminin hesaplanması ile ilişkili olup fotosentez yoğunluğunu ve gelişme hızını hesaplar.

İkinci Döngü: Günlük döngü olup fotosentez sonucunda ortaya çıkan dağılımı ve aynı zamanda çeşitli bitki organlarının saatlik döngüye bağlı olarak değişimi hesaplamaktadır.

3.16.2. Büyüme

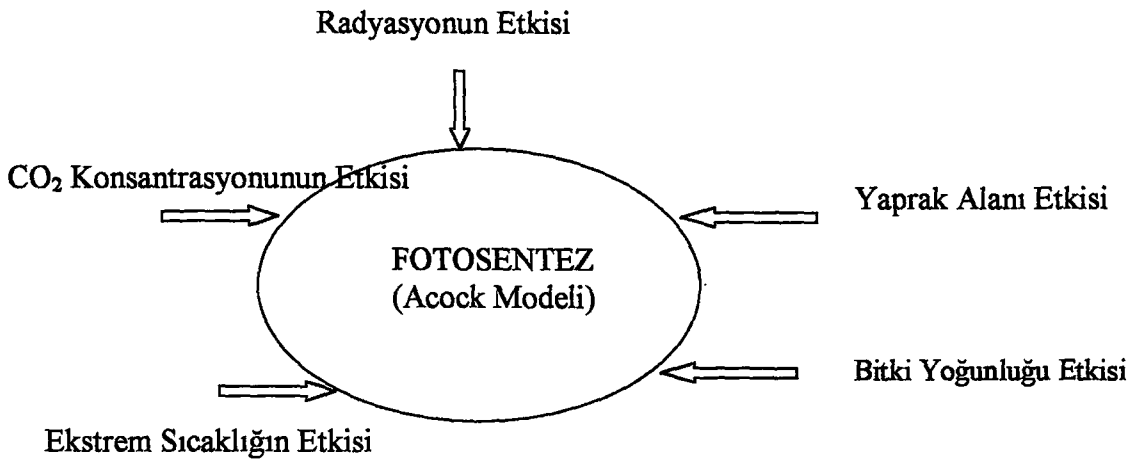
Biyolojik modelde büyüme, asimilasyonun arz ve talep dengesi olarak tanımlanır. Modelde arz, kaynakların aktivitesi olarak tanımlanmaktadır. Talep ise yaprak, gövde ve meyvenin potansiyel büyümesi sonucu olarak tanımlanır.

Modelde gün bazında az sayıda hesaplamalar yapılır. Model her günün başlangıcında tarih, enlem ve boylama göre güneşin doğma ve batma saatlerini hesaplar. Günün sonunda, biyolojik modelden ortaya çıkan sonuçlara göre günlük büyüme hızı hesaplanır.

3.16.3. Fotosentez

Modelde bitki büyümesinde önemli rol oynayan fotosentez Acock modeline (Acock ve Ark., 1978) göre, saatlik olarak ışığa, sıcaklığa ve seradaki CO₂ konsantrasyonuna göre hesaplanmaktadır.

Modelde fotosenteze etki eden parametreler Şekil 3.9'de gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Fotosenteze Etki Eden Etmenler

Işık, fotosentezde birinci kısıtlayıcı faktördür. Fotosentez; PAR, CO₂ ve sıcaklığa bağlı olarak değişim gösterirken aynı zamanda bitki yoğunluğuna, örtü malzemesinin ışık geçirgenliğine bağlı olarak da değişir.

Modelde ilk önce bitkinin maksimum fotosentez katsayısı (P_{MAX}), CO_2 konsantrasyonu seviyesine göre hesaplanmaktadır. Sera içi sıcaklığı $12^{\circ}C$ altında veya $35^{\circ}C$ 'nin üstünde olduğunda P_{MAX} azalmaktadır.

Acock eşitliğine göre fotosentez aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Fotosentez} = \frac{P_{max}}{k} \log \left[\frac{(1 - m) * P_{max} + \Sigma * k * PAR}{(1 - m) * P_{max} + \Sigma * k * PAR * e * k * LAI} \right] \quad (5)$$

eşitlikte;

k = Işık yayılma katsayısı

m = Işık geçirgenlik katsayısı

Σ = CO_2 düzeyi ve sıcaklığa bağlı olarak Quantum katsayısı

LAI = Yaprak alan indeksi

3.16.4. Denetim Elemanlarının Simulasyonu

Model dış iklim değerlerine, seranın yapısına, kullanılan ekipmanlara ve ayarlanan değerlere göre denetim elemanlarının simulasyonunu gerçekleştirmektedir. Modelde durum, kontrol ekipmanlarının statik regülasyonu olarak tanımlanır. Simulasyonda her saat 10 ar dakikalık 6 bölüme ayrılmaktadır. Bu bölme işi uygun bir kontrol için gereklidir. Her 10 dakikalık bölümlerde CO_2 ve enerji tüketimi belirlenir.

3.16.5. Havalandırmanın Denetimi

Model sadece doğal havalandırmayı dikkate almaktadır. Modelde şayet iç sıcaklık ayarlanan sıcaklık değerinden yüksek ise havalandırma kapakları başlangıçta toplam açıklıklarının %10'u kadar aşamalı olarak açılırlar. Bunun tersi durumlarda da aşamalı olarak kapanırlar. Havalandırma kapaklarının açılıp kapanmasında aşağıdaki sınırlayıcı kriterler esas alınır.

- Rüzgar hızı 8 m/s'den daha küçük olduğunda havalandırma kapakları %10'dan daha fazla açılmamaktadır.
- Gece saatlerinde kapaklar kapalı tutulmaktadır.

3.16.6. Isıtma Denetimi

Model, ısıtmayı bir bütün olarak kabul etmektedir. Özel bir ısıtma tipi söz konusu değildir. Model serada ayarlanan iç sıcaklığın sabit tutulabilmesi için gereksinilen ısıtma gücünü hesaplar. Şayet iç sıcaklık ayarlanan iç sıcaklıktan düşük ise ısıtma gücü aşamalı olarak artırılır. Şayet iç sıcaklık ayarlanan sıcaklıktan yüksek ise ısıtma gücü aşamalı olarak azaltılır.

3.16.7. CO₂ Denetimi

Model serada mevcut CO₂ düzeyi ile serada olması istenen (ayarlanan) CO₂ düzeyi arasındaki farklılığa orantılı olarak CO₂ enjeksiyonunu (gübrelemesini) hesaplar. Sera içinde ayarlanan ve mevcut CO₂ konsantrasyonu arasındaki farklılık yüksek ise CO₂ enjeksiyonunun artışı, farklılığın küçük olmasından çok daha önemlidir.

Modelde CO₂ gübrelemesinde soğuk CO₂ kullanılması durumunda enjeksiyon için maksimum bir sınırlama bulunmamaktadır. Model CO₂ gübrelemesinde gerekli kaynakların daima var olduğunu kabul eder. Doğal gaz veya propan gibi gazların yakılması durumunda CO₂ elde ediliyorsa model gerekli olan ısıtma gücüne göre ısıtmayı ve yeterli CO₂ miktarını hesaplar. Modelde CO₂ gübrelemesinde bazı kısıtlayıcı faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

- Radyasyon değerinin 75 W/m²'den düşük olduğu koşullarda
- Havalandırma kapaklarının %20'den daha fazla açık olduğu durumlarda
- Rüzgar hızının 8 m/s'den yüksek olduğu koşullarda CO₂ enjeksiyonu yapılmamaktadır.

3.16.8. Serada Enerji Dengesinin Hesaplanması

Modelde seradaki ısı enerjisinin belirlenebilmesinde serada enerji dengesinden yararlanılmaktadır. Serada enerji dengesinin hesaplanması aşağıdaki aşamalara göre yapılmıştır.

3.16.8.1. Hava Değişim Katsayısının Hesaplanması (K_{vent})

Modelde kapakların açık olduğu koşullara ek olarak örtü yüzeyi üzerindeki istenmeyen açıklıklardan meydana gelen sızmalar nedeniyle ortaya çıkan hava değişim katsayısı rüzgar hızına bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Hava değişimi nedeniyle ortaya çıkan kayıpların hesaplanması:

Hava değişimi ile ortaya çıkan kayıplar, hava değişim katsayısına (K_{vent}) ve sera içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkına (ΔT) göre değişim göstermektedir. Modelde hava değişimi nedeniyle ortaya çıkan kayıplar aşağıdaki ilişki ile hesaplanmıştır;

$$Q_{vent} = K_{vent} * \Delta T \quad (6)$$

3.16.8.2. Örtü Malzemesi Aracılığı İle Ortaya Çıkan Kayıplar

Örtü malzemesi aracılığı ile ortaya çıkan kayıplar örtü malzemesinin iletkenliği (K_{roof}) ve sera içi-dışı arasındaki sıcaklık farkının (ΔT) bir fonksiyonudur. K_{roof} katsayısı örtü malzemesinin özelliğine ve çift katlı olmasına bağlı olarak azalmaktadır. Örtü malzemesi aracılığıyla ortaya çıkan kayıp modelde aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$Q_{parois} = K_{pof} * \Delta T \quad (7)$$

3.16.8.3. Toprakla Sera Havası Arasındaki Isı Değişiminin Hesaplanması

Toprakla olan ısı değişiminin hesaplanmasında model gerçek bir toprak sıcaklığını kabul eder. Ortaya çıkan kayıplar, sera içi havası ve toprak sıcaklığı arasındaki farka (ΔT_{sol}) bağlı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$Q_{soil} = K_{sol} * \Delta T \quad (8)$$

İlişkide K_{sol} katsayısı sabittir ve toprak üzerinde yetiştirilen domates bitkisi dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.16.8.4. Terleme İle Kaybedilen Enerjinin Hesaplanması

Bitkilerin transpirasyonuna bağlı olarak tükettikleri enerji aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$Q_{\text{ray}} = K_{\text{ray}} * T_{\text{AU}} * R_g \quad (9)$$

Oldukça önemli olan bu ilişkide, radyasyon, bitkinin durumu (özellikle yaprak alanı) ve saturasyon açığı dikkate alınır. Hesaplama da ayrıca sera içindeki radyasyon miktarını etkileyen örtü malzemelerinin geçirgenlik katsayısının dikkate alınır. K_{transp} katsayısı da bitkinin yaprak alanına bağlı olarak artar. Ancak eşitlikte de görüldüğü gibi saturasyon açığı doğrudan işleme alınmamıştır.

3.16.8.5. Radyasyonla Kazanılan Enerjinin Hesaplanması

Radyasyonla kazanılan enerji direkt olarak sera dışındaki global radyasyona (R_g) göre bulunur. K_{ray} katsayısı örtü malzemesinin tipine (tek ve çift kat) bağlıdır. Radyasyonla kazanılan enerji modele verilen gölgeleme katsayısına göre değişmektedir. Radyasyonla kazanılan enerji aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmaktadır.

$$Q_{\text{ray}} = K_{\text{ray}} * K_{\text{blanchiment}} * R_g \quad (10)$$

3.16.8.6. Isıtma Gereksiniminin Veya Serada Ortaya Çıkan Sıcaklığın Hesaplanması

Model yukarıda verilen eşitliklere göre enerji dengesini hesaplar. Şayet ortaya çıkan kayıplar radyasyonla kazanılan enerjiden daha fazla ise ısıtma gereksinimi hesaplanır. Bu gereksinim seradaki ısıtma sisteminin gücünden büyük olamaz. Diğer durumlarda serada ulaşılan sıcaklık değeri hesaplanır. Böylece serada ayarlanan sıcaklığa göre denetim elemanları konumlandırılır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sıcaklık Değerleri

Araştırmada, yapılan arazi çalışması sonucunda sera iç ve dış sıcaklıklar saatlik değerler halinde bilgisayar yardımı ile kaydedilmiştir. Bu sıcaklık değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Her ne kadar seranın birinde iç sıcaklık gece minimum 5°C'ye ayarlanmış ise de çizelgede de görüleceği gibi bir iki hafta haricinde de sıcaklık farkları 13°C tutulmuştur.

4.2. Bitki Gelişme Bulguları

Serada iklim etmenlerinin ölçülmesi yanında bitkinin gelişmesine ait gözlemlere dikimden 15 gün sonra başlanmıştır.

Bitki gelişmesi ve verimliliğe yönelik gözlem, ölçüm ve tartımlardan elde edilen sonuçlar aşağıda ayrı ayrı sunulmuştur.

4.2.1. Bitki Boyu

Dikimden 15 gün sonra başlayan ve periyodik olarak haftada bir, her serada 5 bitkinin boyunun ölçülmesi ile elde edilen değerler Şekil 4.1.'de verilmiştir. 30 Kasım tarihinde, ilk dikilen (12 Kasım) erken dikim bitkilerin boyları ölçülmeye başlanmıştır. Geç dikim olarak adlandırılan ve 14 Aralık 1994 tarihinde dikilen bitkilerin boy ölçümleri ve diğer fenolojik gözlem sonuçları 14 Aralık tarihinden başlayarak verilmiştir.

Şekil 4.1.'de iç sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan ve iç sıcaklığı minimum 5°C'ye ayarlanan seralardaki bitki boylarının zaman bağlı değişimleri gösterilmiştir.

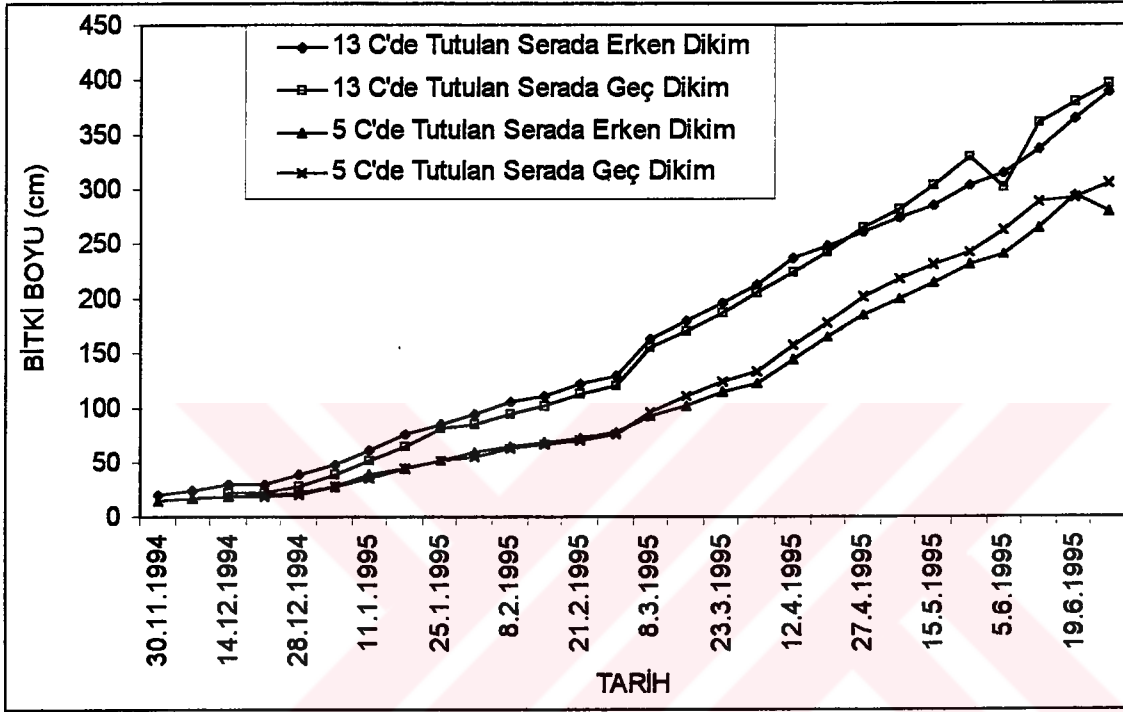
Şekil 4.1.'den de görüleceği gibi ısıtılan seralarda bitki boyları 390 cm'ye kadar yükselirken ısıtılmayan serada veya diğer bir deyişle sera içi sıcaklığı 5°C'ye ayarlanan serada ancak 320 cm'ye uzamıştır.

Her iki serada da bitkiler arasındaki yaklaşık 28 günlük dikim tarihi farkı bitkinin boy gelişiminde çok belirgin bir değişim oluşturmuştur. Her iki sera, boy

gelişimi açısından kıyaslandığında 08.03.1995 tarihinden itibaren boy gelişim hızının arttığı söylenebilir.

Çizelge 4.1. Sera İçi ve Dışı Sıcaklık Değerleri

Tarih (Hafta)	Gece Ort. Dış Sıcak. (°C)	Gündüz Ort. Dış Sıcak. (°C)	Gece İç Sıcak. Min 13°C'de Tutulan Sera		Gece İç Sıcak. Min 5°C'de Tutulan Sera	
			Gece S. (°C)	Gündüz S. (°C)	Gece S. (°C)	Gündüz S. (°C)
44	12.0	18.8	15.2	24.0	15	16.8
45	11.8	13.3	9.8	22.3	12.4	20.6
46	7.3	10.5	12.4	20.3	9.9	18.8
47	3.8	7.2	12.8	20.0	5.9	10.9
48	5.9	7.0	12.6	14.0	8.3	10.5
49	4.5	11.2	14.0	12.3	6.5	14.0
50	10.3	12.0	13.5	15.0	12.4	13.2
51	10.4	11.8	13.1	18.4	12.6	14.8
52	10.3	11.6	14.3	13.6	6.2	14.0
1	4.0	6.8	12.1	18.4	7.3	10.2
2	9.9	10.8	12.8	13.0	10.8	16.2
3	5.9	15.2	12.5	17.7	6.9	12.1
4	11.7	13.1	13.3	18.0	12.0	17.9
5	15.5	17.0	17.2	19.3	11.2	14.2
6	9.1	10.3	12.1	18.6	11.4	15.2
7	12.2	15.0	13.8	18.3	13.7	18.2
8	16.6	18.1	16.6	20.8	15.2	19.2
9	14.8	18.6	16.8	21.9	14.8	18.3
10	13.9	19.0	15.3	15.1	16.2	17.9
11	15.5	18.0	17.1	21.9	16.9	19.2
12	16.0	19.0	16.9	19.9	17.9	19.2
13	17.8	20.0	18.1	20.9	14.6	19.8
14	19.7	24.9	14.7	19.1	14.3	17.1
15	22.3	24.6	24.1	26.2	26.0	26.1
16	26.1	28.2	26.8	29.2	24.1	26.3
17	21.6	26.3	23.4	26.9	22.6	25.2
18	21.6	26.9	22.4	26.9	23.8	27.6
19	22.3	24.6	23.6	29.6	23.9	29.7
20	22.8	26.8	24.1	30.6	24.9	29.9
21	23.2	30.5	25.8	35.4	24.8	33.9
22	24.9	30.8	24.8	30.2	22.0	29.9
23	22.0	30.2	21.7	31.0	22.8	30.8
24	22.9	30.6	22.5	30.8	25.1	31.0
25	25.0	27.3	24.8	29.7	25.3	30.0



Şekil 4.1. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde Minimum 13°C'ye ve 5 °C'ye Ayarlandığında Seralarda Erken ve Geç Ekim Tarihli Bitkiler İçin Bitki Boyunun Zamana Bağlı Değişimi

4.2.2. Yaprak Sayısı

Seralarda bitki su tüketiminde ve en önemlisi fotosentezde, etkili olan yaprak sayısının ve yaprak alanının, zamana bağlı değişimleri her iki sera için Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi iç sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan seradaki toplam yaprak sayısı, iç sıcaklığı minimum 5°C'ye ayarlanan seralardaki toplam yaprak sayısı değerlerine göre %6'lık bir değişim göstermiştir. Erken ve geç dikim tarihleri arasında ise gece sıcaklığı 13°C'ye ayarlanan serada yaklaşık yalnızca 10 adet yaprak farkı oluşmuştur.

Çizelge 4.2. İç Sıcaklığı Minimum 13°C ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Yaprak Sayısı Değerleri

Tarih	Minimum 13°C'ye Ayarlanan Serada Yaprak Sayısı		Minimum 5°C'ye Ayarlanan Serada Yaprak Sayısı	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
28.11.1994	6		8	
21.12.1994	10	8	8	5
12.01.1995	11	8	10	8
06.02.1995	18	16	13	12
27.02.1995	30	26	21	17
20.03.1995	38	33	31	27
10.04.1994	21	32	17	19
01.05.1995	13	14	14	19
TOPLAM	147	137	138	107

Çizelge 4.2. serada iç sıcaklığın minimum 13°C ve 5°C'ye ayarlandığı seralarda farklı tarihlerde ölçülen yaprak sayısı verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi erken yapılan dikimlerde 28.11.1994 tarihinde ısıtılan serada 6 yaprak, ısıtılmayan serada ise 8 yaprak sayılmıştır. Ancak daha sonraki dönemlerde yaprak sayısı ısıtılan sera ile ısıtılmayan seraya göre fazlalaşmıştır. Dikim tarihinin yaprak sayısı üzerindeki etkisi Çizelgeden de görüleceği gibi farklılıklar göstermiştir. Erken dikimdeki yaprak sayısı daha fazla olmuştur.

İç sıcaklığı minimum 13°C'de tutulan serada erken dikim ile geç dikim arasında pozitif yönde oldukça önemli derecede ilişki bulunmuştur ($r = 0.868$). 28 günlük dikim farkının yaprak sayısı üzerinde önemli derecede etkili olduğu yapılan istatistiksel testlerle belirlenmiştir. Yapılan Pearson r testinin Çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yaprak Sayısı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi

	Ortalama	S. Sapma	N
İç Sıcaklığı Min. 13 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	19.57	10.71	7
İç Sıcaklığı Min. 5 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	15.25	7.78	8
İç Sıcaklığı Min. 5 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	15.29	7.50	7
İç Sıcaklığı Min. 13 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	18.38	10.91	8

Pearson r = 0.860 * (13⁰C Geç – 5⁰C Erken)

Pearson r = 0.849 * (13⁰C Geç – 5⁰C Geç)

Pearson r = 0.868 * (13⁰C Geç – 13⁰C Erken)

0.05 Seviyesinde Önemli

4.2.3. Yaprak Alanı

Yaprak alanı değerleri iç sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlanan sera ile iç sıcaklığı minimum 5⁰C'ye ayarlanan seralarda geç ve erken dikim bitkiler için Çizelge halinde verilmiştir. Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi 20.03.1995 tarihinde en yüksek değere ulaşmakla birlikte bu değer, gece iç minimum 13⁰C'ye ayarlanan seralarda ve erken dikim yapılan bitkilerde oluşmuştur.

İç sıcaklığının minimum 5⁰C'ye ayarlandığı seralarda, geç dikim bitkiler ile iç sıcaklığının minimum 13⁰C'ye ayarlandığı seradaki erken dikim bitkilerde ölçülen alan değerleri arasında 6 kat gibi çok yüksek bir farklılık ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.4. İç Sıcaklığı Minimum 13°C ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Yaprak Alan Değerleri

Tarih	İç Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Ayarlanan Serada Yaprak Alanı (cm ²)		İç Sıcaklığı Minimum 5°C'ye Ayarlanan Serada Yaprak Alanı (cm ²)	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
28.11.1994	101		90	
21.12.1994	761	150	265	101
12.01.1995	1800	383	896	248
06.02.1995	5456	3350	2469	864
27.02.1995	10826	8427	5635	1856
20.03.1995	18585	16813	11095	3655
10.04.1994	2732	3207	2283	2356
01.05.1995	852	859	884	955

İstatistiksel olarak Pearson r testi kullanılmıştır. Bu test sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmektedir.

İstatistiksel analiz sonucunda iç sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlanan seralarda erken ve geç dikim bitkiler arasında yaprak alanı değerleri için %1 önem seviyesinde pozitif yönde önemli bir ilişki bulunmuştur. Yine aynı önem seviyesinde iç sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlanan sera ile iç sıcaklığı minimum 5⁰C'ye ayarlanan seralarda erken dikim bitkileri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Diğer bir ilişki ise % 5 önem seviyesinde ve pozitif yönde iç sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlanan seradaki erken dikim bitkiler ile iç sıcaklığı minimum 5⁰C'ye ayarlanan seradaki geç dikim bitkileri arasında belirlenmiştir.

Sonuçta iç sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlanan seralarda erken dikim bitkilerde yaprak alanı değerlerinin en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Yaprak Alanı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi

	Ortalama	S. Sapma	N
İç Sıcaklığı Min. 13 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	5138.13	6470.89	8
İç Sıcaklığı Min. 13 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	4741.29	6038.03	7
İç Sıcaklığı Min. 5 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	2952.13	3743.61	8
İç Sıcaklığı Min. 5 ⁰ C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	1433.57	1271.41	7

Pearson $r = 0.989$ ** (13⁰C Erken – 13⁰C Geç)

Pearson $r = 0.991$ ** (13⁰C Erken – 5⁰C Erken)

Pearson $r = 0.824$ * (13⁰C Erken – 5⁰C Geç)

** = 0.01 Seviyesinde Önemli

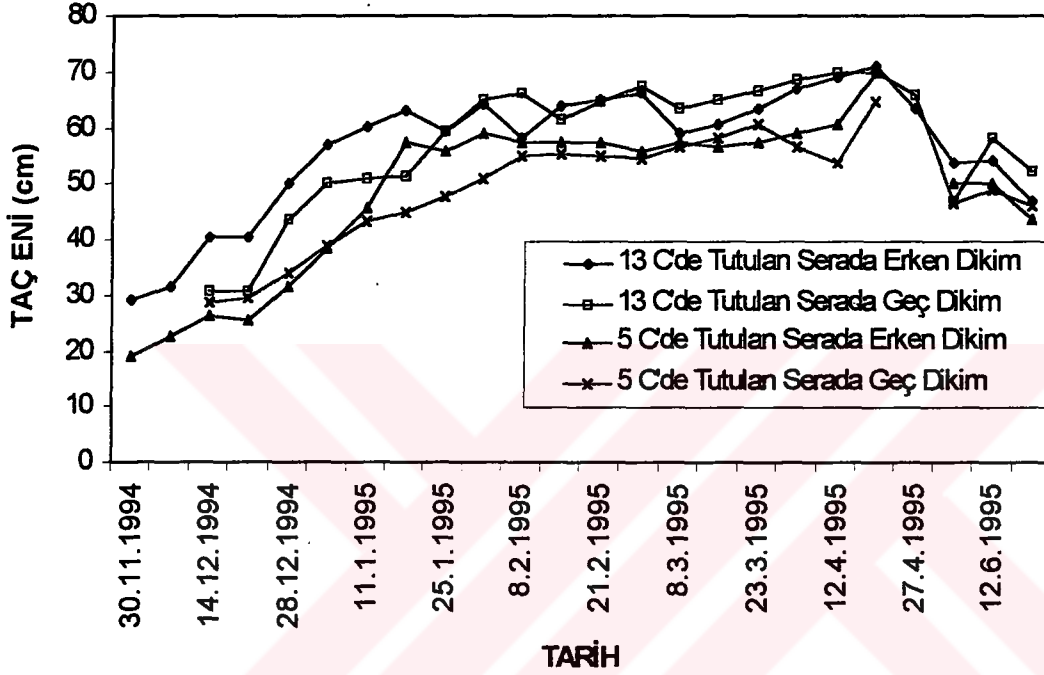
* = 0.05 Seviyesinde Önemli

4.2.4. Taç Eni ve Taç Boyu

Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi bitkiler iç sıcaklığın minimum 13⁰C'ye ayarlandığı ısıtılan seralarda çok daha hızlı gelişim göstermiştir. Taç eni değerleri her iki dikim için 78 cm'ye kadar yükselerek 19.04.1995 tarihinde en yüksek değerine ulaşmışsa da iç sıcaklığın minimum 5⁰C'ye ayarlandığı serada aynı tarihte Erken dikimde, bitki 69 cm lik en yüksek taç enine ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren sıcaklığı minimum 5⁰C'ye ayarlanan serada gece sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlanan seraya oranla daha hızlı bir düşüş olmuştur. Bu düşüşü her iki sera içinde dış sıcaklığın yükselmesine bağlamak mümkündür.

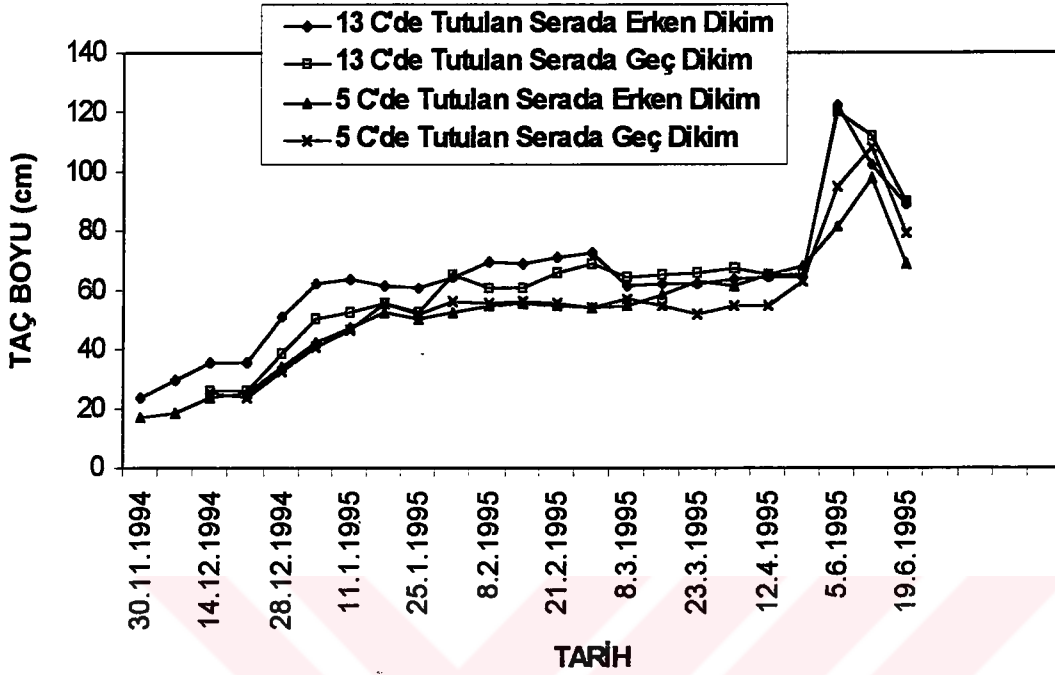
Taç boyu için, taç eni değerlerine bağlı olarak Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi sıcaklığı minimum 13⁰C'ye ayarlandığı serada 27 Nisan tarihinde hızlı bir yükseliş kaydedilmiştir. Diğer gözlemlerde olduğu gibi 13⁰C'ye kadar ısıtılan serada taç boyu erken dikim için maksimum 120 cm'yi geçerken 5⁰C'lik serada 110 cm'lerde kalmıştır.

5°C'lik serada geç dikim tarihli olan bitkiler 24 Nisan tarihinde en yüksek değere erken dikim tarihli bitkilere kıyasla yaklaşık 4 cm'lik bir fark oluşmuştur. Bunu ısıtılmayan serada dış sıcaklık artışı ile büyümenin hızlanması olarak değerlendirmek mümkündür.



Şekil 4.2. İç Sıcaklığın Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Taç Eni Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi

Sonuçta taç eni ve boyu değerleri için Nisan ayına kadar her dört konu için doğrusal bir artış olduğu söylenebilir.



Şekil 4.3. İç Sıcaklığın Minimum 13°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Taç Boyu Değerlerinin Zaman Bağlı Değişimi

4.2.5. Salkım Sayısı

Domates bitkisinde verime en etkili generatif öğelerden biri salkım sayısıdır. Salkım sayısı örnek bitkiler üzerinde her hafta yapılan sayımlarla her iki sera ve her iki dikim tarihi için ayrı ayrı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada Çizelge 4.6.'da görüldüğü üzere 13°C'ye kadar ısıtılan serada ve iç sıcaklığı gece minimum 5°C de tutulan serada, ilk salkım oluşumu tarihleri aynı olmakla beraber en yüksek salkım sayısı ısıtılan serada 16 olarak sayılmış 5°C'ye ayarlanan serada ise 11 salkım belirlenmiştir. Dış sıcaklığın yükseldiği 5 Mayıs tarihinde ise her iki serada da salkım sayısında hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Dikim tarihi, farklı salkım sayısı olarak belirgin bir fark yaratmamıştır.

Çizelge 4.6. İç Sıcaklığın Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Salkım Sayısı

Tarih	Min.13°C'de Ayarlanan Sera		Min. 5°C'de Ayarlanan Sera	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
30.11.1994	0	0	0	0
07.12.1994	0	0	0	0
14.12.1994	0	0	0	0
21.12.1994	0	0	0	0
28.12.1994	1	1	1	1
04.01.1995	2	1	1	1
11.01.1995	3	2	1	2
18.01.1995	4	2	3	2
25.01.1995	4	3	2	3
02.02.1995	5	4	3	3
08.02.1995	6	4	3	3
15.02.1995	5	4	3	3
21.02.1995	6	5	4	4
28.02.1995	6	5	4	4
08.03.1995	9	7	5	5
15.03.1995	11	9	6	5
23.03.1995	12	11	6	5
02.04.1995	14	12	7	7
12.04.1995	16	14	8	8
20.04.1995	16	15	9	9
27.04.1995	16	15	11	11
06.05.1995	16	16	11	11
15.05.1995	16	16	11	11
22.05.1995	16	15	11	11
05.06.1995	6	5	3	3
12.06.1995	5	4	5	3
19.06.1995	6	5	5	4
26.06.1995	4	5	3	3

Salkım sayısı değerleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda Pearson r testinde %1 önem seviyesinde önemli bir fark bulunamamıştır.

4.2.6. Çiçek Sayısı

Salkım sayısı dışında yine verime en etkili diğer bir öge ise bir salkımdaki çiçek sayısı olup bu sayım, örnek bitki baz alınarak yapılmıştır.

İç sıcaklığın minimum 13°C ve 5°C'ye ayarlandığı plastik seralarda çiçek sayısı değerlerinin zamana bağlı değişimi Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi ısıtılan serada çiçek oluşumu ısıtılmayan seraya oranla yaklaşık 15 gün önce başlamıştır. Ayrıca en yüksek çiçek sayısı, ısıtılan serada 15 olurken ısıtılmayan serada ancak 10 olabilmıştır. Bu fark, ileride verim üzerinde de kendini göstermiştir. Her iki serada da 28 günlük farklı dikim tarihleri çiçeklenme açısından belirgin bir fark oluşturmamıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda Pearson r testinde %5 önem seviyesinde fark bulunamamıştır.

Çizelge 4.7. Sıcaklığı Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Çiçek Sayısı

Tarih	Gece Min.13°C'de Tutulan Sera		Gece Min. 5°C'de Tutulan Sera	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
30.11.1994	0	0	0	0
7.12.1994	0	0	0	0
14.12.1994	0	0	0	0
21.12.1994	0	0	0	0
28.12.1994	0	0	0	0
4.1.1995	1	0	0	0
11.1.1995	1	1	1	1
18.1.1995	2	0	1	1
25.1.1995	2	1	1	1
2.2.1995	2	1	1	1
8.2.1995	4	3	1	2
15.2.1995	4	3	2	2
21.2.1995	5	4	3	3
28.2.1995	5	4	3	3
8.3.1995	7	6	4	4
15.3.1995	9	8	4	4
23.3.1995	11	9	5	4
2.4.1995	12	11	6	5
12.4.1995	14	12	7	7
20.4.1995	13	13	8	8
27.4.1995	14	13	9	9
6.5.1995	14	14	9	9
15.5.1995	14	15	10	10
22.5.1995	15	15	10	10
5.6.1995	14	12	9	9
12.6.1995	13	12	9	9
19.6.1995	7	7	5	6
26.6.1995	4	3	2	2

4.2.7. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

Yapılan sera çalışması sırasında, sıcaklığın vegetatif gelişime etkisinin belirlenmesi amacı ile 3 haftada bir kesilen bitkilerde, gövde ve yaprakta ayrı ayrı kuru madde miktarı belirlenmiştir.

Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi 1 Mayıs tarihine kadar her iki serada da yaş gövde ağırlıkları doğrusal olarak artmış bu tarihten itibaren doğrusal artış ivmesi düşmeye başlamıştır.

Yaş gövde ağırlığındaki artışların en yüksek olduğu zaman dilimi olan 20.03.1995 ile 10.04.1995 tarihleri arasında en yüksek artış 270 gram ile gece sıcaklığı minimum 5°C'ye ayarlanan serada geç dikim bitkilerde oluşmuştur. Ayrıca ısıtılan serada geç dikim bitkilerde yaş gövde ağırlığındaki artış hızı 10 Nisandan itibaren düşmeye başlamıştır. Bu düşüş geç dikim bitkinin sıcaklığa karşı reaksiyonu olarak belirlenebilir.

Çizelge 4.8. Sıcaklığı Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Yaş Gövde Ağırlıkları

Tarih	Gece Min.13°C'de Tutulan Sera		Gece Min. 5°C'de Tutulan Sera	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
28.11.1994	1,60		1,30	
21.12.1994	9,98	1,59	3,22	1,71
12.01.1995	35,34	7,16	14,47	3,92
06.02.1995	167,40	70,10	56,56	22,74
27.02.1995	260,10	229,67	151,30	122,40
20.03.1995	413,20	373,30	260,00	233,70
10.04.1994	649,00	609,00	439,00	503,00
01.05.1995	653,94	570,80	546,89	544,50

Yaş gövde ağırlıkları için sıcaklığı 13°C'ye ayarlanan sera ile sıcaklığı 5°C'ye ayarlanan serada erken dikim ve geç dikim bitkiler arasında %1 önem seviyesinde bir fark belirlenmiştir. Sonuçta yapılan istatistiksel analizden de

görüldüğü gibi en yüksek farklılık sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan seradaki erken dikim bitkileri ile sıcaklığı minimum 5°C'ye ayarlanan serada geç dikim bitkileri arasında oluşmuştur.

Kuru gövde ağırlığını gösteren Çizelge 4.9.'da da aynı yaş gövde ağırlığında olduğu gibi sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan ve sıcaklığı minimum 5°C'ye ayarlanan seralarda %80'e varan bir farklılık belirlenmiştir. Yine aynı yaş gövde ağırlığında olduğu gibi 13°C'lik seralarda erken ve geç dikimli bitkilerin arasında 5 Mayıs tarihi itibari ile farklılık görülmektedir. Ancak istatistiksel analiz sonuçlarına göre %5 önem seviyesinde bir ilişki bulunamamıştır.

Çizelge 4.9. Yaş Gövde Ağırlığı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi

	Ortalama	S. Sapma	N
Gece Sıcaklığı Min. 5°C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	204.5529	233.3553	7
Gece Sıcaklığı Min. 5°C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	183.9675	211.8262	8
Gece Sıcaklığı Min. 13°C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	265.6586	257.5739	7
Gece Sıcaklığı Min. 13°C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	273.5450	271.6445	8

Pearson $r = 0.992$ ** (5°C Geç – 5°C Erken)

Pearson $r = 0.979$ ** (5°C Geç – 13°C Geç)

Pearson $r = 0.977$ ** (5°C Geç – 13°C Erken)

** = 0.01 Seviyesinde Önemli derecede ilişki vardır.

Çizelge 4.10. Sıcaklığı Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Kuru Gövde Ağırlıkları

Tarih	Min.13°C'de Tutulan Sera		Min. 5°C'de Tutulan Sera	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
28.11.1994	0,17		0,15	
21.12.1994	0,85	0,13	0,28	0,21
12.01.1995	2,73	0,56	1,17	0,55
06.02.1995	15,43	6,38	5,29	2,21
05.03.1995	31,15	28,10	13,87	10,77
05.04.1995	42,30	38,24	23,41	20,98
05.06.1995	83,55	77,78	59,46	64,20
26.06.1995	147,20	79,58	83,03	78,29

4.2.8. Yaş ve Kuru Yaprak Ağırlığı

Yaş ve kuru yaprak ağırlığı değişimleri Çizelge 4.10. ve Çizelge 4.11.'da görülmektedir. Yaş ve kuru yaprak ağırlığı arasında iki serada yaklaşık % 100'e yakın fark bulunmaktadır. Bu fark her iki seradaki bitkinin fotosentez hızlarında da önemli değişken bulunduğunun bir göstergesidir.

Yaş yaprak ağırlığındaki bu % 100'e yakın fark, kuru yaprak ağırlığında yaklaşık % 20 ye düşmektedir. Yaş ve kuru yaprak ağırlığı değerleri her iki sera için de istatistiksel anlamda Pearson r testine tabi tutulmuş ve her dört konu arasında istatistiksel anlamda pozitif yönde ilişki belirlenmiştir. Bu ilişki sonucunda 28 günlük dikim süresini ve ısıtmanın yaş ve kuru yaprak ağırlığını arttıran etmenler olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 4.11. Sıcaklığı Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Yaş Yaprak Ağırlıkları

Tarih	Min.13°C'de Tutulan Sera		Min. 5°C'de Tutulan Sera	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
28.11.1994	3,00		4,10	
21.12.1994	35,54	6,42	11,64	3,08
12.01.1995	93,50	15,68	40,02	10,30
06.02.1995	410,10	208,30	164,60	56,50
05.03.1995	797,60	478,50	386,10	199,00
05.04.1995	1933,00	1200,00	896,50	564,30
05.06.1995	187,00	224,00	162,00	217,00
26.06.1995	46,95	46,80	41,34	53,49

Çizelge 4.12. Sıcaklığı Minimum 13°C'ye ve 5°C'ye Ayarlanan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihleri İçin Kuru Yaprak Ağırlıkları

Tarih	Min.13°C'de Tutulan Sera		Min. 5°C'de Tutulan Sera	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
28.11.1994	0,34		0,36	
21.12.1994	3,98	0,74	1,31	0,43
12.01.1995	8,86	1,91	3,39	1,39
06.02.1995	29,88	22,41	10,98	7,67
05.03.1995	93,10	58,73	26,61	17,93
05.04.1995	128,70	116,20	106,90	60,40
05.06.1995	28,99	34,51	25,15	32,93
26.06.1995	6,01	5,99	5,29	6,85

Çizelge 4.13. Yaş Yaprak Ağırlığı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi

	Ortalama	S. Sapma	N
Gece Sıcaklığı Min. 5°C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	157.6671	198.8639	7
Gece Sıcaklığı Min. 5°C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	213.2875	303.7041	8
Gece Sıcaklığı Min. 13°C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	311.3857	425.4852	7
Gece Sıcaklığı Min. 13°C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	437.0738	659.4257	8

Pearson $r = 0.961$ ** (5°C Geç – 5°C Erken)

Pearson $r = 0.969$ ** (5°C Geç – 13°C Geç)

Pearson $r = 0.933$ ** (5°C Geç – 13°C Erken)

** = 0.01 Seviyesinde Önemli derecede ilişki vardır.

Çizelge 4.14. Kuru Yaprak Ağırlığı Değerleri İçin Pearson r İstatistiksel Analizi

	Ortalama	S. Sapma	N
Gece Sıcaklığı Min. 5°C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	37.3438	47.6198	8
Gece Sıcaklığı Min. 5°C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	34.3557	41.6787	7
Gece Sıcaklığı Min. 13°C'ye Ayarlanan Serada Geç Dikim	22.4838	35.6242	8
Gece Sıcaklığı Min. 13°C'ye Ayarlanan Serada Erken Dikim	18.2286	21.7406	7

Pearson $r = 0.972$ ** (13°C Erken – 13°C Geç)

Pearson $r = 0.895$ ** (13°C Erken – 5°C Geç)

Pearson $r = 0.821$ ** (13°C Erken – 5°C Geç)

** = 0.01 Seviyesinde Önemli derecede ilişki vardır.

Her dört Çizelgeden çıkarılan sonuçta yine en yüksek farklılığın, iç sıcaklığın 13°C'ye ayarlandığı serada erken dikim bitkilerdeki yaş ve kuru yaprak ağırlığı ile iç

sıcaklığın minimum 5°C'ye ayarlandığı seralardaki geç dikim bitkileri arasında olduğu görülmüştür.

4.2.9. Net Asimilasyon Oranı

Üretim periyodu boyunca 3 haftada bir her seradan sökülen üç bitkinin yaprak alanları ve yaş ağırlıkları belirlendikten sonra, bitkiler kurutulularak kuru ağırlıkları da saptanmıştır. Elde edilen yaprak alanı değerleri ve kuru madde değerlerinden gidilerek materyal ve metot bölümünde verilen 1 nolu eşitlik yardımı ile net asimilasyon değerleri hesaplanmıştır. Farklı tarihlerde seradan kesilen bitkilerden elde edilen yaş-kuru madde miktarları ve yaprak alanları ile net asimilasyon oranı Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15'de görüleceği gibi bitki sökümüne son verilen 5 Mayıs tarihinde yapılan hesaplamalarla iç sıcaklığın saatlerinde minimum 13°C'ye ayarlandığı plastik serada net asimilasyon oranı 3.5 olarak hesaplanırken, iç sıcaklığın minimum 5°C'ye ayarlandığı serada bu değer 3.7 olmuştur. Her iki seradaki net asimilasyon oranları karşılaştırıldığında iç sıcaklığın minimum 13°C'ye ayarlandığı serada, iç sıcaklığın 5°C'ye ayarlandığı seraya göre; net asimilasyon oranında seralarda ısıtmanın yapıldığı aylarda daha yüksek değerler gözlenmektedir.

Net asimilasyon oranı başta hızlı bir artış göstermiş, üretim periyodunun sonuna doğru bu değer hemen hemen sabitleşmiştir.

Çizelge 4.15. İç Sıcaklığın Gece Saatlerinde Minimum 13°C ve 5°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Farklı Tarihlerde Elde Edilen Yaş ve Kuru madde İle Net Asimilasyon Oranı Değerleri

Minimum 5°C'ye Ayarlanan Sera						Minimum 13°C'ye Ayarlanan Sera						
Erken D. Net Asm Ora	Erken Dikim		Geç D. Net Asm Ora	Geç Dikim		Erken D. Asm Ora.	Erken Dikim		Geç D. Net Asm Ora	Geç Dikim		Tarih
	K.A.	Y.A.		K.A.	Y.A.		K.A.	Y.A.		K.A.	Y.A.	
0.50	-	-	0.56	0.51	5.4	-	-	-	0.51	4.60	28.11.1994	
0.63	0.64	4.79	0.60	1.59	14.86	0.58	0.87	8.01	0.63	45.48	21.12.1994	
0.64	2.45	14.22	0.51	4.56	54.49	0.64	2.47	22.84	0.98	128.84	12.01.1995	
0.83	9.88	79.24	0.66	16.27	221.16	0.85	28.79	278.40	1.14	577.5	06.02.1995	
1.15	28.70	321.4	0.72	40.48	537.40	1.03	86.83	708.17	1.54	1057.7	05.03.1995	
0.92	81.38	798	1.17	130.3	1156.5	0.91	154.44	1573.30	2.23	2346.2	05.04.1995	
4.11	97.13	720	3.7	84.61	601	3.5	112.29	833	4.12	836	05.06.1995	
18.0	85.14	597.9	9.96	88.32	588	9.9	85.5	617	8.4	700.8	26.06.1995	

4.2.10. Verim ve Verimlilik Bulguları

İç sıcaklığın minimum 13°C'ye ayarlandığı plastik seralarda ilk hasat 4.5.1995 tarihinde yapılmıştır. İç sıcaklığın minimum 5°C'ye ayarlandığı seralarda 4.5.1995 tarihinde yapılan hasat, rakamsal olarak verilmekle beraber rakamlardan da anlaşılacağı gibi ekonomik değeri olmayan hasattır.

Elde edilen değerlerden ilk hasat tarihi bakımından erkenciliğin yalnızca 18 gün olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu erkencilik farkının azlığının nedeni olarak 1994-1995 üretim periyodu sırasındaki dış hava koşullarının olumlu olması gösterilebilir.

Bu çalışmada hasadın ilk 20 günlük süreci orta erkenci verim olarak kabul edilebilmektedir. Bu tarihlerdeki hasat için erkenci demek mümkün değildir.

Orta erkenci diyebileceğimiz hasat miktarı yani ilk 20 günlük hasat sırasında iç sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan seradaki bitkilerde erken dikim için 15.70 kg/m² olurken, geç dikim için 15.42 kg/m² olmuştur. Buradan görüldüğü üzere iki dikim arasındaki 28 günlük fark ısıtma ile tolere edilebilmiştir.

İç sıcaklığı 5°C'ye ayarlanan serada ise ilk 20 günlük hasat miktarı erken dikim bitkiler için 7.30 kg/m² olurken geç dikim bitkiler için 6.06 kg/m² olmuştur.

İç sıcaklığın 5°C'ye ayarlandığı serada erken ve geç dikim arasında yaklaşık % 17'lik bir verim farkı söz konusudur. İki serayı birbiriyle kıyaslayacak olursak, iç sıcaklığı 13°C'ye ayarlanan serada geç dikim yapılarak yalnızca % 8 lik bir verim farkı oluşmaktadır.

Her iki serada da domates üretimine 3.7.1995 tarihinde son verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda iç sıcaklığın minimum 13°C'ye ayarlandığı seralarda üretim periyodu boyunca m²'den erken dikim bitkilerden toplam 26.02 kg verim alınırken geç dikim bitkilerden m²'den 23.92 kg verim alınabilmiştir.

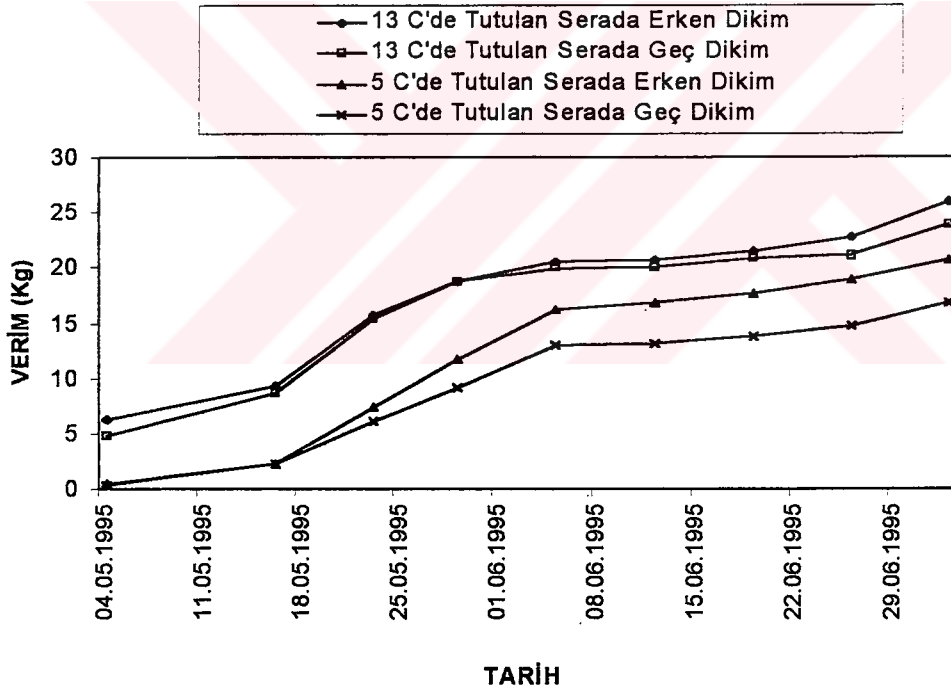
İç sıcaklığının 5°C'ye ayarlandığı seralarda ise son hasat tarihi olan 3 Temmuz tarihine kadar toplam olarak erken dikim bitkiler için 20.79 kg/m² geç dikim bitkiler için 16.81 kg/m² verim elde edilmiştir.

Hasat tarihine göre yığılımlı verim değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Ayrıca iç sıcaklığın minimum 13°C ve 5°C 'ye ayarlandığı plastik seralarda yığışımli verim değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4.4 de oluşturulmuştur.

Şekil 4.4'den de görüldüğü gibi iç sıcaklığın 13°C 'de tutulduğu serada iki dikim tarihi arasındaki farklılık Mayıs sonu itibari ile oluşmaya başlamakla beraber hasat sonuna doğru artmıştır. Ancak Şekil 4.4'de görülen iç sıcaklığın 5°C 'de tutulduğu seralarda iki dikim tarihi arasındaki farklılık Mayıs ayının ortalarında başlayarak son hasat tarihine kadar giderek belirginleşmiştir.

Elde edilen sonuçlardan açıkça görülmektedir ki seranın iç sıcaklık değerlerinin gece saatlerinde minimum 13°C 'ye ayarlanması, erkenci ve toplam verim üzerine en büyük etkiye sahiptir.



Şekil 4.4. İç Sıcaklığın Minimum 13°C 'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Tarihleri İçin Yığışımli Verim Değerlerinin Zamana Göre Değişimi

Çizelge 4.16. İç Sıcaklığın Minimum 13°C ve 5°C'ye Ayarlandığı Plastik Seralarda Erken ve Geç Tarihli Dikimler İçin Hasat Tarihleri ve Yığışım Verim Değerleri

TARİH	13°C'de Tutulan Serada Verim (kg/m ²)		5°C'de Tutulan Serada Verim (kg/m ²)	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
4.5.1995	6.18	4.83	0.44	0.29
16.5.1995	9.38	8.72	2.31	2.31
23.5.1995	15.70	15.42	7.30	6.06
29.5.1995	18.79	18.70	11.75	9.14
5.6.1995	20.58	19.95	16.27	12.96
12.6.1995	20.77	20.06	16.89	13.23
19.6.1995	21.51	20.79	17.67	13.84
26.6.1995	22.75	21.18	18.98	14.79
3.7.1995	24.75	23.92	20.77	16.81
Ortalama	17.823	17.063	9.936	9.930
S. Sapma	7.479	6.322	5.840	5.840

3.7.1995 tarihinde yapılan hasatta yeşil meyveler de hasat edilmiştir. Bu nedenle, 26.6.1995 tarihindeki hasat ile 3.7.1995 tarihindeki hasat değerlerinde önemli bir artış oluşmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda Pearson r testinde %1'lik önem seviyesinde pozitif yönde fark bulunmuştur. En yüksek farklılığın sera içi sıcaklığının gece 13 °C de tutulan seradaki erken dikim bitkiler ile gece sıcaklığı 5 °C de tutulan seradaki geç dikim bitkiler arasında olduğu belirlenmiştir.

4.2.11. Meyve Kalite Özellikleri

Domateslerde özellikle ekonomik değeri olan ürünler sofralık olarak tüketilenlerdir. Sofralık domateslerde ise en önemli özellik büyük çaplı meyvelerin daha kolay pazar bulması ve daha iyi fiyat ile değerlendirilmesidir. Bu nedenle her iki serada da 30-60-90 mm olarak hasatta çap ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 4.17.'den de görüldüğü gibi minimum 13°C'ye ayarlanan serada toplam verimin % 48'e yakın kısmı 60 mm'nin üzerindeki meyvelerde olmuş ancak iç sıcaklığı minimum 5°C'ye ayarlanan serada ise en fazla hasat 30-60 mm çapındaki meyvelerde yapılmıştır.

Çizelge 4.17. İç Sıcaklığın Minimum 13°C'ye Ayarlandığı Serada Meyve Çapının Hasat Tarihleri İle İlişkisi

Tarih	Erken Dikim (kg/m ²)			Geç Dikim (kg/m ²)		
	30 mm	45 mm	60 mm	30 mm	45 mm	60 mm
04.05.1995	1.58	2.35	1.98	2.15	-	2.68
16.05.1995	0.95	0.8	1.45	1.20	1.15	1.54
23.05.1995	1.37	1.07	3.88	1.60	2.52	2.58
29.05.1995	0.90	0.85	1.34	0.85	1.68	0.75
05.06.1995	0.42	0.31	1.06	0.30	0.44	0.51
12.06.1995	0.09	0.1	-	0.04	0.07	-
19.06.1995	0.21	0.53	-	0.30	0.43	-
26.06.1995	0.39	0.45	0.40	0.12	0.27	-
03.07.1995	0.82	1.18	-	0.95	1.79	-
TOPLAM	7.0	7.64	10.11	7.51	8.35	8.06

Çizelge 4.18. İç Sıcaklığın Minimum 5°C'ye Ayarlandığı Serada Meyve Çapının Hasat Tarihleri İle İlişkisi

Tarih	Erken Dikim (kg/m ²)			Geç Dikim (kg/m ²)		
	30 mm	45 mm	60 mm	30 mm	45 mm	60 mm
04.05.1995	0.10	0.12	0.22	0.05	0.12	0.12
16.05.1995	0.40	0.74	0.75	0.45	0.67	0.90
23.05.1995	2.10	1.40	1.49	1.15	1.42	1.18
29.05.1995	1.60	1.85	1.0	1.08	0.67	1.33
05.06.1995	0.90	1.75	1.87	2.62	1.20	-
12.06.1995	0.42	0.20	-	0.07	0.08	0.12
19.06.1995	0.38	0.40	-	0.16	0.32	0.13
26.06.1995	0.75	0.36	0.20	0.20	0.35	-
03.07.1995	0.82	0.62	0.35	0.45	0.37	1.60
TOPLAM	7.47	7.42	5.88	6.23	5.20	5.38

4.2.11.1. pH Değerleri

Meyvelerde her bir hasat sonrası 5 adet meyvenin askorbik asit ile işleme tabii tutulması sonucu elde edilen pH değerleri Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Meyvelerin pH Değerleri

TARİH	Gece 13°C'de Tutulan Serada		Gece 5°C'de Tutulan Serada	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
04.05.1995	4.2	4.1	4.1	4.2
16.05.1995	4.0	4.1	4.1	4.1
23.05.1995	4.1	4.0	4.2	4.1
29.05.1995	4.0	4.1	4.1	4.1
05.06.1995	4.1	4.2	4.1	4.1
12.06.1995	4.1	4.1	4.1	4.1
19.06.1995	4.2	4.1	4.1	4.1
26.06.1995	4.0	4.2	4.1	4.1
03.07.1995	4.2	4.1	4.1	4.1

Meyvedeki pH değerleri değişiminde dört konu arasında istatistiksel anlamda %1'lik önem seviyesinde bir fark bulunamamıştır.

4.2.11.2. Meyvedeki Kuru Madde Miktarları

Domates bitkisinde her hasat sonrası yapılan laboratuvar analizlerinde kuru madde miktarları belirlenmiştir. Bu miktarlar Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. İç Sıcaklığın Minimum 13°C ve Minimum 5°C'de Tutulan Seralarda Erken ve Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Kuru Madde Miktarları

TARİH	Gece 13°C'de Tutulan Serada (g/bitki)		Gece 5°C'de Tutulan Serada (g/bitki)	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
04.05.1995	6.6	6.8	6.6	6.6
16.05.1995	6.4	6.6	6.6	6.7
23.05.1995	6.9	6.7	6.7	6.8
29.05.1995	6.8	6.8	6.6	6.7
05.06.1995	6.9	6.6	6.7	6.6
12.06.1995	7.0	6.8	6.6	6.6
19.06.1995	6.8	6.9	6.7	6.6
26.06.1995	7.0	6.9	6.9	6.8
03.07.1995	6.6	6.7	6.6	6.8
Ortalama	6.70	6.75	6.66	6.68

Çizelge 4.20'den de görüldüğü gibi ısıtılan serada önemsenmeyecek kadar küçük bir fark ile kuru madde miktarında fazlalık vardır.

Ancak yapılan istatistikte testler sonucunda %1 seviyesinde önemli bir farklılık bulunamamıştır.

4.2.11.3. Meyve Suyunda Vitamin C İçeriği

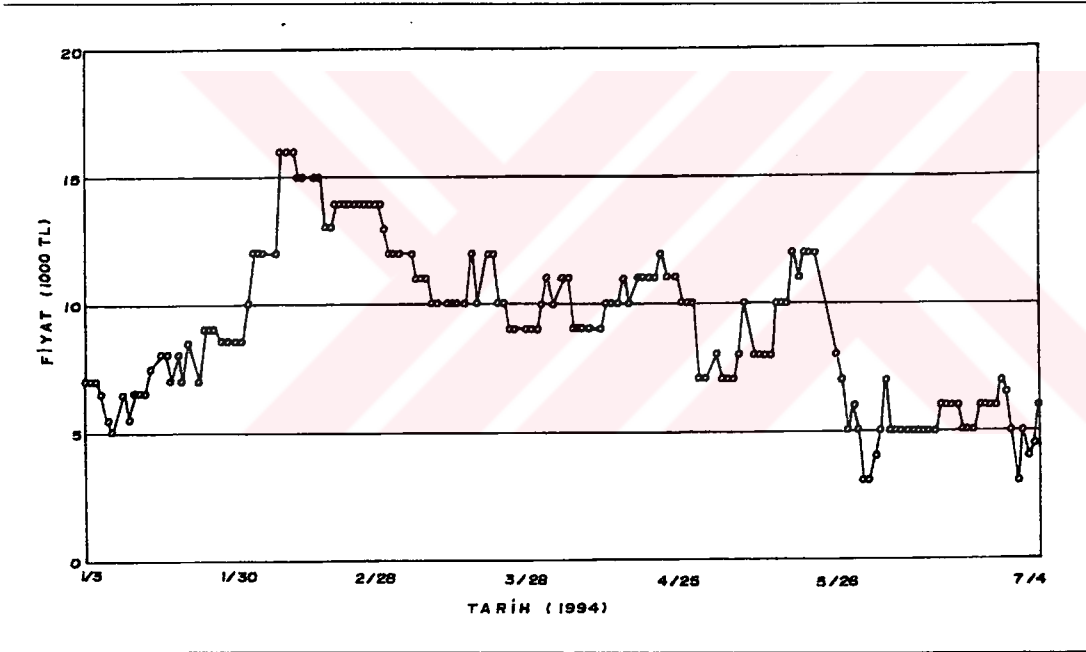
Çizelge4.21. Meyve Suyunda Vitamin C İçeriği

TARİH	Min 13°C'de Tutulan Serada		Min 5°C'de Tutulan Serada	
	Erken Dikim	Geç Dikim	Erken Dikim	Geç Dikim
04.05.1995	3.50	3.45	3.45	3.40
16.05.1995	3.50	3.60	3.50	3.40
23.05.1995	4.00	4.70	3.40	3.45
29.05.1995	4.10	4.60	3.80	3.80
05.06.1995	4.00	3.85	3.80	3.80
12.06.1995	3.90	3.80	3.43	4.00
19.06.1995	4.20	4.25	4.00	4.10
26.06.1995	3.90	4.08	4.00	4.10
03.07.1995	3.90	4.40	4.00	4.00

Hasat edilen domates meyvelerinden elde edilen C vitamini içeriği değerleri Çizelge 4.2.1'de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi sıcaklığı farklı seralar arasında C vitamini bakımından istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde önemli bir farklılık çıkmamıştır.

4.2.12. Toptan Domates Fiyatlarındaki Değişmeler

Şekil 4.5'de 1995 yılı için hasat tarihlerinde hâl fiyatı olarak domates ürününün fiyatları verilmiştir. Fiyatlarının en yüksek olduğu ay ocak ayıdır. Mayıs ayından itibaren yaz ayları boyunca ve eylül ayında fiyatlardaki düşme gözlenmektedir.



Şekil 4.5. 1994 Yılı İçin Toptan Domates Fiyatlarının Zamana Göre Değişimi

4.3. Simul Serre La Tomato Adlı Bitki Büyüme Modelinin Yöre Koşullarına Uyumunun Belirlenmesi

Simulasyon modellerinde bitki büyümesinin tahmin edilmesi ilk aşama olarak alınırsa geliştirilen bu modellerin sınanması, herhangi bir yöreye uygulanması ve uygulanmanın doğruluğunun onaylanması ilk aşamayı izleyen çalışmalar olarak tanımlanabilir.

Deneme sonuçları yardımı ile modelin mantık çerçevesinde çalışıp çalıştırılmadığının araştırılması işlemine sına ve değerlendirme denir.

Çalışmada kullanılan minimum 13°C ve 5°C iç sıcaklıklarına ayarlanan iki sera olmasına karşın modelde kullanılabilen en düşük gece sıcaklığı 10°C olduğu için gece sıcaklığı 5°C ye ayarlanan seralar bu validasyon (yöre koşullarında modelin denenmesi işlemi) işlemi için ayrı tutulmuş erken ve geç dikim tarihli konular ile gece sıcaklığı minimum 13°C ye ayarlanan seralar modelin uygulanabilirliğinin araştırılması için kullanılmıştır.

4.3.1. Gece ve Gündüz Sıcaklıklarının Model ve Arazi Çalışması İçin Karşılaştırılması

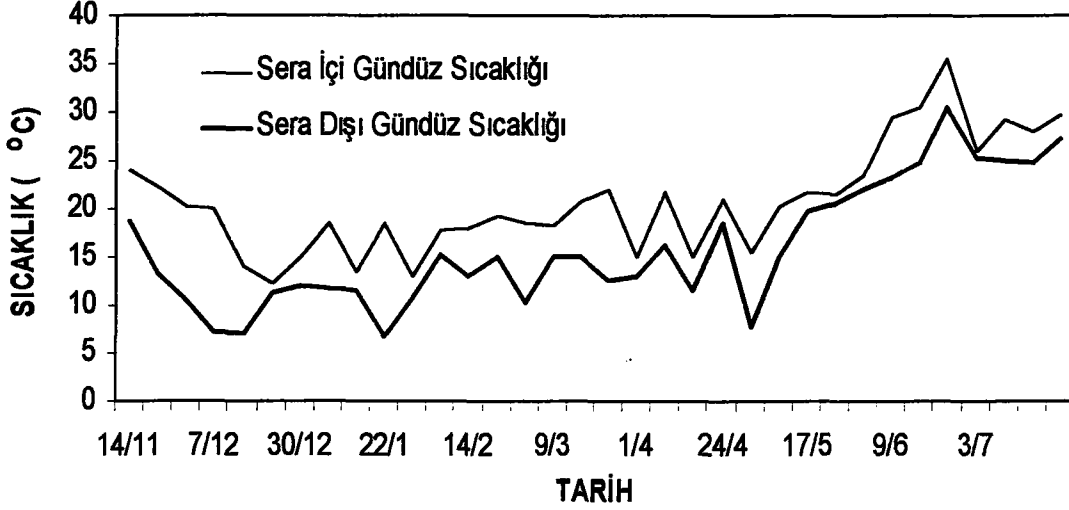
4.3.1.1. Gündüz Sıcaklıklarının Karşılaştırılması

Arazi çalışmasında gündüz ve gece sıcaklıkları dış ve iç sıcaklık data logger yardımı ile saatlik olarak ölçülmüştür.

Modelde ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü yardımı ile 3 senelik sıcaklık değerleri saatlik olarak alınarak modelin simule edilebilmesi için kullanılmıştır.

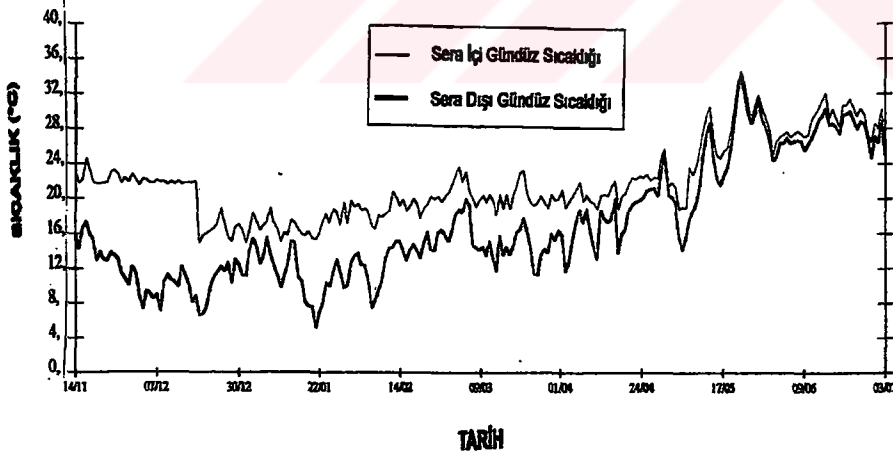
Model sera dışı sıcaklıklarını kendi içerisinde kullanarak sera iç sıcaklıklarını belirlemiştir. Sabah 06:00 ve akşam 18:00 saatleri arasında belirlenen bu değerler Şekil 4.6.ve 4.7. ile gösterilmiştir.

Arazi çalışmasında elde edilen sonuçlarda ortalama alındığı için bir takım ekstrem değerler kaybolabilmiştir.



Şekil 4.6. Arazi Çalışması Sonucu İç Sıcaklığı Minimum 13°C Kadar Isıtılan Seralar İçin Elde Edilen Gündüz Saatlerinde Sera İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C)

Şekil 4.7. İç Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Ayarlanmış Serada Modelde Elde



Edilen Gündüz Saatleri İçin İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C)

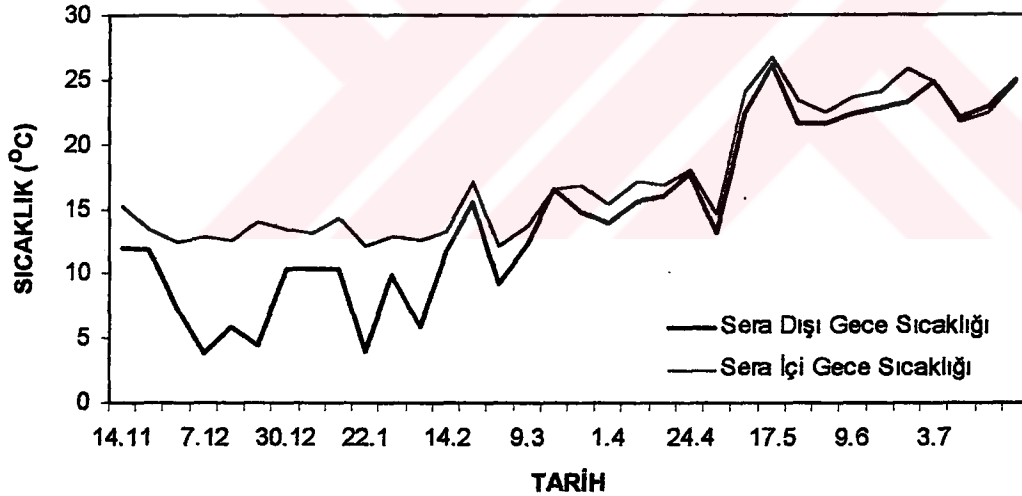
Kasım ayı iç sıcaklık ortalamaları alınarak 14.11.1994 tarihinden başlayan ölçümlerden elde edilen iç sıcaklık değeri 24°C iken, modelden tahmin edilen eğri için sıcaklık 23°C olarak belirlenmiştir. Sera içi sıcaklık değerleri ölçümlerinde 12. ayda bir düşüş saptanmıştır. Modelden elde edilen egride 12. ayda düşüşler izlenmekle beraber, sıcaklık 16°C'de kalmıştır. Seralarda ölçülen değerlerden ise aynı ayda sıcaklığın 13°C'ye düştüğü gözlenmiştir. Her iki çalışmada da nisan ayı

itibari ile sıcaklık yükselmiş ve 20°C'nin üstünde belirlenmiştir. Ölçülen sera iç sıcaklık değerleri ile modelden tahmin edilen değerler birbirleriyle paralellik göstermektedir.

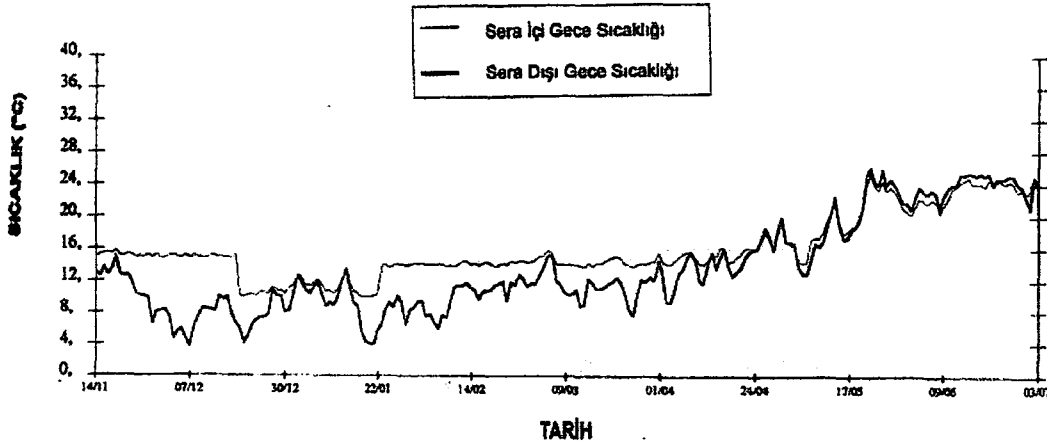
Gündüz dış sıcaklık eğrileri ise modelde 14.11.1994 tarihinde 16°C civarında saptanırken arazi denemesinde 18°C'de olmuştur. Modelden elde edilen eğride en düşük sıcaklıkların 1. ve 2. ayda olduğu gözlenirken arazi çalışmasında 4. ayda günlük ekstrem bir düşüş gözlemlenmiştir. Yine sera içi sıcaklık eğrilerinde olduğu gibi nisan ayı itibari ile sıcaklık yükselmiş ve iç ile dış sıcaklıklar birbirine yakın seyretmiştir.

4.3.1.2. Gece Sıcaklıklarının Karşılaştırılması

Gece sıcaklıkları için arazi çalışmasından elde edilen değerleri Şekil 4.8.'de modelden elde edilen değerler de Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.8. Arazi Çalışması Sonucu Gece Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Kadar Isıtılan Seralar İçin Elde Edilen Gece Saatlerinde Sera İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C)



Şekil 4.9. Modelde Elde Edilen Gece Sıcaklığı Minimum 13°C'ye Kadar Isıtılan Seralarda Gece Saatleri İçin İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (°C)

Ölçümlerden elde edilen gece sera dışı sıcaklığını gösteren eğriler takip edilirse 14.11.1994 tarihinde minimum 13°C'lik bir sıcaklık olduğu gözlenebilir. Modelden elde edilen eğride ise 12.7°C'lik sera dışı gece sıcaklığı söz konusudur.

Arazi çalışmasında en düşük sıcaklıklar 12. ve 2. ay arasında belirlenmiştir. Modelden elde edilen eğrilerde de benzer eğilim söz konusudur.

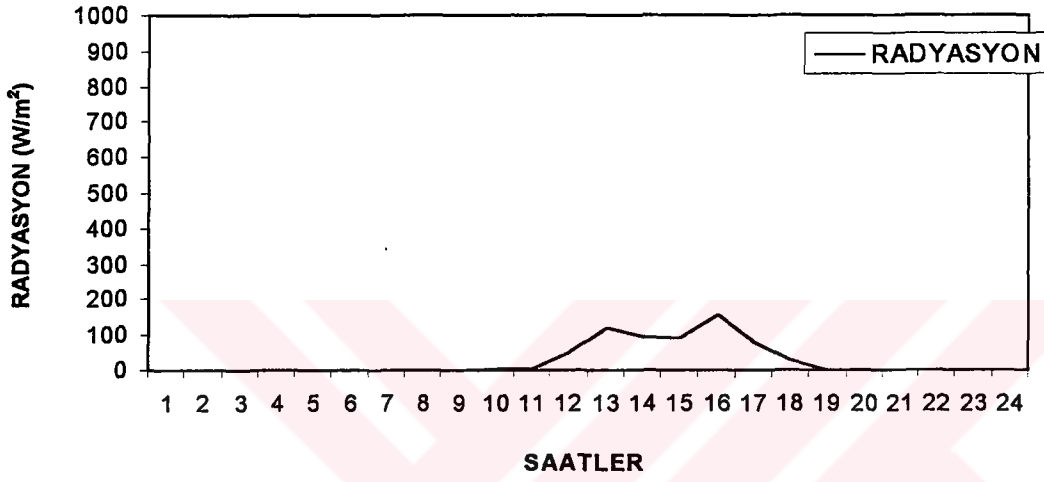
En düşük sıcaklık arazi çalışmasında 12. ayda ve 1. ayda yaklaşık 4°C ile elde edilirken modelde aynı tarihlerde 5°C olarak elde edilmiştir. Gündüz sıcaklığında olduğu gibi nisan ayından itibaren gece sıcaklığı da artarak temmuz ayında yaklaşık 25°C'ye ulaşmıştır.

Gece iç sıcaklıkları incelendiğinde; modelde gece dış sıcaklıklarının yüksek olması nedeni ile iç sıcaklık aralık ayının ortalarına kadar 15°C'de seyretmiş, Ocak ayının ortalarında 10°C'ye düşmüştür. Minimum 13°C de 4. ayın sonuna kadar sabit tutulmuştur. Arazi çalışmasından elde edilen eğrilerde ise kasım ayının sonlarında 10°C'ye kadar düşmüş, sonra 12 ile 14°C arasında sabit tutulmuştur. 10°C'ye kadar kasım ayındaki düşüş, ısıtma sistemindeki arızadan kaynaklanmıştır. Mayısın ortalarından itibaren dış hava sıcaklığının artması ile ısıtmaya son verilmiş ve iç sıcaklıkta 21°C'ye kadar çıkmıştır.

Model ve arazi çalışmalarındaki iç ve dış sıcaklıklar izlenerek model ile arazi çalışmasının uyumunun söz konusu olduğu düşünülebilmektedir.

4.3.2. Seralarda Ölçülen ve Model Yardımı ile Tahmin Edilen Radyasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

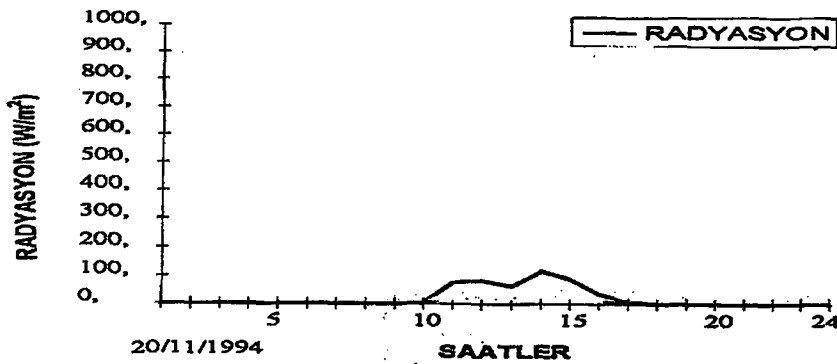
20.11.1994 tarihinde modelden tahmin edilen en yüksek radyasyon değeri 135 W/m^2 iken serada ölçüm ile elde edilen değer 150 W/m^2 olmuştur. Radyasyon değişimlerinin benzerlik gösterdiği Şekil 4.10 ve 4.11'den izlenebilmektedir.



Şekil 4.10. Arazi Çalışması Sonucunda Elde Edilen Radyasyon Değeri (20.11.1994)

Radyasyonun en yüksek 13:00-14:00 saatleri arasında olduğu modelden ve sera denemesinden elde edilen şekillerden görülmektedir.

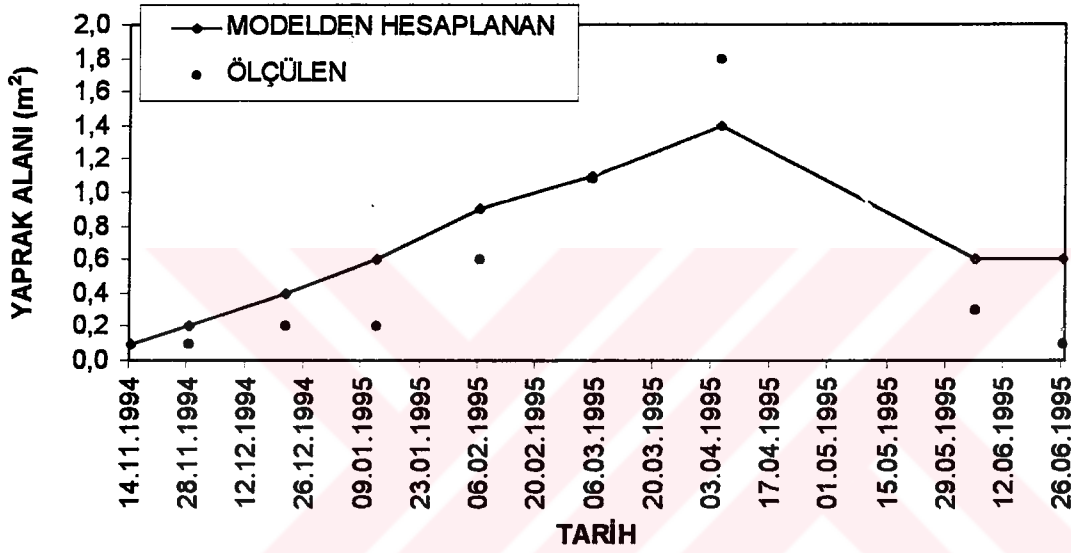
Buradan anlaşılacağı gibi sera denemesi ve modelden elde edilen radyasyon değerleri birbiri ile uyum içerisindedir.



Şekil 4.11. Modelden Elde Edilen Radyasyon Değeri

4.3.3. Ölçülen ve Model Tarafından Tahmin Edilen Yaprak Alanının Karşılaştırılması

Yaprak alanı değerlerinin bir bitkideki fotosentez hızı ve büyüme göstergesi olduğu düşünülür. Yaprak alanı değerleri simule edilen ve sera denemesinde ölçülen değerler olarak erken dikim tarihli bitkiler için Şekil 4.12 ve Çizelge 4.22’de verilmiştir.



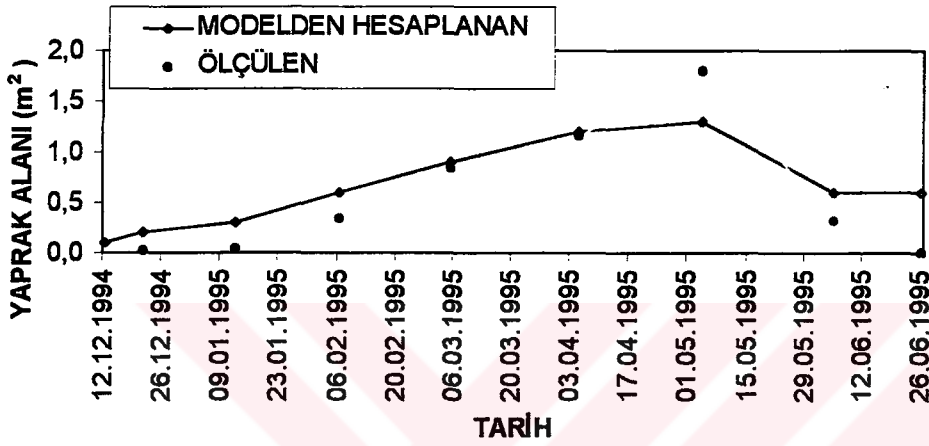
Şekil 4.12. Erken Dikim Tarihli Bitkiler İçin Yaprak Alan Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 4.22. Erken Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Yaprak Alanı Değerleri

TARİH	MODELDEN HESAPLANAN (m ²)	ÖLÇÜLEN (m ²)
14.11.1994	0.1	
28.11.1994	0.2	0.1
21.12.1994	0.4	0.2
12.01.1995	0.6	0.2
06.02.1995	0.9	0.6
05.03.1995	1.1	1.8
05.04.1995	1.4	1.8
05.06.1995	0.6	0.3
26.06.1995	0.6	0.1

Bu bilgiler ışığında modelden hesaplanan ve ölçülen yaprak alanı değerlerinin şekil olarak benzer oldukları görülmekle beraber 5.4.1995 tarihinde modelde en yüksek değer 1.4 m^2 iken sera denemesinden elde edilen değer 1.8 m^2 olmuştur.

Geç dikim tarihli bitkiler için modelden elde edilen ve sera denemesinden elde edilen değerler Şekil 4.13 ve Çizelge 4.23’de de görülmektedir.



Şekil 4.13. Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Yaprak Alan Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 4.23. Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Yaprak Alanı Değerleri (m^2)

TARİH	MODEL DEN HESAPLANAN (m^2)	ÖLÇÜLEN (m^2)
12.12.1994	0.1	
21.12.1994	0.2	0.015
12.01.1995	0.3	0.038
06.02.1995	0.6	0.335
05.03.1995	0.9	0.843
05.04.1995	1.2	1.16
04.05.1995	1.3	1.26
05.06.1995	0.6	0.32
26.06.1995	0.6	0.01

Şekil ve Çizelgeden de izlenebildiğine göre modelde elde edilen en yüksek değer 4.5.1995 tarihinde 1.3 m^2 iken 1. sera denemesinde 1.26 m^2 olarak görülmektedir.

Her iki dikim tarihinde de en yüksek değer aynı tarihlere rastlaması dış sıcaklık değerlerinin artması ile bitki büyümesinin hızlanmasına bağlıdır.

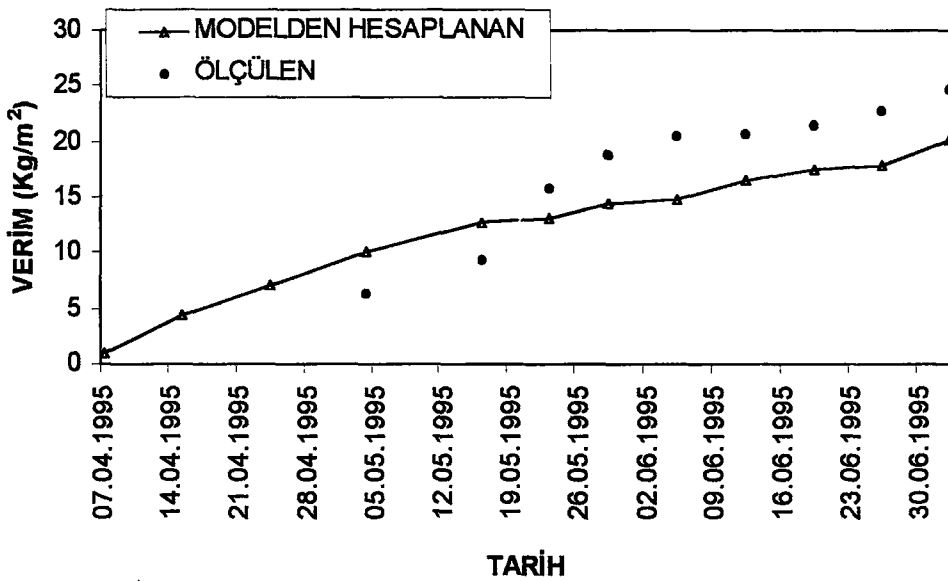
4.3.4. Bitki Büyüme Modeli ve Sera Çalışmasının Verim Yönünden Karşılaştırılması

Istıtılan serada farklı dikim tarihlerinde elde edilen verim değerleri ile modelden elde edilen verim değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Arazi Çalışmalarından ve Modelden Elde Edilen Verim Değerleri (kg/m^2)

	Sera Denemesinden Elde Edilen Verim	Modelden Elde Edilen Verim
Erken Dikim	$24.75 \text{ kg}/\text{m}^2$	$20.18 \text{ kg}/\text{m}^2$
Geç Dikim	$21.68 \text{ kg}/\text{m}^2$	$19.20 \text{ kg}/\text{m}^2$

Erken tarihli dikim için modelden simule edilen ve sera denemesinden elde edilen verim değerleri Şekil 4.14'de verilmiştir.



Şekil 4.14. Modelden ve Seradan Elde Edilen Verim Değerleri (kg/m^2)

Verim değerleri daha açık görülebilmesi için çizelge olarak verilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Modelde ve Arazi Çalışmalarından Elde Edilen Verim Değerleri (kg/m^2)

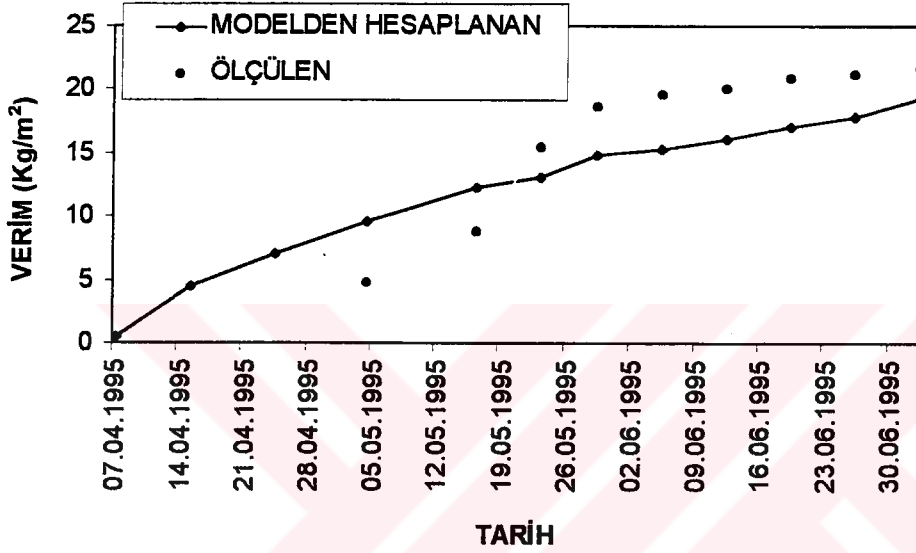
TARİH	MODELDEN HESAPLANAN (kg/m^2)	ÖLÇÜLEN (kg/m^2)
07.04.1995	0.9	
15.04.1995	4.4	
24.04.1995	7	
04.05.1995	10	6.18
16.05.1995	12.7	9.38
23.05.1995	13.1	15.7
29.05.1995	14.4	18.79
05.06.1995	14.8	20.56
12.06.1995	16.6	20.77
19.06.1995	17.4	21.51
26.06.1995	17.9	22.75
03.07.1995	20.1	24.75

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.14'de görüldüğü gibi simülasyon modelinden elde edilen ilk hasat 07.04.1995 tarihinde olmakla beraber sera denemesi değerleri için ilk hasat 4.5.1995 te olmuştur. Bu yaklaşık bir aylık ilk hasat tarihindeki farklılığın hasadın az olması nedeni ile biriktirilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ancak modelde her şeyin ideal koşullarda olduğu düşünülürse, 4.5.1995 tarihindeki hasatta seralarda 6.18 kg/m^2 alınırken modelden 10 kg/m^2 alındığı belirlenebilmektedir.

Erken dikim tarihli bitkiler için simülasyon değeri ile sera denemesinden elde edilen değerler arasında % 19.2'ik bir fark elde edilmektedir. Bu fark 4.65 kg/m^2 'ye eşdeğerdir.

Sera denemesinden elde edilen 3.07 kg/m^2 'lik fazla hasatın içerisinde, son hasatta yeşil bitkilerin de olduğu bilinmektedir. Oysa modelde yalnızca belli olgunluğa gelen bitkilerin hasadı hesap edilmektedir.

Geç dikim tarihli bitkiler için verim değerleri Şekil 4.15 ve Çizelge 4.2.6 da gösterilmiştir.



Şekil 4.15. Geç Tarihli Dikimde Elde Edilen Verim

Çizelge ve Şekilden izlendiği üzere simulasyon modelin ilk hasatı erken ekim bitkilerindeki gibi yine 7.4.1995 tarihinde başlamıştır. Geç dikim tarihli bitkiler için sera denemesinde de aynı erken tarihli bitkiler için olduğu gibi ilk hasat 4.5.1995 tarihinde başlamıştır. Buradan da görüldüğü gibi modelde ve sera denemesinde hasat tarihleri farklı olmakla beraber 1 aylık gecikme her iki tarih için de söz konusudur.

Modelde ilk hasatta 0.5 kg/m^2 verim alınırken sera denemesinde yaklaşık bir ay sonra ilk hasatta 4.83 kg/m^2 verim alınabilmiştir.

Son hasatlarda ise modelde 19.2 kg/m^2 verim alınabilmiş iken sera denemesinde 21.68 kg/m^2 verim alınmıştır. Bu da tıpkı 12 kasım tarihli dikimde olduğu gibi sera denemesinde son hasatta yeşil bitkilerin hasadı ile oluşan fazla hasat değeridir. 3.07.1995'te model 21.1 kg/m^2 seradan alınan verim 21.68 kg/m^2 olacaktır. Daha iyi bir uyum söz konusudur.

Çizelge 4.26. Geç Dikim Tarihli Bitkiler İçin Simule Edilen ve Ölçülen Verim Değerleri (kg/m²)

TARİH	MODEL DEN HESAPLANAN (kg/m ²)	ÖLÇÜLEN (kg/m ²)
07.04.1995	0.5	
15.04.1995	4.4	
24.04.1995	7	
04.05.1995	9.6	4.83
16.05.1995	12.2	8.72
23.05.1995	13.1	15.42
29.05.1995	14.8	18.7
05.06.1995	15.3	19.55
12.06.1995	16.1	20.06
19.06.1995	17	20.79
26.06.1995	19.2	21.18
03.07.1995	20.1	21.68

4.3.1.6. En Uygun Üretim Şartlarının Simulasyon Modeli Aracılığı İle Belirlenmesi

Ekolojik sistemlerle ilgili olarak matematik modellerle çalışmanın, bilgilerin uygulama olanaklarının olmadığı durumlarda çok yararlı ve önemli olduğu bildirilmiştir (Richter, 1985).

Bu şekilde karışık veya doğrusal olmayan sistemlerdeki dinamik oluşumlarla ilgili deneyim kazanılan ve sistemin bir parçasında yapılan değişikliğin tüm sisteme etkileri önceden tahmin edilebilir.

Yukarda da belirtildiği gibi Simul Serre La Tomate adlı bitki büyüme modeli Çukurova koşullarında tekrar denenerek ortalama % 14.7 oranında doğruluğun onaylandığı belirlenmiştir. Bu validasyon (yöre koşullarında tekrar denemesi ve kalibrasyonun doğrulanması işlemi) işleminden sonra Çukurova yöresi için en uygun dikim tarihleri, örtü materyali ve CO₂ gübreleme miktarı çalışmanın bu bölümünde belirlenmeye çalışılmıştır.

Model üç ayrı sıcaklık değerleri için farklı dikim tarihleri farklı örtü materyalleri ve farklı CO₂ gübreleme miktarları için simulasyon modeli çalıştırılmıştır.

4.4. Modelden Elde Edilen Değerler

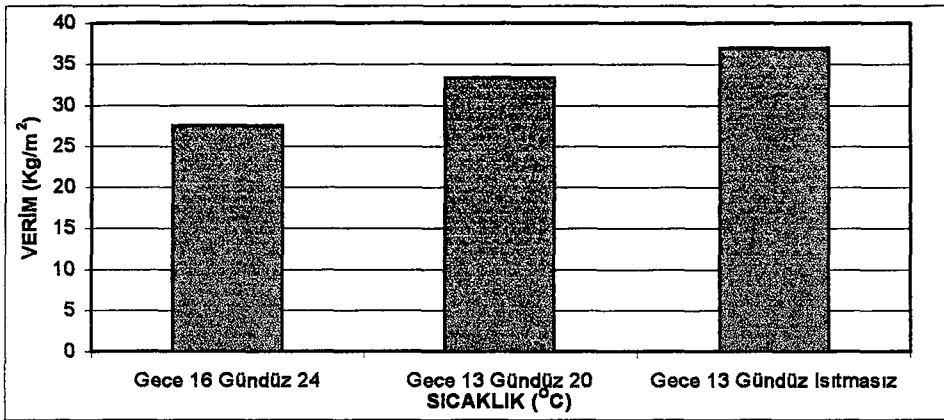
4.4.1. Sıcaklık Verim İlişkileri

Daha önce model konusunda belirtildiği gibi üç farklı sıcaklık değerleri model üzerinde denenmiştir.

1. Gece 16⁰C gündüz 24⁰C iç sıcaklık koşulları,
2. Gece 13⁰C gündüz 20⁰C iç sıcaklık koşulları,
3. Gece 13⁰C gündüz ise ısıtma yapılmadığı sıcaklık koşulları,

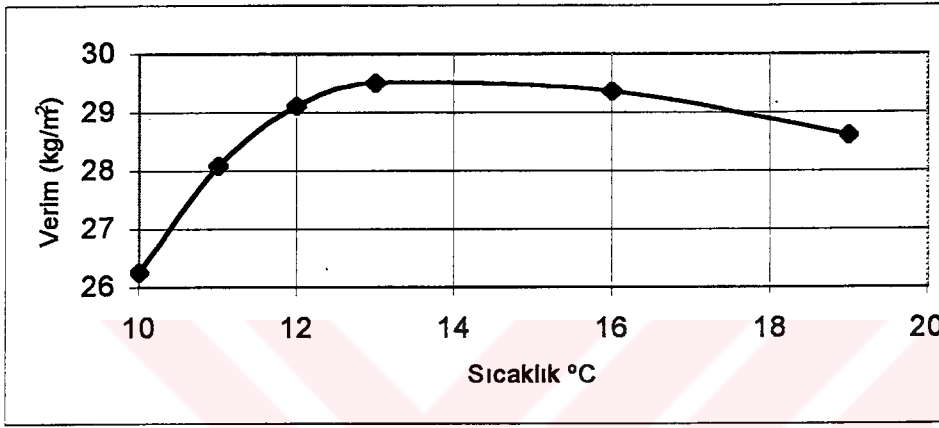
Sıcaklığın verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla tüm konular için örtü malzemesi tek kat olarak seçilmiş ve her üç konuda da CO₂ gübrelemesi yapılmamıştır. Elde edilen değerler Şekil 4.16.'da verilmiştir.

Eylül ayında başlayıp haziranın sonunda biten üretim periyodu için verim incelendiğinde en yüksek verimin gece 13⁰C gündüz ısıtma yapılmayan serada elde edildiği görülmektedir. Diğer üretim süreçleri içinde benzer sonuçlar elde edilmektedir .Farklı varyasyonlar için modelden elde edilen verim değerleri ek 1'de verilmiştir.



Şekil 4.16. Farklı Sera İçi Sıcaklık Koşullarında Elde Edilen Verim Değerleri (kg/m²)

Şekilden de görüldüğü gibi ilk bakışta sıcaklığın verim üzerine olumsuz etki yaptığı söylenebilir. Oysa elde edilen bulgular incelendiğinde modelde iç sıcaklığın gündüz saatlerinde yükseltilmesi durumunda serada arzulanan iç sıcaklığın sağlanabilmesi için havalandırma yapılamamakta ve buna bağlı olarak CO₂ konsantrasyonu kapalı sera ortamında düşmektedir.



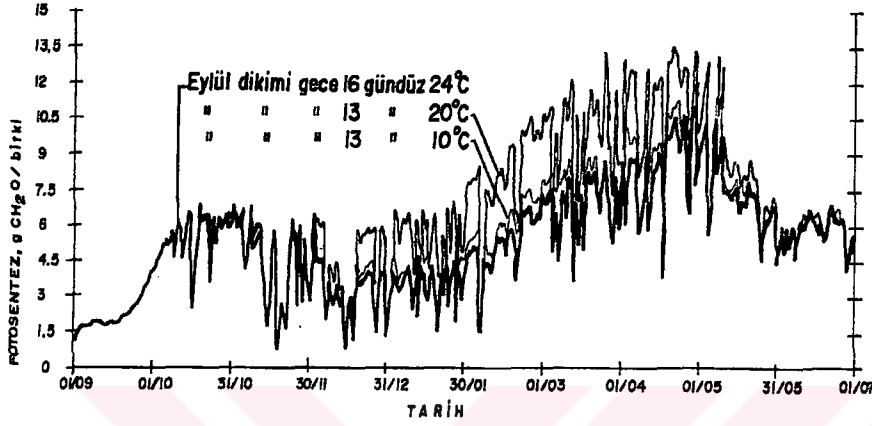
Şekil 4.17 Sera İç Sıcaklığının Gece ve Gündüz Eşit Tutulduğu Koşullarda Sıcaklık Verim İlişkisi

Bu sonucu irdelemek amacı ile modelde CO₂ gübrelemesi yapılarak değerleri gece ve gündüz sıcaklığı eşit tutularak farklı sıcaklıklarda modelden elde edilen verim değerleri Şekil 4.17’de görülmektedir.

Şekilden de görüldüğü gibi sera içi sıcaklık değeri arttığında, 15.5 °C’ye kadar verim artmakta daha sonra verim düşmeye başlamaktadır.

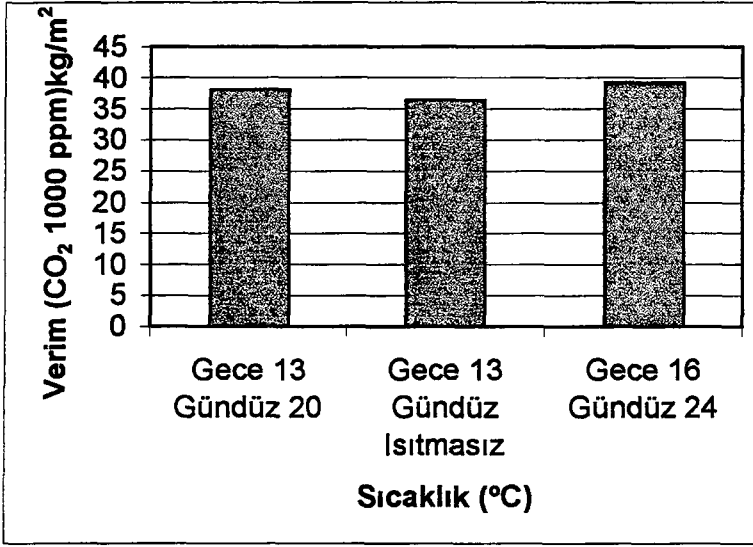
Daha önce belirtilen her üç konu için model tarafından tahmin edilen fotosentez değerleri Şekil 4.18’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi gündüz ısıtmanın yapılmadığı serada (iç sıcaklık 10 °C’ye ayarlanmış) fotosentez değeri (CHO₂/bitki) sera içerisinde gündüz ısıtma yapılan diğer iki seradan daha yüksek seyretmektedir. Bunun nedeni iç sıcaklığın 10°C’nin üstüne çıkması durumunda havalandırma kapakları açılarak sera içerisine CO₂ gazının girmesidir. CO₂ gazının sera içerisinde 350 ppm’e ulaşması nedeniyle fotosentez hızı daha yüksek olmaktadır.

Bu şekilden elde edilen sonuçlardan da fotosentez hızının verim etkisi düşünülecek olur ise ısıtmanın belli bir sıcaklıktan sonra verim düşüklüğü oluşturması açıklanabilmektedir.



Şekil 4.18. Farklı İç Sıcaklık Değerlerinde Serada Model Tarafından Tahmin Edilen Fotosentez (CH₂O/Bitki) Değerleri

Sıcaklığın verim üzerindeki gerçek etkisinin belirlenmesi amacıyla her bir konuda CO₂ konsantrasyonu 1000 ppm de tutularak model tarafından verim tahminleri yapılmıştır .Elde edilen bulgulara ilişkin sonuçlar şekil 4.19'da verilmiştir Şekilden de görüleceği gibi CO₂ konsantrasyonunun her üç konuda 1000 ppm de tutulması durumunda en yüksek verime iç sıcaklığın gece /gündüz 16/24°C'de tutulduğu koşullarda ulaşılmıştır

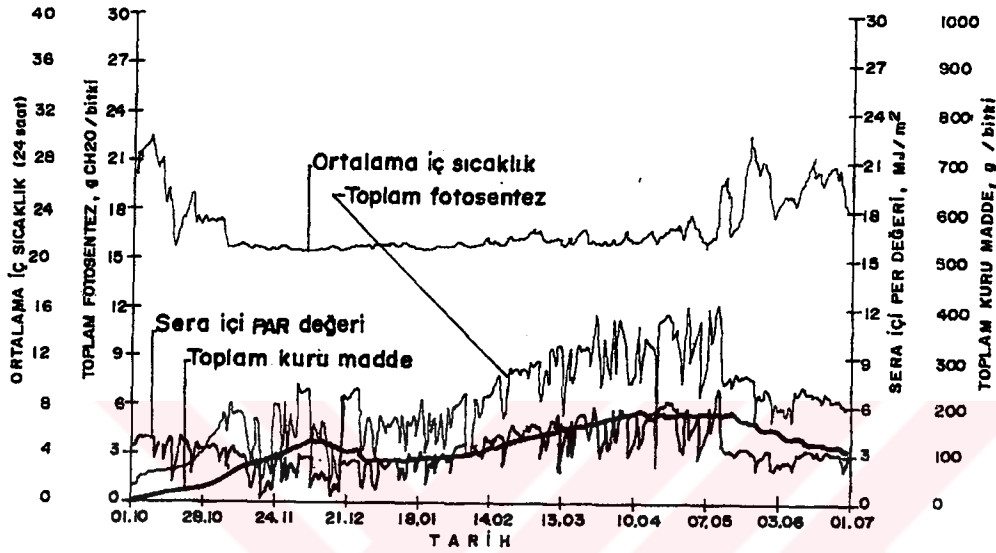


Şekil 4.19. CO₂ konsantrasyonunun 1000 ppm'de tutulduğu koşullarda Farklı İç Sıcaklık Değerlerine Bağlı Olarak Model Tarafından Tahmin Edilen Verim Değerleri

Çalışmada farklı sıcaklıklar farklı örtü tipleri ve farklı CO₂ gübrelemesi koşulları altında elde edilen verim değerleri Ek 1'de verilmiştir. Verim-PAR (Fotosentez Aktif Radyasyon) ilişkisi de seralarda sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonu ile birlikte verimi etkileyen bir diğer unsur olarak ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.20'de ekim ayında dikilen bitkiler için 500 ppm'lik CO₂ gübrelemesinin olduğu ve sera içi sıcaklığının gece 16°C gündüz 24°C'ye ayarlandığı koşullarda fotosentez miktarı (g CH₂O/bitki), seradaki PAR (MJ/m²) ve toplam kuru madde miktarı (g/bitki) verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi günlük ortalama sıcaklık ekim ayının sonunda mayıs ayının başına kadar ortalama 21°C'de tutulmuştur. Ekim ayı içinde dış sıcaklığa bağlı olarak sera içindeki ortalama günlük sıcaklık 30°C'ye kadar değişim göstermektedir. Sıcaklığın yüksek olması ve bitkilerin küçük olması nedeni ile fotosentez miktarı azalmış ve düşen sıcaklığa ve vegetatif büyümeye bağlı olarak ekim ayının sonuna doğru artış göstermiştir. Kasım ayının başlangıcından itibaren sabitlenen iç sıcaklık dikkate alındığında fotosentez miktarı seradaki PAR ile orantılı olarak artma ve azalmalar göstermektedir. Diğer bir ifade ile sıcaklık etmeninin sabitleşmesi durumunda fotosentez, PAR'a bağlı değişim göstermiştir. Mayıs ayının başlangıcından itibaren serada artan sıcaklığa ve yapılan

%50 oranındaki gölgelemeye bağlı olarak fotosentez miktarında azalma ortaya çıkmıştır. Ayrıca, şekilden de görüleceği gibi kuru madde miktarı (g/bitki) artan fotosenteze bağlı olarak artma göstermiştir.



Şekil 4.20. Sera İç Sıcaklığın Gündüz 24 Gece 16°C De Tutulduğu Seralar İçin Fotosentez, Kuru Madde, İç Sıcaklık ve PAR Değerinin Zamana Bağlı Değişimi.

4.4.2. Dikim Tarihi ve Verim İlişkisi

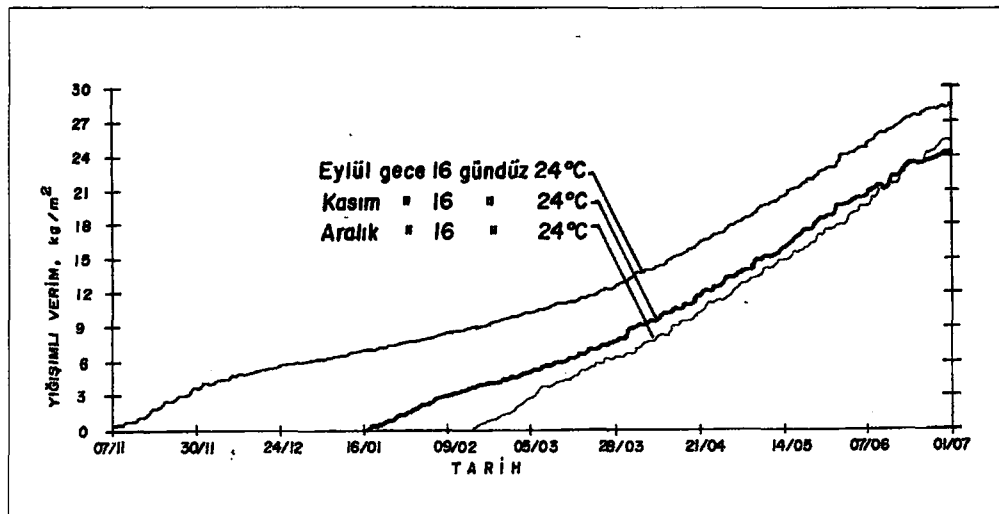
Serada birim alandan elde edilen verim, üretim perioduna bağlı olarak değişim göstermektedir. Araştırmada farklı dikim tarihleri ne bağlı olarak birim sera alanından elde edilen verim ve verim azalma yüzdesi Çizelge 4.27 de verilmiştir.

Çizelgeden de görüleceği gibi en yüksek verim dikimden sonra 304 günlük üretim periyodunda elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile üretim periyodunun uzaması verim artışına neden olmaktadır. 304 günlük üretim periyodu baz alındığında 60-30'ar günlük periyod kısıtlaması ile verimi % 17 - 33 azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.27 Farklı Dikim Tarihlerine Bağlı Olarak Birim Sera Alanından Elde Edilen Verim ve Verim Azalma Yüzdesi

Dikim Hasat Arası Geçen Süre	Gece 16 ⁰ C Gündüz 24 ⁰ C		Gece 13 ⁰ C Gündüz 20 ⁰ C		Gece 13 ⁰ C Gündüz Isıtma Yok	
	Verim (g/m ²)	Verim Azalması (%)	Verim (kg/m ²)	Verim Azalması (%)	Verim (kg/m ²)	Verim Azalması (%)
1 Eylül –1 Temmuz (304 Gün)	28,64	-	31,75	-	36,06	-
1 Kasım –1 Temmuz (243 Gün)	24,37	14	26,57	16	29,19	19
1 Aralık –1 Temmuz (213 Gün)	23,51	3	24,95	1	25,02	14
Toplam		17		17		33

Şekil 4.21’de farklı dikim tarihlerinde elde edilen ürünün zamana bağlı yığılımlı değerleri verilmiştir. Şekilde de görüleceği gibi en yüksek verim Eylül ayı dikiminden elde edilmiştir. Ancak burada önemli olan elde edilen toplam verim yanında, ürünün en çok gelir getirdiği dönemde elde edilen verimdir. Şekilden de görüleceği gibi Kasım ayı dikimi henüz meyveye geldiği dönemde Eylül dikimi 8 kg/m² ürün vermiştir. Aralık dikimi henüz hasada geldiği Şubat döneminde Eylül dikiminden yaklaşık 10 kg/m² Kasım dikiminden 3 kg/m² ürün elde edilmektedir.



Şekil 4.21. Aynı Sıcaklık Koşullardaki Seralar İçin Farklı Dikim Tarihlerindeki Yığılımlı Verim Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi.

4.4.3. Örtü Malzemesi Kalitesinin Verime Etkisi

Serada verime etki eden faktörler sırasıyla sıcaklık, ışık ve CO₂ konsantrasyonudur. Serada ışık ve sıcaklığa etki eden en önemli faktör malzemenin geçirgenliğidir. Malzemenin fiziksel özelliği yanında malzemenin kirlilik derecesi de önemli bir geçirgenlik faktörüdür. Bu faktör özellikle tek ve çift katlı plastik örtüler için geçerlidir.

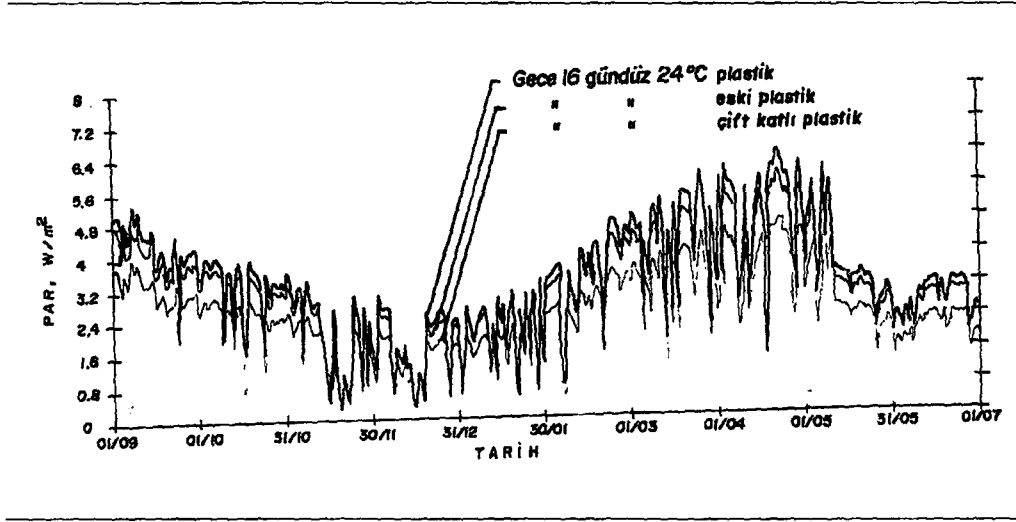
Araştırmada üç farklı plastik örtü malzemesinin verime etkisi belirlenerek Çizelge 4.28 de verilmiştir.

Çizelge 4.28. CO₂ Gübrelemesi Yapılmadan Gece/Gündüz İç Sıcaklığın 16/24°C’de Tutulduğu Farklı Örtü Malzemesine Sahip Plastik Serada Verim Değerleri (Üretim Periyodu 1 Eylül-1 Temmuz)

	Gece 16°C Gündüz 24°C Verim (kg/m ²)	Gece 13°C Gündüz 20°C Verim (kg/m ²)	Gece 13°C Gündüz Isıtmasız Verim (Kg/m ²)
Tek Katlı Plastik Örtü	28,64	31,75	36,06
Çift Katlı Örtü	21,72	24,9	27,01
Tek Katlı Eski Plastik Örtü	25.83	30.11	24.65

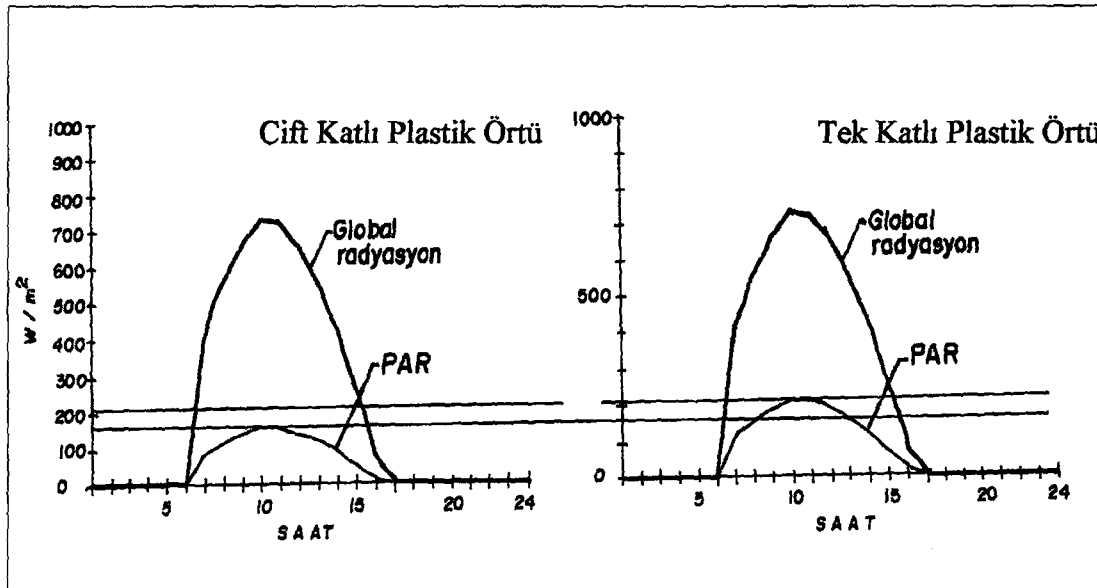
Çizelgeden de görüldüğü gibi tek katlı plastik ile örtülü serada CO₂ gübrelemesi yapmadan gece/gündüz iç sıcaklığın 16/24 °C’de tutulması durumunda elde edilen verim 28,64 kg/m² olurken aynı koşullarda enerji tasarrufu amacıyla çift katlı örtünün kullanılması durumunda verim yeni tek katlı plastiğe göre % 24 azalarak 21,72 kg/m² olmuştur. Serada örtü malzemesinin yaşlanmasına ve kalitesine bağlı olarak ortaya çıkan verim azalması seraya ulaşan PAR değerine bağlıdır.

Şekil 4.22 de tek, çift ve eski plastik ile örtülmüş serada zaman bağlı ulaşan PAR değerleri verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi seraya ulaşan PAR değerleri çift katlı plastikte en az, yeni plastikte en fazla olmuştur.



Şekil 4.22. Gece/Gündüz İç Sıcaklığın 16/24°C'de Tutulduğu Farklı Örtü Malzemesine Sahip Seralarda PAR Değerinin Zamana Bağlı Değişimi.

Seraya ulaşan PAR değerinin 10/09/1994 tarihindeki değerleri Şekil 4.23'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi dış radyasyonun 740 W/m² olduğu günde çift katlı plastik ile kaplı serada PAR değeri 170 W/m² olurken, yeni tek katlı plastik ile örtülmüş bir serada bu değer 205 W/m² olmuştur.



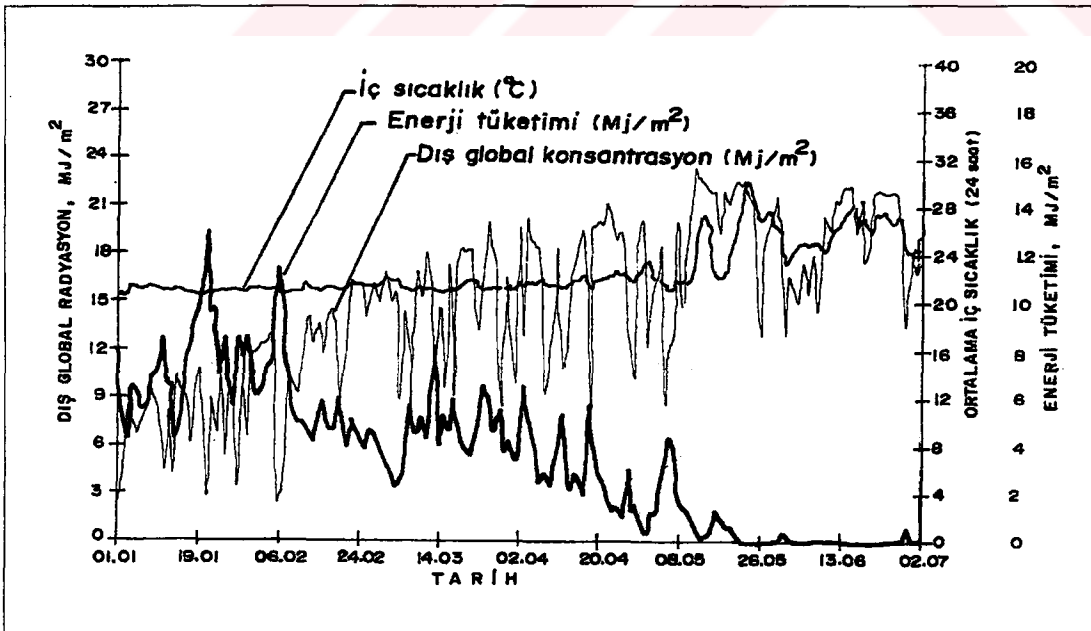
Şekil 4.23. Çift Katlı Plastik ve Tek Katlı Plastik Örtülü İki Ayrı Serada 10/09/1994 Tarihindeki Sera İçi PAR Değerlerinin Gün İçerisindeki Değişimi.

Bu değerlerden de görülmektedir ki çift katlı plastik kaplı seralarda ışık geçirgenliğindeki azalma sonucunda verim düşmektedir.

4.4.4. Enerji Gereksinimi

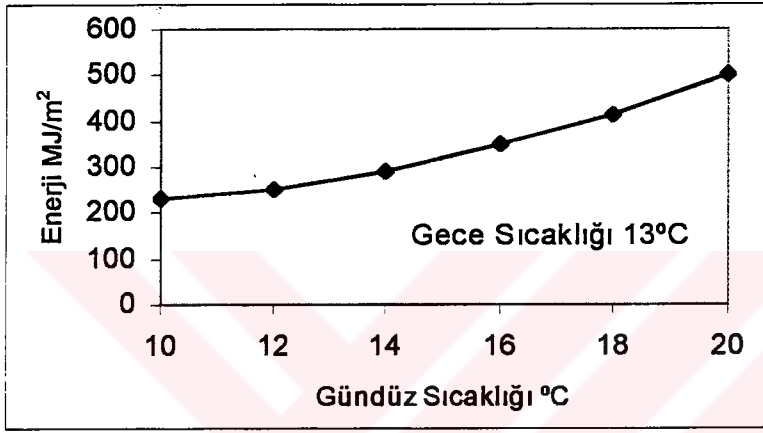
Sera iç sıcaklığına bağlı olarak global radyasyon ve dış sıcaklık değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.24’de verilmiştir.

Serada sıcaklığın gece 16°C gündüz 24°C ’ye ayarlandığı koşullarda global radyasyon ve dış sıcaklığa bağlı gereksinimleri enerji miktarının zamana bağlı değişimi verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi serada iç sıcaklık günlük ortalama olarak $21-22^{\circ}\text{C}$ ’de tutulmuştur. Ancak Mayıs ayının ilk haftasından itibaren artan dış sıcaklıklara bağlı olarak sera iç sıcaklığı 31°C ’ye kadar yükselmiştir. Dış sıcaklığa bağlı olarak serada arzulanan iç sıcaklığın sağlanması için gereken enerji gereksinimi şekilden de görülebileceği gibi dış sıcaklığa ve radyasyona bağlı olarak değişim göstermiştir. Serada iç sıcaklığın gece/gündüz $16/24^{\circ}\text{C}$ ’de tutulması durumunda gereksinilen enerji miktarı 13 MJ/m^2 olarak ocak ayının 19’unda ortaya çıkmıştır. Üretimin ilerleyen dönemlerinde artan dış sıcaklık ve radyasyona bağlı olarak gerekli olan enerji azalmış ve mayıs ayının ilk haftasında sifira ulaşmıştır.



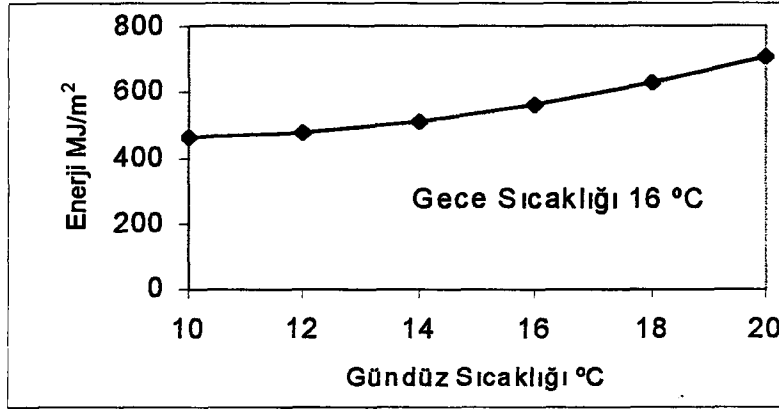
Şekil 4.24. Sera İç Sıcaklığına Bağlı Olarak Global Radyasyon ve Dış Sıcaklık Değerleri Arasındaki Zamana Bağlı Değişim

Model üzerinde sıcaklığın sera içerisinde 13°C de sabit tutulduğu koşullarda gündüz sıcaklığı arttırarak gereksinilen enerji şekil 4.25’de verilmiştir. Gündüz sıcaklığı 10°C de iken kullanılan enerji 225 MJ/m^2 dir. Sera içi gündüz sıcaklığı 20°C ’ye yükseltildiğinde gereksinilen enerji 505 MJ/m^2 ye yükselmektedir. Gece sıcaklığının sera içerisinde 13°C de sabit tutulduğu sera koşullarında artan sera içi gündüz sıcaklığına bağlı olarak değişen enerji gereksinimi miktarı şekil 4.25’de verilmektedir.



Şekil 4.25. Gece Sıcaklığının 13°C ’de Sabit Tutulduğu Sera Koşullarında Değişen Gündüz Sıcaklığına Bağlı Olarak Harcanan Enerji Miktarı.

Sera içerisindeki gece sıcaklığının 16°C ’de sabit tutulduğu koşullarda sera içi gündüz sıcaklığı 10°C ile 20°C arasında arttırılarak gereksinilen enerji miktarı şekil 4.26’da verilmiştir. Sera içerisinde 10°C ’lik sıcaklığı elde etmek için 16°C ’lik sabit gece sıcaklığında 495 MJ/m^2 enerji gerekirken, aynı koşullarda sera içerisinde gündüz saatlerine 20°C lik sıcaklık elde etmek için 710 MJ/m^2 enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 4.26. Gece Sıcaklığının 16°C De Sabit Tutulduğu Sera Koşullarında Değişen Gündüz Sıcaklığına Bağlı Olarak Harcanan Enerji Miktarı.

Sonuçta sera içerisindeki gece sıcaklığının 10°C'ye yükseltmek için kullanılan enerji miktarında yaklaşık %45 oranında bir artış söz konusudur.

4.4.6. Farklı Örtü Malzemelerinin Enerji Gereksinimine Etkisi

Yine üç ayrı sıcaklıkta tutulan seralarda örtü malzemesi olarak seçilen tek katlı plastik örtü çift katlı plastik örtü ve tek katlı eski plastik örtü kullanılmıştır.

Üç farklı örtü malzemesi için eylül ayının birinde dikilen ve haziran sonunda hasat edilen bitkilerin bulunduğu seralardaki enerji gereksinimleri Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı Plastik Örtü Malzemesi İle Kaplı Seralarda Farklı Sıcaklık Koşullarında Gereksinilen Enerji Miktarları (1 Eylül – 1 Temmuz Üretim Peryodu İçin).

	Gece 16°C Gündüz 24°C Verim (Kcal)	Gece 13°C Gündüz 20°C Verim (Kcal)	Gece 13°C Gündüz Isıtmasız Verim (Kcal)
Tek Katlı Plastik Örtü	960	530.1	225.8
Tek Katlı Plastik Eski Örtü	935.4	513.3	223.8
Çift Katlı Örtü	811.0	443.3	196.1

4.4.7. CO₂ ve Verim İlişkisi

CO₂ gübrelemesinin verim üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla dikim tarihleri aynı, farklı iç sıcaklık değerlerinde ve farklı CO₂ konsantrasyonlarında elde edilen verim değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

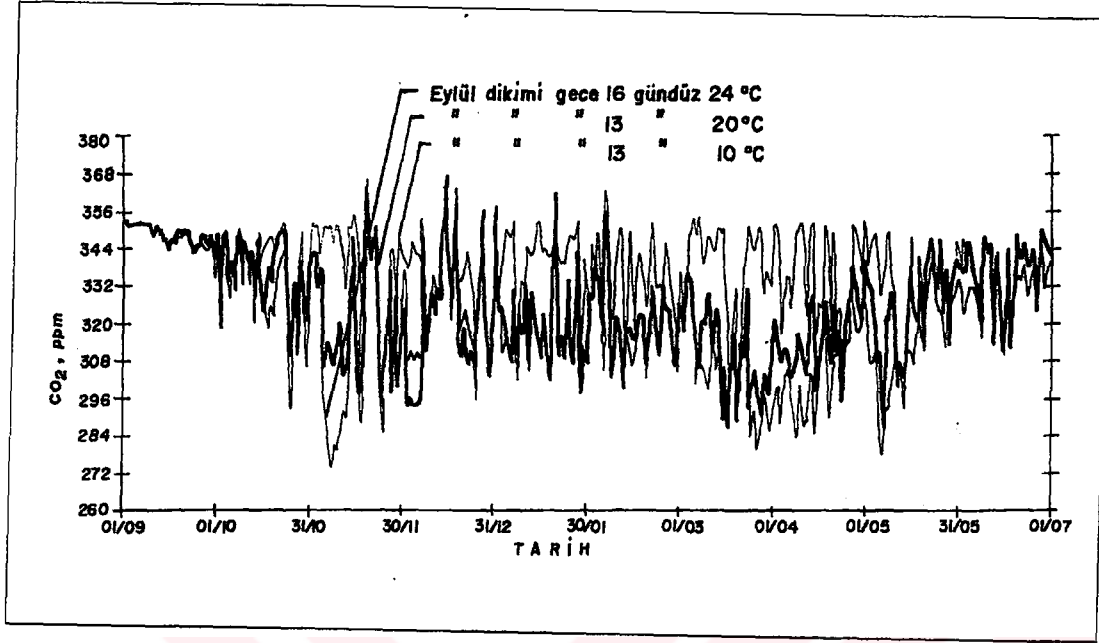
Çizelge 4.30. Plastik Serada Farklı İç Sıcaklık Ve Farklı CO₂ Konsantrasyonlarında Elde Edilen Verim Değerleri (1 Eylül 94, 1 Temmuz 95)

CO ₂ (ppm)	Gece 13 ⁰ C	Gündüz 20 ⁰ C	Gece 13 ⁰ C	Gündüz 10 ⁰ C	Gece 16 ⁰ C	Gündüz 24 ⁰ C
	Verim (kg/m ²)	Artış O. (%)	Verim (kg/m ²)	Artış Mik. (kg/m ²)	Verim (kg/m ²)	Artış O. (%)
-	31.75	-	36.02	-	28.64	-
500	34.70	8	36.06	0.02	33.46	14
750	36.82	6	36.33	0.8	37.16	10
1000	38.21	4	36.42	0.03	39.23	5

Serada iç sıcaklığın gece/gündüz 13/10°C'ye ayarlandığı koşullarda CO₂ konsantrasyonunun 1000 ppm'e kadar yükseltilmesi durumunda verimde CO₂ konsantrasyonunun yapılmadığı koşullara oranla %1'lik bir artış sağlanabilmiştir. Ancak, gündüz sıcaklığı ile birlikte CO₂ konsantrasyonunun artırılması verimde oldukça önemli düzeyde artış meydana getirmiştir.

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi gece/gündüz sera iç sıcaklığının 16/24°C'ye ayarlandığı koşullarda konsantrasyonunun 1000 ppm'e yükseltilmesi durumunda verimde %31'lik bir artış meydana getirmektedir.

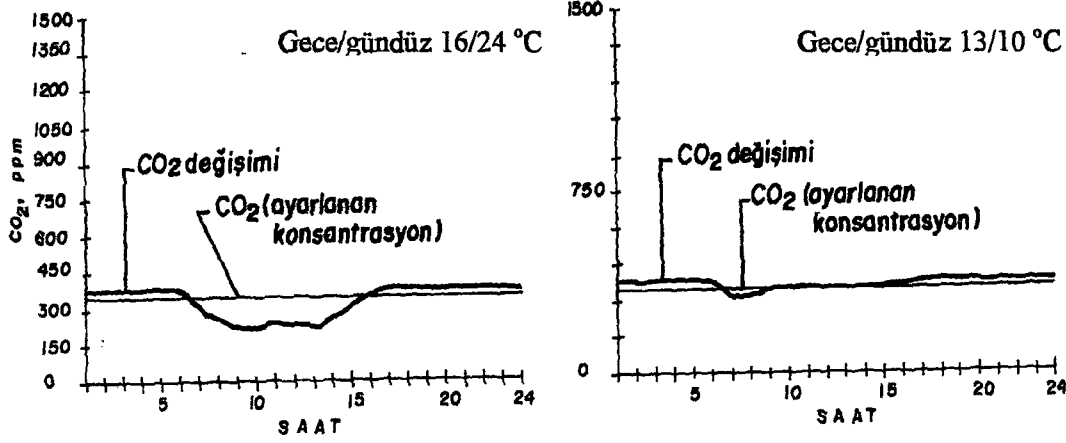
Çizelgeden de görülebileceği gibi CO₂ gübrelemesinin yapılmadığı koşullarda sera içindeki sıcaklık yükseltilmesi verimi olumsuz yönde etkilemektedir. İlk bakışta artan iç sıcaklığın verimi olumsuz etkilemesi şeklinde yorumlanan bu sonuç aslında sıcaklığa bağlı olmayıp sera içindeki CO₂ konsantrasyonu ile ilgilidir. İç sıcaklığın gündüz saatlerinde 10 °C'ye ayarlandığı koşullarda havalandırma sıcaklığı 13 °C olmaktadır. Bu koşullarda iç sıcaklık 13 °C'ye ulaşıncaya havalandırma kapakları açılmakta ve sıcaklık dengelemesi yanında, CO₂ konsantrasyonu dış koşullardaki 350 ppm'e ulaşmaktadır.



Şekil 4.27. Farklı Gece ve Gündüz Sera İçi Sıcaklık Değerleri İçin CO₂ Konsantrasyonunun Zamana Bağlı Olarak Değişimi.

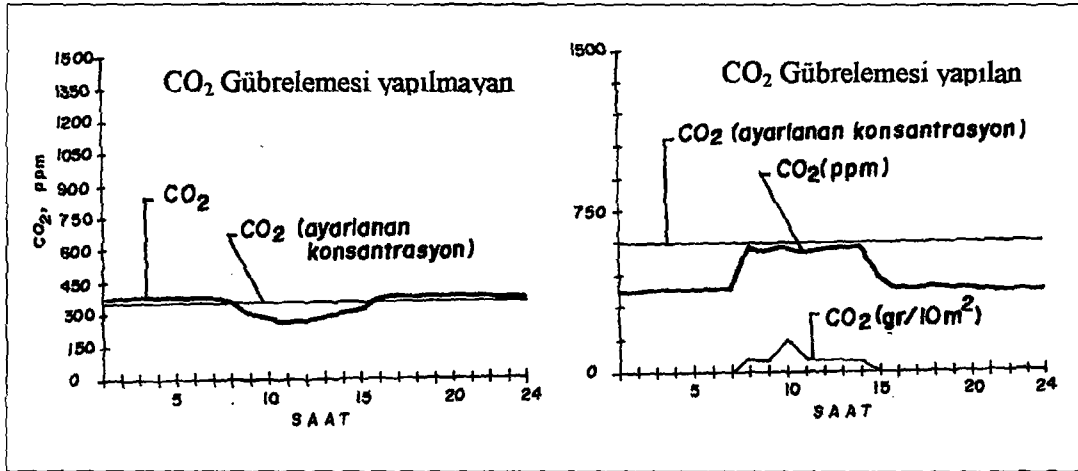
Şekil 4.27'de farklı gece/gündüz iç sıcaklık değerlerinde sera içinde ulaşılan CO₂ konsantrasyonları verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi iç sıcaklığın gece/gündüz 16/24 °C'ye ayarlandığı serada CO₂ konsantrasyonu en düşük olmuştur. İç sıcaklığın gece/gündüz 13/10 °C'ye ayarlandığı plastik serada CO₂ konsantrasyonu kapakların açıklık yüzdelerine ve rüzgar hızlarına bağlı olarak 310-350 ppm oranında değişim göstermiştir.

CO₂ enjeksiyonunun yapılmadığı her iki koşulda da (gece/gündüz 13/10, gece/gündüz 16/24) 8.11.1994 tarihinde model tarafından serada tahmin edilen CO₂ konsantrasyonları Şekil 4.28'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi iç sıcaklığın gündüz 24 °C'ye ayarlandığı serada CO₂ konsantrasyonu kapakların kapalı olması nedeniyle yaklaşık 200 ppm'e düşerken, iç sıcaklığın gündüz 10 °C'ye ayarlandığı serada 350 ppm civarında seyretmiştir.



Şekil 4.28. Model Tarafından 8/11/1994 Tarihinde Gece/Gündüz 13/10 °C ve Gece/Gündüz 16/24°C'ye Ayarlanan İki Serada Tahmin Edilen CO₂ Konsantrasyonları.

Şekil 4.29 iç sıcaklığın gece/gündüz 16/24°C'ye ayarlandığı serada 12/12/1994 tarihinde CO₂ gübrelemesi yapılmadığı zaman seradaki CO₂ konsantrasyonu 250 ppm'lere kadar düşerken, konsantrasyonunun 600 ppm'e ayarlandığı serada bu değer gündüz saatlerinde hemen hemen 600 ppm'lerde seyretmektedir.



Şekil 4.29. İç Sıcaklığı Gece/Gündüz 16/24 °C'ye Ayarlanan Seralarda 12/12/1994 Tarihinde CO₂ Gübrelemesi Yapılmayan ve 600 ppm'lik CO₂ Gübrelemesi Yapılan Seralardaki CO₂ Konsantrasyonunun Zamana Bağlı Değişimi.

Konuya verim yönünden bakıldığında Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi CO₂ konsantrasyonunun 1000 ppm’e ayarlandığı serada, gündüz sıcaklığının 10 °C’den 20 °C’ye yükseltildiği koşullarda verim 36.34 kg/m²’den 38,13 kg/m²’ye yükselmiştir.

CO₂ gübrelemesinin verime etkisi yanında verim kalitesine etkisi de çalışmada belirlenmiştir. Çizelge 4.31.’de plastik serada iç sıcaklığın gece 16 °C ve gündüz sıcaklığın 24 °C’de tutulması durumunda farklı CO₂ konsantrasyonlarında model tarafından tahmin edilen verim kalitesi verilmiştir.

Çizelge 4.31. Plastik Serada İç Sıcaklığın Gece/Gündüz 16/24 °C’de Tutulması Durumunda Farklı CO₂ Konsantrasyonlarında Verim Kalitesi

CO ₂ Konsantrasyonu ppm	Toplam Verim (kg/m ²)	Küçük Meyve %	Orta Meyve %	İri Meyve %
-	28.64	9	50	40
500	33.46	-	43	56
750	37.16	-	44	55
1000	39.23	-	36	63

Çizelgeden de görüldüğü gibi CO₂ gübrelemesi yapılmayan serada elde edilen 28.64 kg/m²’lik verimin %9’u pazar değeri düşük meyve iken, iri meyve oranı %40 olmaktadır. Serada CO₂ gübrelemesi yapıldığında artan CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak pazar değeri yüksek kaliteli meyvenin elde edilmesi de mümkün olabilmektedir. Serada CO₂ konsantrasyonunun 1000 ppm’e yükseltilmesi durumunda kaliteli iri meyve oranı %63’lere yükselmektedir.

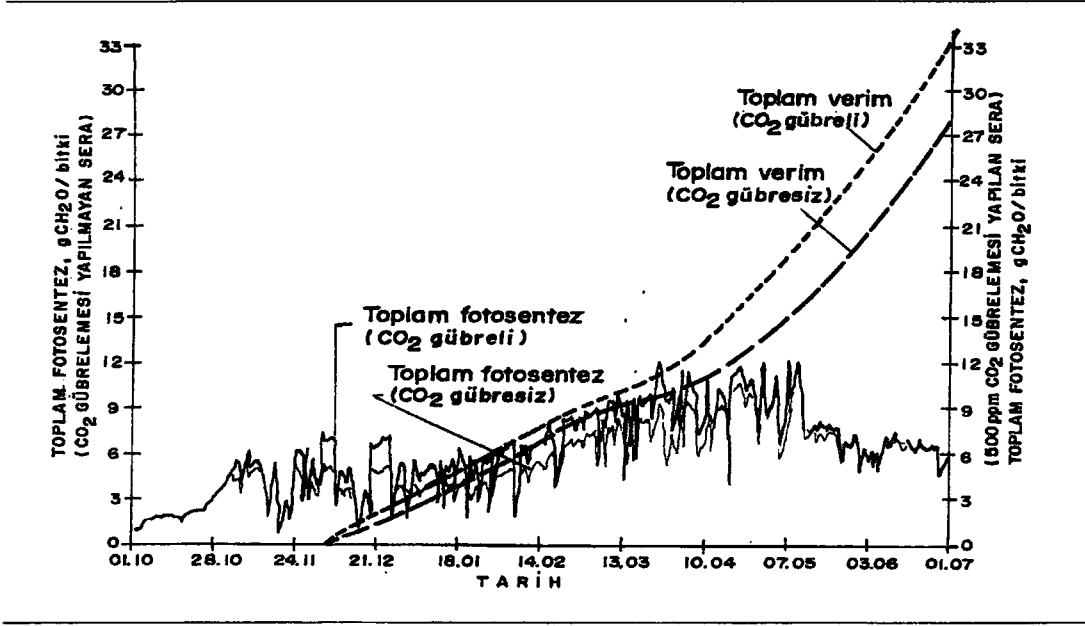
CO₂ gübrelemesi üretim maliyetini arttırmaktadır. Çizelge 4.32’de farklı iç sıcaklıklar ve CO₂ konsantrasyonları için gerekli olan CO₂ miktarları (kg/m²) verilmiştir.

Bu değerlerden de görülmektedir ki sera içerisindeki sıcaklığın artırılmasına bağlı olarak aynı konsantrasyondaki CO₂ miktarını sağlamak için kullanılan CO₂ (kg/m²) miktarı artmaktadır. Bu sonuçta havalandırma kapaklarının ısıtma sırasında açılmamasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.32. Farklı İç Sıcaklıklar ve CO₂ Konsantrasyonları İçin Gereksinen CO₂ Miktarları (kg/m²)

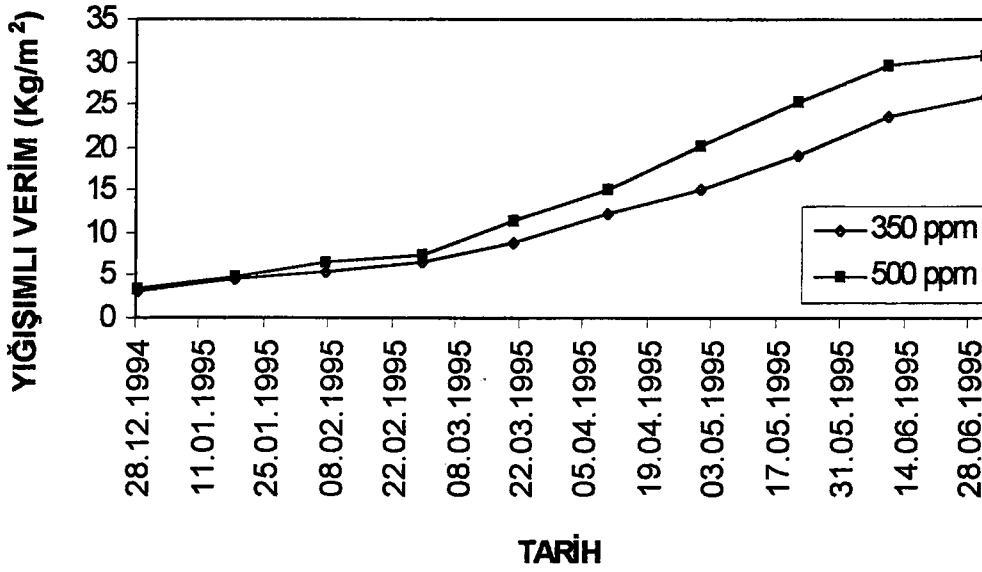
CO ₂ Konsantrasyonu ppm	Gece/Gündüz 13/10 C		Gece/Gündüz 13/20 C		Gece/Gündüz 16/24 C	
	CO ₂ kg/m ²	Verim kg/m ²	CO ₂ kg/m ²	Verim kg/m ²	CO ₂ Kg/m ²	Verim kg/m ²
500	0.5	36.06	4.8	34.70	7.3	33.46
750	0.7	36.33	7.2	36.82	10.8	37.16
1000	1.1	36.42	11	38.21	16.2	39.23

Gece/gündüz iç sıcaklık değerinin 16/24 °C'ye ayarlandığı plastik serada üretim periyodu boyunca serada ortaya çıkan günlük ortalama fotosentez değerleri CO₂ gübrelemesinin yapılmadığı koşullar ile 500 ppm lik CO₂ gübrelemesinin yapıldığı koşullar için verim değerleri ile birlikte şekil 4.30'da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi CO₂ gübrelemesinin yapıldığı serada fotosentez miktarı büyük sapmalar göstermeden seyrederken CO₂ konsantrasyonun arttırılmasına bağlı olarak sapmalar göstermektedir.



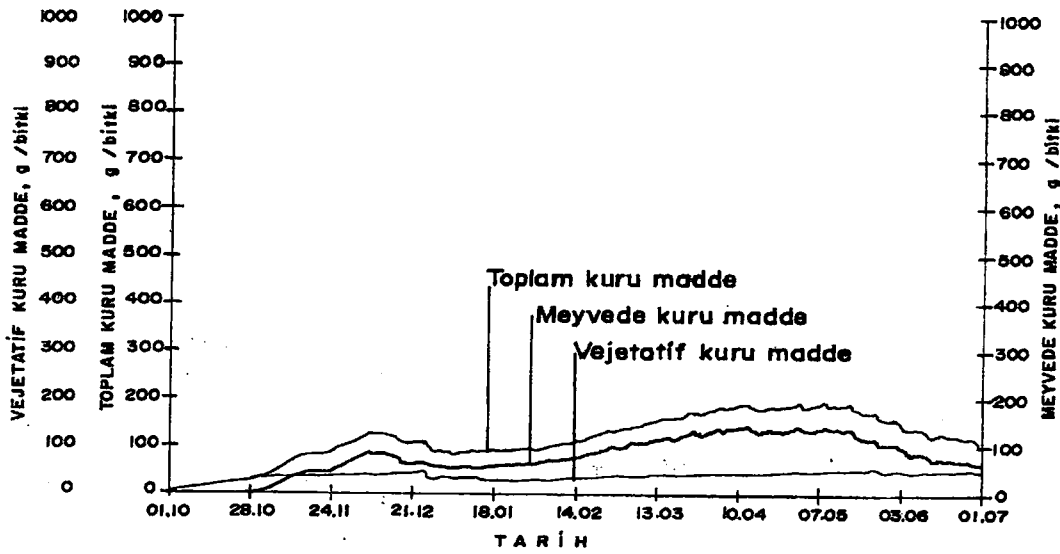
Şekil 4.30. Gece/Gündüz sera içi sıcaklık değerinin 16/24 °C'ye ayarlandığı plastik seralarda 500 ppm lik CO₂ gübrelemesi altında ve CO₂ gübrelemesi yapılmadığı koşullarda fotosentez ve verim değerlerinin zamana bağlı değişimi.

CO₂ gübrelemesi yapılmadığı koşullarda kapaklar açık olduğunda, serada kuramsal olarak 350 ppm lik CO₂ olduğu bilinmektedir. Buna bağlı olarak seraya 500 ppm lik CO₂ gübrelemesi yapıldığında 1 ekim tarihinde dikilen ve 1 temmuz tarihinde hasatına son verilen bitkiler için verim değerleri Şekil 4.31'de görülmektedir. Şekilden izlenebildiği gibi sera ortamına 500 ppm lik CO₂ gübrelemesi yapıldığında verimde yaklaşık %13 lük bir artış söz konusu olabilmektedir.

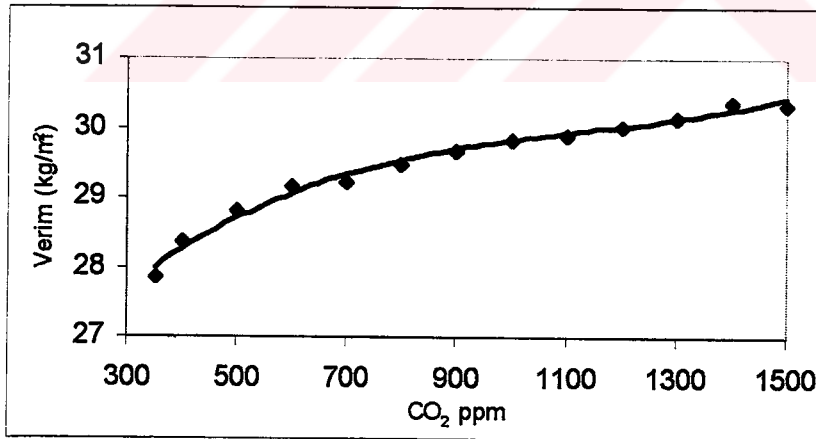


Şekil 4.31. 1 Ekimde Dikilen Bitkiler İçin 500 ppm'lik CO₂ Gübrelmesi ve CO₂ Gübrelmesi Yapılmadan Elde Edilen Verim Değerleri

Şekil 4.32'de CO₂ gübrelmesinin yapıldığı serada gece 16⁰C gündüz 24⁰C iç sıcaklık koşullarında bitkinin vegetatif aksamı, meyve ve toplam kuru maddenin (g/bitki) zamana bağlı değişimi verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi 28.10.1994 tarihine kadar vegetatif aksamın kuru madde değişimi artış göstermiş bu tarihten sonra hemen hemen sabit değere ulaşmıştır. Ancak bu tarihten sonra meyve oluşumu başlamış ve sera içi iklim koşullarına (sıcaklık, PAR) bağlı olarak artan ve azalan değişim göstermiştir. Serada hava sıcaklığının yükseldiği Mayıs ayının başından itibaren vegetatif gelişimde bir değişim olmamasına karşın meyvelerde ve buna bağlı olarak toplam kuru madde miktarında azalma gözlenmiştir.



Şekil 4.32. 500 ppm CO₂ Gübrelemesinin Yapıldığı Serada Gece 16^oC Gündüz 24^oC İç Sıcaklık Koşullarında Bitkinin Vejetatif Aksamı, Meyve ve Toplam Kuru Maddenin (g/bitki) Zaman Bağlı Değişimi



Şekil 4.33. Sera İçi Sıcaklığı Gece/Gündüz 16/24 °C'ye Ayarlanan Koşullarda Artan CO₂ Miktarına Karşı Değişen Verim Değerleri.

Sera içi sıcaklığı gece/gündüz 16/24 °C'ye ayarlanan koşullarda artan CO₂ miktarına karşı değişen verim değerleri Şekil 4.33'de verilmiştir.

Şekilden de izlendiği gibi CO₂ gübrelemesinin en yüksek verim artışını sağladığı miktarın 750 ppm olduğu ve daha yüksek CO₂ gübrelemesi değerlerinin verim artış hızında azalma meydana getirdiği görülmektedir.

4.5. Tek ve Çift Katlı Plastik Seralarda Farklı Üretim Koşullarında Gider ve Brüt Kar Durumu

Çalışmada işletmelerin ekonomik olup olmadığını anlamak için elde edilen brüt kar hesaplanmaktadır. Brüt kar, yapılan toplam giderlerden elde edilen gelirin çıkarılması ile elde edilmektedir. Bu çalışmada ısıtma ve CO₂ gübrelemesi için yapılan giderler dışındaki giderler (işçilik, elektrik, yatırımlar, gibi) sabit giderler olarak ele alınmıştır.

Tüketilen yakıt miktarı 2 nolu eşitlik yardımı ile hesaplanmış ve yakıtın (Fueloil) litre fiyatı Fransız frangına çevrilerek yakıt masrafı bulunmuştur. Tüketilen CO₂ miktarı ise model aracılığı ile kg/m² olarak bulunmuş ve 3 nolu eşitlik yardımı ile Fransız frangı olarak hesaplanmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi diğer tüm masrafların sabit olduğu düşünülerek modelde elde edilen kg/m² cinsinden kazanılan gelir Fransız frangı olarak bulunmuştur. Bu gelirden yakıt ve CO₂ için yapılan gider düşülerek brüt kar hesaplanmıştır.

Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34 de değişik üretim periyodunda, değişik şartlarda elde edilen 76 değerden ilk on tanesi (en yüksek brüt kar ve en yüksek verim elde edilen) görülmektedir. Değerlere bakıldığında en yüksek verim gece/gündüz 16/24 °C sıcaklıkta ve tek katlı plastik serada 1000 ppm'lik CO₂ gübrelemesi yapılan koşullarda elde edilmektedir. Ancak bu koşullarda en fazla brüt kar elde edilememektedir. En fazla brüt karın tek katlı plastik seralarda gündüz ısıtması yapılmayan ve gece 13 °C'de (13/10) ısıtma yapılan ve 350 ppm'lik CO₂ gübrelemesi yapılan koşullarda elde edildiği görülmektedir. Üretim periyodları (dikim ve hasat tarihleri) ise 1 Eylül-1 Temmuz (304 gün), 1 Kasım-1 Temmuz (243 gün) ve 1 Aralık- 1 Temmuz (213 gün) arasındadır.

Çizelge 4.33. En Yüksek Verim Sağlayan 10 Koşul

Verim (kg/m ²)	Süre (Gün)	Örtü tipi	Sıcaklık (°C)	CO ₂ (ppm)	Yakıt (ffr)	CO ₂ (ffr)	Kazanılan Para (ffr)	Masraf	Brüt Kar
39,23	304	tek pl	16/24	1000	45,17	28,02	118,24	73,18	45,05
38,21	304	tekpl	13/20	1000	24,87	18,85	111,38	43,72	67,65
37,16	304	tek pl	16/24	750	45,11	18,68	111,74	63,78	47,95
36,82	304	tekpl	13/20	750	24,81	12,45	107,02	37,26	69,75
36,42	304	tekpl	13/10	1000	10,70	1,90	99,58	12,60	86,98
36,33	304	tekpl	13/10	750	10,69	1,21	99,32	11,90	87,41
36,20	304	tekpl	13/10	500	10,69	0,52	98,53	11,21	87,32
36,06	304	tekpl	13/10	350	10,69	0,00	98,51	10,69	87,81
34,70	304	tekpl	13/20	500	24,73	5,36	100,64	30,09	70,55
33,46	304	tek pl	16/24	500	44,86	7,95	100,24	52,82	47,42

Çizelge 4.34. En Yüksek Brüt Kar Sağlayan 10 Üretim Zamanı ve Şartları

Verim (kg/m ²)	Süre (Gün)	Örtü tipi	Sıcaklık (°C)	CO ₂ (ppm)	Yakıt (ffr)	CO ₂ (ffr)	Kazanılan Para (ffr)	Masraf	Brüt Kar
36,06	304	tekpl	13/10	350	10,69	0,00	98,51	10,69	87,819
36,33	304	tekpl	13/10	750	10,69	1,21	99,32	11,90	87,419
36,20	304	tekpl	13/10	500	10,69	0,52	98,53	11,21	87,321
36,42	304	tekpl	13/10	1000	10,70	1,90	99,58	12,60	86,982
34,70	304	tekpl	13/20	500	24,73	5,36	100,64	30,09	70,552
36,82	304	tekpl	13/20	750	24,81	12,45	107,02	37,26	69,756
38,21	304	tekpl	13/20	1000	24,87	18,85	111,38	43,72	67,656
31,75	304	tekpl	13/20	350	24,58	0,00	91,6	24,58	67,016
27,10	304	çiftpl	13/10	350	9,28	0,00	75,46	9,28	66,175
27,76	213	tekpl	13/20	750	45,11	10,72	68,26	55,83	12,431

4.5.1. Ayrım Analizi

Bu çalışmada bağımlı değişken olarak örtü tipi ele alınmıştır ve iki grupta incelenmiştir. Bu gruplar;

- Tek katlı plastik
- Çift katlı plastik olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.35. Ayrıcı Değişkenlerin Ortalamaları ve Standartlar Sapmaları

Ayrıcı Değişkenler	Tek Katlı Plastik (n=32)	Çift Katlı Plastik (n=32)
Kar	47.198 (21.31)	33.32 (17.66)
CO ₂ (ppm)	650.00 (250.99)	650.00 (250.99)
Enerji	528.50 (279.84)	441.84 (228.73)
Gelir	79.59 (17.99)	60.54 (11.21)
Sıcaklık	2.00 (0.82)	2.00 (0.82)
Süre	253.33 (38.39)	253.33 (38.39)
Yakıt	14.32 (7.58)	11.97 (6.19)
Masraf	33.29 (19.58)	27.21 (15.95)
Verim	30.42 (4.48)	23.18 (2.81)

Çizelge 4.36. Gruplar Arası Korelasyon Matrisi

	Kar	CO ₂ (ppm)	Enerji	Kaz. Para	Masraf	Sıcaklık	Süre	Verim	Yakıt
Kar	1.000								
CO ₂ (ppm)	-0.076	1.000							
Enerji	-0.691	0.004	1.000						
Gelir	0.492	0.248	0.188	1.000					
Gider	-0.682	0.292	0.916	0.299	1.000				
Sıcaklık (°C)	0.436	0.000	-0.592	-0.009	-0.486	1.000			
Süre	0.574	0.000	0.118	0.896	0.122	0.000	1.000		
Verim	0.547	0.311	0.024	0.940	0.189	0.067	0.796	1.000	
Yakıt	-0.691	0.005	1.000	0.188	0.916	-0.592	0.117	0.024	1.000

Çizelge 4.37. Wilks' Lambda, F Oranı (1-70 Serbestlik derecesi)

Değişken	Wilks' Lambda	F	Önem Seviyesi
Kar	0.8855	9.0461	0.0037
CO ₂ (ppm)	1.00000	0.0000	1.0000
Enerji	0.9713	2.0696	0.1547
Gelir	0.7065	29.0751	0.0000
Gider	0.9788	1.5117	0.2230
Sıcaklık (°C)	1.0000	0.0000	1.0000
Süre	1.0000	0.0000	1.0000
Verim	0.5103	67.1708	0.0000
Yakıt	0.9713	2.0690	0.1548

Çizelge 4.37'de görüldüğü gibi gruplar arasında (örtü tipleri 1 ve 2) brüt kar, kazanılan para ve verim yönünden istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmaktadır (önem seviyeleri 0.05'den küçük) fakat diğer bağımsız değişkenler (CO₂, enerji, masraf, sıcaklık, süre ve yakıt) yönünden gruplar arasında farklılıklar bulunmamaktadır ($p < 0.05$).

Çalışmada yer alan tek katlı plastik ve çift katlı plastik örtü tipleri arasında brüt kar yönünden farklılık bulunmaktadır. Tek katlı plastik örtü tipinden elde edilen brüt kar çift katlı plastik örtü tipinden daha fazladır. Aynı şekilde tek katlı plastik örtü tipinde üretim yapan üreticiler daha fazla verim elde etmektedir ve dolayısıyla elde kazanılan para da tek katlı plastikte daha fazladır.

Çizelge 4.38. Kanonikal Ayrım Fonksiyonları

Fonks.	Eigenvalue	Yüzde Varyans	Toplam Varyans	Kanonikal Korelasyon	Fonks. Sonrası	Wilks' Lambda	Ki-Kare	Serbes. Derece.	Önem Derecesi
					0	0.166	199.485	7	0.000
1	5.030	100.00	100.00	0.9133					

Çizelge 4.38 den de anlaşılacağı gibi önem derecesi 0.05'ten küçük olduğu için bu ayırım fonksiyonu istatistiki olarak önemlidir. Çizelgede yer alan Eigenvalue, grup içerisindeki karelerin toplamı ile gruplar arasındaki karelerin toplamına oranıdır. Eigenvalue ne kadar büyük olursa, ayırım fonksiyonunun gücü artar. Sadece 2 grup olan ayırım analizinde yüzde varyans ve toplam varyans daima 100'e eşittir. Kanonikal korelasyon katsayısı gruplar ve ayırım değerleri arasındaki ilişkiyi ölçmektedir. Bu değer 0 olması ilişki olmadığını gösterir. Değer büyüdükçe ilişki artmakta ve 1 olduğunda maximum değere ulaşmaktadır. Kanonikal korelasyonunun karesi ayırım fonksiyonundaki gruplar arasındaki açıklanmayan oranı göstermektedir. Yüksek olması ilişkinin gücünü artırır. Ayırım analizinde Wilks' Lambda'nın düşük ve kanonikal korelasyon katsayısının yüksek çıkması istenir. Wilks' Lambda gruplar arasındaki fonksiyon tarafından açıklanmayan kısımdır ve bu çalışmada sadece % 16.6'lık bir kısım açıklanamamıştır. Wilks Lambda'nın 1'e eşit olması gruplar arasında herhangi bir farklılığın olmadığını ifade eder. Kanonikal korelasyon katsayısının karesi % 83.4 (0.9133²) açıklanan kısmı göstermektedir. Fonksiyonunun bu geçerlilik testi sonucunda çalışmada yer alan değişkenlerin örtü tiplerini ayırmada % 83.4'ünü doğru olarak gruplandırabilmiştir. Başka bir ifade ile, test edilen değişkenlerin örtü tipleri arasındaki farklılığı yüksek düzeyde açıklayabileceği sonucuna varılmaktadır.

4.5.1. Değişkenlerin Farklı Sıcaklık Değerleri Üzerindeki Etkisi

Bu ayırım analizinde bağımlı değişken olarak sıcaklık durumu ele alınmıştır ve üç grupta incelenmiştir. Bu gruplar;

1. Gece 16⁰C, Gündüz 24⁰C'lik sera koşulları
2. Gece 13⁰C, Gündüz 20⁰C'lik sera koşulları
3. Gece 13⁰C, Gündüz ısıtma yapılmayan sera koşulları

Çizelge 4.39. Ayırıcı Değişkenlerin Ortalamaları ve Standart Sapmaları

Değişken	Gruplar		
	16°C, Gündüz 24°C (n = 80)	13°C, Gündüz Isıtma Yapılmayan (n = 80)	13°C, Gündüz 20°C (n = 80)
Kar	21.72 (12.61)	56.70 (17.85)	42.35 (13.93)
CO ₂ (ppm)	650.00 (252.81)	650.00 (252.81)	650.00 (252.81)
Enerji	807.12 (102.12)	207.20 (16.77)	441.17 (56.03)
Gelir	71.30 (19.13)	67.94 (17.02)	70.95 (17.46)
Gider	49.58 (11.46)	11.24 (6.13)	28.59 (7.30)
Örtü Tipi	1.50 (0.51)	1.50 (0.51)	1.50 (0.51)
Süre	253.33 (38.67)	253.33 (38.67)	253.33 (38.67)
Yakıt	21.84 (2.76)	5.61 (0.45)	11.95 (1.51)
Verim	26.39 (5.55)	27.00 (5.24)	27.00 (4.98)

Çizelge 4.40. Gruplar Arası Korelasyon Matrisi

	Kar	CO ₂ (ppm)	Enerji	Kalite	Masraf	Örtü Tipi	Süre	Verim	Yakıt
Kar	1.000								
CO ₂ (ppm)	-0.101	1.000							
Enerji	0.492	0.017	1.000						
Gelir	0.877	0.209	0.686	1.000					
Gider	0.086	0.611	0.569	0.553	1.000				
Örtü Tipi	-0.473	0.000	-0.651	-0.543	-0.307	1.000			
Süre	0.756	0.000	0.447	0.756	0.256	0.000	1.000		
Verim	0.798	0.222	0.712	0.951	0.590	-0.701	0.569	1.000	
Yakıt	0.492	0.017	1.000	0.686	0.569	-0.651	-0.447	0.712	1.000

Çizelge 4.41. Wilks' Lambda F Oranı (1 ve 70 Serbestlik derecesi)

Değişken	Wilks' Lambda	F	Önem Derecesi
Kar	0.510	33.132	0.000
CO ₂ (ppm)	1.000	0.000	1.000
Enerji	0.067	475.25	0.000
Gelir	0.992	30.944	0.000
Gider	0.224	10.777	0.000
Örtü Tipi	1.000	0.000	1.000
Süre	1.000	0.000	1.000
Verim	0.996	0.107	0.898
Yakıt	0.067	475.296	0.000

Çizelgeden de görüleceği gibi gruplar arasında farklılıklar bulunmaktadır. Sıcaklığa (ısıtma) göre kullanılan enerji, yakıt ve kazanılan parada ve brüt karda farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.42. Kanonikal Ayrım Fonksiyonları

Fonks.	Eigenvalue	Yüzde Varyans	Toplam Varyans	Kanonikal Korelasyon	Fonks. Sonrası	Wilks' Lambda	Ki-Kare	Serbes. Derece.	Önem Derecesi
					0	0.022	250.165	14	0.000
					1	0.914	5.882	6	0.436
1	39.49	99.76	99.76	0.987					
2	0.09	0.24	0.24	0.292					

Çizelgeden de anlaşılacağı gibi ayırım fonksiyonlarından 2.si istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Başka bir ifade ile 2. Ayırım fonksiyonunda bütün gruplar benzer ortalamalara sahiptir. 1. fonksiyonun ayırımda önemli ve güçlü olduğu anlaşılmaktadır ancak bu ayırımda etkili olan değişkenleri tespit etmek için 1. Ayırım fonksiyonundaki katsayılara bakılır. Aranılan özellik ise fonksiyon katsayısının 0.3 veya üzerinde olmasıdır. Brüt kar, örtü tipi ve verim en önemli değişkenlerdir ve fonksiyon üzerinde en fazla katkıya sahiptir. Bu değişkenlerin fonksiyon katsayıları sırasıyla 0.67, 0.46 ve 0.62'dir.

0.05 önem derecesinde sıcaklık grupları ile brüt kar arasında önemli derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir. Gece 13⁰C, gündüz ısıtma yapılmayan grupta diğer iki gruba göre daha az kar elde edilmektedir. Ayrıca bu grupta en düşük verim elde edilmektedir. En az enerji kullanılan sera, gece 13⁰C'ye ayarlanan gündüz ısıtma yapılmayan seradır. Daha sonra ise gece 13⁰C'ye gündüz 20⁰C'ye ayarlanan sera gelmektedir. En fazla enerji kullanan sera ise gece sıcaklığı 16⁰C gündüz 24⁰C'ye kadar ısıtılanlardır.

Çalışmada yer alan değişkenler farklı ölçek tipine (nominal, sırasal, oransal ve aralıklı) sahip olduklarından dolayı aralarındaki ilişkiler ölçek tipine uygun olan farklı istatistik testler sonucunda elde edilmiştir. Bu testler;

- Aralıklı değişkenler arasındaki ilişki Pearson r
- Aralıklı değişken ile nominal değişken arasındaki ilişki Pearson r
- Nominal ve nominal değişken arasındaki ilişki Cramer's V
- Nominal ve sıralı değişkenler arasındaki ilişki Cramer's V
- Oransal ve sıralı değişkenler arasındaki ilişki Kendall's Tau b
- Sıralı ve sıralı değişkenler arasındaki ilişki Kendall's Tau b 'dir.

Çizelge 4.43. Çalışmada Yer Verilen Değişkenlerin Kendi Aralarındaki İlişkisi.

		CO ₂ (ppm)	Enerji	Kaz. Para	Masraf	Örtü Tipi	Sıcaklık	Süre	Verim	Yakıt
Brüt Kar	1.000	-0.072	-0.584	0.573	-0.587	-0.38**	0.41**	0.540**	0.605**	-0.58**
CO ₂ (ppm)		1.000	0.292**	0.301**	0.365**	0.000	0.000	0.00	0.313**	0.496**
Enerji			1.000	0.448**	0.395**	-0.123	-0.065	0.113	0.258**	0.952**
Kaz. Para				1.000	0.205**	0.450**	0.160*	0.297**	0.883**	0.247*
Masraf					1.000	0.512**	0.028	0.474**	0.965**	0.920**
Örtü Tipi						1.000	-0.092	0.000	0.604**	-0.151
Sıcaklık							1.000	0.000	0.663	-0.56**
Süre								1.000	0.388**	0.150
Verim									1.000	0.131
Yakıt										1.000

** İki yönlü ve %1 önem derecesinde

* İki yönlü ve %5 önem derecesinde

Çizelgeden de görüleceği gibi CO₂ ve verim arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır yani sera içerisinde CO₂ miktarı arttırıldıkça veriminde doğru oranda artmaktadır. Sera içerisindeki CO₂ oranının artması ile verimde artış hızı düşmektedir. Buna bağlı olarak diğer bir deyişle 350-500 ppm arasındaki artış hızı 1000-1500 ppm arasındaki artış hızından fazladır.

Sera içerisinde kullanılan ısıtma enerjisi ile verim arasında doğrusal bir ilişki olmakla beraber istatistiksel anlamda ($r=0.258$) düşük düzeyli bir ilişki bulunmaktadır. Başka bir anlatımla sera içerisinde kullanılan ısıtma enerjisinin artması ile verim azalan oranlarda artmaktadır. Verim ile kalite arasında doğrusal ve oldukça önemli oranda ($r=0.883$) ilişki bulunmuştur. Verimi arttıkça domatesin kalitesi de sürekli olarak artmaktadır.

Sıcaklık ile verim arasında da doğrusal orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r=0.663$). Sıcaklık arttıkça verim belirli bir noktaya kadar artmakta daha sonra azalan oranda artmaktadır. Kazanılan para ve verim arasında oldukça önemli doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir ($r=0.965$). Doğal olarak verim arttıkça kazanılan para aynı yönde artmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Arazide yapılan deneme sonucunda en yüksek verim (24.75 kg/m^2) sera iç sıcaklığının minimum 13°C 'ye ayarlandığı erken dikilmiş bitkilerde ulaşılmıştır. İç sıcaklığın 5°C 'ye ayarlandığı geç dikim bitkilerinde ise elde edilen verim 16.81 kg/m^2 olmuştur. Bu durum sıcaklığın verim üzerine etkisi yanında dikim tarihinin de verim üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir.

Dikim tarihinin verim üzerindeki etkisinin belirlemek amacıyla iç sıcaklık değerleri 13°C 'ye ayarlanmış plastik seralarda erken dikim tarihli bitkilerden 24.75 kg/m^2 verim alınırken aynı sıcaklık koşullarında geç dikim tarihli bitkilerden 23.92 kg/m^2 verim elde edilmiştir. Burada %3.35'lik bir verim farkına eşdeğerdir.

İç sıcaklığın min 5°C 'ye ayarlandığı seralarda erken dikimde 20.77 kg/m^2 verim alınırken geç dikimlerde bu verim değeri 16.81 kg/m^2 olmuştur. Buda %19.07 verim farkına eşdeğerdir. Elde edilen bilgilerden görüleceği gibi iç sıcaklığın 13°C 'ye ayarlandığı plastik seralarda dikim tarihleri arasındaki 28 gün farkı büyük bir verim azalmasına neden olmazken içi sıcaklığın min 5°C 'ye ayarlandığı serada bu fark büyümektedir. Ayrıca araştırmanın yapıldığı yıl dış sıcaklıkların seyri izlendiğinde (Tablo 4.1.) serada iç sıcaklığın 5°C 'ye ulaşmadığını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifade ile iç sıcaklığın 5°C 'ye ayarlandığı serada birkaç gün dışında ısıtma yapılmamıştır.

Dikim tarihinin Çukurova koşullarında öne çekilmesi verimi olumlu yönde etkilemektedir. Ancak yapılan gözlemler erken dikimlerde beyaz sineğin aracılık yaptığı domates sarı yaprak kıvrıkcık virüsü ürüne büyük zarar vermektedir. Bu nedenle Çukurova koşullarında üretim ilk yağışların düştüğü kasım ayından sonra beyaz sineğin çekilmesine müteakip serada domates fidesi dikimine başlanmaktadır. Erken dikim sonucu verimin artırılması hedeflendiğinde Çukurova koşullarında mutlaka beyaz sineğe karşı seralarda önlem alınması gereklidir.

Dikim tarihlerindeki farklılığın kaliteye etkisi ise meyve suyunda C vitamini içeriği, meyve suyunun pH değeri bakımından iki farklı dikim tarihleri arasında bir fark elde edilememiştir.

Sera iç sıcaklığının verim üzerindeki etkisi büyüktür. İç sıcaklığın min 13°C'ye ayarlandığı serada daha önce de belirtildiği gibi 24.75 kg/m² verim alınırken iç sıcaklığın min 5°C'ye ayarlandığı serada bu değer 20.77 kg/m² olarak belirlenmiştir. Bu da %16.08 verim farklılığı anlamına gelmektedir. Gerçekte bu farklılık 13°C ile 5°C arasındaki fark değildir. Çünkü denemenin yapıldığı 1994-1995 yılları iklim değerleri incelendiğinde iç sıcaklığın 5°C'ye ayarlandığı serada min hava sıcaklığı 8-10°C arasında seyretmiştir.

Isıtılan seralarda ısıtmanın verim üzerindeki etkisi yanında kalite üzerine etkisi de büyüktür. Araziye yapılan denemeler sonucunda iç sıcaklığın 13°C'ye ayarlandığı serada, iç sıcaklığın 5°C'ye ayarlandığı seradan elde edilen domates meyvelerinin kaliteleri açısından da farklı olduğu tespit edilmiştir. Isıtılan serada erken dikim bitkilerde meyve ağırlığı önemli ölçüde artmıştır. İç sıcaklığın 13°C'ye seradan verimin %59'u 60 mm çapın üzerindeki domates meyvelerinden oluşurken, iç sıcaklığın 5°C'ye ayarlanan serada erken dikim bitkilerde ise verimin yalnızca %29'u 60 mm çapındaki meyvelerden oluşmaktadır.

Sıcaklığın kalite ve kantiteye etkileri yanında bitki parametrelerinden büyüme ve yaprak sayısı üzerinde de etkileri vardır. Bu değerler içi sıcaklığın 13°C'ye ayarlandığı serada, iç sıcaklığın 5°C'ye ayarlandığı seraya oranla daha yüksek olmuştur. Ancak, meyve suyunda C vitamini içeriği, meyve suyunun pH'sı bakımından da iki serada önemli farklılıklar elde edilememiştir.

Sıcaklığın ve erken dikimin verim üzerindeki etkisi yukarıda görüleceği gibi büyüktür. Erken dikimin verim üzerindeki etkisi yanında erkenci verim açısından büyük önemi vardır. Şekil 4.5.'de Türkiye koşullarında yılın haftalarına bağlı olarak ürün fiyatları verilmiştir. Şekilde de görüleceği gibi fiyatların en yüksek olduğu dönemler aralık ve ocak aylarıdır. Ürün fiyatları bu dönemlerde en yüksek değere ulaşmaktadır.

Şekil 4.21'de görüleceği gibi model yardımıyla Eylül-Kasım ve Aralık ayları için ısıtılan seradan elde edilen verim fiyatları incelendiğinde erkenci verimin önemi ortaya çıkmaktadır. Şekil 4.21'de görüleceği gibi Eylül ayında yapılan dikimlerde 16 Ocakta 7 Kg/m² ürün elde edilirken Kasım ayında yapılmış dikimde aynı tarihte

henüz hasada geçilmektedir. Bu durum erken dikimlerde birim alandan karlılığı etkilemektedir. Yine şekil incelendiğinde Kasım ve Aralık dikimlerinde sonuçta birim alana hemen hemen aynı verim alınırken erkenci verim açısından Kasım dikiminin daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Yukarıda belirtilenlerin ışığı altında beyaz sineğe karşı önlemin alınması koşuluyla erken dikimin Çukurova koşullarında yapılması tavsiye edilebilir.

Sıcaklık ve dikim tarihlerindeki farklılığın verim üzerindeki etkisi yanında örtü malzemesinin ve CO₂ gübrelemesinin verime etkisi de söz konusudur. Bu etkilerin belirlenmesi amacıyla Fransa'da INRA tarafından geliştirilen ve domates bitkisi için kullanılan Simulsera La Tomate adlı büyüme modeli denemenin yapıldığı yıldaki iklim değerleri kullanılarak arazide elde edilen değerlerle karşılaştırılarak uyumu irdelenmiştir.

Modelin yöre için kullanılabilir olup olmadığını belirlemek amacı ile öncelikle bazı parametreler kalibre edilmiştir. Ancak kalibrasyon, modelin algılanmasında değil giriş parametrelerinde gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle denemenin yapıldığı yılı da içerisine alan, üç yıllık rüzgar hızı, global radyasyon, dış sıcaklık ve oransal nem değerleri, saatlik bazda modelin parametresi olarak kullanılmıştır. Yaprak alanı değerleri ve verim değerleri modelden hesaplanan ile sera koşullarından elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

Modelde kullanılan iklim değerleri sonucunda model, sera içi sıcaklıklarını hesaplamış, buna karşın arazi denemesinde iç sıcaklığı 13⁰C'ye ayarlanan seradaki iç sıcaklıklar algılayıcılar yardımı ile belirlenmiştir. Sonuç olarak yaklaşık gün içerisinde 1-2⁰C'lik sapmalar ile arazi çalışması ve modelde hesaplanan eğriler birbirine benzer oluşmuştur. Yine günlük radyasyon değerleri modelde hesaplanan değerleri ile karşılaştırıldığında bazı günler için yaklaşık 80 W/m²'lik farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ancak eğriler birbirine benzerlik göstermiştir. Bununla beraber yaprak alanı değerini, model arazi denemesi ile aynı zamanda en yüksek değere ulaştığını hesaplamakla birlikte, yaklaşık 0.4 m² fazla hesaplamıştır. Modelde ideal ortama göre hesaplama yapıldığı bilinmektedir.

Modelde hesaplanan verim değeri ile arazi denemesinde iç sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan seradaki her iki dikim tarihi için elde edilen verim değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada gece sıcaklığı 5°C'ye ayarlanan seraların kullanılmaması ise modelin gece sıcaklığını 10°C'nin altında hesaplayamamasından kaynaklanmaktadır. Modelde gece sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan serada, erken dikim bitkiler için verim değeri 20.18 kg/m² hesaplanırken arazi çalışmasında gece sıcaklığı minimum 13°C'ye ayarlanan serada erken dikim bitkiler için verim değeri 24.75 kg/m² olarak bulunmuştur aradaki %18.4'lük farklılık özellikle son hasatlarda arazi çalışmasında düşük kaliteli yeşil bitkilerin de hasada dahil edilmesinden kaynaklanmaktadır. Oysa model 30 mm'nin altındaki meyveler ile yeşil meyveleri hesaplamaya almamaktadır. Yine modelde gece sıcaklığı 13°C'ye ayarlanan seralarda geç dikim bitkiler ile arazi çalışmasında geç dikim bitkilerinden alınan verim kıyaslandığında, verim modelde 19.20 kg/m² hesaplanmış ancak arazi çalışmasında 21.68 kg/m² bulunmuştur. Burada %11'lik fark mevcuttur.

Sonuç olarak verimde ortalama %14.7'lik sapma ile Simulsere la Tomate adlı bitki büyüme modelinin yöre koşullarında kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Modelin uyumu belirlendikten sonra model kullanılarak gece ve gündüz için sera içerisinde üç farklı sıcaklık değeri irdelenmiştir. Bu değerler gece sıcaklığının 16°C'ye gündüz sıcaklığının 24°C'ye ayarlandığı sıcaklık koşulları, gece sıcaklığı 13°C'ye, gündüz sıcaklığı 20°C'ye ayarlandığı sıcaklık koşulları ve gece sıcaklığı 13°C'ye ayarlanarak gündüz ısıtma yapılmayan koşullardır. Sıcaklığın verim üzerindeki etkisi farklı örtü malzemeleri ve farklı CO₂ gübrelemesi koşullarında incelendiğinde en yüksek verim gece 13 °C gündüz ısıtma yapılmayan konuda CO₂ gübrelemesi olmadığı koşullarda tek katlı plastik örtü için 36.98 kg/m² elde edilirken en düşük verim ise aynı koşullarda en yüksek sıcaklık değerine sahip gece 16°C gündüz 24°C'lik konuda elde edilmiştir.

Bu durum ilk bakışta sıcaklığın verim üzerindeki olumsuz etkisi olarak kabul edilebilir. Oysaki bu durum iç sıcaklığın 16/24°C'ye ayarlandığı seralarda gündüz saatlerinde havalandırma kapaklarının açılmaması nedeniyle CO₂ konsantrasyonunda ortaya çıkan düşüşlerden kaynaklanmaktadır (Şekil 4.29.). iç sıcaklığın yüksek

tutulması durumunda havalandırılmayan serada düşen CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak fotosentez hızı azalmakta, bu durum verimi azaltmaktadır. Diğer bir ifade ile ısıtılan seralarda CO₂ gübrelenmesi yapılmıyorsa gündüz saatlerinde belli aralıklarla havalandırma yaparak CO₂ konsantrasyonunun dış koşullardaki konsantrasyonu yükselmesi gerekmektedir.

Modelle yapılan çalışmada sıcaklığın verim üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla CO₂ konsantrasyonunun 1000 ppm'de tutulduğu koşullarda farklı iç sıcaklık değerlerinin verim üzerindeki etkisi incelenmiştir(Şekil 4.17.). Şekilden de görüleceği gibi iç sıcaklığın 16°C'ye kadar yükseltilmesi durumunda verimde önemli artışlar meydana gelmiştir.

Çalışmada CO₂ gübrelenmesinin sıcaklık ve verim ile ilişkisi ortaya konduğunda CO₂ gübrelenmesi 350 ppm'den 1000 ppm'e çıkarıldığında en az verim artışı %1 ile gece 13 °C'de tutulan ve gündüz ısıtma yapılmayan serada olmakla beraber, en fazla verim artışı ise %26.9 ile gece 16°C gündüz 24°C'de tutulan seradan elde edilmiştir. Domates bitkisi için en uygun CO₂ gübrelenmesi miktarının 600-1000 ppm olduğu (Sevgican,1975) belirtilmektedir. Sıcaklık ve CO₂ gübrelenmesinin birbirleri ile doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir.

Sera içerisindeki sıcaklık artışının kaliteye olumlu etkisi olduğu da, yapılan istatistiksel analizlerle doğrulanmıştır.

Model yardımı ile örtü malzemeleri aynı koşullar altında plastik, eski plastik ve çift kat plastik örtü malzemeleri irdelendiğinde tek katlı yeni plastik örtünün verimin en yüksek olmasını sağlayan malzeme olduğu belirlenmiştir. Verim değeri ayırıcı değişken olarak alındığında en yüksek verim plastik örtü için ise 36.06 kg/m²'lik bir ortalama verim ile oluşmuştur. En düşük verim ortalaması ise 27.01 kg/m² ile çift kat plastik örtüde elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile plastik örtünün kalitesine bağlı olarak ışık geçirgenliği verimi önemli düzeyde etkilemektedir. Tek katlı yeni plastiğin kullanılması durumunda model yardımı ile elde edilen verim 36 kg/m²'ye ulaşırken, tek katlı eski plastikte bu değer 24.65 kg/m² olmuştur. Buda %31.53'lük verim kaybına eş değerdir. Bu nedenle üreticinin plastiği ikinci yıl

kullanması durumunda mutlaka temizleyerek ışık geçirgenliğini artırıcı yönde önlem alması gerekmektedir.

Çift katlı plastiğin kullanılması durumunda verimde %25.1'lik azalma meydana gelmesine karşın tek katlı plastik örtü malzemesi ile kaplı serada gereksinilen enerji 224.3 MJ/m^2 iken çift katlı plastik örtü ile kaplı serada 194.8 MJ/m^2 olmaktadır. Buda %13.15'lik enerji tasarrufuna eşdeğer olmaktadır.

Örtü malzemesinin ışık geçirgenliği meyve kalitesini de etkilemektedir. En yüksek meyve kalitesi verimin %77'si 60 mm çapındaki meyvelerden oluştuğu tek katlı yeni plastik ile örtülmüş seradan elde edilmektedir.

Isıtma masrafları seracılık işletmelerinde üretim ekonomisi açısından büyük bir önem arz etmektedir. Üretici ısıtma masraflarının yüksek olması, pazar fiyatlarındaki istikrarsızlık ve tüketicinin tasarruf anlayışı nedeniyle Türkiye'de seralarda düzenli ısıtma yapılmamaktadır. Çalışmada plastik serada elde edilen ürüne ve ısıtma için harcanan enerjiye bağlı olarak masraf kar analizleri yapılmıştır. Burada işçilik ilk yatırım, elektrik vb. gibi giderlerin sabit olduğu düşünülerek; yakıt ve CO_2 giderler ile ürünün haftalık bazdaki pazar fiyatı dikkate alınarak en yüksek verimin (1 Eylül-1 Temmuz) 304 günlük üretim döneminde, gece/gündüz $16/24^\circ\text{C}$ 'de ısıtılan ve 1000 ppm 'lik CO_2 gübrelemesi yapılan tek katlı plastik seralardan alınmasına karşın (39.23 kg/m^2) en yüksek karın iç sıcaklığın 13°C olduğu serada aynı üretim döneminde CO_2 gübrelemesinin yapılmadığı koşullarda tek katlı plastik seralarda elde edilmiştir (36.06 kg/m^2).

En yüksek verimin elde edildiği koşullarda kar 45.05 FFR/m^2 olurken en yüksek kar iç sıcaklığın gece/gündüz 13°C 'de ve CO_2 gübrelemesi yapılmayan koşullarda (87.81 FFR/m^2) olmuştur.

Bu sonuçlardan bu günkü pazar fiyatları dikkate alındığında ısıtma ile birlikte CO_2 gübrelemesi yapmanın gerekliliğinden yola çıkarak Çukurova koşullarında gündüz ısıtma yapmanın çok ekonomik olmadığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- ABAK, K., DEMİR, N., 1986. Sera Domates Üretiminde Meyve Tutumları Sorunları. TAGEY Serada Üretim Dergisi Aralık Sayısı 38 Ankara.
- ABAK, K., SARI, N., PAKSOY, M., KAFTANOĞLU, O., YENİCERİ, H., 1995. Efficiency of Bumblebees on The Yield And Quality of Egyplant and Tomato Grown in Unheated Glasshouses. Act. Horticulture, 412: 268-274.
- ACOCK, B., CHARLES-EDWARDS, D.A., FITTER, D.J., HAND, D.W., LUDWIG, L.J., WARREN-WILSON, J., WITHERS, A.C., 1978. The Contribution Of Leaves From Different Levels Within A Tomato Crop To Canopy Net Photosynthesis. An Experimental Exemination Of Two Canopy Models. J. Exp. Bot., 29, 815-827.
- ALBUTT, R., 1989. Agricultural-Engineer, 1989 44, 2, 40-43, 9 Ref.
- ALOVİNA, F., CROCHON, M., FALLOT, J., MARCS, P., PECH, J.C., 1988. Test Quality İn Fruit Practical Methods Of Analysis. Axis Provence France 1-20.
- ANONYMOUS., 1994. TS. 4110 Sera Genel Yapım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü.
- ANONYMOUS., 1994. 1994 Yılı İklim Verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara (1994b).
- AUNG, L.H., 1976. Effect Of Photoperiod And Temperature On Vegetative Reproductive Responses Of Lycopersicon Esculentum. Mill. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101, 358-360.
- BAYTORUN, A.N., 1986. Bestimmung Des Luftwechsels Bei Gelufteten Gewachshausern. Dissertation Institut Für Technik İn Gartenbau Und Landwirtschaft Universitat Hannover Deutschland.
- BAYTORUN, A.N., 1994. Akdeniz İklim Koşullarında Uygun Cam ve Plastik Sera Kostrüksiyonlarının Geliştirilmesi Araştırma Projesi.
- BAYTORUN, A.N., ABAK, K., TEKİNEL, O., TOKGÖZ, H. Etüde Portand Sur Different Types De Serres Plastiques Et Certaines Technologies Mieux

Adaptees Au Climat Mediterranean De Turquie. Workshop On Environmentally Sound Water_Management Of Protected Agriculture Under Mediterranean And Arid Climates. Bari/ITALY 3-30 16-18 July (1993)

BAYTORUN, A.N., ABAK, K., TOKGÖZ, H., GÜLER, Y., ÜSTÜN, S., 1995. Seraların Kışın İklimlendirilmesi ve Denetimi Üzerine Araştırmalar. Tübitak Projeleri (TOAG 1993 S. 98).

BAYTORUN ve ARK., 1996. Seralar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları. Yayın No: 29. Çeviri. ADANA.

BEN AMOUR, H., SALHİ, M., BEN-ZID, A., 1998. Heating Greenhouses by Passive Solar System. Tunisia.

BEN AMOUR, H., SALHİ M., BEN-ZID, A., VERLODT, H., 1990. Acta Horticulture, No:263, 121-130, 4 Ref.

BOULARD, T., RAZEFİNOHANY, E., BAİLLE, A., 1990. Acta Horticulturae. No:263, 131-138.

BOURGEOİS, M., CALEME, F., DANLOY, L., DARBELLAY, C., GAY, J.B., JOLLİED, O., MANTİLLERİ, S., MONCOUSİN, C., MUNDAY, GL., REİST, A., 1986. Publication Organization Nr. CERN/DIR/EN/86-2, 187 Pg., 35 Ref. Geneva, Switzerland, CERN.

CALVERT, A., 1965. Pollen Viability, Germination And Tube Growth İn The Tomato. A Rewiew Of The Literature. Rep-Glasshouse Crops Rest Inst. 163, 131-142.

CAMPIOTTI, CA., CIARELLI, F., PICCIURRO, G., TAGGI, R., 1985. 41, 9, 63-70 Ref. 3 5, Pg. (4 0col).

CAMPIOTTI, C.A., 1990. Acta Horticulturae. No:263, 163-174, 8 Ref.

CEMEROĞLU, B., 1992. Meyve ve Sebze İşletme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları 325-334.

CHIERINSKI, W., JOBKE, K., RASEHORN, W., WOGEL, K., 1985. Gartenbau. 32,8, 234-237, 4 Ref., 1pg., 2 Fig.

- CHOUKİ-ALLAH, R., 1990. Acta Horticulturae. Nr. 263, 39-64, 11 Ref., 3 Fig., 1 Tab.
- CIARELLİ, F., CAMPIOTTİ, CA., PİCCIURO, G., TAGGİ, R., 1984. Colture-Protette 13, 6, 31-38, 22 Ref., 3 Pg.(3 Col), 2 Fig., 1 Map.
- ÇOLAK ve ŞAHİN, (1988). İzmir İli Dahilinde Tufanda Sebze Yetiştirmede Kullanılan Seraların Bugünkü Durumu Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt(Vol):25, No:3 Bornova-İZMİR
- DALE, A.C., PURİ, V.M., HAMMER, P.A., 1983. Paper American Society Of Agricultural Engineers. Nr. 83-4021, 8 Pg., 14 Ref., 4 Fig., 1 Tab.
- DANLOY, L., BOURGECIS, M., MUNDAY, G.L., GAY, J.B., JOLLIED, O., MANTİLLERİ, S., MONCOUSİN, C., REİST, A., 1986. CNRE Bulletin, European-Cooperative-Network-On-Rural-Energy. İtaly Nr. 15, 20-27, 2 Ref..
- DAYAN, E., VAN KEULEN, H., JONES, J.W., VIPORİ, I., SHMUEL, D., CHALLA, H., TOMGRO, A., 1993. Greenhouse-Tomato Simulation Model. Simulation Report 29, CABO-DLO, Wageningen
- DEMİR, K., DÖNMEZ, F., ABAK, K. 1991. Sera Domates Yetiştiriciliğinde 2-4 D , 4-CPA Ve Noxa'nın Verim Ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Derim 8(4) 153-191.
- DELMES, J., MAQUET, J., LEMAITRE, P., 1985. Composting Of Agricultural And Other Wastes. Proceeding Of Seminar Organised By Comission Of The European Communities. Drectorate General Science .
- EL-ABD, S.O., EL-BELTAGY, A.S., HALL, M.A., 1986. Physiological Studies On Flowering And Fruit Set İn Tomatoes. Acta Horticulture 190, 389-396.
- FYTİKAS, M., MARTZAPOULOS, G., 1989. CNRE Bulletin-European-Cooperative-Networks-On-Rural-Energy.Italy. Nr. 21, 89-90.

- GENT, M.P.N., ENOCH, H.Z., 1983. Temperature Dependence Of Vegetative Growth And Dark Respiration. A Mathematical Model. *Plant Phys.* 71, 562-567.
- GOSSELIN, A., TRUDEZ, M.J., 1985. *Canadian-Journal-Of-Plant-Science.* 61, 1, 185-192, 20 Ref.
- HESKETH, J.D., JONES, J.V.W., 1976. Status Of Computer Simulators For Plant Growth. *Ecol Modeling* 2, 235-247.
- HERBERT, C.D., NITLLSCHE, I., WITCHREI, M., CIERPINSKI, W., 1985. *Gartenbau* 32, 8, 232-234 7 Ref., 4 Pg., 2 Fig.
- HILDMANN, H., 1986. *Tagungsbericht-Akademie-Der-Democratic.* Nr. 238, 123-136, 8 Ref.
- HOOGENBOOM, G., 1980. Simulation Of The Growth Of Tomatoes In A Greenhouse. Department Of Theoretical Production Ecology. Agricultural University, Wageningen, Netherlands.
- HONMA., 1977. A New Greenhouse Tomat-Sperten Pink 10 Miteh Agrimlture Ecp Sta Guart Bul 44, 684-687.
- HURD, G.R., GRAVES, C.J., 1985. Some Effect Of Air And Root Temperatures On The Yield And Quality Of Glasshouse Tomatoes. *Journal Of Horticultural Science* 60 (3), 359-371.
- JELINKOVA, H., 1989. *CNRE Bulletin. European-Cooperative-Networks-On-Rural-Energy. Italy.* Nr. 21, 18-20.
- JONES, P., JONES, J.W., HWANG, Y.K., 1989. Paper-American Society Of Agricultural Engineers. Nr. 89-7020, 17 Pg., 10 Ref.)
- JOLLIET, O., BOURUEDIJ, M., DANLOY, L., GAY, B.J., MANTILLERI, S., 1993. Test Of A Green House Vsing Low Temperature Heatmig Technical Communications Of Ishs Internatiol Socitey For Holticultural Science Working Party On Green Hause Constraction Adel Covering Materials. *Acta Holticulturae* No:170: P:219-225.

- JOLLIET, O., 1994. Station Federale De Recherces d'Economic 8356 Tanikon Switzerland.
- JUSTA, F., DÍAZ, R., 1986. CNRE Bulletin-European-Cooperative-Networks-On-Rural Energy, Italy Nr.15, 16-19
- KANO, A., VAN BAVEL, CH.M., 1988. Design And Test Of A Simulation Model Of Tomato Growth And Yield In A Greenhouse. J. Japon Soc. Hort. Sci. 56, 408-416.
- KRAWCHENKO, A.N., SALTANOVICH, T.I., DANCIOV, J. 1994. Influence Of Stress Temperature On The Masculine Ganepophyte Of Tomatoes. Bulletin-Acemie De Stinte (Republic Of Moldova) Stinte Biologice Si Chemiche 270, 22-24.
- KONING. A., HURT, RG., 1983. Comparison Of Winter Sown Tomato Plants Grown With Restricted And Unlimited Water Supply. Journal Of Horticultural Science 58, 106-112.
- KOZAI, T., 1989. Energy Conservation And Solar Energy Utilisation In Horticultural Engineering. Acta-Hortuculturae. Nr. 257, 169-182, 10 Ref. Melbourne, Australia. 29 August-18 September 1986 Edited By GARZOLI, Kv.
- KRUG, H., 1991. Gemusepproduction Verlog Poul Parley 2. Neubeorbeit Und Erweiterre Auflage.
- KYRITSIS, S., MAUROJIONOPPOULLOS, G., SOLDATW, P., 1988. CNRE Bulletin European Cooperative Networks On Rural Energy. Italy. 1989 Nr. 21 53-59.
- LANCKOW, J., FROHLOCH, H., 1983 Gartenbau. 30,10, 296-298, 10 Ref.
- LINKENS, H.F., KROH, M., 1970. Regulation Of Pollen Tube Growth Curn Top Dev Brol 5 89-113 R-6.
- LAMBERTH, V.N., 1967. Tukross 520. Missouri Agr. Exp Sta Special Report 86.

- MAFA, MB., MONTERİO, A.A., MENESES, J.F., 1990. Acta-Horticulturae. Nr. 263, 265-274, 6 Ref.
- MAGNANI, G., 1983 Natiziaro-Di-Ortofloro Frutticultura. 9, 4, 186-190, 19 Ref., 1 Pl.
- MAGNANI, G., TOCHNONI, F., CONSORTI S.B., 1989. Culture-Frotette 18, 6, 87-88, 16 Ref., 3 Col., Pg., 1 Fig.
- MAİA, M.B., MONTERIRO, A.A., MENCSES, J.F., 1990. Instituto Superior De Agronomia, Technical University Of Lizbon Tapato Da Ajuda.
- MAVROGIANOPOULOS, G.N., KYRITSIS, S., 1993. Agricultural-And-Forest Meteorology. 65, 1-2, 47-61, 13 Ref.
- MENTSE, JF., MONTEIRO, A.A., 1990. Acta-Horticulturae. Nr. 263, 258-292, 5 Ref.
- MOUYOU, R., BEN-MECHLIA, N., 1990. Acta-Horticulturae. Nr. 263, 275-283, 5 Ref.
- MUNNNAKATA, K., TAKAHASHI, H., 1983. Bulletin-Of-The-Akita-Prefertural-College-Of-Agriculture. Nr. 9, 23-33, 9 Ref., 3 Fig.
- NAVROGIANOPULOS ve ARK., 1993.
- NISHINA, H., TAKAKURA, T., 1985. Journal-Of-Agriculture-Meteorolgy. 40, 4, 313-321 5 Ref., 5 Fig., 3 Tab. En. Fig. And Tab. Captions.
- NISHINA, H., TAKAKURA, T., HASHIMATO, Y., 1988. Acta-Horticulturae. Nr. 230. 555-556, Ref. Proceedings.
- ÖNEŞ, A., 1999. Sera Planlama ve Projeleme. Ankara Üniversitesi Basım Evi, ANKARA
- ÖZGÜR, M., ERİŞ, A., 1985. Bahçe Bitkileri Dergisi. 14, 1-2, 59-68, 18 Ref.
- ÖZTÜRK, A., KILIÇ, A., 1983. Güneş Enerjisi. Kipaş Dağıtımçılık. Çağaloğlu, İSTANBUL.

- PHATAK, SC., 1965. Origin, Nature And Modification Of The Flowering Stimulus In The Tomato. N. A. A. S. Quarterly Review. Vol. 70.
- POLOWICK, P.L., SHAWNEY, V.K., 1985. Temperature Effect On Male Fertility And Flower And Fruit Development Pepper. (C. Annum L.) Scientia Hort. 25.(2) 117-127.
- POPOUSKI, K., 1987. Avrupa Tarımında Mevcut Jeoteröel Enerji Kullanımı, Seraların Güneş ve Jeotermal Enerji İle Isıtılması. 11-14 Nisan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. ADANA.
- RALPH, W., 1987. Rural-Research. Nr. 137, 4-10, 3 Ref.
- REİST, A., 1983. Revue-Suisse-De-Viticulture, d'Arbiculture-Et-d'Horticulture. 15, 6, 355-357, 1 Fig Switzerland.
- REİST, A., 1984. Revue-Suisse-De-Viticulture. 16, 6, 361-367, 14 Ref., 5 Pg., 1 Fig Switzerland.
- REIST, A., 1991. Revue-Suisse-De-Viticulture-d'Arbiculture-Et--d'Horticulture.
- RENARD, W. and SIEBERT, L., 1962. Warmebedarf Von Gewachshausern. Heizung, Lüftung, Haustechnik, 13, 101-105.
- ROSSI, A., PLAITANO, S., 1983. Culture-Protetle. 12, 10, 53-58, 6 Ref. Col. Pg..
- RYLSKI, I., 1980. Fruit Set And Development Of Seeded And Seedless Tomato Fruits Under Diseases Regimes Of Temperature And Pollination. Journal Of Horticultural Science. 104(6) 835-838.
- RYLSKI, I., ALANİ, B., 1994. Flowering, Fruit Set, Fruit Development And Fruit Quality Under Different Environmental Conditions In Tomato And Pepper Crops. Acto Horticulture 366, 45-55.
- SUCHS, R.M., SISTO, I., JENKINS, B.M., FOISTER, G.W., 1992. Scientia-Horticulturae. 49, 1-2, 135-146, 28 Ref., 2 Fig.
- SALEH, H., ABU GHARBİEH, W.I., AL-BANNA, L., 1989. Nematologia-Mediterranea. 17, 2, 127-129, 13 Ref.

- SALLANBAŞ, H., DURCEYLLAN, E., YEZBOĞA, K., 1989. CNRE- Bulletin-European-Cooperative-Networks-On-Rural-Energy. Italy, Nr. 21, 38-40.
- SARI, N. 1999. Cine Tarım Dergisi. Sayı 14. ADANA.
- SASAKI, K., TAKAHASKİ, M., KANAME, T., SATO, N., ITAGİ, T., 1982. Bulletin-Of-The-Kanagawa-Horticultural-Experiment-Station. Nr. 29, 29-38, 14 Ref.
- SASAKI, K., TAKAHASHİMİ, M.; ITAGİ, T., 1983. Bulletin-Of-The-Kanagawa-Horticultural-Experiment-Station-Minomita-Machi-Kanagawa, Japan.
- SASAKI, K., TAKAHASHİ, M. ITAGİ, T., 1984. Bulletin-Of-The-Kanagawa-Horticultural-Experiment-Station. Nr, 31, 24-32, 6 Ref., 1 Fig.
- SEBESTE, Z., WENNER. D., 1985. IBT-Rapport-Norges-Lanbrukshogskole. Nr. 216, 34 Pg., 12 Ref.
- SEGINER, I., 1988. Optimal Yield Management. 185-191, Ref. ALDERSHOT, UK., Averbury.
- SHAWNEY, V.K., 1983. The Role Of Temperature And It's Relationships With Giberellic Acid İn The Development Of Floral Organs Of Tomato. Con J. Bot. 61, 1258-1265
- SEVGİCAN, A., 1995. Örtüaltı Sebzeçiliği. Ege Üniversitesi TAV. Yayınları. Yayın No 19.
- SHINA, G., SEGINER, I., 1989 Acta-Horticulturae. Nr. 248, 307-313.
- SKIERKOWSKI, I., PIETRZYKOWSKI, M., 1983. Bulletyn Warzywniczy-Supplement. 45-52, 6 Fig. Skierniewice Poland. Instytut Warzywnictwa.
- STANLEY, R-6 LINKENS, H.F., 1985. Pollen Biologie Biochemie Gewinnug Und Ver Vevdug Urs Freund Verly Greifenburg Ammersee 344.
- STOCKER, H. 1984. Akademie Der-Landwirtschaftswissenschaften Der Deuchen Demokratic. Nr. 220. 37-44, 3 Ref.

- ŞAHİN ve ÇOLAK, (1988). Sera Isıtmasında Isı İhtiyacı Ve Isı Açığını Azaltıcı Çalışmalar. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu Bildirileri, Ekim 17-19. İZMİR
- TAKAKURA, T., 1968. Predicting Air Temperatures In The Glasshouse (2). Journal Of Meteor. Soc. Of Japan. Vol. 46, Nr. 1.
- TANTAU, H., 1983. Heizungsonlagen in Gartenbau Verlag Eugen Ulmer Stutgard
- TOKGÖZ, 1995. Doğu Akdeniz Yöresi İklim Koşullarına Uygun Sera Tiplerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma.
- TOPÇU, S., TEKİNEL, O., 1994. Bitki Büyümesinin Modelleştirilmesi, Model Tipleri Ve Kullanım Alanları. Topraksu Dergisi, 94/1 14-18
- TOPÇU, S., ALLİSON, B.E., 1995. Calibration Of The Cotton Growth Simulation Model COTTAM Under Furrow İrrigation In South-Turkey. Zeitschrift Für Bewaessernungswirtschaft, 30, 2, 163-178, DLG Verlag, Germany.
- TOPÇU, S., 1996. "CORNF" Mısır Bitkisi Büyüme Simulasyon Modelinin Almanya Güney Bölgesi İçin Kalibrasyonu Ve Validasyonu. Tr. J. Of Agriculture And Forestry. 20, 2, 99-105.
- ÜSTÜN, S., 1993. Çukurova Bölgesinde Farklı Sera İçi İklim Koşullarında Isı Gereksiniminin Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü: Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi.
- VAKİS, N.J., PHOTLADES, I., 1989. Thecnical-Bulletin-Agricultural Research Institute, Cyprus. Nr. 108, 10 Pg., 11 Ref.
- VERLODT, H., 1990. In Protected Cultivation In The Mediterranean Climate. Greenhouses In Cyprus. FAO. Edit.
- VOLTING, H.G., 1988 Groenten-Einfruit. 44, 10, 33-39, 2 Col. Pg.
- WİLTNER, S.H., TEUBNER, F.G., 1956. Cold Exposure Of Tomato Seedings And Flower Formation. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. V. 67.

- WITTWER S.H. and W.R. RDAB., 1994. Corbon Dioxide Enrichment Of Greenhose Atmosheres For Food Crop Production. *Ekonomic Bot* 18:34-56.
- WOLF, S., RUDİCH, J., MARANİ, A., REKAH, Y., 1986. Predicting Harvesting Date Processing Tomatoes By A Simulation Model. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(1), 11-16.
- WOLTING, H.G., 1988. *Groenten-en Fruit.* 44:10, 33-39 Col. Pl.
- VARDAR, Y. 1975. *Bitki Fizyolojisine Giriş. Ticaret Mat. İZMİR.*
- YAZAR, A., SEZEN, S.M., 1997. Verification And Validation Of CERES-Wheat Model Under Çukurova Conditions, *Tr. J. Of Agriculture And Forestry.* 21, 4, 335-343.
- YAZGAN, 1983. *Plastik Örtüler Altında Sebzeçilik. Çeviri. Ç.Ü. Z.F. Yayınları No:72. ADANA*
- YILDIZ, O., ERTEKİN, C., 1994. Sera Isıtmasında Gerekli Olan Enerji Miktarının Bir Bilgisayar Programı İle Hesaplanması. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, 647-659, 20-22 Eylül, ANTALYA.*
- YÜCE, B., 1990. *Türkiye Seracılığının Genel Durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Böl. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Proje Uygulama Genel Müd. 17-19 Ekim S.3-10 İZMİR.*
- YÜKSEL, A.N., KOCAMAN, İ., 1987 *Sera Projelene. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:242 TEKİRDAĞ.*
- ZABELTİTZ, C, VON., 1988. *Passive Solar Heating Of Greenhouses With Water Filled Polyethylene Tubes. Eigenverlas Des Institus Für Technic İn Gartenbau Und Landwirtschaft Der Universtat Hannover, Deutschland. Heft 30.*
- ZEBELTİTZ, C. VON., MEYER, J., DUMKE, C., BAYTORUN, A.N., 1989. *CNRE Bulletin. European-Cooperative-Networks-On-Rural-Energy. Italy. Nr. 21, 57-59, 2 Ref.*

ZABELTITZ, C. VON., 1992. Energy Efficient Greenhouse Designs For
Mediterranean Countries. *Plasticulture* Nr. 96, 192/4.

ZHANG, I.M., LIU, B.Z., 1986. *Acta-Horticulturae*. Nr. 230, 471-475, Ref.
Proceedings.





EK - 1

**EK1. Farklı Dikim Tarihleri, Farklı Sıcaklık Değerleri ve Farklı Örtü Malzemesi,
CO₂ Gübrelemesi ile Elde Edilen Verim ve Brüt Kar Değerleri.**

Verim	Süre	Örtü tipi	Sıcaklık	CO2 ppm	Enerji (mj/m ²)	Yakıt (lt)	Yakıt (ffr)	CO2 (kg/m ²)	CO2 (ffr)	Kazanılan Para (ffr)	Masraf	Brüt Kar
28,64	304	tek pl	16/24	350	931,9	25,25	44,42	0	0,00	85,35	44,42	40,934
33,46	304	tek pl	16/24	500	941,3	25,51	44,86	4,6	7,95	100,24	52,82	47,421
37,16	304	tek pl	16/24	750	946,4	25,65	45,11	10,8	18,68	111,74	63,78	47,956
39,23	304	tek pl	16/24	1000	947,7	25,68	45,17	16,2	28,02	118,24	73,18	45,056
21,72	304	çiftpl	16/24	350	777,1	21,06	37,04	0	0,00	64,9	37,04	27,862
23,61	304	çiftpl	16/24	500	780,2	21,14	37,19	3,4	5,88	70,94	43,07	27,875
25,91	304	çiftpl	16/24	750	783,5	21,23	37,34	8,6	14,87	77,59	52,22	25,375
27,16	304	çiftpl	16/24	1000	785,8	21,30	37,45	13,2	22,83	81,41	60,28	21,13
36,06	304	tekpl	13/10	350	224,3	6,08	10,69	0	0,00	98,51	10,69	87,819
36,2	304	tekpl	13/10	500	224,3	6,08	10,69	0,3	0,52	98,53	11,21	87,321
36,33	304	tekpl	13/10	750	224,3	6,08	10,69	0,7	1,21	99,32	11,90	87,419
36,42	304	tekpl	13/10	1000	224,4	6,08	10,70	1,1	1,90	99,58	12,60	86,982
27,1	304	çiftpl	13/10	350	194,8	5,28	9,28	0	0,00	75,46	9,28	66,175
27,16	304	çiftpl	13/10	500	194,8	5,28	9,28	0,2	0,35	75,11	9,63	65,48
27,21	304	çiftpl	13/10	750	194,8	5,28	9,28	0,5	0,86	75,76	10,15	65,611
27,24	304	çiftpl	13/10	1000	194,8	5,28	9,28	0,7	1,21	75,85	10,50	65,355
31,75	304	tekpl	13/20	350	515,8	13,98	24,58	0	0,00	91,6	24,58	67,016
34,7	304	tekpl	13/20	500	518,8	14,06	24,73	3,1	5,36	100,64	30,09	70,552
36,82	304	tekpl	13/20	750	520,6	14,11	24,81	7,2	12,45	107,02	37,26	69,756
38,21	304	tekpl	13/20	1000	521,9	14,14	24,87	10,9	18,85	111,38	43,72	67,656

Ek 1. Devamı

24,9	304	çiftpl	13/20	350	429,2	11,63	20,46	0	0,00	70,78	20,46	50,324
25,58	304	çiftpl	13/20	500	429,1	11,63	20,45	2,4	4,15	75,07	24,60	50,468
26,77	304	çiftpl	13/20	750	431,3	11,69	20,56	6	10,38	78,57	30,93	47,638
27,78	304	çiftpl	13/20	1000	430,2	11,66	20,50	8,7	15,05	80,21	35,55	44,661
24,37	243	tekpl	16/24	350	917,7	24,87	43,74	0	0,00	61,38	43,74	17,641
28,44	243	tekpl	16/24	500	924	25,04	44,04	4,6	7,95	72,88	51,99	20,886
31,21	243	tekpl	16/24	750	926,1	25,10	44,14	10,6	18,33	80,42	62,47	17,95
33,06	243	tekpl	16/24	1000	927,5	25,14	44,21	16,2	28,02	85,85	72,22	13,629
19,04	243	çiftpl	16/24	350	764,5	20,72	36,44	0	0,00	48,11	36,44	11,673
20,9	243	çiftpl	16/24	500	765,2	20,74	36,47	3,6	6,23	53,29	42,70	10,594
22,32	243	çiftpl	16/24	750	767,8	20,81	36,59	8,7	15,05	57,09	51,64	5,4501
23,45	243	çiftpl	16/24	1000	768,2	20,82	36,61	13,2	22,83	60	59,44	0,5591
26,57	243	tekpl	13/20	350	499,6	13,54	23,81	0	0,00	64,5	23,81	40,688
29,04	243	tekpl	13/20	500	501,1	13,58	23,88	3,1	5,36	71,19	29,24	41,946
30,73	243	tekpl	13/20	750	501,7	13,60	23,91	7,1	12,28	75,79	36,19	39,6
31,79	243	tekpl	13/20	1000	502,3	13,61	23,94	11	19,02	79	42,96	36,037
21,57	243	çiftpl	13/20	350	414,6	11,24	19,76	0	0,00	52,91	19,76	33,149
22,49	243	çiftpl	13/20	500	415,1	11,25	19,78	2,6	4,50	55,61	24,28	31,329
23,26	243	çiftpl	13/20	750	415,1	11,25	19,78	6,1	10,55	57,83	30,33	27,497
23,77	243	çiftpl	13/20	1000	415,7	11,27	19,81	9	15,56	59,25	35,38	23,873
29,19	243	tekpl	13/10	350	230,2	6,24	10,97	0	0,00	70,92	10,97	59,948

Ek 1. Devamı

29,19	243	tekpl	13/10	500	230,2	6,24	10,97	0,3	0,52	71,08	11,49	59,589
29,24	243	tekpl	13/10	750	230,2	6,24	10,97	0,6	1,04	71,24	12,01	59,231
29,29	243	tekpl	13/10	1000	230,2	6,24	9,61	1	1,73	71,34	11,34	59,997
29,34	243	çiftpl	13/10	350	201,7	5,47	9,61	0	0,00	56,07	9,61	46,457
22,51	243	çiftpl	13/10	500	201,7	5,47	9,61	0,2	0,35	56,14	9,96	46,181
22,55	243	çiftpl	13/10	750	201,7	5,47	9,61	0,6	1,04	56,2	10,65	45,549
22,57	243	çiftpl	13/10	1000	201,7	5,47	37,01	0,7	1,21	56,24	38,22	18,015
23,31	213	tekpl	16/24	350	776,6	21,05	37,21	0	0,00	57,09	37,21	19,876
26,78	213	tekpl	16/24	500	780,8	21,16	37,26	4,1	7,09	66,69	44,35	22,338
29,24	213	tekpl	16//24	750	781,8	21,19	37,30	9,4	16,26	73,07	53,55	19,519
30,72	213	tekpl	16/24	1000	782,5	21,21	30,88	14,2	24,56	76,88	55,44	21,439
19,37	213	çiftpl	16/24	350	648	17,56	30,89	0	0,00	47,74	30,89	16,85
20,57	213	çiftpl	16/24	500	648,1	17,56	30,93	3,1	5,36	50,95	36,29	14,657
21,61	213	çiftpl	16/24	750	649	17,59	30,95	7,7	13,32	53,86	44,27	9,5926
22,29	213	çiftpl	16/24	1000	649,4	17,60	20,27	11,7	20,23	55,62	40,50	15,116
24,95	213	tekpl	13/20	350	425,3	11,53	20,29	0	0,00	59,95	20,29	39,656
26,62	213	tekpl	13/20	500	425,8	11,54	20,31	2,7	4,67	64,7	24,98	39,722
27,76	213	tekpl	13/20	750	426,1	11,55	20,31	6,2	10,72	68,26	31,04	37,225
28,59	213	tekpl	13/20	1000	426,2	11,55	16,97	9,4	16,26	70,53	33,22	37,307
20,29	213	çiftpl	13/20	350	356	9,65	16,95	0	0,00	49,58	16,95	32,631
20,93	213	çiftpl	13/20	500	355,6	9,64	16,94	2,2	3,80	51,59	20,75	30,842

Ek 1. Devamı

21,52	213	çiftpl	13//20	750	355,5	9,63	16,95	5,4	9,34	53,04	26,29	26,748
21,84	213	çiftpl	13/20	1000	355,7	9,64	9,99	7,9	13,66	53,8	23,65	30,148
25,02	213	tekpl	13/10	350	209,6	5,68	9,99	0	0,00	57,54	9,99	47,55
25,04	213	tekpl	13/10	500	209,6	5,68	9,99	0,2	0,35	57,59	10,34	47,254
25	213	tekpl	13/10	750	209,6	5,68	9,99	0,6	1,04	57,65	11,03	46,622
25	213	tekpl	13/10	1000	209,6	5,68	8,70	0,8	1,38	57,69	10,09	47,603
20,11	213	çiftpl	13/10	350	182,6	4,95	8,70	0	0,00	48,18	8,70	39,477
20,12	213	çiftpl	13/10	500	182,6	4,95	8,70	0,2	0,35	48,21	9,05	39,161
20,13	213	çiftpl	13/10	750	182,6	4,95	8,70	0,4	0,69	48,23	9,39	38,835
20,14	213	çiftpl	13/10	1000	182,6	4,95	0,00	0,6	1,04	48,25	1,04	47,212

YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU