

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SERALARDA ISITICI PANEL SICAKLIK VE YERLEŞİM
YÜKSEKLİĞİNİN İÇ ORTAM ŞARTLARINA ETKİSİNİN NÜMERİK
ANALİZİ**

Ahmet Okan KESKİN

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SERALARDA ISITICI PANEL SICAKLIK VE YERLEŞİM
YÜKSEKLİĞİNİN İÇ ORTAM ŞARTLARINA ETKİSİNİN NÜMERİK
ANALİZİ**

Ahmet Okan KESKİN

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

Doç. Dr. Refet KARADAĞ danışmanlığında, Ahmet Okan KESKİN'in hazırladığı “**Seralarda Isıtıcı Panel Sıcaklık ve Yerleşim Yüksekliğinin İç Ortam Şartlarına Etkisinin Nümerik Analizi**” konulu bu çalışma 25/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Refet KARADAĞ

Üye : Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

Üye : Doç. Dr. Asım BALBAY

Bu Tezin Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr.Recep GÜNDOĞAN
Enstitü Müdürü

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

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Seralarda İç Sıcaklık Değerleri	2
1.2. Seraların Konstrüksiyon Malzemeleri	7
1.2.1. Çatı yapısı	7
1.2.2. Örtü malzemesi	7
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Seranın Tasarımı	14
3.2. Tasarıma Mesh Oluşturma	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	27
4.1. Sera Tasarımındaki Farklı Yükseklikler İçin Farklı Sıcaklıkların Analizi	33
4. SONUÇ ve ANALİZ	45
4.1. Sonuçlar	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	48

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SERALARDA ISITICI PANEL SICAKLIK VE YERLEŞİM YÜKSEKLİĞİNİN İÇ ORTAM ŞARTLARINA ETKİSİNİN NÜMERİK ANALİZİ

Ahmet Okan KESKİN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Refet KARADAĞ
Yıl: 2016, Sayfa: 48

Serada homojen sıcaklık dağılımı sağlamak için, ısıtmada kullanılan panel yüzeyleri, farklı yüksekliklerde ve konumlarda olacak şekilde bir sera tasarlanmış ve ısıtıcı panellerin yüzey sıcaklıkları değiştirilerek; sera iç ortalama sıcaklığı, sıcaklık dağılımı ve taşınım katsayısı hesaplanmıştır. Çalışmada oluşturulan sera tasarımı için sayısal ve teorik yöntemler kullanılmış ve uygun meshleme yapısı ve yoğunluğu için çeşitli analizler yapılmıştır. Sera tasarımında belirli konumlarda sıcaklıkları bulmak için çeşitli yükseklik ve konumlarda yapay yüzeyler oluşturulmuş ve bu yapay yüzeyler sayesinde sıcaklık değerleri ve dağılımı saptanmıştır. Çalışmada ısı yükünün daha homojen dağılması için çeşitli analizler yapılmıştır. Aynı panel sıcaklığı ile bitki çevresinde daha fazla sıcaklık olması için panel yüksekliklerinin yerleri değiştirilmiştir. Analizde incelemeler sonucu yüksekliğin ısıtmada etkisi görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Yüksekliğin ısıtmaya etkisi, nümerik analiz, taşınım katsayısı, Seralarda ısıtma

ABSTRACT

MScThesis

NUMERICAL ANALYSIS OF EFFECT OF INDOOR PANEL HEATER TEMPERATURE AND SETTLEMENT TERMS OF GREENHOUSE in HEIGHT

Ahmet Okan KESKİN

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Mechanical Engineering Department**

**Supervisor : Assoc. Prof. Dr.Refet KARADAĞ
Year: 2016, Page: 48**

In this study, a greenhouse is designed of which panel surfaces used for heating are different heights and locations. Changing the panel surface temperatures, in door mean air temperature, temperature gradient and convective heat transfer coefficient value are computed. In the study, the analytical and numerical methods are used for analysis and different solutions are made for appropriate mesh structure. Artificial surfaces are created in different heights in order to find temperatures of different locations. In the study, different analyses are conducted for uniform distribution of the heat load. The panel heights have been changed in order to obtain more temperature around the plants for the same panel temperatures. It was observed that there are significant impacts of the height on the heating.

KEYWORDS: The warming effect of height, numerical analysis, convection coefficient, heating in greenhouses

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımnda bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan ve yine çalışmamda kullandığım programları bana büyük bir itina ile öğreten bilimsel fikir ve tecrübelerinden yararlandığım çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. REFET KARADAĞ 'a, ve ders aşamasında yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hüsamettin BULUT' a ayrıca çalışma aşamasında tecrübelerinden yararlandığım arkadaşım Hakan Tekin 'e ve en çok da desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Seralarda ısıtma tasarım çeşitleri	6
Şekil 3.1.	Sera tasarımının uzunluk ölçüleri.....	15
Şekil 3.2.	Gambit' te oluşturulan sera tasarımı.....	16
Şekil 3.3.	Gambitte ana ekranda sera tasarımın genel görünümü.....	17
Şekil 3.4.	Sera tasarımının 3 boyutlu mesh görünümü.....	18
Şekil 3.5.	Hacimsel bir ortamda sıcaklığın dağılıma grafiği.....	19
Şekil 3.6.	Sera mesh yandan görünüşü	20
Şekil 3.7.	Sera mesh üstten görünüşü.....	20
Şekil 3.8.	Tavandaki taşınım katsayısının mesh yoğunluğuna göre değişimi.....	21
Şekil 4.1.	Panel sıcaklığına göre ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	28
Şekil 4.2.	Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı $T_{panel}=37^{\circ}C$	29
Şekil 4.3.	Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı $T_{panel}=57^{\circ}C$	30
Şekil 4.4.	Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı $T_{panel}=77^{\circ}C$	31
Şekil 4.5.	Ortalama sıcaklık Panelleri.....	32
Şekil 4.6.	Tasarımın P_1 için şematik gösterimi.....	34
Şekil 4.7.	P_1 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=7^{\circ}C$).....	34
Şekil 4.8.	P_1 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=12^{\circ}C$).....	35
Şekil 4.9.	P_1 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=17^{\circ}C$).....	36
Şekil 4.10.	P_1 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=17^{\circ}C$).....	36
Şekil 4.11.	Tasarımın P_2 için şematik gösterimi.....	37
Şekil 4.12.	P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=7^{\circ}C$).....	38
Şekil 4.13.	P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=12^{\circ}C$).....	39
Şekil 4.14.	P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=17^{\circ}C$).....	39
Şekil 4.15.	P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=22^{\circ}C$).....	40
Şekil 4.16.	Tasarımın P_3 için şematik gösterimi.....	41
Şekil 4.17.	P_3 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=7^{\circ}C$).....	42
Şekil 4.18.	P_3 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=12^{\circ}C$).....	42
Şekil 4.19.	P_3 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=17^{\circ}C$).....	43
Şekil 4.20.	P_3 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi($T_{tavan}=22^{\circ}C$).....	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Bazı bitkilerin ısı konfor şartları	2
Çizelge 1.2. Bazı bitkilerin sıcaklık sınır şartları	5
Çizelge 3.1. Analizde okunan sonuçlar	18
Çizelge 3.2. Isı taşınım katsayısı ile mesh yoğunluklarının karşılaştırılması	21
Çizelge 3.3. Taşınım katsayısı bulma	23
Çizelge 3.4. Havanın sıcaklığa bağlı termofiziksel özellikleri	25
Çizelge 4.1. Farklı sıcaklıklarda P1 paneli için ortalama sıcaklık ve ısı sonuçları	27
Çizelge 4.2. Farklı sıcaklıklarda P2 paneli için ortalama sıcaklık ve ısı sonuçları	27
Çizelge 4.3. Farklı sıcaklıklarda P3 paneli için ortalama sıcaklık ve ısı sonuçları	27
Çizelge 4.4. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı sayısal verileri ($P_{\text{Panel sıcaklığı}}= 37^{\circ}\text{C}$)	29
Çizelge 4.5. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı sayısal verileri ($P_{\text{Panel sıcaklığı}}= 57^{\circ}\text{C}$)	30
Çizelge 4.6. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı sayısal verileri ($P_{\text{Panel sıcaklığı}}= 77^{\circ}\text{C}$)	31
Çizelge 4.7. P_1 analiz şartları	33
Çizelge 4.8. $T_{\text{tavan}}=7^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	34
Çizelge 4.9. $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	35
Çizelge 4.10. $T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	35
Çizelge 4.11. $T_{\text{tavan}}= 22^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	36
Çizelge 4.12. P_2 için analiz şartları	38
Çizelge 4.13. $T_{\text{tavan}}=7^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	38
Çizelge 4.14. $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	38
Çizelge 4.15. $T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	39
Çizelge 4.16. $T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	40
Çizelge 4.17. P_3 için analiz şartları	41
Çizelge 4.18. $T_{\text{tavan}}=7^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	41
Çizelge 4.19. $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	42
Çizelge 4.20. $T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	43
Çizelge 4.21. $T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları	43

SİMGELER DİZİNİ

ha : Hektar

c_p : Özgül ısı ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

\dot{E} : Enerji ($\text{kJ} \cdot \text{s}^{-1}$)

\dot{E}_g : Enerji Girişi

$\dot{E}_ü$: Üretilen Enerji

$\dot{E}_ç$: Enerji Çıkışı

g : Yerçekimi ivmesi ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

h : Isı taşınım katsayısı ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

k : Isı iletim katsayısı ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

\dot{m} : Kütle debi ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)

m : metre

P : Basınç (Pa)

t : Zaman (s)

T : Sıcaklık $^{\circ} \text{C}$

ρ : Yoğunluk ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Q : Hacimsel debi ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

x,y,z : Kartezyen koordinatlar (m)

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, gıda maddelerine olan talep de her geçen gün artış göstermektedir. İnsanlar çoğu zaman sebze ve meyveleri mevsimi dışında da tüketmek istemektedirler. Bu artan gıda talebinin karşılanması ve mevsimi dışında sebze ve meyve talebinin karşılanabilmesi için, birim alandan yüksek verimin alındığı seracılık, tüm dünyada her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır (Hasdemir ve ark., 2014).

Türkiye'de seracılık 1970'li yıllardan sonra hızla gelişim göstermiştir. Özellikle iklim koşullarının elverişli olduğu güney illerde seracılık yoğunlaşmıştır; diğer illerde seracılığın gelişmemesinin en büyük nedeni ise kış aylarındaki sıcaklığın güney illere göre daha düşük olmasıdır. Seracılıkta en önemli unsur, istenilen sıcaklığı sağlayacak koşulların oluşturulmasıdır. Üretimin kesintiye uğramaması için ısıtmaya ihtiyaç duyulmakta, bu ise maliyetlerde artışa neden olmaktadır (Hasdemir ve ark., 2014).

İklim şartlarını kontrol ederek, tarımsal üretim sürecini yıl içerisinde daha geniş bir zamana yaymak üzere yapılan örtüaltı üretimde en önemli sorun ısıtmadır. Ülkemiz şartlarında, ısıtma giderleri ise sera karlılığını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi, bölge ve ürün tipine bağlı olarak değişmekle birlikte toplam maliyetin %40 ile %80'ini oluşturmaktadır. Sera ısıtmasında kullanılan fosil yakıtların maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle, ülkemizdeki çoğu serada düzenli bir ısıtma yapılamamakta, sadece bitkileri dondan korumaya yönelik ısıtma yapılmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmaması, verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama, tarımsal mücadele için ilaç ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir (Kendirli ve ark., 2010; Hasdemir ve ark., 2014).

Seralarda rastlanan ısıtma şekilleri genel olarak araştırılmış ve en yaygın ısıtma şekilleri güney sahiline yakın yerlerde güneşin ısı ve ışığıyla ve örtü altında kapalı ortamda ısıtmadır. Gerekli görüldüğünde yanmış yağ, lastik vb. yakılarak dondan

korumaya çalışılmıştır. Bu ısıtma şekli kalıcı olmamakla birlikte verimi de çok düşürmektedir. Bu yüzden ısıtmada modern ve daha fazla tabii kaynaklardan yararlanılmaya çalışılmalıdır.

Bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı sağlayacak yeterli bir ısıtma verimi %50-60 oranında artırabilmektedir. Bu nedenle jeotermal kaynak kullanılarak ısıtılan seralarda, bitki gelişimi ve döllenme için gereken sıcaklık daha ekonomik şartlarda sağlanmakta, bu sayede gerekli havalandırma yapılarak sera içi rutubet kontrol edilmekte ve bundan kaynaklanabilecek hastalıklar oluşmayarak, verim yükselmektedir (Hasdemir ve ark., 2014).

Seralarda yapılan ısıtmaların yakıt ve enerji kaynakları çeşitlilik gösterse de seraların iç yüzeylerini ısıtmak için genelde su ısıtmalı paneller kullanılır. Çalışmada bu yöntemle ısıtmaların daha iyi şartlara getirilmesi sağlanacaktır.

1.1.Seralarda İç Sıcaklık Değerleri

Sera içi gündüz ve gece sıcaklıkları arasında en fazla 5-8°C fark olmalıdır. Sera içi sıcaklığı soğuk günlerde 15°C' den düşük, güneşli günlerde 30°C'den yüksek olmamalıdır. Serada optimum sıcaklık değerlerinin sağlanabilmesi için kış aylarında ısıtma gereklidir (Kendirli,2010).

Bitkilerin gelişmesi sırasında gereksinim duydukları sıcaklık değerleri; ışınım düzeyleri, ortamda bulunan CO₂ miktarı ve topraktaki su ve besin maddeleri miktarına bağlıdır. Isıtma sistemleri kurulmuş olan seraların gece ve gündüz için en uygun ortam sıcaklıkları Çizelge 1.1. de verilmiştir (Kıratlı, 2003).

Çizelge 1.1. Bazı bitkilerin ısı konfor şartları (Kıratlı, 2003)

Bitki	Gece Sıcaklığı (°C)	Gündüz Sıcaklığı(°C)
Domates	15-19	21-27
Biber	15-19	21-27
Salatalık	16-20	19-30
Fasulye	15	21

Bamya	18	30
-------	----	----

Ortalama dış sıcaklık 27°C'nin altındayken doğal havalandırma yapmak sera içi sıcaklığın aşırı artışı önleyecektir, sıcaklık bu değerin üzerine çıktığında yapay soğutma (fog, fan-pad, gölgeleme) yöntemlerini kullanmak ürün kalitesini korumak için önemlidir. Sera içi sıcaklık uzun periyotta 30-35°C'yi geçmemelidir. Doğal havalandırmada havalandırma pencerelerinin kontrolü ani gerçekleştirilmemelidir. Sera içerisinde meydana gelen ani iklim değişiklikleri bitki üzerinde strese neden olmaktadır (Yılmaz, 2002).

Serada ısıtma gereksiniminin belirlenmesi için öncelikle, iç ortam sıcaklığının sınır değerleri tanımlanmalıdır. Serada bitki gelişmesi için en uygun sıcaklığın sağlanması gerekli olmasına karşın, bu durum ekonomik açıdan mümkün olmayabilir. Serada birçok bitki türü için istenilen sıcaklık değeri farklı olduğundan, ısıtma sistemlerinin kontrolü de buna bağlı olarak değişir. Seralarda değişik tür bitkilerin yetiştirilebilmesi için, iç ortam hava sıcaklığı 10~28°C aralığında ayarlanabilmelidir. Değişik özelliklerdeki PE plastik seraların sıcaklık gereksinimi, dört farklı iç ortam sıcaklığına (5°C, 10°C, 15°C ve 18°C) bağlı olarak hesaplanmıştır (Yıldız, 2010).

Dış ortam sıcaklığının belirlenmesinde, seranın bulunduğu bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak yılın en soğuk zamanında oluşan en düşük sıcaklıkların ortalaması dikkate alınır. Isıtma sistemlerinin tasarımı için, değişik özelliklerdeki plastik seraların sıcaklık gereksinimi, 0°C ve -5°C dış ortam sıcaklığına bağlı olarak hesaplanmıştır (Yıldız,2010).

Seralarda sıcak günlerde sera içi sıcaklığının çok yükselmesini engellemek amacıyla soğutma işlemi yapılması gerekmektedir. Seraların soğutulmasında gölgeleme, yağmurlama, makinelerle ve su şelalesi gibi soğutma gibi yöntemler kullanılmaktadır (Filiz, 2001).

Seralarda gölgelendirme yapmanın amacı, sıcak güneş ışıklarının sera içine girmesini engelleyerek sera içindeki sıcaklığın düşürülmesidir (Yüksel, 2001). Seralarda gölgelendirme işlemi iki şekilde yapılır. Bunlardan birincisi devamlı gölgelendirme değildir. Gölgeleme boya, kireç, çamur, undan yapılan hamur gibi maddelerin sera yüzeyine sürülmesiyle yapılmaktadır. İkinci yöntem ise hareketli gölgelendirme değildir. Devamlı gölgelendirme ile ortaya çıkan ışık azalması sorununu kısmen ortadan kaldırmaktadır. Ancak hareketli gölgelendirmenin tesis masrafı pahalıdır (Günay, 1980).

Seranın soğutulmasında; yağmurlama, havalandırma ve gölgeleme birlikte uygulanmaktadır. Sera içinde yapılacak yağmurlama ile bitkilerin su ihtiyacı karşılandığı gibi suyun buharlaşmasıyla da sıcaklık düşer. Seranın dıştan yağmurlama ile veya borulu sistemle ıslatılarak yıkanmasıyla da seraların soğutulması mümkündür. Sera çatısına yerleştirilen yağmurlama başlıklarıyla veya delikli borularla çatının iki yüzeyine ince bir tabaka şeklinde su püskürtülür. Suyun seranın sıcak cam yüzeyine yayılması ile ortaya çıkan buharlaşma, cam yüzeyinin soğumasını sağlar. Aynı zamanda su tabakası, güneş ışıklarının sera içerisine girmesini önlediği için gölgeleme etkisi yapmaktadır (Yüksel, 2000).

Doğal havalandırma sistemlerinde havalandırma işlemi sera yan duvarları ve çatılarında bulunan pencerelerle gerçekleştirilir. İyi bir havalandırma yapılabilmesi için seranın pencere toplam alanının sera taban alanının %16-25'i arasında olması gerekir. Havalandırmada etkili olan pencereler, çatı pencereleridir. Ancak araştırma bölgesinde bulunan ve doğal havalandırma yapılan seraların hiçbirinde çatı penceresi bulunmamaktadır. Seraların yan pencere alanları ise sera taban alanlarının %1-13'ü arasında değişmektedir. Seraların hiçbirisinde çatı penceresi olmaması ve yan havalandırma pencerelerinin yeterli düzeyde olmaması nedeniyle etkin bir havalandırma yapılamamaktadır (Gezer, 2006).

Doğal havalandırma sistemlerinde kapı ve pencere çevrelerinden, çatı ve duvarların birleşim yerlerinden kış aylarında ısı kayıpları meydana gelmektedir. Isı kayıplarını önlemek için sera örtü malzemesinin altına ikinci bir örtü malzemesi

yerleştirilmelidir. Bu şekilde ısı kayıpları önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Ayrıca malçlama ve su şilteleriyle sera içi sıcaklığını geceleri artırmada bir önlem olarak özellikle kış ve geçiş mevsimlerinde uygulanabilir(Gezer,2006).

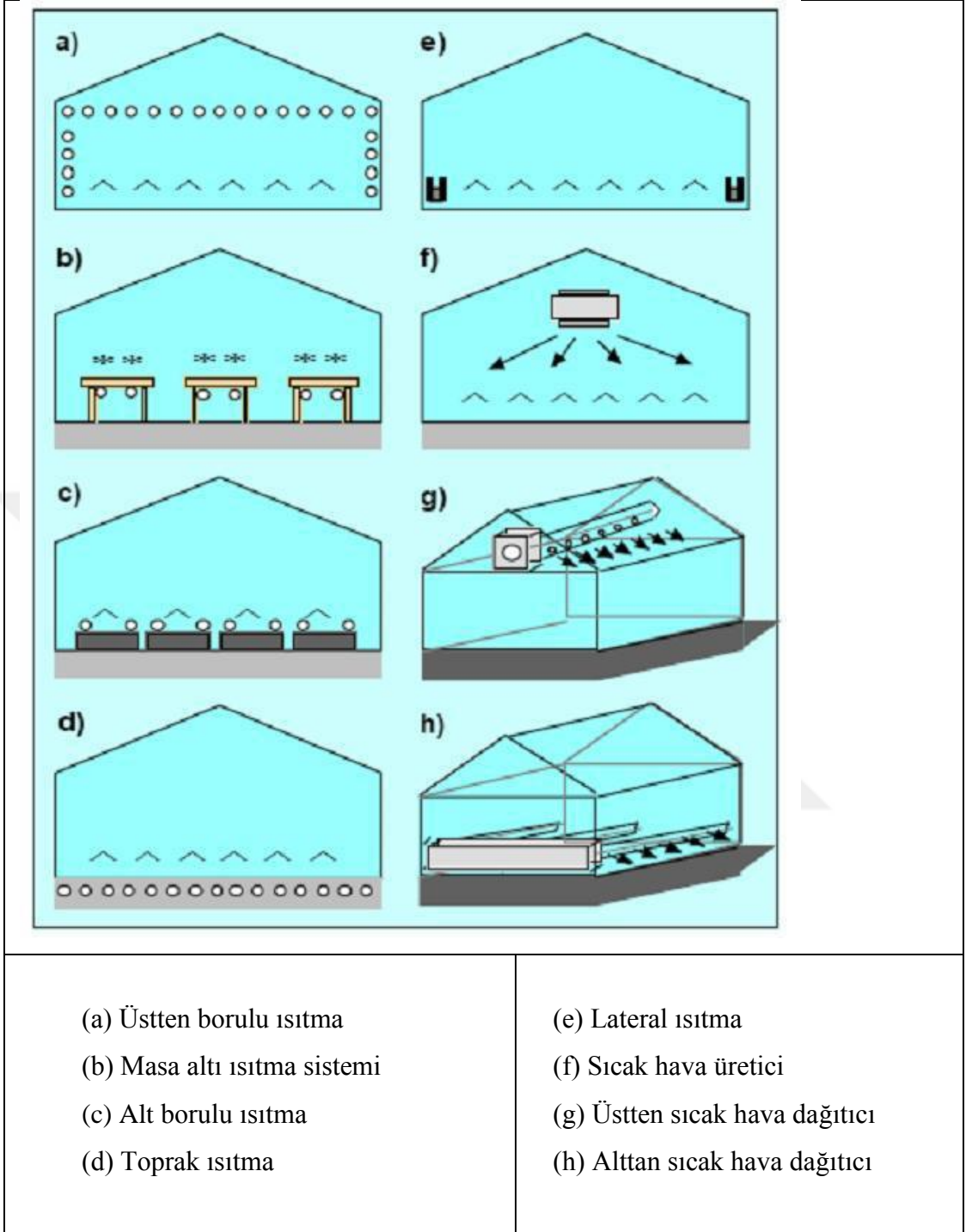
Seralarda yetiştirilen ürünlerin % 96'sını sebze türleri, % 3'ünü kesme çiçek ve iç mekân bitkileri ve % 1'ini de meyve türleri oluşturmaktadır. Seralarda üretimi yapılan sebze türleri içerisinde % 47'lik üretim pay ile domates ilk sırayı almakta; bunu hıyar (% 32), biber (% 9), patlıcan (% 7) izlemektedir. Fasulye, marul, kavun, kabak gibi diğer sebze türlerinin üretimdeki payları ise % 5'dir (Tüzel ve ark., 2005).

Alçak plastik tünellerde yetiştiriciliği yapılan en önemli sebze türü ise karpuzdur; ayrıca kabak, kavun, patlıcan, domates gibi çeşitli sebze türleri de alçak plastik tüneller altında yetiştirilmektedir (Yıldız, 2010).

Seralarda ürünler için sınır sıcaklık değerleri genel olarak Çizelge 1.2. de gösterilmiştir. Seralarda ısıtma işlemi, yetiştirme şekli, ürün deseni ve iklim koşuluna göre farklı ısıtma sistemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu ısıtma çeşitleri Şekil 1.1. de gösterilmektedir (Yılmaz, 2002).

Çizelge 1.2.Bazı bitkilerin sıcaklık sınır şartları

Bitki Sıcaklık (°C) Gereksinimleri	En Az Sıcaklık	En yüksek Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık	Uygun Sıcaklık	Yanma Sıcaklığı	Donma Sıcaklığı
Biber Çimlenme	8	30	23-28	24	-	-
Biber	-	30	18-23	24	-	-
Patlıcan	-	30-35	20-30	25	40	-
Salatalık	15	15-18	20-25	20	40	-
Domates	15	30	15-25	20	35	-2,-3



Şekil 1.1. Seralarda ısıtma tasarım çeşitleri (Yılmaz,2002)

1.2.Seraların Konstrüksiyon Malzemeleri

1.2.1. Çatı yapısı

Çelik boruda oluşan demir oksit (Fe_2O_3), malzeme ile ısıtma suyu kimyasal reaksiyonu sonucunda oluşan bir korozif tavrı sergilerken, galvanizli malzemede ise bu oluşum malzeme yüzeyinde kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) bir film tabakası şeklinde gerçekleşmiştir. Aşınma tavrı, çelik boruda zamana bağlı olarak farklılıklar gösterse de sürekli bir korozif etki vardır. Bunu, malzemede meydana gelen ağırlıkça azalma doğrulamaktadır. Zamana bağlı olarak bu farklılaşmalar, korozyon sırasında oluşan oksit tabakalarının kırılmasına bağlıdır. Çelik boruya göre, galvanizli çelik boru korozyona karşı çok daha uzun ömürlüdür(Kıratlı, 2003).

1.2.2.Örtü malzemesi

Örtüaltı yetiştiriciliği yapılan seralarda, örtü malzemesi olarak plastik (PE) veya cam kullanılmaktadır. Plastik örtü malzemesinin yapıya verdiği yük, cama göre oldukça düşüktür. Örtüaltı bitki üretimi yapılan bölgelerde, kar yükü dikkate alınmadığından etken yük, bitki yükü yanında rüzgâr yükü olmaktadır. Plastik seralar yay çatılı yapılarak, konstrüksiyon üzerine gelen rüzgar etkisi azaltılmaktadır. Diğer taraftan ürün kalitesi, risklerin en aza indirilmesi ve ürün miktarının artırılması istenildiğinde, başlangıç yatırım maliyeti plastik örtülü seralara göre daha fazla olan cam seralar tercih edilmektedir. Cam sera yapıları, genellikle kolon ve kirişlerin, kafes şeklinde düzenlendiği yapılar olup işçilik girdisi oldukça yüksektir. Ülkemizde çelik işçilik kalitesi oldukça düşüktür. Bir çelik yapıda, her birleşim yeri bir risk oluşturur. Bu nedenle, kafes kirişli sistemine sahip bu yapılar, çerçeve sistemlerine göre çok daha büyük işçilik riski taşımaktadırlar (Güllüler, 2007).

Bu tez bitkilerin yetiştirilmesinde uygun şartların sağlanması amacı ile daha konforlu ve her mevsimde ürün elde etmeyi sağlayan sera uygulamasını ve bu uygulamanın en önemli faktörü olan sera ısıtma şekillerini araştırmaktadır. Bu araştırmada öncelikle serada yetişen bitki çeşitlerinin fizibilite raporu çıkarılmıştır. Bu sayede seralarda yetişen bitkilerin istedikleri ısıtma şekilleri ve konfor şartları

araştırılıp, en uygun sera iç ortam sıcaklığını sağlayacak sistemde ısıtma şekli geliştirilmeye çalışılacaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Karadağ ve ark. (2004) Bir çalışmada sayısal çözümde residual değerlerinin ve mesh sayısının hassasiyete etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Residual değerlerinin çok küçük seçilmesi, mesh sayısının ise fazla olması hassasiyeti arttırmakla birlikte çözümün süresini arttırdığını farklı residual değerlerinde ve mesh sayılarında çözümler tekrarlanarak uygun residual değerleri ve mesh sayılarını belirlemenin uygun olduğunu belirtti. Ancak çözümde bazı hatalar beklenmektedir. Hata analizi için aynı duvar ısı şartlarında yapılan farklı çözümlerde, Nusselt sayısı ile Rayleigh sayısı arasındaki ilişki esas alınarak ortalama değerden en büyük sapma % 1 olarak görüldü.

Karadağ ve ark. (2004) Fluent programında çözüm için akış modelinin tanımlanmasının ardından laminar ve türbülanslı akış modelleri ile çözümünün kullanılabilirliğini belirtmiştir. Çalışma türbülanslı bölgede yapıldığından K-Epsilon standart türbülanslı modeli kullanmıştır.

Enerji etkinliği, harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesidir. Aynı ürün daha az enerji ile üretildiğinde bir önceki duruma göre enerjiden tasarruf edilir. Tasarruf edilen enerji yeni üretim hizmetleri için sanki ilave bir enerji kaynağı gibi kullanıma hazır olur. Enerji tasarrufu enerji temini alternatiflerinin en önemlilerindedir (Keskin, 2000).

Yıldız(2010) Güneş enerjisinin duyulur ısı depolama yöntemi ile sera ısıtma amacıyla depolanması durumunda, sera tarımının toplam üretim giderleri içerisinde büyük yer tutan ısıtma giderleri azalacaktır. Yapılan ön hesaplamalar sonucunda, güneş enerjisi ile ısıtma sistemi ile sera ısıtma uygulaması için gerekli kömür miktarından % 60-70 oranında tasarruf sağlanacağı belirlemiştir.

Yıldız (2010) Isı değiştiriciler, serada yetiştirilen ürüne zarar vermeden, bitki sıralarına yakın olarak yerleştirilebilmelidir. Bitki yaprak sıcaklığının artmasına

olanak sağlamak için, geniş ısıtma yüzeyleri kullanılmalıdır. Bitki yaprak sıcaklığının yüksek olması durumunda, mantar ve bakterilerin ürüne zarar verme olasılığı azalır.

Yine Sayın Öztürk (2012), Günümüzde seraların iklimlendirilmesinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Son yıllarda ısıtma ve soğutma uygulamalarında ısı pompası sistemleri önem kazanmaktadır. Kullanım ve uygulama kolaylığı açısından piyasada önemli bir yere sahiptir. Özellikle küçük ve büyük kapasiteli ısı pompaları uygulamalarında diğer sistemlere göre daha az elektrik enerjisi tüketmesinden dolayı ilerleyen zamanda enerji piyasasında önemli yer tutacağı açıktır.

Dışarıdaki sıcaklığın çok altında, serada 0-5°C arasında bir sıcaklık isteniyorsa, soğutmada özel soğutucular kullanılır. Bu soğutma çok pahalı olduğu için sadece araştırma seralarında kullanılır (Günay, 1980).

İşbecer (2010), da yaptığı bir araştırmada sera yapım tekniği ve serada sebze üretim tekniği ile pazarlama konularındaki belirlenen yanlış ve eksiklerin giderilmesi amacıyla eğitim ve yayım çalışmalarının gereği ve önemi ortaya koymuştur.

Güller (2007), Bu çalışma, Adana ilindeki seraların yapısal yönden mevcut durumunu, yapısal özelliklerini inceleyip Seraların %9,7'si teksel sera, %90,3 'ü ise blok sera şeklindedir. Araştırma yapılan seraların %62,9'unda projesiz imalat görülmektedir. Yetiştiricilerin %51,6'sı serasını çevrede imalat yapan ustalara kurduurmaktadır. İşletmelerin %74,2'sinde ana taşıyıcı malzeme olarak çelik kullanılmıştır.

Karataş ve ark (2013) Sera büyüklüğü konusunda mevzuatın bir alt sınır belirlemesi ve ekonomiklik açısından büyük seraların gerekmesi nedeniyle, bireysel olarak rekabet edemeyecek küçük çiftçilerin kooperatifleşerek, jeotermal seracılık yapması yönünde özel teşvik ya da zorlayıcı yasal hükümler ihdas edilmelidir. Elektrik üretiminde kullanılan yüksek entalpili jeotermal kaynaklar, üretim çıkışında da sera ısıtmasında, ısıtma sezonu dışında ise ürün kurutmada kullanılarak, yük

faktörleri bir kaç kat artırılabilir. Böylece bu kaynak çok daha ekonomik hale getirilebilir. Sera ısıtmasında jeotermal kullanımı durumunda; örtü malzemesi olarak cam yerine daha ekonomik olan plastik örtü tercih edilmelidir.

Günerhan (2011), Sistem, dış hava sıcaklığına bağlı olmadan sera içi sıcaklığını istenilen sınırlar içinde tutabilmelidir. Sıcaklık sera içinde dengeli olarak dağıtılmalıdır. Seranın verimli olması için verimli ısı dağılımı olmalıdır. Maliyet ve yakıt giderleri az olmalıdır. Seraların örtü malzemesi cam ve plastiğin güneş ışığı geçirme özelliğinin yüksek olması nedeniyle seralar çabuk ısınır ve çabuk soğurlar.

Sera ısıtma sisteminin özellikleri aşağıda verildiği gibi olabilir (Günerhan, 2011) :

- Sistem, dış hava sıcaklığına bağlı olmadan sera içi sıcaklığını istenilen sınırlar içinde tutabilmelidir.
- Sıcaklık sera içinde dengeli olarak dağıtılmalıdır.
- Isıtmada ve sulamada sık sık arıza olmamalıdır.
- Verimli çalıştırılabilmelidir.
- Maliyet ve yakıt giderleri az olmalıdır.

Seraların örtü malzemesi olan cam ve plastiğin güneş ışığı geçirme özelliğinin yüksek olması nedeniyle seralar çabuk ısınır ve çabuk soğurlar. Serada bitkinin iyi bir şekilde gelişebilmesi için seranın sıcaklığı düştüğü zaman sera içine ısı verilmesi gerekmektedir. Sera ısı yükü, sera dışındaki hava sıcaklığına, sera içinde istenilen sıcaklığa, seranın dış yüzeylerinin toplam alanına, sera örtü malzemesinin tipine ve kat sayısına ve seranın yapı kalitesine bağlı olarak değişir.

Türkiye'de genel seracılık toplam 42213 ha'lık örtüaltı alanın % 82'si Antalya, Adana ve İçel illerinde bulunmaktadır. Örtüaltı alanlarının yaklaşık % 41'ni alçak tüneller oluşturmaktadır(Kıratlı, 2003). Güney illerinde daha fazla seracılığın olması iklimin uygun ve daha az aylarda ısıtma ihtiyacının olmasıdır. Sera yapısının daha çok alçak tünelli yapılması da rüzgâr yükünü azaltmak ve ısıtma hacmini küçültmek

için tercih edilir. Bu da bize sera yapımında her ayrıntının ısı yükünü azaltmak için olduğunu gösterir.

Mühendislikte doğadaki olayların ve oluşumların bilimsel yöntemlerle anlaşılan işleyiş kuralları çok önemlidir. Bu kurallar insanlığın kullanımına sunulacak alet, cihaz, makine, yapı ve sistemlerinin oluşturulmasında, işletilmesinde ve geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Doğadaki olaylar ve oluşumlar bilimsel yöntemlerle incelenirken değeri değıştikçe olayların seyrini veya oluşumların sonucunu etkileyen büyüklüklere değışkenler denir. İnceleme sonucunda değışkenler arasındaki ilişkilerden tablo değeri çeşitli grafikler veya cebirsel, diferansiyel ve integral denklemler veya sistemleri elde edilir (Bayıroğlu, 2006).

Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte makro boyutlarda yapılan çalışmalar kadar mikro boyutlarda da birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle son yıllarda mikro ölçekteki kanallarda çeşitli çalışmaların bir kısmı klasik bağıntılar ile benzerlik gösterse de bu bağıntılardan farklı çıkan birçok çalışma da mevcuttur. Bu durum göstermektedir ki bu alanda her ne kadar çalışma yapılmış olsa da henüz yeterli değildir çünkü ortak çözümler ve sonuçlar ortaya çıkmadığı belirtilmiştir(Güney,2010).

Gün geçtikçe mikro ölçekli malzemelerin kullanımında artış görülmekte ve bu alanda çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Teknolojinin de bu yöndeki mikro ölçeklere eğilim göstermesi sonucunda önemli bir konu olmaya başlamıştır. Bu çalışmada ısı yükü ve viskoz ısınma konularının aydınlatılmasına yönelik olarak bilgisayar destekli FLUENT adlı paket bir program ile modelleme ve çözümleme yapılabileceği ortaya konmuştur. Bu program, sonlu hacimler yöntemini kullanmaktadır. Daha önce yapılmış olan deneysel sonuçlarla ve sayısal bağlantılarla, Fluent sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur (Güney,2010).

Bireysel olarak yapılan ve doğu-batı doğrultusunda yerleştirilen seraların içine giren ışık miktarı, kuzey-güney doğrultusundaki seralara göre kışın ortalama % 20–25oranında daha fazladır. Doğu-batı doğrultusunda yönlendirilen seralarda bitkilerin

ışık tanesi şekilde yararlanabilmesi için bitki sıralarının kuzey-güney doğrultusunda yapılması gerekir (Yüksel, 1987 -a).



3.MATERYAL ve YÖNTEM

Bu analizlerde ısıtmada kullanılan panellerin sıcaklıkları ve yükseklikleri değiştirilmiştir. Bu sayede tasarımın iç sıcaklıkları, sıcaklık dağılımları ısı yükleri ve ısı taşınım katsayıları incelenmiştir. Tüm analizler sayısal verilere dayandırılıp grafiklere aktarılmıştır ve yorumlanmıştır.

Sera deneylerinin maliyetinin fazla olması ve zirai deneylerin çok zaman alması sebebiyle literatürde bu tip araştırmaların genelde sayısal analiz yöntemine dayandırılarak yapıldığı görülmüştür. Çalışmada fluent sayısal analiz paket programı kullanılmıştır.

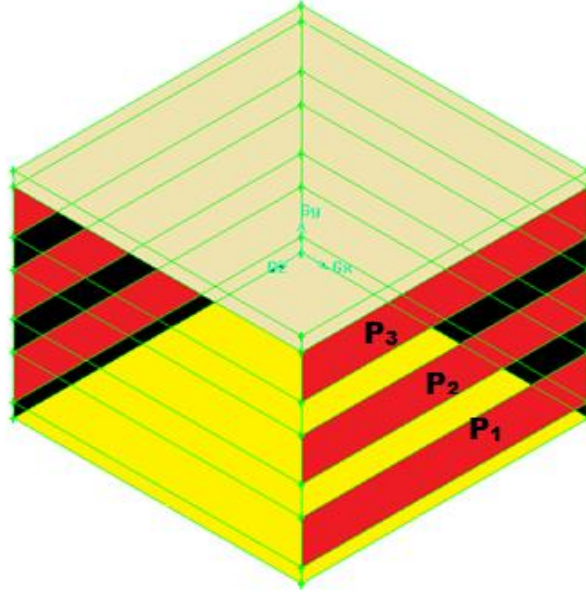
Fluent programı hesaplamaları yapabilmesi için gambit programında sınır şartları için boyut ve uzunlukların oluşturulması şeklin tanımlanması gerekir. Panel ısıtmalı odanın üç boyutlu şeklinin Gambit programında ölçekli olarak çizilmesi, uygun biçimde hücrelere ayrılması, hacmin katı veya akışkan olduğunun belirlenmesi ve yüzeylerin sınır şartlarına uygun tanımlanması gerekir.

3.1. Seranın Tasarımı

Sera tasarımının boyutları eni ve boyu 4 metre yüksekliği 3 metre uzunluğundadır ve yan duvarlarda ısıtma panelleri bulunmaktadır. P_1, P_2, P_3 ısıtıcı panelleri, farklı yükseklikte ve ebatları uzunluğu 4 metre yüksekliği 0.6 metredir. Bu panellerin alt yüzey yükseklikleri sırasıyla 0.2 m 1.2 m ve 2.2 m' dir.

3 panelinde ebatları aynıdır ve her bir panelin yüzey alanı 2.4 m^2 dir. Isıtıcı yüzeylerin geniş tutulmasının sebebi sıcaklığın homojen yayılması ve bitki yapraklarının yanmamasıdır. Sera tasarımının uzunluk ölçüleri Şekil 3.1. de milimetrik olarak çizilmiştir.

Tasarlanan seranın 3 boyutlu çizimi şekil 3.2. verilmiştir.

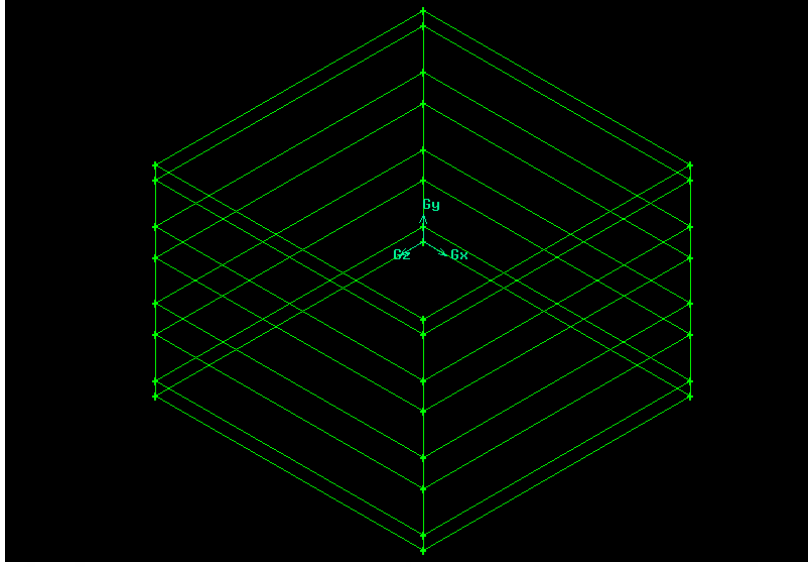


Şekil 3.2. Gambit ' te oluşturulan sera tasarımı

P_1 , P_2 , P_3 Isıtma panelleri, soğutucu klima veya havalandırma penceresi olarak fluent de nasıl tanımlanırsa o şekilde kullanabilecek avantajlı bir şekilde tasarlandı. Bu tezde bu dikdörtgenler ortam sıcaklığında fazla tutularak ısıtıcı panel olarak kullanıldı.

Şekilde P_1 , P_2 , P_3 yüzeyleri ısıtıcı panelleri göstermektedir. Panel sıcaklıkları $17^{\circ} C$ ile $77^{\circ} C$ değiştirilerek çözümler yapılmıştır. Şekil 3.2. de sarı ve krem renginde gösterilen yüzeyler taban ve tavan örtüsü, kırmızı yerler paneller ve geriye kalan siyah renkli yüzeyler ise kenar örtüsünü göstermektedir.

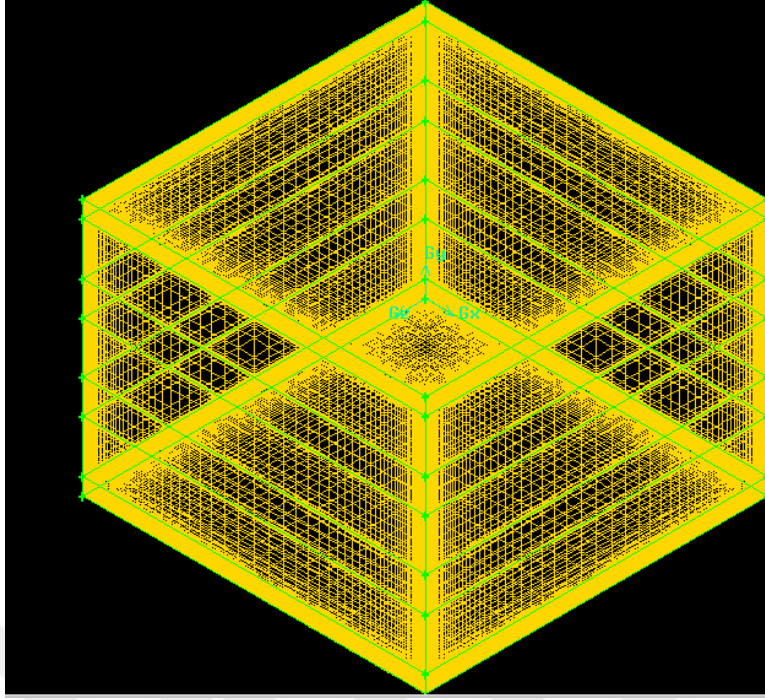
Seranın gambitte çizimi Şekil 3.3. 'deki gibidir.



Şekil 3.3.Gambitte ana ekranda sera tasarımının genel görünümü

3.2. Tasarıma Mesh Oluşturma

Mesh ağ yapısı Şekil 3.3. 'deki gibidir. Mesh ağ yapısı genişledikçe hata payı yükselir ve kısa zamanda sonuca ulaşılır. Mesh yapısı sıklaştıkça da çözüm zamanı uzar. Bu da optimum mesh sayısının ve biçiminin önemini ortaya koymaktadır. Yüzeyle yakın mesh yapısının daha sık olması gerektiği literatürdeki çalışmalardan anlaşılmaktadır. Çünkü sıcaklık değişiminin en çok olduğu bölge yüzeye yakın bölgelerdir. Bunun doğruluğunu ortaya çıkarmak için yüzeyden itibaren farklı noktalarda sıcaklık değerleri analiz edilmiştir.



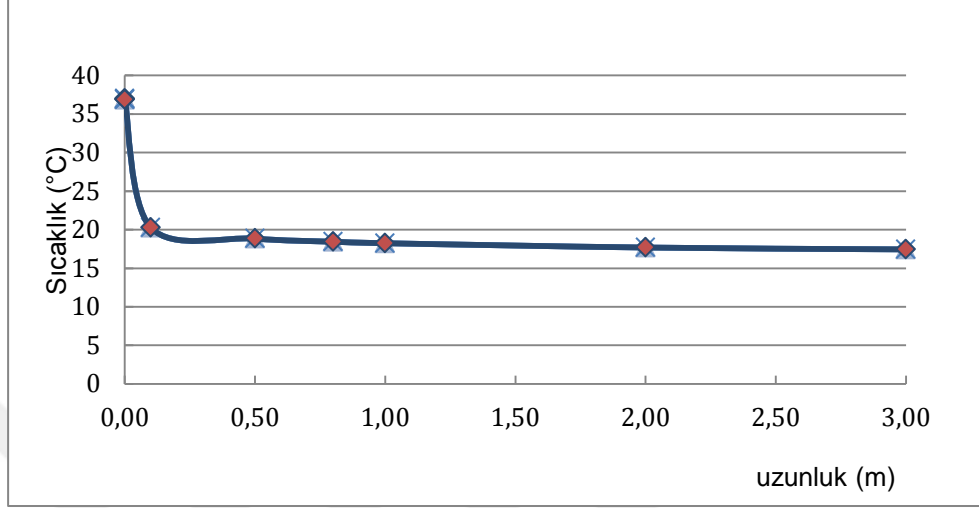
Şekil 3.4. Sera tasarımının 3 boyutlu mesh görünümü

Yapılan analizde sadece P_1 kullanıldı duvar taban ve diğer panel sıcaklıkları yalıtımlı ve mesh yoğunluğu sabit tutulmuştur. Sıcaklığı ölçülen noktalar P_1 panel yüzeyine dik doğrusaldır. Duvar kenarından ve noktaların uzaklığı Çizelge 3.2. deki gibidir. $P_1=37^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$

Çizelge3.1.Analizde okunan sonuçlar.

	Uzaklık (m)	Nokta sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)
1.	0.00000	37
2.	0.00001	36,9356
3.	0.00002	36,8712
4.	0.1	20,2576
5.	0.5	18,8416
6.	0.8	18,4343
7.	1.0	18,2432
8.	2.0	17,6843
9.	3.0	17,4444

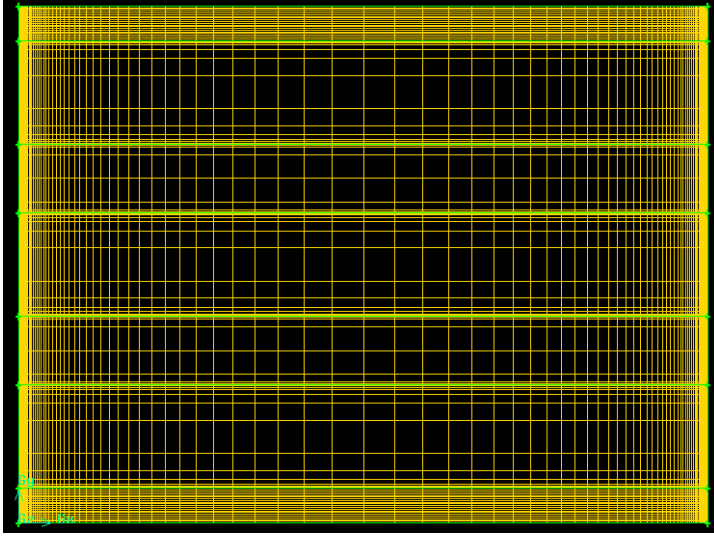
Sabit bir kenardan ortaya doğru bir çizgi halinde ilerleyen bu noktaların sıcaklığı ölçüldüğünde çıkan sonuçlar Çizelge 3.2. görüldüğü gibidir. Bu sonuçlardan çizilen grafik Şekil 3.4 gösterildi.



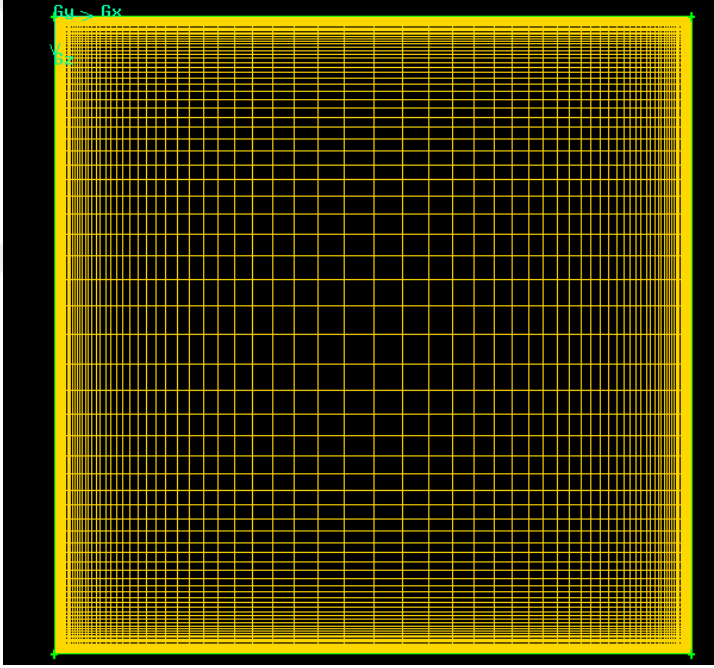
Şekil 3.2.Hacimsel bir ortamda sıcaklığın dağılımı grafiği.

Analiz sonucu alınan değerler Şekil 3.5. gibidir sıcaklık değişiminin en fazla olduğu bölgeler sınıra en yakın yüzeylerde olmaktadır ve sınıra yakın olan yüzeylerde mesh sık olmalıdır ki analiz en doğru çözüme daha az zamanda ulaşabilsin.

Bununla birlikte orta bölgelerde mesh seyrek olması sonuçları pek değiştirmeyeceği ve hesaplamaların daha hızlı olacağı görülmektedir. Çalışmada yapılan meshlemenin yan görünüşü Şekil 3.6. de üst görünüşü Şekil 3.7. da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Sera mesh yandan görünüşü.



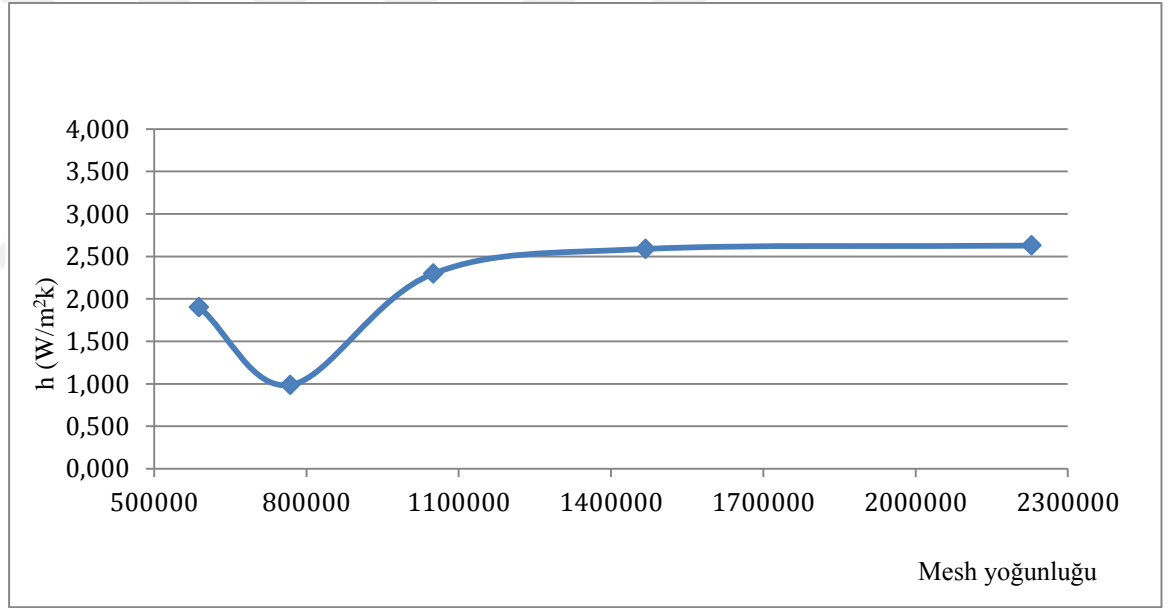
Şekil3.7.Sera mesh üstten görünüş

Sıcaklık değişim grafiği analizinde sınırların mesh yapısının yoğun olması gerektiği anlaşılmıştır tabi bu yoğunluğun sınırını tespit etmek için mesh yoğunluğu analizi yapılmıştır. Çünkü mesh yoğunluğu ne kadar fazla ise bilgisayarın analizde çözüme ulaşması o kadar zaman almaktadır.

Mesh yoğunluğu tespiti için yapılan analizde yine sadece P_1 kullanılıyor duvar taban ve diğer panel sıcaklıkları sabit ve yalıtımlıdır. Bu analizde Mesh yoğunluğu değiştirilmiştir. Analiz yapılması için 5 ayrı mesh yoğunluğu kullanılmıştır. $T_{\text{tavan}}(12^\circ\text{C})$, $P_1(67^\circ\text{C})$ olarak sabit tutulmuştur.

Çizelge3.2. Isı taşınım katsayısı ile Mesh yoğunluklarının karşılaştırılması

	mesh yoğunluğu	T tavan ($^\circ\text{C}$)	T ortam ($^\circ\text{C}$)	q tavan (w/m^2)	h tavan (w/m^2)
1	2228814	12.108	23.710	-129.559	3.107
2	1468548	12.127	24.686	-105.156	2.588
3	1050000	12.137	24.370	-93.673	2.298
4	0768337	12.175	23.109	-41.384	0.987
5	0588800	12.154	23.962	-77.404	1.902



Şekil3.8. Tavandaki taşınım katsayısının mesh yoğunluğuna göre değişimi

Mesh yoğunluğu analizinde kullanılacak mesh aralığının uzunluğunun tespiti için 5 adet nümerik analiz yapılmıştır. Öncelikle çalışma şartları için farklı mesh yoğunlukları denendi. Analizde kullanılan mesh yoğunlukları ile bu deneyler sonucu ortaya çıkan sıcaklık sonuçları ve ısı yüklerinden hesaplanarak bulunan taşınım katsayıları sonuçları Çizelge3.3. ile gösterilmiştir.

Şekil3.8. 'de mesh yoğunluklarına göre taşınım katsayılarının karşılaştırıldığı grafik oluşturuldu mesh yoğunluğu grafiğinde belli olduğu gibi mesh (ağ yapısı) sıklaştıkça taşınım katsayı sonuçları birbirine daha yakın sonuçlanmaktadır.

Analizlerin sonuçlanmasında hız kazanmak için analizlerimiz 1050000 sıklıktaki meshleme oluşturuldu. Bunun sebebi nümerik analiz sonucu 1050000 ve daha sık mesh ağ yapısındaki analizlerin taşınım katsayı sonuçları birbirine yakın olmasıdır.

Taşınım katsayısının hesaplanması için iletimle ısı geçişi deneysel gözlemlere dayanan Fourier kanunu ile belirlenir x doğrultusundaki ısı akısı, Isı iletimi; bir katı malzeme veya durgun akışkan içerisindeki sıcak bir bölgeden daha soğuk bir bölgeye doğru ısının geçmesidir. Bir katı cisim içinde sıcaklık farkları varsa yüksek sıcaklık bölgesinden düşük sıcaklık bölgesine ısı, iletim yolu ile geçer.

$$q_x = -k \frac{dT}{dx} \left(\frac{W}{m^2} \right) \quad (3.1)$$

Sınırları belli olan düzlem bir levhanın iki yüzeyi arasındaki ısı transferi gerekli integral ve işlemlerden sonra ısı transferi için denklem son hali şekildeki gibi olur.

$$Q_x = A \cdot q_x = k \cdot A \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{L} \quad (3.2)$$

Panel yüzeyindeki ısı taşınım katsayısı forier ısı iletim yasası ile aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$q = k \cdot \frac{(T_y - T_p)}{L} = h \cdot (T_y - T_i) \quad (3.3)$$

T_y : Panel yüzey sıcaklığı (°C)

T_p : Panel yüzeyine çok yakın noktadaki sıcaklık (°C)

L : Yüzey ile nokta arasındaki mesafe (m)

Ti: İç ortam sıcaklığı (°C)

h : Taşınım katsayısı (w/m² K)

K : Havanın ısı iletim katsayısı(W/mK)

(k ; Tp ve Ty nin ortalama sıcaklığında alınabilir.)

Denklem 3.3. de hesaplanan h değeri ile karşılaştırılacaktır. Değerleri yakın çıkması mesh yapısının uygululuğunu ifade eder.

Fourier ısı iletim yasası

$$q = k \cdot \frac{(Ty - Tp)}{L} = h \cdot (Ty - Ti) \quad (3.4)$$

Denklem 3.3. deki belirtilen noktalardaki sayısal veriler çizelge 3.4 de görülmektedir.

Çizelge 3.3. Taşınım katsayısı bulma

Ty (°C)	310
Tp (°C)	309.9356
L (m)	0.00001
Ti (°C)	292.145
H(w/m ² K)	?
K	0.0264

$$q = 0.0264 \cdot \frac{(310 - 309.9356)}{0.00001} = h \cdot (310 - 292.145)$$

$$h=9.52$$

Fluent programı, sistemi çözüme ulaştırmak için altyapısındaki aşağıda bulunan denklemleri kullanır.

$$\text{Süreklilik denklemi} \left(\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} \right) = 0 \quad (3.5)$$

$$\text{Kütle korunumu} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) \right) = S_m \quad (3.6)$$

Fluent programına import edilen (çağrılan) meshlenmiş modele ait fiziksel özellikler, sınır koşulları, akışkanın viskozitesi ve sıkıştırılıp sıkıştırılmadığı, malzeme özellikleri, akışın laminar bölgede mi, türbülanslı bölgede mi çözüleceği gibi gerekli tüm veriler programa tanımlanır. Daha sonra yapılan iterasyon işlemi ile yakınsama sağlanmaya çalışılır ve sonuçta elde edilen değerler kullanılır ve yorumlanır (Güney,2010).

Yapılan bu çalışmada ısı analiz yapmak için enerji, radyasyon, ışıma vb seçeneklerinde sadece enerjiyi faktörünü inceleyeceğiz. Bu çalışmada aynı ısı yükü (enerji) ile farklı panel konumlarında daha iyi sıcaklık koşulları elde etmektir

Enerji kapalı bir sistem sınırından ısı veya iş olarak geçebilir ve enerjinin korunumu ilkesi gereği bir proses esnasında sisteme giren veya çıkan net enerji, sistemin enerji miktarındaki değişime eşittir. Kontrol hacimlerinde kütleli debi yoluyla da enerji geçişi görülür ve enerji dengesi olarak da adlandırılan enerji korunumu ilkesi şu şekilde ifade edilir (Güney,2010).

$$\dot{E}_g - \dot{E}_c + \dot{E}_u = \frac{dE_{KH}}{dt} \quad (3.7)$$

Tasarımdaki analiz ortam şartları doğal taşınım ile ısıtma olacağından operating conditions seçeneğinden şu şartlar belirlendi.

- Gravity seçeneği aktif hale getirildi.3 boyutlu tasarımımızda (x,y,z) yer çekimi etkisi negatif y doğrultusunda 9.81 m/s² olarak.
- Sistemde açık hava basıncı 101.325 Pa olarak girildi.

Akış tipini belirlemek için de Define-Models-Viscous menüsünü seçilir. Burada k-epsilon seçip options da viscousheating ve fullbuoyancy effect seçildi.

Vizkozite: İki akışkan tabakasında birbirine göre bağıl hareketi sırasında sürtünme kuvveti oluşur ve daha yavaş hareket eden tabaka, hızlı tabakayı yavaşlatmaya çalışır. Akışkana karşı olan bu direnç, akışkanın iç yapışkanlığının bir ölçütü olarak akışkanın bu özelliğine viskozite denilir (Çengel ve ark. 2009).

Viscous Heating: Viskoz ısınma akışkanın akmaya karşı gösterdiği dirençten ortaya çıkan ısı demektir.

Çalışmada fluent programının kullandığı formüllerde gerekli ortam sınır şartları belirleyecek malzemelerin termofiziksel özellikleri dört tanedir. Çizelge 3.5. tablo ayrıntıları verilmiştir.

- density kg/m^3 (yoğunluk),
- cp J/kg-K (Isı sığası) ,
- Thermal conductivity W/m-K (ısıl süreklilik),
- Viscosity kg/m-s (Viskozite).

Çizelge 3.4. Havanın sıcaklığa bağlı termofiziksel özellikleri (Frank ve ark 2009)

Sıcaklık K	Sıcaklık °C	Yoğunluk	Isı sığası	Isıl Süreklilik	Viskozite
250	-23	1.3947	1006	0.0223	1.59×10^{-5}
300	+27	1.1614	1007	0.0263	2.25×10^{-5}
350	+77	0.9950	1009	0.0300	2.99×10^{-5}
400	+127	0.8711	1014	0.0338	3.83×10^{-5}

Gambit de çizilen pencere, taban, tavan vb. Çalışmada Analize başlamak ve Sınır Şartları belirlemek için kullanılır. Sınır şartlarında ısı, sıcaklık, yer çekimi, basınç gibi bir çok değişkenin sayısal değerleri verilir. Sınır şartları belirlenir hesaplama yapılır.

Her değişiklikten sonra eski veriler yeniden kaydedilir. Bu hesaplamalarda sonlu hacimler ve süreklilik denklemlerinde yararlanılarak yapılır. Bu denklemlerin hata payı 0,001 altına düşene kadar hesaplama yapılır. Fluent, (scaledresiduals) hata kalibrasyonu yaparken süreklilik, k-epsilon, momentum değerlerindeki hatayı 0.001 in altına enerjiyi 10^{-6} düşene kadar hesaplar.



4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada yüksekliğin sıcaklık dağılımına etkisini incelemek için P_1, P_2, P_3 panellerine sırasıyla 37°C, 42°C, 47°C, 52°C, 57°C, sıcaklık verilerek tasarımda sıcaklığın dağılımı incelendi. Karşılaştırmada, sıcaklık ortalama ölçümleri alındı. Mesh yoğunluğu sabit tutuldu.

Çizelge 4.1. Farklı sıcaklıklarda P_1 paneli için ortalama sıcaklık ve ısı sonuçları

P_1 (°C)	q (w/m ²)	t (°C)
37	272.3779	17.6256
42	328.3580	18.709
47	385.5422	19.8024
52	572.8771	19.455
57	501.1733	21.9964

Çizelge4.2. Farklı sıcaklıklarda P_2 paneli için ortalama sıcaklık ve ısı sonuçları

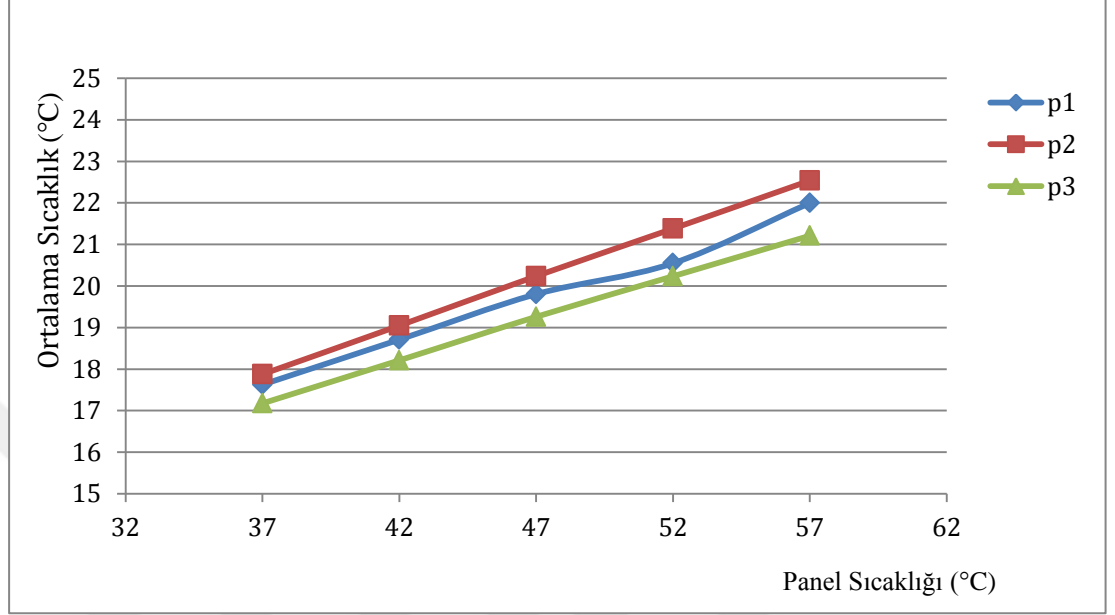
P_2 (°C)	q (w/m ²)	T (°C)
37	298.1956	17.8757
42	358.5171	19.0463
47	418.7944	20.2364
52	480.4829	21.3795
57	542.6135	22.5363

Çizelge4.3. Farklı sıcaklıklarda P_3 paneli için ortalama sıcaklık ve ısı sonuçları

P_3 (°C)	q (w/m ²)	T °C)
37	283.7242	17.1755
42	341.5324	18.2101
47	400.0542	19.2577
52	458.6797	20.2337
57	516.9267	21.2093

P_1, P_2, P_3 için sıcaklık ve ısı sonuçları Çizelge 4.1. Çizelge 4.2. Çizelge 4.3.gösterildiği gibi nümerik analizde sınır şartlarını sıcaklığa göre ayarlandı.

Panellerden aynı sıcaklık verildiği halde aynı panellerin farklı yükseklikte farklı sıcaklık değerleri olduğu görülmektedir. Bu durumda oluşan sıcaklık grafiği Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Panel sıcaklığına göre ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması

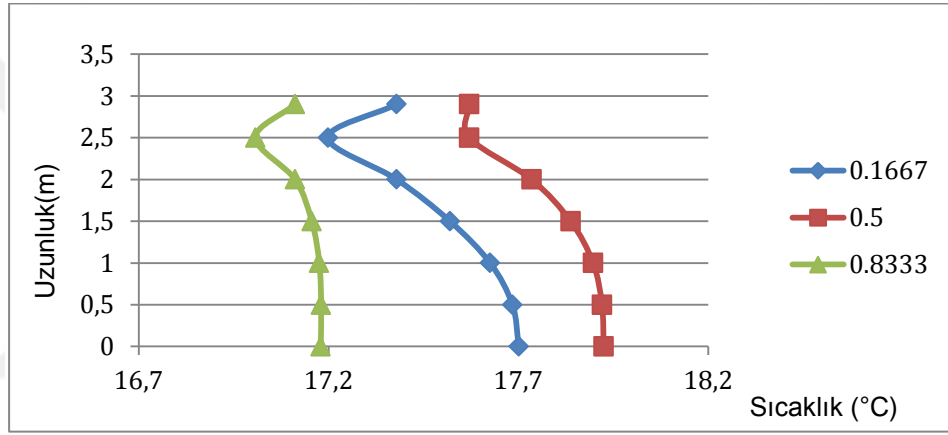
Grafikte okunan değerlerde görüldüğü gibi P₃ panelinde ortalama sıcaklık değerinin düşük olduğu görülmektedir. P₁ ve P₂ de birbirine yakın bir ısıtma gerçekleşmiş ve ortalama sıcaklık yüksektir.

Ortalama sıcaklıklar P₁ ve P₂ yakın sıcaklıkta P₃ ise ısıtmada başarısız olduğunu gösterse de sıcaklığın yüksekliğe etkisini tam olarak anlamak için yapılacak analiz belirli aralıkta oluşturulan sanal yüzeylerin sıcaklığını incelemekle olacaktır.

Panelden çıkan ısının farklı yüksekliklerde dağılımı incelemek için analizde mesh yoğunluğu sabit ve sadece P₁ paneli kullanılıyor. Duvarlar ve taban yalıtımlı.

Çizelge 4.4. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımının sayısal verileri ($T_{\text{panelstc.}}=37^{\circ}\text{C}$)

Yükseklik (metre)	Nokta($^{\circ}\text{C}$)		
	0.1667	0.5	0.8333
0	17,701	17.9246	17.1792
0,5	17.6843	17.9202	17.1804
1	17.6256	17.8968	17.1755
1,5	17.5198	17.8377	17.1557
2	17.3796	17.7348	17.1118
2,5	17.1985	17.5706	17.0074
2,9	17.3796	17.5706	17.1118

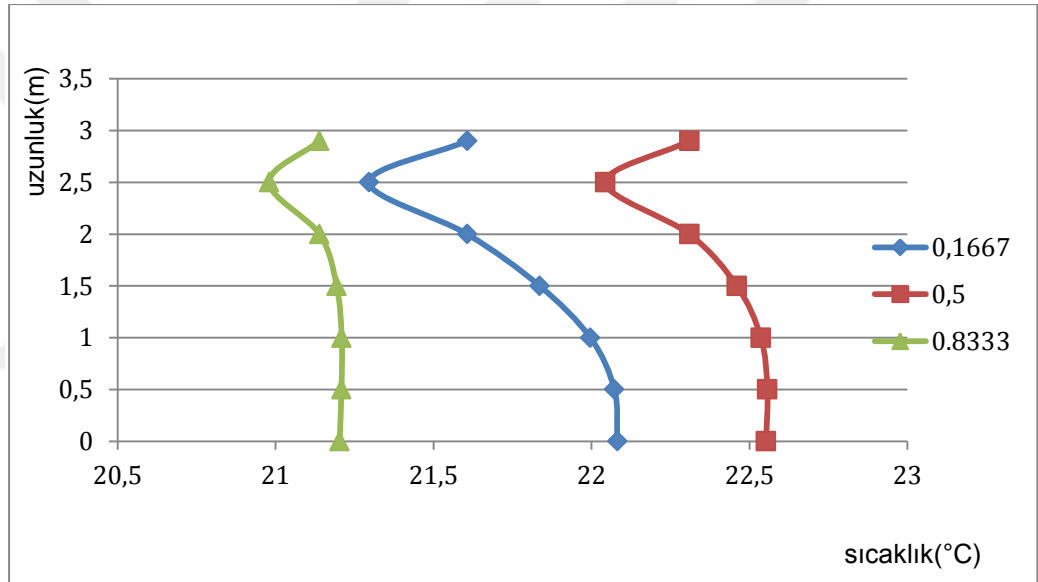
Şekil 4.2. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı ($T_{\text{panel}}=37^{\circ}\text{C}$)

Çizelge 4.4. deki veriler Şekil 4.3. deki grafik gibidir. En fazla P_2 dengeliyor fakat yüksek kısımları homojen ısıtamıyor. Bu durum en iyi P_3 panelinde gözleniyor 2 metreye kadar homojen ısıtma yapıyor.

3 panelde de tüm şartlarda aynı yüzey sıcaklığı olduğu halde tasarımın ortalama sıcaklık grafiği Şekil 4.2. de görüldüğü gibi en iyi ısıtma ortadaki panelde yapılıyor. P_3 paneli en az ısıtmayı sağlıyor.

Çizelge4.5.Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımının sayısal verileri ($T_{\text{panelisic.}}=57^{\circ}\text{C}$)

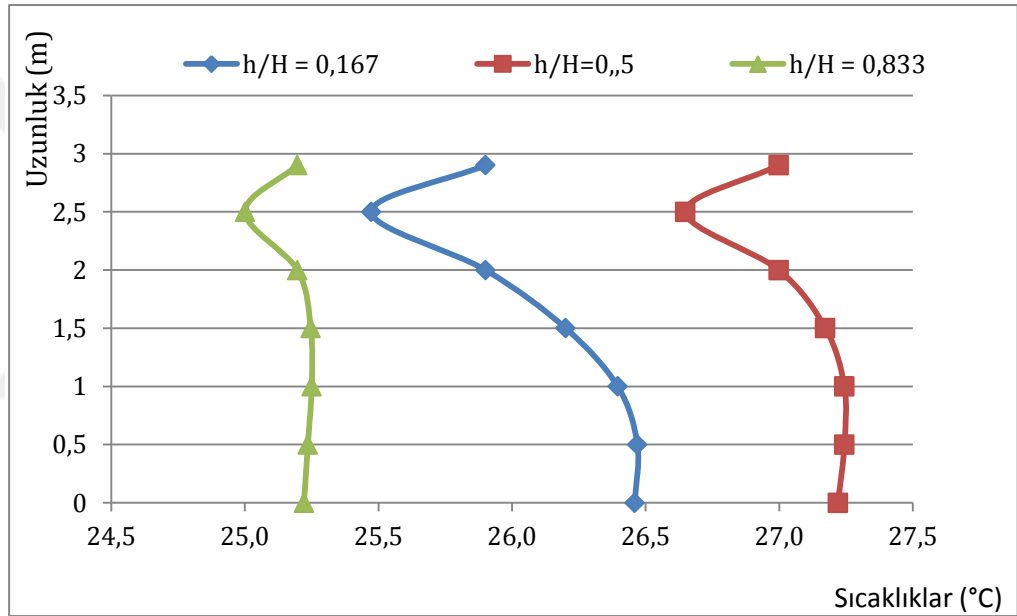
yükseklik	nokta sıcaklığı		
	0.1667	0.5	0.8333
0	22.0818	22.5525	21.2027
0.5	22.0724	22.5566	21.2085
1	21.9964	22.5363	21.2093
1.5	21.836	22.4602	21.1933
2	21.6068	22.31	21.1391
2.5	21.296	22.0442	20.9798
2.9	21.6068	22.31	21.1391

Şekil 4.3.Sıcaklığın Farklı Yüksekliklerde Dağılımı ($T_{\text{panel}}=57^{\circ}\text{C}$)

Aynı deney ısıtma 57°C de tekrar yapılıyor ve ortaya çıkan tablo benzer özelliktedir. Farklı olarak ortalama sıcaklıklar biraz daha fazla olduğu gözleniyor ve göre P_2 nolu panel 2 metreden yukarısını ısıtamadığı halde bu analiz de ısıttığı gözleniyor.

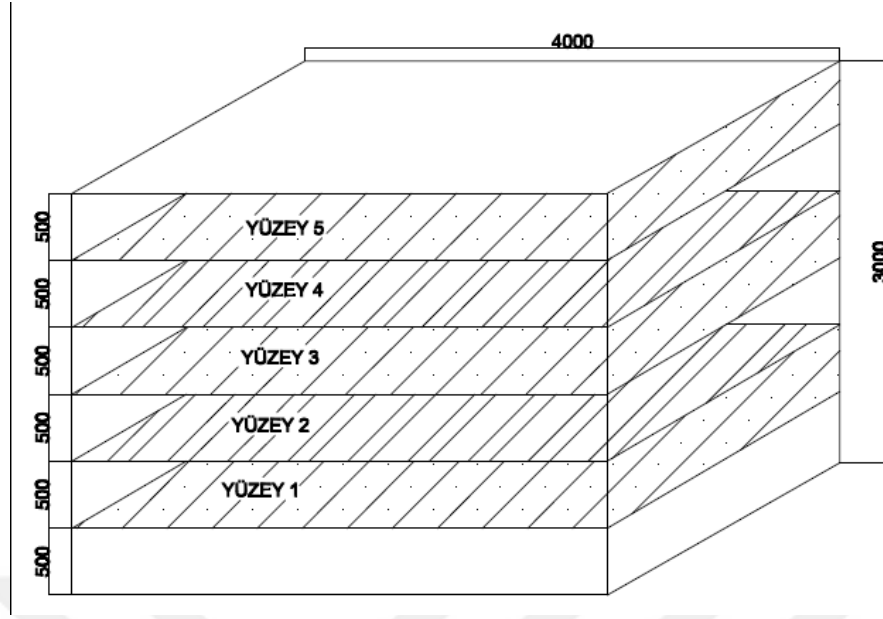
Çizelge4.6. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımının sayısal verileri ($T_{\text{panelsic.}}=77^{\circ}\text{C}$)

yükseklik	nokta sıcaklığı		
	0.1667 ($^{\circ}\text{C}$)	0.5 ($^{\circ}\text{C}$)	0.8333 ($^{\circ}\text{C}$)
0	26.4593	27.2198	25.2212
0,5	26.4692	27.244	25.2357
1	26.3954	27.2437	25.2501
1,5	26.2009	27.1727	25.2465
2	25.9008	26.9984	25.1965
2,5	25.4737	26.6492	25.0011
2,9	25.9008	26.9984	25.1965

Şekil 4.4. Sıcaklığın farklı yüksekliklerde dağılımı ($T_{\text{panel}}=77^{\circ}\text{C}$)

3 analiz sonucu ortaya çıkan grafiklerde 0-1.5 metre yükseklikleri ısıtmak için P_1 ve P_2 panellerinin yükseklikleri ısıtma için uygunken homojen bir ısıtma için P_3 paneli ile ısıtma daha uygundur.

Analizi yapılırken ortalama sıcaklıkları bulmak çok zaman aldığından bunu kolaylaştırmak için belirli aralıklarla yere paralel sanal düzlemler oluşturuldu ve düzlemlerin ortalama sıcaklıkları alınıp analizdeki gerçek ortalama sıcaklıkla karşılaştırıldı.



Şekil 4.5. Ortalama sıcaklık panelleri.

Analizde eklenen düzlemler Şekil 4.5. teki gibidir ve yaklaşık çözümü aşağıdaki yöntemle bulundu;

Tavan sıcaklığı: 7°C

Panel sıcaklığı: $P_1=340$

Gerçek ort. sıcaklık: 297.4537

Dikey yüzey sıcaklığı: 297.3742

$$hatapay_t = \frac{\text{Gerçek ort sıcaklık} - \text{Dikey yüzey sıcaklığı}}{\text{Gerçek ort sıcaklık}}$$

$$hatapay_t = \frac{297.4537 - 297.3742}{297.4537}$$

hata payı=2.6727e-4

Bu da çok küçük hata payı demektir böylece oluşturduğumuz yüzeyin sıcaklığını ortalama sıcaklık alabiliriz.

4.1.Sera Tasarımındaki Farklı Yükseklikler İçin Farklı Yüzey Sıcaklıklarının Analizleri

Isıtma panellerinin farklı yüzey sıcaklıklarının farklı yüksekliklerde sera iç ortam şartlarına etkisi hesaplanmıştır. Tavan sıcaklıklarının değiştirilmesi ile dış ortam sıcaklık şartlarının iç ortalama sıcaklıklarına etkisi incelenmiştir.

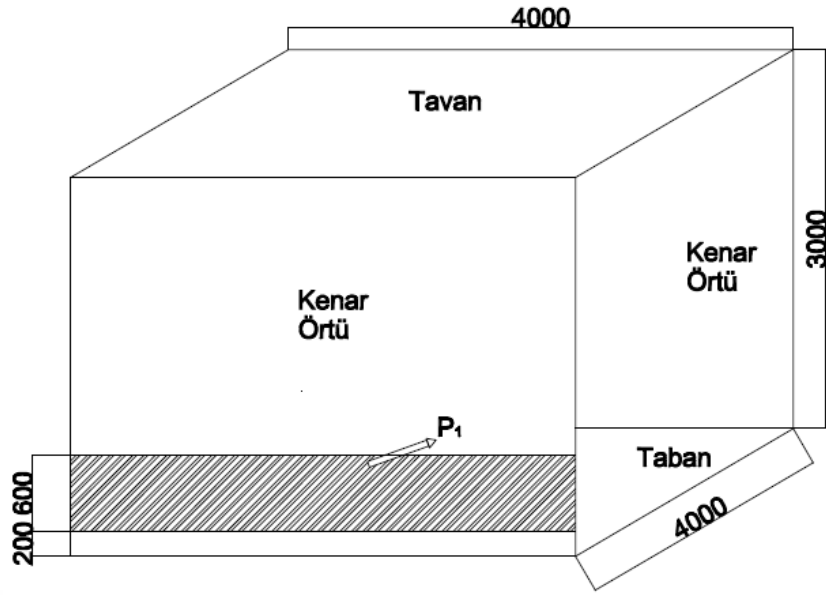
Bu amaçla ısıtıcı panellerinin yüzey sıcaklıkları, panel yükseklikleri değiştirilerek nümerik çözümler yapılmıştır ve sonuçlar çizelge ve grafiklerde belirtilmiştir.

Tüm analizlerde sera tasarımı sabit (4,3,4),(x,y,z) olmak üzere duvarlar ve taban yalıtımlı ve mesh yapısı sabit tutuldu. Analizlerin hepsi Fluent programında Kelvin olarak hesaplandı sonradan (°C) çevrildi.

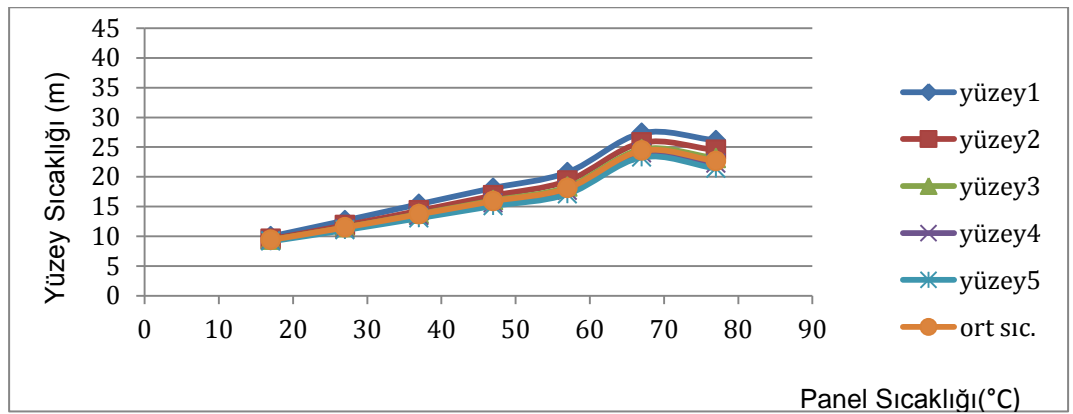
P₁ panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklığının yükseklik boyunca etkisini incelemek için yapılan analizler Çizelge 4.7. de şematik gösterimi de Şekil 4.6. da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7.P₁ için Analiz şartları

Tavan sıcaklığı °C	P ₁ Panel Sıcaklıkları °C						
7	17	27	37	47	57	67	77
12	17	27	37	47	57	67	77
17	-	27	37	47	57	67	77
23	17	27	37	47	57	67	77

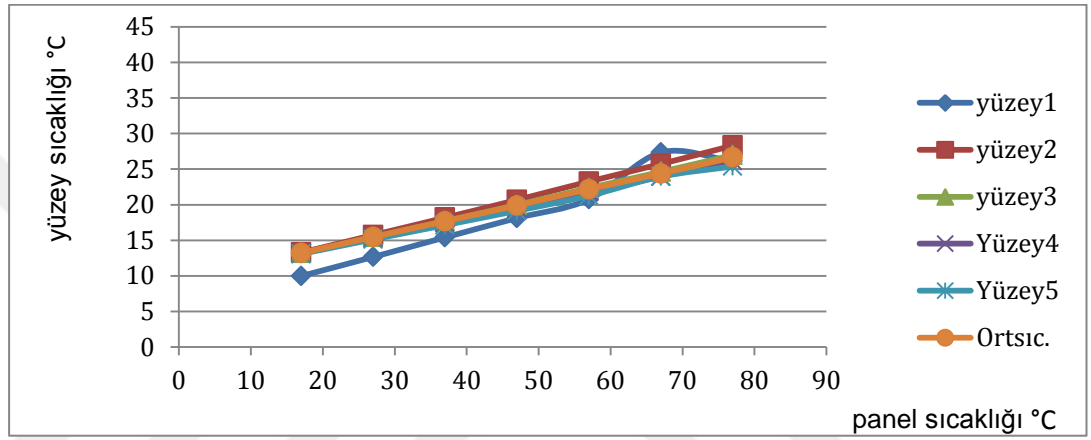
Şekil 4.6. Tasarımın P₁ için şematik gösterimiÇizelge 4.8. T_{tavan}=7°C için analiz sıcaklık sonuçları

	P ₁						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	9.9682	12.6527	15.4006	18.1263	20.7522	27.3395	26.1281
Yüzey2	9.5326	11.8391	14.3146	16.8404	19.3286	25.7278	24.5008
Yüzey3	9.3926	11.4851	13.739	16.0346	18.3013	24.6225	23.1299
Yüzey4	9.263	11.2672	13.3999	15.5656	17.6945	23.9523	22.2524
Yüzey5	9.1436	11.0361	13.0497	15.0905	17.0955	23.2785	21.3953
Ortsıc.	9.369	11.4747	13.6871	15.9158	18.0867	24.3742	22.6492

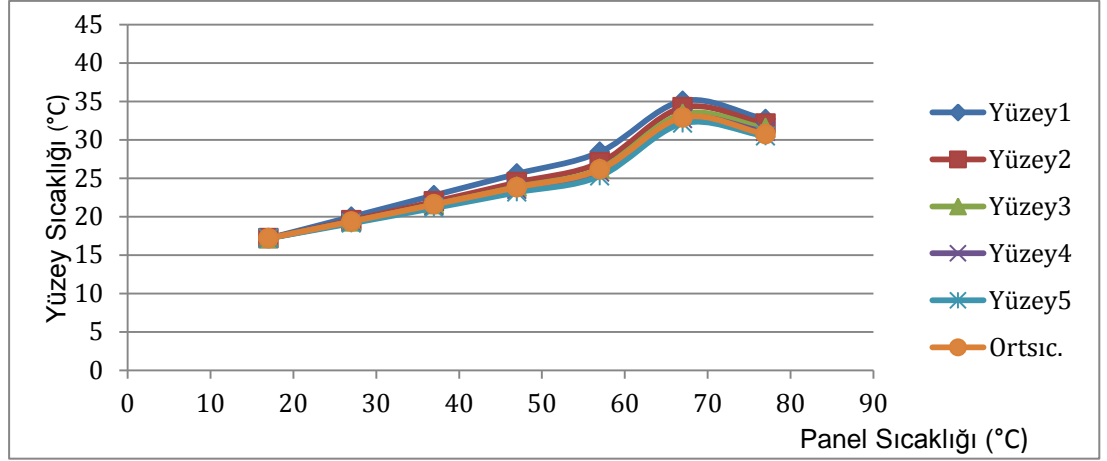
Şekil 4.7. P₁ panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi (T_{tavan}=7°C)

Çizelge 4.9. $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$ için Analiz Sıcaklık Sonuçları

	P_1						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	13.5024	16.3657	19.14	21.8696	24.6355	27.3395	30.0711
Yüzey2	13.275	15.728	18.1779	20.6734	23.2629	25.7278	28.3134
Yüzey3	13.1959	15.4667	17.7086	19.9748	22.3478	24.6225	26.9791
Yüzey4	13.1425	15.3033	17.4266	19.5648	21.8028	23.9523	26.1828
Yüzey5	13.083	15.1269	17.1303	19.146	21.2563	23.9523	25.3861
Ortsıc.	13.1974	15.463	17.6774	19.8869	22.1703	24.3742	26.6485

Şekil 4.8. P_1 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$)Çizelge 4.10. $T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$ için Analiz Sıcaklık Sonuçları

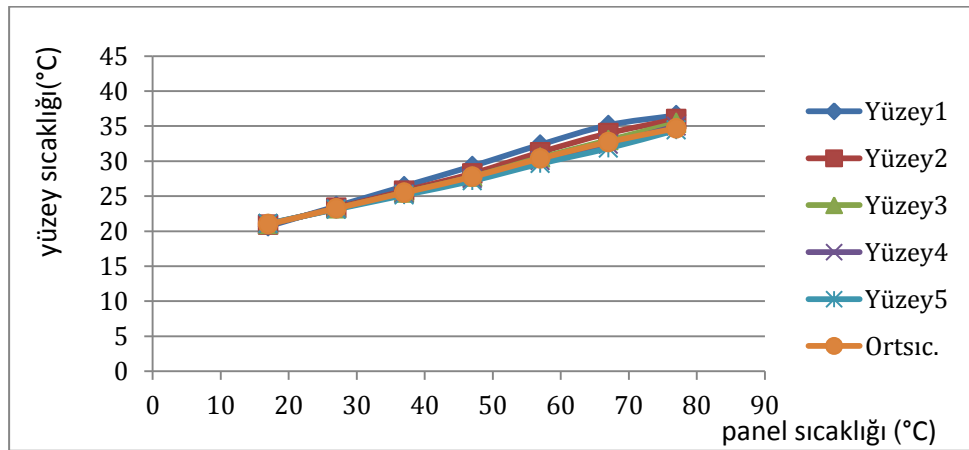
	P_1						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	17.1687	19.9612	22.7672	25.5699	28.4058	35.049	32.6487
Yüzey2	17.1783	19.5136	21.9445	24.4438	27.0255	34.1944	32.0653
Yüzey3	17.1776	19.3455	21.5785	23.8656	26.2281	33.3545	31.4995
Yüzey4	17.1748	19.2363	21.3534	23.517	25.7567	32.7218	31.0328
Yüzey5	17.1679	19.116	21.1137	23.1537	25.2693	32.1301	30.4649
Ortsıc.	17.1685	19.3481	21.5659	23.8118	26.1193	32.8962	30.6964



Şekil 4.9. P₁panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$)

Çizelge 4.11. $T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları.

	P ₁						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	20.6876	23.5606	26.4254	29.2896	32.3548	35.1369	36.5424
Yüzey2	20.9393	23.3304	25.7694	28.2397	31.2708	33.9829	35.9894
Yüzey3	21.0141	23.2484	25.5045	27.7795	30.5045	32.9955	35.4506
Yüzey4	21.0634	23.1927	25.3356	27.491	30.0765	32.4126	34.999
Yüzey5	21.1155	23.1289	25.1521	27.1846	29.6398	31.8396	34.4394
Ortsic.	20.9952	23.2486	25.5007	27.7639	30.374	32.7309	34.6939



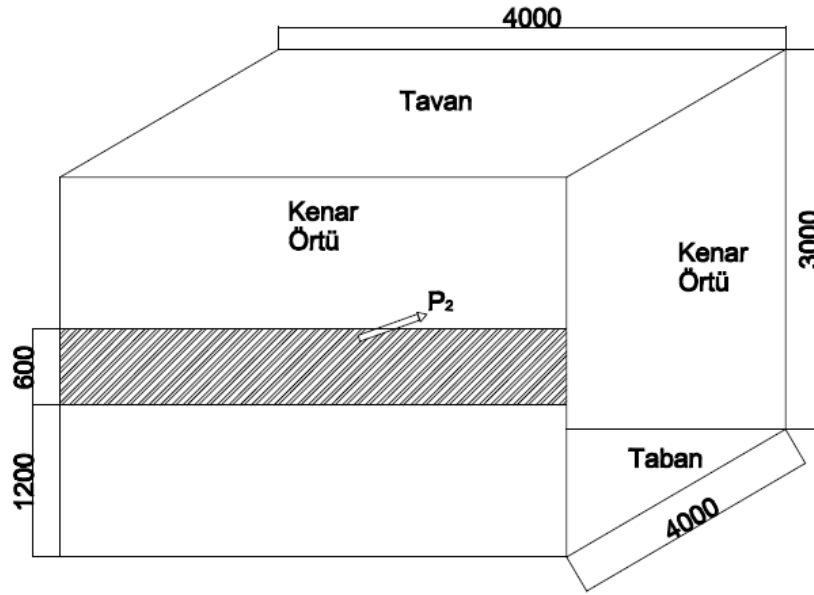
Şekil 4.10. P₁panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$)

Panellerde yapılan tüm analizlerin sonuçları çizelge ve grafiklerde gösterilmiştir.

Panel sıcaklığı arttıkça yüzey sıcaklıkları arasındaki farkta artmasından dolayı grafikteki dalgalanmanın artacağını beklenmektedir buna rağmen sıcaklığın homojen dağıldığını görülmektedir. Bunun temel sebebi Panel ve tavan arasındaki sıcaklık farkı az olmasından dolayı yüzey sıcaklıkları değerleri genel olarak birbirine yakın çıkmıştır.

Çizelge 4.12. P₂ için analiz şartları

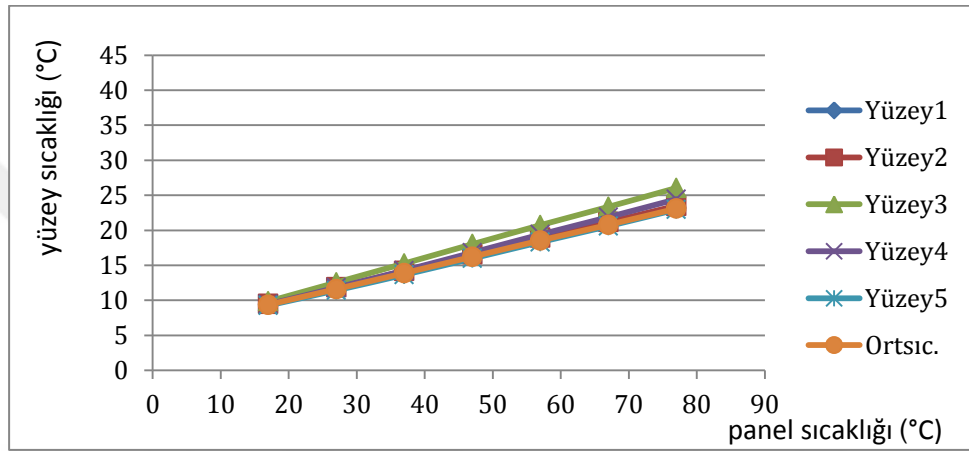
Tavan sıcaklığı °C	P ₂ Panel Sıcaklıkları °C						
7	17	27	37	47	57	67	77
12	17	27	37	47	57	67	77
17	-	27	37	47	57	67	77
23	17	27	37	47	57	67	77



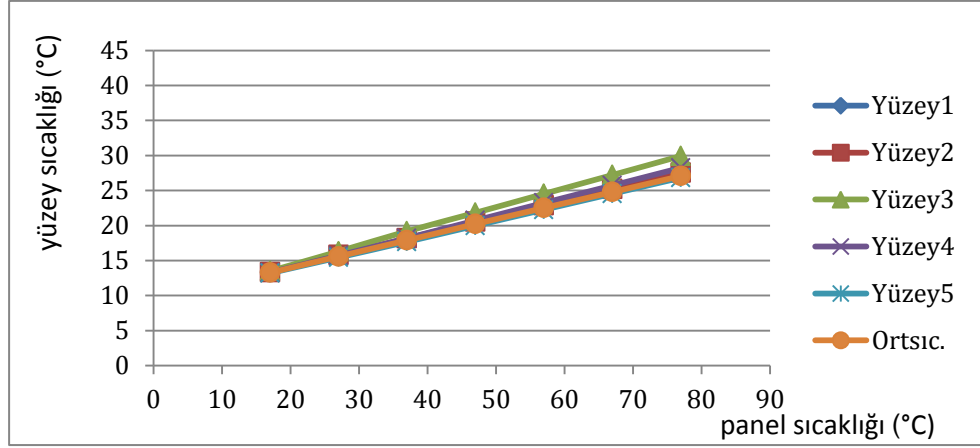
Şekil 4.11. Tasarımın P₂ için şematik gösterimi

Çizelge 4.13. $T_{\text{tavan}}=7^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları

	P_2						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	9.4598	11.7577	14.0735	16.4213	18.7473	20.9582	23.171
Yüzey2	9.5082	11.8506	14.2045	16.585	18.9392	21.1782	23.5013
Yüzey3	9.8418	12.5463	15.2676	18.0168	20.7355	23.3499	26.0507
Yüzey4	9.4474	11.8098	14.26	16.8218	19.4008	21.88	24.4433
Yüzey5	9.2622	11.425	13.6513	15.9743	18.3195	20.5928	22.9645
Ortsic.	9.3713	11.6145	13.8921	16.2266	18.5524	20.7828	23.1016

Şekil 4.12. P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=7^{\circ}\text{C}$)Çizelge 4.14. $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$ için Analiz Sıcaklık Sonuçları.

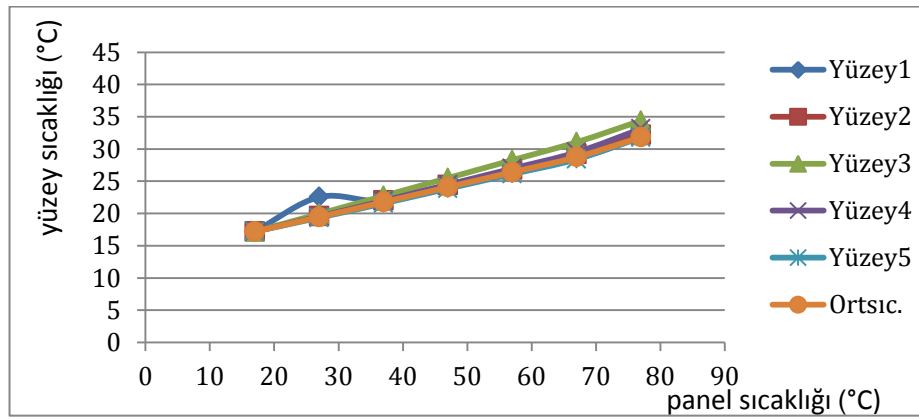
	P_2						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	13.3175	15.7112	18.057	20.4165	22.7118	24.9782	27.2773
Yüzey2	13.3419	15.7824	18.1693	20.5643	22.8922	25.1948	27.5351
Yüzey3	13.5032	16.2996	19.1877	21.8246	24.5315	27.22	29.9367
Yüzey4	13.3	15.7249	18.1877	20.7215	23.2355	25.7278	28.2443
Yüzey5	13.2071	15.4361	17.6796	19.98	22.267	24.5489	26.8279
Ortsic.	13.2656	15.5902	17.8935	20.2263	22.5144	24.7864	27.0793



Şekil 4.13. P₂panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi (T_{tavan}=12°C)

Çizelge 4.15. T_{tavan}=17 °C için analiz sıcaklık sonuçları

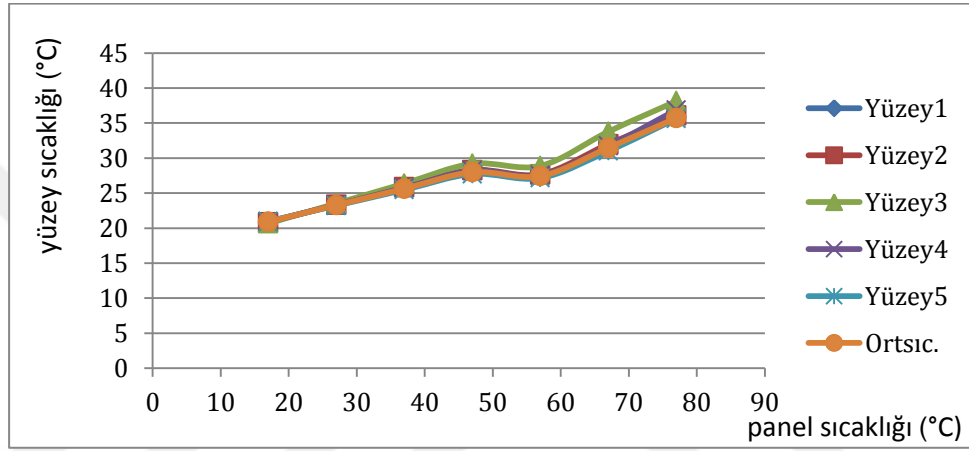
	P ₂						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	17.2133	22.5493	21.9098	24.2755	26.6209	29.0063	32.0003
Yüzey2	17.2091	19.5991	22.0037	24.4091	26.7982	29.2229	32.2062
Yüzey3	17.1952	19.9445	22.7136	25.4988	28.2687	31.0625	34.3937
Yüzey4	17.2022	19.5457	21.9715	24.4736	26.9609	29.4948	33.1187
Yüzey5	17.1968	19.3536	21.57	23.8493	26.1177	28.4026	31.7861
Ortsıc.	17.2011	19.4608	21.7616	24.0922	26.4072	28.7498	31.8315



Şekil 4.14. P₂panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi (T_{tavan}=17°C)

Çizelge 4.16. $T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları.

	P_2						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	20.8849	23.3369	25.764	28.1722	27.5587	31.696	35.9126
Yüzey2	20.8493	23.3615	25.8377	28.2941	27.7003	31.9994	36.1096
Yüzey3	20.6789	23.5253	26.3656	29.1936	28.8882	33.7795	38.132
Yüzey4	20.9012	23.3182	25.7763	28.242	27.5414	31.731	36.893
Yüzey5	20.9846	23.2212	25.4787	27.7322	27.1679	31.0145	35.6374
Ortsic.	20.9235	23.2829	25.6391	27.9837	27.4361	31.4794	35.7291

Şekil 4.15. P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$)

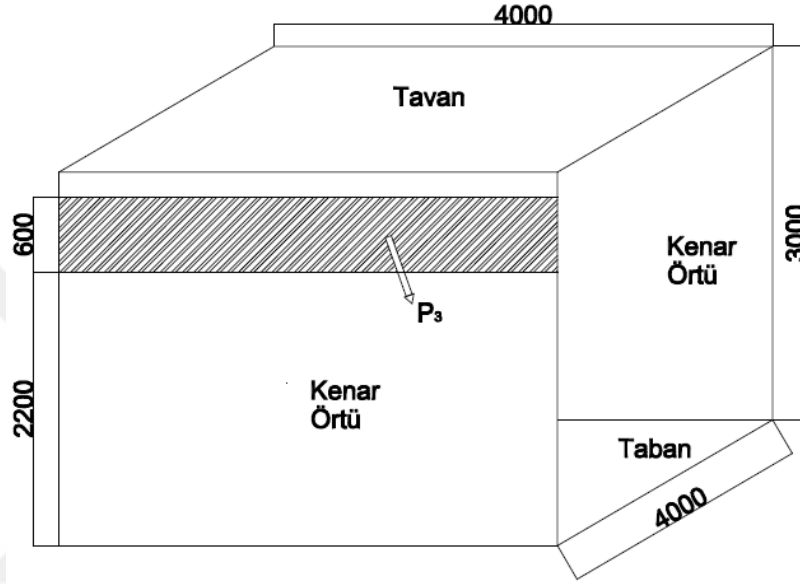
Çalışmada belirli panel sıcaklıklarında alınan yüzey sıcaklıklarının değerlerinin birbirine yakınlığı P_2 panelini sıcaklık grafiği P_1 panelinin grafiklerinde daha iyidir bu yüzden P_2 panelinde ısıtmanın tasarımda daha iyi bir dağılımı olduğunu ifade eder.

P_1 paneli en alttadır ısıtma aşağıdan yukarı doğru olmaktadır. Bu yüzden ısı yükü tavana ulaştığında azalır fakat P_2 paneli ortada olduğu için hem aşağıya hem yukarıya aynı ısıtmayı sağlamaktadır. Homojen ısıtma için P_2 paneli P_1 den daha uygundur.

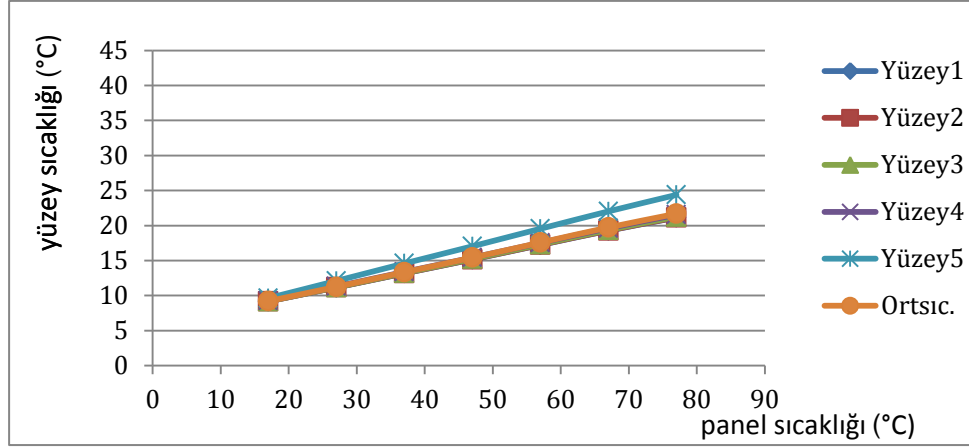
Çizelge 4.17. P₃ için analiz şartları

Tavan sıcaklığı °C	P ₃ Panel Sıcaklıkları °C						
7	17	27	37	47	57	67	77
12	17	27	37	47	57	67	77
17	-	27	37	47	57	67	77
23	17	27	37	47	57	67	77

Şekil 4.16. Tasarımın P3 için şematik gösterimi

Çizelge 4.18. T_{tavan}=7 °C için analiz sıcaklık sonuçları

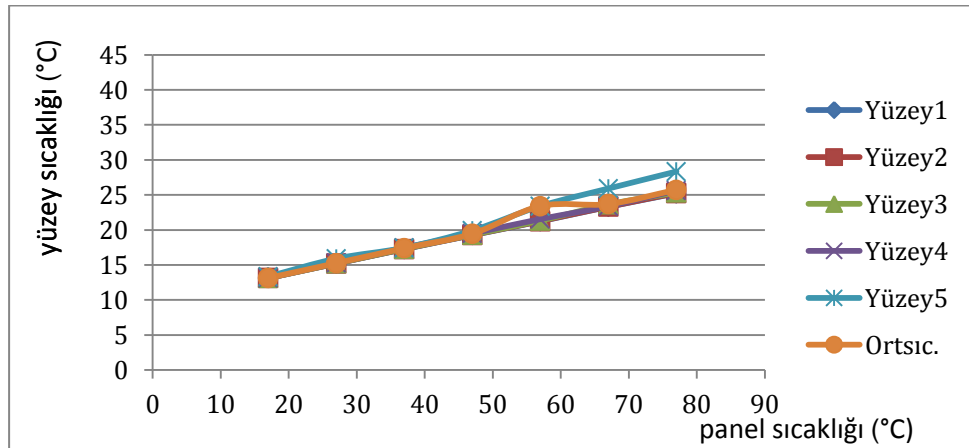
	P ₃						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	9.1769	11.1581	13.1758	15.1643	17.2252	19.2695	21.138
Yüzey2	9.1804	11.1655	13.1881	15.1813	17.2466	19.2935	21.1674
Yüzey3	9.1937	11.1931	13.2291	15.2346	17.309	19.3634	21.2495
Yüzey4	9.2503	11.3034	13.3841	15.4294	17.5341	19.6145	21.5425
Yüzey5	9.6303	12.0981	14.5904	17.0409	19.5439	22.0275	24.3827
Ortsic.	9.2099	11.2502	13.3415	15.4146	17.5708	19.727	21.6923



Şekil 4.17. P₃ panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=7^{\circ}\text{C}$)

Çizelge 4.19. $T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları.

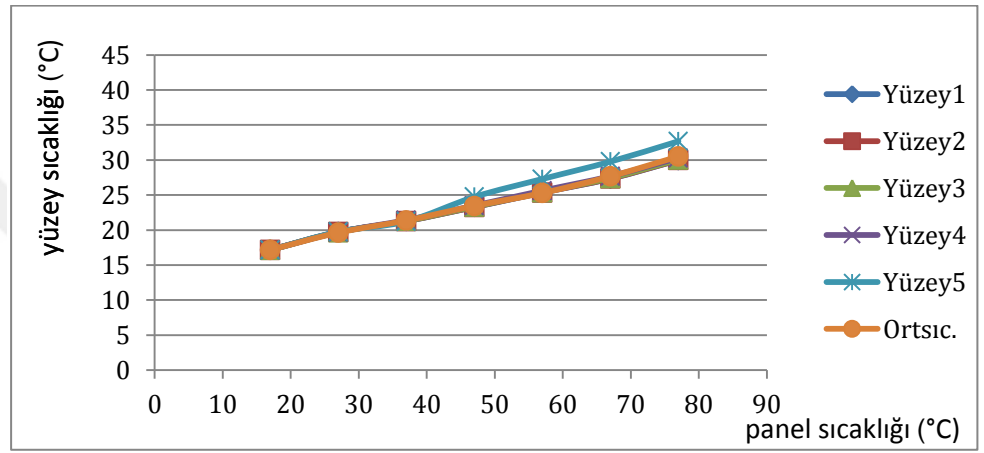
		P ₃						
		17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1		13.1262	15.2025	17.274	19.2567	21.2332	23.3002	25.2316
Yüzey2		13.1262	15.2077	17.284	19.2722	21.2612	23.3236	25.2681
Yüzey3		13.1318	15.2286	17.3191	19.3201	21.3304	23.6454	25.3513
Yüzey4		13.1614	15.3147	17.452	19.497	21.5514	23.3929	25.6503
Yüzey5		13.3491	15.9112	17.4589	19.9196	23.4088	25.9149	28.3445
Ortsıc.		13.1368	15.653	17.008	19.4659	23.4088	23.6942	25.7371



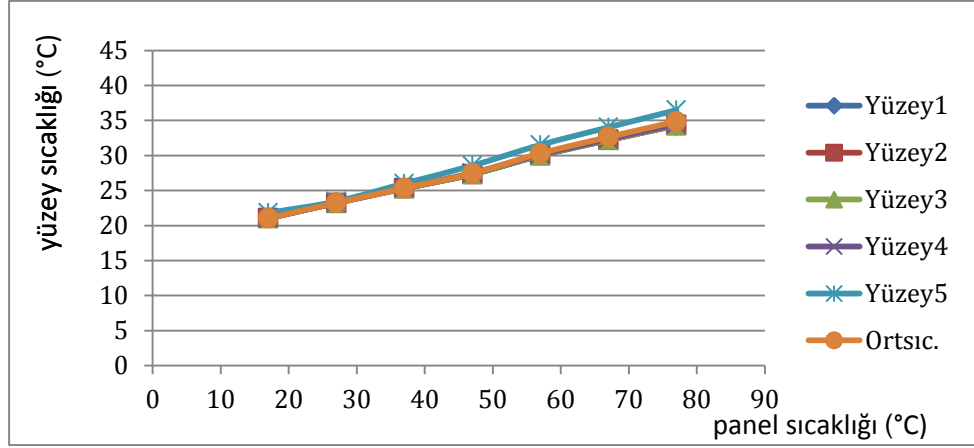
Şekil 4.18. P₂ panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=12^{\circ}\text{C}$)

Çizelge 4.20. $T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları.

	P_3						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	17.1795	19.73486	21.2758	23.2859	25.3457	27.3353	29.97833
Yüzey2	17.1771	19.72122	21.2837	23.2982	25.3637	27.358	30.00031
Yüzey3	17.1733	19.69907	21.312	23.3406	25.4189	27.429	30.06052
Yüzey4	17.1684	19.69907	21.4239	23.4999	25.6255	27.6873	30.27753
Yüzey5	17.1498	19.7562	21.2346	24.7368	27.2942	29.7721	32.68301
Ortsic.	17.1655	19.63184	21.3716	23.4559	25.2954	27.6712	30.5051

Şekil 4.19. P_2 panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi ($T_{\text{tavan}}=17^{\circ}\text{C}$)Çizelge 4.21. $T_{\text{tavan}}=22^{\circ}\text{C}$ için analiz sıcaklık sonuçları

	P_3						
	17	27	37	47	57	67	77
Yüzey1	21.0691	23.2267	25.2959	27.3254	29.9938	32.1984	34.2898
Yüzey2	21.064	23.2265	25.3023	27.3361	30.0034	32.2106	34.3044
Yüzey3	21.0512	23.2318	25.3235	27.374	30.0299	32.2375	34.3356
Yüzey4	21.0082	23.26	25.4115	27.5201	30.1334	32.342	34.4568
Yüzey5	21.813	23.4471	26.0145	28.5628	31.5165	34.0316	36.4923
Ortsic.	21.0404	23.2353	25.3572	27.4569	30.3094	32.6479	34.862



Şekil 4.20. P₂ panelinin farklı yüzey sıcaklıklarında iç ortam sıcaklıklarının yükseklik boyunca etkisi (T_{tavan}=22°C)

P₃ panelinde yapılan tüm analizlerin sonuçları grafiklerde belirtilmiştir. Çalışmada belirli panel sıcaklıklarında alınan yüzey sıcaklıklarının değerlerinin birbirine yakınlığı ısıtmanın tasarımda iyi bir dağılımı olduğunu ifade eder.

Isınma aşağıdan yukarı doğru olmaktadır yüzey 1 ile yüzey 5 arasındaki sıcaklık farkı; P₁ panelinin yaptığı ısıtma P₃ panelinin yaptığı ısıtmadan daha fazladır. Yani P₃ paneli daha çok yüzey 5 ısıtmaktadır ve genel ısıtma P₁ paneline göre daha düşüktür. Bunun sebebi ısınan hava yükselir ve P₃ paneli üstte olduğu için ısı yükünün büyük kısmı üstte toplanır alt yüzeylerde üst yüzey kadar ısıtmayı sağlamamaktadır. Fakat 1,2,3,4 yüzeylerini P₃ paneli daha homojen neredeyse sıcaklık farkı olmadan ısıttığı görülmüştür.

4. SONUÇ VE ANALİZ

4.1. Sonuçlar

- Sera da üretilecek ürün çalışmadaki tasarıma göre eğer 2,30 m den uzunsa ve ürün yerden başlayıp tüm boyda aynı ısı yükünü gerekiyorsa P_3 daha uygundur çünkü tasarımın her yüksekliğinde sıcaklık dağılımı aynıdır maliyeti yüksek olur fakat ürün için P_3 deki ısıtma homojenliği P_1 ve P_2 den daha fazladır .
- Sera da üretilecek ürün çalışmadaki tasarıma göre eğer 1m'den kısa ise P_1 paneli daha uygundur. Kısa çiçek veya ilaç yapımında kullanılan bitkiler gibi.
- Çalışmada en uygun genel ısıtma P_2 paneli ile sağlandığı grafiklerden anlaşılmıştır.
- Çalışmada ısıtıcı panellerin yüzey sıcaklıklarının değerlerinin birbirine yakınlığı ısıtmanın tasarımda iyi bir dağılımı olduğunu ifade eder.
- Sera yapılarında yetiştirilecek ürün için gerekli ısı verilirken bitkinin boyu ve yapısı dikkate alınmalıdır. Seranın gereksiz yükseklik ve boyutlarından kaçınılmalı ve bitkinin boyuna göre ısıtma sistemleri kurulmalıdır. Sera ısıtmaları özensiz bir şekilde soba lastik yakma vb değil sera için uygun ısıtma sistemleri seçilmelidir.
- Isıtma yapılırken ortamın nem oranı ve buna bağlı olarak yapı malzemelerinin korozyon ve küflenme riski göz önünde bulundurulmalı gerekirse sulu ısıtmadan ziyade elektrikli ısıtıcılar tercih edilmelidir. Seraların çoğu yapısal yönden düzenlemeye gidilmelidir.
- Sera yapısının daha çok alçak tünelli yapılması da rüzgâr yükünü azaltmak ve ısıtma hacmini küçültmek için tercih edilmelidir. Tasarımdan kaynaklanan

fazla hacim fazla ısı yükü demektir. Bu da bize fazla işletmen için fazla masraf demektir.

- Sera yapıldıktan sonra hangi ürün yetiştirileceği karar verilmemelidir. Yetiştirilecek ürün karar verildikten sonra sera yapısı ve boyu ürüne göre ayarlanmalıdır. Bu da bize sera yapımında her ayrıntının özellikle ısı yükünü azaltmak için olduğunu gösterir.
- Seralarda farklı zamanda birden fazla ürün yetiştirileceği zaman seçilen ürünler yetiştirme açısından birbirine uygun yapıda ürünler olmalıdır.

KAYNAKLAR

- ÇENGEL, Y.A. and Boles M.A.,2009.Thermodynamıc 2. basımdan çeviri
- FİLİZ, M.,2001. Sera İnşası Ve Kliması. Akademi Kitabevi, İzmir.
- FRANK P. INCROPERA , DAVID P. DEWITT.,2009.İsı Ve Kütle Geçişinin Temelleri 4. Basım'dan Çeviri.
- GEZER, E. 2006., Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama.
- GÜNAY, A.,1980. Tanımı, İnşası Ve Kliması İle Serler. Çağ Matbaası, Ankara.
- GÜNEY, H. E., 2010.AdyabatikMikrokanallarda Akışın Fluent İle Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 61s.
- GÜNERHAN,H.,2011.Jeotermal Enerjili Sera Isıtma Sistemleri, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 13/16 Nisan 2011/İzmir
- GÜNERHAN, H.,2011. Çelik Konstrüksiyonlu Hacim Kontrollü Sera Tasarımı, Enerji Korunumu Ve Isıtma Borularının Korozyon Özelliklerinin Araştırılması
- HASDEMİR, M.,HASDEMİR, M., GÜL U., ve Ataseven Z.Y., 2014. Türkiye’de Jeotermal Seracılığın Mevcut Durumu İle Karar Verme Süreçlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi, Tepge Yayın No, 227: 134.
- İŞBECER, Ö. B., 2010. Çelik Konstrüksiyonlu Hacim Kontrollü Sera Tasarımı, Enerji Korunumu Ve Isıtma Borularının Korozyon Özelliklerinin Araştırılması 1217s.
- KARADAĞ, R. ve TEKE, İ., 2004.The Effect Of Wall Thermalconditions On The Floor Nusselt Numberın The Floor Heating System, Journal Of Engineering And Natural Sciences Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi Ss. 84-93
- KARADAĞ, R. ve Teke, İ., 2005. Yerden Isıtımalı Bir Odada Yüzeyledeki Işınım Ve Taşınım Isı Transfer Katsayıları arasındaki İlişki, Mühendis Ve Makina - Cilt: 46 Say : 548
- KARATAŞ, B. S. ve FARUK, Ö. F., 2013. Aydın İli Koşullarında Sera Isıtmasında Jeotermal Enerjinin Kullanılabilirliğinin İncelenmesi Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 50 (1): 47-56 Issn 1018 – 8851
- KESKİN, T.,2000. Türkiye’de Enerji Verimliliği Ve Tasarrufu Potansiyeli, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 8. Enerji Kongresi İçin,Tebliğ, Ankara
- KIRATLI, N., 2003. Çelik Konstrüksiyonlu Hacim Kontrollü Sera Tasarımı, Enerji Korunumu Ve Isıtma Borularının Korozyon Özelliklerinin Araştırılması
- ÖZTÜRK, H.H., BAŞÇETİNÇELİK, A. 2002. Seralarda Havalandırma. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayınları, No: 227, ISBN: 975-8629-15-8, Ankara.
- YILDIZ, M., 2010.AYDIN İlindeki Jeotermal Enerji Kaynaklarının Sera ısıtmak Amacıyla Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 101s.
- YILMAZ, C., 2002. Seralar İçin Çok Fonksiyonlu Akıllı Kontrol Sistemleri. Elimko Elektronik İmalat Ve Kontrol Ltd. Şti.
- YÜKSEL, A. N., 2000. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Sti.,İstanbul.
- YÜKSEL, A. N., 1987.Seralarda Örtü Malzemelerinin Isı Kaybına Etkisi. Hasad Aylık Tarım Dergisi, Sayı: 20, 25–27, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Ahmet Okan KESKİN
Uyruğu :T.C.
Telefon :05053893869
E mail :okankeskin89@gmail.com
Doğum yeri ve tarihi :Dört Yol/Hatay 20.03.1989

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:Ramazan Atıl lisesi	2005
Üniversite	:Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Merkez/Şanlıurfa	2012
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012 - Haziran	: Tuyat Yapı Denetim Kontrol Mühendisliği	
2015 - Eylül	: Erkul Makina İmalat ve Proje Mühendisliği	
2015 - Kasım	:Ufuk Boru İmalat Mühendisliği	

UZMANLIK ALANI

Makine Mühendisliği, Isı ve Enerji, İmalat Mühendisliği

YABANCI DİL

İngilizce, Japonca