

168472

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SERA ISITMA SİSTEMLERİ
VE
TASARIMLARININ GELİŞTİRİLMESİ**

Makine Mühendisi Harika KAHVECİOĞLU

**FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet KOYUN

Doç. Dr. Galip Temir

Galip Temir

Doç. Dr. Tamer Yılmaz

Tamer Yılmaz

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ.....	xi
ÖZET	xxii
ABSTRACT	xixiii
1. GİRİŞ	1
2. SERA ÖRTÜ MALZEMELERİ	2
2.1. Kaplama Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri.....	3
2.1.1 Işınım Özellikleri	3
2.1.2. Termal Özellikler.....	4
2.1.3. Sera Mikro Havası Üzerine olan Etki.....	5
2.1.4. Tarımsal Noktalar	7
2.1.4.1. Solar İletkenliğin Etkisi	7
2.2 Fiziksel Özelliklerin Karakteristik Değerleri	7
2.2.1 Cam.....	8
2.2.1.1 Tarımsal Cam	8
2.2.1.2 Düşük Emisyonlu Cam	9
2.2.1.3 Çift Duvarlı Cam	9
2.2.2 Rijit Plastikler.....	9
2.2.2.1 Rijit polikarbonat.....	9
2.2.2.2 Rijit polimetil metakralit	9
2.2.2.3 Cam destekli rijit polyester	10
2.2.2.4 İki yönlü rijit polivinil klorit.....	10
2.2.3 İnce esnek filmler	10
2.2.3.1 Provinil klorit.....	10
2.2.3.2 Düşük yoğunluklu polietilen	10
2.2.3.3 Etilen / Vinil asetat	11
2.2.3.4 Termal polietilen.....	11
2.3 Test Metodları.....	11
2.3.1 Radyasyon geçirgenliği	11
2.3.2 Isı iletimi.....	13
3. SERA ISI KAYBI HESAPLAMALARI	16
3.1 Isı Kaybı Hesabı	16

3.2	Faktör Tanımlamaları	16
3.3	Diğer Hususlar	17
4.	SERA ISITMA SİSTEMLERİ VE ISI DAĞITIMI	20
4.1	Sera ısıtma sistemleri.....	20
4.1.1	Ünite ısıtıcılar	21
4.1.2	Taşıyım ısıtıcıları.....	22
4.1.3	Işın yayan ısıtıcılar.....	23
4.1.4	Güneş etkisiyle ısıtma.....	24
4.2	Isı dağıtımı	24
5.	SERALARDA SICAK SU BORU SİSTEMİ İLE VE HAVA KANAL SİSTEMİ ISITMA METODLARI ARASINDA YAPILAN KARŞILAŞTIRMA	29
5.1	Sera Isıtma Sistem Dizaynı.....	29
5.2	Isıtma Sistemleri Arasında Yapılan Karşılaştırma İçin Kullanılan Malzeme Ve Metodlar.....	32
5.2.1	Ticari seralar	34
5.3	Teori.....	34
5.4	Sera ısıtma sistemleri arasında yapılan karşılaştırmaya ait çalışmanın deneysel ve teorik verilerinin değerlendirilmesi	35
5.5	Görüşler	44
6.	SEÇİLEN ISITMA SİSTEMİ POZİSYONUNUN SICAKLIK DAĞILIMINDAKİ ETKİSİ	48
6.1	Ürün sıcaklık modeli	48
6.1.1	Isıtma borularından olan ışıyım ile ısı geçişi	49
6.1.1.1	Işıyım ile ısı geçiş modeli	50
6.1.2	Isıtma borularından taşıyım ile gerçekleşen ısı geçişi	55
6.1.3	Üründen ortam havasına taşıyım ile olan ısı geçişi	57
6.1.4	Üründen ortam havasına buharlaşma yoluyla ısı geçişi	57
6.2	Seçilen ısıtma sistemi pozisyonunun sıcaklık dağılımındaki etkisini belirlemede kullanılan metodlar ve bunlara ait değerlendirmeler	58
6.3	Model değerlendirmesi	61
7.	DENEYSEL ÇALIŞMANIN ANLATIMI VE DÖKÜMANTASYONU	64
7.1	Deneyde kullanılacak boru malzemesinin seçimi	64
7.1.1	PE ‘nin PEX ‘e dönüşümü.....	64
7.1.2	PEX için gerekli minimum gereksinimler	65
7.1.3	PEX uygulama alanları	65
7.1.4	PEX boru sisteminin avantajları	66
7.2	Deneyin amacı	66
7.3	Deney Düzenegi	66
7.4	Deneyin yapılışı.....	67
8.	MODEL OLARAK KULLANILMAK ÜZERE GEREKLİ DEĞERLERİ BELİRLENMİŞ BİR SERA ÜZERİNDE YAPILACAK UYGULAMALAR VE SONUÇLARI	68
8.1	Sera boyutlandırması ve malzeme seçimi	68
8.2	Sera içinde yetiştirilecek ürünün seçimi	68

8.3	Sera ısı kaybının hesabı	70
8.4	Sera ısı kazancının hesabı	71
8.4.1	1. ve 2. Dizilişler için borudan sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabı	72
8.4.1.1	1. Diziliş için boru karakteristik uzunluğunun ve yerden yüksekliğinin tespiti	72
8.4.1.2	2. Diziliş için boru karakteristik uzunluğunun ve yerden yüksekliğinin tespiti	73
8.4.1.3	Isıl genleşme katsayısı hesabı	76
8.4.1.4	Yoğunluk hesabı	77
8.4.1.5	Dinamik viskozite hesabı	77
8.4.1.6	Boru yüzey sıcaklığı hesabı	77
8.4.1.7	Ortam sıcaklığı hesabı	78
8.4.1.8	Grashof sayısı hesabı	80
8.4.1.9	Prandtl sayısı hesabı	81
8.4.1.10	Nusselt sayısı hesabı	82
8.4.1.11	Isı iletim katsayısı hesabı	82
8.4.1.12	Isı yayılma katsayısı hesabı	83
8.4.1.13	Taşınım ile açığa çıkan ısı geçişi hesabı	83
8.4.2	1. Diziliş ve 2. dizilişler için borudan sera havasına ışınlama ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabı	84
8.4.2.1	Borunun yerden yüksekliğinin tespiti	84
8.4.2.2	Ürün yüksekliğinin belirlenmesi	84
8.4.2.3	İki ürün sırası arasındaki mesafenin belirlenmesi	84
8.4.2.4	Boru ile bir ürün sırası arasındaki mesafenin belirlenmesi	84
8.4.2.5	Şekil faktörlerinin hesabı	84
8.4.2.6	Ortam sıcaklığının hesabı	84
8.4.2.7	Boru yüzey sıcaklığının hesabı	84
8.4.2.8	Zemin sıcaklığının hesabı	84
8.4.2.9	Ürün sıcaklığı hesabı	85
8.4.2.10	Çatı sıcaklığının hesabı	87
8.4.2.11	İşinim ile gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının hesabı	88
8.4.3	1. ve 2. Dizilişler için üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabı	89
8.4.3.1	Ürün yüksekliğinin belirlenmesi	89
8.4.3.2	Ortam sıcaklığının belirlenmesi	89
8.4.3.3	Ürün sıcaklığı hesabı	89
8.4.3.4	Hava özgül ısısı	90
8.4.3.5	Hava yoğunluğu	90
8.4.3.6	Karakteristik yaprak uzunluğunun belirlenmesi	90
8.4.3.7	Hava hızının belirlenmesi	90
8.4.3.8	Dış yaprak direnci hesabı	90
8.4.3.9	Konvektif ısı değişim katsayısının hesabı	90
8.4.3.10	Üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının hesabı	91
8.4.4	1. ve 2. Dizilişler için üründen sera havasına evaporasyon ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabı	92
8.4.4.1	Ürün yüksekliğinin belirlenmesi	92
8.4.4.2	Ortam sıcaklığının belirlenmesi	92
8.4.4.3	Ürün sıcaklığı hesabı	92
8.4.4.4	Hava özgül ısısı	93
8.4.4.5	Hava yoğunluğu	93
8.4.4.6	Sera alanı başına düşen yaprak alanının belirlenmesi	93
8.4.4.7	Hava doyma basıncının belirlenmesi	93

8.4.4.8	Psikrometrik sabit olarak adlandırılan değerin belirlenmesi	94
8.4.4.9	Buhar basıncı direnç faktörünün hesabı	94
8.4.4.10	Ürün sıcaklığı direnç faktörünün hesabı	95
8.4.4.11	CO ₂ konsantrasyonu direnç faktörünün hesabı	95
8.4.4.12	İç yaprak direnç faktörünün hesabı	95
8.4.4.13	Karakteristik yaprak uzunluğunun belirlenmesi	95
8.4.4.14	Hava hızının belirlenmesi	95
8.4.4.15	Dış yaprak direnci hesabı	95
8.4.4.16	Üründen sera havasına evaporasyonla gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının hesabı	96
9.	HESAP SONUÇLARI	97
9.1	Sera ısı kazancı hesap ilkelerine dayanarak yapılan deneysel hesap sonuçlarıyla teorik hesap sonuçlarının karşılaştırılması	97
9.2	1. ve 2. dizilişler arasında, sera ısı kaybını karşılayacak boru miktarları açısından yapılan karşılaştırma	98
10.	SONUÇLAR	101
	KAYNAKLAR	104
	EKLER	109
Ek 1	Sera kaplama malzemelerinin ışıyım geçirgenlik standartları	110
Ek 2	Sera kaplama malzemelerinin toplam ısı geçiş katsayısı	111
Ek 3	PEX boru üretim standartları	112
Ek 4	Tez konusu olarak seçilip dökümantasyonu yapılan 1. ve 2. dizilişler	113
Ek 5	1. dizilişteki 2. deney için değişik noktalardan alınmış T_w değerleri ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik	114
Ek 6	2. dizilişteki 2. deney için değişik noktalardan alınmış T_w değerleri ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik	115
Ek 7	1. diziliş için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan taşınım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri	116
Ek 8	2. diziliş için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan taşınım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri	129
Ek 9	1. diziliş için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ışıyım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri	140
Ek 10	2. diziliş için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ışıyım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri	153
Ek 11	11 Sera boyunca mevcut üç ürün sırasından sera havasına taşınım yoluyla geçen ısı miktarı hesap sonuçları	165
Ek 12	Sera boyunca mevcut üç ürün sırasından sera havasına evaporasyon yoluyla geçen ısı miktarı hesap sonuçları	166
	ÖZGEÇMİŞ	167

SİMGE LİSTESİ

$\tau(\lambda)$	Malzemenin sonsuz iletkenliği
λ_1, λ_2	Dalga boyu, nm
τ_s	Solar iletkenlik katsayısı
$P_s(\lambda)$	λ 'daki ışıma yoğunluğu, $W/m^2 \text{ nm}$
τ	Geçirgenlik
k	Isıl iletim katsayısı, W/m^2K
$h_{sıcak}, h_{soğuk}$	Soğuk ve sıcak yüzeyler için taşınım ısı geçiş katsayıları, W/m^2K
$T_{sıcak}, T_{soğuk}$	Soğuk ve sıcak yüzeylere yakın hava sıcaklığı, K
K	Kaplama malzemesinin toplam ısı geçiş katsayısı, W/m^2K
U	Seranın birim alanı başına olan toplam ısı geçiş katsayısı, W/m^2K
Q	Toplam ısı kaybı, W
A_1, A_2	Çeşitli bileşenlerin yüzey alanı, m^2
R_1, R_2	Her bir bileşenin ısı direnci, m^2K/W
t_i	İç sıcaklık, K
t_o	Dış sıcaklık, K
f_w	Rüzgar faktörü
f_c	Yapı tipi ya da kalite faktörü
f_s	Sistem faktörü
D_d	Dış çap, mm
D_i	İç çap, mm
l	Döner şerit boyu, mm
z	Döner şerit kalınlığı, mm
Q_{sd}	Sabit şartlardaki ısı, J
V_s	Suyun kütle akış oranı, kg/s
C_s	Suyun özgül ısısı, J/kgK
T_g	Giriş sıcaklığı, K
$T_ç$	Çıkış sıcaklığı, K
Δt	Süre farkı, s
Q_{dd}	Değişken şartlardaki ısı, J
m_b	Boru kütlesi, kg
C_b	Borunun özgül ısısı, J/kgK
$T_{ort.}$	Ortalama sıcaklık, K
T_{son}	Soğutma periyodunun son sıcaklığı, K
δ	Sıcaklık farkı, K
T_u	Ürün sıcaklığı, K
T_h	Hava sıcaklığı, K
Q_{buh}	Buharlaşma ısısı, J
m_h	Hava kütlesi, kg
h	Buharlaşma entalpisi, J/kg
Δw	Nem oran farkı
D	İki ürün sırası arasındaki mesafe, m
H	Ürün boyu, m
$\ddot{U}_1, \ddot{U}_2$	Ürün sıraları
h	Boru merkezinin yerden yüksekliği, m
d	Borunun ürüne olan uzaklığı, m
$F_{b-\ddot{U}_1}$	Boru ile ürün arasındaki görme faktörü
$F_{b-\ddot{U}_2}$	Boru ile ürün arasındaki görme faktörü
$F_{b-\varphi}$	Boru ile çatı arasındaki görme faktörü
F_{b-z}	Boru ile zemin arasındaki görme faktörü

z	Yer
ç	Çatı
T_b	Boru sıcaklığı, K
$T_ç$	Çatı sıcaklığı, K
T_n	Sıcaklık değerleri, K
σ	Stefan-Boltzman sabiti, W/m^2K^4
a, b	Katsayı
Re	Reynolds sayısı
A_d	Sera duvar alanları, m^2
$A_{ü.d}$	Sera dam alanı, m^2
$A_ç$	Sera çatı alanı, m^2
A_1	Sera bileşenlerinin toplam alanı, m^2
X	Karakteristik boru uzunluğu, m
β	Isıl genleşme katsayısı, $1/K$
ρ	Yoğunluk, kg/m^3
μ	Dinamik viskozite, kg/ms
T_b	Boru yüzey sıcaklığı
T_o	Ortam sıcaklığı
Gr	Grashof sayısı
Pr	Prandtl sayısı
Nu	Nusselt sayısı
λ	Isı iletim katsayısı, $W/m K$
α	Isı yayılma katsayısı
$Q_{taşınım}$	Taşınilma açığa çıkan ısı geçişi, W
$Q_{ışınım}$	Işınımila gerçekteşen olan toplam ısı miktarı, W
T_w	Boru yüzey sıcaklığı, K
c_p	Hava özgül ısısı, $kcal/kg K$
L	Karakteristik yaprak uzunluğu
u	Hava hızı, m/s
r_e	Dış yaprak direnci, s/m
$\alpha_{ü}$	Ürünün taşınilma olan ısı değişim katsayısı
$Q_{ü-taşınım}$	Üründen sera havasına taşınilm ile geçen toplam ısı miktarı, W
I_p	Sera alanı başına düşen yaprak alanı
Δp	Hava doyma basıncı, kg/m^2
χ	Psikrometrik sabit, Pa/K
$r_{\Delta p}$	Buhar basıncı direnç faktörü
r_t	Ürün sıcaklığı direnç faktörü
r_{CO_2}	CO_2 konsantrasyonu direnç faktörü
r_i	İç yaprak direnç faktörü
$Q_{ü-evap.}$	Üründen sera havasına evaporasyonla geçen toplam ısı miktarı, W

KISALTMA LİSTESİ

PAR	Fotosentetik aktif ışınım
PE	Polietilen
CO ₂	Karbondioksit
EVA	Etilen vinil asetat
PVC	Polivinil klorid
GRP	Cam takviyeli rijit polyester
PMMA	Rijit polimetil metakralit
RSI	Isıl direnç, m ² K/W
RH	Bağıl nem
PEX	Crosslinked PE
ESCR	Çevresel gerilim kırılma direnci
HDB	Hidrostatik dizayn esası
PPI	Plastik boru enstitüsü
HTD	Yüksek sıcaklık bölümü



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin toplam solar ışıyım geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri.....	12
Şekil 2.2	Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin direkt ışıyım geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri	12
Şekil 2.3	Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin difüz solar ışıyım geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri	13
Şekil 2.4	Çeşitli kaplama malzemeleri için ısı geçiş katsayısının minimum ve maksimum değerleri	14
Şekil 4.1	Ünite Isıtıcılar	21
Şekil 4.2	Ünite arkasında yer alan fan	21
Şekil 4.3	Polietilen tüp	22
Şekil 4.4	Işın yayan ısıtıcılar	23
Şekil 4.5	Yüksek akış fanları	23
Şekil 4.6	Boruların yerleşimi	25
Şekil 4.7	Sıcaklık dağılımı	26
Şekil 4.8	Seranın zıt köşe sonlarına çok yönlü ünite ısıtıcılarının yerleştirilmesi halinde sıcaklık dağılımı.....	26
Şekil 4.9	Yatay hava akış fanları	27
Şekil 4.10	Soğuk bölgeler	27
Şekil 5.1	Deneysel seranın şematik gösterimi	32
Şekil 5.2	Isı dağıtım sisteminin şematik gösterimi	33
Şekil 5.3	Plastik borularla ısıtılan bölmenin merkez hattı boyunca oluşan sıcaklık dağılımı	36
Şekil 5.4	Zemin üzerindeki çeşitli yüksekliklerdeki hava sıcaklıkları.....	37
Şekil 5.5	Kuru termometre sıcaklığı ve nem oranları	39
Şekil 5.6	0.4 m yükseklikte hava ve ürün sıcaklıklarında görülen değişimler.....	40
Şekil 5.7	0.4 m yükseklikteki kuru termometre sıcaklığı ve sıcaklık farkı.....	41
Şekil 5.8	Ticari seralarda ölçülen sıcaklık farkları.....	42
Şekil 5.9	Zemin sıcaklığı	43
Şekil 5.10	Plastik borular ve sıcak hava ile ısıtılan bölmelerdeki enerji miktarları.....	44
Şekil 6.1	Ürün sıcaklık modelinin şematik gösterimi	49
Şekil 6.2	Ü1 ve Ü2 ürünleriyle ısıtma borusu yerleşiminin şematik gösterimi	50
Şekil 6.3	Bitki yatakları arasındaki radyoaktif ısıtma veriminin dağılımı	52
Şekil 6.4	Yüzey sıcaklığına göre belirlenen radyoaktif ısıtma verimindeki varyasyonlar.....	54
Şekil 6.5	Ürün yüksekliği boyunca sıcaklık dağılımı	59
Şekil 6.6	Haftalara göre yaprak alanındaki dağılım.....	60
Şekil 6.7	Hava yaprak sıcaklık dağılımları	60
Şekil 6.8	Seçilen iki üst ısıtma sistemi için hava ve yaprak sıcaklıkları.....	62
Şekil 6.9	Her bir ürün katmanında, seranın birim alanı başına, üst ısıtma sisteminin iki pozisyonu için beklenen evaporasyon değerleri	62
Şekil 7.1	Deney düzeneğinin şematik gösterimi	67
Şekil 8.1	Model olarak seçilen seranın boyutları	68
Şekil 8.2	Çift sıralı dikim şekli	69
Şekil 8.3	Tek sıralı dikim şekli	69
Şekil 8.4	Seçilen sera ölçülerine göre belirlenen ürün dizilişi ve alternatif boru dizilişi.....	70
Şekil 8.5	10 cm ‘lik her bir dilimin yerden yüksekliği	72
Şekil 8.6(a)	10 ‘ar cm ‘lik her bir dilim için karakteristik uzunluk belirleme şekli	73
Şekil 8.6(b)	10 ‘ar cm ‘lik her bir dilimin karakteristik uzunluğu, cm.....	73
Şekil 8.7	10 cm ‘lik her bir dilimin yerden yüksekliği, cm.....	74

Şekil 8.7(a)	10 cm ‘lik her bir dilimin yerden yüksekliği (sol detay), cm	74
Şekil 8.7(b)	10 cm ‘lik her bir dilimin yerden yüksekliği (sağ detay).....	75
Şekil 8.8(a)	10 ‘ar cm ‘lik her bir dilim için karakteristik uzunluk belirleme şekli	75
Şekil 8.8(b)	10 ‘ar cm ‘lik her bir dilimin karakteristik uzunluğu.....	76
Şekil 8.9	Isıl genişleme katsayısının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik.....	77
Şekil 8.10	Zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri	78
Şekil 8.11	Zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri	79
Şekil 8.12	Zeminden 2,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri	80
Şekil 8.13	Prandtl sayılarının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler	81
Şekil 8.14	Isı iletim katsayılarının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik.....	83
Şekil 8.15	Zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen ürün sıcaklığındaki değişim değerleri.....	86
Şekil 8.16	Zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen ürün sıcaklığındaki değişim değerleri.....	87
Şekil 8.17	Doyma basıncının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler	94
Şekil Ek 5.1	1. dizilişteki 2. deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimi ..	114
Şekil Ek 6.1	2. dizilişteki 2. deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimi ..	115

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Sera kaplama malzemelerinin ısıtım sınıflandırması	3
Çizelge 2.2	Çeşitli PMMA plakalarının direkt ve difüz solar geçirgenlik katsayıları	10
Çizelge 2.3	Farklı malzemelerin geçirgenlik değerleri	11
Çizelge 2.4	Sera U değerleri	15
Çizelge 3.1	Yapı sisteminin ısı direnci	18
Çizelge 3.2	Rüzgar faktörü	18
Çizelge 3.3	Yapı faktörleri	18
Çizelge 3.4	Sistem tarifi	19
Çizelge 4.1	Farklı sıcaklıklarda buhar ve sıcak su kullanılması durumlarında farklı boru boyutları için elde edilen ısılar	24
Çizelge 7.1	PEX ve PE arasında özellik değişiklikleri	64
Çizelge 8.1	Model olarak seçilen bir sera için yapılan ısı kaybı hesap sonuçları	71
Çizelge 8.2	1. Diziliş için deney koşulları	71
Çizelge 8.3	2. Diziliş için deney koşulları	71
Çizelge 8.4	Değişik sıcaklıklardaki ısı genleşme katsayısı değerleri	76
Çizelge 8.5	Zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri	78
Çizelge 8.6	Zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri	79
Çizelge 8.7	Zeminden 2,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri	80
Çizelge 8.8	Değişik sıcaklıklardaki Prandtl sayısı değerleri	81
Çizelge 8.9	Değişik sıcaklıklardaki ısı iletim katsayısı değerleri	82
Çizelge 8.10	Zemin sıcaklık değerleri	85
Çizelge 8.11	Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen, ürün sıcaklığındaki değişim değerleri	85
Çizelge 8.12	Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen, ürün sıcaklığındaki değişim değerleri	86
Çizelge 8.13	Çatı sıcaklık değerleri	88
Çizelge 8.14	Değişik sıcaklıklardaki hava doyma basıncı değerleri	94
Çizelge 9.1	1. Diziliş için teorik ve deneysel hesap sonuçları ile bu sonuçlar arasındaki yüzdelik sapma	97
Çizelge 9.2	2. Diziliş için teorik ve deneysel hesap sonuçları ile bu sonuçlar arasındaki yüzdelik sapma	98
Çizelge 9.3(a)	1. Diziliş hesap sonuçları	98
Çizelge 9.3(b)	2. Diziliş hesap sonuçları	99
Çizelge 9.4(a)	1. Diziliş için sera ısı kaybını karşılayacak boru sıra adedi ve buna karşılık gelen boru metrajı	99
Çizelge 9.4(b)	2. Diziliş için sera ısı kaybını karşılayacak boru sıra adedi ve buna karşılık gelen boru metrajı	99
Çizelge Ek 5.1	2. Deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimine ait ölçümler	114
Çizelge Ek 6.1	2. Deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimine ait ölçümler	115

ÖNSÖZ

“Sera Isıtma Sistemleri ve Tasarımlarının Geliştirilmesi” adı altında gerçekleştirilen bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Isı-Proses Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

2000 yılında Prof. Dr. Doğan ÖZGÜR başkanlığında, Arş. Gör. Nuri Alpay KÜREKÇİ ve Arş. Gör. Mustafa Kemal SEVİNDİR tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmanın verilerinden yola çıkılarak yapılan bu çalışma, hem deneysel çalışmaya teorik bir temel oluşturmayı hem de çalışmada yer alan 4 farklı boru dizilişinden seçilen ikisi arasında karşılaştırma yapılmasını hedeflemiştir.

İleride yapılacak çeşitli araştırmalara ışık tutması bakımından yararlı olacağı inancıyla, çalışmanın başlangıcından bitimine kadar bana değerli fikirleriyle önderlik eden Sayın Hocam Doç. Dr. Ahmet KOYUN’a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca beni her zaman destekleyen sevgili aileme teşekkürü bir borç bilir, çalışmanın yararlı olmasını dilerim.



ÖZET

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Cross-linked PEX malzemeden üretilen boruların değişik şekillerde sarılmasıyla oluşturulan dört farklı diziliş ve bu dizilişlerin her biri için farklı su giriş-çıkış sıcaklıklarında yapılan deney sonuçları incelenmiştir.

Bu dört diziliş arasından seçilen iki diziliş üzerinde ayrıntılı teorik hesaplamalar yapılmıştır. Bu teorik hesaplamalarda, borular 10' ar cm.' lik parçalara ayrılarak ve her bir parça için bir karakteristik uzunluk bulunarak, taşınım ve ışınum hesapları ayrı ayrı yapılmış, bunların toplanmasıyla teorik hesap sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu teorik hesap sonuçlarıyla deneysel hesap sonuçları karşılaştırılmış, böylece deneysel çalışmaya teorik bir temel oluşturulmuştur.

Bunun yanı sıra, sera dış boyutlarına bağlı olarak sera ısı kaybı hesap mantığı kurulmuş ve seradaki ısıtma hesapları bitki özeline inilerek yapılmıştır. Böylece kurulması istenilen sera için ölçü seçimi ve ısı kaybı hesaplarından başlamak üzere, “hangi düzenekte, kaç sıra ve toplam kaç metrelik PEX boru ısıtma sistemi olması gerekir” sorusunun cevabı detaylı şekilde oluşturulmuştur.

Görsel olarak bakıldığında, bu iki dizilişin sıra adetleri ve boru metrajları arasında büyük farklar çıkacağı sanılmasına rağmen yapılan teorik ve deneysel hesap sonuçları bu farkların çok küçük mertebelerde olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Sera ısıtma sistemleri, sera ısı kaybı, sera ısı kazancı, taşınım ısı geçişi, ışınum ısı geçişi

ABSTRACT

In this thesis, four separate orders of arrangement of pipes made of cross-linked PEX material are studied as well as the experiment results obtained through in-out water flow temperatures at different arrangements.

Detailed theoretical research and calculation have been conducted on two of the mentioned four arrangements, during which the pipes are divided into 10 cm parts by determining a characteristic length in order to be able to separately calculate the amount of radiation and movement for each of those parts. Thus, the accumulation of data has paved the way for obtaining theoretical results, which then have been compared with experimental results of calculation. Consequently, a basis for experimental study is provided.

In addition, a calculation method for loss of radiation has been established in line with the dimensions of a standard green house, and calculation of radiation has been obtained by taking each plant into account. In this way, the answer to the question of “what size of a setup of PEX pipe heating system is needed in what arrangement” is satisfactorily given in detail.

Although it would be inferred at a glance that there is a vast difference between the number of orders and their length, the results of theoretical and experimental studies have indicated that these differences are of minor importance.

Keywords: Greenhouse heating systems, greenhouse heat loss, greenhouse heat gain, convection heat transition, radiation heat transition.

1. GİRİŞ

Sera, iklimle ilgili çevre koşullarına tamamen veya kısmen bağlı kalmadan, gerektiğinde sıcaklık, nem, ışık ve havalandırma gibi faktörleri kontrol altında tutarak bütün bir yıl boyunca çeşitli kültür bitkileri ile bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkilerini saklamak, sergilemek amacıyla cam, plastik vb. ışık geçirebilen maddelerle kaplanarak değişik şekillerde inşa edilen yüksek sistemde bir örtü altı yetiştiriciliği yapısıdır.

Özet kısmında da dile getirildiği gibi; tez kapsamında ele alınan konu, cross-linked PEX malzemeden üretilen boruların değişik şekillerde sarılmasıyla oluşturulan dört farklı diziliş ve bu dizilişlerin her biri için farklı su giriş-çıkış sıcaklıklarında yapılan deney sonuçlarının incelenmesi, bu deneysel sonuçlara teorik bir temel oluşturulması ve kurulması istenilen sera için ölçü seçimi ve sera ısı kaybı hesaplarından başlamak üzere, “hangi düzende, kaç sıra ve toplam kaç metrelik PEX boru ısıtma sistemi olması gerekir” sorusunun detaylı cevabının oluşturulmasıdır.

2. SERA ÖRTÜ MALZEMELERİ*

Kısa dalga (solar) ışınımının bitki gelişimi üzerinde iki büyük etkisi vardır. Bunlardan birincisi; fotosentetik aktif ışınımdır ($0.4-0.7 \mu m$) ki; bu, ürün gelişimindeki temel prosestir (Mc Cree K J, 1972); bir diğeri ise ürün terlemesidir (Gates D M, 1976).

Sera içindeki ışınım seviyesi temel olarak kaplama malzemesinin geçirgenliğine bağlıdır. Bunun yanında sera tipi ve yapısı da önemlidir. Bir sera kaplama malzemesinin radyasyon geçirgenliği, farklı malzemelerin sağlayabileceği potansiyel yararlar yönünden dikkate alınması gereken bir durumdur. Çünkü solar geçirgenlikteki ufak farklılıkların bile ürün gelişiminde büyük rol oynadığı bilinmektedir. Bu konuda yapılan çalışmaların sonuçlarına bakılacak olursa; Cockshull'a (1992) göre fotosentetik aktif ışınımdaki (PAR) %1'lik bir artış uzun dönem içinde domates yetiştiriciliğinde yaklaşık %1'lik bir artış sağlamıştır. Sera içine olan ışınım girişine izin veren sera malzemesinin kalitesi, ürün büyümesinde ve gelişiminde önemlidir (Kittas vd., 1999). Kaplama malzemesinin özellikleri, ürün hastalıkları açısından ultraviyole ışınımını engellemeleri bakımından da ele alınmaktadır. Çünkü bazı plastik filmler, bu hastalıklara neden olan ultraviyole ışınımı absorbe edebilme özelliğine sahiptir (Vakalounakis D J, 1991; Reuveni R ve Raviv M, 1997). Bir diğer örnek; patlıcan üretimindeki etkisidir. Ultraviyole bölge içindeki (<0.38) solar ışınımı absorbe eden kaplama malzemesinin kullanıldığı bir patlıcan serasında, patlıcanda menekşe rengi sağlanmış ve sera içinde zayıf bir tozlaşma meydana gelmiş olur.

Solar ışınım sadece sera sistemine gün boyunca enerji sağlamaz (bunun bir bölümü sistemde depolanır ve gece açığa çıkar), ayrıca fotosentez yapar. Bazı sera malzemeleri ısı ışınımını içeri doğru geçişine izin verirken bazıları buna engel olur. Kışın, ısı ışınımını engelleyen malzemeler sera içindeki gövdeler tarafından yayılır. Bu, daha iyi bir ısıtma sağlar ve sera havasını diğer malzemelere kıyasla daha sıcak tutar.

Sera içindeki havanın sıcaklığındaki yükseliş, içeri giren her iki enerjiye (temel olarak gün boyunca sağlanan solar ışınım ve yapay bir şekilde ısıtılan seralarda ısıtma sisteminden gelen ısı) ve bunun yanında malzemedeki ısı kayıplara (ısı ışınım, duyulur ve gizli ısı kayıpları) bağlıdır. Tüm bu ışınım ve duyulur ısı geçiş mekanizmalarında kaplama malzemelerinin

* Papadakis, Briassoulis, Scarascia Mugnozza, Vox, Feuilloley, Stoffers isimli bilim adamlarının "Radiometric and Thermal Properties of, and Testing Methods for, Greenhouse Covering Materials" başlıklı çalışmasından birebir çevrilmiştir.

oynadığı önemli rol ortadadır.

Sonuç olarak sera kaplama malzemelerinin fiziksel özelliklerini iki büyük grupta toplamak mümkündür:

1. Farklı dalga boylarındaki ışınım özellikleri; iletkenlik, yansıtma, absorbsiyon/emisyon gibi.
2. Duyulur ve gizli ısı geçişleri ile ilgili özellikler.

2.1. Kaplama Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri

2.1.1 Işınım Özellikleri

Sera kaplama malzemeleri ile ilgili ışınım sınıflandırması Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Sera kaplama malzemelerinin ışınım sınıflandırması

Radyasyon	Dalga boyu, μm
Solar (kısa dalga)	0.2-3
Fotosentetik aktivite (PAR)	0.4-0.7
Isıl (uzun dalga)	>3

Solar ışınım güneş tarafından gelir ve önemli enerji kaynaklarının biçimlendirilmesiyle yeryüzüne ulaşır. Solar ışın, uç noktasında yaklaşık $0.5 \mu m$ ‘lik bir dalga boyuna sahiptir. Solar enerjinin yaklaşık %40’ı $0.4-0.7 \mu m$ arasındaki dalga boylarında yayılır. Bu süre zarfında enerjinin yaklaşık %39’u $0.7-1.5 \mu m$ arasındaki dalga boylarında (kıızıl ötesine yakın) yayılmaktadır (Monteith ve Unsworth, 1990).

Isıl ışınım sıcaklığından dolayı bir gövde aracılığıyla elektromanyetik ışın yayar. Sıcak varlıklar, soğuk varlıklara göre aldıklarından daha fazla enerji yayarlar. Bu, net enerji kaybıyla ya da sıcak varlığın aşamalı olarak soğumasıyla sonuçlanır. Ürün fotosentezinde kaplama malzemesinin ışınım özellikleri kararlaştırılırken ürünün duyarlılığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Malzeme üzerine düşen ışınım;

- 1) Yansıtıcı;
- 2) Absorbe edici / yayıcı ya da

3) İletici özelliktedir.

Geniş bir bölümden ışınlam geçişine izin veren malzeme saydam olarak adlandırılır, ışınlamı bloke eden malzeme ise ışık geçirmez niteliktedir. Işınlam, saydam malzemedan iki yolla geçer; direkt geçiş ve difüz (dağılık) geçiş.

Malzemenin sonsuz iletkenliği $\tau(\lambda)$; belirli bir λ dalga boyunda seçilen ufak bir kesite dik ışınlam değişimidir. Buradaki ortalama solar iletkenlik katsayısı τ_s belirli bir dalga üzerindeki ortalama iletkenlik olarak tanımlanır. Solar sonsuzluktaki dalga boyu, dağılım yoğunluğu bakımından avantaj sağlar. Bu dağılım $P_s(\lambda)$ fonksiyonu ile tanımlanacak olursa, (λ 'da direkt normal ışınlama) λ_1 ve λ_2 arasında yapılan integrasyonla bulunur. Malzemenin ortalama iletkenlik katsayısı τ_s şu şekilde hesaplanır;

$$\tau_s = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda) P_s(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P_s(\lambda) d\lambda} \quad (2.1)$$

Tayfsal iletkenlik $\tau(\lambda)$ spektrometrelerle ölçülür, $P_s(\lambda)$; λ_1 ve λ_2 arasında yapılacak integrasyonla bulunur. Bunun için, temel olarak alınan standartlar ASTM standardı E891 ya da ISO 9050 standardıdır (Ek 1).

Ortalama solar yansıma katsayısı olan ρ aynı yolla tespit edilir. $\rho(\lambda)$ spektrometrelerle ölçülür. τ ve ρ karşılaştırıldıktan sonra, ortalama solar absorpsiyon katsayısı olan α bilinen Kirchoff bağıntısıyla (Holman, 1986) hesaplanacaktır.

$$\alpha + \tau + \rho = 1 \quad (2.2)$$

2.1.2. Termal Özellikler

Duyulur ısı geçişleriyle ilgili kaplama malzemelerinin en önemli özellikleri ısı iletim katsayısı, taşınım ısı geçiş katsayısı ve diğer tüm ısı geçiş katsayılarıdır. Bu arada, su buharının geçiş katsayısı gizli ısı geçişi kapsamına girmektedir (Buharın yoğunlaşması).

Termal iletim katsayısı olan k ; ısı yoğunluğundaki değişkenlik olarak tanımlanır. Yüzeye dik homojen bir malzemenin sonsuz kalınlığı için tanımlanmıştır;

$$k = \frac{QL}{A(T_1 - T_2)} \quad (2.3)$$

Burada; Q, modeldeki ısı değişkenliği; L, modelin kalınlığı; A, alan; T₁ ve T₂, sıcak ve soğuk yüzey sıcaklıkları olarak sembolize edilmiştir.

Bir sera malzemesinin taşınımıyla ısı geçiş katsayısı olan h;

$$h_{\text{sıcak}} = Q / A (T_{\text{sıcak}} - T_1) \quad (2.4)$$

$$h_{\text{soğuk}} = Q / A (T_2 - T_{\text{soğuk}}) \quad (2.5)$$

toplam ısı geçiş katsayısı olan k; taşınım ve iletim hareketlerinin toplamıdır.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_h} + \sum j \frac{dj}{kj}} \quad (2.6)$$

Burada; dj, j malzemesinin parça kalınlığı; kj, bu kalınlıktaki malzemenin ısı iletkenliğidir.

Buna alternatif daha pratik bir eşitlik; ısı yoğunluğundaki değişkenlik Q, T_h>T_c olmak üzere;

$$K = \frac{Q}{A(T_h - T_c)} \quad (2.7)$$

2.1.3. Sera Mikro Havası Üzerine olan Etki

Kısa dalga boylarında kaplama malzemelerinin ısıyım özellikleri, sera içindeki mikro havayı direkt etkiler.

Isıl ısıyım geçişi, polietilen kaplı seralar için çok önemli bir ısı kayıp mekanizmasıdır. Çünkü polietilen, camdan farklı bir şekilde ısı ısıyımına karşı yüksek iletkenliğe sahiptir (Nijskens vd., 1984). Bu yüzden, tüm sera çalışmalarında ısı ısıyım değişimi mevcuttur. Basit (Cooper ve Fuller R L, 1983) ve kompozit (Silva A M ve Rosa R, 1987; Papadakis vd., 1989) her iki metod, seralardaki ısı ısıyım değişim probleminin araştırılmasında kullanılmıştır. Isıl ısıyım geçişinde kaplama malzemesinin ısıyım özellikleri büyük rol oynamaktadır (Silva vd., 1991).

Önceleri sera mikro havasındaki değişim “sera etkisi” ’ndeki ana nedenlerden biriydi. “Sera etkisi”; solar ısıyımın saydam kaplama malzemesinden geçmesi demekti. Bu, sera içinde absorbe edilir ve ısı ısıyım formundan çıkamazdı. Çünkü kaplama malzemesi ısı ısıyımına karşı saydam değildi. Günümüzde ise; sera mikro havası değişiminde sadece küçük bir etkiye sahiptir. Normal PE filmler, çoğunlukla sera kaplama malzemesi olarak kullanılırlar. Özellikle

yoğuşmanın olmadığı durumlarda ısı ışıınma karşı yüksek iletkenliğe sahiptirler. Bu gerçek; PE ve cam kaplı seralardaki mikro havanın tamamen farklı olmasını gerektirir. Isıtılması için, sera havası sıcak yüzeyle temas halinde olmalıdır. Çünkü bu solar ışıınımı absorbe edemeyecektir. Seradaki bu yüzeyler, kaplama, destek yapı, zemin, başka yüzey ya da solar ışıınımı absorbe eden ekipmandır. Bitkilerin solar radyasyonu absorbe edebilmesine karşın, bunların sıcaklığı sera havasına yakın (genelde daha düşük) kalacaktır. Bunun nedeni, bitkilerin enerji fazlasını terlemeyle atmasıdır (Papadakis vd., 1994).

Gün boyunca kaplama malzemesi, bunu destekleyen yapı ve toprak yüzeyi solar ışıınının bir bölümünü absorbe eder ve sıcaklıkları yükselir. İç hava bu yüzeylerle temas halindedir, ısı absorbsiyonu burada da gerçekleşir ve sıcaklığı yükselir (Papadakis, 1989).

Bunlar, sıcaklık farklılıklarına, taşınım ısı geçiş katsayısına ve hava değişim oranına bağlı olarak değişim gösterir. Bu yüzden sera etkileri, ışıınım ve taşınım proseslerinin her ikisiyle değerlendirilmelidir. Aksi halde yanılmalara yol açabilir. Gece boyunca kaplama malzemesi çevreye ısı ışıınım yayacak, iç ve dış hava enerjisini de değiştirecektir. Isıtılan seralarda, kaplama malzemesinin sıcaklığı iç ve dış hava sıcaklığı arasındadır. PE kaplı, ısıtılmamış serada; soğuk, sakin ve açık geçen gece boyunca kaplama malzemesinin net ışıınım ısı kayıpları çok fazladır. Gün batımından sonra kaplama malzemesinin sıcaklık dengesi, dış hava sıcaklığından ve hatta iç hava sıcaklığından birkaç derece daha düşük olacaktır. Sera içindeki hava sıcaklığının dış hava sıcaklığından daha düşük olmasının sebebi, sera havasının soğuk olan kaplama malzemesine doğru taşınım ile ısı kaybetmesidir. Kplama malzemesinin sıcaklığı sera havasından daha düşük bir sıcaklıkta kalacaktır. Çünkü kaplama malzemesinin uzun dalga ışıınım ısı kayıp oranı, havadan sağladığı taşınım ile olan ısı kazancından daha fazladır (Silva vd., 1991; Papadakis, 1989; Manera vd., 1989)

Sera kaplama malzemesi ürün ve dış hava arasında bir duvar oluşturur. Kplama malzemesi, kötü hava şartlarında sadece bir korunak değil aynı zamanda optimum ürün gelişimini sağlamak için mikro havanın modifikasyonunu kolaylaştırma özelliğine sahiptir. Kplama malzemesinin iyi bir ısı yalıtım özelliğinin olması istenen bir durumdur. Fakat genelde kplama malzemeleri ince olduklarından küçük ısı kapasitelere sahiptirler ve çok az yalıtım performansı gösterebilirler.

2.1.4. Tarımsal Noktalar

2.1.4.1. Solar İletkenliğin Etkisi

Bir çok araştırmacı, kaplama malzemelerinin solar ışıma karşı mümkün olduğunca geçirgen olması gerektiği konusunda aynı görüştedirler. Altın kural (Cockshull vd., 1992; Stanghellini, 1991) kabaca; malzemenin iletkenliğindeki %1'lik bir artışın ürün gelirinde %1'lik bir artış getireceğidir. Buna ek olarak, ürün gelirinin CO₂ konsantrasyonuna ve ışıyım seviyesinden ayrı olarak hava sıcaklığına bağılı olduğu da unutulmamalıdır (Jacques, 1992).

Aynı şekilde, gölgelendirme işlemi yazın aşırı ışıyımın engellenmesini sağlar. Aksi takdirde bu ışıyım fotosentez için tehlikeli olabilmektedir. Özellikle kuzey ülkelerinde uygulanan yapay ışıyılama, kış aylarında ışıyım seviyesini yükselten bir olaydır.

Kaplama malzemelerinin iletkenliği toz, zaman ve yoğuşmadan etkilenir. Sera kaplama malzemesi üzerindeki toz ve yoğuşma (özellikle plastiklerde) ışıyım kayıplarında ana etkindir. Yapılan ölçümler, tozun sebep olduğu solar ışıyım kayıplarının etilen vinil asetat (EVA) film üzerinde yaklaşık %15 olduğunu göstermektedir (Feuilloley ve Gratraud, 1995). Polivinil klorid (PVC) ya da cam takviyeli rijit polyester (GRP) yarı rijit plakalar için kayıplar %0.7-3.7 arasında değişir.

Sıradan plastik filmler üzerinde yarı küresel damla şeklinde yoğuşma meydana gelmektedir. Bu durumdaki iletim, kuru bir filmdekine göre daha düşük olmaktadır ve kayıp oranı yaklaşık %5'tir (Jaffrin vd., 1993).

2.2 Fiziksel Özelliklerin Karakteristik Değerleri

Sera kaplama malzemelerinin en önemli fiziksel özellikleri üç dalga bandında olan iletkenlikleridir. (Buna yansıma ve absorbsiyon özellikleri de dahildir.) Bu üç dalga bandını; solar band, PAR band ve uzun dalga boyu bandı olarak sıralamak mümkündür. İyi bir kaplama malzemesi, PAR spektrumunda maksimum iletkenliğe sahip olmalıdır. Bunun yanında uzun dalga bandındaki iletkenliğinin min. seviyede bulunması ve kaplama malzemesinin radyasyon difüzyon özelliğine sahip olması gerekmektedir. Işıyımın, sera içine ve ürünün yapraklarına daha iyi nüfuz edebilmesini sağlayan önemli bir başka parametre de *K* değeridir. Bu değer, ısıtılan seralardaki üretim maliyetlerini önemli derecede etkiler. Genel olarak; cam, esnek plastik filmlere göre daha iyi koruma özelliğine sahiptir. Bununla beraber PE film kaplı seralarda ısı ışıyımından kaynaklanan daha fazla miktardaki ısı kayıpları cam

kaplı seralarda hava sızıntısından kaynaklanan ısı kayıplarını karşılamaktadır. Bu yüzden, film ile cam kaplı seralardaki toplam ısı kayıpları arasındaki fark küçüktür. Yani bu, küçük K değerine sahip malzemelerle kaplı seralar mutlaka düşük ısı kayıplarına sahip olacak demek değildir.

Kaplama malzemelerinin bir diğer önemli özelliği de yoğuşma karakteristikleridir. Kaplama malzemesi üzerindeki yoğuşma, ısıtım özellikleriyle malzemeye olan ısı geçişinin her ikisini de etkilemektedir. Yapılan çoğu çalışma; yoğuşma, ısıtım ve ısı geçişi arasındaki etkileşim üzerinedir.

Plastik film üreticilerinin çoğu polimerleri temel hammaddelere göre ve damla oluşumuna (sis ve yoğuşmaya) engel olacak şekilde modifiye etmişlerdir. Bu plastikler, yoğuşmanın oluşmasını engellemezler, daha ziyade yoğuşmanın tipini değiştirirler. Bu tür filmler yoğuşma prosesi boyunca yoğuşmanın, film yüzeyi üzerine düzgün şekilde yayılmasını sağlarlar. Böylece damlalar yerine bir su filmi formu elde edilmiş olur. Bununla beraber, bu etmenler süreyle sınırlandırılmıştır. Çünkü süre, yoğuşma miktarını etkileyecektir (Geoola vd., 1994).

Damla oluşumunu engelleyen filmlerin dezavantajları, soğuk seralarda sis oluşumuna neden olmasıdır. Bu özellikle gün batımı ve gün doğuşunda gözlenen bir durumdur. Cam seralarda, su filmi, cam yüzeyi boyunca akarak çatı eğimini takip edip yapraklar üzerine düşen damlacık oluşumunu engellemediği sürece yoğuşma ciddi sorunlar doğurmayacaktır.

Yoğuşma, iç havadan kaplama malzemesinin yüzeyine doğru olan gizli ısıdan kaynaklanır. Bundan dolayı camdan olan ısı kayıpları daima artacaktır. Bununla beraber; PE kaplı seralardan olan ısı kayıpları, sera havasındaki neme ve kaplama malzemesinin uzun dalga boyu ısıtımındaki radyometrik özelliklerine bağlı olarak artış ya da azalma gösterebilir (Pieters vd., 1994).

2.2.1 Cam

2.2.1.1 Tarımsal Cam

Genel olarak küçük ve büyük seraların her ikisinde de kullanılır. Fakat daha çok ısıtılan seralarda tercih edilmektedir. Cam malzeme, daha iyi ısı özelliklerine sahiptir ve bunun yanında daha yüksek maliyet gerektirir. Günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır (Briassoulis vd., 1997a, 1997b). Bunlar, düşük emisyon değeri ve çift duvar özelliğine sahip camlardır. Bununla beraber, tarımsal alanda kullanılan 4-5 mm kalınlıktaki cam, radyometrik ve ısı özellikleri açısından çok iyidir. Bunun yanında, plastik filme kıyasla daha güçlü bir

iskelet yapı sağlamasından dolayı daha pahalıdır.

2.2.1.2 Düşük Emisyonlu Cam

Bu tür, son gelişme ürünlerindendir. Yüzeylerden biri, genel olarak dış tarafta kalanı, ışınlımla olan kayıpları azaltan kalay ya da teneke gibi ince bir katmanla kaplanır. Toplam iletim katsayısı, 400 ve 1000 nm arasındaki dalga boyları için (Mermier ve Baille, 1988), normal cama nazaran daha düşük olabilir (yaklaşık %10). 1000 nm sınırının dışında iletkenlik, yansımadaki yükselişe bağlı olarak önemli düşüş gösterecektir. Uzun dalga boylarındaki emisyon katsayısı, normal tarımsal camlarda yaklaşık olarak 0.9 iken bunda 0.3'tür. Bu, duvar sıcaklığındaki yükselişin ve buna bağlı olarak taşınım ile olan ısı kayıplarındaki yükselişlerin sonuçlarıdır. Açık havada ve düşük rügar hızında %40'lık bir enerji depolaması varken bu oran, kapalı havada ve rüzgarlı hava şartlarında sadece %5'tir.

2.2.1.3 Çift Duvarlı Cam

Çift duvarlı camlarda enerji depolaması %40-50 civarındadır. Çift camın iletkenlik katsayısı tarımsal cama kıyasla yaklaşık %10 daha azdır. Ayrıca daha güçlü olan destek yapısından dolayı, ışınlımla olan kayıpta daha fazla oranda artış görülür. Sonuç olarak çift cam ile sera iskeletinin her ikisi normal olanına kıyasla daha pahalıdır.

2.2.2 Rijit Plastikler

Rijit plastikler, tabakalar halinde kullanılabilirler. Genel olarak solar ışınlım için iyi bir saydamlığa sahiptirler, fakat bu özellikleri her zaman için camdan daha düşüktür. Ayrıca uzun dalga ışınlımları için ışık geçirmez özelliktedirler.

2.2.2.1 Rijit polikarbonat

Rijit polikarbonat (PC) içinde hava boşluğu bulunan çift katlı saydam plakalardan meydana gelmiştir. Kalınlığı 4-16 mm arasındadır. Solar ışınlım için iletkenlik katsayısı, cam ve hücrelerin geometrik parametrelerine bağlı olarak (kare ya da dikdörtgen) %7-14 daha düşüktür (Waaijenberg, 1987). İç kısımlardaki yoğunlaşma ve toz tortuları, iletkenliği etkileyen etmenlerdir. Polikarbonat 5 μm 'den büyük dalga boylarında ışık geçirmez özelliktedir.

2.2.2.2 Rijit polimetil metakralit

Bu çeşit, genelde ticari ismiyle (Plexiglass, Altuglass) bilinir ve bazı yönlerden cam gibi karakteristik özelliklere sahiptir (Briassoulis vd., 1997b). Mevcut durumları tek düz bir plaka formu, 1.5 mm kalınlığında kıvrımlı plaka ya da arası hava dolu, toplam kalınlığı 8-16 mm

olan çift duvarlı plakalar halinde olabilirler. Çizelge 2.2’de çeşitli PMMA plakalarının direkt ve difüz solar geçirgenlik katsayıları verilmiştir (Waaijenber, 1987).

Çizelge 2.2 Çeşitli PMMA plakalarının direkt ve difüz solar geçirgenlik katsayıları

Malzeme Tipi	Solar geçirgenlik katsayıları, %	
	Difüz	Direkt
PMMA Degusa	73	84
PMMA Rohm	75	84
PMMA Maingau	65	-
PMMA Rohm	65	78

2.2.2.3 Cam destekli rijit polyester

Bu çeşit, (GRP) termoset polyester reçineden üretilmiş ve cam yünüyle güçlendirilmiştir. Solar ışıma karşı olan toplam solar iletimi yaklaşık %80’dir.

2.2.2.4 İki yönlü rijit polivinil klorit

Bu çeşit, 0.8-1 mm kalınlığındaki kıvrımlı plakalar şeklindedir. Çizelge 2.3’te Nijskens vd. (1984) tarafından yapılan çalışmadan alınmış çeşitli geçirgenlik değerleri görülmektedir.

2.2.3 İnce esnek filmler

Bunlar, mükemmel ışıma sahip malzemelerdir.

2.2.3.1 Provinil klorit

Provinil klorit (PVC), kapsamlı bir şekilde Japonya’da kullanılmaktadır. Avrupa’da ise kısmen sera kaplama malzemesi olarak tercih edilmektedir (Briassoulis vd., 1997a). Bu filmler PAR dalga bandında oldukça iyi bir (%90) geçirgenliğe sahiptir ve bu özellik hem direkt hem de difüz solar ışımanın her ikisi için de geçerlidir.

2.2.3.2 Düşük yoğunluklu polietilen

Sera kaplama malzemesi olarak kullanılan normal polietilene göre daha çok tercih edilmektedir. Bunun nedeni, UV radyasyonuna karşı olan stabilligidir. Ayrıca en ucuz plastik film çeşidi olduğu söylenebilir.

Çizelge 2.3 Farklı malzemelerin geçirgenlik değerleri

Malzeme	Geçirgenlik katsayıları, %					
	Solar toplam	PAR	Direkt solar	Difüz		Uzun dalga
				Açık	Bulutlu	
Tarımsal cam	84	89	90	79	70	1
Cam(Düşük geçirgenlik)	75	82	76	74	61	1
Çift cam	71	79	72	58	51	0
Polikarbonat	77	78	78	66	59	3
Polimetilmetaklarit	82	86	83	75	63	1
Rijit polivinil klorid (Wang&Deltour, 1999)		86		71		5
İki yönlü polivinil klorit	81	84	-	-	-	6

2.2.3.3 Etilen / Vinil asetat

Etilen/vinil asetat (EVA) polimer filmler, %18'e kadar vinil asetatlı etilen co-polimerize yapıdadır. Uzun dalga ışımasını azaltan özelliğe sahiptir.

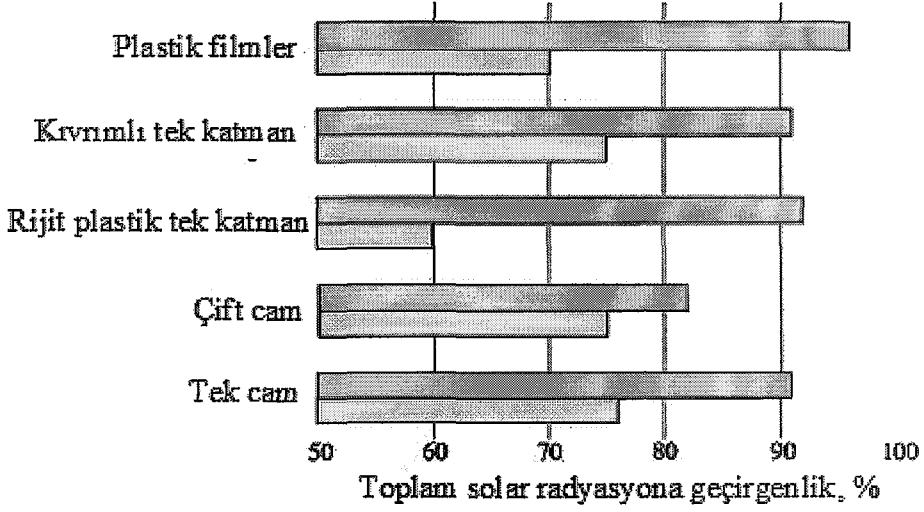
2.2.3.4 Termal polietilen

“Termal” ya da “infra-red” polietilen filmler, düşük yoğunluklu polietilen film yapısındadır. Silikat ya da magnezya gibi mineral katkı malzemeleri içermektedir. Bunlar sayesinde uzun dalga boyu ışımadaki saydamlığı azalır.

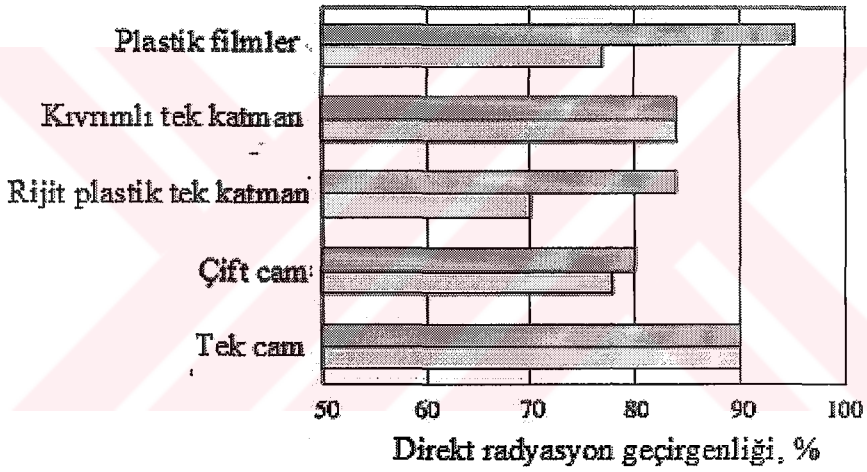
2.3 Test Metodları

2.3.1 Radyasyon geçirgenliği

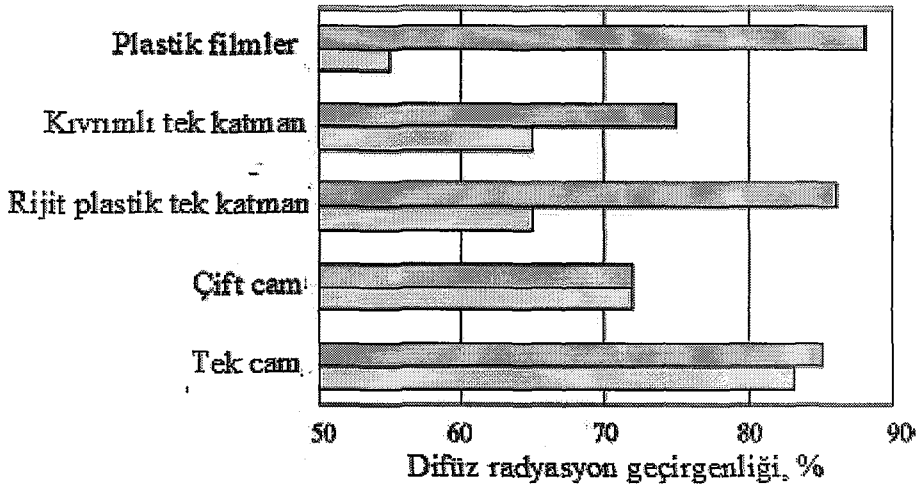
Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin toplam solar geçirgenlikleri için belirlenmiş değerler Şekil 2.1’de görülmektedir. Direkt ve difüz ışıma için verilen değerler ise sırasıyla Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’te yer almaktadır.



Şekil 2.1 Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin toplam solar ışınlam geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri



Şekil 2.2 Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin direkt ışınlam geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri

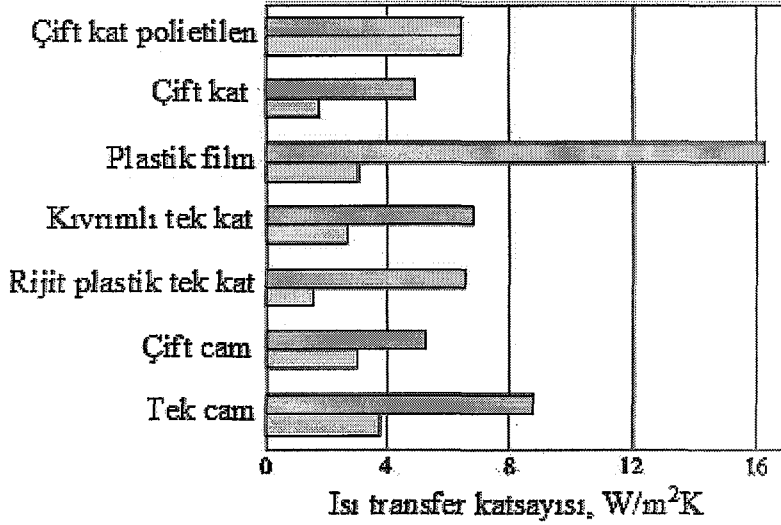


Şekil 2.3 Çeşitli tiplerdeki kaplama malzemelerinin difüz solar ışınım geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri

Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'te görülmektedir ki; plastik filmler (PE), toplam ve direkt ışınımın her ikisi için de en yüksek geçirgenliğe sahiptir. Buna karşılık, en düşük değer çift cama aittir. Bunun yanında malzemeleri performanslarındaki iyilik derecelerine göre sınıflandırmanın kolay olmadığını belirtmek gerekir. Çünkü aynı tip bir malzeme için, özellikle PE gibi esnek plastiklerde çoğunlukla birbirinden farklı değerler elde edilir. Yarı rijit kaplama malzemeleri için üreticiler tarafından kullanılan standartlar ISO, ASTM ve DIN standartlarıdır.

2.3.2 Isı iletimi

Şekil 2.4'te çeşitli tiplerdeki sera kaplama malzemeleri için verilen K değerlerinin minimum ve maksimum değerleri görülmektedir. Özellikle tek katmanlı plastik filmler için geniş varyasyonlar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, tek katmanlı plastik filmlerin daha yüksek K değerine sahip olduğu (bu daha yüksek ısı kayıpları demektir) ve çift katlı kaplama malzemelerinin en iyi ısı yalıtımına sahip olduğu söylenebilir. Polietilen malzemeler için olan yüksek ısı iletim değerleri, bu malzemenin ışınım geçirgenliğinin ısı ışıınımdaki kondensasyon eksikliğine verilmelidir (Diğer malzemeler pratikte ısı ışıınıma karşı ışık geçirmez özelliktedirler.).



Şekil 2.4 Çeşitli kaplama malzemeleri için ısı geçiş katsayısının minimum ve maksimum değerleri

Çift katlı malzemelerin düşük ısı iletim değerleri (rijit plastikler ve cam) iç ve dış duvarlar arasındaki hava boşluğunun yalıtım kapasitesinden kaynaklanmaktadır.

K değeri ölçüm metodları için, çoğu standart (örnek olarak; ASTM C 976-82, DIN 52611 (Ek 2); NFT 54-406 (Ek 1)) sıcak kutu metodunun kullanımını önermektedir. Bu standartlar aslında rijit malzemelerin ölçümleri için yayınlanmış standartlardır. Fakat esnek sera kaplama malzemesi olarak kullanılan ince film malzemelerinin ölçümlerine de olanak sağlar. Bu standartlarda önerilen sıcak kutu metodu (örneğin; cihaz kullanımı, ölçüm ve K değeri hesap prosedürü), sera kaplama malzemelerinin K değeri hesabında kullanılmamıştır.

Kaplama malzemesinin toplam ısı geçiş katsayısı olan K değeri, seranın birim alanı başına olan toplam ısı geçiş katsayısı olan U değerinin sadece bir bileşenidir.

Seralarda genel olarak taşınım, ışıınım ve havalandırmada normal binalara nazaran daha fazla ısı kaybı görülmektedir. Kaplama malzemesi ısı ışıınımına karşı kısmen saydam PE bir film olduğunda, ısı geçiş mekanizmaları son derece kompleks ve hesaplanması zor bir hale gelir (Papadakis, 1994). Ayrıca kaplama malzemesi üzerinde yoğuşmanın olması, bunun tüm ısı ışıınım davranışını şekillendirecektir. Kuru filmler için “K” katsayısının ölçümü sonucunda bulunan değerler 10 ve 12.1 W/m²K arasındadır (Feuilloley ve Issanchou, 1996). Bu değerler ıslak filmlerde 8.5 ile 9.9 W/m²K arasında değişmektedir. Kuru cam için olan değerler 6.1 ile 6.9 W/m²K arasındayken ıslak cam için olan değerler 6.7 ile 7.6 W/m²K arasındadır. Sıcak kutu metodu ile elde edilen bir K değeri, özel bir kaplama için bu malzeme ile kaplanmış seranın ısı ışıınım davranışını tanımlamayacaktır. Yani, serada görülen ısı ışıınım olayları yalnız kaplama

malzemesinin tipine bağılı değildir. Bunun yanında sera geometrisine, ölçüsüne, yapı tipine; hatta hava şartlarına yani dış hava sıcaklığına, rüzgar hızına ve gökyüzü durumuna bağılıdır. Seranın U değerini etkileyen parametreler:

- 1) Malzeme tipi ve durumu (ıslak ya da kuru gibi);
- 2) Kaplama malzemesinin iç ve dış tarafındaki taşınım ile ısı değişim mekanizması;
- 3) Isıl (uzun dalga) ışıınım değişimi (gökyüzü şartları);
- 4) Hava sızıntısı;
- 5) Kaplama malzemesinin alanı;
- 6) Sera tipi (yapısı, geometrisi) ve zemin alanı;
- 7) Isıl perde bulunup bulunmaması;

Kaplama malzemesinin K değeri ise, yukarıdaki ilk üç faktöre bağılıdır. Isıl ışıınım değişiminin PE kaplı seralarda ayrı bir önemi vardır ve ısı ışıınım tarafından olan enerji değişim miktarı diğerlerinden (örneğin cam kaplı seralara nazaran) önemli derecede farklıdır. Benzer malzemelerle kaplı benzer seralarda, farklı hava sızıntı oranları mevcuttur ve bu durum, tüm U değerlerinde farklı sonuçlar verir. Çizelge 2.4 (Bailey, 1988)'te değişik malzemelerin 4 m/s'lik rüzgar hızında belirlenmiş U değerleri görülmektedir.

Çizelge 2.4 4 m/s'lik rüzgar hızında belirlenmiş sera U değerleri

Kaplama malzemesi	U değeri, W/m ² K
Tek cam	6.0-8.8
Çift cam, 9 mm hava boşluğu	4.2-5.2
Çift akrilik SDP 16	3.0-3.5
Çift polikarbonat, 10 mm hava boşluğu	4.7-4.8
Çift polikarbonat, 16 mm hava boşluğu	4.2-5.0
Tek polietilen	6.0-8.0
Çift polietilen	4.2-6.0

Bu çalışmalar standart dış hava şartlarında yapılmış ve bu hava şartları şu şekilde belirlenmiştir; dış hava sıcaklığı, 0 °C; iç hava sıcaklığı 15 °C; gökyüzü sıcaklığı 0 ve -20 °C ve rüzgar hızı 4 m/s.

3. SERA ISI KAYBI HESAPLAMALARI

3.1 Isı Kaybı Hesabı

Sera işletmelerinde iyi bir ısıtma sistemi önem taşıyan başlıca konulardandır. Sistem, en kötü hava şartlarında bile ihtiyaçlara karşılık verebilecek şekilde dizayn edilmiş olmalıdır. Sistem seçiminden önce, ısı kaybı hesabı için ilk adım ısıtma sisteminin kapasitesine karar vermek olmalıdır.

Sera ısı kaybı hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılabilir:

$$Q = \left[\frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2} + \dots \right] (t_i - t_o) (f_w) (f_c) (f_s) \quad (3.1)$$

Burada;

Q; toplam ısı kaybı, [W]

A₁, A₂; çeşitli bileşenlerin yüzey alanı, [m²]

R₁, R₂; her bir bileşenin ısı direnci, [m²°C/W]

t_i; iç sıcaklık, [°C]

t_o; dış sıcaklık, [°C]

f_w; rüzgar faktörü, (Çizelge 3.2)

f_c; yapı tipi ya da kalite faktörü, (Çizelge 3.3)

f_s; sistem faktörü, (Çizelge 3.4)

3.2 Faktör Tanımlamaları

(3.1) eşitliği, standart yapı hesaplarında kullanılan bir eşitliktir. Bu eşitlikler, değişik gereksinimlere göre geliştirilebilir.

Q; toplam ısı kayıp miktarıdır. Hesaplanan bu değer kullanılarak, sera içindeki sıcaklığı istenen seviyede tutmayı sağlayacak minimum ısıtıcı ya da kazan seçimi yapılacaktır.

A₁, A₂; çatı, duvar gibi çeşitli yapı bileşenlerinin yüzey alanlarıdır.

R₁, R₂; metrik sistemde genelde “RSI” olarak gösterilir ve yapı malzemelerinin ısı direncini ifade eder. Çizelge 3.1 ‘de genel olarak kullanılan sera malzemeleri ve yapı bileşenlerinin RSI

değerleri görülmektedir. Isı kayıp hesabı yapılırken, kullanılan metrik RSI değerinin eşitlikteki metrik birimler ile uygunluğuna dikkat edilmelidir.

t_i ; ürün için iyi bir yetiştirme ortamı sağlayacak minimum iç sıcaklık değeridir.

t_o ; dış hava sıcaklık değeridir. Bu değerın seçiminde, en düşük sıcaklığı ya da mevcut lokasyonun “kış dizayn sıcaklığı” alınır.

f_w ; rüzgar faktörüdür. Isı kayıp hesabı, 25 km/h ‘lik rüzgar hızı temel olarak alınır. f_w rüzgar faktörü, her 10 km/h ‘lik hızda %5 ‘lik bir artış sağlar. Böylece, Çizelge 3.2 ‘de görüldüğü gibi kış mevsimi süresince saatlik rüzgar hızının 25 km/h ‘in üzerine çıkması beklenir.

f_c ; yapı faktörüdür. (Çizelge 3.3) Bu faktör, yapının tipi, kalınlığı ve kalitesine göre ısı kaybını ayarlar.

f_s ; sistem faktörüdür. (Çizelge 3.4) bu faktör, ısıtma sisteminin tipi ve uygulaması ile ilgilidir. İç kısımdaki sıcaklık, sürekli 20 °C ‘nin üzerindedir. Isı, çatıya yakın taşınım kanallarından ya da radyal ısıtma borularından yayılır. Tüm bunlar, daha yüksek yüzey sıcaklıkları ve/veya daha iyi türbülans yaratarak ısı kaybını azaltır. Çizelge 3.4 ‘teki değerler bunu göstermektedir.

3.3 Diğer Hususlar

Isı kaybını azaltmaya yönelik çeşitli yöntemler mevcuttur. Bunlar:

- Çift polietilen kaplama malzemesi
- Çift katlı polikarbonat ya da akrilik cam malzemeler
- Bazı yüzeylerin izole edilmesi (kuzeye bakan duvarlar gibi)
- Sistem etkinliğinin ve bakımının geliştirilmesi
- Isı değiştiriciler
- Temelin izolasyon çevresi

Kuzeye bakan duvarlar gibi yüzeylerin izolasyonu söz konusu olduğunda ışıktan elde edilen faydalardaki muhtemel azalmaya dikkat etmek gereklidir. Bu, ürün gelirinde ve kalitesinde kayıba yol açan sonuçlar doğurabilir.

Seralarda kullanılan çeşitli ısıtma sistemleri mevcuttur. Seçilen sistemin kapasitesi, bu eşitlikle elde edilen sonuçtan yaklaşık %10-20 daha büyük olmalıdır.

Çizelge 3.1 Yapı sisteminin ısı direnci

Malzeme	Kalınlık, mm	RSI değeri, m ² C/W
Cam malzemeler		
Tek cam	3	0.15
Çift cam (6 mm hava alanı)	-	0.27
Cam yünü	-	0.16
Polietilen	0.15	0.14
Çift kat akrilik ya da polikarbonat	6-12	0.30-0.35
Hava ile şişirilmiş çift kat polietilen	-	0.25-0.28
Yapı malzemeleri		
Asbest çimento	6	0.16
Ağaç (tipik kozalaklı ağaç)	25	0.30
Beton	100	0.20
	150	0.23
Beton blok	200	0.35
İzolasyon		
Rijit polistiren	25	0.88
Poliüretan köpük	25	1.10

Çizelge 3.2 Rüzgar ya da muhafazasız durum faktörü (f_w)

Rüzgar hızı, km/h	f _w
25 'ten küçük	1.00
30 'ten küçük	1.03
40 'ten küçük	1.08
50 'ten küçük	1.13
60 'ten küçük	1.18
70 'ten küçük	1.22

Çizelge 3.3 Yapı faktörleri (f_c)

Yapı tarifi	f _c
Komple metal, sıkıştırılmış cam	1.08
Serbest cam	1.15-1.20
Ağaç iskelet, çelik suyu, sağlam yapı	1.05
Komple ağaç korumalar, delikler	
İyi, sıkı kapatılmış	1.00
Biraz iyi	1.10
Serbest bağlı	1.20-1.30
Camyünü	0.95
Kapatılmamış bağlantılar	1.05-1.10
Çift ya da tek katlı polietilen film	0.90-0.95
Çift katlı akrilik ya da polikarbonat	0.90

Çizelge 3.4 Sistem tarifi (f_s)

Sistem tarifi	f_s
1. Çatıya yakın poli kanallar aracılığıyla ünite ısıtıcıları tarafından sağlanan ısı	1.15
2. Yerden %50 oranında yukarıda bulunan radyasyon ya da konveksiyon boru sistemi	1.10
3. Polikanal sirkülasyonlu yerden %50 oranında yukarıda bulunan radyasyon ya da konveksiyon boru sistemi	1.15
4. Zeminine yakın ya da bench altlarındaki radyasyon ya da konveksiyon ısıtması	1.00
5. Cam kaplama malzemeli bir sera sıcaklığının sürekli 20 °C altında tutulduğu soğuk işlemler	0.95

4. SERA ISITMA SİSTEMLERİ VE ISI DAĞITIMI

4.1 Sera ısıtma sistemleri

Seralarda, merkezi ısıtma sistemleri ya da lokal ısıtma sistemleri kullanılır. Merkezi ısıtma sistemlerinde, bir lokasyonda, genel olarak büyük bir kazan kullanılır ve çok sayıda lokasyona dağıtılır. Lokal ısıtma sistemleri, sera içine ya da seranın ısıtma ile ilgili bölümüne kurulur. Büyük operasyonlarda, merkezi ısıtma lokal ısıtmadan daha etkilidir. Bunun yanında merkezi ısıtmanın kurulum ve bakım maliyetleri daha fazla olabilir. Kazan ünitesinin boyutu, yakıt kaynağı, işlemin büyüklüğü ve bakım maliyetleri merkezi ya da lokal ısıtma sistemlerinden hangisinin kullanılacağına karar verilirken göz önünde bulundurulmalıdır.

Merkezi ısıtma sistemlerinde, ısı dağıtımı genellikle ya sıcak su ile ya da buhar ile olur. Sıcak su, merkezi kazanda hazırlanır ve genellikle 82 °C sıcaklıkta sera içine pompalanır. Çünkü – 17 °C soğuyan her 0,4539 kg su tarafından sağlanan 1,055 kJ'luk ısı, büyük su hacimleri gerektirir. Sıcak su sisteminin ek bir dezavantajı, karmaşık bir yüksek frekans hattı ve sirkülasyonunun olmasıdır. Sıcak su sisteminin avantajı ise; kazanda bir arıza olması durumunda, boru içindeki sıcak suyun kısa bir süreliğine ısı depolayıcı olarak davranmasıdır.

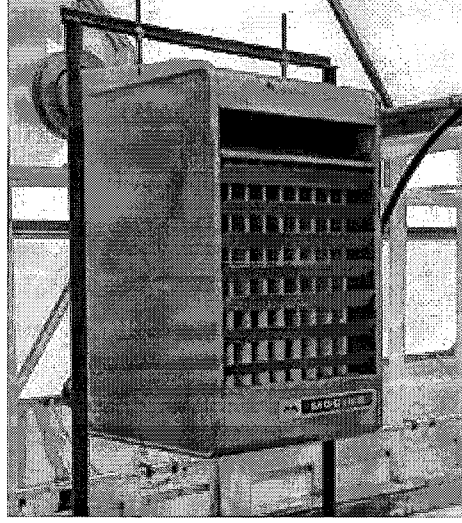
Buhar sistemleri ise daha düşük bir frekans hattı gerektirir, sirkülasyon pompalarına ihtiyaç yoktur ve 102 °C buhar sağlar. Su, 102 °C 'de buhardan akışkan sıvı haline geçerken 245 kcal açığa çıkar. Buhar sistemleri sıcaklık ayarının daha çabuk yapılmasına olanak sağlar, fakat ısı birikimi sağlanamaz. Avrupa'daki seralarının çoğunda ve birkaç Amerikan serasında basınçlı sıcak su kullanılır. Bu, suyun yüksek sıcaklıkta (95°C) dağıtılmasına olanak verir. Yüksek sıcaklık, su hacminde azalma sağlar ve böylece kazan boyutu ve yüksek frekans ihtiyacı azalmış olur.

Merkezi ısıtma sistemlerinde, yakıt kaynağı olarak çoğunlukla odun, kömür, yağ, doğal gaz ya da likit propan kullanılır.

Bazı seraların elektrik işletmelerine veya buhar ya da sıcak su üreten fabrikalara yakın yerlerde kurulu olması, bunlar açısından bir avantaj sağlar.

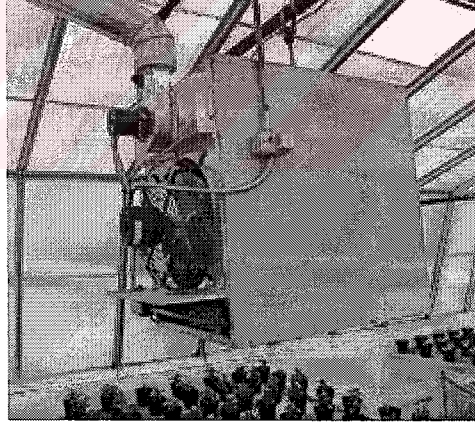
Atık buhar ya da sıcak su, fabrikadan kullanılmış ısının (kojenerasyon) olduğu seralara yönlendirilir. Bu, seralar için düşük maliyet avantajı sağlar. Bu olayın elektrik işletmeleri ya da fabrikalar açısından avantajı, seraların atık sıcak suyu soğutmalarına yardım etmesi (dağıtımdan ya da tekrar kullanımdan önce yapılması gereken bir olay) ve ek bir kazancının da ısı kaynağı satışı tarafından sağlanması olacaktır.

4.1.1 Ünite ısıtıcılar



Şekil 4.1 Ünite Isıtıcılar(Tazyikli hava ile ısıtan ısıtıcılar)

Bu tip ısıtıcıların diğer bir adı, “tazyikli hava ile ısıtan ısıtıcılar” dır. Bu tip ısıtıcılarda yakıt, bir yakıt kutusunda tutuşturulur ve sıcak egzoz ince duvarlı metal borulardan geçer (Isı değıştiriciler). Isı metale geçer ve egzoz hava boşaltma bacasından geçerek seradan dışarı atılır.



Şekil 4.2 Ünite arkasında yer alan fan

Ünite arkasında yer alan fan, sera havasını sıcak metal borulara gönderir ve ısı metal borulardan sera havasına geçer.



Şekil 4.3 Polietilen tüp

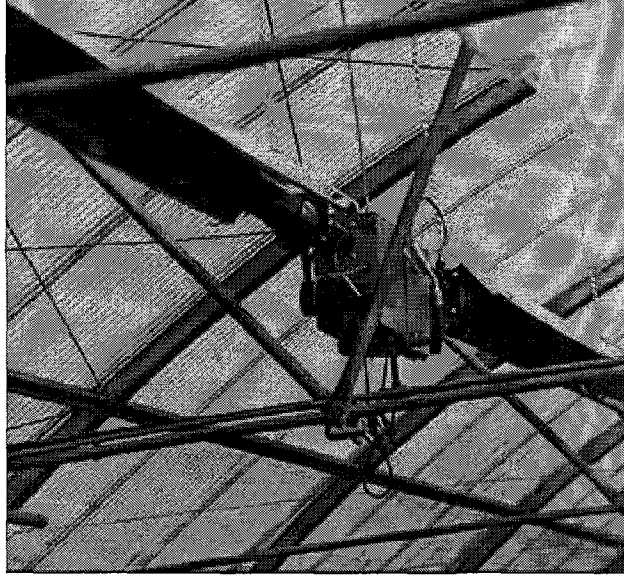
Sıcak hava direkt sera içine akabilir ya da sera boyunca uzanan polietilen tüp içinden zorlanır.

Bu tip ısıtıcılarda etkili bir yakma sağlanabilmesi için oksijen bulunur. Seranın çok dar olması halinde, alev dışarı çıkabilir. Bu, ısı kapasitesindeki azalmaya neden olabilir. Serada karbonmonoksit açığa çıkar. Karbonmonoksit hastalığa ve serada çalışan insanların ölümüne neden olabilecek bir gazdır. Etilen gazı da bitkiler açısından çok zararlı bir gazdır. Isı değiştirgeci olmayan ısıtıcılar (ve sıcak egzozu direkt sera içine üfleyenler) kullanılmamalıdır. Bu sistemlerde, yakıt kaynağı olarak gaz yağı, likit propan ve doğal gaz kullanılabilir.

4.1.2 Taşınım ısıtıcıları

Bu tür, ufak ticari seralarda veya hobi amacıyla kurulmuş seralarda kullanılan düşük maliyetli ısıtıcılardır. Ünite ısıtıcılarında olduğu gibi iç ısı değiştiricileri yoktur. Yanma kutusundan çıkan egzoz sera içine doğru yönelen hava menfezine doğru hareket eder. Sıcak egzoz boru içinde hareket ederken; ısı, boruya; oradan da sera havasına geçer. Egzoz havasını dışa çekmek için (boru içindeki negatif basıncı) fan kullanılır. Bu, daha fazla ısı dağıtımı için egzoz havasını izin verilenden daha hızlı bir şekilde çeker ve boruda zayıflık oluşması halinde sera havasının izin verilen miktarından daha fazlası sera içine akmak üzere boru içine çekilir. Aynı gereksinimler, oksijen ihtiyacı için de olacaktır. Bu tip ünitelerde, yakıt kaynağı olarak odun, kömür, yağ, gaz yağı ya da doğal gaz kullanılır.

4.1.3 Işın yayan ısıtıcılar



Şekil 4.4 Işın yayan ısıtıcılar

Bu ısıtıcılar reflektörlü bir alüminyum tüpten oluşmaktadır. Yakıt, tüp içinde tutuştuğundan sıcaklığı yaklaşık 482°C 'ye kadar çıkar. Bu sıcaklıkta tüp, kızıl ötesi ışıınım yayar. Reflektör ışıınımı aşağı doğru yönlendirir. Işıınım bir yüzeye çarptığında (bitki, bank gibi) yüzey, ışıınımı absorbe eder ve ısıya dönüştürür. Isınmadan sonra yüzeyler bu ısıyı sera atmosferine verir. Çünkü ilk önce bu yüzeyler ısıtılmış ve hava bu yüzeylerden taşınım ile ısınmıştır. Radyal bir ısıtıcıda ısınan sera havası, yüzeylerden -14°C daha az bir sıcaklıkta olabilir. Bununla beraber, düşük enerji tüm sera havası hacminde kayba neden olur ve ışıınımlı ısıtma üniteleri, ısıtma maliyetlerini %30-50 azaltabilir. Ancak ilk yatırım maliyetleri fazladır. Işıınımlı ısıtma üniteleri, sera içinde soğuk nokta kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.



Şekil 4.5 Yüksek akış fanları

Yüksek akış fanları, yüzeyden atmosfere ısı kaybını hızlandıracak şekilde sirkülasyon yapmazlar. Bununla birlikte düşük akış fanları ya da poly-tüpler hava sirkülasyonunu sürdürürler. Işın yayan ısıtıcılar, genellikle doğal gazı ya da üretilen yakıtı ateşlemek üzere

dizayn edilirler.

4.1.4 Güneş etkisiyle ısıtma

Ticari seralarda, ısı ihtiyaçlarının bir kısmı gün boyunca içeri giren güneş ışınımından karşılanmasına rağmen bu metod ticari seralarda kullanılmaz. Bunun önemli sebepleri; maliyet, kontrol derecesi ve güvenilirliktir.

4.2 Isı dağıtımı

Isı üretildikten sonra, tesis boyunca dağıtılmalıdır. Sıcak ve soğuk noktasız ısı dağıtımı önemli fakat aynı zamanda da sera ısıtılmasının ihmal edilen bir yönüdür. Düzensiz sıcaklıklar düzensiz ürün gelişimine, olgunlaşma zamanlarında değişikliklere neden olabilir.

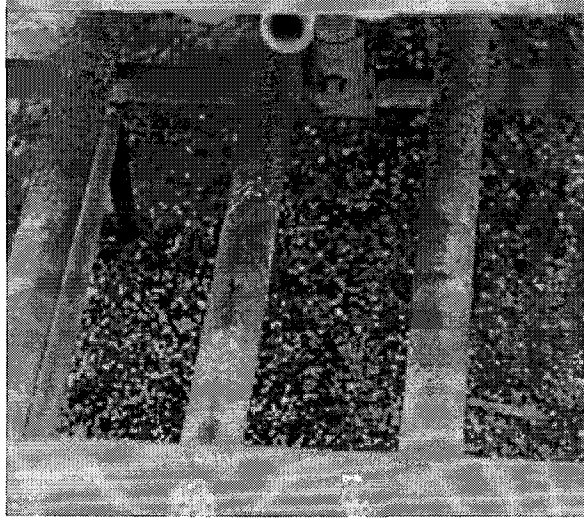
Sıcak su veya buhar meydana getirmek için merkezi ısıtma kullanıldığında, ısı enerjisini sera içine dağıtmada bir pompa ve boru sistemi kullanılır. Borular dökme demir, alüminyum veya bakırdan yapılmış olabilir.

Sıcak su, eğer basınçlandırılacaksa, seraya 82°C'de ya da 95°C'de gönderilir. Buhar ise yaklaşık 102°C'dir. Çünkü buhar hareketinde az direnç ortaya çıkar, sıcak suya kıyasla buhar için daha küçük çaplı borular kullanılabilir.

Buharın daha yüksek sıcaklıkta dağıtılmasından dolayı birim boru boyu başına sıcak suya nazaran daha fazla Btu sağlar. Bu yüzden, buhar kullanıldığında ihtiyaç duyulan boru daha azdır.

Çizelge 4.1 Farklı sıcaklıklarda (15.5°C olarak kabul edilen hava sıcaklığında) buhar ve sıcak su kullanılması durumlarında farklı boru boyutları için elde edilen ısılar

Isı kaynağı	Boru çapı	Btu / fth
102°C buhar	38.1 mm	52.92
102°C buhar	31.75 mm	45.36
82°C sıcak su	50.8 mm	40.32
95°C sıcak su	50.8 mm	50.4



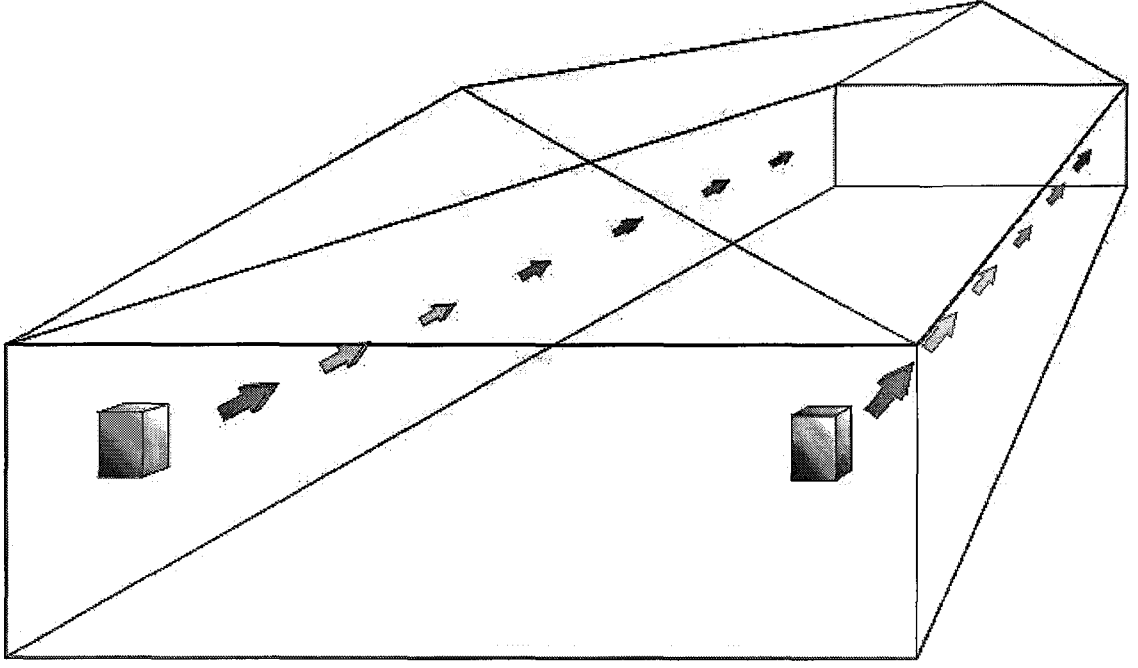
Şekil 4.6 Boruların yerleşimi

Merkezi ısıtma sistemi kullanıldığında, ısı kaybını minimuma indirmek ve ısıtmayı maksimuma çıkartmak için boruların yerleşimi çok önemlidir. Boruların doğru yerleşimi, seraya yeterli miktarda Btu ısı ihtiyacını karşılayacak boru miktarına bağlıdır.

İstiflenmiş borular (katmanlar içinde yer alan) tek borulardan daha düşük verim verir. Eğer borular yığın halindeyse, düşen verimi karşılamak için ek borular temin edilecektir. Çizelge 4.1'de gösterildiği gibi, boruların daha yüksek sıcaklıkları ve daha büyük çapları, daha yüksek Btu değerleri, birim boru boyundadır.

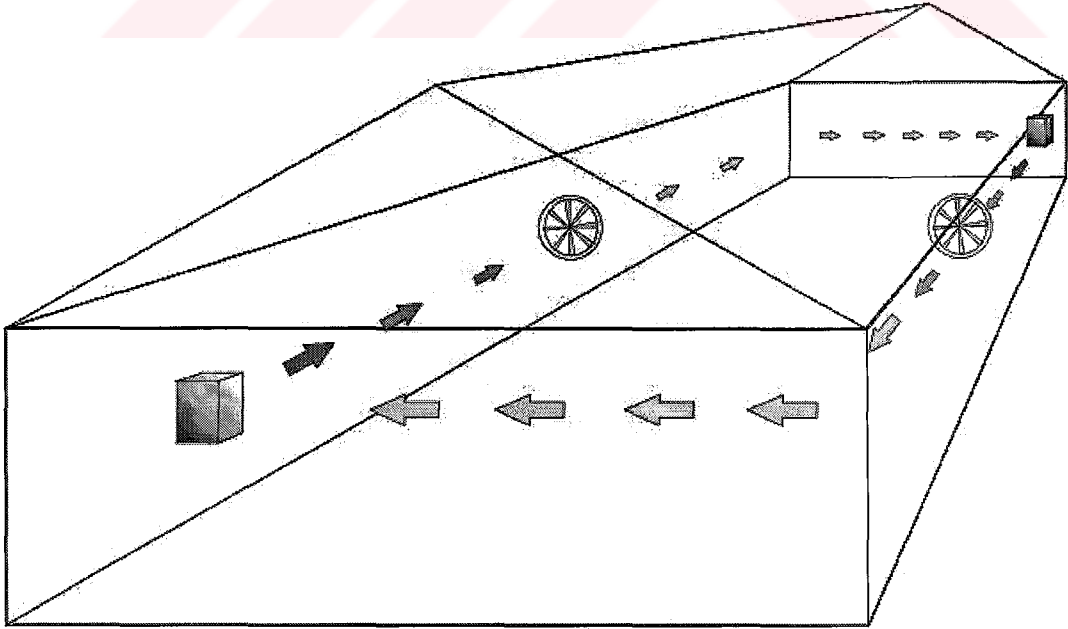
Isı transferinde kanatlı borular, artan yüzeylerinden dolayı düzgün borulara nazaran daha yüksek verim sağlarlar. Kanatlı borular düzgün borulara nazaran dört kat veya daha fazla ısı miktarı transfer ederler. Kanatlı boruların dezavantajı, küçük alanlarda daha şiddetli ısı miktarları dağıtmasıdır.

Isıtma için buhar veya sıcak su kullanıldığında, önce buhar veya sıcak su boru içine dağıtılmalı, daha sonra boruların yaydığı ısı dağıtılmalıdır.



Şekil 4.7 Sıcaklık dağılımı

Ünite ısıtıcıları kullanıldığında, ısıtılan hava direkt sera içine gönderilir. Bundan sonraki ilk önemli husus, ısıtılan havanın düzgün bir şekilde dağıtılmasıdır. Sera ısıtmasında ünite ısıtıcıları kullanılıyorsa, sıcaklık dağılımı sera boyunca meydana gelir. Sıcaklıklar ünite ısıtıcılarına daha yakın olacaktır. Sera uzunluğu boyunca olan sıcaklık akışını minimize etmek için bazı stratejiler kullanılabilir.



Şekil 4.8 Seranın zıt köşe sonlarına çok yönlü ünite ısıtıcılarının yerleştirilmesi halinde sıcaklık dağılımı

Bunlardan ilki, seranın zıt köşe sonlarına çok yönlü ünite ısıtıcıları yerleştirilmesidir. Ek olarak seranın her iki ucunda ısıyı sağlamak için, sera boyunca sera havası karışımını sağlayan hava akımından faydalanılır ve sıcaklık birbirine yakın olacak şekilde düzenlenir.

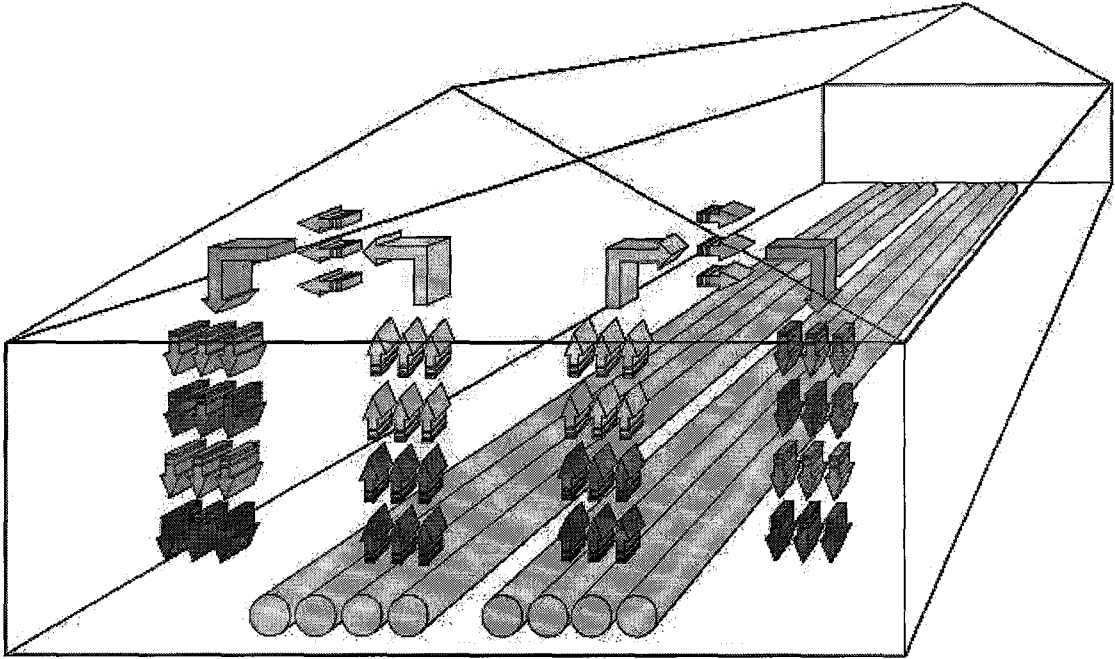


Şekil 4.9 Yatay hava akış fanları

Diğerlerine nazaran uzun seralarda, sera boyunca ılık havanın aşağı inmesine yardım edecek yatay hava akış fanları eklenebilir ve daha uzaktaki hava karışımı da desteklenir.

Bazı durumlarda, ünite ısıtıcısı seranın üçgen çatısı içine monte edilebilir ve polietilen jet tüp bağlanır. Ilık hava, önce jet tüp uzunluğu boyunca aşağı zorlanır. Jet tüp dolduktan sonra ılık hava, jet tüpü boyunca bulunan deliklerden boşalır. Jet tüpleri yatay hava akış fanları ile birlikte de kullanılabilir.

Çoğunlukla ilkbahar ve sonbaharda, gece ısıtmaya ve gün boyunca meydana gelen güneş etkisiyle ısınmadan dolayı soğutmaya ihtiyaç vardır.



Şekil 4.10 Soğuk bölgeler

Seranın çatı kısmındaki serin hava, seranın iç duvarından aşağı doğru iner ve sera duvarı boyunca soğuk bölgeler oluşturur. Çatı altına yerleştirilen yatay hava akış fanları, sera boyunca ılık havayı aşağı doğru zorlar ve sıcaklık tabakalaşmasını engeller.



5. SERALARDA SICAK SU BORU SİSTEMİ İLE VE HAVA KANAL SİSTEMİ ISITMA METODLARI ARASINDA YAPILAN KARŞILAŞTIRMA*

İsrail'deki seraların ısıtılmasında en çok kullanılan yöntem; sera içindeki, üzerinde delik bulunan kanallarla dağıtımı gerçekleşen sıcak hava ile ısıtma yöntemidir. Son zamanlarda sıcak-su boru sistemi yaygınlaşmaya başlamıştır. Her iki sistemde, bir on-off kontrolörü sera içindeki sıcaklık kontrolü için kullanılmaktadır. Buradaki iki metod arasında yapılan karşılaştırmada, sera hava sıcaklığı, nem ve ürün sıcaklığı ile sera içindeki hava sıcaklığını istenen seviyede tutmak için ihtiyaç duyulan enerjinin belirlenmesi konuları üzerinde durulmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki; on-off kontrolörlü her iki ısıtma metodunda, ürün ve hava sıcaklıklarında, ürün ve hava arasındaki sıcaklık farklılıklarında, sera havasındaki nem oranlarında periyodik değişiklikler mevcuttur. Sıcak-su boru sisteminde hava kanalları ile ısıtmaya nazaran daha az ısıtma devrinin gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni, su dolu olan ısıtma borularının ısıl hareketsizliğidir. Ürün seviyesindeki nem oranı, her iki sistemde ısıtma devri başına olan ısıtma periyodu boyunca yükselmektedir, fakat artış oranı ve genlik hava kanalları ile ısıtma sisteminde sıcak-su boru sistemindekine kıyasla daha büyüktür. Isıtma borularıyla ürün arasındaki ışınlama ısı geçişinde, sıcak-su boru sistemi ile ısıtmada, ürünün daha alt seviyelerinde yer alan ve özellikle borularla yüz yüze olan yapraklar ısıtma süresi boyunca genellikle hava sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklardır. Daha üst seviyelerde bulunan yapraklar ise, havadan daha düşük sıcaklıktadır. Hava kanalları ile ısıtma sisteminde ise, çoğunlukla alt ve üst bölgelerin her ikisinde de yaprak sıcaklıkları hava sıcaklığından daha düşüktür. Sonuçlar göstermektedir ki; enerji tüketimi açısından bu iki metod arasında, borular ve kanallar ürün sıraları arasına yerleştirildiği sürece önemli bir farklılık görülmemektedir.

5.1 Sera Isıtma Sistem Dizaynı

Sera ısıtma sistemi dizaynında, hesaba katılması gereken bazı parametreler vardır. Örneğin, ürün seviyesindeki sıcaklığın sera boyunca üniform olması tavsiye edilen bir durumdur. Aynı şekilde, ısıtma süresince ürün sıcaklığının çiy noktası sıcaklığından daha yüksek olması gerekir. Böylece, kondensasyon engellenecek ve hastalık yayılma riski azalacaktır. Bunlara ek olarak ısıtma sisteminin enerji tüketimi mümkün olduğunca düşük olmalıdır.

*Teitel, Segal, Shklyar, Braak isimli bilim adamlarının "A Comparison between Pipe and Air Heating Methods for Greenhouses" başlıklı çalışmasından birebir çevrilmiştir.

Genel olarak, seralar ya boru içinden geçen sıcak su ile ya da kanallardan dağıtılan sıcak hava ile ısıtılır. Sıcak su ve sıcak hava metodları oldukça yaygın olmasına rağmen, bu iki metodun performanslarının karşılaştırılmasına yönelik literatürde fazla bilgi bulunmamaktadır. Sera ısıtma metodları, son 30 yıldır araştırmacılar tarafından üzerinde çalışılan bir konudur. Sera ısıtma sistemlerinin düşük sıcaklıktaki ısıtıcı akışkanlarını temel alan bölümü Popovski (1986, 1993) tarafından incelenmiştir. Popovski, ısıtma sisteminin kurulumu için düşük seviyede bir yer seçimi yapıldığı taktirde bunun özellikle düşük sıcaklıktaki ısıtıcı akışkanlar açısından önemli avantajlar sağlayacağını savunmaktadır. Bu durum, saydam kaplama malzemelerine olan ışıınımı minimuma indirecek, bitki örtüsü üzerine olan ışıınımı maksimuma çıkaracaktır. Düşük seviyede yapılan yerleşimin dezavantajları, boruların kimyasallara karşı dirençli olmalarının gerekmesi ve bitkilerin rahat gelişebilmesi için boruların hareket edebilir özellikte olmalarının gerekmesidir. Düşük sıcaklıktaki ısıtma sistemlerine ve bunların etkilerine genel bir bakış sağlamak amacıyla 6 tip ısıtma sistemi sunulmuştur:

1. Toprak altındaki ısı değıştircileri;
2. Zemin üzerine döşenmiş ısı değıştircileri;
3. Zemine yakın hava kanalları;
4. Fan ısıtıcı üniteleri;
5. Çatı ısıtma sistemleri;
6. Bunlardan herhangi ikisinin kombinasyonu.

Yerden yüksekte olan boru ısıtma sistemleri değışik seviyelerdedir. Genel olarak zemine yakın ve ürün alanı içinde, iletimden ziyade ışıınımla ısıtılan toprak ve çatıya doğru olan ısı kayıplarının azaldığı görölmektedir. Baille vd. (1983) 'a ait çalışma sonuçları; toprağa yakın ve ürün alanı içindeki ısı değıştircilerin konumunun daha iyi bir iklimlendirme kontrolü ile ürün seviyesinde üniform bir hava ve yaprak sıcaklığı sağladığını göstermektedir. Seralarda kullanılan ısıtma teknikleri üzerinde yapılan çalışmaların bir bölümü Van de Braak (1988, 1995) tarafından da ele alınmıştır. Van de Braak, Hollanda'daki seralarda 51 mm iç çapında çelik boruların kullanıldığı sıradan ısıtma sistemleri üzerinde durmuştur. Son 10 yıl boyunca, ürüne yakın şekilde alternatif lokasyonlar kullanılmış ve kök bölgesinin ısıtılması sağlanmıştır. Van de Braak (1995), şeritli alüminyum boruların Hollanda'lı yetiştiriciler tarafından uygulanmakta olduğunu, hava kanalları ile ısıtma metodunun sıcak-su boru metoduyla ısıtmaya nazaran daha az tercih edildiğini belirtmiştir. Hava kanalları ile ısıtma

metodunun en önemli avantajı, kontrolünün kolaylığıdır. Bunun yanında, ısıtma ihtiyacının yaklaşık %10'u kadar olan ek elektrik tüketimi ise dezavantajı olarak göz önünde tutulmalıdır. Sıcak-su boru ile ısıtma metodunu cam kaplı bir serada uygulayan araştırmacılar, Hoare ve Morris (1956)'tir. Çalışmalarında, borulardan olan ısı geçişinin temel ilkeleri ile boruların dizilişi, su sirkülasyonu, boru çapının etkisi, yakıt ve kazan seçimi gibi parametreler üzerinde durmuşlardır.

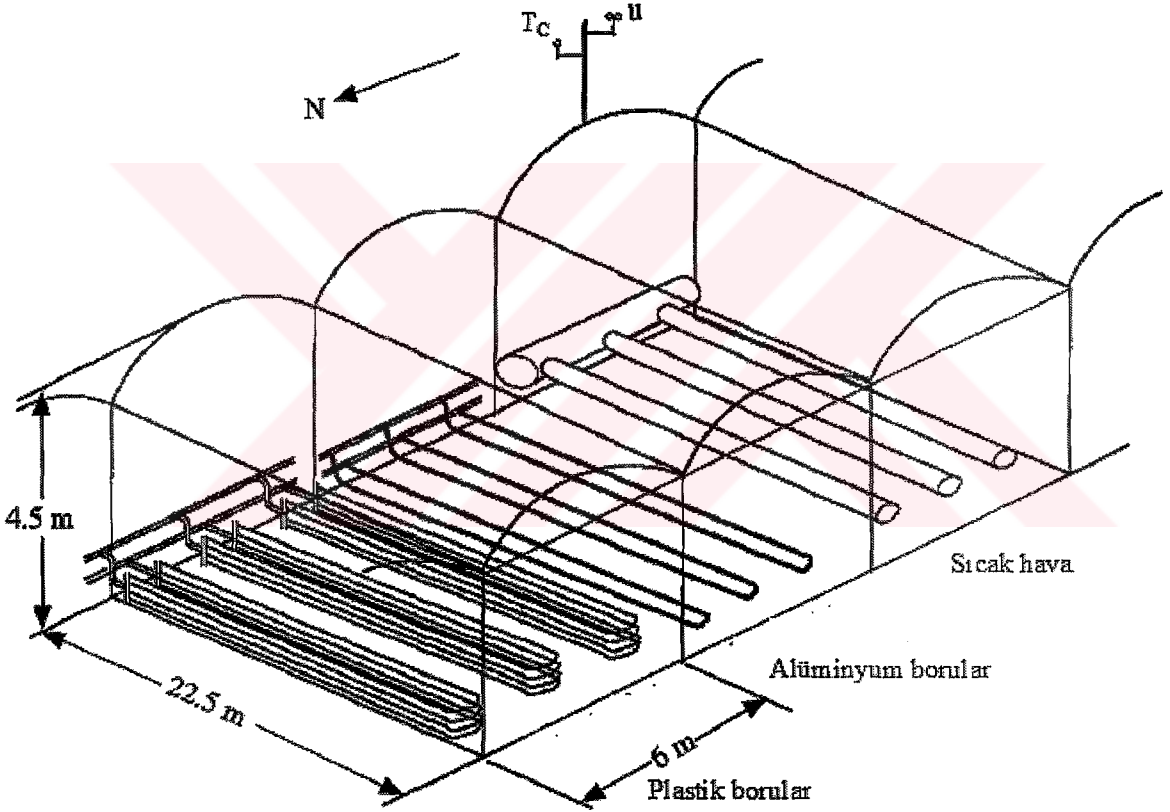
Sıcak hava üreten buhar kazanlarına ait veriler oldukça fazladır. Sıcak hava buhar kazanları Meneses ve Monteiro (1990) tarafından kullanılmıştır. Sıcak hava, iki delikli PE kanal boyunca dağıtılmış ve sıcak hava dikey-çapraz yönlerde oldukça üniform bir şekil almıştır. Fakat boylamasına olan doğrultularda büyük eğimler gözlenmiştir. Sıcak hava dağıtımı için, düşük basınçlı, delikli kanallar üzerine çalışma yapan araştırmacılar arasında Bailey (1975) ile Well ve Amos (1994) yer almaktadır. Bailey (1975) ile Well ve Amos (1994)'in çalışmalarında; ısıtılan bir serada kullanılacak olan kanalların sayısı, ürünle olan pozisyonları, kanal çapı ve boyu, boşaltım deliklerinin adedi, boyutu, şekli ve yerleşimi üzerinde durulmuştur.

Her iki ısıtma sistemi ve kaplama malzemesinin enerji tüketimine olan etkileri ve bunun bir domates serasına uygulanması üzerine yapılan çalışma Mavrogianopoulos vd. (1993) 'a aittir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, sıcak su borularıyla ısıtılan bir seranın toplam ısı kayıp katsayısı, hava ile ısıtılan bir seradakine kıyasla önemli derecede yüksektir. Bunun dışındaki başka çalışmalarda bu sonucun tam tersi bir sonuç ile karşılaşmış, buna sebep olarak da; bulunan yüksek değerlerin, uygulamaların küçük boyuttaki seralarda yapılmasının bir sonucu olduğu söylenmiştir. Gerçek şudur ki, ısıtma borularının toplam uzunluğunun yarısı duvar kenarlarına yerleştirilmiştir. Aynı zamanda, PE kaplı bir seradaki toplam enerji tüketimi, cam kaplı bir seradakine kıyasla daha yüksektir. Fakat her iki sera da sıcak hava ile ısıtıldığında bunların enerji tüketimlerinin yaklaşık olarak eşit olduğu görülmektedir.

Isıtma sistemlerinde belirlenen limitlerin üstünde ve altındaki değerler dışında görülen etkiler deneysel ve nümerik olarak Ohara (1988) tarafından ele alınmıştır. Ohara tarafından yapılan bu çalışma göstermiştir ki; sıcak su sistemi ile limit altında bulunan değerlerdeki değişimler küçük hatta sabittir, bunun yanında limit üzerinde bulunan değerlerdeki değişimler, sıcak su sistemindeki su sıcaklığıyla orantılı olacak şekilde artış göstermektedir. Bu esnada, sera iç ve dış sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farkında düşüş görülmektedir.

5.2 Isıtma Sistemleri Arasında Yapılan Karşılaştırma İçin Kullanılan Malzeme Ve Metodlar

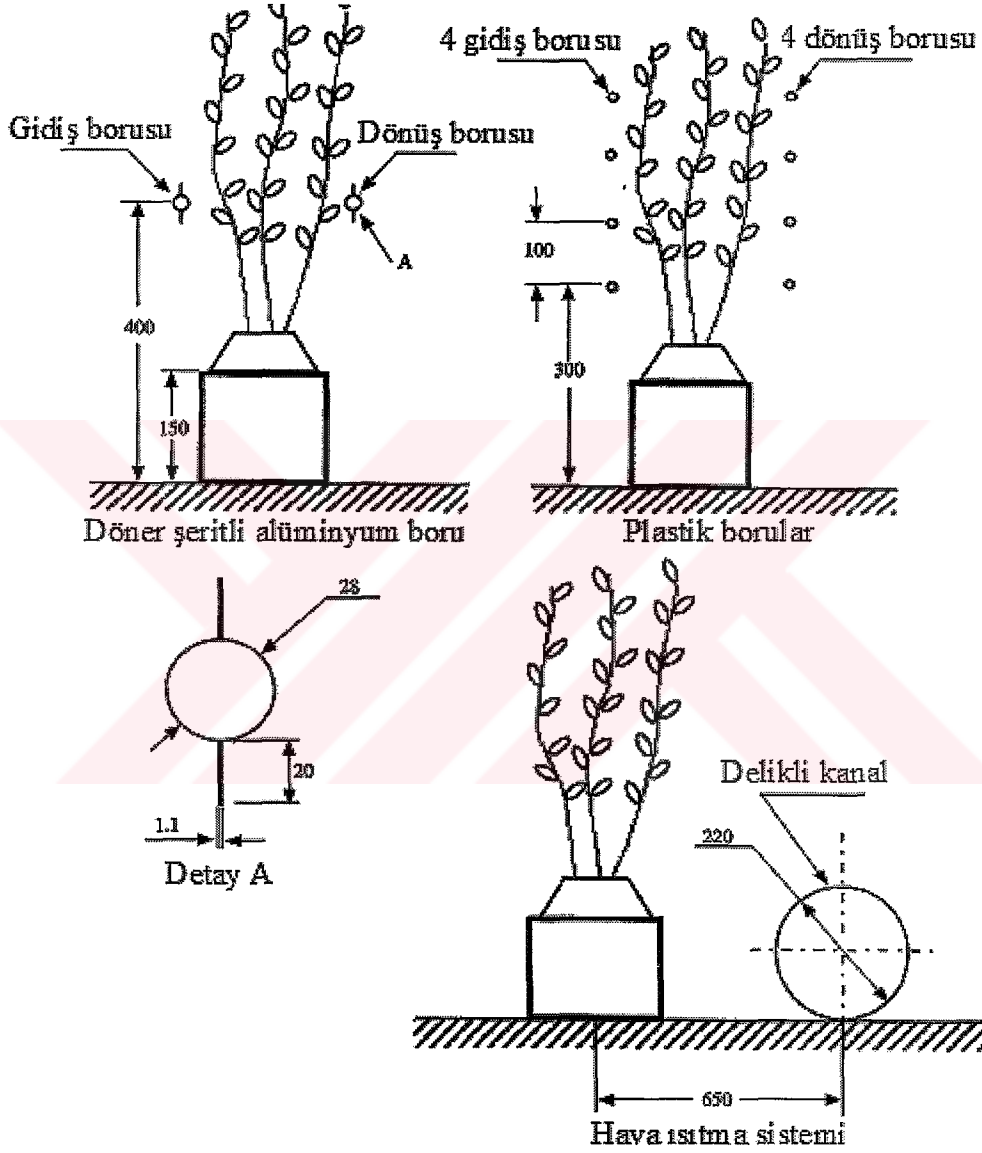
Isıtma sistemleri arasındaki karşılaştırma için yapılan deneylerin uygulandığı deneysel sera Şekil 5.1’de şematik olarak görülmektedir. Bunun yanında deneylerde kullanılan ticari seralar hakkındaki bilgiler Bölüm 5.2.1’de verilmiştir. Deney, iki kış mevsimi süresince gece boyunca gerçekleştirilmiştir. Deneysel sera beş bölüme ayrılmış, her bir bölümün genişliği 6 m, uzunluğu 22.5 m olarak alınmıştır. Tüm bölümlerin çatıları, korigeli rijit polikarbonat malzeme ile kaplanmıştır. Deneylerin olumsuz kenar etkilerinden engellenmesini önlemek amacıyla merkezde bulunan üç bölüm esas alınmıştır. Bu üç bölümden birinin ısıtılmasında, siyah plastik boru kullanılmıştır (Dış çap = 16 mm, iç çap = 14 mm)



Şekil 5.1 Deneysel seranın şematik gösterimi: T_c , çevre sıcaklığı; u , rüzgar hızı

Dikey düzlemde birbirinden yaklaşık 100 mm mesafede ayrı duran dört paralel plastik boru, ürünün daha aşağı seviyesinden yaklaşık 50 mm yatay mesafede yer almıştır (Şekil 5.2). İkinci bölme, siyah döner şeritli alüminyum borularla ($D_d = 28$ mm, $D_i = 26$ mm, $l = 20$ mm, $z = 1.1$ mm, Şekil 5.2 / Detay A) ısıtılmıştır. Buradaki l ve z sırasıyla; döner şeritlerin yüksekliğini ve kalınlığını ifade etmektedir. Bu bölmedeki bir alüminyum boru, (gidiş ve dönüş olmak üzere) ürün alt seviyesinde tüm alanı dolaşır. Üçüncü bölme ise, 220 mm

çapında delikli PE kanallarla dağıtılan sıcak hava ile ısıtılmıştır. Delikli kanallar, zemindeki bitki sıraları arasına yerleştirilmiş ve ana kanala bağlanmıştır. Ana kanal, bir su/hava ısı değiştirgecine bağlıdır. Bu sistemde hava, fan tarafından; sıcak su ise, kazan tarafından sağlanmaktadır.



Şekil 5.2 Isı dağıtım sisteminin şematik gösterimi (ölçüler mm)

Bölmeler içindeki sıcaklık, zeminden yaklaşık 15 m yükseklikteki bir seviyede bir on-off kontrolörü ile kontrol edilmekte, 16 °C sıcaklıkta devreye girmekte, 18 °C sıcaklığa geldiğinde sistemi durdurmaktadır. Sıcak su kazanı, sirkülasyon suyunu 85 °C sıcaklığa ısıtır ve bu sıcak su, bölmelere borularla dağıtılır. Sera hava sıcaklığı, çevre sıcaklığı, her bir bölme giren ve çıkan su sıcaklıkları, 0.5 mm çaplı termo-couplelar ile ölçülmüştür. Hava

sıcaklıkları, her bir bölmenin merkezinde, zeminden 1.5 m yükseklikte ölçülmüştür. Bunlara ek olarak dikey sıcaklık dağılımının belirlenmesinde seçilen noktalar zeminden 0.3, 0.9, 1.7 ve 2.7 m yüksekliktedir. Havadaki nem ise; zeminden 1.5 m yükseklikte ve her bölmenin merkezinde alınan kuru ve yaş termometre sıcaklıkları ile hesaplanmıştır.

Ürün sıcaklıkları, plastik borularla ve sıcak havayla ısıtılmış bölümlerin merkezlerinde ölçülmüştür. Her bir bölmedeki ortalama ürün yüksekliği 1.25 m'dir.

5.2.1 Ticari seralar

Isıtma metotlarının, nem ve zemin üzerindeki etkileri ile hava ve yaprak sıcaklıkları için, birbirlerine çok yakın mesafede bulunan iki ticari serada da ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerin amacı, küçük deneysel seralarda elde edilen verilere benzer verilerin büyük ticari seralarda da elde edilebilmesidir. Bu seralardan biri, delikli kanallar aracılığıyla dağıtılan sıcak hava ile ısıtılırken, diğeri döner şeritli alüminyum borular içinden geçen sıcak su ile ısıtılmıştır. Her bir seranın alanı yaklaşık olarak 2600 m² ve çatı yüksekliği 5 m'dir. Seralar PE film ile ve ekim yatakları arasındaki toprak yüzeyi zararlı otları bastırmak ve iç kısımdaki bitki örtüsüne olan ışığı arttırmak için beyaz plastik plakalarla kaplanmıştır. Her iki serada da gül yetiştirilmiştir. Her bir seranın merkezindeki hava nemi ölçümünde, deneysel seralarda kullanılan metodun aynısı uygulanmış, her iki seradaki zemin sıcaklıkları ürün sıralarına çok yakın mesafede ve 5 cm derinlikte ölçülmüştür.

5.3 Teori

Bu çalışmanın amaçlarından biri, sera içindeki hava sıcaklığını istenen seviyede tutmak için belirlenen iki metot arasındaki farklılıkların belirlenmesidir. Isıtılan bir bölmeye olan ısı transfer miktarı, bölmeye doğru olan sıcak suyun kütle akış verilerinden ve giriş-çıkış sıcaklıklarından hesaplanabilir. Sabit şartlardaki ısı transfer prosesinde, boru sıcaklıkları ve sera havası zamana göre sabittir. Seradaki ısı eldesi şu şekilde hesaplanabilir:

$$Q_{sd} = [V_s C_s (T_g - T_c)] \Delta t \quad (5.1)$$

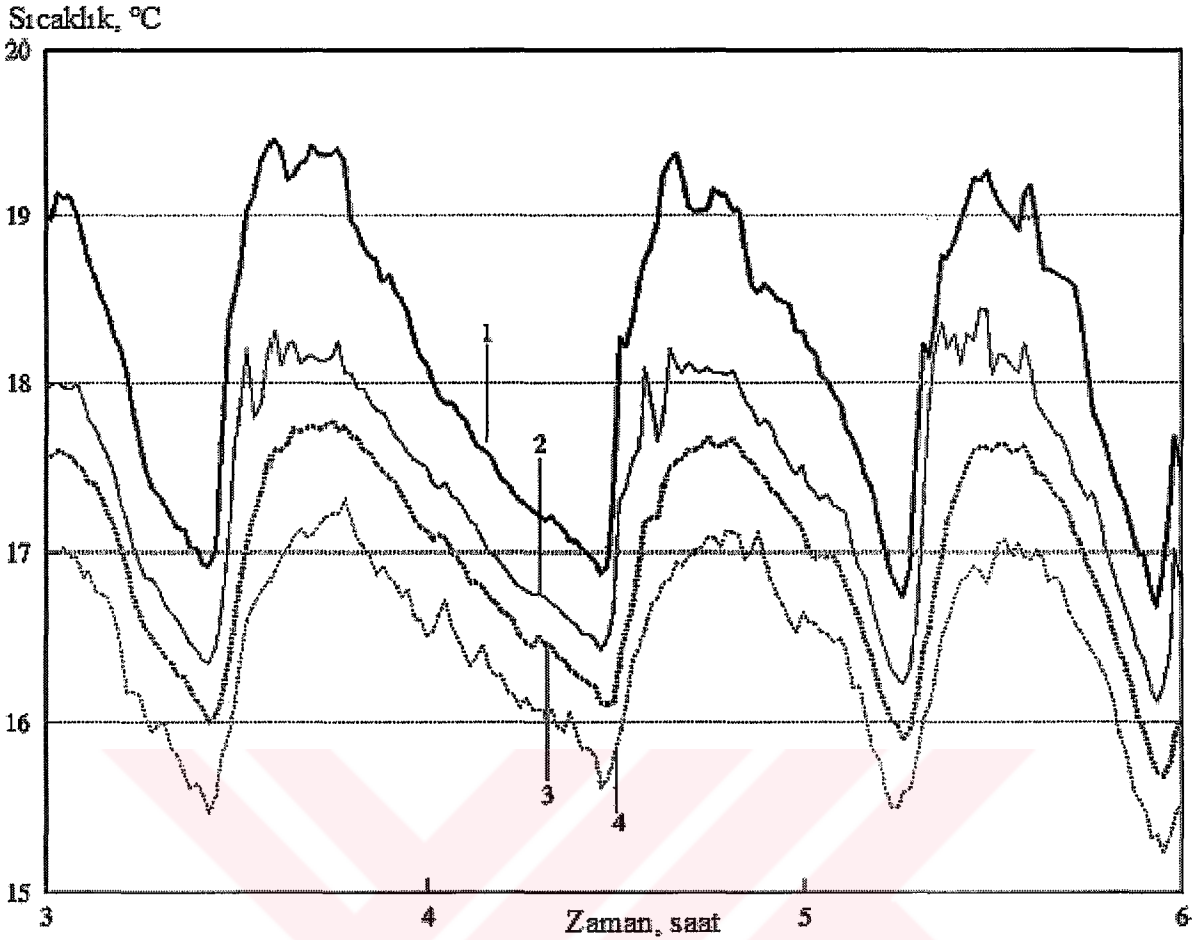
V_s ve C_w sırasıyla; kütle akış oranını (debi) ve suyun özgül ısısını, T_g ve T_c ; suyun gidiş ve dönüş borularına olan giriş ve çıkış sıcaklıklarını, Δt ; suyun sirkülasyon süresi boyunca olan zaman aralığını göstermektedir. Bununla beraber, sabit olmayan şartlardaki enerji hesaplarında suyun ve boru malzemesinin ısı depolama özellikleri de hesaba katılmalıdır. Bu durumda, n sayıdaki ısıtma devri için Q_{dd} hesabı şu şekildedir:

$$Q_{dd} = \sum_{j=1}^n \left[V_s C_s (T_g - T_{\varphi})_j \Delta t + (m_s C_s + m_b C_b) (T_{ort} - T_{son})_j \right] \quad (5.2)$$

Köşeli parantez içindeki sol tarafta bulunan terimler; ana boru hattı üzerinde bulunan valf açıkken ve boru içinde sıcak su sirkülasyonu devam ederken bir Δt zamanı boyunca sağlanan enerjiyi, sağ taraftaki terimler ise; boruların soğuma periyotları boyunca valf kapalı konumda iken sağlanan enerjiyi göstermektedir. C_b ve m_b sırasıyla; ısıtma borularının özgül ısısı ile kütesini, m_s ; borular içindeki suyun kütesini gösterir. Soğutma evresinin başındaki sıcaklık T_{ort} , soğutma periyodunun başlangıcındaki suyun giriş ve çıkış ortalama sıcaklıklarını ($T_{ort} = (T_g + T_{\varphi})/2$) ifade eder. Isıtma devrinin, soğutma evresi sonundaki boru ve su sıcaklığı da T_{son} ile gösterilir.

5.4 Sera ısıtma sistemleri arasında yapılan karşılaştırmaya ait çalışmanın deneysel ve teorik verilerinin değerlendirilmesi

Hava sıcaklığındaki on-off kontrolün yol açtığı periyodik değişimler, her 3 bölmede incelenmiştir. Her bir bölmenin merkez hattı boyunca bir sıcaklık gradyanı gelişmiş ve bunun değeri her bir ısıtma devri boyunca zamana bağlı çeşitlilik göstermiştir. Plastik ve döner şeritli alüminyum sıcak su boruları ile ısıtma devrinin en uç noktasındaki 15.75 m üzerindeki bir uzaklıkta, bunun değeri yaklaşık olarak 2-2.5 °C olan maksimum değerine ulaşır (Şekil 5.3); hava ile olan ısıtma metodundaki sıcaklık gradyeni ise bir miktar daha fazladır (15.75 m üzerindeki bir mesafe için 3-3.5 °C).

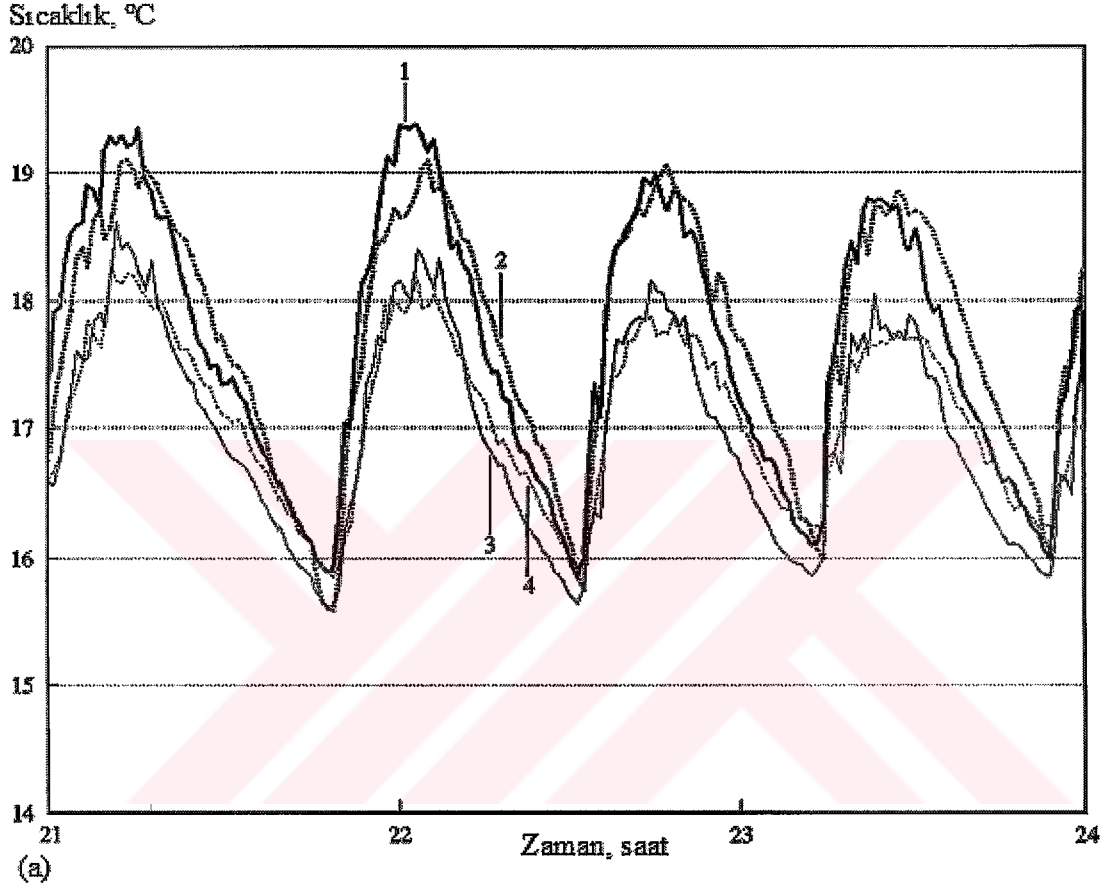


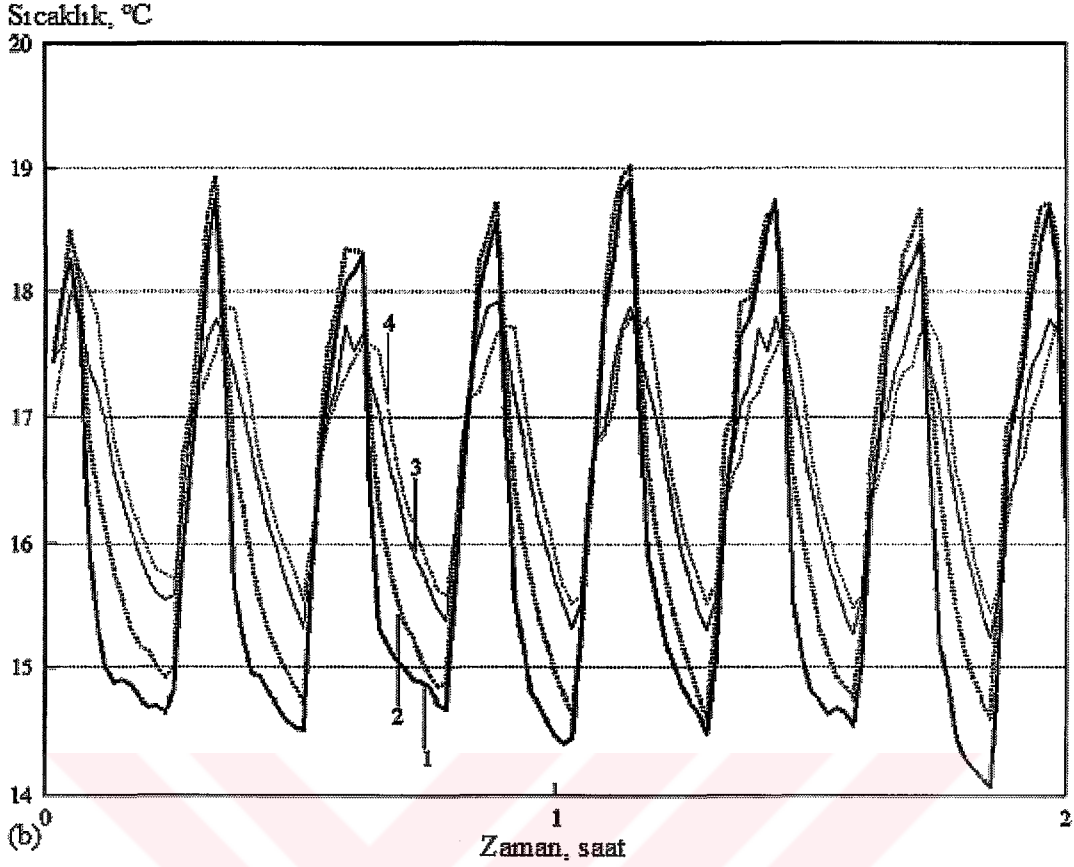
Şekil 5.3 Plastik borularla ısıtılan bölmenin merkez hattı boyunca oluşan sıcaklık dağılımı: (1) 2.5 m; (2) 9.25 m; (3) 13.75 m; (4) 18.25 m

Her bir ısıtma devrinin soğuma periyodu sonunda, plastik ve alüminyum borularla ısıtılan bölmelerdeki sıcaklık yaklaşık 1.5°C 'ye düşer. Bu düşüş, hava ile ısıtılan bölmede 0.5°C civarındadır. Şekil 5.4a ve Şekil 5.4b'de sırasıyla plastik borularla ve delikli kanallarla ısıtılan bölmelerin merkezlerindeki dikey sıcaklık dağılımları görülmektedir.

Isıtma devrinin en uç noktasında, boru ile ısıtılan bölmelerdeki sıcaklıklar alt bölgelerde (0.3 ve 0.9 m yükseklik) üst bölgelere (1.7 ve 2.7 m yükseklik) nazaran 1°C daha yüksektir. Sıcak su sirkülasyonu durduğunda, üst ve alt bölgelerdeki sıcaklıklar yaklaşık olarak eşit hale gelir. Diğer taraftan boruların sıcaklığı azalır ve sıcak hava yükselmeye devam eder. Şekil 5.4b, hava ile ısıtmada ısıtma devrinin uç noktasında, alt bölgelerin (0.3-0.9 m) yaklaşık 1°C daha yüksek sıcaklıkta olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, boru ile yapılan ölçüm sonuçlarıyla benzerdir. Bununla beraber, soğutma periyodu sonunda bu durum terse döner ve ısıtma devrinin uç noktasında (1.7-2.7 m) üst bölgelerdeki sıcaklık yaklaşık 1°C daha yüksek sıcaklığa gelir. Bunun olay, sıcak havanın yukarı doğru hızlı akışından ve delikli kanalların

ihmal edilebilir derecedeki ısı hareketliliğinden kaynaklanmaktadır. Şekil 5.4(a) ve Şekil 5.4(b)'de; aynı zamanda ünite başına olan ısıtma devri sayılarının hava ile ısıtmada boru ile ısıtmadakine nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. Bu, su ile dolu ısıtma borularının ısı ataletinden kaynaklanmaktadır. Periyodik değişimler, kuru ve yaş termometre sıcaklıkları ile hesaplanan havadaki nem oranı ve bağıl nemde de incelenmiştir.





Şekil 5.4 Zemin üzerindeki çeşitli yüksekliklerdeki hava sıcaklıkları, plastik boru ile ısıtma:

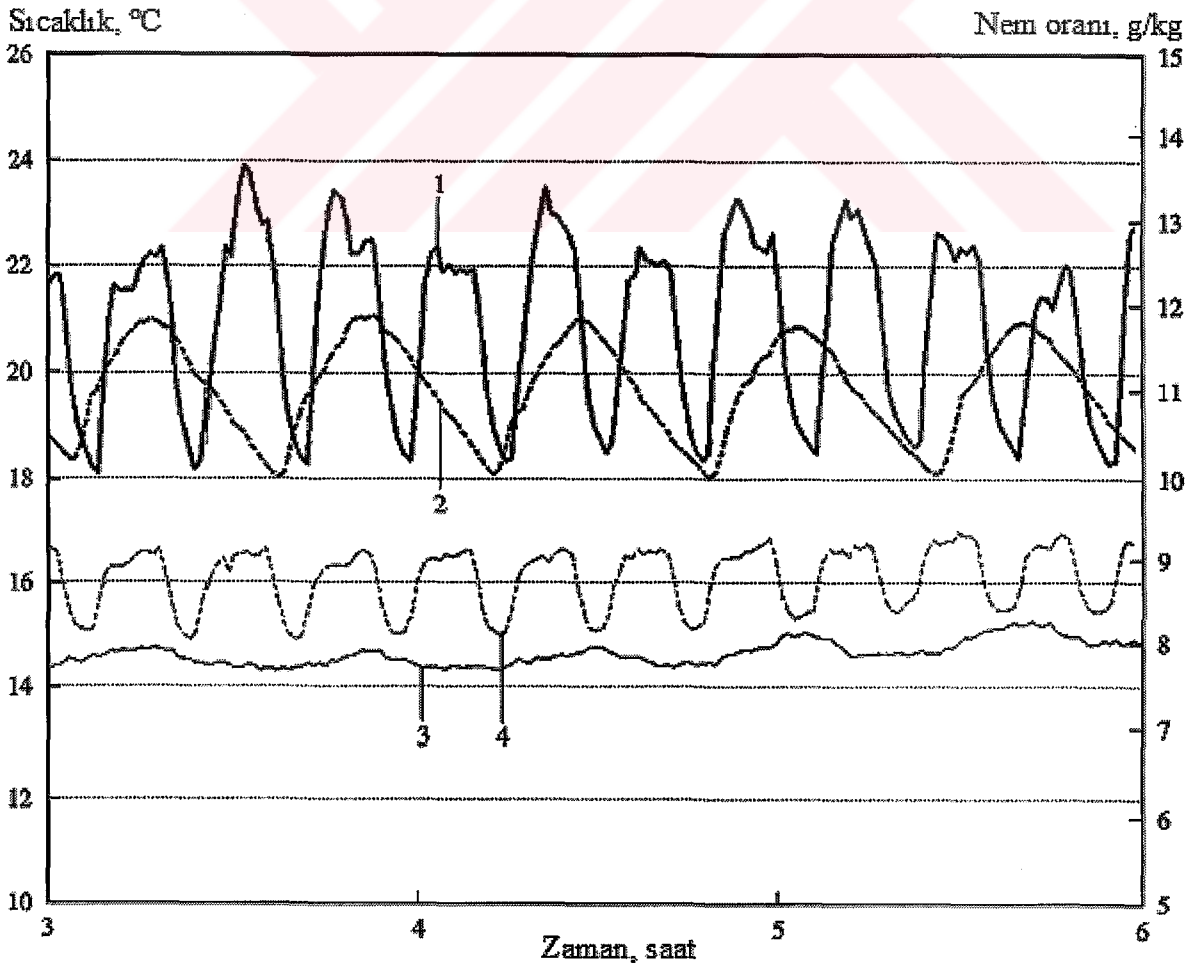
(1) 0.3 m; (2) 0.9 m; (3) 1.7 m; (4) 2.7 m; (a) plastik boru ile ısıtma; (b) hava ile ısıtma

Boru ve hava ısıtma metotlarının her ikisi için elde edilen nem oranları Şekil 5.5'te görülmektedir. Burada, nem oranında görülen periyodik varyasyonların boru ile ısıtmada hava ile ısıtmadakine nazaran daha küçük olduğu görülmektedir. Nem oranı, hava ile ısıtma metodunda boru ile ısıtma metodundakine kıyasla periyodunun en uç noktasında yaklaşık %10 daha yüksektir. Halbuki soğutma periyodu sonundaki bu değer, her iki ısıtma metodunda da yaklaşık olarak birbirine eşittir.

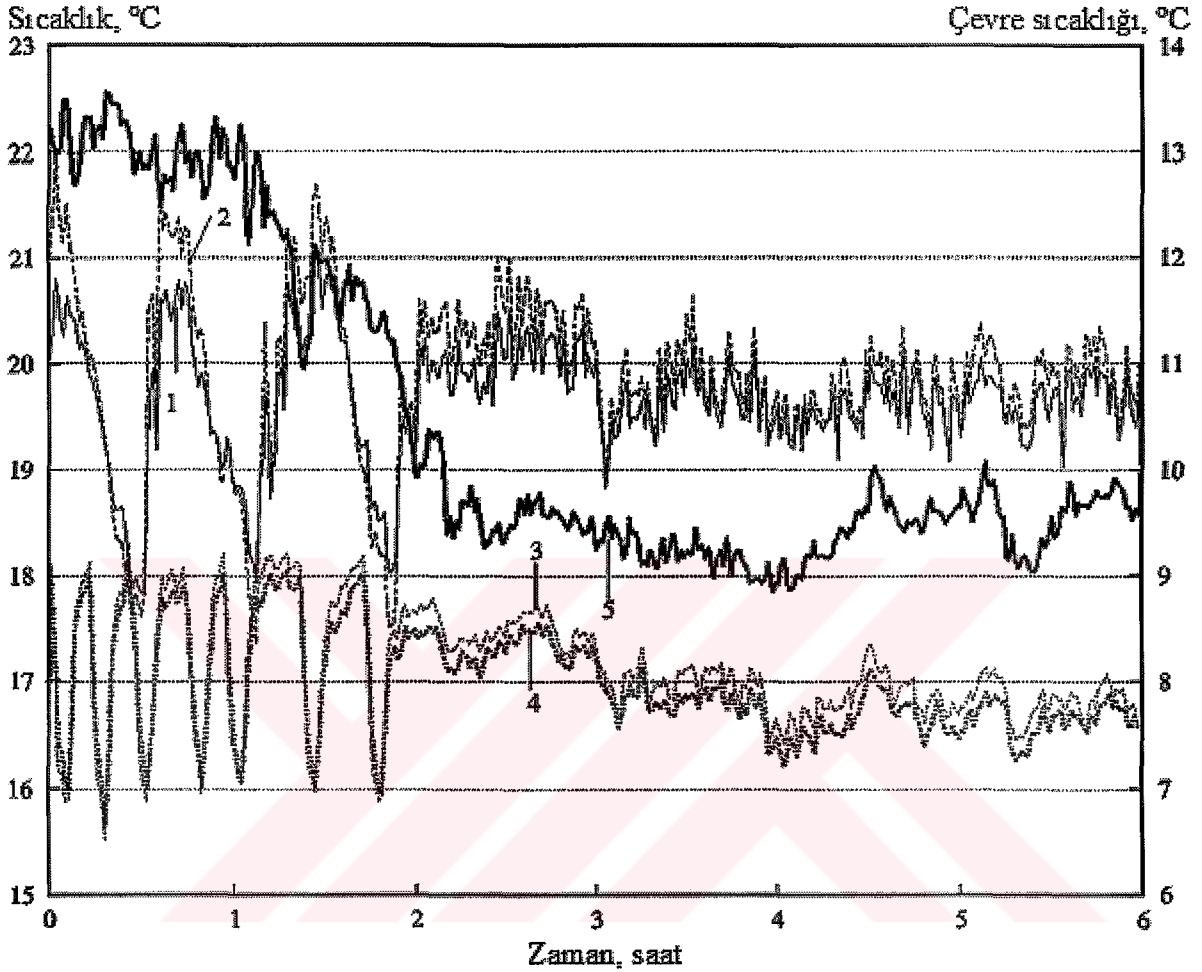
Ürün sıcaklığı, hava sıcaklığı ve bunlar arasındaki farklılıklar, gelişimi, hasılatı ve kaliteyi etkileyen önemli parametreler olduğundan her bir bölme için bu parametrelerin ölçümleri de yapılmıştır. Zeminden yaklaşık 0.4 m yükseklikteki ürün ve sera havası sıcaklıkları, plastik borularla yapılan ısıtma için Şekil 5.6'da gösterilmektedir. Şekildeki hava sıcaklığı üç termocoupledandan okunan bir değerdir. Şekil göstermektedir ki; ürün sıcaklığı ile çevreyi saran hava sıcaklığının değerleri birbirine çok yakındır. Hava ve ürün sıcaklıklarının her ikisinde meydana gelen periyodik değişimler, bir uç noktadan diğer bir uç noktaya yaklaşık 3.5-4

°C'lik farklılıklarla gece boyunca ölçülmüştür. Ölçüm sırasındaki hava şartları ılımandır. Yaklaşık 200 saatte, çevre sıcaklığı, sadece ısıtma sisteminin sürekli çalışmasıyla seradan olan ısı kaybını dengede tutabilecek bir seviyeye düşer . yaprak sıcaklığındaki periyodik değişimler, hava ile ısıtma metodu kullanılarak da ölçülmüştür. Fakat sıcaklık varyasyonlarının genliği (aynı yükseklikte sıcak-su boru metodu ile yapılan ısıtmada) hava kanal ısıtma metodu kullanılarak yapılan ısıtma yöntemine kıyasla daha küçüktür. Her iki metot arasındaki genlik farklılığı, sıcak-su boru ısıtma metodunun ısıl ataletine bağlıdır. Yaklaşık 1m olan bir yükseklikte, sıcak-su boru ısıtma metodunda olan varyasyonların genliği azalır, fakat yine de hava ile yapılan ısıtma sistemindekine nazaran daha büyüktür. Daha yüksek seviyelerde genlikte görülen düşüş, ölçüm noktasının kontrol sensörüne olan yakınlığından dolayı beklenen bir durumdur.

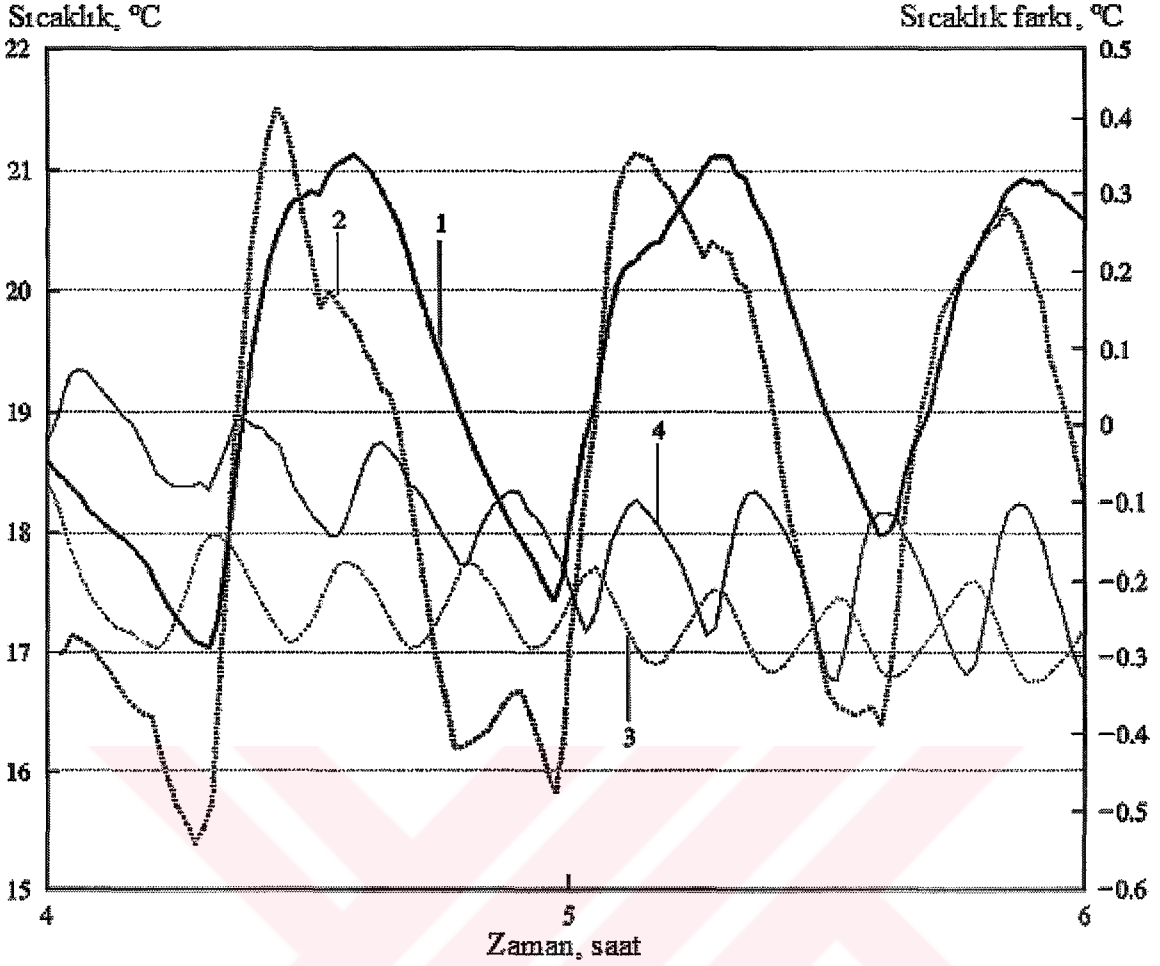
Ürün sıcaklığı ve ürünle hava arasındaki sıcaklık farklılıkları ($\delta = T_a - T_h$), Şekil 5.7'de boru ve hava ile yapılan her iki ısıtma metodu için de gösterilmektedir. Şekil 5.7, aynı zamanda bu farklılıkların hava ve ürün sıcaklığındaki değişimlere benzer bir şekilde periyodik değiştiğini de göstermektedir.



Şekil 5.5 Kuru termometre sıcaklığı ve nem oranları: (1) hava ile ısıtılan bölmedeki hava sıcaklığı; (2) plastik borularla ısıtılan bölmedeki hava sıcaklığı; (3) plastik borularla ısıtılan bölmedeki havanın nem oranı; (4) sıcak hava ile ısıtılan bölmedeki havanın nem oranı

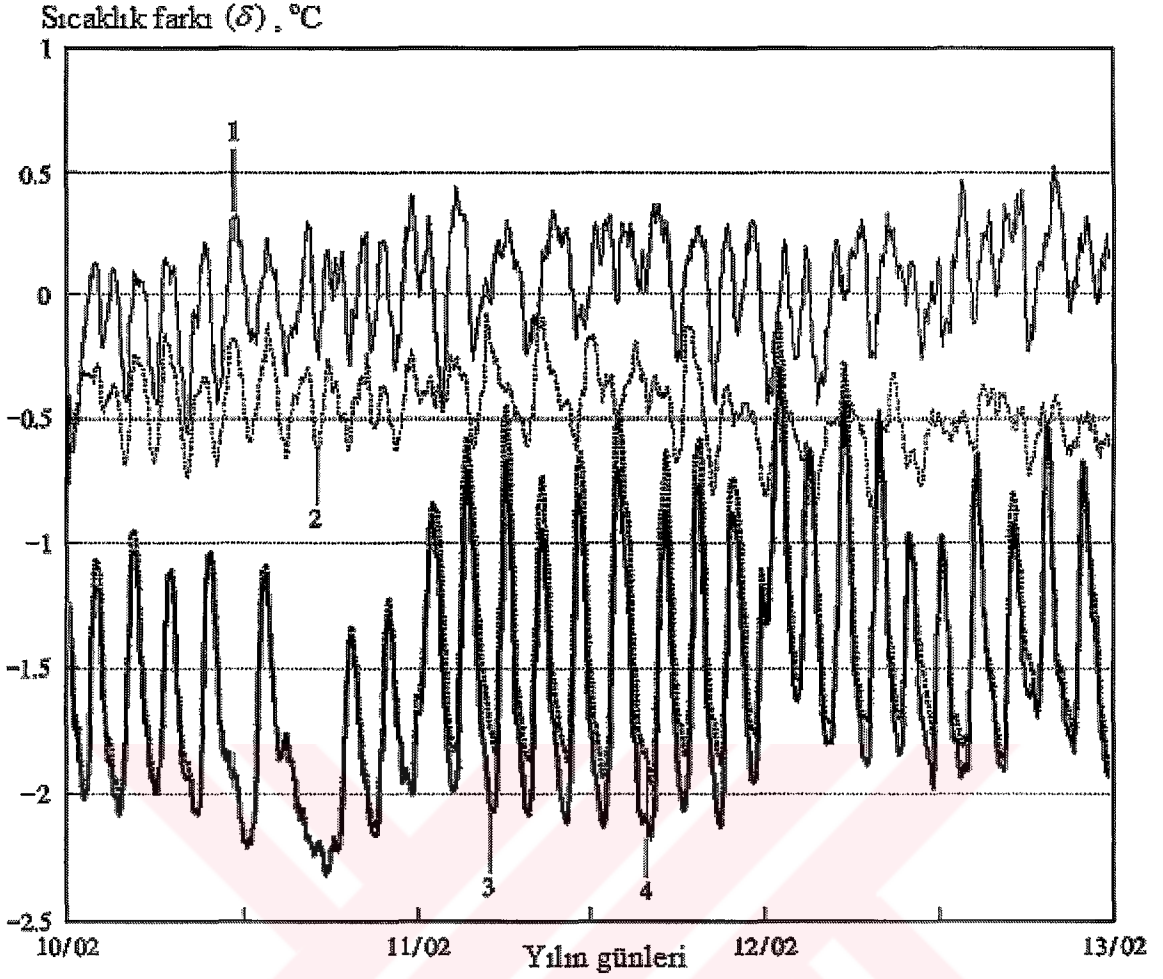


Şekil 5.6 0.4 m yükseklikte hava ve ürün sıcaklıklarında görülen değişimler: (1) plastik boru ile ısıtma metodundaki hava sıcaklığı; (2) plastik boru ile ısıtma metodundaki ürün sıcaklığı; (3) sıcak hava ile ısıtma metodundaki hava sıcaklığı; (4) sıcak hava ile ısıtma metodundaki ürün sıcaklığı; (5) çevre havası sıcaklığı



Şekil 5.7 0.4 m yükseklikteki kuru termometre sıcaklığı ve sıcaklık farkı, δ : (1) kuru termometre sıcaklığı (sıcak-su boru ısıtma metodu); (2) sıcaklık farkı, δ , (sıcak-su boru ısıtma metodu); (3) kuru termometre sıcaklığı (sıcak hava ısıtma metodu); (4) sıcaklık farkı, δ , (sıcak hava ısıtma metodu)

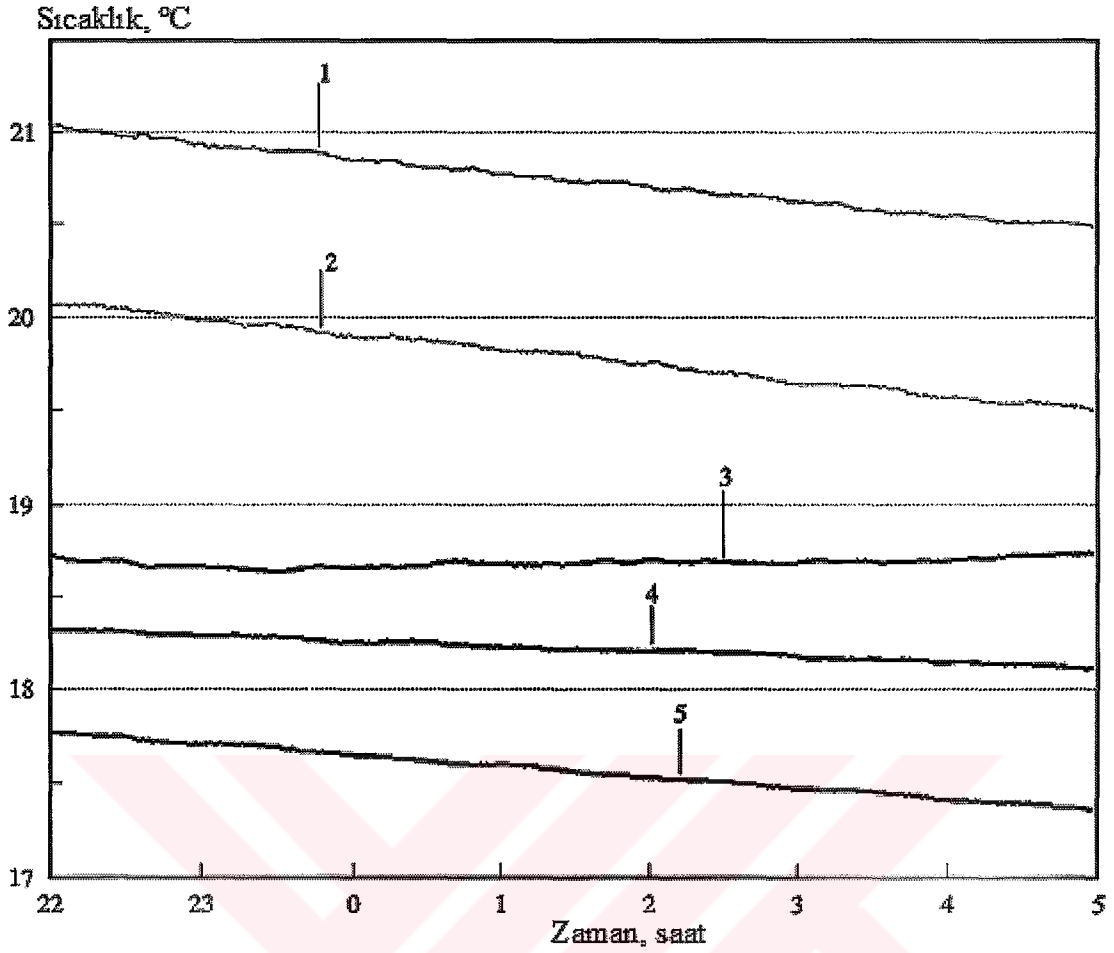
Bu çalışmalardaki deneylerin çoğunda, ürünün alt seviyelerindeki ısıtma borularına yakın (0.05-0.1 m) yapraklar genelde hava sıcaklığından daha yüksek sıcaklıktadır. Son deneyde elde edilen veriler, sürekli ye da yarı sürekli ısıtma koşulları altındaki küçük genlikli iniş çıkışları süresiz koşullardakine kıyasla (on-off çalışma) daha çok önermektedir. Şekil 5.7'den çıkarılan bir başka sonuç da; sıcak-su boru ısıtma metodunda hava sıcaklığında görülen değişimler ve δ sıcaklık farklılığı mevcut evre içindedir. Bu pozitif ilişki, tüm ölçüm yüksekliklerinde incelenmiş (0.4, 0.7 ve 1 m) ve ortalama katsayısı değeri tüm ürün yüksekliklerinde 0.67 ± 0.26 değerini almıştır. Hava ile ısıtma metodunda, hava sıcaklığı ve δ ; 0.4 m yükseklikte evre dışındadır ve bu yükseklikteki ortalama katsayı -0.1 'dir. daha yüksek seviyelerde, katsayı negatif ve pozitif değerler arasında değişkenlik gösterir. Farklı gecelerde belirlenmiş mutlak değer 0.4 ile 0.6 arasındadır.



Şekil 5.8 Ticari seralarda ölçülen sıcaklık farkları, δ : Sıcak-su boru ısıtma metodu: (1) sıcak boruya yakın yaprak; (2) bitki örtüsü içindeki yaprak; sıcak hava ile ısıtma metodu: (3) bitki örtüsü dış sınırındaki yaprak; (4) bitki örtüsü içindeki yaprak

Şekil 5.8’de ürün ve hava arasındaki sıcaklık farklılıkları δ için gece boyunca iki ticari serada yapılan ölçüm sonuçları görülmektedir. Her bir seradaki ölçümlerden biri bitki örtüsü içinde diğeri ise örtünün dış sınırı üzerinde yer alan iki yaprak üzerinde yapılmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki; δ değerinin α dağılımı, hava ile ısıtma metodunda sıcak-su boru ısıtma metoduna nazaran daha homojendir. Şekil 5.8, bitki örtüsünün dış sınırında sıcak boruya yakın yaprağın havadan daha sıcak olduğunu göstermektedir. Bu süreç zamanın yaklaşık %60’lık kısmında geçerlidir. Örtü içindeki diğeri yaprak ise, her zaman için havadan daha düşük sıcaklıkta kalmıştır.

Bu çalışmanın amaçlarından biri, ısıtma metodunun zemin sıcaklığı üzerine olan etkilerini belirlemektir. Şekil 5.9’da deneysel ve ticari seralardaki zemin sıcaklıkları görülmektedir.



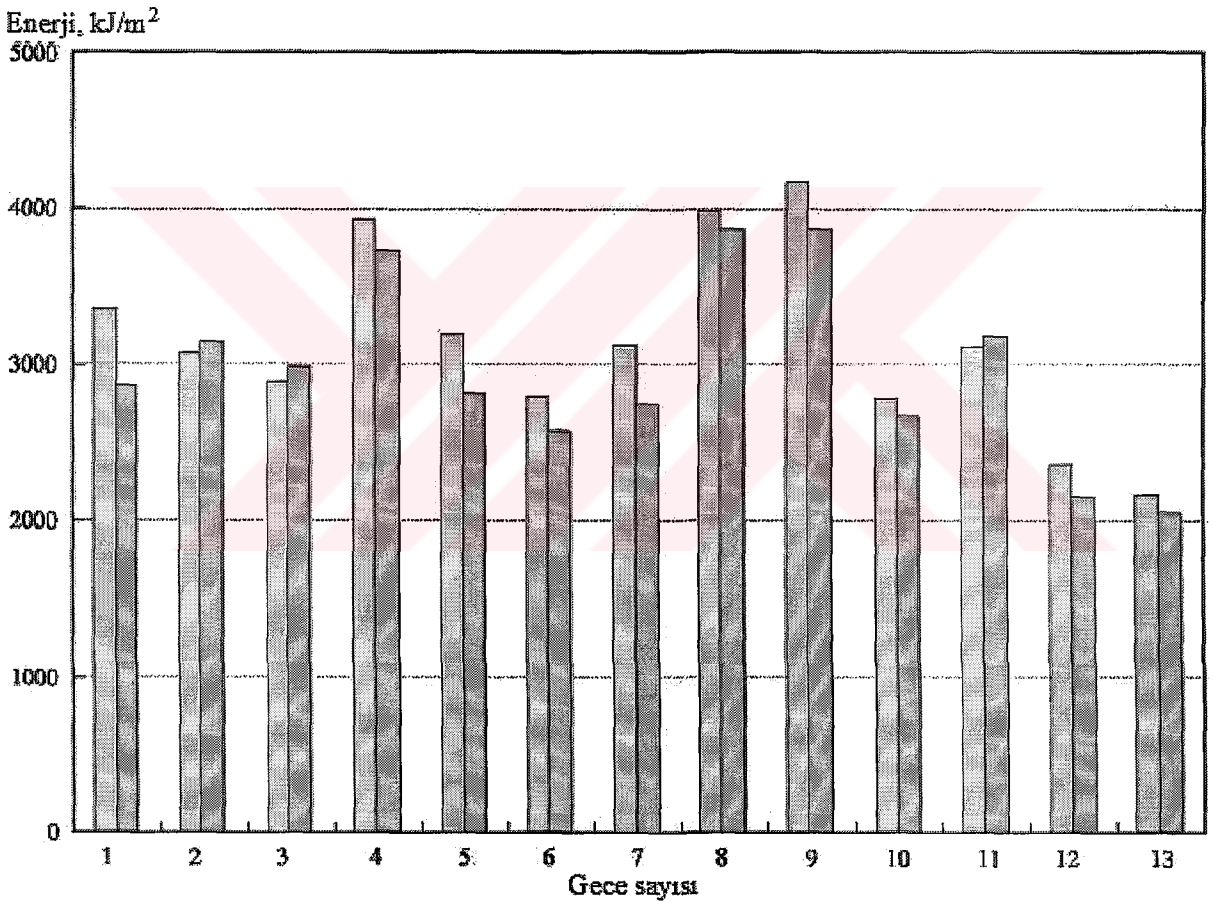
Şekil 5.9 Zemin sıcaklığı: (1) hava ile ısıtılan ticari sera; (2) alüminyum boru ile ısıtılan ticari sera; (3) deneysel serada hava ile ısıtılan bölme; (4) deneysel serada alüminyum boru ile ısıtılan bölme; (5) deneysel serada plastik boru ile ısıtılan bölme

Bu seraların her ikisinde de; zemin sıcaklığının, hava ile ısıtma metodunda sıcak-su boru ısıtma metodundakine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ticari seralardaki gece sıcaklık düşüşleri, her iki ısıtma metodu için yaklaşık olarak 0.5°C 'dir.

Plastik boru ve delikli kanalın kullanıldığı bölmelerin ısıtılması için gerekli enerji Şekil 5.10'da görülmektedir. Deneysel verilerden, plastik borular tarafından sağlanan ısı miktarının hava ile ısıtma metodundan sağlanan ısı miktarına göre yaklaşık %10 daha fazla olduğu görülmektedir. Döner şeritli alüminyum borular kullanıldığında sağlanan enerji, hava ile ısıtma metodu kullanıldığında yaklaşık olarak %7 daha küçüktür. Hava sıcaklığını istenen bir seviyede tutmak için sağlanan ısı miktarları için, sıcak-su boruları ve hava kanalları sera duvarlarından uzağa yerleştirildiği takdirde birbirine eşittir denebilir.

5.5 Görüşler

Bölmeler boyunca değişim gösteren hava sıcaklık gradyenleri çok sayıda parametreye bağlıdır. Bu parametrelere örnek olarak; kanallardaki deliklerin pozisyonu ve boyutu (Wells ve Amos, 1994), borular içindeli akış oranları, zemin ve yapı eğimleri gösterilebilir. Zemin eğimi ve yapı, sera içindeki havanın doğal konveksiyonunu yükseltir. Borular içindeki akış, suyun fazla soğumasının engellenmesi için yeterli olmak zorundadır ve böylece boru boyunca olan ısıtma veriminin aşırı varyasyonları da engellenmiş olacaktır. Son deneylerde, eğimlerin zamanla olan ilişkilerinde bir miktar değişkenlik gözlenmiştir. Bölmeler boyunca alınan iki ölçüm noktası arasındaki zamana bağlı varyasyonlar, hava ile ısıtma metodunda diğer metoda kıyasla daha fazladır.



Şekil 5.10 Plastik borular ve sıcak hava ile ısıtılan bölmelerdeki enerji miktarları: (■), plastik borular; (■), delikli kanallar

Gerçek şudur ki; bölmelerdeki sıcaklık gradyenleri, soğutma periyodu sonunda bile bir ısı kaynağının (boruların) bulunmasına ve hat boyunca olan zeminin eğimine bağlıdır. Soğutma periyodunun sonundaki gradyenler, hava ile ısıtma metodunda sıcak-su boru ısıtma metoduna nazaran daha önemsizdir. Bunun nedeni, ısı değiştirgecinin fanı kapandıktan sonra delikli

kanallardan çıkan ısıнын önemsiz hale gelmesidir. Son deneylerden elde edilen veriler göstermektedir ki; her iki metodu ile bölmelerde çapraz olarak esas alınan gradyenler, bölmeler boyunca alınan ölçümlerle kıyaslandığında önemsiz kalmaktadır. Bu sonuç, Meneses ve Monteiro (1990)'nun çalışmaları da yer almaktadır.

Son deneylerde elde edilenlere benzer dikey sıcaklık gradyenleri, uzun süreçte bitki morfojenisini etkileyebilir ve kısa süreç etkilerini ortaya çıkarabilir. Bu, bitkideki fizyolojik proseslerin çevredeki değişimlere verdiği çabuk tepkilerden kaynaklanmaktadır. Menses ve Monterio (1990) çalışmaları; zeminden 1.55 m dikey yükseklikte maksimum 1.5 °C'lik bir sıcaklık farkı belirlemiştir. Verkleij (1985)'in de belirttiği gibi azalan sıcaklık değişimlerinin meydana getirdiği sıcaklık gradyenleri, azalma boyunca gerçekleşen dağılımı etkileyecektir. Çoğu ürün 24 saatlik bir zaman dilimi üzerinde açığa çıkan sıcaklığın zaman integraline bağlı olarak yetişir ve gelişir (De Koning, 1988, 1990) ya da Challa ve Bakker (1995)'in çalışmaları belirttiği gibi; sıcaklık ihtiyaçları, ortalama sıcaklık, kabul edilebilir ölçütteki minimum ve maksimum gündüz ve gece sıcaklıkları tarafından karakterize edilebilir. Bu bulgular yanında, bitkiler arasındaki sıcaklık farklılıklarının integrasyonuna olanak sağlar. Kısa dönem sıcaklık değişimleri, kısa dönem ürün reaksiyonlarını etkileyebilir. Burada sıcaklığın birbirinden farklı reaksiyon eğimlerine ve sabitlerine sahip olan fizyolojik ve morfolojik prosesler üzerinde güçlü bir etkisi vardır (Fink, 1993). Bu nedenle, ısı dağılımının çeşitli metodlarından elde edilebilen ısıtma devri frekansındaki farklılıkların belirli ürünler üzerinde etkisi mevcuttur ve bu, üzerinde daha fazla çalışmaya değer bir konudur. Unutulmamalıdır ki, burada ele alınan iki ısıtma sistemi, sabit şartlar altında benzer ısı kapasiteleri sağlamak için tasarlanmıştır. Bu demektir ki; suyun giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark ve her bir bölmeye giden suyun debisi yaklaşık olarak aynı olmalıdır.

Şekil 5.5'te her iki ısıtma metodunun on-off ısıtmasında seradaki nem oranı değişimleri görülmektedir. Nem oranı ısıtma süresince yükselmekte ve soğuma süresince azalmaktadır. Nem oranındaki periyodik değişimler, plastik zemin ile kaplı ticari seralarda da incelemeye alınmıştır. Havanın su içeriğindeki değişimlerin her bir ısıtma devri süresince ürün terlemesindeki varyasyonlara ve zemin kuru iken az da olsa zeminden olan evaporasyona bağlı olduğu deneysel seralarda elde edilen bir sonuçtur. Gece boyunca hava sıcaklığında ve bağıl nemde görülen değişimler Assaf ve Zieslin (1996) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada, ısıtılan gülde gece terlemesinin sera örtüsünden olan doğal taşınımından etkilenebileceği sonucuna varılmıştır. Gaafer vd. (1990), çalışmasında sıcak sera havasındaki su tüketiminin ısıtılmayan bir seradakine nazaran daha fazla olduğu sonucuna varmıştır. Buna

ek olarak, ısıtılan bir serada, topraktaki su içeriğinin ısıtılmayan bir seradakine kıyasla daha az olduğu da bu çalışmanın sonuçları arasındadır.

Isıtma periyodu süresince nem oranındaki yükseliş, hava ile ısıtma metodunda sıcak-su boru ısıtma metodundakine kıyasla daha fazladır. Çünkü hava ile ısıtmada sera örtü malzemesinin iç kısmındaki rüzgar hızı sıcak-su boru ısıtma metodu ile kıyaslandığında daha yüksektir. Daha yüksek olan rüzgar hızı, yaprakların sınır tabaka direncini azaltmaktadır. Bunun yanında, hızlı hava değişimlerine neden olur. Bunun nedeni, sınır tabaka içindeki nemli havanın sıcak ve daha az nemli hava ile yer değiştirmesidir. Sınır tabaka içinde ortaya çıkan sıcak hava, yaprakların sıcaklığını yükseltir. Sıcak-su boru ısıtma metodunda, yaprakların su buharı basıncındaki artış, hava ile ısıtma metodundaki yaprak sıcaklığındaki artışa benzer olacak şekilde meydana gelir. Fakat sınır tabakadaki nemli havanın birim zaman başına olan sayısındaki değişim, sıcak ve daha az nemli bir hava ile, hava ile ısıtma metodundakinden daha küçüktür.

Nem oranındaki artış, havanın çiy noktasındaki artış ile düşünülür ve bu nedenle, ürün üzerindeki buharın yoğunlaşma riskindeki artış da göz önünde bulundurulur. Hava ile ısıtma metodunda, buhar yoğunlaşmasındaki olasılık hastalık salgınlarına yakalanma riskini artırır (1986). Ek olarak, sıcak-su boru ısıtma metodunda sağlanan ısıнын yaklaşık yarısı radyasyonla transfer olur (Silva vd., 1991) ve yaprakların buna verdiği tepki hava ile ısıtma metoduyla karşılaştırıldığında çok daha hızlıdır. Ayrıca boru ile ısıtma metodunda borulara yakın mesafedeki yapraklar hava sıcaklığından daha yüksek sıcaklığa ulaşabilirler. Bu hem deneysel hem de ticari seralarda yapılan çalışmaların her ikisinde de elde edilen bir sonuçtur. Böylelikle yapraklar üzerindeki su yoğunlaşması da engellenmiş olacaktır.

Buhar terlemesi için sağlanan enerji, nem oranındaki periyodik değişim prosesi tarafından tüketilir. Bir gece boyunca havadaki nem oranını yükseltmek için ihtiyaç duyulan enerji;

$$Q_{buh} = nm_h h \Delta w \quad (5.3)$$

şeklindedir. Burada; n, gece başına olan ısıtma devri sayısı; h, buharlaşma entalpisi; m_a, her bir bölmedeki hava kütlesi ve Δw, her bir ısıtma devrindeki havanın su içeriğindeki artışı ifade etmektedir. Bu eşitlik, sadece ısıtma devirlerinin sıcaklık ve nem varyasyonlarındaki sonuçlar Şekil 5.4a, Şekil 5.4b ve Şekil 5.5 ile benzerlik gösterdiğinde geçerlidir. Q_{buh} enerjisi, bu çalışmada elde edilen mevcut deneysel verilerden hesaplanmış ve hava ile ısıtılan bölmelere olan toplam enerjinin yaklaşık %11-17'sini karşıladığını göstermiştir. Hesaplamalarda 14 gece boyunca elde edilmiş deney verileri kullanılmıştır. Her bir gece için,

ısıtma devirleri sayılmış ve her bir devir için nem oranındaki artış hesaplanmıştır. Bulgular, Kozai vd. (1982)'ın çalışmasındaki sonuçlarla birebir örtüşmektedir. Kozai et al., çalışmasında ısıtılan bir seranın ısı ihtiyacının yaklaşık %10-20'sini terlemenin oluşturduğu sonucuna varmıştır. Meyer (1976) ise çalışmasında zeminden ve üründen transfer olan su buharı üzerinde durmuştur. Çalışmasında, sıcak ve kuru havayı zemin ve bitki üzerine direkt üfleyerek ısı tüketimini artırarak sonrasında bu tüketimi önlemeye çalışmıştır. Bununla beraber sağlanan enerjinin bir bölümünün terleme için soğutma periyodu süresince ısı olarak geri alındığı, kalanının da duvarlar ve sera çatısındaki buharın yoğunlaşmasıyla kaybolduğu sonucuna ulaşmıştır.



6. SEÇİLEN ISITMA SİSTEMİ POZİSYONUNUN SICAKLIK DAĞILIMINDAKİ ETKİSİ*

Isıtma sistemlerinin bağımsız bir şekilde kontrol edilebilmesi, ürün gelişimini etkileyen lokal ürün ısıtmasına olanak sağlar. Ürün sıcaklığı dikey dağılımındaki ısıtma sistemi etkilerini ve bunun örnek olarak seçilen bir domates serasında uygulandığını görmek amacıyla bir analiz modeli oluşturulmuştur. Bu modelde, fiziksel taşıma prosesleri (ışınım, taşınım ve gizli ısı geçişi) esas alınmıştır. Isıtma boruları, ürün katmanları, toprak ve çatı arasındaki ısıtım değişim faktörleri, ısıtma sistemleri pozisyonunun dikey dağılım fonksiyonu olacak şekilde ele alınmıştır.

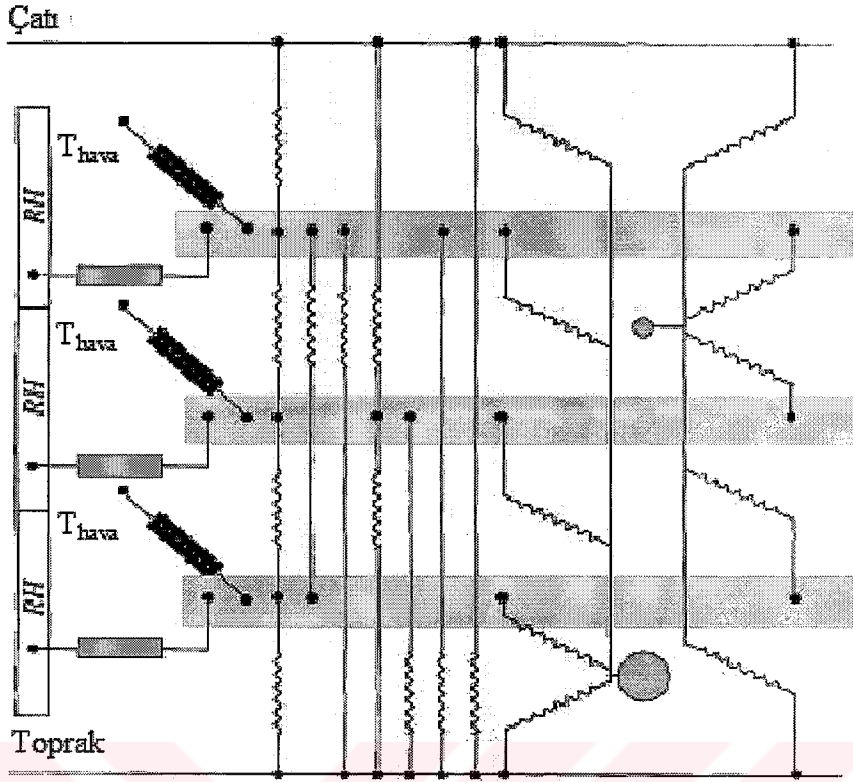
Bu çalışma sonuçlarının elde edildiği deneylerle, ısıtma sistemi pozisyonunun sera içi sıcaklık değişimlerine olan etkileri saptanmıştır. Bu model, ısıtma borularının pozisyon ve sıcaklığının fonksiyonu olacak şekilde ürün sıcaklık dağılımı için iyi bir yöntem oluşturmuştur.

Ürün kontrolü için, ürünün gelişme noktasına yakın yerde ısıtma sistemlerinin kullanımı tercih edilmesine rağmen; bu genelleme, ısıtma sistemleri ve çatı arasındaki ısıtım değişimindeki yükselmeden dolayı, seradan olan enerji kaybında artışa neden olmaktadır (Bot ve Van de Braak, 1995). Pozisyon ve ürün üzerindeki sıcaklığın etkileri, pozisyonun optimizasyonu ve enerji etkinliği açısından bağımsız ısıtma sistemlerinin kullanımında önemlidir. Dikey sıcaklık dağılımının ürün üzerindeki lokal etkileri üzerinde yapılmış çalışmalar (Winspear, 1978; Aubinet ve Deltour, 1993; Yang, 1995) mevcuttur, fakat bu çalışmada bunların üzerinde durulmamıştır. Bu çalışmada, ürünlerdeki dikey sıcaklık dağılımı üzerinde durulmuş ve değerlendirme deneysel veri sonuçlarına göre yapılmıştır.

6.1 Ürün sıcaklık modeli

Katman modeli, sera ve üründen oluşmaktadır. Üst katman; sera çatısı, alt katman; toprak ve ürün (domates) ile sera havası arasındaki katmanlardan oluşan bir yapı bulunmaktadır. Modelin şematik gösterilişi, Şekil 6.1'de görülmektedir. Modelde kullanılan sıcaklıklar; toprak, çatı, sera havası ve ısıtma borularının sıcaklıklarıdır. Sera havasının nemi de sınırlayıcı değer olarak kullanılmaktadır.

*Kempkes, Braak, Bakker isimli bilim adamlarının "Effect of Heating System Position on Vertical Distribution of Crop Temperature and Transpiration in Greenhouse Tomatoes" başlıklı çalışması ile Teitel ve Tanny isimli bilim adamlarının "Radiative Heat Transfer from Heating Tubes in a Greenhouse" başlıklı çalışmalarının birebir çevrildiği bölümlere yer verilmiştir.



Şekil 6.1 Ürün sıcaklık modelinin şematik gösterimi: ●, alt ısıtma borusu; —, evaporasyon; —, ürün katmanları; —, taşınım; ●, üst ısıtma borusu; —, ısıtım; RH, bağıl nem; T_{hava} , hava sıcaklığı

6.1.1 Isıtma borularından olan ısıtım ile ısı geçişi

Isıtma borularından olan ısıtım ile ısı geçişinin hesabı için basit bir model ele alınmış ve çeşitli boru pozisyonları için hesaplamalar yapılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki; ısıtım ile olan ısı geçişi açısından en iyi boru pozisyonu, ürüne yakın ve ürünün orta yüksekliğinde olmalıdır. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç da; düşük boru yüzey sıcaklıklarında, ısıtım ile olan ısıtma etkinliğinin boru yüzey sıcaklığıyla ani bir yükseliş göstermesidir.

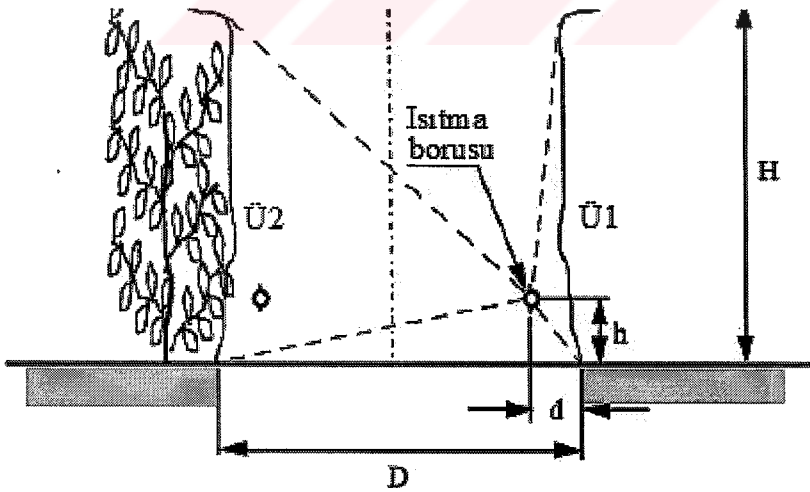
Bitki örtü sıcaklığının istenen seviyede tutulmasında, seranın borularla ısıtılması bilindik bir metottur. Boruların, bitki yataklarına çok yakın pozisyonda yerleştirilmesi halinde, elde edilen ısıtımın yaklaşık yarısı borulardan sera çevresine radyasyonla, kalanı da taşınım ve iletimle geçer (Teitel vd., 1996; Stanghellini, 1983). Sera içindeki her bir yüzeye ısıtım ile olan ısı geçiş miktarı, her bir boru ve bunun yüzeyi arasındaki şekil faktörü ile sera alanı içindeki boruların dizilişine bağlıdır. Bu nedenle; boruların diziliş şekilleri, bitki örtüsüne ısıtım ile olan direkt ısı geçişini belirler.

Popovski (1986) tarafından yapılan çalışmada; düşük sıcaklıktaki ısıtıcı akışkanlar kullanılmıştır. Bu çalışmada önerilen; ısıtma borularının ürüne ve zemine yakın bir pozisyonda yerleştirilmesidir. Bunun sağlayacağı avantajlar; çatıya doğru ışınlama ısı geçişinin azalması, bitki örtüsüne doğru olan ısınmış havanın optimum hareketi ile bitki köklerinin optimum sıcaklıkta korunmasını sağlamasıdır. Mastalerz (1977)'e göre; ısıtım borularının sera içinde bir boydan bir boya, bitki yüksekliğinde düzenli bir şekilde yerleştirilmesi önemli avantajlar sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı; borulardan, sera içindeki yüzeylere ışınlama olan ısı geçişinin boru dizilişinden nasıl etkilendiğinin belirlenmesidir. Işınlama üzerinde yoğunlaşılmasının başlıca iki nedeni; yukarıda da belirtildiği gibi borular tarafından sağlanan ısınlama yaklaşık yarısının ışınlama geçmesi ve ısınlama taşınımından farklı olarak yaprak sıcaklığını sera içi hava sıcaklığı üzerine çıkarmasıdır. Böyle bir durumda, yapraklar üzerindeki ve bitkinin diğer bölümlerindeki su buharının yoğunlaşması imkansızdır. Bu da seradaki hastalık salgını riskini azaltır.

6.1.1.1 Işınlama ısı geçiş modeli

Bu modelde, dikdörtgen biçimli çapraz kesitte (genişlik, D ; yükseklik, H) bitki yataklarına çok yakın olan alanlar ($\dot{U}_1$ ve $\dot{U}_2$) ele alınmıştır (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 $\dot{U}_1$ ve $\dot{U}_2$ türleriyle ısıtma borusu yerleşiminin şematik gösterimi. (Kesikli çizgiler, boru ve yüzeyler arasındaki şekil açılarını göstermektedir.)

Isıtma borusu, bitkiden d uzaklıkta ve zeminden h yükseklikte yerleştirilmiştir. Ayrıca boru çapı olan R , H 'ye kıyasla çok küçük ($R/H \cong 0,05$; güller ve domatesler için) kabul edilmiştir.

Bu nedenle, bitki köküne yakın (Ü2) olan boru, karşı bitki köküne (Ü1) olan ışınlama engel olmamıştır. Bu şartlar altında, Ü1'e çok yakın olan boru ile yüzeyler arasındaki şekil faktörleri (Holman, 1989) şu şekilde hesaplanır:

$$F_{b-\dot{U}1} = \frac{\tan^{-1}(h/d) + \tan^{-1}[(H-h)/d]}{2\pi} \quad (6.1)$$

$$F_{b-z} = \frac{\tan^{-1}(d/h) + \tan^{-1}[(D-d)/h]}{2\pi} \quad (6.2)$$

$$F_{b-\dot{U}2} = \frac{\tan^{-1}[h/(D-d)] + \tan^{-1}[(H-h)/(D-d)]}{2\pi} \quad (6.3)$$

$$F_{b-\varphi} = \frac{\tan^{-1}[d/(H-h)] + \tan^{-1}[(D-d)/(H-h)]}{2\pi} \quad (6.4)$$

Burada; $F_{b-\dot{U}1}$, Ü1'e yakın boru ile Ü1 içindeki ürün arasındaki şekil faktörü; F_{b-z} , boru ile zemin arasındaki şekil faktörü; $F_{b-\dot{U}2}$, Ü2'ye yakın boru ile Ü2 içindeki ürün arasındaki şekil faktörü; $F_{b-\varphi}$, boru ile çatı arasındaki şekil faktörüdür.

Işınım ile ısı geçişi hesabını basitleştirmek için, bitkinin bir blok halinde düşünülebilecek kadar sık yoğunlukta olduğu kabul edilir. Ayrıca tüm yüzeylerin (bitki örtüsü, Ü1 ve Ü2; zemin, z; cam çatı, φ ve boru dış yüzeyleri, b) emisyon değerleri, siyah cisim (1987) olarak hesaba katılabilecek kadar (yaklaşık 0.95) yüksektir (Monteith ve Unsworth, 1995; Stanghellini, 1987). Böylece boru yüzeyinin birim alanından ışınlama gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarı;

$$Q_{rad,i} = \sigma \sum_n F_{b-n} (T_b^4 - T_n^4) \quad (6.5)$$

Burada; F_{b-n} , boru ve yüzeyler ($n=\dot{U}1, z, \dot{U}2, \varphi$) arasındaki radyoaktif şekil faktörü; T_b , boru sıcaklığı; T_n , yüzey sıcaklıkları; σ , Stefan-Boltzmann sabiti'dir.

Isıtmadaki amaç Ü1 ve Ü2 içindeki ürüne ısı sağlamaktır. Isı miktarı, ışınlama Ü1'e bitişik olan borudan ürüne;

$$Q_c = \sigma [F_{b-\dot{U}1} (T_b^4 - T_{\dot{U}1}^4) + F_{b-\dot{U}2} (T_b^4 - T_{\dot{U}2}^4)] \quad (6.6)$$

Işınım ile ürün ısıtma verimi;

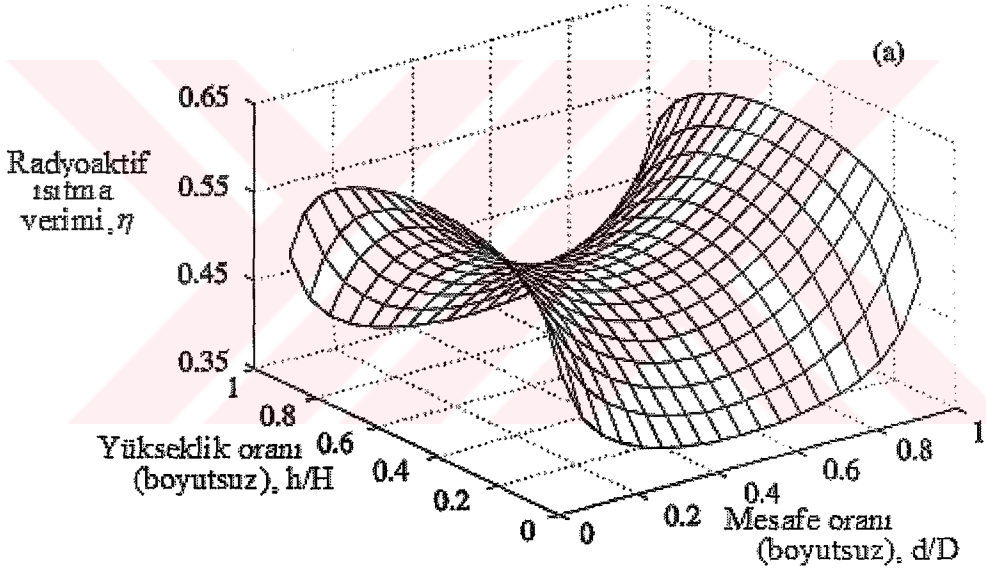
$$\eta = \frac{Q_c}{Q_{rad, i}} \quad (6.7)$$

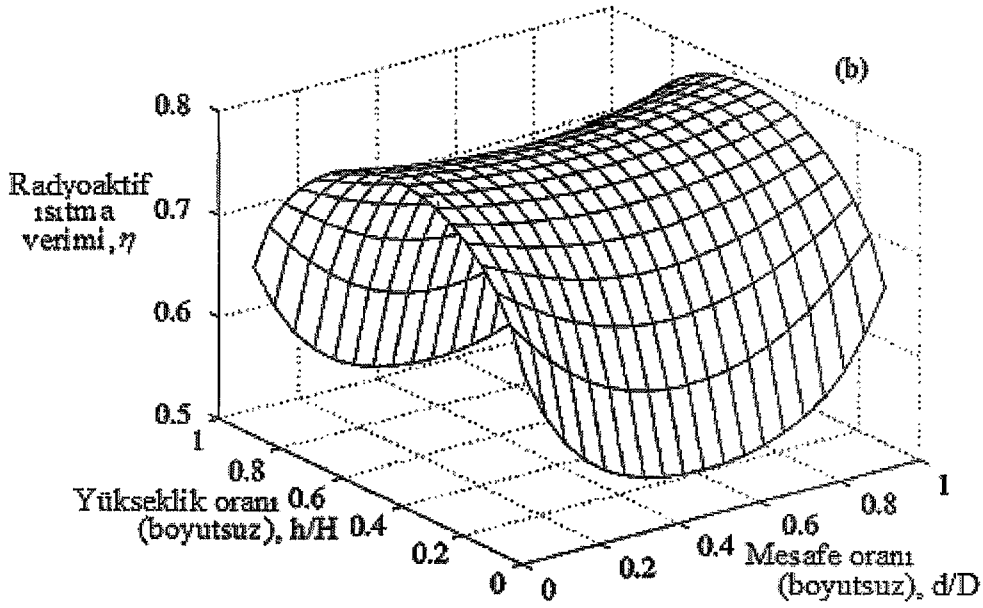
Q_c ve $Q_{rad, i}$ 'nin her ikisi de boru pozisyonuna ve sıcaklığına bağlıdır. Bu parametrelerin verim üzerine olan etkilerini sayısal olarak analiz etmek için, örnek olarak seçilen değerlerle yapılan hesaplamalar şu şekilde olacaktır:

$$T_{\varnothing 1} = T_{\varnothing 2} = T_z = 293K$$

$$T_{\varphi} = 283K$$

$T_b = 358K$ olacak şekilde seçilmiştir.



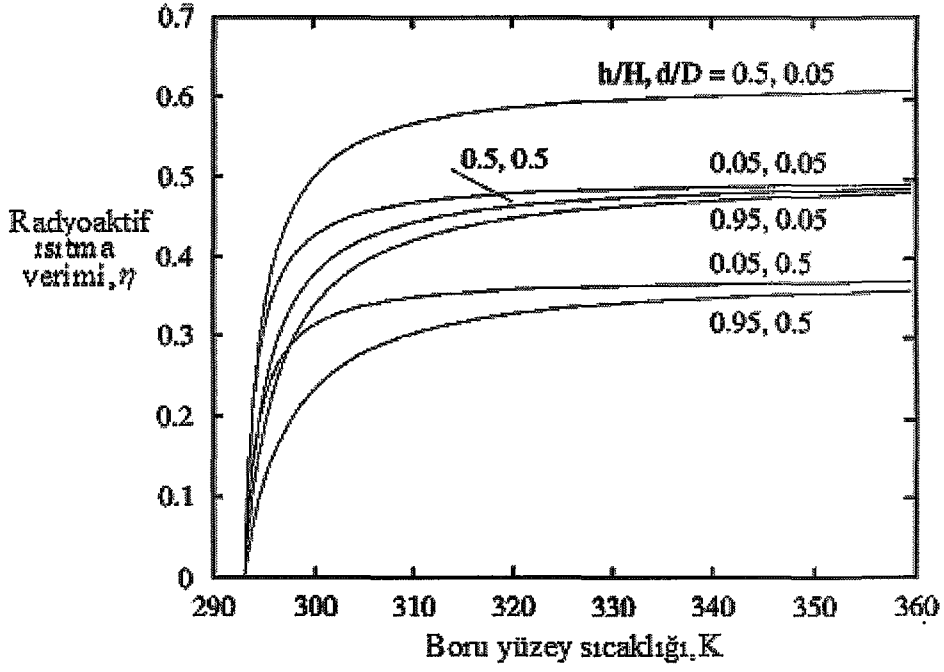


Şekil 6.3 Bitki yatakları arasındaki radyoaktif ısıtma veriminin, η , dağılımı.

$$T_{01} = T_{02} = T_z = 293K, T_c = 283K, T_b = 358K. (a) H/D=1; (b) H/D=3$$

Şekil 6.3'te $0 < h < H$ ve $0 < d < D$ aralıklarında (h , d) boru pozisyonunun fonksiyonu olarak tanımlanan η değerleri görülmektedir. Şekil 6.3(a)'da $H=D$; Şekil 6.3(b)'de $H=3D$ koşulu geçerlidir. Bu oranlar (H/D), ısıtılan seralarda yetiştirilmiş birkaç genel üründen seçilmiştir. Örneğin; $H/D \approx 1$, gül için; $H/D \approx 3$, domates içindir. Benzer hesaplamalar diğer ürün boyutlarında da uygulanabilir. Şekiller göstermektedir ki; η , çoğunlukla boru pozisyonuna ve üzerinde çalışılan kesitteki görüş oranına bağlıdır. Her iki görüş oranındaki maksimum verim, ürünün orta yüksekliğinde ($h/H=0.5$) maksimum yakınlıktaki boru ile sağlanmakta; minimum verimlilik ise, bölüm kesit merkezinde ($d/D=0.5$) çatıya yakın pozisyondayken ortaya çıkmaktadır. Maksimum verim değerinin, daha geniş görüş oranı için daha yüksek olduğu da belirtilmektedir.

Şekil 6.3(a) ve Şekil 6.3(b) arasında yapılan karşılaştırma, orta yükseklikteki verimin yatay pozisyonunda görüş oranı yükselirken azaldığını göstermektedir. Boru pozisyonunda meydana gelebilecek bir değişim sonucu, ürün sıcaklığının da değişeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla beraber, ürün sıcaklığında görülen orta derecedeki değişimlerin, ne Şekil 6.3 üzerinde ne de η üzerinde bir etkisi olmayacaktır.



Şekil 6.4 Yüzey sıcaklığına göre belirlenen radyoaktif ısıtma verimindeki varyasyonlar

$$T_{O1} = T_{O2} = T_z = 293 K, T_c = 283 K$$

Şekil 6.4'te, $293 < T_b < 360$ K aralığında ele alınan kesitteki 6 farklı durum için radyoaktif ısıtma verimi, η , ile boru sıcaklığı, T_b , arasındaki ilişki görülmektedir.

Boruların optimum pozisyonunun belirlenmesinde taşınımın da önemli bir rolünün olduğu unutulmamalıdır, ve bu yüzden ışıınım gibi göz önünde tutulması gereklidir. Niteliksel olarak, borunun ürüne yakın konumlandırılması ve yere yakın olan pozisyonda örtü içine doğru olan sıcak hava hareketinin iyi bir şekilde olacağı beklenebilir, fakat mevcut analiz böyle bir durumda radyoaktif ısıtma verimliliğinin önemli bir derecede düştüğünü göstermektedir. Bu, optimum boru pozisyonunu belirlemede sadece ışıınım veya sadece taşınım analizinin önerilemeyeceğini imkansız kılmaktadır. Bununla beraber, bulduğumuz sonucu Popovski (1986)'nin boru yere yakın bir pozisyonda konumlandırılmalı önerisiyle birleştirerek boru konumu için ürüne yakın, ürünün orta boyu ile zemin arasında optimum bir diziliş önerilebilir. Bununla beraber borunun ürüne değmesi engellenmelidir, sıcak boru yanmaya neden olabilir.

Radyoaktif açıdan vardığımız sonuçları şu şekilde sıralamamız mümkündür:

- Radyoaktif açıdan bakıldığında; boru pozisyonu için en uygun konum, ürünün orta boyu hizasında ve ürüne yakın olmasıdır.

- Radyoaktif ısıtma verimliliğindeki değişkenlik önemli ölçüde bitki köklerine çok yakın kesitler arasındaki şekil faktörüne bağlıdır. Verimdeki maksimum değer yükselişi, H/D ile olmaktadır.
- Radyoaktif ısıtma verimi, son ürün sıcaklığından kısmen daha yüksek olduğunda, boru yüzey sıcaklığıyla birlikte ani bir yükseliş gösterir. Yüksek boru sıcaklıklarında ise, verimlilik yaklaşık olarak sabit bir değerde kalır.

6.1.2 Isıtma borularından taşınımınla gerçekleşen ısı geçişi

Havada asılı duran bir boruda meydana gelen ısı transfer miktarı Q ile ifade edilir. Bu tip problemler taşınım konusu dahilinde işlenmektedir. Burada dışarıdan bir etki ile ısı geçiş miktarı üzerinde bir değişim yapılmamaktadır ve olay bu nedenle doğal taşınımdır.

Doğal taşınım problemlerinde önce akışın türü belirlenir. Üç akım çeşidi vardır:

- 1) Laminar akış
- 2) Geçiş bölgesi
- 3) Türbülanslı akış

Laminar, suyun düşük hızlarında görülen akış tipidir. Akışta su molekülleri düzenlidir.

Geçiş bölgesi, suyun laminar akışa göre biraz daha yüksek hızlarında görülen akış tipidir. Bu akışta su molekülleri laminar akıştakine oranla biraz daha dağınıktır.

Türbülanslı akış ise, suyun yüksek hızlarında görülen akış tipidir. Türbülanslı akışta su molekülleri dağınık bir şekildedir.

Buradaki taşınımınla olan ısı geçişi hesabında, borunun dış çapını ve et kalınlığını sabit alınacaktır. Suyun sıcaklığı, suyun hızı ve bu değerlere bağlı olan diğer sonuçlar da değişken olacaktır. Bu değişken durumlara bağlı olarak bazı değerler de (Prandtl , Nusselt ve Grasof sayıları) ve bu sayılara bağlı olarak da ısı geçiş miktarları da değişkenlik gösterecektir.

Suyun yoğunluğu ve kinematik viskozitesi suyun sıcaklığının bir fonksiyonudur. Suyun sıcaklığı arttıkça bu değerler azalır. Burada suyun kinematik viskozitesinin fonksiyonu,

$$\nu = a \times T^2 + b \times T \quad (6.8)$$

şeklinde ve viskozite değerleri bu fonksiyonun sonuçları olarak bulunur.

Reynolds sayısı hesabında kullanılan eşitlik,

$$Re = \frac{\gamma \times d}{\beta} \quad (6.9)$$

Reynolds sayısı, suyun hızı ile karakteristik uzunluğun suyun kinematik viskozitesine bölünmesinden elde edilir. Reynolds sayısı akışın türünü de belirler.

$Re < 2300$ ise akış Laminar

$2300 < Re < 10000$ ise Geçiş bölgesi

$Re > 10000$ ise Türbülanslı akış

Akışın türü belirlendikten sonra Nusselt sayısı bulunur ve bu sayının bulunmasından sonra bu sayıya bağlı olarak taşınım ısı geçiş katsayısı bulunur. Nusselt sayısının eşitliklerinden biri şu şekildedir,

$$Nu = \frac{\alpha \times d}{\lambda} \quad (6.10)$$

Nusselt sayısının diğer eşitlikleri ise akışın türüne göre farklılık gösterir.

Prandtl sayısı şu şekilde bulunur:

$$Pr = \frac{\nu \times \rho \times c_p}{\lambda} \quad (6.11)$$

Prandtl sayısı da ısı geçiş miktarının bulunması için bulunması gereken sayılardan birisidir.

Bunların dışında ısı geçiş miktarının belirlenmesi için bulunması gereken diğer bir sayı ise Grashof sayısı (Gr)'dir. Grashof sayısı, yer çekim ivmesinin suyun kinematik viskozitesiyle, on sayısının dokuzuncu kuvvetiyle, boru yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farkla ve borunun dış çapının üçüncü kuvvetiyle çarpımının havanın viskozitesinin karesine bölümünden elde edilir.

$$Gr = \frac{g \times \beta \times \Delta T \times X^3 \times \rho^2}{\mu^2} \quad (6.12)$$

Grashof sayısının bulunmasından sonra bu sayıya ve Prandtl bağlı olarak Nusselt sayısı da bulunur. Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Gr ve Pr sayılarının çarpımı, 10^5 ile 10^8 arasında bir değer almıştır. Bu sonuca bağlı olarak, Nu için kullanılacak olan eşitlik;

$$Nu = 0,47(Gr Pr)^{0,25} \quad (6.13)$$

olarak belirlenmiştir. Bu nusselt sayısına bağlı olarak, sırasıyla ısı geçiş katsayısı, akım kesit alanı bulunarak , bu değerlerin sıcaklık farkı çarpımıyla da transfer edilen ısı miktarına ulaşılır.

6.1.3 Üründen ortam havasına taşınım ile olan ısı geçişi

Her bir hava-ürün tabakası için, sera havası ve ürün arasındaki α , taşınım ısı değişim katsayısı;

$$\alpha = \rho c_p r_e^{-1} \quad (6.14)$$

şeklindedir. Burada; c_p , havanın özgül ısı; ρ , hava yoğunluğu; r_e , dış direnç; olarak sembolize edilmiştir (Stanghellini, 1987). r_e ile gösterilen dış direnç için ise şu şekilde bir eşitlik tanımlanmıştır:

$$r_e = 1174 L^{0.5} (L |T_{ürün} - T_{hava}| + 207 u^2)^{-0.25} \quad (6.15)$$

Burada; L, seçilen katmandaki yaprak boyu (1-7 arasında); u, hava hızı (0.04-0.2 m/s (Stanghellini, 1987; De Zwart, 1996) ya da 0.1-0.3 m/s (Aubinet ve Deltour, 1993) olacak şekilde alınabilir.

6.1.4 Üründen ortam havasına buharlaşma yoluyla ısı geçişi

Her bir ürün katmanındaki buharlaşma ile sera havasına olan gizli ısı geçiş miktarı Q_c için belirlenen eşitlik;

$$Q_c = 2 I_c \rho c_p \Delta p (\gamma (r_l + r_e))^{-1} \quad (6.16)$$

şeklindedir. Buradaki; γ , psikrometrik sabit bir değer; r_l , iç yaprak direnci; Δp , buhar basıncı olarak alınır. Gece şartlarında kullanılan parametreler ise şu şekilde belirlenmiştir (Stanghellini, 1987):

$$r_l = 685.5 r_{\Delta p} r_t r_{CO_2} \quad (6.17)$$

$$r_{\Delta p} = (3.8 \text{ ve } (1 + 5.2 \times 10^{-6} \Delta p^2)) \text{'nin minimum değeri} \quad (6.18)$$

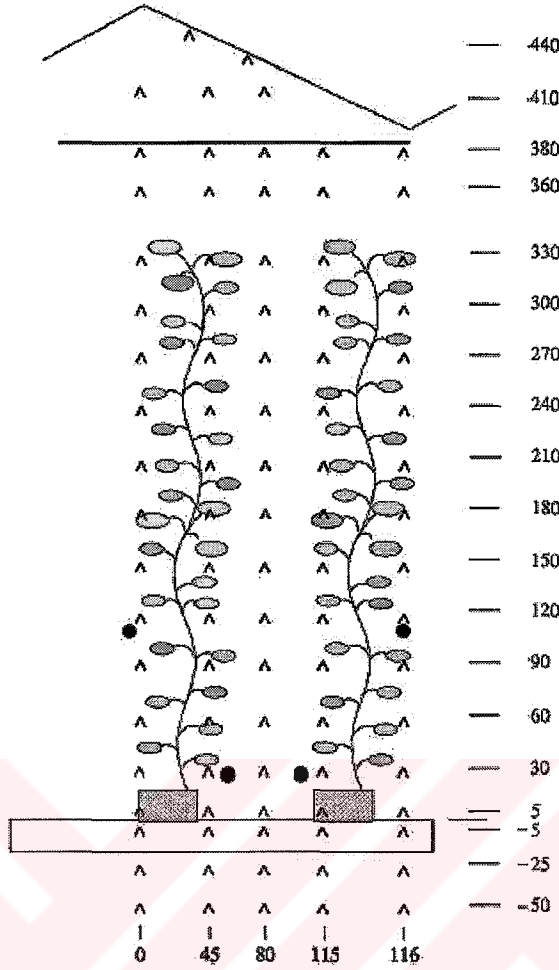
$$r_t = 1 + 0.005 (T_{ürün} - 273.15 - 33.6)^2 \quad (6.19)$$

$$r_{CO_2} = 1 + 1.11 \times 10^{-11} (C - 200)^2 \quad (6.20)$$

Buradaki; $T_{ürün}$, yaprak sıcaklığını; C, sera havasındaki CO₂ konsantrasyonunu; r_{Ap} , r_t ve r_{CO_2} , buhar basıncı, ürün sıcaklığı ve CO₂ konsantrasyonu için direnç faktörlerini göstermektedir.

6.2 Seçilen ısıtma sistemi pozisyonunun sıcaklık dağılımındaki etkisini belirlemede kullanılan metodlar ve bunlara ait değerlendirmeler

Seçilen ısıtma sistemi pozisyonunun sıcaklık dağılımındaki etkisini belirlemede deneysel verilerden yararlanılmıştır. Ölçümler için; cam kaplı, 4 ayrı bölümden oluşan deneysel bir sera kullanılmıştır. Her bir bölüm 283 m²'lik bir alana sahiptir. Dikimi yapılacak ürün olarak domates seçilmiş ve bu ürünün yoğunluğu 2.8 bitki/m² olarak kabul edilmiştir. Isıtma sistemi için belirlenen gündüz hava sıcaklığı, 18.5 °C; gece hava sıcaklığı ise 17.5 °C olarak seçilmiştir. Bölümlerden seçilen biri üzerinde, özellikle ürün sıcaklık dağılımına önem verilmiştir. Bu bölümde, alt ısıtma sistemi (her 3.2 m'lik aralık başına 4 adet 51 mm çaplı çelik boru) zeminden 15 cm yukarı yerleştirilmiştir. Üst ısıtma sistemi (her bir aralık başına 2 adet 51 mm çaplı çelik boru) ardışık 3 yükseklik mesafesinde (0.4, 1.5 ve 2.5 m) yerleştirilmiştir. Üst ısıtma sistemi, çevresel kontrol açısından alt ısıtma sisteminden daha öncelikli kullanılır. Hava sıcaklığı ayar noktasına ulaşmak için, ilk olarak üst ısıtma sistemindeki su sıcaklığı maksimum 60 °C'ye getirilir. Isıtma sisteminin kapasitesi, bu sıcaklığı korumaya yetmiyorsa, ek ısı girişi sağlamak amacıyla alt ısıtma sistemi de kullanılır. Yapılan bu deneysel çalışma süresince, sera içindeki CO₂ konsantrasyonunun da ölçümü alınmıştır. Sera içindeki hava ve yaprak sıcaklıkları yapılan ölçümlerle 86 °C ve 60 °C olarak belirlenmiştir. Ölçümü alınan noktalar Şekil 6.5'te gösterilmiştir.

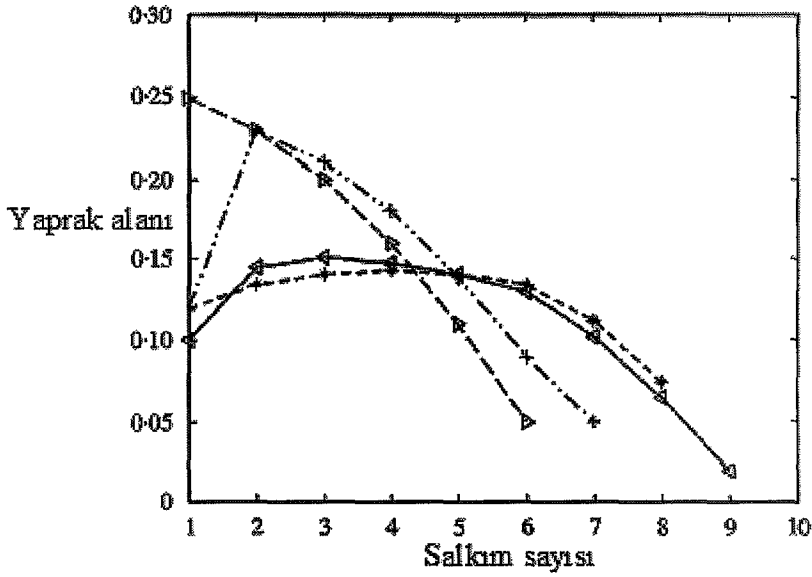


Şekil 6.5 (t^a), hava sıcaklığını; (t^y), yaprak sıcaklığını göstermektedir. Tüm ölçümlerin birimi $^{\circ}\text{C}$ 'dir; $\bullet$, 5.1 cm çaplı ısıtma borusu

Sera havasının nemi, kuru ve yaş termometre sıcaklıklarıyla tespit edilmiştir. Ölçümü alınan noktalar, her bir bölümün merkezinde yerden 0.5, 1 ve 2 m yükseklikte olacak şekilde belirlenmiştir.

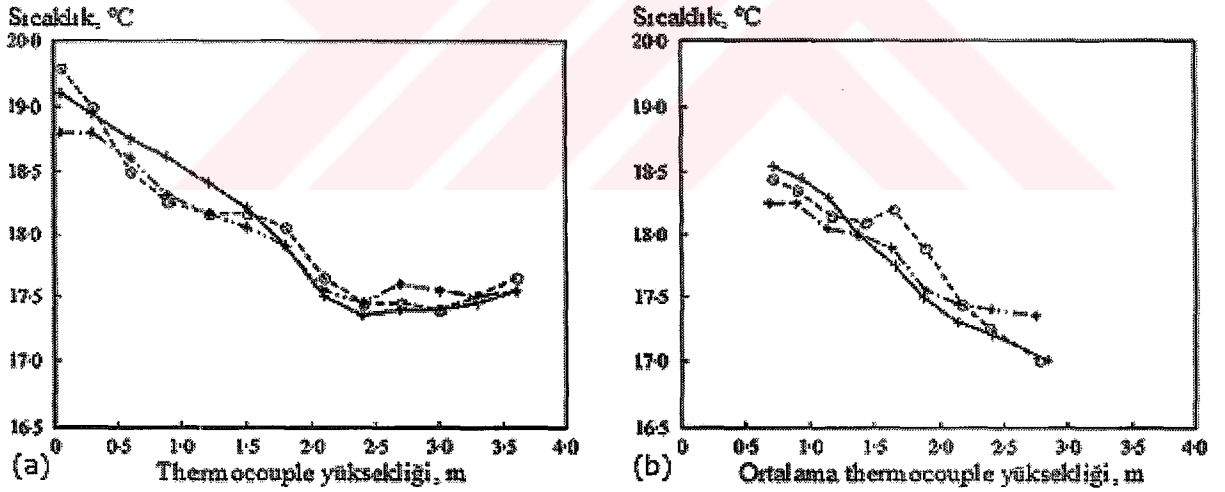
Yaprak sıcaklıklarının ölçümünde ince tel ($250 \mu\text{m}$) şeklinde termo-couplelar kullanılmıştır ve bunlar, ürünlerdeki gelişime göre sık sık düzenlenmiştir.

Sağlanan bu düzeneklerle elde edilen verilerden çıkarılan sonuçlara göre salkım adedi ve salkım başına düşen yaprak alanı dikey dağılımı, ışıyım değişim faktörünün belirlenmesinde önemli bir veridir. Salkım adetleri 6 ile 9 arasında değişirken m^2 başına düşen bitki yaprak alanı 3-4.2, salkım mesafesi 0.22-0.30 arasında değerler almaktadır. Şekil 6.6'da salkım sayısına bağlı olarak yaprak alanları verilmiştir.



Şekil 6.6 Haftalara göre yaprak alanındaki dağılım: (----*), 9. hafta 6 ürün tabakası; (— · — · +), 10. hafta 7 ürün tabakası; (— — — Δ), 11. hafta 8 ürün tabakası; (— Δ), 11 haftadan sonra 9 ürün tabakası

Şekil 6.7’de ise, ortalama olarak belirlenen hava ve yaprak sıcaklıkları her bir hafta başına seçilen üç boru pozisyonu için yüksekliğin fonksiyonu olacak şekilde belirlenmiştir.



Şekil 6.7 — · — · *, 2.5 m; — — — ○, 1.5 m; — — — +, 0.4 m yükseklikte ölçülen (a) hava ve (b) yaprak sıcaklık dağılımları

Hava sıcaklık dağılımındaki lokal ısıtmanınuzun dönem etkileri sınırlandırılmıştır. Üst ısıtma sisteminin tam üzerindeki hava sıcaklığı, Şekil 6.7(a)’da gösterildiği gibi, 0.2-0.3 °C arasında bir yükseliş gösterir. Yaprak sıcaklıkları üzerindeki lokal ısıtmanın etkisi (Şekil 6.7(b)) daha fazladır. 1.5 m yükseklikteki bir boru için, bu yükseklikteki ortalama yaprak sıcaklığı yaklaşık 0.5 °C daha yüksektir. Aynı şekilde, 2.5 m olan yükseklik için bu değer, diğer tüm boru

pozisyonlarına kıyasla hemen hemen 0.4 °C daha yüksektir.

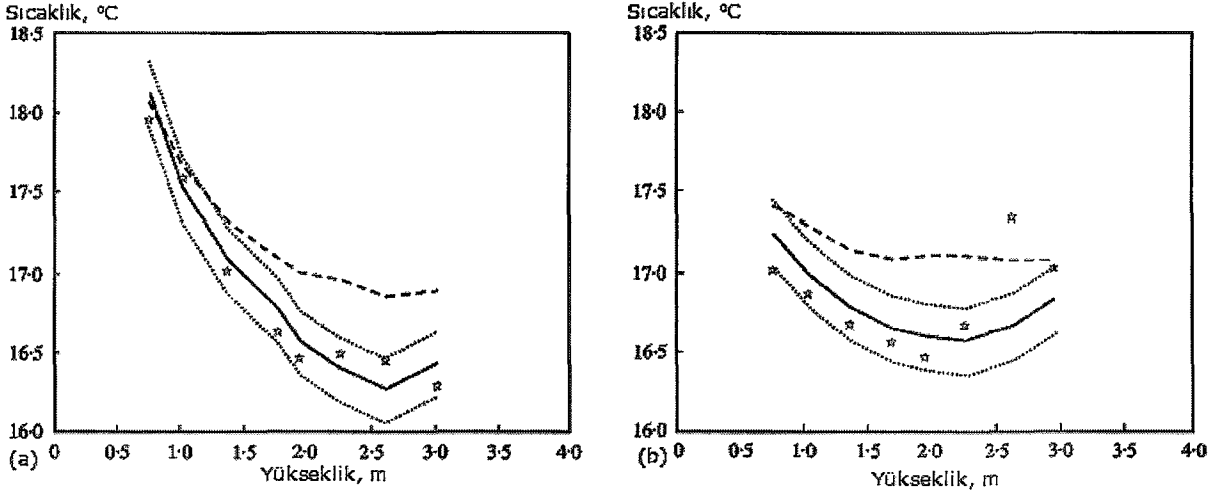
Üst pozisyonundaki ısıtma borusu, seranın üst bölümündeki hava sıcaklığını daha yüksek tutar ve buna bağlı olarak sera kaplamasından taşınım ile olan ısı kayıplarında artış gözlenir.

Sera havası ve ürün yaprakları üzerindeki dikey sıcaklık dağılımı, ısıtma borularının pozisyon ve sıcaklıklarının bir sonucudur. Bu, özellikle domates yetiştirilen seralarda karşılaşılan bir durumdur. Isıtma boruları, ürünün en üst seviyesinin altındayken, ürün üzerindeki sera hava sıcaklığı ürün sıcaklığından daha düşüktür (Şekil 6.7(b)). Bu sonuç, Winspear (1978) ve Yang (1995)'in çalışmalarıyla aynıdır. Aubinet ve Deltour (1993) ile Yang (1995)'in çalışmalarındaki bulgular, genelde yaprak sıcaklıklarının hava sıcaklığının altında olduğunu göstermektedir. Aynı sonuç, bu çalışmada da yer almıştır (Şekil 6.7(a) ve (b)).

6.3 Model değerlendirilmesi

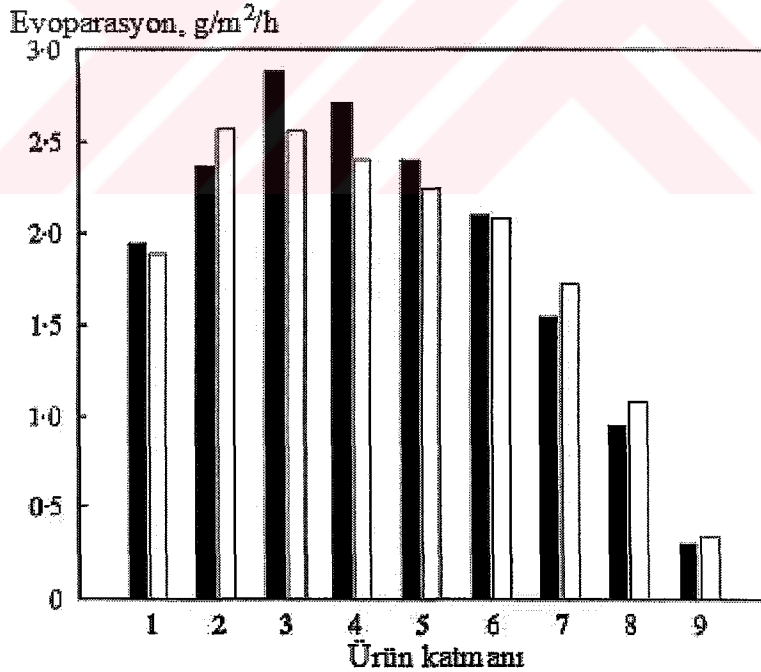
Ürün sıcaklık modeli, ölçümü yapılan yaprak alanındaki sıcaklık dağılım değerleri ve ısıtma sisteminin pozisyonu kullanılarak genelleştirilmiştir. Çeşitli katmanlarda ürün sıcaklık hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalarda ölçülen toprak, hava, ısıtma borusu, çatı ve havadaki nem değerleri sınır değerler olarak kullanılmıştır. Dış direnç, re (6.15), değerlendirilmesi için üst ısıtma sistemi altındaki hava katmanının hızı 0.05 m/s, üstündeki hava hızı 0.15 m/s olarak belirlenmiş ve bu sonucun beklenen değerle örtüştüğü görülmüştür. Bu hızların belirlenmesiyle ilgili çalışmalar Stanghellini (1987), De Zwart (1996), Van Holsteijin ve Kempkes (1992)'e aittir.

Şekil 6.8'de, 0.4 m yükseklikteki (Şekil 6.8(a)) ve 2.5 m yükseklikteki (Şekil 6.8(b)) üst ısıtma sistemlerine ait örnekler yer almaktadır.



Şekil 6.8 Seçilen iki üst ısıtma sistemi için en az hata oranı (.....) ile ölçülen (---) hava ve (*) yaprak sıcaklıkları: (a) 0.4 m yükseklikte; (b) 2.5 m yükseklikte

Similasyon sonuçları göstermektedir ki; ısıtma borularının yeri ve sıcaklığı sadece ürün sıcaklığını değil ürünün lokal evaporasyonunu da etkilemektedir. Şekil 6.9, 0.5 ve 2.3 m yükseklikteki iki boru pozisyonu için 60 °C sıcaklıktaki bir boruda ürün katmanına başına olan tahmini evaporasyon değerlerini göstermektedir.



Şekil 6.9 Her bir ürün katmanında, seranın birim alanı başına, üst ısıtma sisteminin iki pozisyonu için beklenen evaporasyon değerleri (■, 0.5 m yükseklikte; □, 2.3 m yükseklikte; boru sıcaklığı, 60 °C)

En çok evaporasyonun görüldüğü bölge, her iki pozisyon için de ürünün orta boyundan daha alt seviyede yer alır. Bunun nedeni, yaprak yoğunluğunun fazla oluşudur. 0.5 m yükseklikteki ısıtma borularının bulunduğu yerde, seranın m^2 'si başına düşen evaporasyon yaklaşık olarak 0.5 g/h daha fazladır. Bu, lokal evaporasyonu tahmin ve kontrol imkanı verir. Ayrıca bu suretle, ürün içindeki besleyici madde dağılımı için de aynı olanakları sunar (Aikman ve Houter, 1990). Bunlara ek olarak, aşırı nemin yolaçacağı zararları da önlemek mümkündür (De Krey, 1996; Ho, 1988).

Her iki durumda görülen evaporasyon değerlerindeki farklılıklar fazla değildir; 0.5 m yükseklikteki boruların bulunduğu serada görülen evaporasyon değeri 25.3 g/h/m^2 iken diğer durumdaki evaporasyon değeri 24.8 g/h/m^2 'dir. Yaklaşık 25 g/h/m^2 olarak tahmin edilen toplam evaporasyon değeri, bu konuda yapılmış olan çalışma sonuçlarıyla aynıdır (Stanghellini, 1987; De Graaf ve Van den Ende, 1981).

Sonuç olarak; ürün sıcaklığının lokal bir şekilde etkilenmesi veya düşmesi oldukça sınırlıdır. Dikey sıcaklık profili, havadaki ısıtma borularıyla düzleşecektir. Beklenen sıcaklık profili, ölçümlere ve sadece birkaç ondalık dereceli farklılık değerlerine bağlıdır. Bu yüzden, geliştirilen model ısıtma borularının pozisyonu ve ürün (domates) yaprağı üzerindeki sıcaklık tahmini için uygundur.

Tahmin edilen evaporasyon değeri göstermektedir ki; ısıtma borularının pozisyonunun ürünün toplam evaporasyonu üzerinde çok küçük bir etki yaratır. Fakat ürün içindeki evaporasyon dağılımında etkilidir.

Bu model aynı zamanda, ısıtma borusunun pozisyonu ve sıcaklığının sebep olduğu terlemedeki lokal artışın belirlenmesi için de uygundur. Lokal evaporasyonun tahmini ve kontrolü ile ürün içindeki besleyici madde dağılımı, aşırı nemin zararlı etkilerini önlemeyi sağlar.

7. DENEYSEL ÇALIŞMANIN ANLATIMI VE DÖKÜMANTASYONU

7.1 Deneyde kullanılacak boru malzemesinin seçimi*

İçinden sıcak su geçirilerek ortamı şartlandırarak olan borular Crosslinked PEX boru olarak seçilmiştir. PEX, PE moleküllerine yapılan kimyasal katkılarla elde edilen üründür. PEX malzeme eldesinin başlıca amacı; malzemenin yükleme altındaki ısıl stabilitesini arttırmaktır. Böylece çevresel gerilim kırılma direnci (ESCR) ve yavaş kırılma direncindeki gelişim iyileşecektir.

PEX ile PE malzemeleri arasındaki farkları basit bir çizelgede toplamak istersek:

Çizelge 7.1 PEX ve PE arasında özellik değişiklikleri

Özellik	PE 'den PEX 'e
Erime indexi	Azalır
Yoğunluk	Değişmez ya da azalır
Gerilme kuvveti	Değişmez
Kırılmadaki uzama	Azalır
Çevresel gerilim kırılma direnci	Azalır
Sünme direnci	Azalır
Hidrostatik Dizayn Esası (HDB) - HDB@73 °F (23°C) - HDB@180 °F (82.2 °C)	Değişmez Azalır

Genelde PE borular için sıcaklık oranları 60 °C' yi aşmaktadır. Bununla beraber, malzeme crosslinked hale getirildiğinde, uygulamada sıcaklık en az 100 °C'ye kadar yükselecektir. Bu sıcaklık, yoğunluk, sıcaklık ve crosslink'in tipine bağlı olarak 120 °C'ye kadar da yükselebilecektir.

7.1.1 PE 'nin PEX 'e dönüşümü

PE'nin bu dönüşümü için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Tüm metodlarda PE molekülleri arasındaki bağlar, PE 'e ağı yakın bir form verir. Moleküller arasındaki bu ağların sayısı crosslink yoğunluğunu ve daha da önemlisi malzemenin fiziksel özelliklerini belirler. Crosslink işleminin her bir metot için belirlenen minimum %'lik miktarı ASTM F876 standardında belirtilmiştir.

*Bu teknik doküman, Plastik Boru Enstitüsü'nün (PPI) yüksek sıcaklık bölümü (HTD) tarafından geliştirilmiş, kontrol edilmiş ve onaylanmıştır.

Avrupa standartlarında bu en çok kullanılan 3 metot, PEX-A, PEX-B ve PEX-C diye adlandırılmıştır. Bu 3 metottan herhangi biriyle üretilen PEX borular PEX standardında belirtilen tüm gerekliliklere uygun olmalıdır.

7.1.2 PEX için gerekli minimum gereksinimler

PEX boru üretiminde minimum gereksinimlerin sağlanabilmesi değerlendirilmesi ve uygulanması gereken standartlar şu şekildedir:

- 1) ASTM F876 – Crosslink PE boru (PEX) için standart özellikler,
- 2) ASTM F877 – Plastik sıcak ve soğuk su dağıtım sistemlerindeki crosslink PE plastikler (PEX) için standart özellikler,
- 3) PPI TR-3 – Termoplastik boru malzemeleri için hidrostatik dizayn temelleri ve tavsiye edilen maksimum hidrostatik dizayn gerilimi için metot ve prosedürler,
- 4) ANSI/NSF Standart 61 – İçme suyu sistem bileşenleri-Sağlık etkileri (sadece içilebilir su uygulamaları için)

7.1.3 PEX uygulama alanları

PEX 'in bilinen uygulama alanları:

- İkamet ya da ticari alanların soğuk ve sıcak su dağıtım sistemleri
- Düşük sıcaklıktaki ısı transfer uygulamaları
- Yerden ısıtma sistemleri
- Yüksek sıcaklık dağıtım sistemleri
- Konvektörler
- Radyatörler

PEX, termoset bir malzeme olmasına rağmen görünüş ve esneklik olarak termoplastik özellikleri taşıyan tek malzemedir. Bu karakteristik özellik, PEX malzemeye çeşitli uygulama alanları doğurur.

7.1.4 PEX boru sisteminin avantajları

PEX boru sistemi diğer sistemlerle karşılaştırıldığında şu avantajları sağlamaktadır:

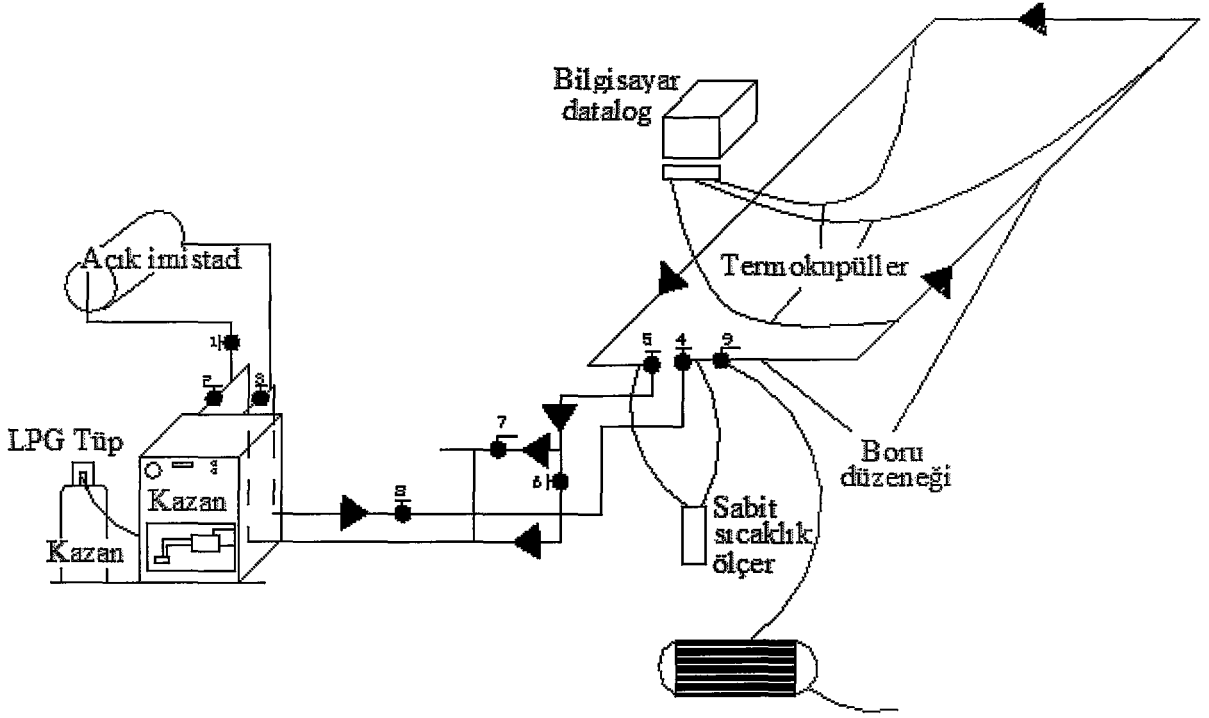
- Çabuk ve kolay kurulum
- Düşük malzeme maliyeti
- Elektroliz direnci
- Korozyon direnci
- Esneklik
- Uzun sistem ömrü
- Kimyasal direnç
- Solvent ya da kimyasal bir katkı malzemesi içermemesi
- Suyun donma ihtimalinde kırılmaya karşı koruma
- Ürün garantisi

7.2 Deneyin amacı

Sera ısıtması gibi atmosfere açık ortamlarda, içinden sıcak su geçerek ortamı şartlandırarak Cross-link PEX boruların, değişik sarım düzenlerinde ortama aktaracakları ısıların belirlenmesidir.

7.3 Deney Düzenegi

Deney standında sıcak su elde etmek amacıyla, atmosferik brülörlü kazan ve su giriş çıkış sıcaklıklarını kontrol eden elektrikli ısıtıcı bulunmaktadır. Su sıcaklıkları, boruya giriş-çıkış noktalarından; borunun yüzey sıcaklığı ise belirli mesafelere bağlanmış termo-couplelar ile ölçülmektedir.



Şekil 7.1 Deney düzeneğinin şematik gösterimi; (1) Dönüş suyu imistad giriş vanası, (2) Dönüş suyu kazan giriş vanası, (3) Gidiş suyu vanası, (4) Gidiş suyu vanası, (5) Dönüş suyu vanası, (6) Dönüş suyu vanası, (7) Dönüş suyu kelebek vanası, (8) Gidiş suyu vanası, (9) Gidiş suyu kelebek vanası

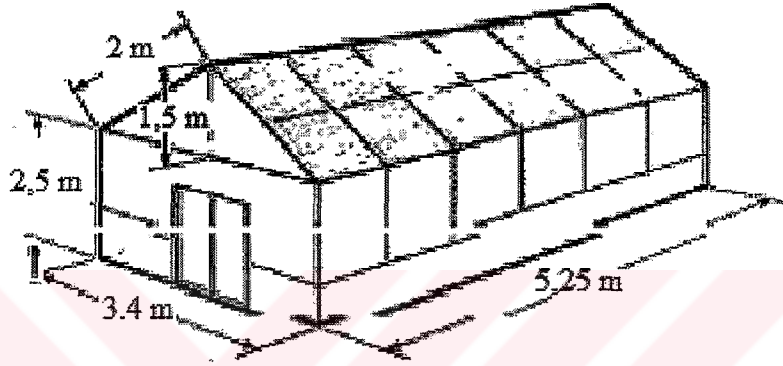
7.4 Deneyin yapılışı

Deney düzeneğine borular 4 ayrı dizilişle bağlanmıştır. Her bir diziliş için yapılan ölçümlerde suyun giriş-çıkış sıcaklıkları ölçülmüştür. Her ayrı dizilişte, su giriş-çıkış sıcaklıkları değiştirilerek boru yüzey sıcaklıkları bulunmuştur. Bu çalışmada tez konusu olarak seçilip dökümantasyonu yapılan dizilişler 1. ve 2. diziliş olarak adlandırılmıştır. Dizilişlerin şekilleri Ek 4'te yer almaktadır.

8. MODEL OLARAK KULLANILMAK ÜZERE GEREKLİ DEĞERLERİ BELİRLENMİŞ BİR SERA ÜZERİNDE YAPILACAK UYGULAMALAR VE SONUÇLARI

8.1 Sera boyutlandırması ve malzeme seçimi

Yapacağımız uygulamaya model oluşturması açısından seçtiğimiz seranın boyutları oldukça küçük olacaktır. Sera, biçimsel olarak Şekil 8.1 'de görüldüğü gibi ikizkenar üçgen çatılı olacak şekilde seçilmiştir.



Şekil 8.1 Model olarak seçilen seranın boyutları

Sera kaplama malzemesi olarak çift katlı PE tercih edilmiştir. Bu tercih yapılırken; günümüzde sera kaplama malzemesi olarak tercih edilen iki üründen (cam, PE) biri olması, cam malzemeye kıyasla çok daha ucuz olması ve bunun yanında yine cam malzemeye kıyasla ısıtmada sağladığı kazanç gibi faktörler göz önüne alınmıştır.

8.2 Sera içinde yetiştirilecek ürünün seçimi

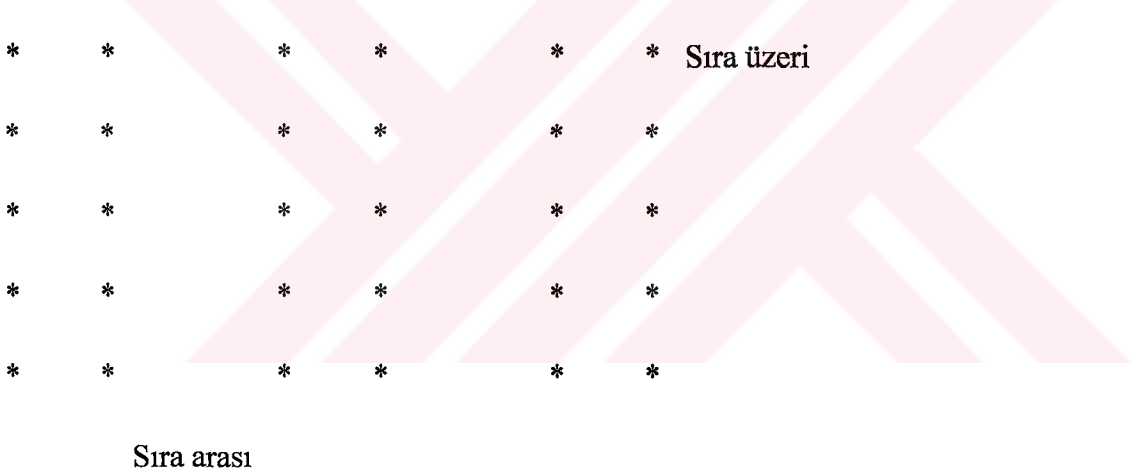
Model olarak aldığımız ve ölçülerini belirlediğimiz serada yetiştirmek üzere seçilen ürün sırık domates olmuştur. Öncelikle bu ürün özellikleri ve yetiştirme koşulları üzerine detaylı bir araştırma yapılmıştır. Çünkü bu bulgular, yapılacak olan hesaplamalarda önemli bir temel teşkil etmektedir.

Yapılan hesaplamalarda ürün özellikleriyle ilgili bize gerekli olan temel bilgiler; ürün boyu, bir sera alanı içinde ekimi yapılırken dikkat edilmesi gereken mesafe aralıkları, ürünün optimum seviyede yetişmesini sağlayacak iç ortam sıcaklığının ne olması gerektiği gibi unsurlardan oluşmaktadır.

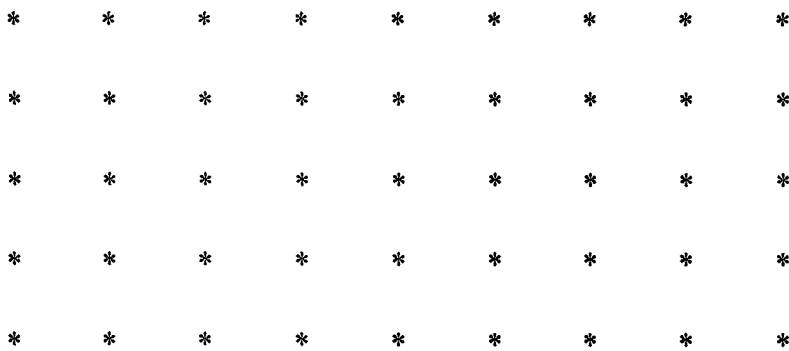
Sırik domates için, ürün boyu yaklaşık 2 m olarak alınmıştır. İç ortam sıcaklığının optimum 19 °C olması gerektiği saptanmıştır. Bunun yanında hesaplarda gerekli olan bir başka sıcaklık değeri de dış ortam sıcaklığı olacaktır. Dış ortam sıcaklığı olarak, domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Adana ilinin kış hava sıcaklığı alınmıştır. Bu bölgede domates yetiştiriciliğinin yoğun bir biçimde yapıyor olmasının ana nedeni, domatesin ılıman iklim ürünü olmasıdır. Buradan yola çıkarak hesaplarda kullanılan dış hava sıcaklık değeri de 0°C olarak belirlenmiştir.

Hesaplarımızdaki bir diğer önemli unsur da fidelerin dikiminde dikkat edilmesi gereken noktalardır. Burdan hareketle yapılacak olan hesaplamalarda boru ile ürün arasındaki mesafeler belirlenecektir. Bu da radyasyonla olan ısı kazancı hesabındaki temel parametrelerden biridir.

Sırik domates yetiştiriciliğinde, çift sıra ya da tek sıralı dikim yapılır. Çift sıralı dikimde 100cm x 50cm x 40cm aralıklarda; tek sıralı dikimde 80cmx40cm aralıklarla dikim yapılır.



Şekil 8.2 Çift sıralı dikim şekli



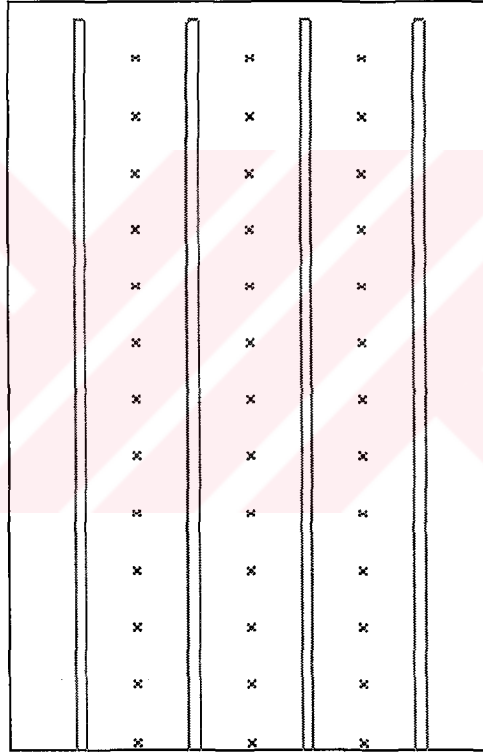
Şekil 8.3 Tek sıralı dikim şekli

Şekil 8.2 ve Şekil 8.3'te fide dikim şekilleri şematik olarak gösterilmiştir. Bu şekillerde göze çarpan sıra arası ve sıra üzeri terimleri, sırasıyla; hatlar arasındaki mesafe ve seranın başından sonuna kadar tek hat üzerinde her bitki arasındaki mesafe anlamına gelmektedir.

Yapılan hesaplamalarda tek sıralı dikim şekli benimsenmiş ve bu dikim şeklinin öngördüğü mesafeler kullanılmıştır.

Bu mesafeler ve sera boyutlarına bağlı kalınarak sera içine 80cm aralıkla 3 sıra ürün yerleştirilmiş ve ısıtma boruları bu iki ürün sırasının ortasından geçirilmiştir.

Bu bilgiler ışığında, seçilen sera ölçülerine göre belirlenen ürün dizilişi ve alternatif şekli ile verilmiş boru dizilişinin Şekil 8.4'teki gibi olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 8.4 Seçilen sera ölçülerine göre belirlenen ürün dizilişi ve alternatif boru dizilişi

8.3 Sera ısı kaybının hesabı

Sera ısı kaybı hesabı, 3. bölümde anlatılan temel bilgilerin ışığında yapılmıştır. Yapılan sera ısı kaybının hesap sonuçlarına Çizelge 8.1' de yer verilmektedir.

Çizelge 8.1 Model olarak seçilen bir sera için yapılan ısı kaybı hesap sonuçları

A_d [m ²]	$A_{u,d}$ [m ²]	$A_ç$ [m ²]	A_1 [m ²]	t_i °C	t_o °C	f_w	f_c	f_s	Q [W]	Q_{emn} [W]	Q_{emn} [kW]
43,25	5,1	21	69,35	19	0	1	0,95	1	4470	4918	4,92

8.4 Sera ısı kazancının hesabı

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi; seranın ısı kazancı, borulardan ışıınım ve taşınım ile olan ısı geçişinden sağlanmaktadır. Bunun yanında, üründen sera havasına ışıınım, taşınım ve buharlaşma ile olan ısı geçişi de mevcuttur. Yapılan hesaplarda üründen sera havasına olan ısı geçişi çok küçük miktarda olduğu için ihmal edilmiştir.

Her bir diziliş için suyun farklı giriş-çıkış sıcaklıklarına göre ölçümler alınmış ve tüm bu ölçümler için hesaplar ayrı ayrı yapılmıştır.

1. ve 2. diziliş için yapılan deney koşulları Çizelge 8.2 ve Çizelge 8.3 'te görülmektedir.

Çizelge 8.2 1. Diziliş için deney koşulları

Deneyler	Su giriş sıcaklığı, [°C]	Su çıkış sıcaklığı, [°C]	Debi, [kg/h]	Ortam sıcaklığı, [°C]	Boru yüzey sıcaklığı, [°C]
1. Deney	36,5	30,5	217,4	19	32
2. Deney	44	36,4	213,8	19	38,5
3. Deney	50	38	214,6	19	43
4. Deney	54	42	212,7	19	48
5. Deney	61,75	40,1	219,7	19	49
6. Deney	67,9	43,9	208	19	56
7. Deney	74,3	46	218,9	19	61
8. Deney	81	51,5	226,9	19	66
9. Deney	84	57	227,2	19	67,5

Çizelge 8.3 2. Diziliş için deney koşulları

Deneyler	Su giriş sıcaklığı, [°C]	Su çıkış sıcaklığı, [°C]	Debi, [kg/h]	Ortam sıcaklığı, [°C]	Boru yüzey sıcaklığı, [°C]
1. Deney	36,8	30	215,1	19	33,5
2. Deney	41,6	34,5	227,8	19	35,7
3. Deney	48	39,1	208,5	19	42
4. Deney	54	42,8	228	19	45,5
5. Deney	61,6	46	218	19	50,5
6. Deney	69,7	49,4	206,4	19	54,5
7. Deney	77,5	52,8	218,7	19	61,5

Yapılan hesaplamalarda ürün yüksekliği boyunca ortam sıcaklığında meydana gelen hesap bileşenlerindeki tüm değişimler grafikler oluşturularak çıkarılan eşitliklerle hesaba katılmıştır.(Bölüm 8.4.1.7) Boru yüzey sıcaklığında meydana gelen değişimler ise yapılan deneylerde elde edilen ölçümlerle yine aynı metot izlenerek hesaba katılmıştır. (Bölüm 8.4.1.6)

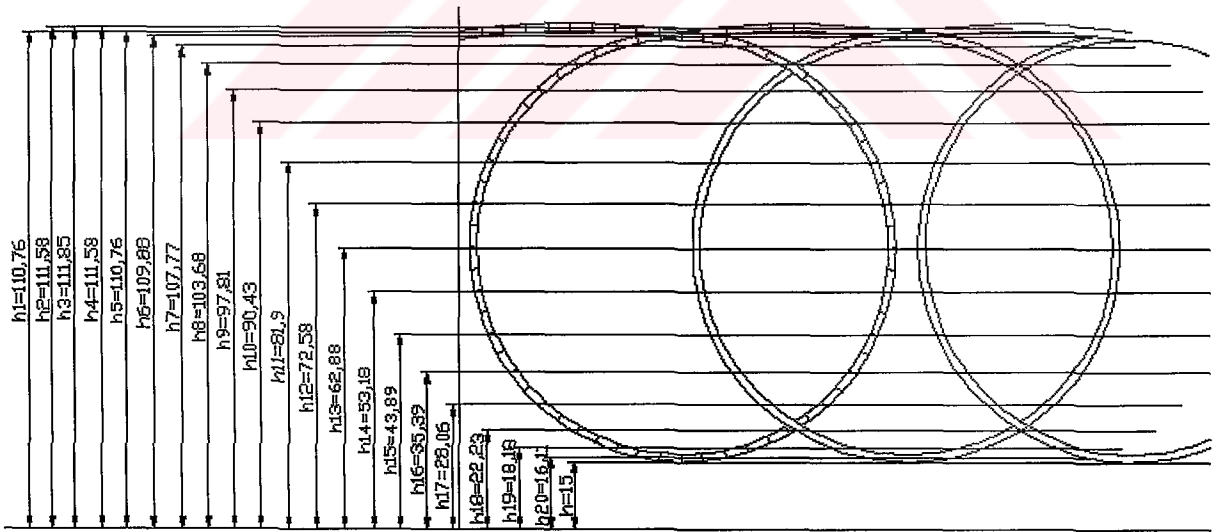
8.4.1 1. ve 2. Dizilişler için borudan sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabı

Bölüm 6.1.2 'de, bu bölümde yapılan hesapların temel anlatımı üzerinde durulmuştur. Eşitlikte yer alan diğer bileşenlerdeki değişimlerin hesaplanması da tek tek ele alınacaktır.

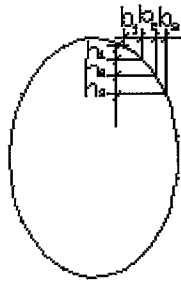
8.4.1.1 1. Diziliş için boru karakteristik uzunluğunun (X) ve yerden yüksekliğinin (h) tespiti

Önceden de belirtildiği gibi, yapılan hesaplamalarda borular 10 cm 'lik dilimlere ayrılmış ve her dilimden meydana gelen ısı geçişi hesabı ayrı ayrı yapılarak, belirlenen toplam boru boyundan olan toplam ısı geçiş miktarı bu değerlerin toplamından elde edilmiştir.

Şekil 8.5 ve Şekil 8.6(a) ve Şekil 8.6(b) 'de 1.diziliş için yapılacak hesaplamalarda kullanılmak üzere belirlenmiş boyutlandırmalar görülmektedir.



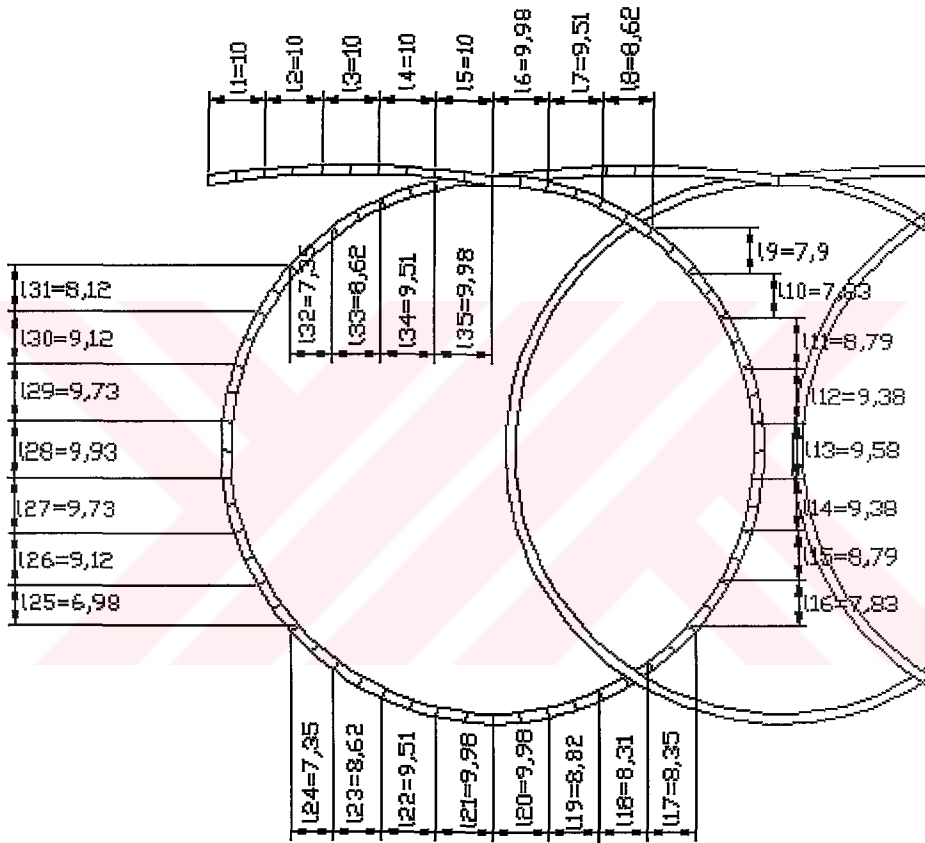
Şekil 8.5 10 cm 'lik her bir dilimin yerden yüksekliği, cm



L = Karakteristik Uzunluk

$$b < h \quad \text{ise} \quad L = h$$
$$h < b \quad | \text{ se } \quad L = b$$

Şekil 8.6(a) 10 ‘ar cm ‘lik her bir dilim için karakteristik uzunluk belirleme şekli

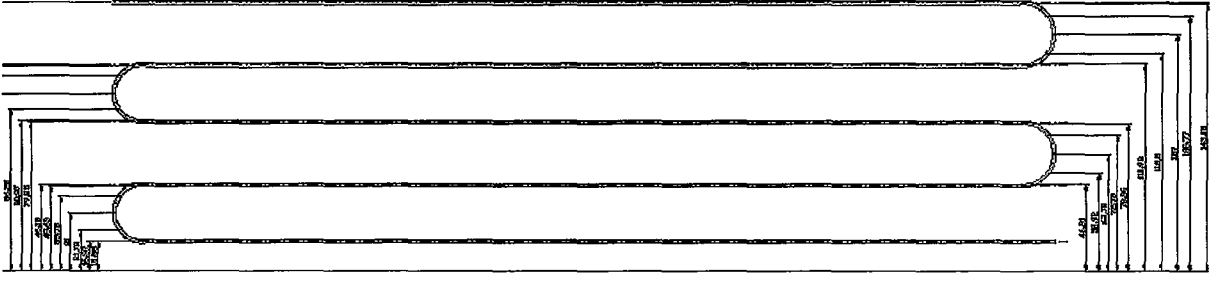


Şekil 8.6(b) 10 ‘ar cm ‘lik her bir dilimin karakteristik uzunluğu, cm

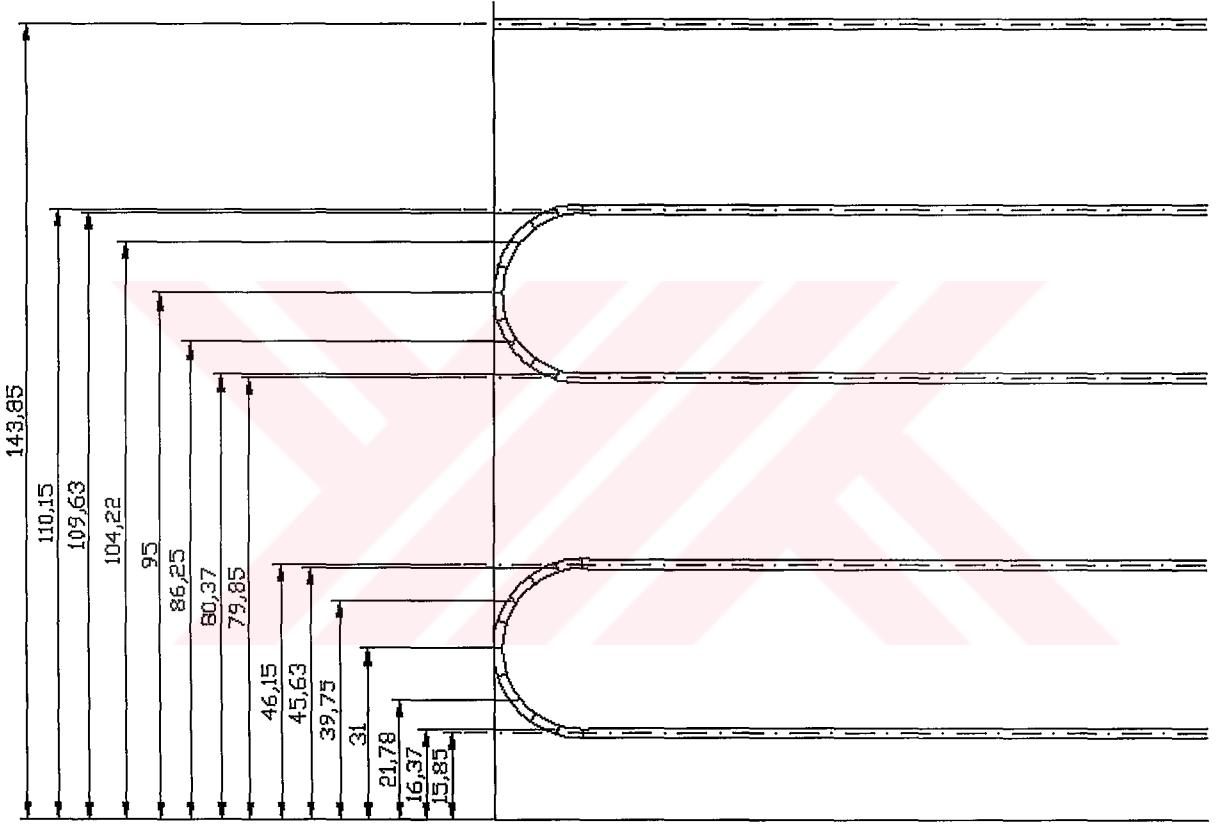
8.4.1.2 2. Diziliş için boru karakteristik uzunluğunun (X) ve yerden yüksekliğinin (h) tespiti

Önceden de belirtildiği gibi, yapılan hesaplamalarda borular 10 cm ‘lik dilimlere ayrılmış ve her dilimden meydana gelen ısı geçiş hesabı ayrı ayrı yapılarak, belirlenen toplam boru boyundan olan toplam ısı geçiş miktarı bu değerlerin toplamından elde edilmiştir.

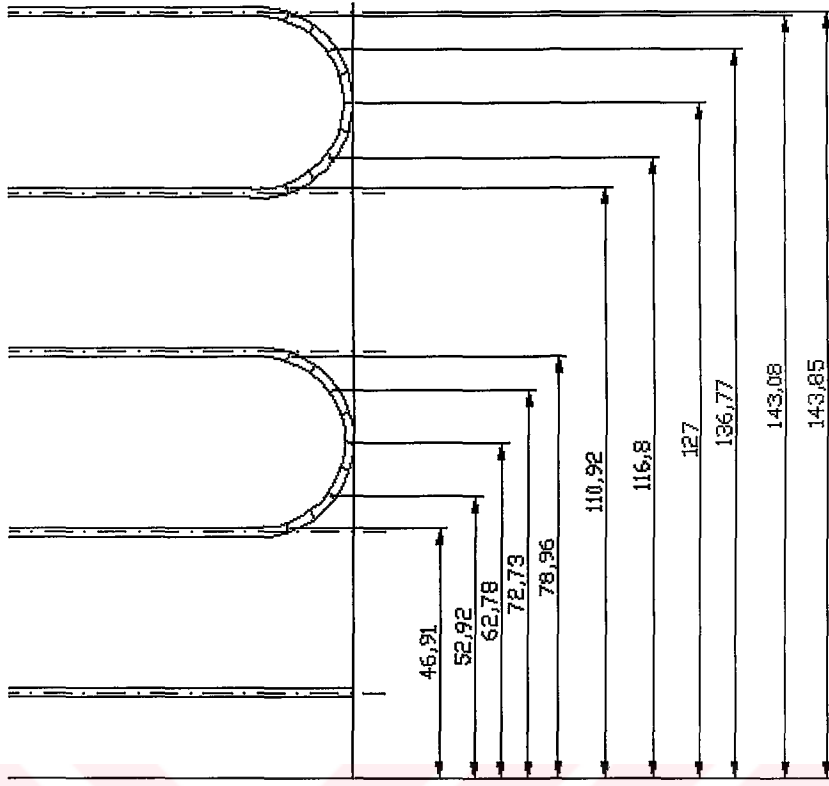
Şekil 8.7, Şekil 8.7(a), Şekil 8.7(b) ile Şekil 8.8(a) ve Şekil 8.8(b) 'de 2.diziliş için yapılacak hesaplamalarda kullanılmak üzere belirlenmiş boyutlandırmalar görülmektedir.



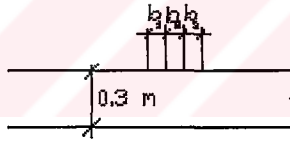
Şekil 8.7 10 cm 'lık her bir dilimin yerden yüksekliği, cm



Şekil 8.7(a) 10 cm 'lık her bir dilimin yerden yüksekliği (sol detay), cm

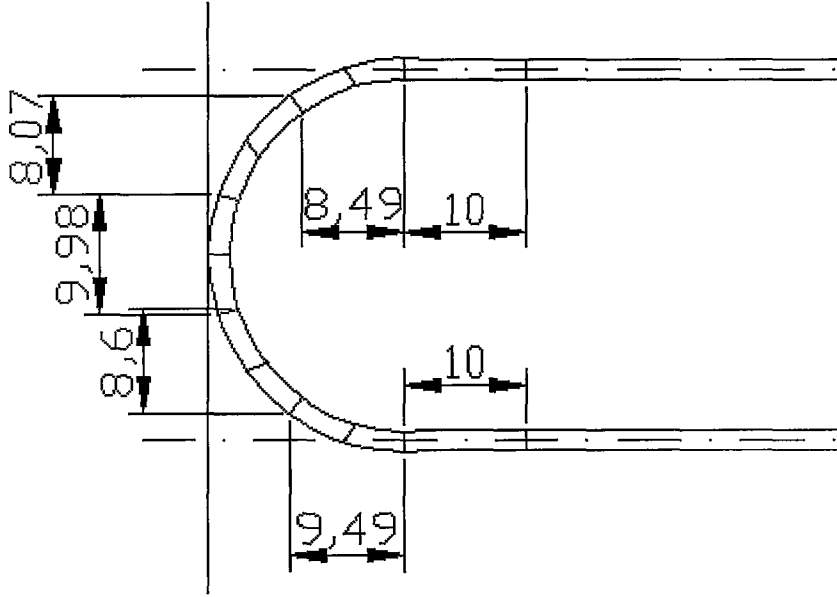


Şekil 8.7(b) 10 cm 'lık her bir dilimin yerden yüksekliği (sağ detay), cm



L = Karakteristik Uzunluk
 $h < b$ ise $L = b$

Şekil 8.8(a) 10 'ar cm 'lık her bir dilim için karakteristik uzunluk belirleme şekli



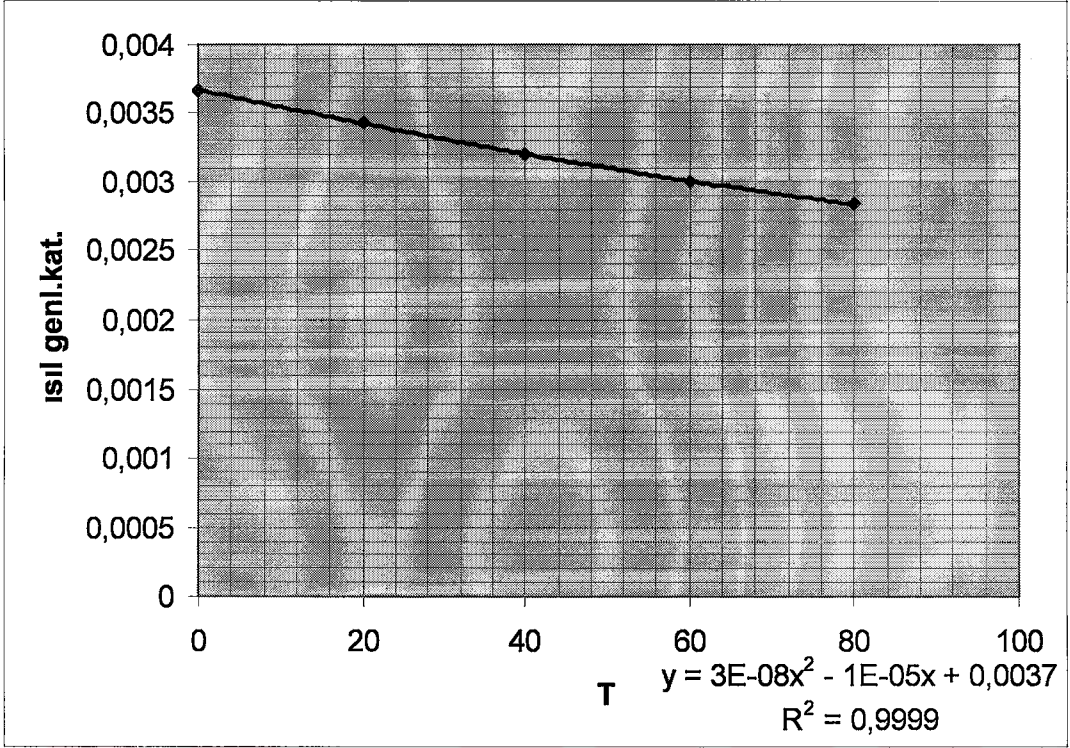
Şekil 8.8(b) 10 ‘ar cm ‘lik her bir dilimin karakteristik uzunluğu, cm

8.4.1.3 Isıl genleşme katsayısı (β) hesabı

Değişen ortam sıcaklıklarındaki farklı ısı genleşme katsayılarının hesabı için; değişik sıcaklıklardaki ısı genleşme katsayıları yazılarak (Çizelge 8.4) grafiği çizilmiş ve eşitliği (Şekil 8.9) çıkarılmıştır. Taşınım ile olan ısı geçişi hesabında da bu eşitlik kullanılarak mevcut sıcaklığa denk gelen ısı genleşme katsayısı değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 8.4 Değişik sıcaklıklardaki ısı genleşme katsayısı (β) değerleri

Sıcaklık, °C	Isıl Genleşme Katsayısı (β), 1/K
0	0,00367
20	0,00343
40	0,0032
60	0,003
80	0,00283



Şekil 8.9 Isıl genleşme katsayısının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik

8.4.1.4 Yoğunluk (ρ) hesabı

Değişen ortam sıcaklıklarında, yoğunluk değerlerindeki farklılıklar çok küçük mertebelerde olduğundan; yapılan hesaplamalarda bu değer yaklaşık olarak $1,2 \text{ kg/m}^3$ alınmıştır.

8.4.1.5 Dinamik viskozite (μ) hesabı

Değişen ortam sıcaklıklarında, dinamik viskozite değerlerindeki farklılıklar çok küçük mertebelerde olduğundan; yapılan hesaplamalarda bu değer yaklaşık olarak $0,00002 \text{ kg/ms}$ alınmıştır.

8.4.1.6 Boru yüzey sıcaklığı (T_w) hesabı

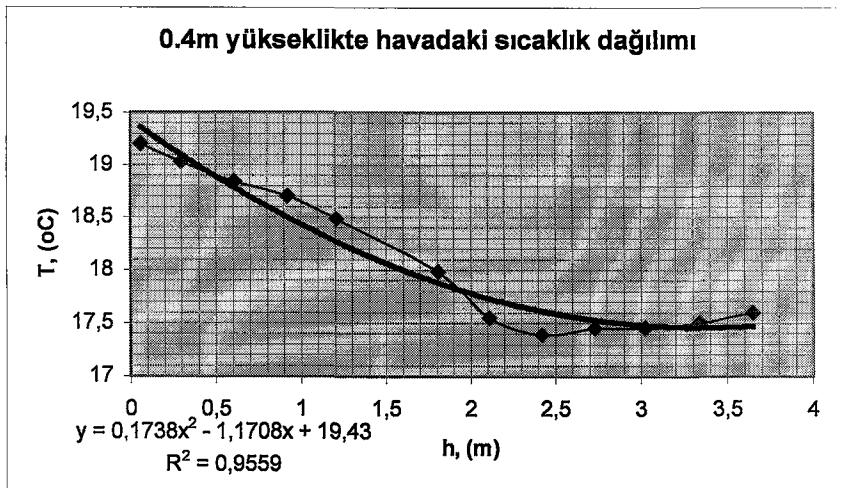
Değişen boru yüzey sıcaklıklarının hesabı için; deneysel çalışmalarda değişik noktalardan okunan sıcaklık değerleri yazılarak grafikleri çizilmiş ve eşitlikleri çıkarılmıştır. Taşınım ile olan ısı geçişi hesabında da bu eşitlikler kullanılarak söz konusu noktadaki mevcut yüzey sıcaklığı değerlerine ulaşılmıştır. 1. ve 2. diziliş için 2. deneye ait değişik noktaların sıcaklık değerleri ve bunlara bağlı olarak çıkarılan eşitlikler sırasıyla Ek 5 ve Ek 6'da yer almaktadır.

8.4.1.7 Ortam sıcaklığı (T_o) hesabı

Değişen ortam sıcaklığının hesabı için; Bölüm. 6 'da anlatılan çalışma sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu çalışmada yer alan sıcaklık değişimlerine ait grafiklerden elde edilen değerlerin excele aktarılmasıyla eşitlikler çıkarılmıştır. Bu eşitlikler kullanılarak, boruların değişik yerden yükseklik mesafelerinde ortamın aldığı sıcaklık değerleri saptanmıştır. Hava sıcaklıklarına ait verilen, yine Bölüm 6 'daki çalışmanın ışığında 0,4 m - 1,5 m ve 2,5 m yükseklik koşullarında incelenmiştir. Yüksekliklere karşılık gelen sıcaklık değerleri ve bunların excel formatına aktarılmasıyla elde edilen grafik ve eşitlikler sırasıyla Çizelge 8.7, Çizelge 8.8 ve Çizelge 8.9 ile Şekil 8.12, Şekil 8.13 ve Şekil 8.14 'te yer almaktadır.

Çizelge 8.5 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri

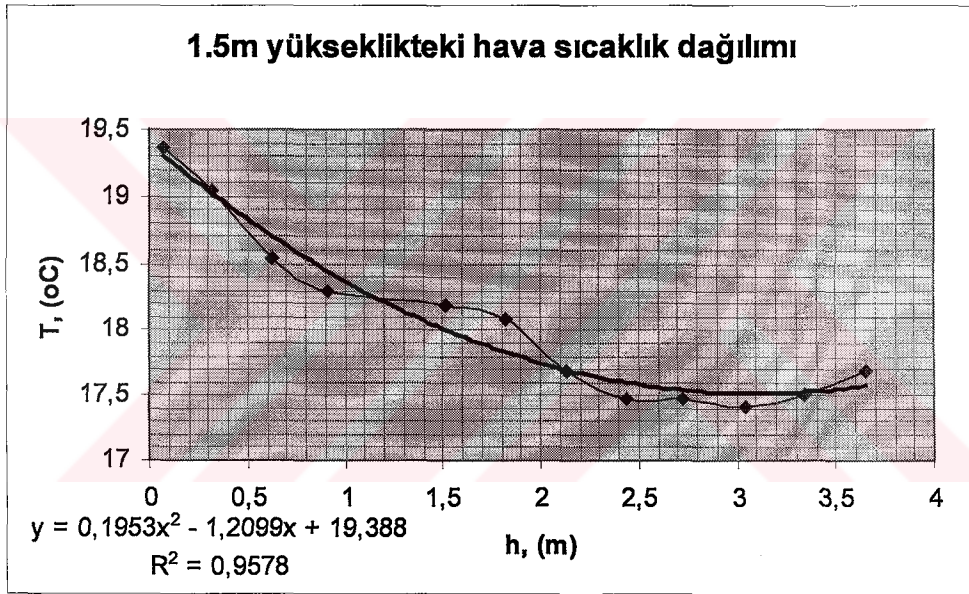
h, m	T, °C
3,65	17,6
3,34	17,5
3,02	17,45
2,73	17,45
2,42	17,39
2,11	17,55
1,81	17,98
1,21	18,48
0,92	18,7
0,61	18,84
0,3	19,03
0,059	19,2



Şekil 8.10 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerlerinin excel formatına aktarımıyla elde edilen grafik ve eşitlik

Çizelge 8.6 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri

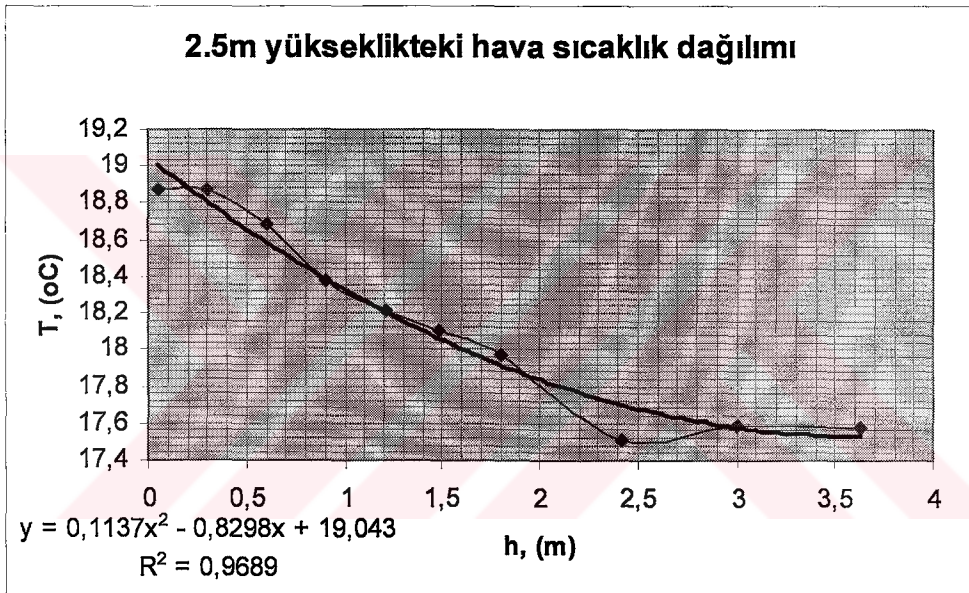
h, m	T, °C
3,65	17,68
3,34	17,51
3,05	17,41
2,73	17,47
2,44	17,47
2,13	17,68
1,83	18,08
1,52	18,19
0,91	18,3
0,63	18,54
0,32	19,05
0,076	19,37



Şekil 8.11 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerlerinin excel formatına aktarımıyla elde edilen grafik ve eşitlik

Çizelge 8.7 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 2,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerleri

h, m	T, °C
3,63	17,58
3	17,59
2,42	17,51
1,8	17,97
1,49	18,1
1,21	18,21
0,9	18,38
0,61	18,68
0,3	18,87
0,047	18,87



Şekil 8.12 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 2,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen sıcaklık değişim değerlerinin excel formatına aktarımıyla elde edilen grafik ve eşitlik

Taşınımla ısı geçişi hesabında kullanılacak olan bu eşitliklerin seçiminde, 10 cm 'lik parçalara ayrılmış her bir boru parçacığının yerden yüksekliğinin hangi yükseklik aralığına denk düştüğüne dikkat edilecek ve seçim ona göre yapılacaktır.

8.4.1.8 Grashof sayısı (Gr) hesabı

Isı ve kütle geçişi ile ilgili kaynaklarda sıkça rastlanan boyutsuz gruplar arasında yer alan Grashof sayısı (Gr), hız sınır tabakasındaki kaldırma kuvvetlerinin, sürtünme kuvvetlerine oranının bir ölçüsü olarak tanımlanır. Grashof sayısının hesabında kullanılacak olan eşitlik,

Bölüm 6.1.2’de de üzerinde durulduğu gibi;

$$Gr = \frac{g \times \beta \times \Delta T \times X^3 \times \rho^2}{\mu^2} \quad (6.12)$$

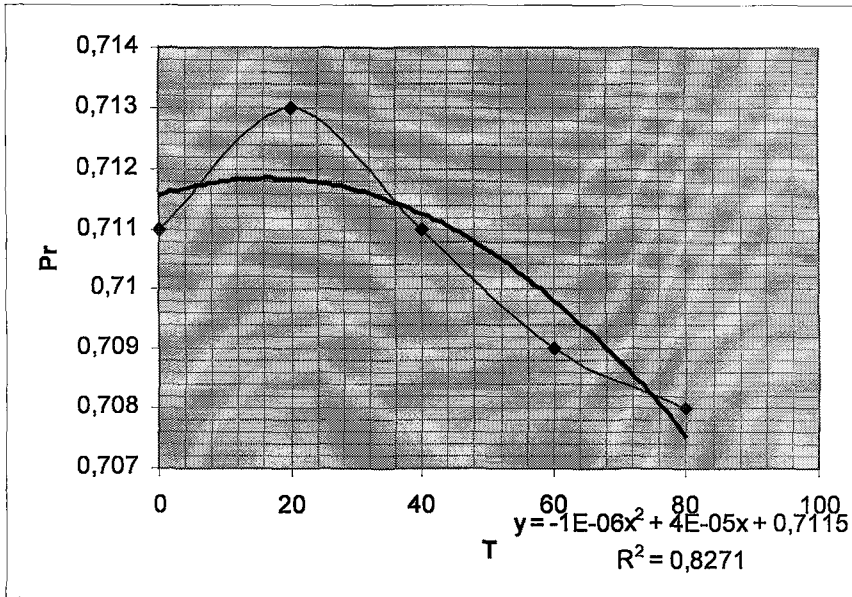
şeklindedir.

8.4.1.9 Prandtl sayısı (Pr) hesabı

Prandtl sayısı da grashof sayısı gibi boyutsuz gruplar arasında yer alan bir sayıdır ve momentum ve ısı yayılım katsayılarının oranı olarak tanımlanır. Değişen ortam sıcaklıklarındaki farklı Pr değerlerinin hesabı için; değişik sıcaklıklardaki Pr değerleri yazılarak (Çizelge 8.10) grafiği çizilmiş ve eşitliği (Şekil 8.15) çıkarılmıştır. Taşınım ile olan ısı geçişi hesabında da bu eşitlik kullanılarak mevcut sıcaklığa denk gelen Pr değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 8.8 Değişik sıcaklıklardaki Prandtl sayısı (Pr) değerleri

Sıcaklık, °C	Prandtl sayısı (Pr)
0	0,711
20	0,713
40	0,711
60	0,709
80	0,708



Şekil 8.13 Prandtl sayılarının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik

8.4.1.10 Nusselt sayısı (Nu) hesabı

Nusselt sayısı da Gr ve Pr sayıları gibi boyutsuz gruplar arasında yer alan bir sayıdır ve yüzeydeki boyutsuz sıcaklık gradyanı olarak tanımlanır. Nu hesabı için kullanılan eşitlik, Bölüm 6'da belirtildiği şekliyle;

$$Nu = \frac{\alpha \times d}{\lambda} \quad (6.10)$$

taşınım ile ısı geçişi hesabında, bu eşitlik ısı yayılma katsayısı (α) hesabında kullanılacaktır. İlk etapta kullanılacak olan Nu sayısı eşitliği, Gr ve Pr sayılarının çarpımından elde edilen sonuçla tespit edilecektir.

Hesaplamalarda görülmüştür ki; Gr ve Pr sayılarının çarpımından elde edilen sonuçlar 10^5 ile 10^8 arasında değerler almaktadır. Boru dizilişimiz de yatay veya düşey silindir olarak belirlenmiş koşula uymaktadır. Bu şartlar altında Nu sayısı için belirlenen eşitlik;

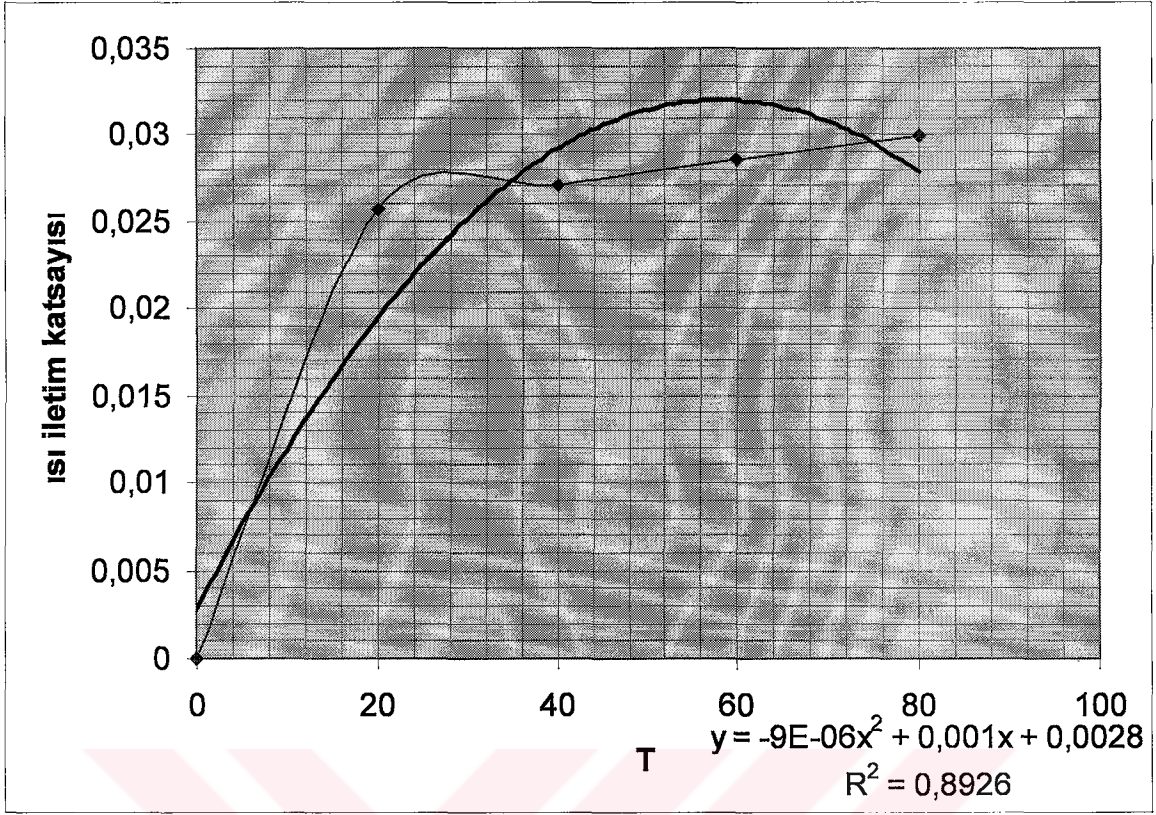
$$Nu = \frac{\alpha \times d}{\lambda} = 0,47 \times (Gr \times Pr)^{0,25} \quad (8.1)$$

8.4.1.11 Isı iletim katsayısı (λ) hesabı

Değişen ortam sıcaklıklarındaki farklı ısı iletim katsayısı değerlerinin hesabı için; değişik sıcaklıklardaki değerleri yazılarak (Çizelge 8.11) grafiği çizilmiş ve eşitliği (Şekil 8.16) çıkarılmıştır. Taşınım ile olan ısı geçişi hesabında da bu eşitlik kullanılarak mevcut sıcaklığa denk gelen λ değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 8.9 Değişik sıcaklıklardaki ısı iletim katsayısı (λ) değerleri

Sıcaklık, °C	Isı iletim katsayısı (λ), W/m°C
0	0
20	0,257
40	0,0271
60	0,0285
80	0,0299



Şekil 8.14 Isı iletim katsayılarının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik

8.4.1.12 Isı yayılma katsayısı (α) hesabı

Bölüm 8.3.1.10'da da üzerinde durulduğu gibi, α hesabında kullanılacak olan eşitlik;

$$Nu = \frac{\alpha \times d}{\lambda} \quad (6.10)$$

Bu eşitlik kullanılarak; her bir 10'ar cm'lik parça için ısı yayılma katsayı değerleri hesap edilecektir.

8.4.1.13 Taşınım ile açığa çıkan ısı geçişi ($Q_{\text{taşınım}}$) hesabı*

Anlatılan tüm bu değerlerin sırasıyla kullanılmasıyla elde edilen α , alan ve sıcaklık farkı değerlerinin çarpımından, her bir 10 cm'lik dilimden taşınım ile açığa çıkan ısı geçişi hesap edilecek ve bu değerlerin toplamıyla gerçekleşen toplam ısı geçişi miktarına ulaşılabacaktır.

*1. ve 2. dizilişin 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan taşınım ile ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri sırasıyla Ek 7 ve Ek 8'de yer almaktadır.

8.4.2 1. Diziliş ve 2. dizilişler için borudan sera havasına ısınlımla gerçekleşen ısı geçişinin hesabı

Bölüm 6.1.1 'de, bu bölümde yapılan hesapların temel anlatımı üzerinde durulmuştı. Eşitlikte yer alan diğeri bileşenlerdeki değışimlerin hesaplanması da tek tek ele alınacaktır.

8.4.2.1 Borunun yerden yüksekliğinin (h) tespiti

Borunun yerden yüksekliğinin tespiti Bölüm 8.4.1.1 ve Bölüm 8.4.1.2 'de anlatılmıştır.

8.4.2.2 Ürün yüksekliğinin (H) belirlenmesi

Serada yetiştirilmesi kararlaştırılan ürün sırık domatestir. Yapılan araştırmalar sonucunda sırık domates yüksekliğinin yaklaşık 2 m olduğu tespit edilmiştir.

8.4.2.3 İki ürün sırası arasındaki mesafenin (D) belirlenmesi

Yetiştirilecek olan sırık domates için, iki ürün sırasındaki optimum mesafenin yaklaşık olarak 80 cm olması gerektiği tespit edilmiştir.

8.4.2.4 Boru ile bir ürün sırası arasındaki mesafenin (d) belirlenmesi

Yapılan hesaplarda boru pozisyonu için, iki ürün sırasının tam ortası olması kararlaştırılmıştır. Burdan hareketle boru ile ürün sırası arasındaki d mesafesi 40 cm olarak belirlenmiştir.

8.4.2.5 Şekil faktörlerinin ($F_{b-Ü1}$, F_{b-z} , $F_{b-Ü2}$, $F_{b-ç}$) hesabı

Bu konuyla ilgili detaylı bilgi Bölüm 6'da yer almaktadır. Şekil faktörlerine ait eşitlikler sırasıyla (6.1), (6.2), (6.3), (6.4) şeklinde numaralanmıştır.

Isınlımla ısı olan geçişinin hesabında da taşınlımla olan ısı geçişinin belirlenmesinde kullanılan yol izlenmiştir. Yani boru, yine 10 'ar cm 'lik parçalara ayrılmış ve her bir parça için şekil faktörü hesabı ayrı ayrı yapılmıştır.

8.4.2.6 Ortam sıcaklığının (T_o) hesabı

Ortam sıcaklığının hesabı, Bölüm 8.4.1.6 'da anlatıldığı şekildedir.

8.4.2.7 Boru yüzey sıcaklığının (T_b) hesabı

Boru yüzey sıcaklığının hesabı, Bölüm 8.4.1.6 'da anlatıldığı şekildedir.

8.4.2.8 Zemin sıcaklığının (T_z) hesabı

Zemin sıcaklığının hesabı için, Çizelge 8.7 'de belirlenen değeriye göre elde edilen Şekil

8.12 ‘deki grafik ve eşitlik kullanılmıştır. Bu eşitlikte h yüksekliği için sırasıyla 0; 0,1; 0,2; 0,3 ve 0,4 m değerleri ile yapılan hesap sonuçlarının ortalaması alınmış ve zemin sıcaklığı sabit olarak bu değer kabul edilmiştir. Bu yüksekliklere göre hesaplanan T_z değerleri ve bu değerlerin ortalamasının alınmasıyla bulunan ve hesaplamalarda kullanılan değer Çizelge 8.12’de görülmektedir.

Çizelge 8.10 Zemin sıcaklık değerleri, K

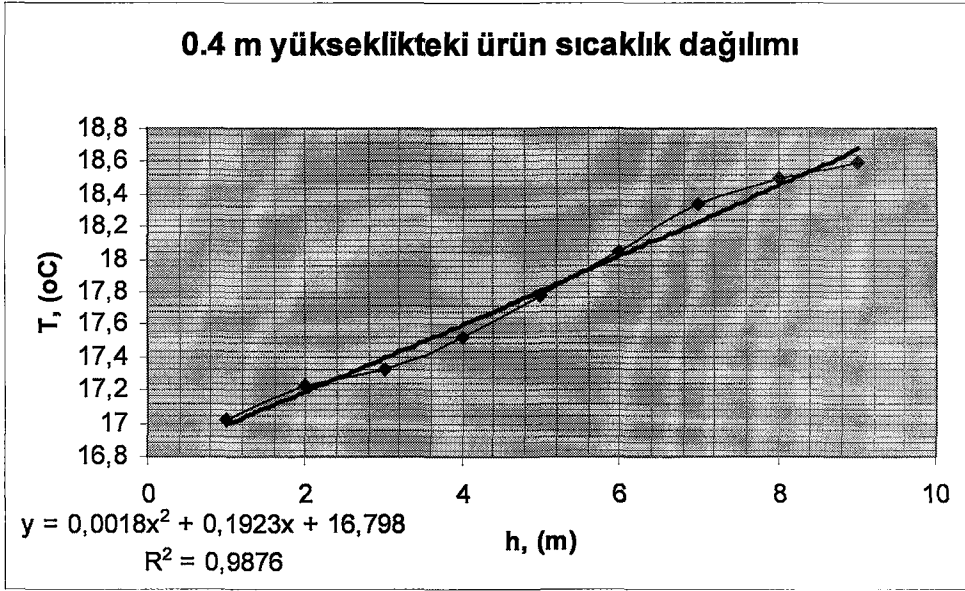
h, m	$T_o, ^\circ C$	T_z, K
0	19	292
0,1	19	291,9
0,2	19	291,8
0,3	19	291,7
0,4	19	291,6
	Toplam	1458,9
	Ortalama	291,8

8.4.2.9 Ürün sıcaklığı ($T_{ü1}, T_{ü2}$) hesabı

Değişen ürün sıcaklığının hesabı için; Bölüm. 6 ‘da anlatılan çalışma sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu çalışmada yer alan sıcaklık değişimlerine ait grafiklerden elde edilen değerlerin excel aktarılmasıyla eşitlikler çıkarılmıştır. Bu eşitlikler kullanılarak, boruların değişik yerden yükseklik mesafelerinde ürünün aldığı sıcaklık değerleri saptanmıştır. Ürün sıcaklıklarına ait verilen, yine Bölüm 6 ‘daki çalışmanın ışığında 0,4 m ve 1,5 m yükseklik koşullarında incelenmiştir. Yüksekliklere karşılık gelen sıcaklık değerleri ve bunların excel formatına aktarılmasıyla elde edilen grafik ve eşitlikler sırasıyla Çizelge 8.13 ve Çizelge 8.14 ile Şekil 8.17 ve Şekil 8.18’ de yer almaktadır.

Çizelge 8.11 Bölüm 6’daki çalışmanın ışığında zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen, ürün sıcaklığındaki değişim değerleri

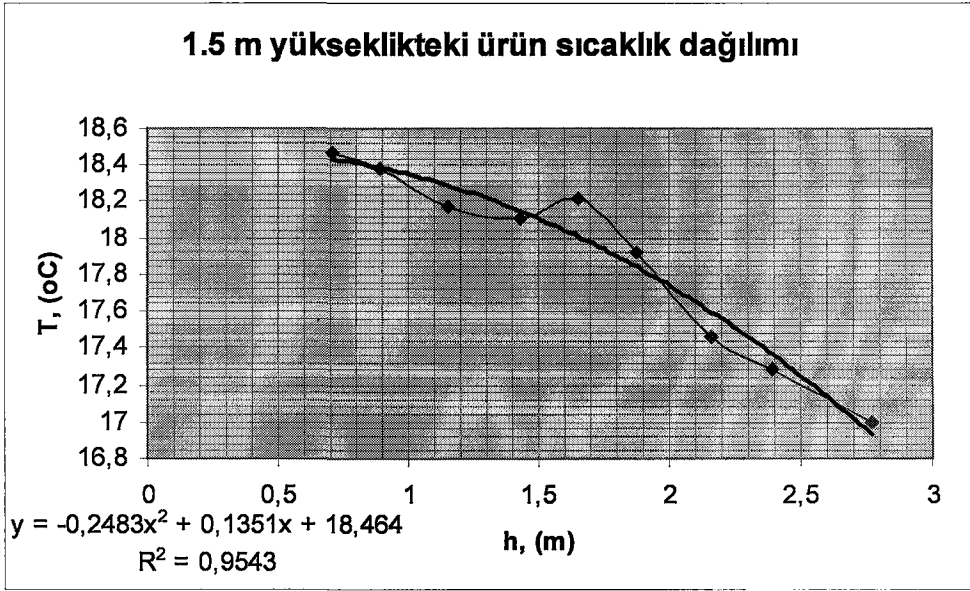
h, m	$T_{ü1}, T_{ü2}, ^\circ C$
2,84	17,02
2,41	17,23
2,14	17,33
1,87	17,52
1,66	17,78
1,37	18,04
1,14	18,34
0,92	18,49
0,72	18,59



Şekil 8.15 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 0,4 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen ürün sıcaklığındaki değişim değerlerinin excel formatına aktarımıyla elde edilen grafik ve eşitlik

Çizelge 8.12 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen, ürün sıcaklığındaki değişim değerleri

h, m	T _{Ü1} , T _{Ü2} , °C
2,77	17
2,39	17,28
2,16	17,46
1,88	17,92
1,65	18,22
1,43	18,11
1,15	18,17
0,89	18,38
0,71	18,47



Şekil 8.16 Bölüm 6'daki çalışmanın ışığında zeminden 1,5 m yükseklikteki boru konumunda gözlenen ürün sıcaklığındaki değişim değerlerinin excel formatına aktarımıyla elde edilen grafik ve eşitlik

8.4.2.10 Çatı sıcaklığının (T_c) hesabı

Çatı sıcaklığının hesabı için, Çizelge 8.9 'da belirlenen değerlere göre elde edilen Şekil 8.14 'daki grafik ve eşitlik kullanılmıştır. Bu formülasyonda h yüksekliği için sırasıyla 2,5 m ile 4,5 m arasında 10 cm mesafe aralıklarıyla elde edilen hesap sonuçlarının ortalaması alınmış ve çatı sıcaklığı sabit olarak bu değer kabul edilmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan T_c değerleri ve bu değerlerin ortalamasının alınmasıyla bulunan ve hesaplamalarda kullanılan değer Çizelge 8.15'te görülmektedir.

Çizelge 8.13 Çatı sıcaklık değerleri, K

h, m	T _o , °C	T _ç , K
2,5	19	290,63
2,6	19	290,61
2,7	19	290,59
2,8	19	290,57
2,9	19	290,55
3	19	290,53
3,1	19	290,52
3,2	19	290,51
3,3	19	290,5
3,4	19	290,49
3,5	19	290,49
3,6	19	290,48
3,7	19	290,48
3,8	19	290,48
3,9	19	290,49
4	19	290,5
4,1	19	290,51
4,2	19	290,52
4,3	19	290,53
4,4	19	290,53
4,5	19	290,57
	Toplam	6101,13
	Ortalama	290,53

8.4.2.11 Işınım ile gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının ($Q_{ışınım}$) hesabı*

Bu konuyla ilgili detaylı bilgi Bölüm 6'da yer almaktadır. Işınım ile gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının eşitliği (6.5) olarak numaralanmıştır.

Işınım ile ısı geçişinin hesabında da taşınım ile olan ısı geçişinin belirlenmesinde kullanılan yol izlenmiştir. Yani boru, yine 10 'ar cm 'lik parçalara ayrılmış ve her bir parça için ısı iletim ısı geçiş hesabı ayrı ayrı yapılmıştır.

*1. ve 2. dizilişin 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısı iletim ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri sırasıyla Ek 9 ve Ek 10 ' da yer almaktadır.

8.4.3 1. ve 2. Dizilişler için üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabı*

Bölüm 6.1.3 'te, bu bölümde yapılan hesapların temel anlatımı üzerinde durulmuştur. Eşitlikte yer alan diğer bileşenlerdeki değişimlerin hesaplanması da tek tek ele alınacaktır.

8.4.3.1 Ürün yüksekliğinin (H) belirlenmesi

Üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı transfer miktarının hesabı için, Bölüm 8.4.2.2 'de 2 m olarak belirlenen ürün yüksekliği 10 'ar cm 'lik parçalara ayrılmış ve her bir parça için ayrı ayrı ısı geçiş miktarı hesaplanmıştır.

8.4.3.2 Ortam sıcaklığının (T_o) belirlenmesi

Ürün sıcaklığı hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.1.7 'da yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren ürün sıcaklık değerleri tespit edilmiştir.

8.4.3.3 Ürün sıcaklığı ($T_{ü1}$, $T_{ü2}$) hesabı

Ürün sıcaklığı hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.2.9 'da yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren ürün sıcaklık değerleri tespit edilmiştir.

* Üründen sera havasına olan ısı geçişinin gerçekleşebilmesi için, ürün önce sera havasından ısı alacak ve daha sonra aldığı kadar ısı miktarını geri verecektir. Bu yüzden bu hesaplama seranın toplam ısı kazancına dahil edilemez.

8.4.3.4 Hava özgül ısısı

Değişen ortam sıcaklıklarında, havanın özgül ısı değerlerindeki farklılıklar çok küçük mertebelerde olduğundan; yapılan hesaplamalarda bu değer yaklaşık olarak 0,24 kcal/kg°C alınmıştır.

8.4.3.5 Hava yoğunluğu

Değişen ortam sıcaklıklarında, hava yoğunluğu değerlerindeki farklılıklar çok küçük mertebelerde olduğundan; yapılan hesaplamalarda bu değer yaklaşık olarak 1,2 kg/m³ alınmıştır.

8.4.3.6 Karakteristik yaprak uzunluğunun (L) belirlenmesi

Üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabında gerekli bir parametre olan karakteristik yaprak uzunluğu değeri için Bölüm 6'da anlatımı yer alan çalışma verilerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın 6.1.3. bölümünde karakteristik yaprak uzunluğu için verilen aralık 1-7 cm'dir. Bu aralık içinden seçilerek bu çalışmada kullanılacak olan değer 4,5 cm olarak belirlenmiştir.

8.4.3.7 Hava hızının (u) belirlenmesi

Üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişinin hesabında gerekli bir parametre olan hava hızı değeri için Bölüm 6'da anlatımı yer alan çalışma verilerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın 6.1.3. bölümünde hava hızı için verilen aralık 0,04-0,2 m/s (Stanghellini, 1987; De Zwart, 1996) ile 0,1-0,3 m/s (Aubinet ve Deltour, 1993) 'dir. Bu aralık içinden seçilerek bu çalışmada kullanılacak olan değer 0,2 m/s olarak belirlenmiştir.

8.4.3.8 Dış yaprak direnci (r_e) hesabı

Dış yaprak direncinin hesabına dair eşitlik (6.15) olarak numaralandırılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren r_e değerleri tespit edilmiştir.

8.4.3.9 Konvektif ısı değişim katsayısının (α_n) hesabı

Konvektif ısı değişim katsayısının hesabına dair eşitlik (6.14) olarak numaralandırılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren α_n değerleri tespit edilmiştir.

8.4.3.10 Üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının ($Q_{\text{taşınım}}$) hesabı*

Üründen sera havasına taşınım ile gerçekleşen ısı geçişi hesabında kullanılan eşitlik; $Q = \alpha \cdot A \cdot \Delta T$ şeklindedir. Burada ΔT olarak ürün ile hava arasındaki sıcaklık farkı alınmıştır. Alan olarak alınan değer ise her 10 cm'lik mesafe için seradaki ürün uzunluğu olan 5 m'nin çarpımından elde edilmiştir.



*Sera boyunca mevcut üç ürün sırasından sera havasına konveksiyonla transfer olan ısı miktarı hesap sonuçları Ek 11 ' de yer almaktadır.

8.4.4 1. ve 2. Dizilişler için üründen sera havasına evaporasyonla gerçekleşen ısı geçişinin hesabı*

Bölüm 6.1.4 'te, bu bölümde yapılan hesapların temel anlatımı üzerinde durulmuştu. Eşitlikte yer alan diğer bileşenlerdeki değişimlerin hesaplanması da tek tek ele alınacaktır.

8.4.4.1 Ürün yüksekliğinin (H) belirlenmesi

Üründen sera havasına evaporasyonla gerçekleşen ısı geçiş miktarının hesabı için, Bölüm 8.4.2.2 'de 2 m olarak belirlenen ürün yüksekliği 10 'ar cm 'lik parçalara ayrılmış ve her bir parça için ayrı ayrı ısı geçiş miktarı hesaplanmıştır.

8.4.4.2 Ortam sıcaklığının (T_o) belirlenmesi

Ürün sıcaklığı hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.1.7 'de yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren ürün sıcaklık değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.3 Ürün sıcaklığı ($T_{ü1}$, $T_{ü2}$) hesabı

Ürün sıcaklığı hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.1.9 'da yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren ürün sıcaklık değerleri tespit edilmiştir.

* Üründen sera havasına olan ısı geçişinin gerçekleşebilmesi için, ürün önce sera havasından ısı alacak ve daha sonra aldığı kadar ısı miktarını geri verecektir. Bu yüzden bu hesaplama seranın toplam ısı kazancına dahil edilemez.

8.4.4.4 Hava özgül ısısı

Hava özgül ısısının hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.3.4 'te yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lık her bir ürün parçası için değişim gösteren hava özgül ısı değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.5 Hava yoğunluğu

Hava yoğunluğunun hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.3.5 'te yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lık her bir ürün parçası için değişim gösteren hava özgül ısı değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.6 Sera alanı başına düşen yaprak alanının (I_p) belirlenmesi

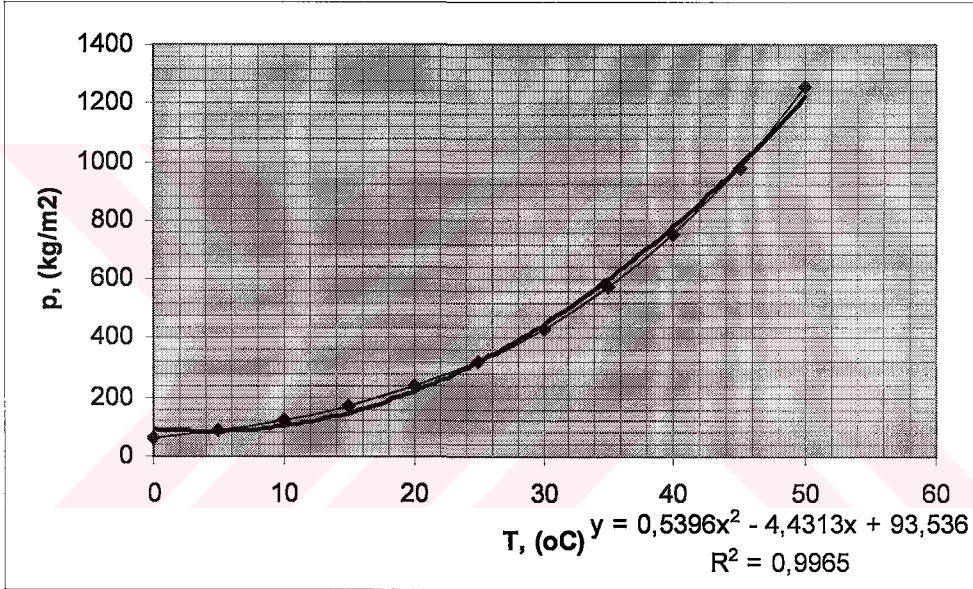
Üründen sera havasına olan evaporasyonla ısı geçişinin hesabında gerekli bir parametre olan yaprak indeksi olarak da bilinen I_p değeri için Bölüm 6'da anlatımı yer alan çalışma verilerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmanın 6.2 bölümünde I_p için, salkım adedi 6-9 arasında değişirken m^2 başına düşen bitki yaprak alanının 3-4,2 arasında değerler aldığı söylenmektedir. Bu çalışmada ele alınan ürün hakkında elde edilen bilgilere göre 8. salkımdaki bitki yüksekliğinin yaklaşık 2 m olduğudur. Burdan hareketle ürün yüksekliği 2 m olarak alınmış, bu salkım sayısına karşılık gelen I_p değeri de 4 olarak belirlenmiştir.

8.4.4.7 Hava doyma basıncının (Δp) belirlenmesi

Değişen ortam sıcaklıklarındaki farklı doyma basıncı değerlerinin hesabı için; değişik sıcaklıklardaki doyma basıncı değerleri yazılarak (Çizelge 8.18) grafiği çizilmiş ve eşitliği (Şekil 8.21) çıkarılmıştır. Üründen sera havasına evaporasyonla olan ısı geçişi hesabında da bu eşitlik kullanılarak mevcut sıcaklığa denk gelen hava doyma basıncı değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 8.14 Değişik sıcaklıklardaki hava doyma basıncı (Δp) değerleri

Sıcaklık, °C	Doyma basıncı (Δp), kg / m ²
0	62,5
5	89
10	125,1
15	173,8
20	238,3
25	322,9
30	432,5
35	573,3
40	752
45	977,1
50	1257,8



Şekil 8.17 Doyma basıncının değişik sıcaklıklarda aldığı değerler ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik

8.4.4.8 Psikrometrik sabit (χ) olarak adlandırılan değerin belirlenmesi

Bölüm 6'da yer alan çalışmada bu sabit için belirlenen değer, 65,8 Pa/K'dir. Tüm uygulama şartları aynı şekilde alındığından χ değeri olarak da bu değer seçilmiştir.

8.4.4.9 Buhar basıncı direnç faktörünün ($r_{\Delta p}$) hesabı

Buhar basıncı direnç faktörünün hesabına dair eşitlik (6.18) olarak numaralandırılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lık her bir ürün parçası için değişim gösteren $r_{\Delta p}$ değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.10 Ürün sıcaklığı direnç faktörünün (r_t) hesabı

Ürün sıcaklığı direnç faktörünün hesabına dair eşitlik (6.19) olarak numaralandırılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren $r_{\Delta t}$ değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.11 CO₂ konsantrasyonu direnç faktörünün (r_{CO_2}) hesabı

CO₂ konsantrasyonu direnç faktörünün hesabına dair eşitlik (6.20) olarak numaralandırılmıştır. Eşitlikte C olarak ifade edilen karbon konsantrasyon değeri ppm cinsinden 1200* olarak alınmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren r_{CO_2} değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.12 İç yaprak direnç faktörünün (r_i) hesabı

İç yaprak direnç faktörünün hesabına dair eşitlik (6.17) olarak numaralandırılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren r_i değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.13 Karakteristik yaprak uzunluğunun (L) belirlenmesi

Karakteristik yaprak uzunluğunun belirlenmesine dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.3.6 'da yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren hava özgül ısı değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.14 Hava hızının (u) belirlenmesi

Hava hızının belirlenmesine dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.3.7 'de yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren hava özgül ısı değerleri tespit edilmiştir.

8.4.4.15 Dış yaprak direnci (r_e) hesabı

Dış yaprak direncinin hesabına dair detaylı anlatım Bölüm 8.4.3.8 'de yer almaktadır. Belirlenen ürün yüksekliğine karşılık gelen eşitlikler kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren hava özgül ısı değerleri tespit edilmiştir.

*Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, Greenhouse CO₂ Supplement

8.4.4.16 Üründen sera havasına evaporasyonla gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarının ($Q_{ü-evap.}$) hesabı*

Üründen sera havasına evaporasyonla olan ısı geçişi hesabında kullanılan eşitlik (6.16) olarak numaralandırılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, 10 cm 'lik her bir ürün parçası için değişim gösteren ısı değerleri değerlendirilmiştir, bunların toplamının üç ile çarpımından üç ürün sırasından elde edilen toplam $Q_{ü-evap.}$ değerine ulaşılmıştır.



*Sera boyunca mevcut üç ürün sırasından sera havasına evaporasyonla gerçekleşen toplam ısı geçiş miktarı hesap sonuçları Ek 12 ' de yer almaktadır.

9. HESAP SONUÇLARI

9.1 Sera ısı kazancı hesap ilkelerine dayanarak yapılan deneysel hesap sonuçlarıyla teorik hesap sonuçlarının karşılaştırılması

Bunun için öncelikle her bir deneyin deney verileri ayrı ayrı ele alınmalıdır. Bu veriler; ısıtıcı akışkan olarak kullanılan suyun boruya giriş sıcaklığı, borudan çıkış sıcaklığı ve akışkanın debisidir. Buradan;

$$Q = m \times c_p \times \Delta T \quad (9.1)$$

eşitliği kullanılarak elde edilen sonucun birimi kcal/h 'tir. Fakat dikkat edilmelidir ki; bu sonuç 180 m borudan elde edilmiş bir sonuçtur. Bu çalışmada kullanılacak olan boru uzunluğu ise 1. diziliş için 67,5 m, 2. diziliş için 52,2 m olacaktır. Bu sonuç, 67,5 m 'lik ve 52,2 m 'lik hesap sonucuna enterpolasyonla yaklaşık olarak indirgenecektir.

Bu yolla elde edilen deneysel hesap sonucunun, teorik olarak hesaplanan taşınım ve ışıınım yoluyla ısı geçişi hesap sonuçlarının toplamına eşit olması gerekir.

Sırasıyla Çizelge 9.1 ve Çizelge 9.2'de 1. ve 2. dizilişlerdeki tüm deney koşulları için yapılan teorik ve deneysel hesap sonuçları ve bu iki sonuç arasındaki yüzdelik sapma görülmektedir.

Çizelge 9.1 1. Diziliş için teorik ve deneysel hesap sonuçları ile bu sonuçlar arasındaki yüzdelik sapma

Deney	Teorik hesap sonuçları, W	Deneysel hesap sonuçları, W	Fark, %
1. Deney	485	568	15
2. Deney	772	708	8
3. Deney	933	1121	17
4. Deney	981	1111	12
5. Deney	1140	2071	45
6. Deney	1375	2173	37
7. Deney	1569	2697	42
8. Deney	1946	2914	33
9. Deney	2029	2671	24

Çizelge 9.2 2. Diziliş için teorik ve deneysel hesap sonuçları ile bu sonuçlar arasındaki yüzdelik sapma

Deney	Teorik hesap sonuçları, W	Deneysel hesap sonuçları, W	Fark, %
1. Deney	430	493	13
2. Deney	514	545	6
3. Deney	713	625	12
4. Deney	787	860	8
5. Deney	956	1145	17
6. Deney	1099	1411	22
7. Deney	1353	1819	26

Sonuç olarak; teorik hesap sonuçlarıyla deneysel hesap sonuçlarının yaklaşık olarak örtüştüğünü söyleyebiliriz. Bazı sonuçlar arasında görülen %45'lik sapmaların, deneysel çalışma sırasında alınan ölçümlerdeki hatalardan kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Çünkü, yapılan hesaplamaların çoğundaki sapma yüzdeleri oldukça küçük mertebelerdedir. Tüm deney verileri ile yapılan hesap yönteminde de herhangi bir değişiklik yapılmadığı gözönüne alınarak bu sonuca varılmıştır.

9.2 1. ve 2. dizilişler arasında, sera ısı kaybını karşılayacak boru miktarları açısından yapılan karşılaştırma

Bu karşılaştırmaya ait hesap sonuçları Çizelge 9.3(a) ve Çizelge 9.3(b) 'de görülmektedir.

Çizelge 9.3(a) 1. Diziliş hesap sonuçları, W

1. DİZİLİŞ	Taşınım Isı Kazancı	Işınım Isı Kazancı	Toplam Isı Kazancı	Sera Isı Kaybı
1. Deney	229	256	485	4918
2. Deney	360	412	772	4918
3. Deney	431	502	933	4918
4. Deney	452	529	981	4918
5. Deney	522	619	1140	4918
6. Deney	622	753	1375	4918
7. Deney	703	866	1569	4918
8. Deney	857	1089	1946	4918
9. Deney	890	1139	2029	4918

Çizelge 9.3(b) 2. Diziliş hesap sonuçları, W

2. DİZİLİŞ	Taşınım Isı Kazancı	Işınım Isı Kazancı	Toplam Isı Kazancı	Sera Isı Kaybı
1. Deney	199	230	430	4918
2. Deney	237	277	514	4918
3. Deney	325	389	713	4918
4. Deney	357	430	787	4918
5. Deney	428	527	956	4918
6. Deney	488	611	1099	4918
7. Deney	592	761	1353	4918

Çizelge 9.3(a) ve Çizelge 9.3(b)'de görülen toplam ısı kazancı değerleri sera uzunluğu boyunca yer alan 1. ve 2. dizilişte sırasıyla birer sıra olmak üzere 67,5 m ve 52,2 m borudan elde edilen hesap sonuçlarıdır. Sera ısı kayıp değeri toplam ısı kazanç değerine bölüldüğünde seranın mevcut ısı kaybını karşılayabilmek için kaç sıra borunun döşenmesi gerektiği sonucuna varılacaktır. Bu işlemler sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 9.4(a) ve Çizelge 9.4(b)'de yer almaktadır.

Çizelge 9.4(a) 1. Diziliş için sera ısı kaybını karşılayacak boru sıra adedi ve buna karşılık gelen boru metrajı

1. DİZİLİŞ	Boru sıra sayısı, adet	Boru metrajı, m
1. Deney	10	675
2. Deney	6	405
3. Deney	5	337,5
4. Deney	5	337,5
5. Deney	4	270
6. Deney	4	270
7. Deney	3	202,5
8. Deney	3	202,5
9. Deney	2	135

Çizelge 9.4(b) 2. Diziliş için sera ısı kaybını karşılayacak boru sıra adedi ve buna karşılık gelen boru metrajı

2. DİZİLİŞ	Boru sıra sayısı, adet	Boru metrajı, m
1. Deney	11	574,2
2. Deney	10	522
3. Deney	7	365,4
4. Deney	6	313,2
5. Deney	5	261
6. Deney	4	208,8
7. Deney	4	208,8

Çizelge 9.4(a) ve Çizelge 9.4(b)'de yer alan sonuçlar incelendiğinde; hemen hemen birbirine yakın şartlardaki deney koşullarında 1. dizilişte yer alan borunun kullanımı sıra adedi açısından daha avantajlıdır.

Yapılan bu karşılaştırmayı boru metrajı açısından ele alacak olursak bu sefer 2. diziliş 1. dizilişe göre avantajlı konuma geçecektir.

Fakat görülmektedir ki; her iki durumda da dizilişlerin birbirleriyle kıyaslandıklarında sağladıkları avantaj çok küçük mertebelere düşmektedir.

10. SONUÇLAR

Avrupa ve diğer Akdeniz Ülkeleri'nde toprağın işlenmesindeki yaygınlaşma, üretimi ve sera kaplama malzemelerinin pazarlamasını arttırmıştır. Kaplama malzemeleri, enerji tüketimindeki temel faktördür. Farklı malzeme özellikleri ve performansları hakkında daha fazla bilgiye sahip olmak, hem bilimciler hem de üreticiler için önem taşımaktadır. Sera kaplama malzemesinin karakteristik özellikleri, bunların fiziksel ve mekanik özelliklerine bağlıdır. Avrupa standartları ve uluslar arası standartlar, sera kaplamasında genel olarak saydam malzemelerin kullanımıyla fiziksel özelliklerin belirlenmesini içermektedir. Bunlar, anlatımda üzerinde durulduğu gibi cam, rijit plastik ve filmidir.

Kaplama malzemeleri üzerine anlatılan bu bilgilerin ışığında tez çalışmamda kullanacağım kaplama malzemesi olarak çift katlı PE seçtim. Çünkü günümüzde tercih edilen sera kaplama malzemelerinin başında PE ve cam gelmektedir. PE'nin cama karşı sağladığı en büyük avantaj ise; cama göre çok daha ucuz olmasıdır. Bunun yanında çift katlı PE seçimi tercih edildiği takdirde, bunun cama kıyasla ısıtmada sağlayacağı kazanç bir başka avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında PE kaplama malzemesinin dezavantajları da unutulmamalı ve hesaba katılmalıdır. Kış aylarında içeri giren ışık miktarını azaltması ve cam kaplamaya kıyasla nem oranını yükseltmesi dezavantajları arasındadır.

Sera kaplama malzemesinin seçiminden sonra gelen ikinci önemli konu sera ısıtma sistemleri ve bunlar arasında yapılan karşılaştırmaya yöneliktir. 4. ve 5. bölümlerde üzerinde ayrıntılı olarak durulan bu konudan elde edilen belli başlı sonuçları şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Sıcak-su boru ısıtma metodunda; yapraklar (özellikle borulara yakın mesafede olanlar) hava sıcaklığından daha yüksek sıcaklıktadır. Hava ile ısıtma metodunda ise durum bunun tam tersidir. Bunun nedeni, kanallar ve borulardan yaprağa olan radyasyon geçişi arasındaki farklılıktır. Bunun sonucu olarak; hava ile ısıtma metodu, buhar yoğunlaşmasında yükselişe neden olmasından dolayı hastalık salgınına ve bunun hızlı bir biçimde yayılmasına neden olarak gösterilebilir.
2. On-off ısıtma, sera havasının nem oranında değişiklikler doğurur. Bunun nedeni, ısıtma sistemi açıkken gece terlemenin oluşumu ve ısıtma sistemi kapatıldığında buharın yoğunlaşmasıdır. Nem oranındaki artış ve bunun varyasyonundaki genlik, hava ile ısıtma metodunda, sıcak-su boru ısıtma metodundakine kıyasla daha fazladır.

3. Sera havasını, sıcak hava ile istenen bir sıcaklığa ısıtmak için sağlanan enerji miktarı sıcak-su boru sistemiyle sağlanan enerji miktarına yaklaşık olarak eşittir.

Sera kaplama malzemesi seçimine ışık tutan ve 2. bölümde yer alan bu çalışmayı takip eden 3. bölümde sera ısı kaybı hesapları üzerinde durulmuştur. Bu bölümde sera ebatları belirlenmiş ve ısı kaybı hesap ilkelerinin anlatımına yer verilmiştir. 4. bölümde ele alınan konu sera ısıtma sistemleri ve ısı dağıtımı üzerinde durulmuş ve bu konu hakkındaki araştırma sonuçlarından elde edilen bilgiler sunulmuştur. 5. bölümde, seralarda kullanılan iki farklı ısıtma metodu olan sıcak su boru sistemi ile hava kanal sistemi ve bunlar arasında yapılan karşılaştırma sonuçları sunulmuştur. 6. bölümde yer verilen çalışma, seçilen ısıtma sistemi pozisyonunun sıcaklık dağılımına olan etkisi üzerinedir. 7. bölümde deneysel çalışmanın anlatımı yer alırken, 8. bölümde sera üzerinde yapılacak uygulamaların anlatımıyla bunların sonuçları üzerinde durulmuştur. Son olarak 9. bölümde deneysel hesap sonuçlarına yer verilmiştir.

Yukarıda ana hatlarıyla kısaca özetlenen bölümlerden 2. bölümde yer alan çalışma; Papadakis, Briassoulis, Scarascia Mugnozza, Vox, Feuilloley, Stoffers isimli bilim adamlarının “Radiometric and Thermal Properties of, and Testing Methods for, Greenhouse Covering Materials” başlıklı çalışmasından, 5. bölümde yer alan çalışma; Teitel, Segal, Shklyar, Braak isimli bilim adamlarının “A Comparison between Pipe and Air Heating Methods for Greenhouses” başlıklı çalışmasından, 6. bölümde yer alan çalışma; Kempkes, Braak, Bakker isimli bilim adamlarının “Effect of Heating System Position on Vertical Distribution of Crop Temperature and Transpiration in Greenhouse Tomatoes” başlıklı çalışması ile Teitel ve Tanny isimli bilim adamlarının “Radiative Heat Transfer from Heating Tubes in a Greenhouse” başlıklı çalışmalarından birebir çevrilmiştir. Çünkü bu çalışmaların, genel tanımlamalar içerdiği görülmüş ve tezde yer alan hesaplamalar bu bilgilerin ışığında yapılmıştır.

9. bölümde yer alan hesap sonuçları, teorik ve deneysel hesapların karşılaştırılması ile 1. ve 2. dizilişler arasında sera ısı kaybını karşılayan sıra sayısı – metraj uzunluğu bakımından sağladıkları avantajların karşılaştırılması olmak üzere iki şekilde ele alınmıştır.

Yapılan ilk karşılaştırma olan teorik ve deneysel hesap sonuçlarına bakıldığında hesapların hemen hemen örtüştüğü görülmektedir. Bazı deneylerin teorik ve deneysel hesap sonuçlarında görülen maksimum %45 ‘lik sapmaların deney sırasındaki ölçüm yanlışlıklarından ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu düşüncenin en büyük dayanağı, aynı teorik hesap yönteminin

deneysel hesap sonuçlarıyla %8, %12, %15 'lik gibi çok küçük bir sapmalarla örtüşüyor olmasıdır.

Ele alınan bir diğer karşılaştırma olan sıra adetleri ve metraj uzunlukları sonuçlarına bakıldığında görülmektedir ki; bu iki diziliş arasındaki farklar çok cüzzî miktarlardadır. Görsel açıdan ilk etapta 1. dizilişin 2. dizilişe kıyasla sıra adedi ve boru metrajı açısından büyük avantajlar sağlayacağı düşünülürken hesap sonuçları bu durumun hiç de böyle olmadığını göstermiştir.



KAYNAKLAR

- Assaf G and Zieslin N, "Night water consumption by rose plants. *Journal of Horticultural Science*, 1996, 71(4), 673–678"
- Aubinet M; Deltour J (1993), "Natural convection above line heat sources in greenhouse canopies. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 37(12), 1795-1806"
- Aikman D P; Houter G (1990), "Influence of radiation and humidity on transpiration: implications for calcium levels in tomato leaves. *Journal of Horticultural Science*, 65(3), 245-253"
- Briassoulis D; Waaijenberg D; Gratraud J; Von Elsner B (1997a), "Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part1: general overview. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67, 81-96"
- Briassoulis D; Waaijenberg D; Gratraud J; Von Elsner B (1997b), "Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part2: quality assessment. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67, 171-217"
- Bailey B J (1988), "Principles of environmental control. In: *Energy Conservation and Renewable Energies for Greenhouse Heating* (von Zabeltitz Chr ed.), pp 17-42. FAO REUR Technical series 3"
- Baille M; Delmon D; Jacquemont R; Antonioletti R; Baille A; Sappe G, "Etude comparative de deux systemes de chauffage de serre: aerotherm et thermosiphon. *Aspects Energetiques et Microclimatiques*. P.H.M. Revue. 1983, *Horticule*, 234, 39–42"
- Bailey B J, "The design of ducted-air heating systems. *Acta Horticulturae*, 1975, 46, 41–54"
- Bot G P A; Van de Braak N J (1995), "Transport phenomena. In: *Greenhouse Climate Control: An Integrated Approach* (Bakker J C; Bot G P A; Challa H; Van de Braak N J eds), pp. 125-134. Wageningen Pers"
- Cockshull K E; Graves C J; Cave R J (1992), "The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 67, 11-24"
- Cooper P L; Fuller R L (1983), "A transient model for the interaction between crop environment and greenhouse thermal environment. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 28, 401-417"
- Challa H; Baaker J C, "In: *Greenhouse Climate Control an Integrated Approach*. (Bakker, J C; Bot, G P A; Challa, H; van de Braak, N J eds). Wageningen Press, 1995"
- De Koning A N M, "The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 1988, 63(3), 465–471"
- De Koning A N M, "Long term temperature integration of tomato. Growth and development under alternating temperature regimes. *Scientia Horticulturae*, 1990, 45, 117–127"
- De Zwart H F (1996), "Analyzing energy saving options in greenhouse cultivation using a simulation model. Ph.D. thesis, Agricultural University, Wageningen, 236pp"
- De Krey C (1996), "Interactive effects of air humidity, calcium and phosphate on blossom-end rot, leaf deformation. Production and nutrient contents of tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 19(2), 361-377"
- De Graaf R; Van den Ende J (1981), "Transpiration and evaporation of the glasshouse crops. *Acta Horticulturae*, 119, 147-158"

Feuilloley P; Gratraud J (1995), "Optimisation of out of season cropping in mild winter greenhouses by crop diversification, quality improvement, and better use of means. EC contract 8801 CT 90 0015, Final Report"

Feuilloley P; Issanchou G (1996), "Greenhouse covering materials measurement and modelling of thermal properties using the hot box method and condensation effects. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65, 129-142"

Fink M, "Effects of short-term temperature fluctuations on plant growth and conclusions for short-term temperature optimization in greenhouses. *Acta Horticulturae*, 1993, 328, 147-151"

Gates D M (1976), "Energy exchange and transpiration. In: *Water and Plant Life* (Lange O L; Kappen L; Schulze E-D eds). Pp 137-147, Springer-Verlag"

Geoola F; Peiper U M; Geoola F (1994), "Outdoor testing of the condensation characteristics of plastic film covering materials using a model greenhouse. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 57, 167-172"

Gaafer S A; Yousef M S; Abou-Hadid A F; El-Beltagy A S, "Water consumption for sweet pepper plant grown under heated and non-heated plastic house conditions. *Acta Horticulturae*, 1990, 287, 455-460"

Holman J P (1986), "Heat Transfer, 6th edn. McGraw-Hill International Editions, New York"

Hoare E R; Morris L G, "The heating and ventilation of glasshouses. *Journal of the Institution of British Agricultural Engineers*, 1956, XII(1), 1-26"

Horst H, "Botrytis blight. In: *Compendium of rose diseases*. (Horst K, ed.), pp. 18-19. St Paul, MN, USA, American Phytopathological Society, 1986"

Holman J P, "Heat Transfer. Singapore: McGraw-Hill, 1989"

Ho L C (1988), "Effects of high humidity and high salinity on calcium distribution in tomato plants. In: *The Effects of High Humidity on Plant Growth in Energy Saving Greenhouses* (Cockshul K E ed), pp. 71-80. Report EUR 11261, Office for Official publications of the European Communities, Luxembourg"

Jacques R (1992), "Facteurs importants du climat sous serre.[Important factors of the greenhouse climate]. CPA, 65 Rue de Prony, 75 Paris Colloque de Brive La Gaillarde, 24-26 Mars"

Jaffrin A; Morisot A; Gratraud J (1993), "Benefice d'un nettoyage des surfaces externes de films de couverture de serres. [Advantages of cleaning the external film surfaces of greenhouses]. CPA, 65, Rue de Prony, 75 Paris, Colloque de Colmar, 1993."

Kittas C; Baille A; Giaglaras P. (1999), "Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouses. *Journal of Agricultural of Agricultural Engineering Research*, 73, 341-351"

Kozai T; Hayashi M; Suzuki H; Watanabe I, "Effects of environmental factors on evapotranspiration of greenhouse cucumber crops in hydroponic culture. *Journal of Agricultural Meteorology*, 1982, 38(2), 153-159"

Mc Cree K J (1972), "The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology*, 9, 191-216"

Monteith J L; Unsworth M H (1990), "Principles of Environmental Physics, 2nd Edn, p 291. Edward Arnold, London"

Manera C; Picuno P; Scarascia Mugnozza G (1989), "Analysis of nocturnal microclimate in single skin cold greenhouse in Mediterranean countries. *Acta Horticulturae*, 281, 47-56"

Mermier M; Baille A (1988), "The optical properties of plastic materials for greenhouses and screens. *Plasticulture*, 77(1), 11-24"

Menses J F; Monteiro A A, "Ducted air heating systems in greenhouses: experimental results. International Symposium on Simple Ventilation and Heating Methods for Greenhouses in Mild Winter Climates. *Acta Horticulturae* 1990, 263, 285-292"

Mavrogianopoulos G N; Choustoulakis P; Kyritsis S, "Tomato production in heated and unheated greenhouses. *Agricoltura Mediterranea*, 1993, 123, 30-34"

Meyer J, "Reducing energy consumption of greenhouses by the choice of the heating system. Proceedings of a Conference on Technical and Physical Aspects of Energy Saving in Greenhouses, Karlsruhe, Germany, 22-24 September, 1976"

Mastalerz J W, "The Greenhouse Environment. New York: Wiley, 1977"

Monteith J L; Unsworth M, "Principles of Environmental Physics, 2nd edn. UK: Arnold, 1995"

Nijskens J; Deltour J; Nisen A; Coutisse S (1984b), "Proprietes radiometriques et thermiques des materiiaux plastiques.[Radiometric and thermal properties of plastic materials]. *Acta Horticulturae*, 154, 33-41

Ohara G, "Improvement of the heating system control in protected cultivation. *Acta Horticulturae*, 1988, 230, 527-532"

Papadakis G; Frangoudakis A; Kyritsis S (1989a), "Theoretical and experimental investigation of thermal radiation transfer in polyethylene covered greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 44, 97-111"

Papadakis G; Frangoudakis A; Kyritsis S (1994), "Experimental investigation and modelling of heat and mass transfer between a tomato crop and the greenhouse environment. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 57, 217-227"

Papadakis G (1989), "Experimental analysis and dynamic simulation of the greenhouse microclimate. (In Greek). PhD thesis, Agricultural University of Athens, Greece, 166pp"

Pieters J G; Deltour J M; Debruyckere M J (1994), "Condensation and static heat transfer through greenhouse covers during night. *Transactions of the ASAE*, 37(6), 1965-1972"

Popovski K, "Location of heating installations in greenhouses for low temperature heating fluids. In: Industrial Thermal Effluents for Greenhouse Heating. European Cooperative Networks on Rural Energy. CNRE Bulletin No. 15, pp. 51-55. 1986, Proceedings of CNRE Workshop, Dublin, Ireland. 17-19 September"

Popovski K, "Heating greenhouses with geothermal energy. Engineering Handbook. International Summer School on Direct Application of Geothermal Energy. Skopje, Macedonia. Published by the author, 1993"

Popovski K, "Location of heating installations in greenhouses for low temperature heating fluids. Industrial Thermal Effluents for Greenhouse Heating. Proceedings of CNRE Workshop 17-19 September, Dublin, Ireland, 1986, CNRE Bulletin No. 15, pp. 51-53"

Reuveni R; Raviv M (1997), "Manipulation of light for the management of foliar pathogens of greenhouse crops. Paper presented at "International Congress for Plastics in Agriculture", March 9-14, Tel-Aviv, Israel.(Proceedings, pp 269-281)"

- Silva A M; Rosa R (1987), "Radiative heat loss inside a greenhouse. Journal of Agricultural Engineering Research, 37, 155-162"
- Silva A M; Miguel A; Rosa R (1991), "Thermal radiation inside a single span greenhouse with a thermal screen, Journal of Agricultural Engineering Research, 49, 185-298"
- Stanghellini C (1991), "Effect of the major environmental factors on growth and production of greenhouse crops, with reference to Mediterranean conditions. AGRIMED Research Programme, Report EUR 15123 EN, Workshop of Valencia (Spain), 20-21 November"
- Stanghellini C, "Calculation of the amount of energy released by heating pipes in a greenhouse and its allocation between convection and radiation. Research Report 83-3, 1983 IMAG, Netherlands"
- Stanghellini C, "Transpiration of greenhouse crops—an aid to climate management. Ph.D. Thesis, IMAG, Netherlands, 1987"
- Stanghellini C (1987), "Transpiration of greenhouse crops, an aid to climate management. Ph.D. thesis, Agricultural University, Wageningen, 150pp"
- Teitel M; Shklyar A; Segal I; Barak M, "Effects of nonsteady hot-water greenhouse heating on heat transfer and microclimate. Journal of Agricultural Engineering Research, 1996, 65, 297–304"
- Teitel M; Shklyar A; Segal I; Barak M, "Effects of nonsteady hot-water greenhouse heating on heat transfer and microclimate. Journal of Agricultural Engineering Research, 1996, 65, 297–304"
- Vakalounakis D J (1991), "Control of early blight of greenhouse tomato, caused by *Alternaria solani*, by inhibiting sporulation with ultraviolet-absorbing vinyl film. Plant disease, 75, 795-7"
- Van de Braak N J, "New methods of greenhouse heating. Engineering and Economic Aspects of Energy Saving in Protected Cultivation. Acta Horticulturae, 1988, 245, 149–157"
- Van de Braak N J, "Heating equipment. In: Greenhouse Climate Control an integrated approach. (Bakker, J C; Bot, GPA; Challa, H; and van de Braak, NJ eds). Wageningen Press, 1995"
- Verleij F N, "Short-term effects of vertical temperature gradients on translocation and distribution of assimilates. Acta Horticulturae, 1985, 174, 277–282"
- Van Holsteijn G P A; Kempkes F L K (1992), "Hoogte buis bemK nvloedt temperatuurverdeling (Height of heating pipe influences temperature distribution). Groenten+Fruit/Glasgroenten, 50, 28-29"
- Waaijenberg D (1987), "Research on plastic greenhouse cladding materials. Acta Horticulturae, 154, 57-64"
- Wang S; Deltour J (1999), "Studies on thermal performances of a new greenhouse cladding material. Agronomie, 19(4), 467-475"
- Wells C M; Amos N D, "Design of air distribution systems for closed greenhouses. Acta Horticulturae, 1994, 361, 93–104"
- Winspear K W (1978), "Vertical temperature gradients and greenhouse energy economy. Acta Horticulturae, 76, 97-103"
- Yang X (1995), "Greenhouse micrometeorology and estimation of heat and water vapour fluxes. Journal of Agricultural Engineering Research, 61, 227-238"

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.cemalbalci.8k.com/domates-2.html

[2] www.fbe.yildiz.edu.tr

[3] www.sciencedirect.com

[4] www.uark.edu/mrevans/4703/learning_units/unit_05/unit_05.html

[5] www.uark.edu/mrevans/4703/learning_units/unit_11/unit_11.html



EKLER

- Ek 1 Sera kaplama malzemelerinin ısıtım geçirgenlik standartları
- Ek 2 Sera kaplama malzemeleri toplam ısı geçiş katsayılarının belirlenmesine ilişkin standartlar
- Ek 3 PEX boru üretim standartları
- Ek 4 Tez konusu olarak seçilip dökümantasyonu yapılan 1. ve 2. dizilişlerin şematik gösterimi
- Ek 5 1. dizilişteki 2. deney için değişik noktalardan alınmış T_w değerleri ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik
- Ek 6 2. dizilişteki 2. deney için değişik noktalardan alınmış T_w değerleri ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik
- Ek 7 1. dizilişin 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan taşınım ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri
- Ek 8 2. dizilişin 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan taşınım ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri
- Ek 9 1. dizilişin 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısıtım ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri
- Ek 10 2. dizilişin 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısıtım ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri
- Ek 11 Sera boyunca mevcut üç ürün sırasından sera havasına taşınım ısı gerçekleşen ısı geçiş miktarı hesap sonuçları
- Ek 12 Sera boyunca mevcut üç ürün sırasından sera havasına evaporasyonla gerçekleşen ısı geçiş miktarı hesap sonuçları

Ek 1 Sera kaplama malzemelerinin ışıınım geçirgenlik standartları

ASTM E891-87, 1.5 hava kütlesi için karadan olan direkt spektral parlama için standart tablolar

ISO 9050(1990), Cam yapı-ışık geçirgenliği, direkt solar geçirgenlik, toplam solar enerji geçirgenliği ve ultraviole geçirgenlik ile cam yapılar için ilgili faktörler

NFT 54-406, Tarımsal amaçlı kullanılan film, cam malzemeler için PAR bandında yapılan ölçümler



Ek 2 Sera kaplama malzemelerinin toplam ısı geçiş katsayısı, K değeri

ASTM C976-82, Bina performansının belirlenmesi için standart test metodu

DIN 52611-1 , Laboratuar metodu ile bina bileşenlerinin ısıl dirençlerinin belirlenmesi

DIN 52611-2, Bina uygulamalarında ölçülen değerler kullanılarak bina bileşenlerinin ısıl dirençlerinin belirlenmesi



Ek 3 PEX boru üretim standartları

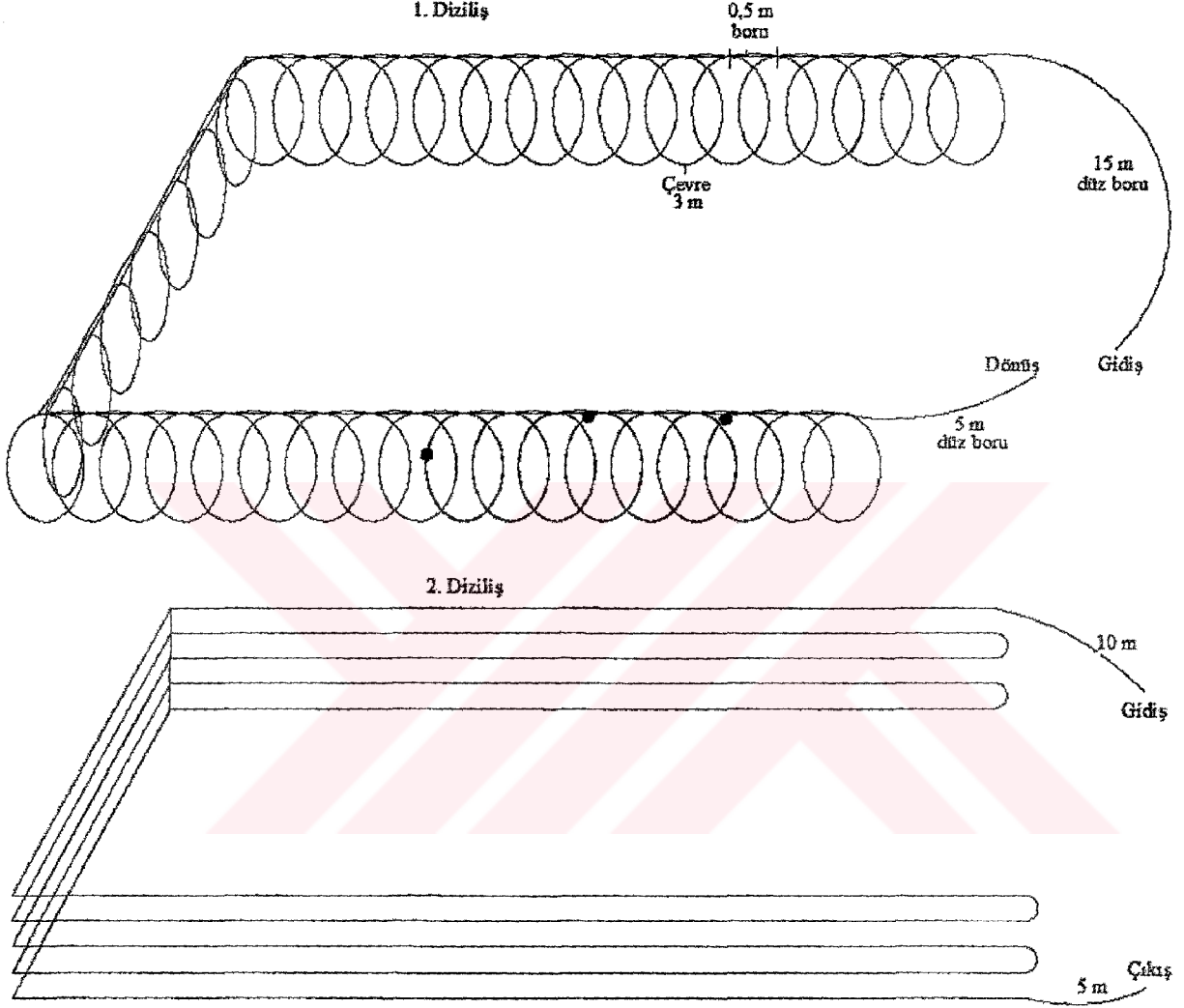
ASTM F876, Bu standart; PEX kanal üretiminde, dış çap kontrolü, standart termoplastik kanal ölçüm oranları ve alınan üç değişik su sıcaklığındaki basınç oranlarını konu alır. İçeriğinde bulunan değerler, malzeme için gerekli test metotları, ölçümler, kullanılan basınç değeri, patlama basıncı, çevresel çatlama gerilimi, migrasyon direnci ve crosslink derecesidir.

ASTM F877, Bu standart; test metotları, sıcak ve soğuk su dağıtım sistemlerinde kullanılan crosslinked PE plastik için standart bir ölçüm oranı ve bunun için belirlenmiş 100 psi (0.69 MPa) 'lık bir basınç ve 180 °F (82 °C) 'lık maksimum çalışma sıcaklık değeri içermektedir. Bileşenler kanal ve fittingslerden oluşmaktadır. Gereklilikler ve test metotları, malzemeler, ölçüm ve tolerans değerleri, hidrostatik basınç kuvveti, ısı devir direnci, fitinsler ve bükülme kuvveti değerleri için belirlenmiştir. Bu standart dahilinde yapılan uygulamalar, konut ve ticari mekanlardaki sıcak-soğuk içilebilir su dağıtım sistemlerinde, yerden ısıtma sistemlerini kapsayan merkezi ısıtma sistemleri kadar iyi sonuç verir.

PPI TR-3, Bu standart PPI bünyesindeki HSB tarafından belirlenen kural ve prosedürleri kapsamaktadır. Ticari termoplastik boru malzemeleri için uzun-dönem kuvvet değerleri hesaplama metotları önermektedir. Bu öneriler, PPI TR-4, "Tavsiye Edilen Hidrostatik Dizayn Esasları ve Termoplastik Boru Malzemeleri için Hidrostatik Dizayn Gerilmeleri" 'te yayınlanmıştır. Geliştirilerek listelenmiş veriler üreticiler tarafından HSB 'ye verilmiştir. Bu verilerin eldesinde kullanılan metotların ana hatları ASTM D1598, "Sabit bir iç basınç altındaki plastik borunun bozulma ömrü için test metot standardı" ile belirlenmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde kullanılan genel metot ise, ASTM D2837, "Termoplastik boru malzemeleri için hidrostatik dizayn esasları göz önünde bulundurularak uygulanan test metotları" olarak seçilmiştir. Bu aşama için gerekli ek bilgiler PPI TR-3 'te bulunmaktadır.

ANSI/NSF Standardı 61, Bu standart, içme suyu ile temas halindeki spesifik kaplama malzemeleri ya da ürünleri ile ilgilidir. Standardın ilk ana konusu, içme suyuna direkt karışabilen kirliliktir.

Ek 4 Tez konusu olarak seçilip dökümantasyonu yapılan 1. ve 2. dizilişler

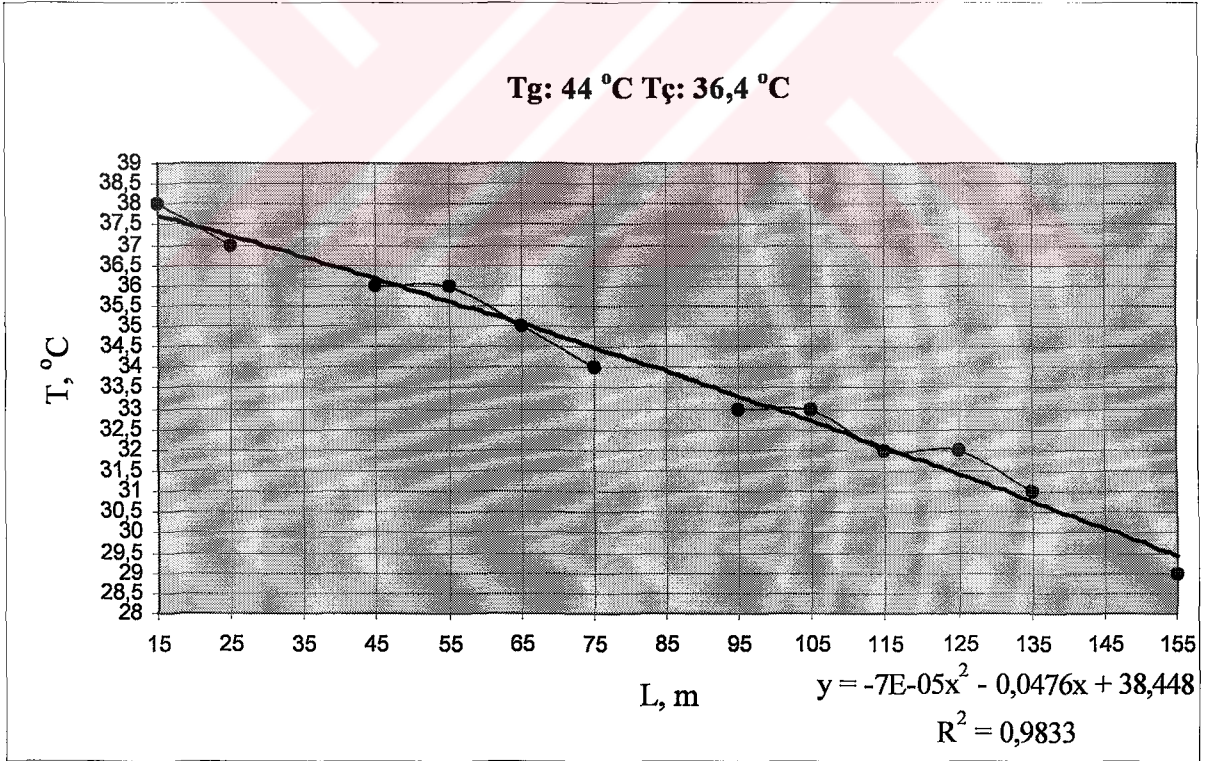


Ek 5 1. dizilişteki 2. deney için değişik noktalardan alınmış T_w değerleri ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik

Çizelge Ek 5.1 2. Deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimine ait ölçümler

L, m	Sıcaklık, °C
15	38
25	37
45	36
55	36
65	35
75	34
95	33
105	33
115	32
125	32
135	31
155	29

Şekil Ek 5.1 2. Deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimine ait grafik ve kullanılacak eşitlik

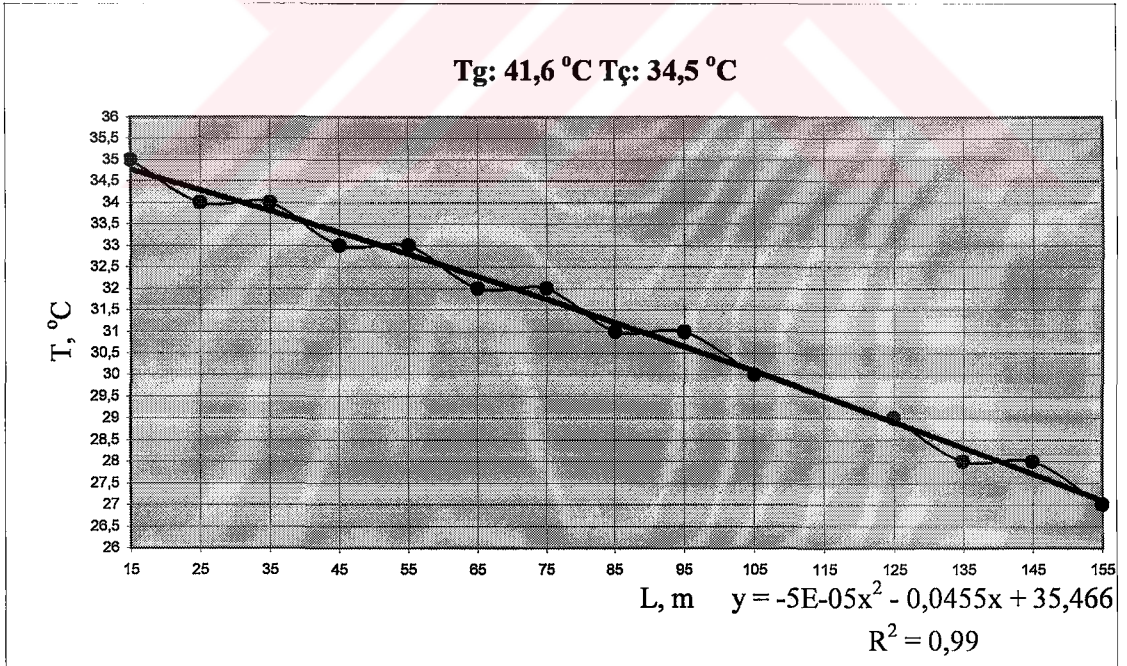


Ek 6 2. dizilişteki 2. deney için değişik noktalardan alınmış T_w değerleri ve bu değerlerin tespitinde kullanılacak eşitlik

Çizelge Ek 6.1 2. Deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimine ait ölçümler

L, m	Sıcaklık, °C
15	35
25	34
35	34
45	33
55	33
65	32
75	32
85	31
95	31
105	30
125	29
135	28
145	28
155	27

Şekil Ek 6.1 2. Deney boru yüzey sıcaklığının boru boyunca olan değişimine ait grafik ve kullanılacak eşitlik



Ek 7.1. dülüs içün, 2 numaralı deney şartlarında verilerin kullanimıyla hesaplanan tüşüm yoluyla sı bazancının ayrıntılı hesap dñtñmleri

h, [m]	Gr x Pr	X, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T _{so} , [°C]	T _{so} , [°C]	ΔT, [°C]	ΔT, [°K]	Gr	L _d , [m]	L _g , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m·°C]	c _p , [W/m ² ·°C]	L _s , [m]	A _s , [m ²]	Q _{temas} , [W]
1,1076	24450431	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,5	17,8955	20,605	293,6	34345529	0	0,1	0,7119	33,0498	0,017815974	5,88815264	0,1	0,00471	0,571697422
1,1158	24452771	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,4952	17,8951	20,6021	293,602	34348818	0,1	0,2	0,7119	33,0506	0,017811663	5,88686813	0,1	0,00471	0,571527142
1,1185	2445373	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,4905	17,8911	20,5994	293,599	34349523	0,2	0,3	0,7119	33,0508	0,017810247	5,886430752	0,1	0,00471	0,57141048
1,1158	24451977	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,4857	17,8931	20,5926	293,593	34347703	0,3	0,4	0,7119	33,0504	0,017811663	5,886820765	0,1	0,00471	0,571238257
1,1076	24448844	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,4809	17,8955	20,5814	293,581	34343301	0,4	0,5	0,7119	33,0493	0,017815974	5,88805712	0,1	0,00471	0,571069359
1,0988	24259119	0,0998	0,003531	1,214362	0,00002090	38,4762	17,9064	20,5698	293,57	34132980	0,5	0,6	0,7119	32,9986	0,017820052	5,892339487	0,1	0,00471	0,571162184
1,0777	21018749	0,0951	0,00353	1,214362	0,00002090	38,4714	17,9229	20,5485	293,48	29252040	0,6	0,7	0,7119	31,8236	0,01783184	5,967226102	0,1	0,00471	0,571871756
1,0368	15643394	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	38,4666	17,9555	20,5111	293,511	21974274	0,7	0,8	0,7119	29,5384	0,01785391	6,12218817	0,1	0,00471	0,591748851
0,9781	12031429	0,079	0,00353	1,213902	0,00002090	38,4619	18,0034	20,4884	293,458	169000543	0,8	0,9	0,7119	27,6807	0,017886323	6,267165124	0,1	0,00471	0,604205619
0,9043	11701438	0,0783	0,003529	1,213642	0,00002090	38,4571	18,0656	20,3915	293,392	16436998	0,9	1,1	0,7119	27,8889	0,017928304	6,294121297	0,1	0,00471	0,604819209
0,819	16532720	0,0879	0,003528	1,213331	0,00002091	38,4523	18,1401	20,3121	293,312	23222487	1	1,1	0,7119	29,6968	0,017928525	6,129398626	0,1	0,00471	0,586743173
0,7258	20060071	0,0938	0,003528	1,212978	0,00002091	38,4476	18,2247	20,2228	293,223	28178339	1,1	1,2	0,7119	31,4544	0,018035467	6,047912829	0,1	0,00471	0,576352737
0,6288	21335993	0,0958	0,003527	1,212595	0,00002092	38,4428	18,3164	20,1263	293,126	22970612	1,2	1,3	0,7119	31,943	0,018097009	6,034167429	0,1	0,00471	0,572299359
0,5318	19993518	0,0938	0,003526	1,212198	0,00002092	38,438	18,4118	20,0262	293,026	28084828	1,3	1,4	0,7119	31,4282	0,018160856	6,084902757	0,1	0,00471	0,574299657
0,4389	16425410	0,0879	0,003525	1,211803	0,00002093	38,4332	18,5066	19,9266	292,927	23072709	1,4	1,5	0,7119	29,9211	0,018224149	6,203478792	0,1	0,00471	0,582519164
0,3339	11589313	0,0783	0,003524	1,211383	0,00002093	38,4284	18,6074	19,821	292,821	16279456	1,5	1,6	0,7119	27,4228	0,018291296	6,406119084	0,1	0,00471	0,598359459
0,2806	14035602	0,0835	0,003524	1,211059	0,00002093	38,4237	18,6852	19,7385	292,739	19715742	1,6	1,7	0,7119	28,7677	0,018342942	6,31978811	0,1	0,00471	0,587818805
0,2223	13819274	0,0831	0,003523	1,210796	0,00002094	38,4189	18,7483	19,6706	292,671	19411862	1,7	1,8	0,7119	28,6562	0,018384824	6,339380266	0,1	0,00471	0,587672595
0,1818	16509748	0,0882	0,003523	1,210611	0,00002094	38,4141	18,7959	19,6212	292,621	23191153	1,8	1,9	0,7119	29,9594	0,018414337	6,234901578	0,1	0,00471	0,578345265
0,1611	23908017	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	38,4093	18,8159	19,5864	292,593	33382909	1,9	2	0,7119	32,8665	0,018429554	6,069012374	0,1	0,00471	0,560362723
0,1611	23907626	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	38,4045	18,8159	19,5864	292,589	33382909	2	2,1	0,7119	32,8649	0,018429554	6,069012374	0,1	0,00471	0,560223517
0,1818	20694499	0,0951	0,003523	1,210611	0,00002094	38,3997	18,7929	19,6088	292,607	29069450	2,1	2,2	0,7119	31,7002	0,018414337	6,138143533	0,1	0,00471	0,567134043
0,2223	15429865	0,0862	0,003523	1,210796	0,00002094	38,3949	18,7483	19,6466	292,647	21664587	2,2	2,3	0,7119	29,4537	0,018384824	6,281916944	0,1	0,00471	0,581595712
0,2806	9571586,5	0,0735	0,003524	1,211059	0,00002093	38,3954	18,6852	19,705	292,705	13445161	2,3	2,4	0,7119	26,1423	0,018342942	6,524173302	0,1	0,00471	0,605871895
0,4389	8208707,5	0,0698	0,003524	1,211383	0,00002093	38,3854	18,6074	19,7779	292,778	25767450	2,4	2,5	0,7119	26,1574	0,018291296	6,592583143	0,1	0,00471	0,61443748
0,4389	18342395	0,0912	0,003525	1,211803	0,00002093	38,3806	18,5066	19,874	292,874	25765490	2,5	2,6	0,7119	30,7383	0,018224149	6,146307591	0,1	0,00471	0,575625431
0,6288	23755145	0,0993	0,003526	1,212395	0,00002092	38,371	18,3164	20,0545	293,055	33368767	2,6	2,7	0,7119	32,302	0,018160856	6,029108224	0,1	0,00471	0,567206072
0,7258	22384217	0,0973	0,003528	1,212978	0,00002091	38,3662	18,2247	20,1414	293,141	31443062	2,7	2,8	0,7119	32,8123	0,018097009	5,992359824	0,1	0,00471	0,566730249
0,819	18459822	0,0912	0,003528	1,213331	0,00002091	38,3614	18,1401	20,2213	293,221	25930484	2,8	2,9	0,7119	32,3283	0,018035467	5,992359824	0,1	0,00471	0,566730249
0,9043	13045874	0,0812	0,003529	1,213642	0,00002090	38,3566	18,0656	20,2921	293,291	182950464	2,9	3	0,7119	30,8074	0,017928525	6,073146942	0,1	0,00471	0,5787133656
1,0368	15687015	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	38,347	17,9555	20,3914	293,391	21965314	3,2	3,3	0,7119	29,5554	0,01785391	6,121569377	0,1	0,00471	0,588266015
1,0777	21009493	0,0951	0,00353	1,214362	0,00002090	38,3422	17,9229	20,4192	293,419	29512039	3,3	3,4	0,7119	31,8201	0,01783184	5,966469123	0,1	0,00471	0,574113905
1,0988	24287627	0,0998	0,003531	1,214362	0,00002090	38,3374	17,9064	20,431	293,431	34116838	3,4	3,5	0,7119	32,9947	0,01782062	5,891642729	0,1	0,00471	0,567240162
1,1076	2436485	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,3325	17,8955	20,433	293,433	34329640	3,5	3,6	0,7119	33,0451	0,017815974	5,887312871	0,1	0,00471	0,566880074
1,1158	24438820	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,3277	17,8931	20,436	293,436	343292221	3,6	3,7	0,7119	33,0459	0,017811663	5,886028686	0,1	0,00471	0,566799437
1,1185	24439317	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,3229	17,8911	20,435	293,432	34329920	3,7	3,8	0,7119	33,0461	0,017810247	5,88590734	0,1	0,00471	0,566871553
1,1158	24438018	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,3181	17,8931	20,435	293,425	343296205	3,8	3,9	0,7119	33,0457	0,017811663	5,885980426	0,1	0,00471	0,566578759
1,1076	24434882	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	38,3133	17,8955	20,4138	293,414	3432688	3,9	4	0,7119	33,0446	0,017815974	5,887216327	0,1	0,00471	0,566336806
1,0988	24285238	0,0998	0,003531	1,214362	0,00002090	38,3085	17,9229	20,4021	293,402	34113481	4	4,1	0,7119	32,9939	0,01782062	5,891497803	0,1	0,00471	0,566422788
1,0777	21006737	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	38,3038	17,9064	20,3807	293,381	29508168	4,1	4,2	0,7119	31,8191	0,01783184	5,966673425	0,1	0,00471	0,573012788
1,0368	15634451	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	38,2988	17,9555	20,3433	293,343	21961711	4,2	4,3	0,7119	29,5542	0,01785391	6,121312968	0,1	0,00471	0,586823883
0,9781	11624548	0,079	0,003529	1,213642	0,00002090	38,294	18,0034	20,2906	293,294	16627592	4,3	4,4	0,7119	27,6767	0,017886323	6,266268774	0,1	0,00471	0,599162766
0,9043	11694741	0,0783	0,003529	1,213642	0,00002090	38,2892	18,0656	20,2236	293,224	16427592	4,4	4,5	0,7119	27,465	0,017928304	6,293220623	0,1	0,00471	0,599753446
0,819	16532544	0,0879	0,003528	1,213331	0,00002091	38,2844	18,1401	20,1443	293,144	23231050	4,5	4,6	0,7119	29,9995	0,017978525	6,128962167	0,1	0,00471	0,581808495
0,7258	20048578	0,0938	0,003528	1,212978	0,00002091	38,2796	18,2247	20,0548	293,055	28162135	4,6	4,7	0,7119	31,4499	0,018035467	6,047046384	0,1	0,00471	0,571482233
0,6288	21323762	0,0958	0,003527	1,212595	0,00002092	38,2747	18,3164	19,9583	293,055	28953430	4,7	4,8	0,7119	31,984	0,018097009	6,03302416	0,1	0,00471	0,567439752
0,5318	19982049	0,0938	0,003526	1,212198	0,00002092	38,2699	18,4118	19,8581	292,858	28068717	4,8	4,9	0,7119	31,4237	0,018160856	6,084029918	0,1	0,00471	0,569335864
0,4389	16415982	0,0879	0,003525	1,211803	0,00002093	38,2651	18,5066	19,7385	292,758	23059465	4,9	5	0,7119	29,9168	0,018224149	6,202583882	0,1	0,00471	0,577520884
0,3339	11582657	0,0783	0,003524	1,211383	0,00002093	38,2603	18,6074	19,6528	292,653	16270106	5	5,1	0,7119						

Ek 7.1. dölüş pñn, 2 numara deşy şartlaryndakı vertlerih kulllanlmuslyta hesaplaman tasjuna yolyalya sz izazencum aýrnyly hesap dölüşlerit

h, [m]	Gr x Pt	X, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	h , [kg/m]	T_w , [°C]	T_a , [°C]	ΔT , [°C]	ΔT , [°K]	Gr	L_1 , [m]	L_2 , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	α , [W/m ² °C]	L_1 , [m]	A , [m ²]	Q_{sum} , [W]
0.1818	16500250	0.0882	0.003523	1.210611	0.00002094	38.2408	18.7929	19.4529	292.453	23177811	5.3	5.4	0.7119	29.9551	0.018414337	6.254001802	0.1	0.00471	0.573300887	
0.1611	23894258	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	38.2459	18.8159	19.425	292.454	23664131	5.4	5.5	0.7119	32.8603	0.018429554	6.068139002	0.1	0.00471	0.555466941	
0.1611	23893862	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	38.2261	18.8159	19.4202	292.42	23363576	5.5	5.6	0.7119	32.8601	0.018429554	6.068113912	0.1	0.00471	0.5553326349	
0.1818	20682583	0.0951	0.003523	1.210611	0.00002094	38.2214	18.7929	19.4384	292.438	229052711	5.6	5.7	0.7119	31.6956	0.018414337	6.137261558	0.1	0.00471	0.562179759	
0.2223	15414103	0.0862	0.003523	1.210796	0.00002094	38.2264	18.7483	19.4781	292.478	21652110	5.7	5.8	0.7119	29.4495	0.018384824	6.281012308	0.1	0.00471	0.576523549	
0.2806	9566073.7	0.0735	0.003524	1.211059	0.00002093	38.2216	18.6852	19.5364	292.536	13437417	5.8	5.9	0.7119	26.1385	0.018342942	6.52233694	0.1	0.00471	0.5600549445	
0.4389	8203979.5	0.0698	0.003524	1.211833	0.00002093	38.2167	18.6074	19.6093	292.609	11524093	5.9	6	0.7119	25.1538	0.018291296	6.591633643	0.1	0.00471	0.609110834	
0.4389	18331850	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	38.2119	18.5066	19.7053	292.705	25750650	6	6.1	0.7119	30.7338	0.018224149	6.1454224	0.1	0.00471	0.570657548	
0.5318	22986558	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	38.207	18.4118	19.7952	292.795	2322710	6.1	6.2	0.7119	32.2974	0.018160856	6.028239926	0.1	0.00471	0.56233159	
0.6288	23741463	0.0953	0.003527	1.212595	0.00002092	38.2022	18.3164	19.8858	292.886	33349569	6.2	6.3	0.7119	32.8076	0.018097009	5.97903176	0.1	0.00471	0.560223368	
0.7258	22371325	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	38.1973	18.2247	19.9726	292.973	31424953	6.3	6.4	0.7119	32.3237	0.018035467	5.99149684	0.1	0.00471	0.565917821	
0.819	18449190	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	38.1925	18.1401	20.0524	293.052	25915550	6.4	6.5	0.7119	30.8029	0.017978525	6.072274707	0.1	0.00471	0.573797867	
0.9043	13038360	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	38.1876	18.0656	20.122	293.122	18314972	6.5	6.6	0.7119	28.2425	0.017928304	6.233722467	0.1	0.00471	0.591289361	
0.9781	9680209.2	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	38.1828	18.0034	20.1794	293.179	13597785	6.6	6.7	0.7119	26.2162	0.017886323	6.37973693	0.1	0.00471	0.606668117	
1.0368	15628006	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	38.1779	17.9555	20.2224	293.222	21952659	6.7	6.8	0.7119	29.5511	0.01783591	6.120682114	0.1	0.00471	0.583276066	
1.0777	20597387	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	38.1731	17.9229	20.2502	293.25	22495034	6.8	6.9	0.7119	31.8155	0.01783184	5.965609436	0.1	0.00471	0.562074638	
1.0988	24273629	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	38.1682	17.9064	20.2619	293.262	34097174	6.9	7	0.7119	32.9899	0.01782062	5.89079361	0.1	0.00471	0.56246359	
1.1076	24423297	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	38.1634	17.8995	20.2654	293.264	34309423	7	7.1	0.7119	33.0412	0.017815974	5.886464137	0.1	0.00471	0.562105621	
1.1138	24424726	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	38.1585	17.8931	20.2654	293.265	34309423	7.1	7.2	0.7119	33.0412	0.017811663	5.886179896	0.1	0.00471	0.562074638	
1.1183	24425219	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	38.1537	17.8911	20.2626	293.263	34310116	7.2	7.3	0.7119	33.0413	0.017810247	5.884741753	0.1	0.00471	0.561905938	
1.1076	24420778	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	38.1488	17.8931	20.2556	293.256	34308286	7.3	7.4	0.7119	33.0409	0.017811663	5.885131123	0.1	0.00471	0.561530711	
1.0988	24271215	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	38.1439	17.8954	20.2347	293.233	34303876	7.4	7.5	0.7119	33.0398	0.017815974	5.886366567	0.1	0.00471	0.561569713	
1.0777	20994603	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	38.1391	17.9064	20.2327	293.233	29493783	7.5	7.6	0.7119	32.9991	0.01782062	5.890647145	0.1	0.00471	0.56160019	
1.0368	15625416	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	38.1293	17.8911	20.2738	293.273	219439020	7.6	7.7	0.7119	31.8145	0.01783184	5.965411659	0.1	0.00471	0.568166092	
0.9781	12017596	0.079	0.00353	1.213902	0.00002090	38.1245	18.0944	20.121	293.121	16848111	7.7	7.8	0.7119	29.5499	0.01783591	6.120428439	0.1	0.00471	0.581469777	
0.9043	11687977	0.0783	0.003529	1.213642	0.00002090	38.1196	18.0656	20.054	293.054	16418090	7.8	7.9	0.7119	27.6727	0.017886323	6.265362875	0.1	0.00471	0.594069748	
0.819	16513691	0.0978	0.003528	1.213331	0.00002091	38.1147	18.1401	19.9746	292.975	23196756	8	8.1	0.7119	29.9612	0.017978525	6.128075163	0.1	0.00471	0.576824872	
0.7258	20036967	0.0938	0.003528	1.212978	0.00002091	38.1098	18.4247	19.8851	292.885	28148886	8.1	8.2	0.7119	31.4453	0.018035467	6.046170715	0.1	0.00471	0.566554772	
0.6288	21311405	0.0958	0.003527	1.212595	0.00002092	38.105	18.3164	19.7885	292.789	29936073	8.2	8.3	0.7119	31.9538	0.018097009	6.032428197	0.1	0.00471	0.562531723	
0.5318	19970463	0.0938	0.003526	1.212198	0.00002092	38.1001	18.4118	19.6883	292.688	28052442	8.3	8.4	0.7119	31.4192	0.018160856	6.083147792	0.1	0.00471	0.564387629	
0.4389	1640457	0.0879	0.003525	1.211803	0.00002093	38.0952	18.5066	19.5886	292.589	23046086	8.4	8.5	0.7119	29.9124	0.018160856	6.083147792	0.1	0.00471	0.572743021	
0.3539	11575932	0.0783	0.003524	1.211383	0.00002093	38.0903	18.6074	19.4829	292.483	16506060	8.5	8.6	0.7119	27.4149	0.018291296	6.404269108	0.1	0.00471	0.587983006	
0.2806	14019387	0.0835	0.003524	1.211059	0.00002093	38.0855	18.6852	19.4003	292.4	19692964	8.6	8.7	0.7119	28.7594	0.018342942	6.317752782	0.1	0.00471	0.577580224	
0.2223	13803301	0.0831	0.003523	1.210796	0.00002094	38.0806	18.7483	19.3323	292.332	19983424	8.7	8.8	0.7119	28.648	0.018384824	6.337997429	0.1	0.00471	0.573398776	
0.1818	16490656	0.0882	0.003523	1.210611	0.00002094	38.0757	18.7929	19.2828	292.283	23164334	8.8	8.9	0.7119	29.9507	0.018414337	6.253092464	0.1	0.00471	0.568620532	
0.1611	23880358	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	38.0708	18.8159	19.2549	292.253	3334606	8.9	9	0.7119	32.8555	0.018429554	6.06726531	0.1	0.00471	0.550522669	
0.1611	23879959	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	38.0659	18.8159	19.25	292.25	33344046	9	9.1	0.7119	32.8554	0.018429554	6.067230996	0.1	0.00471	0.550380692	
0.1818	20670546	0.0951	0.003523	1.210796	0.00002094	38.061	18.7929	19.2682	292.268	29035803	9.1	9.2	0.7119	31.691	0.018414337	6.136368379	0.1	0.00471	0.557176234	
0.2223	15405131	0.0862	0.003523	1.210796	0.00002094	38.0562	18.7483	19.3078	292.308	21639507	9.2	9.3	0.7119	29.4452	0.018384824	6.28009807	0.1	0.00471	0.571401194	
0.2806	9560504.9	0.0735	0.003524	1.211059	0.00002093	38.0513	18.6852	19.3661	292.366	13425594	9.3	9.4	0.7119	26.1347	0.018342942	6.522284115	0.1	0.00471	0.595227777	
0.3539	8192903.4	0.0698	0.003524	1.211383	0.00002093	38.0464	18.6074	19.4339	292.439	11517384	9.4	9.5	0.7119	25.1502	0.018291296	6.39061407	0.1	0.00471	0.60373151	
0.4389	18321158	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	38.0416	18.5066	19.5349	292.535	25733659	9.5	9.6	0.7119	30.7494	0.018160856	6.144527819	0.1	0.00471	0.565640549	
0.5318	22283577	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	38.0365	18.4118	19.6248	292.625	31504476	9.6	9.7	0.7119	32.2927	0.018160856	6.027362421	0.1	0.00471	0.557408064	
0.6288	23727643	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	38.0317	18.3164	19.7153	292.715	33330155	9.7	9.8	0.7119	32.8028	0.018097009	5.97818085	0.1	0.00471	0.555408694	
0.7258	22358303	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	38.0268	18.2247	19.8021	292.802	31406660	9.8	9.9	0.7119	32.319	0.018035467	5.99060471	0.1	0.00471	0.55901524	
0.819	18438450	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	38.0219	18.1401	19.8818	292.882	25900464	9.9	10	0.7119	30.7985	0.017978525	6.071390807	0.1	0.00471	0.568833534	
0.9043	13030770	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	38.017	18.0656	19.9514	292.951	18304310	10	10.1	0.7119	28.2384	0.017928304	6.234814729	0.1	0.00471	0.586189661	
0.9781	9674573.3	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	38.012	18.0034	20.0087	293.009	13389869	10.1	10.2	0.7119	26.2123	0.01783591	6.378808143	0.1	0.00471	0.601448908	
1.0368	15618906	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	38.0072	17.9555													

Рис. 7.1. дуги ісін 2 нумарл дөңсү сартарандык ыттык кулланасын бөсөпхана багунм ыттыкы ил бауарану ыттык бөсөп дөңсөт

h , [m]	$Gr \times Pr$	X_c , [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	h , [kg/m ³]	T_w , [°C]	T_m , [°C]	ΔT , [°C]	ΔT , [°K]	Gr	L_{01} , [m]	L_{02} , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m ² °C]	α , [W/m ² °C]	L_0 , [m]	A , [m ²]	Q_{max} , [W]
1.1138	24410490	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,9876	17.8931	20.0944	229.094	34289425	10.6	10.7	0.7119	33.0363	0.017811663	5.88452213	0.1	0.00471	0.557202788
1.1185	24410978	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,9827	17.8971	20.0916	229.092	34289112	10.7	10.8	0.7119	33.0365	0.017810247	5.88383797	0.1	0.00471	0.557083076
1.1138	24409672	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,9778	17.8951	20.0846	229.085	34288277	10.8	10.9	0.7119	33.0361	0.017811663	5.884272843	0.1	0.00471	0.556925834
1.1076	24406530	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	37,9728	17.8935	20.0733	229.073	34283862	10.9	11	0.7119	33.0355	0.017815974	5.885307829	0.1	0.00471	0.556730083
1.0988	24257050	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	37,9679	17.9064	20.0616	229.062	34073886	11	11.1	0.7119	32.9843	0.01782062	5.889787502	0.1	0.00471	0.55680828
1.0777	20982346	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	37,9593	17.9229	20.0401	229.047	29473905	11.1	11.2	0.7119	31.8098	0.01783184	5.964540732	0.1	0.00471	0.556327179
1.0368	1561290	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	37,9581	17.9555	20.0026	229.003	21936201	11.2	11.3	0.7119	29.5456	0.01785391	6.119534572	0.1	0.00471	0.57682709
0.9781	12010573	0.079	0.00353	1.213902	0.00002090	37,9552	18.0034	19.9497	229.95	1681247	11.3	11.4	0.7119	27.6687	0.017865323	6.264447414	0.1	0.00471	0.588926717
0.9043	11681143	0.0783	0.003528	1.213642	0.00002090	37,9483	18.0656	19.8827	229.883	16408491	11.4	11.5	0.7119	27.477	0.017928304	6.291390484	0.1	0.00471	0.58947036
0.819	16504031	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	37,9433	18.1401	19.8033	229.803	1283187	11.5	11.6	0.7119	29.9568	0.017978505	6.121718801	0.1	0.00471	0.571792135
0.7238	20025240	0.0938	0.003528	1.212978	0.00002091	37,9384	18.2447	19.7137	229.714	28129412	11.6	11.7	0.7119	31.4407	0.018035467	6.04528381	0.1	0.00471	0.561598297
0.6288	21298924	0.0938	0.003527	1.212595	0.00002092	37,9335	18.3164	19.6171	229.617	29918340	11.7	11.8	0.7119	31.9291	0.018097009	6.03154476	0.1	0.00471	0.557575496
0.5318	19938759	0.0938	0.003526	1.212198	0.00002092	37,9286	18.4118	19.5168	229.517	28036002	11.8	11.9	0.7119	31.4146	0.018160856	6.082256367	0.1	0.00471	0.559388696
0.4389	16396836	0.0879	0.003525	1.211803	0.00002093	37,9236	18.5066	19.4171	229.417	23032572	11.9	12	0.7119	29.908	0.018224149	6.200779136	0.1	0.00471	0.567375618
0.3539	11569140	0.0783	0.003524	1.211383	0.00002093	37,9187	18.6074	19.3113	229.311	1623118	12	12.1	0.7119	27.4109	0.018291296	6.40332943	0.1	0.00471	0.582718028
0.2806	14011156	0.0835	0.003524	1.211059	0.00002093	37,9138	18.6852	19.2286	229.229	19681402	12.1	12.2	0.7119	28.6437	0.018384824	6.316825272	0.1	0.00471	0.57238526
0.2223	13795193	0.0831	0.003523	1.210796	0.00002094	37,9089	18.7483	19.1605	229.161	19378035	12.2	12.3	0.7119	29.9463	0.018414337	6.252173533	0.1	0.00471	0.563602243
0.1818	16480964	0.0882	0.003523	1.210611	0.00002094	37,9039	18.7929	19.111	229.111	23150721	12.3	12.4	0.7119	29.9463	0.018414337	6.252173533	0.1	0.00471	0.563602243
0.1611	23866319	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	37,8991	18.8159	19.0782	229.078	33524319	12.4	12.5	0.7119	32.8507	0.018429554	6.06636409	0.1	0.00471	0.54552995
0.1611	23865916	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	37,8941	18.8159	19.0782	229.078	33524319	12.5	12.6	0.7119	32.8505	0.018429554	6.06636409	0.1	0.00471	0.54552995
0.2223	13396068	0.0862	0.003523	1.210796	0.00002094	37,8842	18.7483	19.1359	229.136	21626776	12.7	12.8	0.7119	29.4408	0.018384824	6.271974216	0.1	0.00471	0.566222692
0.2806	9554879.9	0.0735	0.003524	1.211059	0.00002093	37,8793	18.6852	19.1941	229.194	229.194	12.8	12.9	0.7119	26.3109	0.018384294	6.521324551	0.1	0.00471	0.589854026
0.3539	8194379.2	0.0698	0.003524	1.211383	0.00002093	37,8743	18.6074	19.2669	229.267	11451068	12.9	13	0.7119	25.1465	0.018291296	6.589704411	0.1	0.00471	0.589299554
0.4389	18310379	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	37,8694	18.5066	19.3628	229.363	25720218	13	13.1	0.7119	30.1448	0.018224149	6.143623839	0.1	0.00471	0.560574479
0.5318	22272466	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	37,8644	18.4118	19.4526	229.453	31266058	13.1	13.2	0.7119	32.2879	0.018160856	6.02647368	0.1	0.00471	0.552346829
0.6288	22313683	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002091	37,8595	18.3164	19.543	229.543	33310546	13.2	13.3	0.7119	32.798	0.018097009	5.977301354	0.1	0.00471	0.550476269
0.7238	22345149	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002092	37,8545	18.2247	19.6298	229.63	33310546	13.3	13.4	0.7119	32.3142	0.018035467	5.989743424	0.1	0.00471	0.550470806
0.819	18427603	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	37,8496	18.1401	19.7095	229.709	22885226	13.4	13.5	0.7119	30.7939	0.017978525	6.070497628	0.1	0.00471	0.5638207
0.9043	13023103	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	37,8446	18.0656	19.779	229.779	18293541	13.5	13.6	0.7119	28.2343	0.017928304	6.233897466	0.1	0.00471	0.586178737
0.9781	9668880.8	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	37,8347	17.9555	19.8792	229.879	21976065	13.7	13.8	0.7119	29.5425	0.01785391	6.118890372	0.1	0.00471	0.573209404
1.0368	15609715	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	37,8347	17.9555	19.8792	229.879	21976065	13.7	13.8	0.7119	29.5425	0.01785391	6.118890372	0.1	0.00471	0.573209404
1.0777	20972807	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	37,8298	17.9229	19.9069	229.907	2406505	13.8	13.9	0.7119	31.8062	0.01783184	5.963862755	0.1	0.00471	0.559463486
1.0988	24245206	0.0998	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8248	17.9064	19.9185	229.918	34607249	13.9	14	0.7119	32.9803	0.01782062	5.889068411	0.1	0.00471	0.552769194
1.1076	24393792	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	37,8199	17.8995	19.9204	229.92	34625969	14	14.1	0.7119	33.0307	0.017815974	5.884739725	0.1	0.00471	0.552913572
1.1138	24396110	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8149	17.8931	19.9218	229.922	34626927	14.1	14.2	0.7119	33.0315	0.017811663	5.883453377	0.1	0.00471	0.552333928
1.1185	24396594	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,81	17.8971	19.9189	229.919	34626927	14.2	14.3	0.7119	33.0316	0.017810247	5.883405874	0.1	0.00471	0.552213207
1.1138	24396110	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8149	17.8931	19.9218	229.922	34626927	14.1	14.2	0.7119	33.0315	0.017811663	5.883453377	0.1	0.00471	0.552333928
1.1185	24396594	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,81	17.8971	19.9189	229.919	34626927	14.2	14.3	0.7119	33.0316	0.017810247	5.883405874	0.1	0.00471	0.552213207
1.1138	24396110	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8149	17.8931	19.9218	229.922	34626927	14.1	14.2	0.7119	33.0315	0.017811663	5.883453377	0.1	0.00471	0.552333928
1.1185	24396594	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,81	17.8971	19.9189	229.919	34626927	14.2	14.3	0.7119	33.0316	0.017810247	5.883405874	0.1	0.00471	0.552213207
1.1076	24393792	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	37,8199	17.8995	19.9204	229.92	34625969	14	14.1	0.7119	33.0307	0.017815974	5.884739725	0.1	0.00471	0.552913572
1.1138	24396110	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8149	17.8931	19.9218	229.922	34626927	14.1	14.2	0.7119	33.0315	0.017811663	5.883453377	0.1	0.00471	0.552333928
1.1185	24396594	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,81	17.8971	19.9189	229.919	34626927	14.2	14.3	0.7119	33.0316	0.017810247	5.883405874	0.1	0.00471	0.552213207
1.1138	24396110	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8149	17.8931	19.9218	229.922	34626927	14.1	14.2	0.7119	33.0315	0.017811663	5.883453377	0.1	0.00471	0.552333928
1.1185	24396594	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,81	17.8971	19.9189	229.919	34626927	14.2	14.3	0.7119	33.0316	0.017810247	5.883405874	0.1	0.00471	0.552213207
1.1076	24393792	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	37,8199	17.8995	19.9204	229.92	34625969	14	14.1	0.7119	33.0307	0.017815974	5.884739725	0.1	0.00471	0.552913572
1.1138	24396110	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37,8149	17.8931	19.9218	229.922	34626927	14.1	14.2	0.7119	33.0315	0.017811663	5.883453377	0.1	0.00471	0.552333928
1.1185	24396594	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37,81	17.8971	19.9189	229.919	34626927	14.2	14.3	0.7119	33.0316	0.017810247	5.883405874	0.1	0.00471	0.552213207
1.1138	24396110	0																	

Ek 7.1. dalgıllı feth. 2 numaralı devey şartlarınıdaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan tasgün yoluyla su kancanını ayırtmış hesap dökümleri

h, [m]	Gr x Pr	X, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	h , [kg/m ³]	T_m , [°C]	T_b , [°C]	ΔT , [°C]	ΔT , [°K]	Gr	L_1 , [m]	L_2 , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	L_3 , [m]	A , [m ²]	Q_{max}
0,1611	23852139	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	37,7255	18,8159	18,9096	291,905	33504967	15,9	16	0,7119	32,8458	0,018429554	6,065463166	0,1	0,00471	0,540488827
0,1611	23851732	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	37,7205	18,8159	18,9046	291,905	33504395	16	16,1	0,7119	32,8456	0,018429554	6,0654637279	0,1	0,00471	0,540344084
0,1818	20646107	0,0951	0,003523	1,210611	0,00002094	37,7155	18,7929	18,9226	291,923	29001474	16,1	16,2	0,7119	31,6816	0,018414337	6,134553821	0,1	0,00471	0,540722223
0,2223	15386915	0,0862	0,003523	1,210796	0,00002094	37,7105	18,7483	18,9622	291,962	21613918	16,2	16,3	0,7119	29,4365	0,018384824	6,278240735	0,1	0,00471	0,561006088
0,2806	9549198,9	0,0735	0,003524	1,211079	0,00002093	37,7055	18,6852	19,0204	292,02	13431713	16,3	16,4	0,7119	26,127	0,018342942	6,520354991	0,1	0,00471	0,584482388
0,3539	8189506,9	0,0698	0,003524	1,211383	0,00002093	37,7005	18,6074	19,0931	292,093	11503763	16,4	16,5	0,7119	25,1427	0,018291296	6,588724652	0,1	0,00471	0,592815014
0,4389	18299492	0,0912	0,003525	1,211803	0,00002093	37,6955	18,5066	19,1889	292,189	25705225	16,5	16,6	0,7119	30,7403	0,018224149	6,142710445	0,1	0,00471	0,555459374
0,5318	22259224	0,0973	0,003526	1,212198	0,00002092	37,6906	18,4118	19,2787	292,269	31267457	16,6	16,7	0,7119	32,2831	0,018160856	6,025579744	0,1	0,00471	0,547417497
0,6288	23695985	0,0993	0,003527	1,212595	0,00002092	37,6856	18,3164	19,3691	292,369	33290742	16,7	16,8	0,7119	32,7931	0,018097009	5,976412765	0,1	0,00471	0,545496137
0,7258	22331864	0,0973	0,003528	1,212978	0,00002091	37,6806	18,2247	19,4558	292,456	31369522	16,8	16,9	0,7119	32,3094	0,018035467	5,988832969	0,1	0,00471	0,549078561
0,819	18416647	0,0912	0,003528	1,213331	0,00002091	37,6756	18,1401	19,5355	292,535	25869836	16,9	17	0,7119	30,7893	0,017978525	6,069595159	0,1	0,00471	0,558759409
0,9043	13015360	0,0812	0,003529	1,213642	0,00002090	37,6706	18,0656	19,605	292,605	18282867	17	17,1	0,7119	28,7301	0,017928304	6,232970664	0,1	0,00471	0,57584088
0,9781	9663131,7	0,0735	0,00353	1,213902	0,00002090	37,6656	18,0034	19,6621	292,662	13573767	17,1	17,2	0,7119	26,2046	0,017886923	6,376921324	0,1	0,00471	0,59087651
1,0368	15600432	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	37,6606	17,9555	19,7051	292,705	21913926	17,2	17,3	0,7119	29,5381	0,01785391	6,117980468	0,1	0,00471	0,554484732
1,0777	20960332	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	37,6556	17,9229	19,7327	292,733	29442982	17,3	17,4	0,7119	31,8015	0,017815974	5,962975738	0,1	0,00471	0,554881435
1,0988	24230782	0,0998	0,003531	1,214307	0,00002089	37,6506	17,9064	19,7442	292,744	34036987	17,4	17,5	0,7119	32,9754	0,01782062	5,888192307	0,1	0,00471	0,547850057
1,1076	24379275	0,1	0,003531	1,214336	0,00002089	37,6456	17,8995	19,7461	292,746	34245577	17,5	17,6	0,7119	33,0258	0,017815974	5,883864025	0,1	0,00471	0,547500057
1,1158	24381588	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	37,6406	17,8931	19,7474	292,747	342498827	17,6	17,7	0,7119	32,0266	0,017811663	5,882579626	0,1	0,00471	0,547418099
1,1158	24380754	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	37,6305	17,8931	19,7374	292,737	34247656	17,8	17,8	0,7119	33,0263	0,017811663	5,882529511	0,1	0,00471	0,547133776
1,1076	24371607	0,0998	0,003531	1,214336	0,00002089	37,6205	17,8995	19,726	292,726	34033493	17,9	18,1	0,7119	32,9745	0,017815974	5,883763371	0,1	0,00471	0,546935294
1,0988	24228295	0,0998	0,003531	1,214307	0,00002090	37,6255	17,9064	19,7142	292,714	34033493	18	18,1	0,7119	32,9745	0,01782062	5,888041213	0,1	0,00471	0,547003694
1,0777	20957464	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	37,6155	17,9229	19,6926	292,693	29438933	18,1	18,2	0,7119	31,8004	0,01783184	5,96277171	0,1	0,00471	0,55334005
1,0368	15597763	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	37,6105	17,9555	19,655	292,655	21910177	18,2	18,3	0,7119	29,5368	0,01785391	6,117718774	0,1	0,00471	0,566634775
0,9781	11996318	0,079	0,00353	1,213902	0,00002090	37,6055	18,0034	19,602	292,602	16651222	18,3	18,4	0,7119	27,6605	0,017869323	6,26258757	0,1	0,00471	0,578490535
0,9043	11667272	0,0879	0,003529	1,213331	0,00002091	37,5954	18,1401	19,4554	292,455	23155642	18,5	18,6	0,7119	29,9479	0,017978525	6,123537958	0,1	0,00471	0,561580055
0,7258	20001432	0,0938	0,003528	1,212978	0,00002091	37,5904	18,2247	19,3657	292,366	280895970	18,6	18,7	0,7119	31,4314	0,018035467	6,043488246	0,1	0,00471	0,551520578
0,6288	21273587	0,0958	0,003526	1,212959	0,00002092	37,5854	18,3164	19,289	292,266	286892949	18,7	18,8	0,7119	31,9196	0,018097009	6,029750784	0,1	0,00471	0,545718616
0,5318	19935002	0,0938	0,003526	1,212198	0,00002092	37,5804	18,4118	19,1686	292,169	28002630	18,8	18,9	0,7119	31,4052	0,018160856	6,08045573	0,1	0,00471	0,549254206
0,4389	16377307	0,0879	0,003525	1,211803	0,00002093	37,5754	18,5066	19,0688	292,069	23005138	18,9	19	0,7119	29,8991	0,018224149	6,1989931905	0,1	0,00471	0,570503266
0,3539	11535351	0,0783	0,003524	1,211383	0,00002093	37,5703	18,6074	18,9629	291,963	16231749	19	19,1	0,7119	27,4027	0,018291296	6,4901420631	0,1	0,00471	0,572054735
0,2806	13994448	0,0835	0,003524	1,211059	0,00002093	37,5653	18,6852	18,8801	291,881	19657932	19,1	19,2	0,7119	28,7466	0,018342942	6,314941197	0,1	0,00471	0,561844095
0,2223	13778733	0,0831	0,003523	1,210796	0,00002094	37,5603	18,7483	18,812	291,812	19954914	19,2	19,3	0,7119	28,6332	0,018384824	6,33517338	0,1	0,00471	0,561608552
0,1818	16461291	0,0882	0,003523	1,210611	0,00002094	37,5552	18,7929	18,7624	291,762	23123086	19,3	19,4	0,7119	29,9379	0,018414337	6,250306961	0,1	0,00471	0,553624045
0,1611	23837820	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	37,5502	18,8159	18,7343	291,734	33484853	19,4	19,5	0,7119	32,8409	0,018429554	6,064552608	0,1	0,00471	0,535399343
0,1611	23837408	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	37,5452	18,8159	18,7293	291,729	33484275	19,5	19,6	0,7119	32,8407	0,018429554	6,064526455	0,1	0,00471	0,535353219
0,1818	20633705	0,0951	0,003523	1,210611	0,00002094	37,5351	18,7929	18,7473	291,747	28984053	19,6	19,7	0,7119	31,6769	0,018414337	6,133632417	0,1	0,00471	0,541871844
0,2223	15377671	0,0862	0,003523	1,210796	0,00002094	37,5301	18,7483	18,7868	291,787	21609934	19,7	19,8	0,7119	29,432	0,018384824	6,277297613	0,1	0,00471	0,555733427
0,2806	9543461,8	0,0735	0,003524	1,211059	0,00002093	37,5251	18,6852	18,8449	291,845	13405654	19,8	19,9	0,7119	26,1231	0,018342942	6,51937442	0,1	0,00471	0,578950462
0,3539	8184586,6	0,0698	0,003524	1,211383	0,00002093	37,525	18,6074	18,9176	291,918	11496852	19,9	20	0,7119	25,1389	0,018291296	6,38773478	0,1	0,00471	0,587271937
0,4389	18288498	0,0912	0,003525	1,211803	0,00002093	37,52	18,5066	19,0134	292,013	25689782	20	20,1	0,7119	30,7356	0,018224149	6,141787657	0,1	0,00471	0,550290215
0,5318	22245851	0,0973	0,003526	1,212198	0,00002092	37,515	18,4118	19,1032	292,103	31248673	20,1	20,2	0,7119	32,783	0,018160856	6,024674547	0,1	0,00471	0,545250111
0,6288	23685347	0,0993	0,003527	1,212595	0,00002092	37,5099	18,3164	19,1935	292,193	332710743	20,2	20,3	0,7119	32,7882	0,018097009	5,975514982	0,1	0,00471	0,54066834
0,7258	22318449	0,0973	0,003528	1,212978	0,00002091	37,5049	18,2247	19,2801	292,28	33150678	20,3	20,4	0,7119	32,7882	0,018097009	5,975514982	0,1	0,00471	0,54066834
0,819	18405583	0,0912	0,003529	1,213331	0,00002091	37,4998	18,1401	19,3597	292,36	23854295	20,4	20,5	0,7119	30,7847	0,017978525	6,068633388	0,1	0,00471	0,553649703
0,9043	13007541	0,0812	0,003529	1,213642	0,00002090	37,4948	18,0656	19,4292	292,429	18271681	20,5	20,6	0,7119	28,2258	0,017928304	6,232034312	0,1	0,00471	0,570591887
0,9781	9657325,9	0,0735	0,00353	1,213902	0,00002090	37,4897	18,0034	19,4863	292,486	13565641	20,6	20,7	0,7119	26,2007	0,017886923	6,375963967	0,1	0,00471	0,585485695
1,0368	15591058	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	37,4847	17,9555	19,5292	292,529	21940738	20,7	20,8	0,7119	29,5336	0,01785391	6,117061192	0,1	0,00471	0,562947345
1,0777	20947735	0,0951	0,00353	1,214307	0,00002090	37,4796	17,9229	19,5567	292,557	29252807	20,8	20,9	0,7119	31,7967	0,01783184	5,962079588	0,1	0,00471	0,549458409
1,0988	24216215</																		

Жк 7.1. дитлис жөн. 2 нумарлы деней суртландык төртлөк кантиспанын тосоплан тасунм юлөткя са кезаканан аырттыт тосоп дйкнмөт

h, [m]	Gr x Pr	X, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/m ³]	T_w , [°C]	T_a , [°C]	At, [°C]	ΔT , [K]	Gr	L_1 , [m]	L_2 , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	L_c , [m]	A_c , [m ²]	Q_{max} , [W]
1,1185	24367398	0,1	0,003531	1,214371	0,00002089	37,4594	17,8911	19,5684	292,568	34228895	21,2	21,3	0,7119	33,0218	0,017810247	5,881255962	0,1	0,00471	0,54233262
1,1158	24366081	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	37,4544	17,8931	19,5612	292,561	34227044	21,3	21,4	0,7119	33,0213	0,017811663	5,881644034	0,1	0,00471	0,542170341
1,1076	24362931	0,1	0,003531	1,214336	0,00002089	37,4493	17,8995	19,5498	292,55	34222618	21,4	21,5	0,7119	33,0202	0,017815974	5,882877627	0,1	0,00471	0,54156748
1,0988	24213704	0,0998	0,003531	1,214307	0,00002090	37,4442	17,9064	19,5379	292,538	34012998	21,5	21,6	0,7119	32,9696	0,01782062	5,887154543	0,1	0,00471	0,542030992
1,0777	20944838	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	37,4392	17,9229	19,5163	292,516	29421218	21,6	21,7	0,7119	31,7956	0,01783184	5,396187347	0,1	0,00471	0,54830286
1,0368	15588363	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	37,4341	17,9555	19,4786	292,479	21896972	21,7	21,8	0,7119	29,5323	0,01785391	6,116798818	0,1	0,00471	0,561465406
0,9781	11660234	0,0783	0,003529	1,213642	0,00002090	37,4291	18,0034	19,4256	292,426	16841062	21,8	21,9	0,7119	27,6563	0,017886323	6,261643536	0,1	0,00471	0,573197504
0,9043	11660234	0,0783	0,003529	1,213642	0,00002090	37,424	18,0656	19,3854	292,358	16379119	21,9	22	0,7119	27,4647	0,017928304	6,288573112	0,1	0,00471	0,5736705
0,819	16474472	0,0879	0,003528	1,213331	0,00002091	37,4189	18,1401	19,2788	292,279	21341665	22	22,1	0,7119	29,9434	0,017978525	6,12443345	0,1	0,00471	0,55640073
0,7258	19893533	0,0938	0,003527	1,212978	0,00002091	37,4139	18,2247	19,1891	292,189	28079901	22,1	22,2	0,7119	31,4266	0,018035467	6,042575563	0,1	0,00471	0,546440942
0,6288	21260731	0,0958	0,003527	1,212595	0,00002092	37,4088	18,3164	19,0923	292,092	27864891	22,2	22,3	0,7119	31,9148	0,018097009	6,028839021	0,1	0,00471	0,54621805
0,5318	19922947	0,0938	0,003526	1,212198	0,00002092	37,4037	18,4118	18,9919	291,992	27985697	22,3	22,4	0,7119	31,4005	0,018160856	6,079526178	0,1	0,00471	0,544100736
0,4389	16367397	0,0879	0,003525	1,211803	0,00002093	37,3986	18,5066	18,892	291,892	22991219	22,4	22,5	0,7119	29,8946	0,018224149	6,197994014	0,1	0,00471	0,551786608
0,3539	11548355	0,0783	0,003524	1,211383	0,00002093	37,3936	18,6074	18,7861	291,786	16221922	22,5	22,6	0,7119	27,3966	0,018291296	6,400451484	0,1	0,00471	0,566616633
0,2806	13985970	0,0835	0,003524	1,211059	0,00002093	37,3885	18,6852	18,7033	291,703	19646023	22,6	22,7	0,7119	28,7423	0,018342942	6,334215233	0,1	0,00471	0,556244127
0,2223	13770382	0,0831	0,003523	1,210796	0,00002094	37,3834	18,7483	18,6351	291,635	1943183	22,7	22,8	0,7119	28,6309	0,018384824	6,334215233	0,1	0,00471	0,556244127
0,1818	16451310	0,0882	0,003523	1,210611	0,00002094	37,3783	18,8159	18,5574	291,557	23109065	22,8	22,9	0,7119	29,328	0,018414337	6,249359253	0,1	0,00471	0,547330225
0,1611	23823360	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	37,3733	18,8159	18,5574	291,557	33464541	22,9	23	0,7119	32,8359	0,018429554	6,063632722	0,1	0,00471	0,530261543
0,1611	23822945	0,0998	0,003522	1,210515	0,00002094	37,3682	18,8159	18,5523	291,552	2866463	23	23,1	0,7119	32,8357	0,018429554	6,063606303	0,1	0,00471	0,530114039
0,1818	20621183	0,0951	0,003523	1,210611	0,00002094	37,3631	18,7929	18,5702	291,57	2866463	23,1	23,2	0,7119	31,6721	0,018414337	6,132701579	0,1	0,00471	0,5366729
0,2223	15368337	0,0862	0,003523	1,210796	0,00002094	37,358	18,7483	18,6097	291,61	21387822	23,2	23,3	0,7119	29,4276	0,018384824	6,276344838	0,1	0,00471	0,550410735
0,2806	9357668,6	0,0735	0,003524	1,211059	0,00002093	37,3529	18,6852	18,6678	291,668	13397516	23,3	23,4	0,7119	26,1191	0,018342942	6,518385826	0,1	0,00471	0,574202748
0,3539	8179618,1	0,0698	0,003524	1,211383	0,00002093	37,3478	18,6074	18,7404	291,74	1189873	23,4	23,5	0,7119	25,1351	0,018291296	6,386734782	0,1	0,00471	0,581688369
0,4389	18277397	0,0973	0,003525	1,211803	0,00002093	37,3427	18,5066	18,8361	291,836	25674188	23,5	23,6	0,7119	32,731	0,018224149	6,14085537	0,1	0,00471	0,545082271
0,5318	22232348	0,0973	0,003526	1,212198	0,00002092	37,3377	18,4118	18,9288	291,926	31229705	23,6	23,7	0,7119	32,734	0,018160856	6,023760095	0,1	0,00471	0,537234715
0,6288	23670971	0,0993	0,003527	1,212595	0,00002092	37,3326	18,3164	19,0161	292,016	29250548	23,7	23,8	0,7119	32,7832	0,018097009	5,974608021	0,1	0,00471	0,535392921
0,7258	22304902	0,0973	0,003528	1,212978	0,00002091	37,3275	18,2247	19,1027	292,103	31331649	23,8	23,9	0,7119	32,2997	0,018035467	5,987044502	0,1	0,00471	0,538950814
0,819	18394412	0,0912	0,003529	1,213331	0,00002091	37,3224	18,1401	19,1823	292,182	2858302	23,9	24	0,7119	30,7801	0,017978525	6,067762301	0,1	0,00471	0,548491628
0,9043	12996466	0,0812	0,003529	1,213642	0,00002090	37,3173	18,0656	19,2517	292,252	260590	24	24,1	0,7119	28,2215	0,017928304	6,231088396	0,1	0,00471	0,565299219
0,9781	9651463,5	0,0735	0,00353	1,213902	0,00002090	37,3122	18,0034	19,3087	292,309	13357406	24,1	24,2	0,7119	26,1967	0,017886323	6,374995427	0,1	0,00471	0,580062915
1,0368	15581592	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	37,307	17,9555	19,3516	292,352	21887461	24,2	24,3	0,7119	29,5291	0,01785391	6,116132532	0,1	0,00471	0,557743151
1,0777	20935015	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	37,302	17,9229	19,3791	292,379	29407419	24,3	24,4	0,7119	31,7919	0,01783184	5,961174292	0,1	0,00471	0,54484559
1,0988	24201507	0,0998	0,003531	1,214307	0,00002090	37,2969	17,9064	19,3905	292,391	33395864	24,4	24,5	0,7119	32,9654	0,01782062	5,886413031	0,1	0,00471	0,537875096
1,1076	24349813	0,1	0,003531	1,214336	0,00002089	37,2918	17,8995	19,3923	292,392	34204191	24,5	24,6	0,7119	33,0158	0,017815974	5,882085574	0,1	0,00471	0,537528257
1,1158	24352115	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	37,2867	17,8931	19,3955	292,394	34207427	24,6	24,7	0,7119	33,0166	0,017811663	5,880801079	0,1	0,00471	0,5373445704
1,1185	24352586	0,1	0,003531	1,214371	0,00002089	37,2816	17,8931	19,3953	292,394	34208088	24,7	24,8	0,7119	33,0163	0,017811663	5,880361989	0,1	0,00471	0,537312986
1,1158	24351265	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	37,2765	17,8931	19,3833	292,383	34206332	24,8	24,9	0,7119	33,0163	0,017811663	5,880749733	0,1	0,00471	0,537178024
1,1076	24348112	0,1	0,003531	1,214336	0,00002089	37,2714	17,8995	19,3719	292,372	34201802	24,9	25	0,7119	33,0152	0,017815974	5,881982838	0,1	0,00471	0,536952716
1,0988	24198971	0,0998	0,003531	1,214307	0,00002090	37,2663	17,9064	19,3599	292,36	33992303	25	25,1	0,7119	32,9645	0,01782062	5,88625884	0,1	0,00471	0,537011248
1,0777	20932090	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	37,2611	17,9229	19,3382	292,338	29403311	25,1	25,2	0,7119	31,7908	0,01783184	5,960966082	0,1	0,00471	0,543218154
1,0368	15578871	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	37,256	17,9555	19,3005	292,301	21883639	25,2	25,3	0,7119	29,5279	0,01785391	6,115865475	0,1	0,00471	0,556247289
0,9781	11981781	0,079	0,00353	1,213902	0,00002090	37,2509	18,0034	19,2475	292,247	1683803	25,3	25,4	0,7119	27,6521	0,017886323	6,260689703	0,1	0,00471	0,567854575
0,9043	11653127	0,0783	0,003529	1,213642	0,00002090	37,2458	18,0656	19,1802	292,18	16369136	25,4	25,5	0,7119	27,4605	0,017928304	6,287614692	0,1	0,00471	0,54581934
0,819	16464425	0,0879	0,003528	1,213331	0,00002091	37,2407	18,1401	19,1006	292,101	28640868	25,5	25,6	0,7119	29,9388	0,017978525	6,123499336	0,1	0,00471	0,551172608
0,7258	19977156	0,0938	0,003528	1,212978	0,00002091	37,2356	18,2247	19,0108	292,011	28640868	25,6	25,7	0,7119	31,4218	0,018035467	6,041653595	0,1	0,00471	0,541250123
0,6288	21247750	0,0958	0,003527	1,212595	0,00002092	37,2304	18,3164	18,9154	291,914	27666600	25,7	25,8	0,7119	31,9099	0,018097009	6,027918591	0,1	0,00471	0,537269458
0,5318	19910776	0,0938	0,003526	1,212198	0,00002092	37,2253	18,4118	18,8135	291,814	27666600	25,8	25,9	0,7119	31,3957	0,018160856	6,079526178	0,1	0,00471	0,538907843
0,4389	16357392	0,0879	0,003525	1,211803	0,00002093	37,2202	18,5066	18,7136	291,714	22977164	25,9	26	0,7119	29,89	0,018224149	6,197994014	0,1	0,00471	0,5464

Ek 7.1. ditişis içün, 2 numaratlı qeñer şarhtarındaki vertlerin kullanimasyalya hesaplaman tasgum yohlyta isı kaczamynan aytırılıb hesap ditişimleri

h_b [m]	Gr-x-Pr	X_c [m]	β_c [1/K]	ρ_c [kg/m ³]	μ_c [kg/m ³]	$T_{w,c}$ [°C]	$T_{o,c}$ [°C]	Air, [°C]	ΔT_c [°C]	Gr	L_{a1} [m]	L_{a2} [m]	Pr	Nu	λ_c [W/m°C]	α_c [W/m ² °C]	L_{a3} [m]	A_c [m ²]	Q_{kmax} [W]
0.1611	23608341	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	37.1894	18.8159	18.3735	291.374	33443444	26.5	26.6	0.7119	32.8307	0.018429554	6.06267681	0.1	0.00471	0.524926588
0.1618	20608359	0.0991	0.003523	1.210611	0.00002094	37.1843	18.7929	18.3914	291.391	28948702	26.6	26.7	0.7119	31.6672	0.018414337	6.131761295	0.1	0.00471	0.531424515
0.2223	15358913	0.0862	0.003523	1.210796	0.00002094	37.1792	18.7483	18.4309	291.431	27154584	26.7	26.8	0.7119	29.4231	0.018384824	6.273382397	0.1	0.00471	0.545038117
0.2806	9531819.3	0.0735	0.003524	1.211059	0.00002093	37.174	18.6852	18.4889	291.489	13383900	26.8	26.9	0.7119	26.1151	0.018342942	6.517386195	0.1	0.00471	0.56783913
0.3359	8174601.6	0.0698	0.003524	1.211383	0.00002093	37.1689	18.6074	18.5615	291.561	1148826	26.9	27	0.7119	25.1313	0.018291296	6.585724643	0.1	0.00471	0.576046361
0.4389	18266188	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002092	37.1638	18.5066	18.6572	291.657	2565843	27	27.1	0.7119	30.7263	0.018224149	6.139913663	0.1	0.00471	0.5392071354
0.5318	22218714	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	37.1586	18.4118	18.7468	291.747	31210533	27.1	27.2	0.7119	32.2684	0.018160856	6.022836375	0.1	0.00471	0.5392071354
0.6288	23656455	0.0993	0.003528	1.212595	0.00002092	37.1535	18.3164	18.8371	291.837	33320158	27.2	27.3	0.7119	32.7782	0.018097009	5.973561871	0.1	0.00471	0.530269924
0.7258	22291224	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	37.1483	18.2247	18.9226	291.924	31312436	27.3	27.4	0.7119	32.2947	0.018035467	5.986126467	0.1	0.00471	0.533815399
0.819	18383132	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	37.1432	18.1401	19.0031	292.003	25822738	27.4	27.5	0.7119	30.7753	0.017978525	6.066831887	0.1	0.00471	0.543285226
0.9043	12991674	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	37.1381	18.0656	19.0725	292.072	18243992	27.5	27.6	0.7119	28.2172	0.017928304	6.230132904	0.1	0.00471	0.559444923
0.9781	9645544.5	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	37.1329	18.0034	19.1295	292.129	13549092	27.6	27.7	0.7119	26.197	0.017886323	6.374071792	0.1	0.00471	0.574589338
1.0368	15572035	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	37.1278	17.9555	19.1723	292.172	21874037	27.7	27.8	0.7119	29.5246	0.01785391	6.115194475	0.1	0.00471	0.552490242
1.0777	20922172	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	37.1226	17.9229	19.1997	292.2	29389379	27.8	27.9	0.7119	31.787	0.01783184	5.960259838	0.1	0.00471	0.539263228
1.0988	24186657	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	37.1175	17.9064	19.2111	292.211	33975004	27.9	28	0.7119	32.9604	0.01782062	5.885509834	0.1	0.00471	0.532816566
1.1076	24334868	0.1	0.003531	1.21436	0.00002089	37.1123	17.8995	19.2128	292.213	34183198	28	28.1	0.7119	33.0107	0.017815974	5.8811828	0.1	0.00471	0.5327212059
1.1158	24337165	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	37.1072	17.8931	19.214	292.214	34186426	28.1	28.2	0.7119	33.0115	0.017811663	5.879846397	0.1	0.00471	0.532389225
1.1185	24337631	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	37.102	17.8911	19.211	292.211	34187080	28.2	28.3	0.7119	33.0117	0.017810247	5.879458981	0.1	0.00471	0.532264516
1.1158	24336306	0.1	0.003531	1.21436	0.00002089	37.0969	17.8931	19.2057	292.204	34180786	28.3	28.4	0.7119	33.0112	0.017811663	5.879846397	0.1	0.00471	0.532098869
1.1076	24333151	0.1	0.003531	1.214336	0.00002090	37.0917	17.8995	19.1922	292.202	34180786	28.4	28.5	0.7119	33.0101	0.017815974	5.88107905	0.1	0.00471	0.531891226
1.0988	24184097	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	37.0865	17.9064	19.1802	292.18	33971408	28.5	28.6	0.7119	32.9595	0.01782062	5.885354091	0.1	0.00471	0.5319144685
1.0777	20919219	0.0862	0.00353	1.214238	0.00002090	37.0814	17.9229	19.1585	292.1585	29385231	28.6	28.7	0.7119	31.7859	0.01783184	5.960049333	0.1	0.00471	0.530808975
1.0368	15569288	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	37.0762	17.9555	19.1207	292.121	21870177	28.7	28.8	0.7119	29.5233	0.01785391	6.114924731	0.1	0.00471	0.550908469
0.9781	11974407	0.079	0.00353	1.213902	0.00002090	37.0711	18.0034	19.0676	292.068	16820445	28.8	28.9	0.7119	27.6479	0.017886323	6.29726245	0.1	0.00471	0.565461792
0.9043	11645952	0.0783	0.003529	1.213642	0.00002090	37.0659	18.0656	19.0003	292	16359057	28.9	29	0.7119	27.4563	0.017928304	6.286466504	0.1	0.00471	0.562886236
0.819	16454282	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	37.0607	18.1401	18.9206	291.921	23113305	29	29.1	0.7119	29.9342	0.017978525	6.122556202	0.1	0.00471	0.548957739
0.7258	19964841	0.0938	0.003528	1.212978	0.00002091	37.0556	18.2247	18.8308	291.831	28044570	29.1	29.2	0.7119	31.417	0.018035467	6.040722329	0.1	0.00471	0.534027723
0.6288	21234645	0.0938	0.003527	1.212955	0.00002092	37.0504	18.3164	18.734	291.734	28282848	29.2	29.3	0.7119	31.505	0.018097009	6.026988881	0.1	0.00471	0.532072886
0.5318	19898488	0.0938	0.003525	1.212198	0.00002092	37.0452	18.4118	18.6334	291.633	27959139	29.3	29.4	0.7119	31.3908	0.018160856	6.077659331	0.1	0.00471	0.533665971
0.4389	116347290	0.0879	0.003526	1.211803	0.00002093	37.0401	18.5066	18.5355	291.533	22962975	29.4	29.5	0.7119	29.8854	0.018224149	6.196086917	0.1	0.00471	0.54114705
0.3359	11534159	0.0783	0.003524	1.211383	0.00002093	37.0349	18.6074	18.4275	291.427	16201981	29.5	29.6	0.7119	27.3901	0.018291296	6.398483628	0.1	0.00471	0.553627433
0.2806	13968768	0.0835	0.003524	1.211059	0.00002093	37.0297	18.6852	18.3446	291.345	19521860	29.6	29.7	0.7119	28.7334	0.018342942	6.312042252	0.1	0.00471	0.545651967
0.2223	13753457	0.0831	0.003523	1.210796	0.00002094	37.0245	18.7483	18.2762	291.276	19319380	29.7	29.8	0.7119	28.622	0.01834824	6.33226567	0.1	0.00471	0.545344029
0.1818	16431056	0.0882	0.003523	1.210611	0.00002094	37.0194	18.7929	18.2265	291.226	23080615	29.8	29.9	0.7119	29.9236	0.018414337	6.247434951	0.1	0.00471	0.536593373
0.1611	23794020	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	37.0142	18.8159	18.1983	291.198	33423327	29.9	30	0.7119	32.8238	0.018429554	6.061764919	0.1	0.00471	0.519841171
0.1611	23793597	0.0998	0.003522	1.210515	0.00002094	37.009	18.8159	18.1931	291.193	33423733	30	30.1	0.7119	32.8236	0.018429554	6.061737665	0.1	0.00471	0.519660911
0.1818	20595774	0.0951	0.003523	1.210611	0.00002094	37.0038	18.7929	18.2109	291.211	28930171	30.1	30.2	0.7119	31.6623	0.018414337	6.130811552	0.1	0.00471	0.526127665
0.2223	15349598	0.0862	0.003523	1.210796	0.00002094	36.9986	18.7483	18.2503	291.25	31295079	30.2	30.3	0.7119	29.4185	0.018364824	6.274410276	0.1	0.00471	0.539615561
0.2806	9525913.9	0.0735	0.003524	1.211059	0.00002093	36.9935	18.6852	18.3083	291.308	13381004	30.3	30.4	0.7119	26.1111	0.018342942	6.516376512	0.1	0.00471	0.562205671
0.3359	8169536.9	0.0698	0.003524	1.211383	0.00002093	36.9883	18.6074	18.3808	291.381	1148307	30.4	30.5	0.7119	25.1274	0.018291296	6.584704351	0.1	0.00471	0.5703031961
0.4389	18254872	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	36.9831	18.5066	18.8915	291.892	18238088	31	31.1	0.7119	28.2128	0.017928304	6.229167822	0.1	0.00471	0.554547045
0.5318	22204950	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	36.9779	18.4118	18.5661	291.566	31191218	30.6	30.7	0.7119	32.2654	0.018160856	6.02190375	0.1	0.00471	0.526860071
0.6288	23641801	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	36.9727	18.3164	18.6563	291.656	33209573	30.8	30.8	0.7119	32.7731	0.018097009	5.972716652	0.1	0.00471	0.532093935
0.7258	2227416	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	36.9675	18.2247	18.7428	291.743	31295079	30.9	30.9	0.7119	32.2897	0.018035467	5.983199212	0.1	0.00471	0.528632348
0.819	18371745	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	36.9623	18.1401	18.8222	291.822	25606162	30.9	31	0.7119	30.7706	0.017978525	6.065892133	0.1	0.00471	0.538030545
0.9043	12983626	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	36.9571	18.0656	18.8915	291.892	18238088	31	31.1	0.7119	28.2128	0.017928304	6.229167822	0.1	0.00471	0.554547045
0.9781	9639368.8	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	36.9519	18.0034	18.9485	291.948	13540058	31.1	31.2	0.7119	28.1886	0.017886323	6.373030346	0.1	0.00471	0.569065072
1.0368	15562387	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	36.9467	17.9555	18.9912	291.991	218640483	31.2	31.3	0.7119	29.52	0.01785391	6.114247008	0.1	0.00471	0.5497188661

Fig. 7.1. dizilys ich. 2 numarali doney surtlarnidaki vertletir kullanimasizlyta hesaplanan tasimuv yolyalyta sh kazarannu ayrtulid besap diktinleri

h , [m]	Gr x Pr	X , [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T_w , [°C]	T_b , [°C]	At, [°C]	At, [°K]	Gr	L_1 , [m]	L_2 , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m ² °C]	α , [W/m ² °C]	L_1 , [m]	A , [m ²]	Q_{max} , [W]
1.1158	24321.204	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.9155	17.8931	19.0224	292.022	34.64006	31.8	31.9	0.7119	33.0061	0.017811663	5.878934012	0.1	0.00471	0.526592921
1.1076	243180.046	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.9103	17.8995	19.0108	292.011	34.519669	31.9	32	0.7119	33.005	0.017815974	5.880166192	0.1	0.00471	0.526672874
1.0988	241690.080	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.9051	17.9064	18.9988	291.999	33.950314	32	32.1	0.7119	32.9544	0.01782062	5.884440285	0.1	0.00471	0.5268631267
1.0777	209060.225	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	36.8999	17.9229	18.977	291.977	29.966579	32.1	32.2	0.7119	31.7809	0.01783184	5.95912381	0.1	0.00471	0.532906369
1.0368	155596.13	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	36.8947	17.9555	18.9392	291.939	21.856387	32.2	32.3	0.7119	29.5187	0.01785391	6.113974573	0.1	0.00471	0.545664991
0.9781	119669.63	0.079	0.00353	1.213902	0.00002090	36.8895	18.0034	18.8861	291.886	1.6809988	32.3	32.4	0.7119	27.6436	0.01786323	6.25873148	0.1	0.00471	0.557019202
0.9043	116387.08	0.0783	0.003528	1.213642	0.00002090	36.8843	18.0656	18.8187	291.819	16.48882	32.4	32.5	0.7119	27.452	0.017928304	6.285668823	0.1	0.00471	0.557419056
0.819	164440.42	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	36.8791	18.1401	18.739	291.739	23.098921	32.5	32.6	0.7119	29.9255	0.017978525	6.121603435	0.1	0.00471	0.540570152
0.7258	199524.10	0.0938	0.003527	1.212978	0.00002091	36.8738	18.2247	18.6491	291.649	28.027108	32.6	32.7	0.7119	31.4121	0.018035467	6.039781754	0.1	0.00471	0.530787285
0.6288	21221.415	0.0958	0.003527	1.212595	0.00002092	36.8686	18.3164	18.5522	291.552	29.809633	32.7	32.8	0.7119	31.9001	0.018097009	6.020604988	0.1	0.00471	0.526823378
0.5318	198860.82	0.0938	0.003526	1.212198	0.00002092	36.8634	18.4118	18.4516	291.452	27.939313	32.8	32.9	0.7119	31.3859	0.018160856	6.076711853	0.1	0.00471	0.5238376966
0.4389	163370.93	0.0879	0.003525	1.211803	0.00002093	36.8582	18.5066	18.5316	291.332	22.948650	32.9	33	0.7119	29.8808	0.018224149	6.195123084	0.1	0.00471	0.535753344
0.3539	115292.21	0.0783	0.003524	1.211429	0.00002093	36.853	18.5963	18.2567	291.257	16.195045	33	33.1	0.7119	27.3872	0.018238383	6.395205794	0.1	0.00471	0.530196438
0.2806	139623.24	0.0835	0.003524	1.211098	0.00002093	36.8477	18.6759	18.1719	291.172	19.612809	33.1	33.2	0.7119	28.7301	0.018336783	6.309195134	0.1	0.00471	0.540274743
0.2223	137466.88	0.0831	0.003523	1.210828	0.00002094	36.8425	18.7407	18.1018	291.102	19.309902	33.2	33.3	0.7119	28.6185	0.018379769	6.329747829	0.1	0.00471	0.539945702
0.1818	164226.34	0.0882	0.003523	1.210637	0.00002094	36.8373	18.7865	18.0508	291.051	23.068785	33.3	33.4	0.7119	29.9198	0.018410104	6.245197923	0.1	0.00471	0.531231545
0.1611	237815.43	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.8321	18.8102	18.0219	291.022	33.405801	33.4	33.5	0.7119	32.8215	0.018425757	6.059694179	0.1	0.00471	0.514478007
0.1611	237815.43	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.8321	18.8102	18.0219	291.022	33.405801	33.4	33.5	0.7119	32.8215	0.018425757	6.059694179	0.1	0.00471	0.514478007
0.1818	20585205	0.0951	0.003523	1.210637	0.00002094	36.8216	18.7865	18.0351	291.035	28.915926	33.6	33.7	0.7119	31.6582	0.018410104	6.12861546	0.1	0.00471	0.520861774
0.2223	15341853	0.0862	0.003523	1.210828	0.00002094	36.8164	18.6759	18.0167	291.017	33.405201	33.7	33.8	0.7119	29.4149	0.0183379769	6.271914039	0.1	0.00471	0.534239683
0.2806	9521507.6	0.0735	0.003523	1.211098	0.00002094	36.8111	18.7591	18.1353	291.135	13.374815	33.8	33.9	0.7119	25.1247	0.018238383	6.5313453188	0.1	0.00471	0.556641077
0.3539	8166026.3	0.0698	0.003524	1.211429	0.00002093	36.8059	18.5963	18.2096	291.21	11.470781	33.9	34	0.7119	25.1247	0.018238383	6.581328474	0.1	0.00471	0.564749719
0.4389	18243448	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	36.8007	18.5066	18.2941	291.294	25.626500	34	34.1	0.7119	30.7167	0.018224149	6.138001844	0.1	0.00471	0.529150013
0.5318	22191055	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	36.7954	18.4118	18.3856	291.384	31.71700	34.1	34.2	0.7119	32.2584	0.018160856	6.020961082	0.1	0.00471	0.521600912
0.6288	23627007	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	36.7902	18.3164	18.4738	291.474	33.188792	34.2	34.3	0.7119	32.768	0.018097009	5.971831953	0.1	0.00471	0.519881377
0.7258	22263477	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	36.785	18.2247	18.5602	291.56	31.213459	34.3	34.4	0.7119	32.2847	0.018035467	5.984262727	0.1	0.00471	0.5234401707
0.819	1860249	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	36.7797	18.1401	18.6396	291.64	25.970614	34.4	34.5	0.7119	30.7657	0.017978525	6.004943025	0.1	0.00471	0.532721628
0.9043	12975501	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	36.7745	18.0656	18.7089	291.709	18.226614	34.5	34.6	0.7119	28.2084	0.017928304	6.228193137	0.1	0.00471	0.549099631
0.9781	9633536.5	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	36.7692	18.0034	18.7658	291.766	13.322224	34.6	34.7	0.7119	26.1845	0.017886323	6.372033078	0.1	0.00471	0.563490105
1.0368	15552647	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	36.764	17.9555	18.8085	291.808	21.846802	34.7	34.8	0.7119	29.5134	0.01785391	6.113290118	0.1	0.00471	0.541838456
1.0777	208961.18	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	36.7587	17.9229	18.8358	291.836	23.952780	34.8	34.9	0.7119	31.7771	0.01783184	5.958403404	0.1	0.00471	0.528878266
1.0988	24156530	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.7535	17.9064	18.8471	291.847	33.922686	34.9	35	0.7119	32.9501	0.01782062	5.88367626	0.1	0.00471	0.572559022
1.1076	24304549	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.7483	17.8995	18.8489	291.849	34.140609	35	35.1	0.7119	33.0004	0.017815974	5.879350092	0.1	0.00471	0.522213924
1.1158	24306835	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.743	17.8931	18.8499	291.85	34.148821	35.1	35.2	0.7119	33.0012	0.017811663	5.879350092	0.1	0.00471	0.52213924
1.1185	24307292	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	36.737	17.8931	18.8467	291.847	34.144633	35.2	35.3	0.7119	33.0014	0.017810247	5.877625811	0.1	0.00471	0.522009245
1.1158	24305960	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.7325	17.8931	18.8393	291.839	34.142592	35.3	35.4	0.7119	33.0009	0.017811663	5.878012567	0.1	0.00471	0.521840222
1.1076	24302799	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.722	17.8995	18.8277	291.828	34.138151	35.4	35.5	0.7119	32.9998	0.017815974	5.87924427	0.1	0.00471	0.521627763
1.1076	24302361	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.722	17.8995	18.8277	291.828	34.138151	35.4	35.5	0.7119	32.9998	0.017815974	5.87924427	0.1	0.00471	0.521627763
1.1158	24304646	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.7167	17.8931	18.8236	291.824	34.140747	35.6	35.7	0.7119	33.0005	0.017811663	5.87793164	0.1	0.00471	0.521396389
1.1185	24305103	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	36.7115	17.8911	18.8204	291.82	34.14389	35.7	35.8	0.7119	33.0006	0.017810247	5.877493483	0.1	0.00471	0.521265973
1.1158	24303770	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.7062	17.8931	18.8131	291.813	34.139317	35.8	35.9	0.7119	33.0002	0.017811663	5.877880192	0.1	0.00471	0.521100309
1.1076	24300609	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.7009	17.8995	18.8014	291.801	34.135075	35.9	36	0.7119	32.9991	0.017815974	5.879711827	0.1	0.00471	0.520887504
1.0988	24151744	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.6957	17.9064	18.7893	291.789	33.925963	36	36.1	0.7119	32.9484	0.01782062	5.883384827	0.1	0.00471	0.532088701
1.0777	20891225	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	36.6894	17.9229	18.7675	291.767	29.934597	36.1	36.2	0.7119	31.7752	0.01783184	5.958054591	0.1	0.00471	0.536692882
1.0368	15558445	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	36.6851	17.9555	18.7296	291.73	21.840899	36.2	36.3	0.7119	29.5134	0.01785391	6.112871335	0.1	0.00471	0.539530688
0.9781	11958370	0.079	0.00353	1.213902	0.00002090	36.6799	18.0034	18.6764	291.676	16.97916	36.3	36.4	0.7119	27.6386	0.01786323	6.257629218	0.1	0.00471	0.550738173
0.9043	11630346	0.0783	0.003528	1.213642	0.00002090	36.6746	18.0656	18.609	291.609	16.337136	36.4	36.5	0.7119	27.4471	0.017928304	6.284539507	0.1	0.00471	0.551109666
0.819	16432221	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	36.6691	18.1401	18.5293	291.529	28.082316	36.5	36.6	0.7119	29.9242	0.017978525	6.120502992	0.1	0.00471	0.53

EK 7.1. dillik için, 2 numareli deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan tuzum yolları sı kuzanum sıyratlı hesap dükümleri

h_0 [m]	Gr x h	X_0 [m]	β_0 [1/K]	ρ_0 [kg/m ³]	μ_0 [kg/m ³]	T_{w0} [°C]	T_{s0} [°C]	ΔT_0 [°C]	ΔT_0 [°K]	Gr	L_1 [m]	L_2 [m]	Pt	Nu	λ_0 [W/m°C]	α_0 [W/m ² °C]	L_3 [m]	A_0 [m ²]	Q_{genum} [W]
0.2806	1395252	0.0835	0.003524	1.211098	0.00002093	36.6377	18.6759	17.9618	290.962	19598660	37.1	37.2	0.7119	28.7249	0.018336783	6.308056397	0.1	0.00471	0.535933148
0.2283	13736766	0.0831	0.003523	1.210828	0.00002094	36.6324	18.7407	17.8917	290.962	19295964	37.1	37.3	0.7119	28.6134	0.018379769	6.328605346	0.1	0.00471	0.533582107
0.1818	16410775	0.0882	0.003523	1.210637	0.00002094	36.6271	18.7865	17.8406	290.841	23052127	37.3	37.4	0.7119	29.9144	0.018410104	6.244070202	0.1	0.00471	0.524951532
0.1611	23763464	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.6161	18.8102	17.8117	290.812	33381670	37.4	37.5	0.7119	32.8155	0.018425757	6.058626767	0.1	0.00471	0.505835463
0.1611	23763932	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.6161	18.8102	17.8104	290.806	33381064	37.5	37.6	0.7119	32.8154	0.018425757	6.058599244	0.1	0.00471	0.508381451
0.1818	20570328	0.0951	0.003523	1.210539	0.00002094	36.6113	18.7865	17.8248	290.825	28895028	37.6	37.7	0.7119	31.6525	0.018410104	6.127507847	0.1	0.00471	0.514694145
0.2223	15330764	0.0862	0.003523	1.210828	0.00002094	36.606	18.7407	17.8653	290.865	21535044	37.7	37.8	0.7119	29.4096	0.018379769	6.270780384	0.1	0.00471	0.52792596
0.2806	9514625	0.0735	0.003524	1.211098	0.00002093	36.6007	18.6759	17.9248	290.925	13365147	37.8	37.9	0.7119	26.1033	0.018336783	6.512257805	0.1	0.00471	0.558120288
0.3539	8160123.4	0.0658	0.003524	1.211429	0.00002093	36.5954	18.5963	17.9591	290.999	11462489	37.9	38	0.7119	25.1201	0.018283883	6.580138805	0.1	0.00471	0.552266509
0.4389	18230261	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	36.5901	18.5066	18.0855	291.084	25607976	38	38.1	0.7119	30.7112	0.018224149	6.136892339	0.1	0.00471	0.522266509
0.5318	22175015	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	36.5848	18.4118	18.173	291.173	31149169	38.1	38.2	0.7119	32.2525	0.018160836	6.019872779	0.1	0.00471	0.515531881
0.6288	23609930	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	36.5795	18.3164	18.2631	291.263	33164804	38.2	38.3	0.7119	32.7621	0.018097009	5.970732577	0.1	0.00471	0.513859836
0.7258	22247385	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	36.5742	18.2247	18.3495	291.35	33150855	38.3	38.4	0.7119	32.7788	0.018035467	5.983181137	0.1	0.00471	0.517365616
0.819	18346979	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	36.5689	18.1401	18.4288	291.429	25717974	38.4	38.5	0.7119	28.2033	0.017928304	6.227067436	0.1	0.00471	0.542813419
0.9043	12966123	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	36.5636	18.0656	18.498	291.498	18213501	38.5	38.6	0.7119	26.1798	0.017886323	6.370881298	0.1	0.00471	0.557056716
1.0368	15541404	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	36.553	17.9555	18.5975	291.598	21831008	38.7	38.8	0.7119	29.5101	0.01785391	6.112184975	0.1	0.00471	0.535664455
1.0777	20881009	0.0951	0.00353	1.214307	0.00002090	36.5477	17.9229	18.6248	291.625	29331577	38.8	38.9	0.7119	31.7714	0.01783184	5.957326076	0.1	0.00471	0.522858992
1.0777	24139060	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.5424	17.9064	18.6361	291.666	33008146	38.9	39	0.7119	32.9441	0.01782062	5.882612202	0.1	0.00471	0.51661358
1.1076	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286927	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.5318	17.8931	18.6387	291.639	34119115	39.1	39.2	0.7119	32.9932	0.017811663	5.877001868	0.1	0.00471	0.516192984
1.1185	24286969	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	36.5262	17.8911	18.6355	291.635	34119730	39.2	39.3	0.7119	32.9954	0.017810247	5.876562	0.1	0.00471	0.51605197
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1076	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.5371	17.8995	18.6376	291.638	34115912	39	39.1	0.7119	32.9545	0.017815974	5.87828654	0.1	0.00471	0.516276629
1.1158	24286967	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089														

Ek 7.1. dñrlis jçhn. 2 numeruñ deñy gardnarudnñ vortlerñ kurlanlmsnyñ hesoplann tñgnm volnyñ sñ kezanenun ayrnñññ hesop dññññññ

h_1 [m]	Gr-x-Pt	Σ_1 [m]	β_1 [1/K]	ρ_1 [kg/m ³]	μ_1 [kg/ms]	T_{w1} [°C]	T_{o1} [°C]	At [°C]	At [°C]	Gr	I_{a1} [m]	I_{z1} [m]	Pt	Nu	λ_1 [W/m°C]	α_1 [W/m ² °C]	I_{x1} [m]	A_1 [m ²]	Q_{chem1} [W]
1.0988	24123622	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.3559	17.9064	18.4456	291.45	33886459	42.4	42.5	0.7119	32.9389	0.01782062	5.881671407	0.1	0.00471	0.511361277
1.1076	24271430	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.3506	17.8995	18.4511	291.451	34094087	42.5	42.6	0.7119	32.9882	0.017815974	5.877346194	0.1	0.00471	0.511026804
1.1158	24273704	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.3452	17.8931	18.4521	291.452	34097283	42.6	42.7	0.7119	32.99	0.017811663	5.876061485	0.1	0.00471	0.510942923
1.1185	24274152	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	36.3398	17.8911	18.4488	291.449	34097911	42.7	42.8	0.7119	32.9901	0.017810247	5.8765621429	0.1	0.00471	0.510841459
1.1158	24272812	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.3345	17.8931	18.4413	291.441	34096029	42.8	42.9	0.7119	32.9897	0.017811663	5.876607474	0.1	0.00471	0.510841511
1.1076	24269645	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.3291	17.8995	18.4296	291.43	34091580	42.9	43	0.7119	32.9886	0.017815974	5.877238147	0.1	0.00471	0.510423854
1.0988	24120961	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.3238	17.9064	18.4174	291.417	33988222	43.1	43.1	0.7119	32.9739	0.01782062	5.881509214	0.1	0.00471	0.510456196
1.0777	20864588	0.0951	0.003531	1.214238	0.00002090	36.3184	17.9229	18.3955	291.395	29808491	43.1	43.2	0.7119	31.7651	0.01783184	5.95615453	0.1	0.00471	0.516319346
1.0968	15528612	0.0862	0.003531	1.214102	0.00002090	36.313	17.9555	18.3575	291.358	21813040	43.2	43.3	0.7119	29.504	0.01785391	6.110926933	0.1	0.00471	0.528642935
0.9781	11943110	0.079	0.003529	1.213642	0.00002090	36.3077	18.0034	18.3042	291.304	16776481	43.3	43.4	0.7119	27.6298	0.017886323	6.255631945	0.1	0.00471	0.535991404
0.9043	11615497	0.0783	0.003529	1.213642	0.00002090	36.3023	18.0656	18.2567	291.257	16316278	43.5	43.5	0.7119	27.4383	0.017928304	6.282532652	0.1	0.00471	0.535991404
0.819	16411231	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	36.2969	18.1401	18.1569	291.157	2052831	43.6	43.6	0.7119	29.9146	0.017978525	6.11854747	0.1	0.00471	0.525316042
0.7258	19912575	0.0938	0.003528	1.212978	0.00002091	36.2916	18.2247	18.0688	291.067	27971152	43.6	43.7	0.7119	31.3964	0.018035467	6.036764906	0.1	0.00471	0.513395787
0.6288	21179021	0.0958	0.003527	1.212595	0.00002092	36.2862	18.3164	17.9688	290.97	29750113	43.7	43.8	0.7119	31.8841	0.018097009	6.023038093	0.1	0.00471	0.510034077
0.5318	19846332	0.0938	0.003526	1.212198	0.00002092	36.2808	18.4118	17.869	290.869	27878076	43.8	43.9	0.7119	31.3702	0.018160856	6.073672892	0.1	0.00471	0.511438349
0.4389	16304417	0.0879	0.003525	1.211803	0.00002093	36.2755	18.5066	17.7689	290.769	22902750	43.9	44	0.7119	29.8658	0.018224149	6.192032022	0.1	0.00471	0.518481469
0.3359	11506148	0.0783	0.003524	1.211429	0.00002093	36.2701	18.5963	17.6738	290.674	16162634	44	44.1	0.7119	27.3735	0.018283883	6.39200372	0.1	0.00471	0.532363371
0.2806	13924366	0.0835	0.003524	1.211098	0.00002093	36.2647	18.6759	17.5888	290.589	19573536	44.1	44.2	0.7119	28.7157	0.018336783	6.306034368	0.1	0.00471	0.522678058
0.2223	13719148	0.0831	0.003523	1.210828	0.00002094	36.2593	18.7407	17.5186	290.519	19271216	44.2	44.3	0.7119	28.6042	0.018379769	6.326575165	0.1	0.00471	0.522288018
0.1818	16389718	0.0882	0.003523	1.210637	0.00002094	36.2539	18.7865	17.4675	290.467	23022548	44.3	44.4	0.7119	29.9048	0.018410104	6.242066262	0.1	0.00471	0.513805833
0.1611	23733860	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.2486	18.8102	17.4384	290.438	33338822	44.4	44.5	0.7119	32.805	0.018425757	6.05665377	0.1	0.00471	0.4977117359
0.1818	20543912	0.0951	0.003523	1.210539	0.00002094	36.2378	18.7865	17.4513	290.451	28857921	44.6	44.7	0.7119	32.8048	0.018410104	6.125359558	0.1	0.00471	0.503748034
0.2223	15311073	0.0862	0.003524	1.210828	0.00002094	36.2324	18.7407	17.4917	290.492	21507385	44.7	44.8	0.7119	29.4001	0.018379769	6.268765927	0.1	0.00471	0.516720609
0.2806	95024041	0.0735	0.003524	1.211498	0.00002093	36.227	18.6759	17.5511	290.551	13347981	44.8	44.9	0.7119	26.0949	0.018336783	6.510165654	0.1	0.00471	0.538481714
0.3359	8149642.2	0.0698	0.003524	1.211498	0.00002093	36.2216	18.5963	17.6254	290.625	1477166	44.9	45	0.7119	25.1121	0.018283883	6.578024832	0.1	0.00471	0.546534719
0.4389	1820846	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	36.2163	18.5066	17.7097	290.71	25575085	45	45.1	0.7119	30.7013	0.018224149	6.134920821	0.1	0.00471	0.511988453
0.5318	22146534	0.0973	0.003523	1.212198	0.00002092	36.2109	18.4118	17.7991	290.799	31109162	45.1	45.2	0.7119	32.2422	0.018160856	6.017938942	0.1	0.00471	0.504760961
0.6288	23579608	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	36.2055	18.3164	17.889	290.889	333122211	45.2	45.3	0.7119	32.7516	0.018097009	5.981259245	0.1	0.00471	0.506535236
0.7258	22218814	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	36.2001	18.2247	17.9733	290.975	31210722	45.3	45.4	0.7119	32.2684	0.018035467	5.981259245	0.1	0.00471	0.506535236
0.819	18323417	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	36.1947	18.1401	18.0546	291.055	25738877	45.4	45.5	0.7119	30.7503	0.017978525	6.061899078	0.1	0.00471	0.515747817
0.9043	12949471	0.0812	0.003529	1.213642	0.00002090	36.1893	18.0656	18.1257	291.124	18190110	45.5	45.6	0.7119	28.1943	0.017928304	6.225067175	0.1	0.00471	0.531657229
0.9781	9614209.3	0.0735	0.003531	1.213902	0.00002090	36.1839	18.0034	18.1804	291.18	13505075	45.6	45.7	0.7119	26.1174	0.017886323	6.368834704	0.1	0.00471	0.545639373
1.0368	15521441	0.0862	0.003531	1.214102	0.00002090	36.1785	17.9555	18.223	291.223	21802967	45.7	45.8	0.7119	29.5006	0.01785391	6.110221259	0.1	0.00471	0.52470749
1.0777	20854183	0.0951	0.003531	1.214238	0.00002090	36.1731	17.9229	18.2502	291.25	23869875	45.8	45.9	0.7119	31.7611	0.01783184	5.955411791	0.1	0.00471	0.512176609
1.1076	24108042	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.1677	17.9064	18.2613	291.261	33954574	45.9	46	0.7119	32.9335	0.01782062	5.8805721504	0.1	0.00471	0.505730356
1.1076	24255750	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.1623	17.8995	18.2638	291.263	34072062	46	46.1	0.7119	32.9839	0.017815974	5.876396747	0.1	0.00471	0.505730356
1.1158	24258019	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.1569	17.8931	18.2637	291.264	34075250	46.1	46.2	0.7119	32.9846	0.017811663	5.875112001	0.1	0.00471	0.505646251
1.1158	24258462	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	36.1515	17.8931	18.2604	291.26	34073872	46.2	46.3	0.7119	32.9848	0.017810247	5.874671759	0.1	0.00471	0.50551652
1.1158	24257119	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	36.1461	17.8931	18.2529	291.253	34073985	46.3	46.4	0.7119	32.9843	0.017811663	5.87505747	0.1	0.00471	0.505342178
1.1076	24253949	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	36.1407	17.8995	18.2411	291.241	34069532	46.4	46.5	0.7119	32.9833	0.017815974	5.876287659	0.1	0.00471	0.505122082
1.0988	24103536	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	36.1352	17.9064	18.2289	291.229	3383802	46.5	46.6	0.7119	32.9326	0.01782062	5.880557457	0.1	0.00471	0.505149243
1.0777	20851086	0.0951	0.003531	1.214238	0.00002090	36.1298	17.9229	18.2069	291.207	29286802	46.6	46.7	0.7119	31.76	0.01783184	5.955190665	0.1	0.00471	0.510943736
1.0968	15518559	0.0862	0.003531	1.214102	0.00002090	36.1244	17.9555	18.1689	291.169	21798919	46.7	46.8	0.7119	29.4992	0.01785391	6.109937656	0.1	0.00471	0.523126387
0.9781	11935374	0.079	0.003529	1.213642	0.00002090	36.119	18.0034	18.1156	291.116	16765615	46.8	46.9	0.7119	27.6233	0.017886323	6.254681773	0.1	0.00471	0.533994179
0.9043	11607970	0.0783	0.003529	1.213642	0.00002090	36.1136	18.0656	18.048	291.048	16305705	46.9	47	0.7119	27.4339	0.017928304	6.281514623	0.1	0.00471	0.534237523
0.819	16400590	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	36.1082	18.1401	17.9681	290.968	27353885	47	47.1	0.7119	29.9097	0.017978525	6.1117555483	0.1	0.00471	0.517989176
0.7258	1989657	0.0938	0.003528	1.212978	0.00002091	36.1028	18.2247	17.878	290.878	2735306	47.1	47.2	0.7119	31.3913	0.018035467	6.035785622	0.1	0.00471	0.508538832
0.6288	21165274	0.0958	0.003527	1.212595	0.00002092	36.0973	18.3164	17.7809	290.781	27353082	47.2	47.3	0.7119	31.8789	0.018097009	6.022060456	0.1	0.00471	0.504591468
0.5318	1983																		

Ek. 7.1. daltis için 2 numaralı dany şartlarındaki verilten bulundurya hesaplana tegum yoluyla ul karucanun yurutu hesap dikilimleri

h ₁ [m]	Gr x Pr	X ₁ [m]	β ₁ [1/K]	ρ ₁ [kg/m ³]	μ ₁ [kg/ms]	T _{w1} [°C]	T _{m1} [°C]	ΔT ₁ [°C]	ΔT ₁ [°K]	Gr	L ₁ [m]	L ₂ [m]	Pr	Nu	λ ₁ [W/m °C]	α ₁ [W/m ² °C]	L ₁ [m]	A ₁ [m ²]	Q _{max1} [W]
0.2223	13710218	0.0831	0.003523	1.210828	0.00002094	36.0702	18.7407	17.3295	290.33	19238671	47.7	47.8	0.7119	28.5995	0.018379769	6.32534533	0.1	0.00471	0.516565764
0.1818	16379045	0.0882	0.003523	1.210637	0.00002094	36.0648	18.7865	17.2783	290.278	23007555	47.8	47.9	0.7119	29.8999	0.018410104	6.24104974	0.1	0.00471	0.508158784
0.1611	23718398	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.0594	18.8102	17.2438	290.244	33316719	47.9	48	0.7119	32.7996	0.018425757	6.055694951	0.1	0.00471	0.49223673
0.1611	23717954	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	36.0593	18.8102	17.2438	290.244	33316719	48	48.1	0.7119	32.7995	0.018425757	6.055666621	0.1	0.00471	0.492079436
0.1818	20530521	0.0951	0.003523	1.210637	0.00002094	36.0485	18.7865	17.262	290.262	28839112	48.1	48.2	0.7119	31.6372	0.018410104	6.124541282	0.1	0.00471	0.498202169
0.2223	13501093	0.0862	0.003523	1.210828	0.00002094	36.0431	18.7407	17.3024	290.302	133923279	48.3	48.3	0.7119	26.9933	0.018339769	6.267144085	0.1	0.00471	0.51104342
0.2806	9469209.5	0.0735	0.003524	1.211098	0.00002093	36.0376	18.6759	17.367	290.362	215932679	48.3	48.4	0.7119	25.108	0.018283883	6.576952518	0.1	0.00471	0.540395738
0.3539	8144329.4	0.0698	0.003524	1.211429	0.00002093	36.0322	18.5963	17.4359	290.436	11440303	48.4	48.5	0.7119	25.108	0.018283883	6.576952518	0.1	0.00471	0.540395738
0.4389	18194977	0.0912	0.003526	1.211803	0.00002093	36.0267	18.5066	17.5201	290.52	25558413	48.5	48.6	0.7119	32.2369	0.018160856	6.016958008	0.1	0.00471	0.499303952
0.5318	22132098	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	36.0219	18.4114	17.6095	290.609	310888621	48.6	48.7	0.7119	32.2369	0.018160856	6.016958008	0.1	0.00471	0.499303952
0.6288	23564239	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	36.0159	18.3164	17.6994	290.699	31000621	48.7	48.8	0.7119	32.2369	0.018160856	6.016958008	0.1	0.00471	0.499303952
0.7288	22204332	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	36.0104	18.2247	17.7857	290.786	31100379	48.8	48.9	0.7119	32.2632	0.018035467	5.982843377	0.1	0.00471	0.501229294
0.819	18311474	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	36.005	18.1401	17.8649	290.865	25722101	48.9	49	0.7119	30.7453	0.017978525	6.060911081	0.1	0.00471	0.510245566
0.9043	12941031	0.0812	0.003528	1.213642	0.00002090	35.9995	18.0656	17.9539	290.934	18178254	49	49.1	0.7119	28.1897	0.017928304	6.224052563	0.1	0.00471	0.526005105
0.9781	9607942.4	0.0735	0.00353	1.213902	0.00002090	35.9941	18.0034	17.9906	290.991	13406272	49.1	49.2	0.7119	26.1671	0.017886323	6.367796594	0.1	0.00471	0.539854959
1.0368	13511322	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	35.9886	17.9555	18.0331	291.033	21788753	49.2	49.3	0.7119	29.4958	0.01785391	6.109225191	0.1	0.00471	0.519156339
1.0777	20840586	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	35.9832	17.9229	18.0603	291.06	29274774	49.3	49.4	0.7119	31.756	0.01783184	5.954440799	0.1	0.00471	0.50676459
1.0988	24092319	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	35.9773	17.8995	18.0728	291.073	34049836	49.5	49.6	0.7119	32.2785	0.017815974	5.875468185	0.1	0.00471	0.500387334
1.1076	24239928	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	35.9723	17.8995	18.0728	291.073	34049836	49.5	49.6	0.7119	32.2785	0.017815974	5.875468185	0.1	0.00471	0.500387334
1.1138	24242191	0.1	0.003531	1.214362	0.00002089	35.9668	17.8931	18.0737	291.074	34053302	49.6	49.7	0.7119	32.2793	0.017811663	5.874133404	0.1	0.00471	0.50038016
1.1185	24242629	0.1	0.003531	1.214371	0.00002089	35.9614	17.8911	18.0703	291.073	34053302	49.7	49.8	0.7119	32.2794	0.017810247	5.873712976	0.1	0.00471	0.500172321
1.1138	24241282	0.1	0.003531	1.214372	0.00002089	35.9559	17.8931	18.0628	291.063	34051740	49.8	49.9	0.7119	32.2789	0.017811663	5.874096332	0.1	0.00471	0.499996282
1.1076	24238110	0.1	0.003531	1.214336	0.00002089	35.9505	17.8995	18.051	291.051	3404783	49.9	50	0.7119	32.2772	0.017815974	5.875328054	0.1	0.00471	0.499797393
1.0988	24096910	0.0998	0.003531	1.214307	0.00002090	35.945	17.9064	18.0386	291.039	3383883	50	50.1	0.7119	32.2772	0.01782062	5.875997157	0.1	0.00471	0.499799688
1.0777	20837460	0.0951	0.00353	1.214238	0.00002090	35.9395	17.9229	18.0166	291.017	29270885	50.1	50.2	0.7119	31.7548	0.01783184	5.95421756	0.1	0.00471	0.505520935
1.0368	15508414	0.0862	0.00353	1.214102	0.00002090	35.9341	17.9555	17.9786	290.979	21784668	50.2	50.3	0.7119	29.4944	0.01785391	6.108938857	0.1	0.00471	0.517561408
0.9781	11973569	0.079	0.00353	1.213902	0.00002090	35.9286	18.0034	17.9252	290.925	27674650	50.3	50.4	0.7119	27.6208	0.017863323	6.253958892	0.1	0.00471	0.528246798
0.9043	11600375	0.0783	0.003528	1.213642	0.00002090	35.9231	18.0656	17.8576	290.838	16295036	50.4	50.5	0.7119	27.4294	0.017928304	6.280486841	0.1	0.00471	0.528513874
0.819	16389853	0.0879	0.003528	1.213331	0.00002091	35.9177	18.1401	17.7776	290.778	23022802	50.5	50.6	0.7119	29.3048	0.017978525	6.116553995	0.1	0.00471	0.512413845
0.7258	18886622	0.0938	0.003528	1.212978	0.00002091	35.9122	18.2247	17.6875	290.687	27934656	50.6	50.7	0.7119	31.3862	0.018035467	6.034976966	0.1	0.00471	0.503000223
0.6288	21151401	0.0958	0.003527	1.212595	0.00002091	35.9067	18.3164	17.5903	290.59	27911316	50.7	50.8	0.7119	31.8737	0.018097009	6.021073459	0.1	0.00471	0.499910163
0.5318	19820434	0.0938	0.003526	1.212198	0.00002092	35.9013	18.4118	17.4895	290.489	27841698	50.8	50.9	0.7119	31.36	0.018160856	6.071690543	0.1	0.00471	0.500411561
0.4389	16283128	0.0879	0.003525	1.211803	0.00002093	35.8958	18.5066	17.3892	290.389	22872846	50.9	51	0.7119	29.856	0.018224149	6.190000827	0.1	0.00471	0.507278311
0.3539	11491115	0.0783	0.003524	1.211498	0.00002093	35.8903	18.5963	17.2941	290.294	16141519	51	51.1	0.7119	27.3664	0.0183336783	6.389914992	0.1	0.00471	0.520754466
0.2806	13916152	0.0835	0.003524	1.211098	0.00002093	35.8849	18.6759	17.209	290.209	19547590	51.1	51.2	0.7119	28.7063	0.0183336783	6.389972598	0.1	0.00471	0.51122311
0.2223	13701206	0.0831	0.003523	1.210828	0.00002094	35.8794	18.7407	17.1387	290.139	19246013	51.2	51.3	0.7119	28.5948	0.018379769	6.324505645	0.1	0.00471	0.510793457
0.1818	16368274	0.0882	0.003523	1.210637	0.00002094	35.8739	18.7865	17.0874	290.087	22292486	51.3	51.4	0.7119	29.895	0.018410104	6.240023499	0.1	0.00471	0.502463334
0.1611	23702796	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	35.8684	18.8102	17.0528	290.038	33329516	51.4	51.5	0.7119	32.7943	0.018425757	6.054698833	0.1	0.00471	0.486708171
0.1611	23702796	0.0998	0.003523	1.210539	0.00002094	35.8629	18.8102	17.0528	290.033	33329516	51.5	51.6	0.7119	32.7941	0.018425757	6.054670233	0.1	0.00471	0.486549508
0.1818	20517010	0.0951	0.003523	1.210637	0.00002094	35.8575	18.7865	17.071	290.071	28820133	51.6	51.7	0.7119	31.632	0.018410104	6.123533366	0.1	0.00471	0.49260783
0.2223	15291022	0.0862	0.003523	1.210828	0.00002094	35.8521	18.7407	17.1113	290.111	27492191	51.7	51.8	0.7119	26.9905	0.018379769	6.266712481	0.1	0.00471	0.505316622
0.2806	948958.8	0.0735	0.003524	1.211098	0.00002093	35.8465	18.6759	17.1706	290.171	13330499	51.8	51.9	0.7119	25.0864	0.0183336783	6.508030302	0.1	0.00471	0.526594966
0.3539	8138968.6	0.0698	0.003524	1.211429	0.00002093	35.841	18.5963	17.2447	290.245	11432773	51.9	52	0.7119	25.1038	0.018283883	6.578699964	0.1	0.00471	0.534380695
0.4389	18183001	0.0912	0.003525	1.211803	0.00002093	35.8355	18.5066	17.3289	290.329	25541590	52	52.1	0.7119	30.6912	0.018224149	6.132911713	0.1	0.00471	0.500817389
0.5318	22117531	0.0973	0.003526	1.212198	0.00002092	35.83	18.4118	17.4182	290.418	31068422	52.1	52.2	0.7119	32.2316	0.018160856	6.015967713	0.1	0.00471	0.499799330
0.6288	23548730	0.0993	0.003527	1.212595	0.00002092	35.8245	18.3164	17.5081	290.508	333087837	52.2	52.3	0.7119	32.7408	0.018097009	5.968879568	0.1	0.00471	0.492274455
0.7258	22189719	0.0973	0.003528	1.212978	0.00002091	35.819	18.2247	17.5943	290.594	31169852	52.3	52.4	0.7119	32.2579	0.018035467	5.97930021	0.1	0.00471	0.49575126
0.819	18299424	0.0912	0.003528	1.213331	0.00002091	35.8136	18.1401	17.6735	290.673	27050173	52.4	52.5	0.7119	30.7402	0.017978525	6.059913661	0.1	0.00471	0.504695326
0.9043																			

Ek 7 1. diğilg içün, 2 numaralı deney şartlarında verilmiş kullanimıyla hesaplanan tasuama yoluyla sıı kuzanucanla ayrımlı hesap dökümleri

h, [m]	Gr x Pr	X, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T _w , [°C]	T _e , [°C]	ΔT , [°C]	ΔT , [°K]	Gr	L ₁ , [m]	L ₂ , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	L ₃ , [m]	A ₁ , [m ²]	Q _{system} , [W]
0,1818	16364643	0,0882	0,003523	1,210637	0,00002094	35,4874	18,7865	16,7005	289,701	22961760	58,4	58,4	0,7119	29,885	0,018410104	6,2379418	0,1	0,00471	0,490921432
0,1611	23671171	0,0998	0,003523	1,210539	0,00002094	35,4874	18,8102	16,6713	289,671	33250763	58,4	58,5	0,7119	32,7833	0,018425757	6,052678244	0,1	0,00471	0,475507452
0,1611	23670715	0,0998	0,003523	1,210539	0,00002094	35,4703	18,8102	16,6657	289,666	33250123	58,5	58,6	0,7119	32,7832	0,018425757	6,052649104	0,1	0,00471	0,475366056
0,1818	20489623	0,0951	0,003523	1,210637	0,00002094	35,4703	18,7865	16,6838	289,684	28781662	58,6	58,7	0,7119	31,6214	0,018410104	6,121488866	0,1	0,00471	0,481273922
0,2223	15270608	0,0862	0,003523	1,210828	0,00002094	35,4697	18,7407	16,724	289,724	21450544	58,7	58,8	0,7119	29,3807	0,018379769	6,264619932	0,1	0,00471	0,493714397
0,2806	9477289,2	0,0735	0,003524	1,211098	0,00002093	35,4591	18,6759	16,7832	289,857	11417510	58,9	58,9	0,7119	26,0777	0,018336783	6,505839784	0,1	0,00471	0,514542339
0,3539	8128102,6	0,0698	0,003524	1,211429	0,00002093	35,4535	18,5963	16,8572	289,857	11417510	58,9	59	0,7119	25,0955	0,018283883	6,573674081	0,1	0,00471	0,522198635
0,4389	18158727	0,0912	0,003523	1,211803	0,00002093	35,4472	18,5066	16,9413	289,941	23507492	59	59,1	0,7119	30,681	0,018224149	6,130863284	0,1	0,00471	0,489452289
0,5318	22088006	0,0973	0,003526	1,212198	0,00002092	35,4423	18,4118	17,0305	290,031	31026498	59,1	59,2	0,7119	32,2208	0,018160856	6,013985983	0,1	0,00471	0,482647306
0,6288	23517296	0,0953	0,003527	1,212595	0,00002092	35,4368	18,3164	17,1203	290,12	33034681	59,2	59,3	0,7119	32,7299	0,018097009	5,964887342	0,1	0,00471	0,48123286
0,7258	22160101	0,0973	0,003528	1,212978	0,00002091	35,4312	18,2247	17,2064	290,206	31128247	59,3	59,4	0,7119	32,2471	0,018035467	5,977303925	0,1	0,00471	0,484660069
0,819	18274998	0,0912	0,003528	1,213331	0,00002091	35,4256	18,1401	17,2855	290,285	25670862	59,4	59,5	0,7119	30,73	0,017978525	6,057890502	0,1	0,00471	0,49345105
0,9043	12915252	0,0812	0,003529	1,213642	0,00002090	35,42	18,0656	17,3544	290,354	18142042	59,5	59,6	0,7119	28,1756	0,017928304	6,220950628	0,1	0,00471	0,508753207
0,9781	9588802	0,0735	0,00353	1,213902	0,00002090	35,4144	18,0034	17,411	290,411	13469386	59,6	59,7	0,7119	26,154	0,017886323	6,364622834	0,1	0,00471	0,522199359
1,0368	15480418	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	35,4088	17,9555	17,4533	290,453	21743542	59,7	59,8	0,7119	29,4811	0,01785391	6,106179977	0,1	0,00471	0,502212797
1,0777	20799057	0,0951	0,00353	1,214238	0,00002090	35,4032	17,9229	17,4803	290,48	28216439	59,8	59,9	0,7119	31,7401	0,01783184	5,951472264	0,1	0,00471	0,490245791
1,0988	24044301	0,0998	0,003531	1,214307	0,00002090	35,3976	17,9064	17,4912	290,491	33753037	59,9	60	0,7119	32,9117	0,01782062	5,876830542	0,1	0,00471	0,484408045
1,1076	24191603	0,1	0,003531	1,214336	0,00002089	35,3392	17,8995	17,4925	290,492	33981954	60	60,1	0,7119	32,962	0,017815974	5,872507676	0,1	0,00471	0,484079283
1,1186	24193850	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	35,3864	17,8931	17,4933	290,493	33983111	60,1	60,2	0,7119	32,9628	0,017811663	5,871222802	0,1	0,00471	0,483994391
1,1185	24194274	0,1	0,003531	1,214371	0,00002089	35,3808	17,8911	17,4897	290,49	33983708	60,2	60,3	0,7119	32,9629	0,017810247	5,870781817	0,1	0,00471	0,483860835
1,1158	24192916	0,1	0,003531	1,214362	0,00002089	35,3752	17,8931	17,482	290,482	33983800	60,3	60,4	0,7119	32,9625	0,017811663	5,871166182	0,1	0,00471	0,483679695
1,1076	24189737	0,1	0,003531	1,214336	0,00002089	35,3696	17,8995	17,4701	290,47	33979392	60,4	60,5	0,7119	32,9614	0,017815974	5,872994408	0,1	0,00471	0,483449761
1,0988	24041518	0,0998	0,003531	1,214238	0,00002090	35,3584	17,9229	17,4555	290,455	29211931	60,6	60,7	0,7119	31,7389	0,01783184	5,951242666	0,1	0,00471	0,488969854
1,0368	1547432	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	35,3528	17,9555	17,3973	290,397	21741147	60,7	60,8	0,7119	29,4797	0,01785391	6,105885487	0,1	0,00471	0,500574666
0,9781	11903730	0,079	0,00353	1,213902	0,00002090	35,3472	18,0034	17,4347	290,344	16721163	60,8	60,9	0,7119	27,607	0,017886323	6,250468855	0,1	0,00471	0,510853005
0,9043	11571719	0,0783	0,003529	1,213642	0,00002090	35,3418	18,0656	17,2759	290,276	162624632	60,9	61	0,7119	27,4156	0,017928304	6,277344832	0,1	0,00471	0,511044828
0,819	16357063	0,0879	0,003528	1,213331	0,00002091	35,3359	18,1401	17,1958	290,196	22976741	61	61,1	0,7119	29,8899	0,017978525	6,113492383	0,1	0,00471	0,495397561
0,7258	19846813	0,0938	0,003528	1,212978	0,00002091	35,3303	18,2247	17,1056	290,106	27878716	61,1	61,2	0,7119	31,3704	0,018035467	6,03177457	0,1	0,00471	0,486210155
0,6288	21109036	0,0958	0,003527	1,212595	0,00002092	35,3247	18,3164	17,0083	290,008	29651804	61,2	61,3	0,7119	31,8577	0,018097009	6,018056169	0,1	0,00471	0,482344531
0,5318	19780711	0,0998	0,003526	1,212198	0,00002092	35,3191	18,4118	16,9073	289,907	27783898	61,3	61,4	0,7119	31,3443	0,018160856	6,068646062	0,1	0,00471	0,483511178
0,4389	16250474	0,0879	0,003524	1,211803	0,00002093	35,3137	18,5066	16,8069	289,807	22826920	61,4	61,5	0,7119	29,8411	0,018224149	6,186895166	0,1	0,00471	0,490005148
0,3539	11468038	0,0783	0,003524	1,211429	0,00002093	35,3078	18,5963	16,7116	289,712	16169031	61,5	61,6	0,7119	27,3508	0,018283883	6,386707168	0,1	0,00471	0,502962119
0,2806	13888213	0,0835	0,003524	1,211098	0,00002093	35,3022	18,6759	16,6263	289,626	19508705	61,6	61,7	0,7119	28,6919	0,018336783	6,30080619	0,1	0,00471	0,493666333
0,2223	16373685	0,0831	0,003523	1,210828	0,00002094	35,2966	18,7407	16,5559	289,556	19207355	61,7	61,8	0,7119	28,5805	0,018379769	6,321327351	0,1	0,00471	0,493716527
0,1818	16353362	0,0882	0,003523	1,210637	0,00002094	35,2893	18,7865	16,5045	289,504	22946226	61,8	61,9	0,7119	29,388	0,018410104	6,226686314	0,1	0,00471	0,485077081
0,1611	23654689	0,0998	0,003523	1,210539	0,00002094	35,2797	18,8102	16,4696	289,47	33227610	62	62,1	0,7119	32,7776	0,018425757	6,051624335	0,1	0,00471	0,469672631
0,1818	20475748	0,0951	0,003523	1,210637	0,00002094	35,2741	18,7865	16,4878	289,488	28762172	62,1	62,2	0,7119	31,6161	0,018410104	6,120452241	0,1	0,00471	0,47533445
0,2223	15260266	0,0862	0,003523	1,210828	0,00002094	35,2628	18,6759	16,587	289,528	21436016	62,2	62,3	0,7119	29,3757	0,018379769	6,263589557	0,1	0,00471	0,487839074
0,2806	9470870,2	0,0735	0,003524	1,211098	0,00002093	35,2628	18,6759	16,587	289,528	13303685	62,3	62,4	0,7119	26,0733	0,018336783	6,504757904	0,1	0,00471	0,508438953
0,3539	8125297,5	0,0698	0,003524	1,211429	0,00002093	35,2576	18,5963	16,6609	289,661	11409777	62,4	62,5	0,7119	25,0912	0,018283883	6,572560722	0,1	0,00471	0,516029724
0,4389	18146429	0,0912	0,003525	1,211803	0,00002093	35,2516	18,5066	16,745	289,645	25490217	62,5	62,6	0,7119	30,6758	0,018224149	6,128924963	0,1	0,00471	0,483697101
0,5318	22073047	0,0973	0,003526	1,212198	0,00002092	35,2459	18,4118	16,8341	289,834	31005956	62,6	62,7	0,7119	32,2154	0,018160856	6,01294032	0,1	0,00471	0,477000047
0,6288	23501370	0,0993	0,003527	1,212595	0,00002092	35,2403	18,3164	16,9239	289,924	33012310	62,7	62,8	0,7119	32,7244	0,018097009	5,96387725	0,1	0,00471	0,47562988
0,7258	22145095	0,0973	0,003528	1,212978	0,00002091	35,2247	18,2247	17,0089	290,07	31107180	62,8	62,9	0,7119	32,2248	0,018035467	5,976291778	0,1	0,00471	0,479035639
0,819	18286263	0,0912	0,003528	1,213331	0,00002091	35,229	18,1401	17,0899	290,089	25653480	62,9	63	0,7119	28,1709	0,017978525	6,056864733	0,1	0,00471	0,4877512
0,9043	12906506	0,0812	0,003529	1,213642	0,00002090	35,2234	18,0656	17,1578	290,158	18129757	63	63,1	0,7119	26,1496	0,017928304	6,219897237	0,1	0,00471	0,502904235
0,9781	9582308,6	0,0735	0,00353	1,213902	0,00002090	35,2177	18,0034	17,2143	290,214	13460265	63,1	63,2	0,7119	26,1496	0,017886323	6,363545056	0,1	0,00471	0,516213343
1,0368	15469934	0,0862	0,00353	1,214102	0,00002090	35,2121	17,9555	17,2566	290,257	21730615	63,2	63,3	0,7119	29,4761	0,01785391	6,105145856	0,1	0,00471	0,496468418
1,0777	20784969	0,0951	0,00353																

Ek 8.2. d2iliss içün, 2 numaralı deñey şartlarındakı vertlerin kullanimasıyla hesaplanan tasnım yoluyla sı kazancının ayrıntılı hesap dökümieri

h_v [m]	Gr x Pr	X [m]	β_v [1/K]	ρ_v [kg/m ³]	h_v [kg/ms]	T_w [°C]	T_m [°C]	ΔT_v [°C]	ΔT_v [°K]	Gr	L_v [m]	L_2 [m]	Pr	Nu	λ_v [W/m°C]	α_v [W/m ² °C]	L_v [m]	A_v [m ²]	Q_{hesap} [W]
0,1585	23828110	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,70	18,82	16,88	289,88	33471214	0	0,1	0,7119	32,8375	0,0184	6,0524	0,1	0,0047	0,4815
0,1585	23827736	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,70	18,82	16,88	289,88	33470688	0,1	0,2	0,7119	32,8374	0,0184	6,0524	0,1	0,0047	0,4813
0,1585	23827362	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,69	18,82	16,87	289,87	33470163	0,2	0,3	0,7119	32,8373	0,0184	6,0524	0,1	0,0047	0,4812
0,1585	23826988	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,69	18,82	16,87	289,87	33469637	0,3	0,4	0,7119	32,8371	0,0184	6,0524	0,1	0,0047	0,4811
0,1585	23826614	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,68	18,82	16,86	289,86	33469111	0,4	0,5	0,7119	32,8370	0,0184	6,0523	0,1	0,0047	0,4809
0,1585	23826239	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,68	18,82	16,86	289,86	33468585	0,5	0,6	0,7119	32,8369	0,0184	6,0523	0,1	0,0047	0,4808
0,1585	23825865	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,67	18,82	16,85	289,85	33468059	0,6	0,7	0,7119	32,8367	0,0184	6,0523	0,1	0,0047	0,4807
0,1585	23825490	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,67	18,82	16,85	289,85	33467533	0,7	0,8	0,7119	32,8366	0,0184	6,0523	0,1	0,0047	0,4806
0,1585	23825116	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,66	18,82	16,84	289,84	33467007	0,8	0,9	0,7119	32,8365	0,0184	6,0522	0,1	0,0047	0,4804
0,1585	23824741	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,66	18,82	16,84	289,84	33466481	0,9	1	0,7119	32,8364	0,0184	6,0522	0,1	0,0047	0,4803
0,1585	23824366	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,65	18,82	16,84	289,84	33465954	1	1,1	0,7119	32,8362	0,0184	6,0522	0,1	0,0047	0,4802
0,1585	23823991	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,65	18,82	16,83	289,83	33465428	1,1	1,2	0,7119	32,8361	0,0184	6,0522	0,1	0,0047	0,4800
0,1585	23823616	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,65	18,82	16,83	289,83	33464901	1,2	1,3	0,7119	32,8360	0,0184	6,0522	0,1	0,0047	0,4799
0,1585	23823241	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,64	18,82	16,82	289,82	33464374	1,3	1,4	0,7119	32,8358	0,0184	6,0521	0,1	0,0047	0,4798
0,1585	23822866	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,64	18,82	16,82	289,82	33463847	1,4	1,5	0,7119	32,8357	0,0184	6,0521	0,1	0,0047	0,4796
0,1585	23822491	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,63	18,82	16,81	289,81	33463320	1,5	1,6	0,7119	32,8356	0,0184	6,0521	0,1	0,0047	0,4795
0,1585	23822116	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,63	18,82	16,81	289,81	33462793	1,6	1,7	0,7119	32,8354	0,0184	6,0521	0,1	0,0047	0,4794
0,1585	23821740	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,62	18,82	16,80	289,80	33462266	1,7	1,8	0,7119	32,8353	0,0184	6,0520	0,1	0,0047	0,4792
0,1585	23821365	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,62	18,82	16,80	289,80	33461738	1,8	1,9	0,7119	32,8352	0,0184	6,0520	0,1	0,0047	0,4791
0,1585	23820989	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,61	18,82	16,79	289,79	33461211	1,9	2	0,7119	32,8351	0,0184	6,0520	0,1	0,0047	0,4790
0,1585	23820614	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,61	18,82	16,79	289,79	33460683	2	2,1	0,7119	32,8349	0,0184	6,0520	0,1	0,0047	0,4788
0,1585	23820238	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,60	18,82	16,79	289,79	33460156	2,1	2,2	0,7119	32,8348	0,0184	6,0519	0,1	0,0047	0,4787
0,1585	23819862	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,60	18,82	16,78	289,78	33459628	2,2	2,3	0,7119	32,8347	0,0184	6,0519	0,1	0,0047	0,4786
0,1585	23819486	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,60	18,82	16,78	289,78	33459100	2,3	2,4	0,7119	32,8345	0,0184	6,0519	0,1	0,0047	0,4784
0,1585	23819110	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,59	18,82	16,77	289,77	33458572	2,4	2,5	0,7119	32,8344	0,0184	6,0519	0,1	0,0047	0,4783
0,1585	23818734	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,59	18,82	16,77	289,77	33458043	2,5	2,6	0,7119	32,8343	0,0184	6,0518	0,1	0,0047	0,4780
0,1585	23818358	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,58	18,82	16,76	289,76	33457515	2,6	2,7	0,7119	32,8342	0,0184	6,0518	0,1	0,0047	0,4778
0,1585	23817982	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,58	18,82	16,76	289,76	33456987	2,7	2,8	0,7119	32,8340	0,0184	6,0518	0,1	0,0047	0,4779
0,1585	23817606	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,57	18,82	16,75	289,75	33456458	2,8	2,9	0,7119	32,8339	0,0184	6,0518	0,1	0,0047	0,4778
0,1585	23817230	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,57	18,82	16,75	289,75	33455930	2,9	3	0,7119	32,8338	0,0184	6,0517	0,1	0,0047	0,4776
0,1585	23816853	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,56	18,82	16,74	289,74	33455401	3	3,1	0,7119	32,8336	0,0184	6,0517	0,1	0,0047	0,4775
0,1585	23816477	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,56	18,82	16,74	289,74	33454872	3,1	3,2	0,7119	32,8335	0,0184	6,0517	0,1	0,0047	0,4774
0,1585	23816100	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,55	18,82	16,74	289,74	33454343	3,2	3,3	0,7119	32,8334	0,0184	6,0517	0,1	0,0047	0,4772
0,1585	23815723	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,55	18,82	16,73	289,73	33453814	3,3	3,4	0,7119	32,8332	0,0184	6,0517	0,1	0,0047	0,4771
0,1585	23815347	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,54	18,82	16,73	289,73	33453285	3,4	3,5	0,7119	32,8331	0,0184	6,0516	0,1	0,0047	0,4770
0,1585	23814970	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,54	18,82	16,72	289,72	33452755	3,5	3,6	0,7119	32,8330	0,0184	6,0516	0,1	0,0047	0,4769
0,1585	23814593	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,54	18,82	16,72	289,72	33452226	3,6	3,7	0,7119	32,8329	0,0184	6,0516	0,1	0,0047	0,4767
0,1585	23814216	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,53	18,82	16,71	289,71	33451696	3,7	3,8	0,7119	32,8327	0,0184	6,0516	0,1	0,0047	0,4766
0,1585	23813839	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,53	18,82	16,71	289,71	33451166	3,8	3,9	0,7119	32,8326	0,0184	6,0515	0,1	0,0047	0,4765
0,1585	23813462	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,52	18,82	16,70	289,70	33450637	3,9	4	0,7119	32,8325	0,0184	6,0515	0,1	0,0047	0,4763
0,1585	23813084	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,52	18,82	16,70	289,70	33450107	4	4,1	0,7119	32,8323	0,0184	6,0515	0,1	0,0047	0,4762
0,1585	23812707	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,51	18,82	16,69	289,69	33449577	4,1	4,2	0,7119	32,8322	0,0184	6,0515	0,1	0,0047	0,4761
0,1585	23812330	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,51	18,82	16,69	289,69	33449046	4,2	4,3	0,7119	32,8321	0,0184	6,0514	0,1	0,0047	0,4759
0,1585	23811952	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,50	18,82	16,68	289,68	33448516	4,3	4,4	0,7119	32,8319	0,0184	6,0514	0,1	0,0047	0,4758
0,1585	23811574	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,50	18,82	16,68	289,68	33447986	4,4	4,5	0,7119	32,8318	0,0184	6,0514	0,1	0,0047	0,4757
0,1585	23811197	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,49	18,82	16,68	289,68	33447455	4,5	4,6	0,7119	32,8317	0,0184	6,0514	0,1	0,0047	0,4755

Ek 8.2. dizilim için, 2 numaralı deney şartlarındaki verticlin kullanımla hesaplanan başım yoluyla sı kazancının ayrıntılı hesap değerleri

h , [m]	Gr x Pr	X , [m]	β , [1/K]	p , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T_w , [°C]	T_o , [°C]	ΔT , [°C]	ΔT , [°C]	Gr	l_1 , [m]	l_2 , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	α , [W/m ² °C]	l_3 , [m]	A , [m ²]	$Q_{basım}$, [W]
0,1585	23810819	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,49	18,82	16,67	289,67	33446925	4,6	4,7	0,7119	32,8316	0,0184	6,0513	6,0513	0,1	0,0047	0,4754
0,1585	23810441	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,49	18,82	16,67	289,67	33446394	4,7	4,8	0,7119	32,8314	0,0184	6,0513	6,0513	0,1	0,0047	0,4753
0,1585	23810063	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,48	18,82	16,66	289,66	33445863	4,8	4,9	0,7119	32,8313	0,0184	6,0513	6,0513	0,1	0,0047	0,4751
0,1585	23809685	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,48	18,82	16,66	289,66	33445332	4,9	5	0,7119	32,8312	0,0184	6,0513	6,0513	0,1	0,0047	0,4750
0,1585	23809307	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,47	18,82	16,65	289,65	33444801	5	5,1	0,7119	32,8310	0,0184	6,0512	6,0512	0,1	0,0047	0,4749
0,1585	23808929	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,47	18,82	16,65	289,65	33444270	5,1	5,2	0,7119	32,8309	0,0184	6,0512	6,0512	0,1	0,0047	0,4747
0,1585	23808551	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,46	18,82	16,64	289,64	33443739	5,2	5,3	0,7119	32,8308	0,0184	6,0512	6,0512	0,1	0,0047	0,4746
0,1585	23808172	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,46	18,82	16,64	289,64	33443207	5,3	5,4	0,7119	32,8306	0,0184	6,0512	6,0512	0,1	0,0047	0,4745
0,1585	23807794	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,45	18,82	16,63	289,63	33442676	5,4	5,5	0,7119	32,8305	0,0184	6,0511	6,0511	0,1	0,0047	0,4743
0,1585	23807416	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,45	18,82	16,63	289,63	33442144	5,5	5,6	0,7119	32,8304	0,0184	6,0511	6,0511	0,1	0,0047	0,4742
0,1585	23807037	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,44	18,82	16,62	289,62	33441612	5,6	5,7	0,7119	32,8303	0,0184	6,0511	6,0511	0,1	0,0047	0,4741
0,1585	23806658	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,44	18,82	16,62	289,62	33441080	5,7	5,8	0,7119	32,8301	0,0184	6,0511	6,0511	0,1	0,0047	0,4739
0,1585	23806280	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,43	18,82	16,62	289,62	33440548	5,8	5,9	0,7119	32,8300	0,0184	6,0511	6,0511	0,1	0,0047	0,4738
0,1585	23805901	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,43	18,82	16,61	289,61	33440016	5,9	6	0,7119	32,8299	0,0184	6,0510	6,0510	0,1	0,0047	0,4737
0,1585	23805522	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,42	18,82	16,61	289,61	33439484	6	6,1	0,7119	32,8297	0,0184	6,0510	6,0510	0,1	0,0047	0,4735
0,1585	23805143	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,42	18,82	16,60	289,60	33438952	6,1	6,2	0,7119	32,8296	0,0184	6,0510	6,0510	0,1	0,0047	0,4734
0,1585	23804764	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,42	18,82	16,60	289,60	33438419	6,2	6,3	0,7119	32,8295	0,0184	6,0510	6,0510	0,1	0,0047	0,4733
0,1585	23804385	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,41	18,82	16,59	289,59	33437886	6,3	6,4	0,7119	32,8293	0,0184	6,0509	6,0509	0,1	0,0047	0,4731
0,1585	23804005	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,41	18,82	16,59	289,59	33437354	6,4	6,5	0,7119	32,8292	0,0184	6,0509	6,0509	0,1	0,0047	0,4730
0,1585	23803626	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,40	18,82	16,58	289,58	33436821	6,5	6,6	0,7119	32,8291	0,0184	6,0509	6,0509	0,1	0,0047	0,4729
0,1585	23803247	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,40	18,82	16,58	289,58	33436288	6,6	6,7	0,7119	32,8289	0,0184	6,0509	6,0509	0,1	0,0047	0,4727
0,1585	23802867	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,39	18,82	16,57	289,57	33435755	6,7	6,8	0,7119	32,8288	0,0184	6,0508	6,0508	0,1	0,0047	0,4726
0,1585	23802488	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,39	18,82	16,57	289,57	33435222	6,8	6,9	0,7119	32,8287	0,0184	6,0508	6,0508	0,1	0,0047	0,4725
0,1585	23802108	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,38	18,82	16,56	289,56	33434689	6,9	7	0,7119	32,8286	0,0184	6,0508	6,0508	0,1	0,0047	0,4723
0,1585	23801728	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,38	18,82	16,56	289,56	33434155	7	7,1	0,7119	32,8284	0,0184	6,0508	6,0508	0,1	0,0047	0,4722
0,1585	23801349	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,37	18,82	16,56	289,56	33433622	7,1	7,2	0,7119	32,8283	0,0184	6,0507	6,0507	0,1	0,0047	0,4721
0,1585	23800969	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,37	18,82	16,55	289,55	33433088	7,2	7,3	0,7119	32,8282	0,0184	6,0507	6,0507	0,1	0,0047	0,4719
0,1585	23800589	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,37	18,82	16,55	289,55	33432554	7,3	7,4	0,7119	32,8280	0,0184	6,0507	6,0507	0,1	0,0047	0,4718
0,1585	23800209	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,36	18,82	16,54	289,54	33432020	7,4	7,5	0,7119	32,8279	0,0184	6,0507	6,0507	0,1	0,0047	0,4717
0,1585	23799829	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,36	18,82	16,54	289,54	33431486	7,5	7,6	0,7119	32,8278	0,0184	6,0506	6,0506	0,1	0,0047	0,4715
0,1585	23799448	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,35	18,82	16,53	289,53	33430952	7,6	7,7	0,7119	32,8276	0,0184	6,0506	6,0506	0,1	0,0047	0,4714
0,1585	23799068	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,35	18,82	16,53	289,53	33430418	7,7	7,8	0,7119	32,8275	0,0184	6,0506	6,0506	0,1	0,0047	0,4713
0,1585	23798688	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,34	18,82	16,52	289,52	33429884	7,8	7,9	0,7119	32,8274	0,0184	6,0506	6,0506	0,1	0,0047	0,4711
0,1585	23798307	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,34	18,82	16,52	289,52	33429349	7,9	8	0,7119	32,8272	0,0184	6,0505	6,0505	0,1	0,0047	0,4710
0,1585	23797927	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,33	18,82	16,51	289,51	33428815	8	8,1	0,7119	32,8271	0,0184	6,0505	6,0505	0,1	0,0047	0,4709
0,1585	23797546	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,33	18,82	16,51	289,51	33428280	8,1	8,2	0,7119	32,8270	0,0184	6,0505	6,0505	0,1	0,0047	0,4707
0,1585	23797165	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,32	18,82	16,50	289,50	33427745	8,2	8,3	0,7119	32,8268	0,0184	6,0505	6,0505	0,1	0,0047	0,4706
0,1585	23796785	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,32	18,82	16,50	289,50	33427211	8,3	8,4	0,7119	32,8267	0,0184	6,0504	6,0504	0,1	0,0047	0,4705
0,1585	23796404	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,31	18,82	16,50	289,50	33426676	8,4	8,5	0,7119	32,8266	0,0184	6,0504	6,0504	0,1	0,0047	0,4703
0,1585	23796023	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,31	18,82	16,49	289,49	33426140	8,5	8,6	0,7119	32,8265	0,0184	6,0504	6,0504	0,1	0,0047	0,4702
0,1585	23795642	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,30	18,82	16,49	289,49	33425605	8,6	8,7	0,7119	32,8262	0,0184	6,0503	6,0503	0,1	0,0047	0,4701
0,1585	23795261	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,30	18,82	16,48	289,48	33425070	8,7	8,8	0,7119	32,8261	0,0184	6,0503	6,0503	0,1	0,0047	0,4699
0,1585	23794879	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,30	18,82	16,48	289,48	33424534	8,8	8,9	0,7119	32,8261	0,0184	6,0503	6,0503	0,1	0,0047	0,4698
0,1585	23794498	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,29	18,82	16,47	289,47	33423999	8,9	9	0,7119	32,8259	0,0184	6,0503	6,0503	0,1	0,0047	0,4696
0,1585	23794117	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,29	18,82	16,47	289,47	33423463	9	9,1	0,7119	32,8258	0,0184	6,0503	6,0503	0,1	0,0047	0,4695
0,1585	23793735	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,28	18,82	16,46	289,46	33422927	9,1	9,2	0,7119	32,8257	0,0184	6,0503	6,0503	0,1	0,0047	0,4694

Ek 8.2. diziılış için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan tasnım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri

h _i [m]	Gr x Pr	X _i [m]	β _i [1/K]	ρ _i [kg/m ³]	μ _i [kg/ms]	T _w [°C]	T _o [°C]	ΔT _i [°C]	ΔT _i [°K]	Gr	L ₁ [m]	L ₂ [m]	Pr	Nu	h _c [W/m ² °C]	α _c [W/m ² °C]	L _c [m]	A _c [m ²]	Q _{gissim} [W]
0,1585	23793354	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,28	18,82	16,46	289,46	33422291	9,2	9,3	0,7119	32,8255	0,0184	6,0502	0,1	0,0047	0,4692
0,1585	23792972	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,27	18,82	16,45	289,45	33421855	9,3	9,4	0,7119	32,8254	0,0184	6,0502	0,1	0,0047	0,4691
0,1585	23792590	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,27	18,82	16,45	289,45	33421319	9,4	9,5	0,7119	32,8253	0,0184	6,0502	0,1	0,0047	0,4690
0,1585	23792209	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,26	18,82	16,44	289,44	33420783	9,5	9,6	0,7119	32,8251	0,0184	6,0502	0,1	0,0047	0,4688
0,1585	23791827	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,26	18,82	16,44	289,44	33420246	9,6	9,7	0,7119	32,8250	0,0184	6,0501	0,1	0,0047	0,4687
0,1585	23791445	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,25	18,82	16,44	289,44	33419710	9,7	9,8	0,7119	32,8249	0,0184	6,0501	0,1	0,0047	0,4686
0,1585	23791063	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,25	18,82	16,43	289,43	33419173	9,8	9,9	0,7119	32,8247	0,0184	6,0501	0,1	0,0047	0,4684
0,1585	23790681	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,24	18,82	16,43	289,43	33418637	9,9	10	0,7119	32,8246	0,0184	6,0501	0,1	0,0047	0,4683
0,1585	23790299	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,24	18,82	16,42	289,42	33418100	10	10,1	0,7119	32,8245	0,0184	6,0500	0,1	0,0047	0,4682
0,1585	23789916	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,24	18,82	16,42	289,42	33417563	10,1	10,2	0,7119	32,8243	0,0184	6,0500	0,1	0,0047	0,4680
0,164	23792104	0,1	0,0035	1,2105	0,00002094	35,23	18,81	16,42	289,42	33420637	10,2	10,3	0,7119	32,8251	0,0184	6,0488	0,1	0,0047	0,4680
0,22	23817657	0,1	0,0035	1,2108	0,00002094	35,23	18,75	16,48	289,48	33456337	10,3	10,4	0,7119	32,8339	0,0184	6,0370	0,1	0,0047	0,4687
0,31	23858056	0,1	0,0035	1,2112	0,00002093	35,22	18,65	16,57	289,57	33513298	10,4	10,5	0,7119	32,8478	0,0183	6,0184	0,1	0,0047	0,4699
0,4	23897341	0,1	0,0035	1,2116	0,00002093	35,22	18,56	16,66	289,66	33568494	10,5	10,6	0,7119	32,8613	0,0183	6,0003	0,1	0,0047	0,4710
0,46	23922782	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,21	18,50	16,71	289,71	33604238	10,6	10,7	0,7119	32,8701	0,0182	5,9885	0,1	0,0047	0,4717
0,4615	23923036	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,21	18,50	16,71	289,71	33604596	10,7	10,8	0,7119	32,8702	0,0182	5,9881	0,1	0,0047	0,4716
0,4615	23922652	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,20	18,50	16,71	289,71	33604056	10,8	10,9	0,7119	32,8700	0,0182	5,9881	0,1	0,0047	0,4714
0,4615	23922267	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,20	18,50	16,70	289,70	33603516	10,9	11	0,7119	32,8699	0,0182	5,9881	0,1	0,0047	0,4713
0,4615	23921882	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,19	18,50	16,70	289,70	33602975	11	11,1	0,7119	32,8698	0,0182	5,9881	0,1	0,0047	0,4712
0,4615	23921497	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,19	18,50	16,69	289,69	33602435	11,1	11,2	0,7119	32,8696	0,0182	5,9880	0,1	0,0047	0,4710
0,4615	23921112	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,18	18,50	16,69	289,69	33601894	11,2	11,3	0,7119	32,8695	0,0182	5,9880	0,1	0,0047	0,4709
0,4615	23920727	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,18	18,50	16,68	289,68	33601353	11,3	11,4	0,7119	32,8694	0,0182	5,9880	0,1	0,0047	0,4708
0,4615	23920342	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,17	18,50	16,68	289,68	33600812	11,4	11,5	0,7119	32,8692	0,0182	5,9880	0,1	0,0047	0,4706
0,4615	23919957	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,17	18,50	16,67	289,67	33600271	11,5	11,6	0,7119	32,8691	0,0182	5,9879	0,1	0,0047	0,4705
0,4615	23919572	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,17	18,50	16,67	289,67	33599730	11,6	11,7	0,7119	32,8690	0,0182	5,9879	0,1	0,0047	0,4703
0,4615	23919187	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,16	18,50	16,66	289,66	33599189	11,7	11,8	0,7119	32,8688	0,0182	5,9879	0,1	0,0047	0,4702
0,4615	23918801	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,16	18,50	16,66	289,66	33598647	11,8	11,9	0,7119	32,8687	0,0182	5,9879	0,1	0,0047	0,4701
0,4615	23918416	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,15	18,50	16,65	289,65	33598106	11,9	12	0,7119	32,8686	0,0182	5,9878	0,1	0,0047	0,4699
0,4615	23918030	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,15	18,50	16,65	289,65	33597564	12	12,1	0,7119	32,8684	0,0182	5,9878	0,1	0,0047	0,4698
0,4615	23917644	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,14	18,50	16,65	289,65	33597022	12,1	12,2	0,7119	32,8683	0,0182	5,9878	0,1	0,0047	0,4697
0,4615	23917259	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,14	18,50	16,64	289,64	33596481	12,2	12,3	0,7119	32,8681	0,0182	5,9878	0,1	0,0047	0,4695
0,4615	23916873	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,13	18,50	16,64	289,64	33595939	12,3	12,4	0,7119	32,8679	0,0182	5,9877	0,1	0,0047	0,4694
0,4615	23916487	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,13	18,50	16,63	289,63	33595397	12,4	12,5	0,7119	32,8678	0,0182	5,9877	0,1	0,0047	0,4693
0,4615	23916101	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,12	18,50	16,63	289,63	33594854	12,5	12,6	0,7119	32,8678	0,0182	5,9877	0,1	0,0047	0,4691
0,4615	23915715	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,12	18,50	16,62	289,62	33594312	12,6	12,7	0,7119	32,8677	0,0182	5,9877	0,1	0,0047	0,4690
0,4615	23915329	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,11	18,50	16,62	289,61	33593770	12,7	12,8	0,7119	32,8675	0,0182	5,9877	0,1	0,0047	0,4689
0,4615	23914942	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,11	18,50	16,61	289,61	33593227	12,8	12,9	0,7119	32,8674	0,0182	5,9876	0,1	0,0047	0,4687
0,4615	23914556	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,10	18,50	16,61	289,61	33592684	12,9	13	0,7119	32,8673	0,0182	5,9876	0,1	0,0047	0,4686
0,4615	23914170	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,10	18,50	16,60	289,60	33592141	13	13,1	0,7119	32,8671	0,0182	5,9876	0,1	0,0047	0,4685
0,4615	23913783	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,10	18,50	16,60	289,60	33591599	13,1	13,2	0,7119	32,8670	0,0182	5,9876	0,1	0,0047	0,4683
0,4615	23913397	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,09	18,50	16,59	289,59	33591056	13,2	13,3	0,7119	32,8669	0,0182	5,9875	0,1	0,0047	0,4682
0,4615	23913010	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,09	18,50	16,59	289,59	33590512	13,3	13,4	0,7119	32,8667	0,0182	5,9875	0,1	0,0047	0,4681
0,4615	23912623	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,08	18,50	16,58	289,58	33589969	13,4	13,5	0,7119	32,8666	0,0182	5,9875	0,1	0,0047	0,4679
0,4615	23912236	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,08	18,50	16,58	289,58	33589426	13,5	13,6	0,7119	32,8665	0,0182	5,9875	0,1	0,0047	0,4678
0,4615	23911849	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,07	18,50	16,58	289,58	33588882	13,6	13,7	0,7119	32,8663	0,0182	5,9874	0,1	0,0047	0,4677
0,4615	23911462	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	35,07	18,50	16,57	289,57	33588339	13,7	13,8	0,7119	32,8662	0,0182	5,9874	0,1	0,0047	0,4675

Ek 8.2. dizâlin içîn, 2 numaralı devey şartlarındaki verilerin kullanılmasıya hesaplama başımı yoluyla sı karancum ayrıntılı hesap dökümleri

h , [m]	Gr x Pr	X , [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T_w , [°C]	T_o , [°C]	ΔT , [°C]	AT, [°K]	Gr	L_1 , [m]	L_2 , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	T_s , [°C]	L_s , [m]	A , [m ²]	$Q_{basım}$, [W]
0.4615	23911075	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.06	18.50	16.57	289.57	33587795	13.8	13.9	0.7119	32.8661	0.0182	5.9874	0.1	0.0047	0.4674	
0.4615	23910688	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.06	18.50	16.56	289.56	33587251	13.9	14	0.7119	32.8659	0.0182	5.9874	0.1	0.0047	0.4673	
0.4615	23910301	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.05	18.50	16.56	289.56	33586707	14	14.1	0.7119	32.8658	0.0182	5.9873	0.1	0.0047	0.4671	
0.4615	23909914	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.05	18.50	16.55	289.55	33586163	14.1	14.2	0.7119	32.8657	0.0182	5.9873	0.1	0.0047	0.4670	
0.4615	23909526	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.04	18.50	16.55	289.55	33585619	14.2	14.3	0.7119	32.8655	0.0182	5.9873	0.1	0.0047	0.4669	
0.4615	23909139	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.04	18.50	16.54	289.54	33585075	14.3	14.4	0.7119	32.8654	0.0182	5.9873	0.1	0.0047	0.4667	
0.4615	23908751	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.03	18.50	16.54	289.54	33584530	14.4	14.5	0.7119	32.8653	0.0182	5.9872	0.1	0.0047	0.4666	
0.4615	23908364	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.03	18.50	16.53	289.53	33583986	14.5	14.6	0.7119	32.8651	0.0182	5.9872	0.1	0.0047	0.4665	
0.4615	23907976	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.03	18.50	16.53	289.53	33583441	14.6	14.7	0.7119	32.8650	0.0182	5.9872	0.1	0.0047	0.4663	
0.4615	23907588	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.02	18.50	16.52	289.52	33582896	14.7	14.8	0.7119	32.8649	0.0182	5.9872	0.1	0.0047	0.4662	
0.4615	23907200	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.02	18.50	16.52	289.52	33582351	14.8	14.9	0.7119	32.8647	0.0182	5.9871	0.1	0.0047	0.4661	
0.4615	23906812	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.01	18.50	16.51	289.51	33581806	14.9	15	0.7119	32.8646	0.0182	5.9871	0.1	0.0047	0.4659	
0.4615	23906424	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.01	18.50	16.51	289.51	33581261	15	15.1	0.7119	32.8645	0.0182	5.9871	0.1	0.0047	0.4658	
0.4615	23906036	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.00	18.50	16.50	289.50	33580716	15.1	15.2	0.7119	32.8643	0.0182	5.9871	0.1	0.0047	0.4657	
0.4615	23905648	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	35.00	18.50	16.50	289.50	33580171	15.2	15.3	0.7119	32.8642	0.0182	5.9870	0.1	0.0047	0.4655	
0.4615	23905259	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.99	18.50	16.50	289.50	33579625	15.3	15.4	0.7119	32.8641	0.0182	5.9870	0.1	0.0047	0.4654	
0.4615	23904871	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.99	18.50	16.49	289.49	33579080	15.4	15.5	0.7119	32.8639	0.0182	5.9870	0.1	0.0047	0.4653	
0.4615	23904482	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.98	18.50	16.49	289.49	33578534	15.5	15.6	0.7119	32.8638	0.0182	5.9870	0.1	0.0047	0.4651	
0.4615	23904094	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.98	18.50	16.48	289.48	33577988	15.6	15.7	0.7119	32.8637	0.0182	5.9870	0.1	0.0047	0.4650	
0.4615	23903705	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.97	18.50	16.48	289.48	33577442	15.7	15.8	0.7119	32.8635	0.0182	5.9869	0.1	0.0047	0.4649	
0.4615	23903317	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.97	18.50	16.47	289.47	33576896	15.8	15.9	0.7119	32.8634	0.0182	5.9869	0.1	0.0047	0.4647	
0.4615	23902928	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.96	18.50	16.47	289.47	33576350	15.9	16	0.7119	32.8633	0.0182	5.9869	0.1	0.0047	0.4646	
0.4615	23902539	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.96	18.50	16.46	289.46	33575804	16	16.1	0.7119	32.8631	0.0182	5.9869	0.1	0.0047	0.4644	
0.4615	23902150	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.95	18.50	16.46	289.46	33575257	16.1	16.2	0.7119	32.8630	0.0182	5.9868	0.1	0.0047	0.4643	
0.4615	23901761	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.95	18.50	16.45	289.45	33574711	16.2	16.3	0.7119	32.8629	0.0182	5.9868	0.1	0.0047	0.4642	
0.4615	23901372	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.95	18.50	16.45	289.45	33574164	16.3	16.4	0.7119	32.8627	0.0182	5.9868	0.1	0.0047	0.4640	
0.4615	23900982	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.94	18.50	16.44	289.44	33573618	16.4	16.5	0.7119	32.8626	0.0182	5.9868	0.1	0.0047	0.4639	
0.4615	23900593	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.94	18.50	16.44	289.44	33573071	16.5	16.6	0.7119	32.8625	0.0182	5.9867	0.1	0.0047	0.4638	
0.4615	23900204	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.93	18.50	16.43	289.43	33572524	16.6	16.7	0.7119	32.8623	0.0182	5.9867	0.1	0.0047	0.4636	
0.4615	23899814	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.93	18.50	16.43	289.43	33571977	16.7	16.8	0.7119	32.8622	0.0182	5.9867	0.1	0.0047	0.4635	
0.4615	23899425	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.92	18.50	16.42	289.42	33571429	16.8	16.9	0.7119	32.8621	0.0182	5.9867	0.1	0.0047	0.4634	
0.4615	23899035	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.92	18.50	16.42	289.42	33570882	16.9	17	0.7119	32.8619	0.0182	5.9866	0.1	0.0047	0.4632	
0.4615	23898645	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.91	18.50	16.42	289.42	33570335	17	17.1	0.7119	32.8618	0.0182	5.9866	0.1	0.0047	0.4631	
0.4615	23898256	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.91	18.50	16.41	289.41	33569787	17.1	17.2	0.7119	32.8617	0.0182	5.9866	0.1	0.0047	0.4630	
0.4615	23897866	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.90	18.50	16.41	289.41	33569239	17.2	17.3	0.7119	32.8615	0.0182	5.9866	0.1	0.0047	0.4628	
0.4615	23897476	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.90	18.50	16.40	289.40	33568692	17.3	17.4	0.7119	32.8614	0.0182	5.9865	0.1	0.0047	0.4627	
0.4615	23897086	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.89	18.50	16.40	289.40	33568144	17.4	17.5	0.7119	32.8613	0.0182	5.9865	0.1	0.0047	0.4626	
0.4615	23896696	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.89	18.50	16.39	289.39	33567596	17.5	17.6	0.7119	32.8611	0.0182	5.9865	0.1	0.0047	0.4624	
0.4615	23896305	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.88	18.50	16.39	289.39	33567048	17.6	17.7	0.7119	32.8610	0.0182	5.9865	0.1	0.0047	0.4623	
0.4615	23895915	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.88	18.50	16.38	289.38	33566499	17.7	17.8	0.7119	32.8608	0.0182	5.9864	0.1	0.0047	0.4622	
0.4615	23895525	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.87	18.50	16.38	289.38	33565951	17.8	17.9	0.7119	32.8607	0.0182	5.9864	0.1	0.0047	0.4620	
0.4615	23895134	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.87	18.50	16.37	289.37	33565403	17.9	18	0.7119	32.8606	0.0182	5.9864	0.1	0.0047	0.4619	
0.4615	23894744	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.86	18.50	16.37	289.37	33564854	18	18.1	0.7119	32.8604	0.0182	5.9864	0.1	0.0047	0.4617	
0.4615	23894353	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.86	18.50	16.36	289.36	33564305	18.1	18.2	0.7119	32.8603	0.0182	5.9863	0.1	0.0047	0.4616	
0.4615	23893962	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.86	18.50	16.36	289.36	33563756	18.2	18.3	0.7119	32.8602	0.0182	5.9863	0.1	0.0047	0.4615	
0.4615	23893572	0.1	0.0035	1.2118	0.00002092	34.85	18.50	16.35	289.35	33563208	18.3	18.4	0.7119	32.8600	0.0182	5.9863	0.1	0.0047	0.4613	

Ek 8.2. dizilış için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanımasıyla hesaplama aşamalarıyla ilgili hesap ayrıntıları

h, [m]	Gr x Pr	X ₁ [m]	β ₁ [1/K]	ρ ₁ [kg/m ³]	μ ₁ [kg/ms]	T _{w1} [°C]	T _{o1} [°C]	ΔT ₁ [°C]	ΔT ₁ [°K]	Gr	L ₁ [m]	L ₂ [m]	Pr	Nu	h ₁ [W/m ² °C]	α ₁ [W/m ² °C]	I ₁ [m]	A ₁ [m ²]	Q _{ısıtım} [W]
0,4615	23893181	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,85	18,50	16,35	289,35	33562658	18,4	18,5	0,7119	32,8599	0,0182	5,9863	0,1	0,0047	0,4612
0,4615	23892790	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,84	18,50	16,34	289,34	33562109	18,5	18,6	0,7119	32,8598	0,0182	5,9862	0,1	0,0047	0,4611
0,4615	23892399	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,84	18,50	16,34	289,34	33561560	18,6	18,7	0,7119	32,8596	0,0182	5,9862	0,1	0,0047	0,4609
0,4615	23892008	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,83	18,50	16,33	289,33	33561011	18,7	18,8	0,7119	32,8595	0,0182	5,9862	0,1	0,0047	0,4608
0,4615	23891616	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,83	18,50	16,33	289,33	33560461	18,8	18,9	0,7119	32,8594	0,0182	5,9862	0,1	0,0047	0,4607
0,4615	23891225	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,82	18,50	16,33	289,33	33559911	18,9	19,1	0,7119	32,8592	0,0182	5,9861	0,1	0,0047	0,4605
0,4615	23890834	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,82	18,50	16,33	289,32	33559362	19,0	19,1	0,7119	32,8591	0,0182	5,9861	0,1	0,0047	0,4604
0,4615	23890442	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,81	18,50	16,32	289,32	33558812	19,1	19,2	0,7119	32,8590	0,0182	5,9861	0,1	0,0047	0,4603
0,4615	23890051	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,81	18,50	16,31	289,31	33558262	19,2	19,3	0,7119	32,8588	0,0182	5,9861	0,1	0,0047	0,4601
0,4615	23889659	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,80	18,50	16,31	289,31	33557712	19,3	19,4	0,7119	32,8587	0,0182	5,9860	0,1	0,0047	0,4600
0,4615	23889267	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,80	18,50	16,30	289,30	33557162	19,4	19,5	0,7119	32,8586	0,0182	5,9860	0,1	0,0047	0,4598
0,4615	23888876	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,79	18,50	16,30	289,30	33556611	19,5	19,6	0,7119	32,8584	0,0182	5,9860	0,1	0,0047	0,4597
0,4615	23888484	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,79	18,50	16,29	289,29	33556061	19,6	19,7	0,7119	32,8583	0,0182	5,9860	0,1	0,0047	0,4596
0,4615	23888092	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,78	18,50	16,29	289,29	33555510	19,7	19,8	0,7119	32,8582	0,0182	5,9859	0,1	0,0047	0,4594
0,4615	23887700	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,78	18,50	16,28	289,28	33554960	19,8	19,9	0,7119	32,8580	0,0182	5,9859	0,1	0,0047	0,4593
0,4615	23887308	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,77	18,50	16,28	289,28	33554409	19,9	20,0	0,7119	32,8579	0,0182	5,9859	0,1	0,0047	0,4592
0,4615	23886916	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,77	18,50	16,27	289,27	33553858	20,0	20,1	0,7119	32,8578	0,0182	5,9859	0,1	0,0047	0,4590
0,4615	23886523	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,77	18,50	16,27	289,27	33553307	20,1	20,2	0,7119	32,8576	0,0182	5,9859	0,1	0,0047	0,4589
0,4615	23886131	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,76	18,50	16,26	289,26	33552756	20,2	20,3	0,7119	32,8575	0,0182	5,9858	0,1	0,0047	0,4588
0,4615	23885738	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,76	18,50	16,26	289,26	33552204	20,3	20,4	0,7119	32,8573	0,0182	5,9858	0,1	0,0047	0,4586
0,4615	23885346	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,75	18,50	16,25	289,25	33551653	20,4	20,5	0,7119	32,8572	0,0182	5,9858	0,1	0,0047	0,4585
0,4615	23884953	0,1	0,0035	1,2118	0,00002092	34,75	18,50	16,25	289,25	33551102	20,5	20,6	0,7119	32,8571	0,0182	5,9858	0,1	0,0047	0,4584
0,47	23888172	0,1	0,0035	1,2119	0,00002092	34,74	18,49	16,25	289,25	33555624	20,6	20,7	0,7119	32,8582	0,0182	5,9841	0,1	0,0047	0,4583
0,53	23912988	0,1	0,0035	1,2121	0,00002092	34,74	18,43	16,31	289,31	33590491	20,7	20,8	0,7119	32,8667	0,0182	5,9725	0,1	0,0047	0,4590
0,63	23953495	0,1	0,0035	1,2125	0,00002092	34,73	18,33	16,40	289,40	33647407	20,8	20,9	0,7119	32,8806	0,0181	5,9537	0,1	0,0047	0,4601
0,79	24015236	0,1	0,0035	1,2129	0,00002091	34,73	18,24	16,49	289,49	33702357	20,9	21,0	0,7119	32,8940	0,0180	5,9355	0,1	0,0047	0,4612
0,7985	24018062	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,72	18,18	16,54	289,54	33734158	21,1	21,1	0,7119	32,9018	0,0180	5,9249	0,1	0,0047	0,4618
0,7985	24017667	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,72	18,18	16,54	289,54	33738130	21,1	21,2	0,7119	32,9028	0,0180	5,9234	0,1	0,0047	0,4617
0,7985	24017272	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,71	18,18	16,54	289,54	33737575	21,2	21,3	0,7119	32,9026	0,0180	5,9233	0,1	0,0047	0,4616
0,7985	24016877	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,71	18,18	16,53	289,53	33737020	21,3	21,4	0,7119	32,9025	0,0180	5,9233	0,1	0,0047	0,4615
0,7985	24016482	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,70	18,18	16,53	289,52	33736465	21,4	21,5	0,7119	32,9024	0,0180	5,9233	0,1	0,0047	0,4612
0,7985	24016086	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,69	18,18	16,52	289,52	33735910	21,5	21,6	0,7119	32,9022	0,0180	5,9233	0,1	0,0047	0,4611
0,7985	24015691	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,69	18,18	16,51	289,51	33735354	21,6	21,7	0,7119	32,9021	0,0180	5,9232	0,1	0,0047	0,4611
0,7985	24015296	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,68	18,18	16,51	289,51	33734799	21,7	21,8	0,7119	32,9019	0,0180	5,9232	0,1	0,0047	0,4609
0,7985	24014900	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,68	18,18	16,51	289,51	33734243	21,8	21,9	0,7119	32,9018	0,0180	5,9232	0,1	0,0047	0,4608
0,7985	24014504	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,67	18,18	16,50	289,50	33733688	21,9	22,0	0,7119	32,9017	0,0180	5,9232	0,1	0,0047	0,4607
0,7985	24014109	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,67	18,18	16,49	289,49	33733132	22,0	22,1	0,7119	32,9015	0,0180	5,9231	0,1	0,0047	0,4605
0,7985	24013713	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,67	18,18	16,49	289,49	33732576	22,1	22,2	0,7119	32,9014	0,0180	5,9231	0,1	0,0047	0,4604
0,7985	24013317	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,66	18,18	16,48	289,48	33732020	22,2	22,3	0,7119	32,9013	0,0180	5,9231	0,1	0,0047	0,4602
0,7985	24012921	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,66	18,18	16,48	289,48	33731464	22,3	22,4	0,7119	32,9011	0,0180	5,9231	0,1	0,0047	0,4601
0,7985	24012525	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,65	18,18	16,48	289,48	33730908	22,4	22,5	0,7119	32,9009	0,0180	5,9231	0,1	0,0047	0,4600
0,7985	24012129	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,65	18,18	16,47	289,47	33729351	22,5	22,6	0,7119	32,9007	0,0180	5,9230	0,1	0,0047	0,4597
0,7985	24011733	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,64	18,18	16,47	289,47	33728793	22,6	22,7	0,7119	32,9006	0,0180	5,9230	0,1	0,0047	0,4596
0,7985	24011336	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,64	18,18	16,46	289,46	33728232	22,7	22,8	0,7119	32,9005	0,0180	5,9230	0,1	0,0047	0,4594
0,7985	24010940	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,63	18,18	16,46	289,46	33727672	22,8	22,9	0,7119	32,9003	0,0180	5,9229	0,1	0,0047	0,4593

Ek 8.2. dizilim için 2 numaralı deney sırtardındaki verticlerin kullanılmasıya hesaplanan tasumun yoluyla sı kazancının ayrıntılı hesap değimleri

h, [m]	Gr x Pt	X, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T _w , [°C]	T _m , [°C]	ΔT, [°C]	ΔT, [°K]	Gr	L ₁ , [m]	L ₂ , [m]	Pr	Nu	Δ _s , [W/m ² °C]	α _s , [W/m ² °C]	L _s , [m]	A _s , [m ²]	Q _{ısıtım} , [W]
0,7985	24010543	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,63	18,18	16,45	289,45	33727568	23	23,1	0,7119	32,9002	0,0180	5,9229	0,1	0,0047	0,4592
0,7985	24010147	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,62	18,18	16,45	289,45	33727011	23,1	23,2	0,7119	32,9001	0,0180	5,9229	0,1	0,0047	0,4590
0,7985	24009750	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,62	18,18	16,44	289,44	33726454	23,2	23,3	0,7119	32,8999	0,0180	5,9229	0,1	0,0047	0,4589
0,7985	24009354	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,61	18,18	16,44	289,44	33725897	23,3	23,4	0,7119	32,8998	0,0180	5,9228	0,1	0,0047	0,4588
0,7985	24008957	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,61	18,18	16,43	289,43	33725339	23,4	23,5	0,7119	32,8996	0,0180	5,9228	0,1	0,0047	0,4586
0,7985	24008560	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,60	18,18	16,43	289,42	33724782	23,5	23,6	0,7119	32,8995	0,0180	5,9228	0,1	0,0047	0,4585
0,7985	24008163	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,60	18,18	16,42	289,42	33724224	23,6	23,7	0,7119	32,8994	0,0180	5,9228	0,1	0,0047	0,4584
0,7985	24007766	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,59	18,18	16,42	289,42	33723666	23,7	23,8	0,7119	32,8992	0,0180	5,9227	0,1	0,0047	0,4582
0,7985	24007369	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,59	18,18	16,41	289,41	33723108	23,8	23,9	0,7119	32,8991	0,0180	5,9227	0,1	0,0047	0,4581
0,7985	24006972	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,58	18,18	16,41	289,41	33722551	23,9	24	0,7119	32,8990	0,0180	5,9227	0,1	0,0047	0,4579
0,7985	24006574	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,58	18,18	16,40	289,40	33721992	24	24,1	0,7119	32,8988	0,0180	5,9227	0,1	0,0047	0,4578
0,7985	24006177	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,57	18,18	16,40	289,40	33721434	24,1	24,2	0,7119	32,8987	0,0180	5,9226	0,1	0,0047	0,4577
0,7985	24005779	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,57	18,18	16,39	289,39	33720876	24,2	24,3	0,7119	32,8986	0,0180	5,9226	0,1	0,0047	0,4575
0,7985	24005382	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,56	18,18	16,39	289,39	33720317	24,3	24,4	0,7119	32,8984	0,0180	5,9226	0,1	0,0047	0,4574
0,7985	24004984	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,56	18,18	16,38	289,38	33719759	24,4	24,5	0,7119	32,8983	0,0180	5,9226	0,1	0,0047	0,4573
0,7985	24004586	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,56	18,18	16,38	289,38	33719200	24,5	24,6	0,7119	32,8981	0,0180	5,9226	0,1	0,0047	0,4571
0,7985	24004189	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,55	18,18	16,37	289,37	33718641	24,6	24,7	0,7119	32,8980	0,0180	5,9225	0,1	0,0047	0,4570
0,7985	24003791	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,55	18,18	16,37	289,37	33718083	24,7	24,8	0,7119	32,8979	0,0180	5,9225	0,1	0,0047	0,4569
0,7985	24003393	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,54	18,18	16,36	289,36	33717524	24,8	24,9	0,7119	32,8977	0,0180	5,9225	0,1	0,0047	0,4567
0,7985	24002995	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,54	18,18	16,36	289,36	33716964	24,9	25	0,7119	32,8976	0,0180	5,9224	0,1	0,0047	0,4566
0,7985	24002597	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,53	18,18	16,36	289,36	33716405	25	25,1	0,7119	32,8975	0,0180	5,9224	0,1	0,0047	0,4565
0,7985	24002198	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,53	18,18	16,35	289,35	33715846	25,1	25,2	0,7119	32,8973	0,0180	5,9224	0,1	0,0047	0,4563
0,7985	24001800	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,52	18,18	16,35	289,35	33715286	25,2	25,3	0,7119	32,8972	0,0180	5,9224	0,1	0,0047	0,4562
0,7985	24001402	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,52	18,18	16,34	289,34	33714727	25,3	25,4	0,7119	32,8971	0,0180	5,9223	0,1	0,0047	0,4560
0,7985	24001003	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,51	18,18	16,34	289,34	33714167	25,4	25,5	0,7119	32,8969	0,0180	5,9223	0,1	0,0047	0,4559
0,7985	24000605	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,51	18,18	16,33	289,33	33713607	25,5	25,6	0,7119	32,8968	0,0180	5,9223	0,1	0,0047	0,4558
0,7985	24000206	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,50	18,18	16,33	289,33	33713047	25,6	25,7	0,7119	32,8966	0,0180	5,9223	0,1	0,0047	0,4556
0,7985	23999807	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,50	18,18	16,32	289,32	33712487	25,7	25,8	0,7119	32,8965	0,0180	5,9222	0,1	0,0047	0,4555
0,7985	23999409	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,49	18,18	16,32	289,32	33711927	25,8	25,9	0,7119	32,8964	0,0180	5,9222	0,1	0,0047	0,4554
0,7985	23999010	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,49	18,18	16,31	289,31	33711367	25,9	26	0,7119	32,8962	0,0180	5,9222	0,1	0,0047	0,4552
0,7985	23998611	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,48	18,18	16,31	289,31	33710806	26	26,1	0,7119	32,8961	0,0180	5,9221	0,1	0,0047	0,4551
0,7985	23998212	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,48	18,18	16,30	289,30	33710246	26,1	26,2	0,7119	32,8960	0,0180	5,9221	0,1	0,0047	0,4550
0,7985	23997813	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,47	18,18	16,30	289,30	33709685	26,2	26,3	0,7119	32,8958	0,0180	5,9221	0,1	0,0047	0,4548
0,7985	23997413	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,47	18,18	16,29	289,29	33709124	26,3	26,4	0,7119	32,8957	0,0180	5,9221	0,1	0,0047	0,4547
0,7985	23997014	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,46	18,18	16,29	289,29	33708563	26,4	26,5	0,7119	32,8956	0,0180	5,9221	0,1	0,0047	0,4546
0,7985	23996615	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,46	18,18	16,28	289,28	33708002	26,5	26,6	0,7119	32,8954	0,0180	5,9220	0,1	0,0047	0,4544
0,7985	23996215	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,45	18,18	16,28	289,28	33707441	26,6	26,7	0,7119	32,8953	0,0180	5,9220	0,1	0,0047	0,4543
0,7985	23995816	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,45	18,18	16,27	289,27	33706880	26,7	26,8	0,7119	32,8951	0,0180	5,9220	0,1	0,0047	0,4541
0,7985	23995416	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,44	18,18	16,27	289,27	33706319	26,8	26,9	0,7119	32,8950	0,0180	5,9220	0,1	0,0047	0,4540
0,7985	23995016	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,44	18,18	16,26	289,26	33705757	26,9	27	0,7119	32,8949	0,0180	5,9219	0,1	0,0047	0,4539
0,7985	23994617	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,44	18,18	16,26	289,26	33705196	27	27,1	0,7119	32,8947	0,0180	5,9219	0,1	0,0047	0,4537
0,7985	23994217	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,43	18,18	16,25	289,25	33704634	27,1	27,2	0,7119	32,8946	0,0180	5,9219	0,1	0,0047	0,4536
0,7985	23993817	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,43	18,18	16,25	289,25	33704072	27,2	27,3	0,7119	32,8945	0,0180	5,9219	0,1	0,0047	0,4535
0,7985	23993417	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,42	18,18	16,24	289,24	33703510	27,3	27,4	0,7119	32,8943	0,0180	5,9218	0,1	0,0047	0,4533
0,7985	23993017	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,42	18,18	16,24	289,24	33702948	27,4	27,5	0,7119	32,8942	0,0180	5,9218	0,1	0,0047	0,4532
0,7985	23992617	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,41	18,18	16,24	289,24	33702386	27,5	27,6	0,7119	32,8940	0,0180	5,9218	0,1	0,0047	0,4531

Ek 8.2. dizâlis için, 2 numaralı deney şartlarındaki verticlerin kullanılmasıyla hesaplanan tasnım yoluyla sı kazancının ayrıntılı hesap döklünleri

h _i [m]	Gr x P _r	X _i [m]	β _i [1/K]	ρ _i [kg/m ³]	μ _i [kg/m ²]	T _w [°C]	T _o [°C]	ΔT _i [°C]	ΔT _i [°K]	Gr	L ₁ [m]	L ₂ [m]	P _r	Nu	λ _i [W/m°C]	α _i [W/m ² °C]	I ₁ [m]	A _i [m ²]	Q _{gassum} [W]
0,7985	23992216	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,41	18,18	16,23	289,23	33701824	27,6	27,7	0,7119	32,8939	0,0180	5,9218	0,1	0,0047	0,4529
0,7985	23991816	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,40	18,18	16,23	289,23	33701261	27,7	27,8	0,7119	32,8938	0,0180	5,9218	0,1	0,0047	0,4528
0,7985	23991415	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,40	18,18	16,22	289,22	33700699	27,8	27,9	0,7119	32,8936	0,0180	5,9217	0,1	0,0047	0,4526
0,7985	23991015	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,39	18,18	16,22	289,22	33700136	27,9	28	0,7119	32,8935	0,0180	5,9217	0,1	0,0047	0,4525
0,7985	23990614	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,39	18,18	16,21	289,21	33699574	28	28,1	0,7119	32,8934	0,0180	5,9217	0,1	0,0047	0,4524
0,7985	23990214	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,38	18,18	16,21	289,21	33699011	28,1	28,2	0,7119	32,8932	0,0180	5,9217	0,1	0,0047	0,4522
0,7985	23989813	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,38	18,18	16,20	289,20	33698448	28,2	28,3	0,7119	32,8931	0,0180	5,9216	0,1	0,0047	0,4521
0,7985	23989412	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,37	18,18	16,20	289,20	33697885	28,3	28,4	0,7119	32,8929	0,0180	5,9216	0,1	0,0047	0,4520
0,7985	23989011	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,37	18,18	16,19	289,19	33697321	28,4	28,5	0,7119	32,8928	0,0180	5,9216	0,1	0,0047	0,4518
0,7985	23988610	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,36	18,18	16,19	289,19	33696758	28,5	28,6	0,7119	32,8927	0,0180	5,9216	0,1	0,0047	0,4517
0,7985	23988209	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,36	18,18	16,18	289,18	33696195	28,6	28,7	0,7119	32,8925	0,0180	5,9215	0,1	0,0047	0,4515
0,7985	23987808	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,35	18,18	16,18	289,18	33695631	28,7	28,8	0,7119	32,8924	0,0180	5,9215	0,1	0,0047	0,4514
0,7985	23987406	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,35	18,18	16,17	289,17	33695067	28,8	28,9	0,7119	32,8923	0,0180	5,9215	0,1	0,0047	0,4513
0,7985	23987005	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,34	18,18	16,17	289,17	33694504	28,9	29	0,7119	32,8921	0,0180	5,9215	0,1	0,0047	0,4511
0,7985	23986604	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,34	18,18	16,16	289,16	33693940	29	29,1	0,7119	32,8920	0,0180	5,9214	0,1	0,0047	0,4510
0,7985	23986202	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,33	18,18	16,16	289,16	33693376	29,1	29,2	0,7119	32,8918	0,0180	5,9214	0,1	0,0047	0,4509
0,7985	23985800	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,33	18,18	16,15	289,15	33692811	29,2	29,3	0,7119	32,8917	0,0180	5,9214	0,1	0,0047	0,4507
0,7985	23985399	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,32	18,18	16,15	289,15	33692247	29,3	29,4	0,7119	32,8916	0,0180	5,9214	0,1	0,0047	0,4506
0,7985	23984997	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,32	18,18	16,14	289,14	33691683	29,4	29,5	0,7119	32,8914	0,0180	5,9213	0,1	0,0047	0,4505
0,7985	23984595	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,31	18,18	16,14	289,14	33691118	29,5	29,6	0,7119	32,8913	0,0180	5,9213	0,1	0,0047	0,4503
0,7985	23984193	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,31	18,18	16,13	289,13	33690554	29,6	29,7	0,7119	32,8912	0,0180	5,9213	0,1	0,0047	0,4502
0,7985	23983791	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,30	18,18	16,13	289,13	33689989	29,7	29,8	0,7119	32,8910	0,0180	5,9213	0,1	0,0047	0,4500
0,7985	23983389	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,30	18,18	16,12	289,12	33689424	29,8	29,9	0,7119	32,8909	0,0180	5,9212	0,1	0,0047	0,4499
0,7985	23982987	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,29	18,18	16,12	289,12	33688859	29,9	30	0,7119	32,8907	0,0180	5,9212	0,1	0,0047	0,4498
0,7985	23982584	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,29	18,18	16,11	289,11	33688294	30	30,1	0,7119	32,8906	0,0180	5,9212	0,1	0,0047	0,4496
0,7985	23982182	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,29	18,18	16,11	289,11	33687729	30,1	30,2	0,7119	32,8905	0,0180	5,9212	0,1	0,0047	0,4495
0,7985	23981780	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,28	18,18	16,10	289,10	33687164	30,2	30,3	0,7119	32,8903	0,0180	5,9211	0,1	0,0047	0,4494
0,7985	23981377	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,28	18,18	16,10	289,10	33686598	30,3	30,4	0,7119	32,8902	0,0180	5,9211	0,1	0,0047	0,4492
0,7985	23980975	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,27	18,18	16,09	289,09	33686033	30,4	30,5	0,7119	32,8901	0,0180	5,9211	0,1	0,0047	0,4491
0,7985	23980572	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,27	18,18	16,09	289,09	33685467	30,5	30,6	0,7119	32,8899	0,0180	5,9211	0,1	0,0047	0,4489
0,7985	23980169	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,26	18,18	16,08	289,08	33684901	30,6	30,7	0,7119	32,8898	0,0180	5,9210	0,1	0,0047	0,4488
0,7985	23979766	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,26	18,18	16,08	289,08	33684335	30,7	30,8	0,7119	32,8896	0,0180	5,9210	0,1	0,0047	0,4487
0,7985	23979363	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,25	18,18	16,08	289,08	33683769	30,8	30,9	0,7119	32,8895	0,0180	5,9210	0,1	0,0047	0,4485
0,7985	23978960	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,25	18,18	16,07	289,07	33683203	30,9	31	0,7119	32,8894	0,0180	5,9210	0,1	0,0047	0,4484
0,7985	23978557	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,24	18,18	16,07	289,07	33682637	31	31,1	0,7119	32,8892	0,0180	5,9209	0,1	0,0047	0,4483
0,804	23980230	0,1	0,0035	1,2132	0,00002091	34,24	18,17	16,07	289,07	33684988	31,1	31,2	0,7119	32,8898	0,0180	5,9199	0,1	0,0047	0,4482
0,86	24000722	0,1	0,0035	1,2134	0,00002091	34,23	18,12	16,11	289,11	33713781	31,2	31,3	0,7119	32,8968	0,0180	5,9103	0,1	0,0047	0,4487
0,95	24032970	0,1	0,0035	1,2137	0,00002090	34,23	18,04	16,18	289,18	33759094	31,3	31,4	0,7119	32,9079	0,0179	5,8952	0,1	0,0047	0,4495
1,04	24064068	0,1	0,0035	1,2140	0,00002090	34,22	17,97	16,25	289,25	33802791	31,4	31,5	0,7119	32,9185	0,0179	5,8805	0,1	0,0047	0,4504
1,09	24080666	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,22	17,93	16,29	289,29	33826114	31,5	31,6	0,7119	32,9242	0,0178	5,8726	0,1	0,0047	0,4507
1,1015	24084121	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,21	17,92	16,29	289,29	33830969	31,6	31,7	0,7119	32,9254	0,0178	5,8708	0,1	0,0047	0,4507
1,1015	24083716	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,21	17,92	16,29	289,29	33830400	31,7	31,8	0,7119	32,9252	0,0178	5,8708	0,1	0,0047	0,4506
1,1015	24083311	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,20	17,92	16,28	289,28	33829831	31,8	31,9	0,7119	32,9251	0,0178	5,8708	0,1	0,0047	0,4504
1,1015	24082905	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,20	17,92	16,28	289,28	33829262	31,9	32	0,7119	32,9249	0,0178	5,8707	0,1	0,0047	0,4503
1,1015	24082500	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,19	17,92	16,27	289,27	33828692	32	32,1	0,7119	32,9248	0,0178	5,8707	0,1	0,0047	0,4502
1,1015	24082094	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,19	17,92	16,27	289,27	33828123	32,1	32,2	0,7119	32,9247	0,0178	5,8707	0,1	0,0047	0,4500

Ek 8.2. dizilim için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılması hesaplanan tasnım yoluyla isi kazancının ayrıntılı hesap defkamları

h _i [m]	Gr x Pr	X _i [m]	β _i [1/K]	ρ _i [kg/m ³]	μ _i [kg/ms]	T _w [°C]	T _{so} [°C]	ΔT _i [°C]	ΔT _i [°K]	Gr	L _i [m]	L _g [m]	Pr	Nu	h _i [W/m ² °C]	α _i [W/m ² °C]	L _i [m]	A _i [m ²]	Q _{ısıtım} [W]
1,1015	24081689	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,18	17,92	16,26	289,26	33827553	32,2	32,3	0,7119	32,9245	0,0178	5,8707	0,1	0,0047	0,4499
1,1015	24081283	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,18	17,92	16,26	289,26	33826983	32,3	32,4	0,7119	32,9244	0,0178	5,8706	0,1	0,0047	0,4497
1,1015	24080877	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,17	17,92	16,25	289,25	33826413	32,4	32,5	0,7119	32,9243	0,0178	5,8706	0,1	0,0047	0,4496
1,1015	24080472	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,17	17,92	16,25	289,25	33825843	32,5	32,6	0,7119	32,9241	0,0178	5,8706	0,1	0,0047	0,4495
1,1015	24080066	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,16	17,92	16,24	289,24	33825273	32,6	32,7	0,7119	32,9240	0,0178	5,8706	0,1	0,0047	0,4493
1,1015	24079660	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,16	17,92	16,24	289,24	33824703	32,7	32,8	0,7119	32,9238	0,0178	5,8706	0,1	0,0047	0,4492
1,1015	24079254	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,15	17,92	16,23	289,23	33824132	32,8	32,9	0,7119	32,9237	0,0178	5,8705	0,1	0,0047	0,4491
1,1015	24078847	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,15	17,92	16,23	289,23	33823562	32,9	33	0,7119	32,9236	0,0178	5,8705	0,1	0,0047	0,4489
1,1015	24078441	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,14	17,92	16,22	289,22	33822991	33	33,1	0,7119	32,9234	0,0178	5,8705	0,1	0,0047	0,4488
1,1015	24078035	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,14	17,92	16,22	289,22	33822420	33,1	33,2	0,7119	32,9233	0,0178	5,8705	0,1	0,0047	0,4487
1,1015	24077629	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,13	17,92	16,21	289,21	33821850	33,2	33,3	0,7119	32,9230	0,0178	5,8704	0,1	0,0047	0,4484
1,1015	24077222	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,13	17,92	16,21	289,21	33821279	33,3	33,4	0,7119	32,9229	0,0178	5,8704	0,1	0,0047	0,4482
1,1015	24076816	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,12	17,92	16,20	289,20	33820707	33,4	33,5	0,7119	32,9227	0,0178	5,8704	0,1	0,0047	0,4481
1,1015	24076409	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,12	17,92	16,20	289,20	33820136	33,5	33,6	0,7119	32,9227	0,0178	5,8704	0,1	0,0047	0,4480
1,1015	24076002	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,11	17,92	16,19	289,19	33819565	33,6	33,7	0,7119	32,9226	0,0178	5,8703	0,1	0,0047	0,4478
1,1015	24075595	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,11	17,92	16,19	289,19	33818993	33,7	33,8	0,7119	32,9224	0,0178	5,8703	0,1	0,0047	0,4477
1,1015	24075188	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,10	17,92	16,18	289,18	33818422	33,8	33,9	0,7119	32,9223	0,0178	5,8703	0,1	0,0047	0,4476
1,1015	24074781	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,10	17,92	16,18	289,18	33817850	33,9	34	0,7119	32,9222	0,0178	5,8703	0,1	0,0047	0,4474
1,1015	24074374	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,10	17,92	16,17	289,17	33817278	34	34,1	0,7119	32,9220	0,0178	5,8702	0,1	0,0047	0,4473
1,1015	24073967	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,09	17,92	16,17	289,17	33816707	34,1	34,2	0,7119	32,9219	0,0178	5,8702	0,1	0,0047	0,4470
1,1015	24073560	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,09	17,92	16,16	289,16	33816134	34,2	34,3	0,7119	32,9218	0,0178	5,8702	0,1	0,0047	0,4469
1,1015	24073153	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,08	17,92	16,16	289,16	33815562	34,3	34,4	0,7119	32,9216	0,0178	5,8702	0,1	0,0047	0,4467
1,1015	24072745	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,08	17,92	16,15	289,15	33814990	34,4	34,5	0,7119	32,9215	0,0178	5,8701	0,1	0,0047	0,4465
1,1015	24072338	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,07	17,92	16,15	289,15	33814418	34,5	34,6	0,7119	32,9213	0,0178	5,8701	0,1	0,0047	0,4463
1,1015	24071930	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,07	17,92	16,14	289,14	33813845	34,6	34,7	0,7119	32,9212	0,0178	5,8701	0,1	0,0047	0,4460
1,1015	24071523	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,06	17,92	16,14	289,14	33813273	34,7	34,8	0,7119	32,9211	0,0178	5,8701	0,1	0,0047	0,4458
1,1015	24071115	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,06	17,92	16,13	289,13	33812700	34,8	34,9	0,7119	32,9209	0,0178	5,8700	0,1	0,0047	0,4456
1,1015	24070707	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,05	17,92	16,13	289,13	33812127	34,9	35	0,7119	32,9208	0,0178	5,8700	0,1	0,0047	0,4454
1,1015	24070299	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,05	17,92	16,13	289,13	33811554	35	35,1	0,7119	32,9206	0,0178	5,8700	0,1	0,0047	0,4452
1,1015	24069891	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,04	17,92	16,12	289,12	33810981	35,1	35,2	0,7119	32,9205	0,0178	5,8700	0,1	0,0047	0,4450
1,1015	24069483	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,04	17,92	16,12	289,12	33810408	35,2	35,3	0,7119	32,9204	0,0178	5,8699	0,1	0,0047	0,4448
1,1015	24069075	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,03	17,92	16,11	289,11	33809834	35,3	35,4	0,7119	32,9202	0,0178	5,8699	0,1	0,0047	0,4446
1,1015	24068667	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,03	17,92	16,11	289,11	33809261	35,4	35,5	0,7119	32,9201	0,0178	5,8699	0,1	0,0047	0,4444
1,1015	24068258	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,02	17,92	16,10	289,10	33808687	35,5	35,6	0,7119	32,9199	0,0178	5,8699	0,1	0,0047	0,4442
1,1015	24067850	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,02	17,92	16,10	289,10	33808114	35,6	35,7	0,7119	32,9198	0,0178	5,8698	0,1	0,0047	0,4440
1,1015	24067442	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,01	17,92	16,09	289,09	33807540	35,7	35,8	0,7119	32,9197	0,0178	5,8698	0,1	0,0047	0,4438
1,1015	24067033	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,01	17,92	16,09	289,09	33806966	35,8	35,9	0,7119	32,9195	0,0178	5,8698	0,1	0,0047	0,4436
1,1015	24066624	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,00	17,92	16,08	289,08	33806392	35,9	36	0,7119	32,9194	0,0178	5,8698	0,1	0,0047	0,4434
1,1015	24066216	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	34,00	17,92	16,08	289,08	33805818	36	36,1	0,7119	32,9192	0,0178	5,8697	0,1	0,0047	0,4432
1,1015	24065807	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,99	17,92	16,07	289,07	33805244	36,1	36,2	0,7119	32,9191	0,0178	5,8697	0,1	0,0047	0,4430
1,1015	24065398	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,99	17,92	16,07	289,07	33804669	36,2	36,3	0,7119	32,9189	0,0178	5,8697	0,1	0,0047	0,4428
1,1015	24064989	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,98	17,92	16,06	289,06	33804095	36,3	36,4	0,7119	32,9187	0,0178	5,8697	0,1	0,0047	0,4426
1,1015	24064580	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,98	17,92	16,06	289,06	33803520	36,4	36,5	0,7119	32,9185	0,0178	5,8696	0,1	0,0047	0,4424
1,1015	24064171	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,97	17,92	16,05	289,05	33802945	36,5	36,6	0,7119	32,9183	0,0178	5,8696	0,1	0,0047	0,4422
1,1015	24063762	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,97	17,92	16,05	289,05	33802371	36,6	36,7	0,7119	32,9181	0,0178	5,8696	0,1	0,0047	0,4420
1,1015	24063352	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,96	17,92	16,04	289,04	33801796	36,7	36,8	0,7119	32,9179	0,0178	5,8696	0,1	0,0047	0,4418

Ek 8.2. dizilisi için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan taşınım yoluylaısı kazancının ayrıntılı hesap ötekimleri

h, [m]	Gr x Pr	Xc, [m]	β , [1/K]	ρ , [kg/m ³]	μ , [kg/ms]	T _w , [°C]	T _s , [°C]	ΔT, [°C]	ΔT, [°K]	Gr	L ₁ , [m]	L ₂ , [m]	Pr	Nu	λ , [W/m°C]	α , [W/m ² °C]	L ₁ , [m]	A ₁ , [m ²]	Q _{taşınm} , [W]
1,1015	24062943	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,96	17,92	16,04	289,04	33801221	36,8	36,9	0,7119	32,9181	0,0178	5,8695	0,1	0,0047	0,4436
1,1015	24062533	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,95	17,92	16,03	289,03	33800645	36,9	37	0,7119	32,9180	0,0178	5,8695	0,1	0,0047	0,4434
1,1015	24062124	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,95	17,92	16,03	289,03	33800070	37	37,1	0,7119	32,9178	0,0178	5,8695	0,1	0,0047	0,4433
1,1015	24061714	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,94	17,92	16,02	289,02	33799495	37,1	37,2	0,7119	32,9177	0,0178	5,8695	0,1	0,0047	0,4432
1,1015	24061304	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,94	17,92	16,02	289,02	33798919	37,2	37,3	0,7119	32,9176	0,0178	5,8694	0,1	0,0047	0,4430
1,1015	24060895	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,93	17,92	16,01	289,01	33798343	37,3	37,4	0,7119	32,9174	0,0178	5,8694	0,1	0,0047	0,4429
1,1015	24060485	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,93	17,92	16,01	289,01	33797768	37,4	37,5	0,7119	32,9173	0,0178	5,8694	0,1	0,0047	0,4427
1,1015	24060075	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,92	17,92	16,00	289,00	33797192	37,5	37,6	0,7119	32,9171	0,0178	5,8694	0,1	0,0047	0,4426
1,1015	24059665	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,92	17,92	16,00	289,00	33796616	37,6	37,7	0,7119	32,9170	0,0178	5,8693	0,1	0,0047	0,4425
1,1015	24059255	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,91	17,92	15,99	288,99	33796040	37,7	37,8	0,7119	32,9169	0,0178	5,8693	0,1	0,0047	0,4423
1,1015	24058844	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,91	17,92	15,99	288,99	33795463	37,8	37,9	0,7119	32,9167	0,0178	5,8693	0,1	0,0047	0,4422
1,1015	24058434	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,90	17,92	15,98	288,98	33794887	37,9	38	0,7119	32,9166	0,0178	5,8693	0,1	0,0047	0,4420
1,1015	24058024	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,90	17,92	15,98	288,98	33794311	38	38,1	0,7119	32,9164	0,0178	5,8692	0,1	0,0047	0,4419
1,1015	24057613	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,89	17,92	15,97	288,97	33793734	38,1	38,2	0,7119	32,9163	0,0178	5,8692	0,1	0,0047	0,4418
1,1015	24057203	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,88	17,92	15,97	288,97	33793157	38,2	38,3	0,7119	32,9162	0,0178	5,8692	0,1	0,0047	0,4416
1,1015	24056792	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,88	17,92	15,96	288,96	33792580	38,3	38,4	0,7119	32,9160	0,0178	5,8692	0,1	0,0047	0,4415
1,1015	24056381	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,88	17,92	15,96	288,96	33792003	38,4	38,5	0,7119	32,9159	0,0178	5,8691	0,1	0,0047	0,4414
1,1015	24055970	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,87	17,92	15,95	288,95	33791426	38,5	38,6	0,7119	32,9157	0,0178	5,8691	0,1	0,0047	0,4412
1,1015	24055560	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,87	17,92	15,95	288,95	33790849	38,6	38,7	0,7119	32,9156	0,0178	5,8691	0,1	0,0047	0,4411
1,1015	24055149	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,86	17,92	15,94	288,94	33790272	38,7	38,8	0,7119	32,9155	0,0178	5,8691	0,1	0,0047	0,4409
1,1015	24054738	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,86	17,92	15,94	288,94	33789695	38,8	38,9	0,7119	32,9153	0,0178	5,8690	0,1	0,0047	0,4408
1,1015	24054326	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,85	17,92	15,93	288,93	33789117	38,9	39	0,7119	32,9152	0,0178	5,8690	0,1	0,0047	0,4407
1,1015	24053915	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,85	17,92	15,93	288,93	33788539	39	39,1	0,7119	32,9150	0,0178	5,8690	0,1	0,0047	0,4405
1,1015	24053504	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,84	17,92	15,92	288,92	33787962	39,1	39,2	0,7119	32,9149	0,0178	5,8690	0,1	0,0047	0,4404
1,1015	24053092	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,83	17,92	15,92	288,92	33787384	39,2	39,3	0,7119	32,9148	0,0178	5,8689	0,1	0,0047	0,4402
1,1015	24052681	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,83	17,92	15,91	288,91	33786806	39,3	39,4	0,7119	32,9146	0,0178	5,8689	0,1	0,0047	0,4401
1,1015	24052269	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,83	17,92	15,91	288,91	33786228	39,4	39,5	0,7119	32,9145	0,0178	5,8689	0,1	0,0047	0,4400
1,1015	24051858	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,82	17,92	15,90	288,90	33785649	39,5	39,6	0,7119	32,9143	0,0178	5,8689	0,1	0,0047	0,4398
1,1015	24051446	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,82	17,92	15,90	288,90	33785071	39,6	39,7	0,7119	32,9142	0,0178	5,8688	0,1	0,0047	0,4397
1,1015	24051034	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,81	17,92	15,89	288,89	33784493	39,7	39,8	0,7119	32,9140	0,0178	5,8688	0,1	0,0047	0,4396
1,1015	24050622	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,81	17,92	15,89	288,89	33783914	39,8	39,9	0,7119	32,9139	0,0178	5,8688	0,1	0,0047	0,4394
1,1015	24050210	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,80	17,92	15,88	288,88	33783335	39,9	40	0,7119	32,9138	0,0178	5,8688	0,1	0,0047	0,4393
1,1015	24049798	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,80	17,92	15,88	288,88	33782756	40	40,1	0,7119	32,9136	0,0178	5,8687	0,1	0,0047	0,4391
1,1015	24049386	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,80	17,92	15,87	288,87	33782178	40,1	40,2	0,7119	32,9135	0,0178	5,8687	0,1	0,0047	0,4390
1,1015	24048974	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,79	17,92	15,87	288,87	33781598	40,2	40,3	0,7119	32,9133	0,0178	5,8687	0,1	0,0047	0,4389
1,1015	24048562	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,79	17,92	15,86	288,86	33781019	40,3	40,4	0,7119	32,9132	0,0178	5,8687	0,1	0,0047	0,4387
1,1015	24048149	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,78	17,92	15,86	288,86	33780440	40,4	40,5	0,7119	32,9131	0,0178	5,8686	0,1	0,0047	0,4386
1,1015	24047737	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,78	17,92	15,85	288,85	33779861	40,5	40,6	0,7119	32,9129	0,0178	5,8686	0,1	0,0047	0,4384
1,1015	24047324	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,77	17,92	15,85	288,85	33779281	40,6	40,7	0,7119	32,9128	0,0178	5,8686	0,1	0,0047	0,4383
1,1015	24046912	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,76	17,92	15,84	288,84	33778701	40,7	40,8	0,7119	32,9126	0,0178	5,8686	0,1	0,0047	0,4382
1,1015	24046499	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,76	17,92	15,84	288,84	33778122	40,8	40,9	0,7119	32,9125	0,0178	5,8685	0,1	0,0047	0,4380
1,1015	24046086	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,76	17,92	15,83	288,83	33777542	40,9	41	0,7119	32,9124	0,0178	5,8685	0,1	0,0047	0,4379
1,1015	24045673	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,75	17,92	15,83	288,83	33776962	41	41,1	0,7119	32,9122	0,0178	5,8685	0,1	0,0047	0,4377
1,1015	24045260	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,75	17,92	15,82	288,82	33776382	41,1	41,2	0,7119	32,9121	0,0178	5,8685	0,1	0,0047	0,4376
1,1015	24044847	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,74	17,92	15,82	288,82	33775802	41,2	41,3	0,7119	32,9119	0,0178	5,8684	0,1	0,0047	0,4375
1,1015	24044434	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,74	17,92	15,81	288,81	33775221	41,3	41,4	0,7119	32,9118	0,0178	5,8684	0,1	0,0047	0,4373

Ek 8.2. dizi1is için, 2 numaralı devey şartlarındaki vertic1in kullanılmasıyla hesaplanan tasuım yoluyla sıı kazancının ayrıntılı hesap dökümanı

h _v [m]	Gr x Pr	X _v [m]	β _v [1/K]	ρ _v [kg/m ³]	μ _v [kg/ms]	T _w [°C]	T _{so} [°C]	ΔT _v [°C]	ΔT _v [°K]	Gr	L ₁ [m]	L ₂ [m]	Pr	Nu	λ _v [W/m ² °C]	α _v [W/m ² °C]	L _v [m]	A _v [m ²]	Q _{deveve} [W]
1,1015	24044021	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,73	17,92	15,81	288,81	33774441	41,4	41,5	0,7119	32,9116	0,0178	5,8664	0,1	0,0047	0,4372
1,1015	24043607	0,1	0,0035	1,2142	0,00002090	33,73	17,92	15,80	288,80	33774060	41,5	41,6	0,7119	32,9115	0,0178	5,8664	0,1	0,0047	0,4371
1,109	24045698	0,1	0,0035	1,2143	0,00002090	33,72	17,92	15,81	288,81	33776998	41,6	41,7	0,7119	32,9122	0,0178	5,8672	0,1	0,0047	0,4370
1,17	24065350	0,1	0,0035	1,2145	0,00002089	33,72	17,87	15,85	288,85	33804613	41,7	41,8	0,7119	32,9189	0,0178	5,8578	0,1	0,0047	0,4375
1,27	24096669	0,1	0,0035	1,2148	0,00002089	33,71	17,79	15,92	288,92	33848635	41,8	41,9	0,7119	32,9297	0,0177	5,8430	0,1	0,0047	0,4383
1,37	24126569	0,1	0,0035	1,2151	0,00002089	33,71	17,72	15,98	288,98	33890637	41,9	42	0,7119	32,9399	0,0177	5,8289	0,1	0,0047	0,4390
1,43	24143644	0,1	0,0035	1,2152	0,00002088	33,70	17,68	16,02	289,02	33914632	42	42,1	0,7119	32,9457	0,0177	5,8207	0,1	0,0047	0,4394
1,44	24146094	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,70	17,67	16,02	289,02	33918074	42,1	42,2	0,7119	32,9465	0,0177	5,8193	0,1	0,0047	0,4394
1,44	24145678	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,69	17,67	16,02	289,02	33917491	42,2	42,3	0,7119	32,9464	0,0177	5,8193	0,1	0,0047	0,4392
1,44	24145263	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,69	17,67	16,01	289,01	33916907	42,3	42,4	0,7119	32,9462	0,0177	5,8193	0,1	0,0047	0,4391
1,44	24144847	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,68	17,67	16,01	289,01	33916524	42,4	42,5	0,7119	32,9461	0,0177	5,8193	0,1	0,0047	0,4389
1,44	24144432	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,68	17,67	16,00	289,00	33915740	42,5	42,6	0,7119	32,9460	0,0177	5,8192	0,1	0,0047	0,4388
1,44	24144016	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,67	17,67	16,00	289,00	33915156	42,6	42,7	0,7119	32,9458	0,0177	5,8192	0,1	0,0047	0,4387
1,44	24143600	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,67	17,67	15,99	288,99	33914572	42,7	42,8	0,7119	32,9457	0,0177	5,8192	0,1	0,0047	0,4385
1,44	24143185	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,66	17,67	15,99	288,99	33913988	42,8	42,9	0,7119	32,9455	0,0177	5,8192	0,1	0,0047	0,4384
1,44	24142769	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,66	17,67	15,98	288,98	33913404	42,9	43	0,7119	32,9454	0,0177	5,8191	0,1	0,0047	0,4382
1,44	24142353	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,65	17,67	15,98	288,98	33912819	43	43,1	0,7119	32,9452	0,0177	5,8191	0,1	0,0047	0,4381
1,44	24141937	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,65	17,67	15,97	288,97	33912235	43,1	43,2	0,7119	32,9451	0,0177	5,8191	0,1	0,0047	0,4380
1,44	24141520	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,64	17,67	15,97	288,97	33911650	43,2	43,3	0,7119	32,9450	0,0177	5,8191	0,1	0,0047	0,4378
1,44	24141104	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,64	17,67	15,96	288,96	33911065	43,3	43,4	0,7119	32,9448	0,0177	5,8190	0,1	0,0047	0,4377
1,44	24140688	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,63	17,67	15,96	288,96	33910481	43,4	43,5	0,7119	32,9447	0,0177	5,8190	0,1	0,0047	0,4376
1,44	24140271	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,63	17,67	15,95	288,95	33909896	43,5	43,6	0,7119	32,9445	0,0177	5,8190	0,1	0,0047	0,4374
1,44	24139855	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,62	17,67	15,95	288,95	33909311	43,6	43,7	0,7119	32,9444	0,0177	5,8190	0,1	0,0047	0,4373
1,44	24139438	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,62	17,67	15,94	288,94	33908725	43,7	43,8	0,7119	32,9443	0,0177	5,8189	0,1	0,0047	0,4371
1,44	24139022	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,61	17,67	15,94	288,94	33908140	43,8	43,9	0,7119	32,9441	0,0177	5,8189	0,1	0,0047	0,4370
1,44	24138605	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,61	17,67	15,93	288,93	33907555	43,9	44	0,7119	32,9440	0,0177	5,8189	0,1	0,0047	0,4369
1,44	24138188	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,60	17,67	15,93	288,93	33906969	44	44,1	0,7119	32,9438	0,0177	5,8189	0,1	0,0047	0,4367
1,44	24137771	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,60	17,67	15,92	288,92	33906383	44,1	44,2	0,7119	32,9437	0,0177	5,8188	0,1	0,0047	0,4366
1,44	24137354	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,59	17,67	15,92	288,92	33905798	44,2	44,3	0,7119	32,9435	0,0177	5,8188	0,1	0,0047	0,4364
1,44	24136937	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,59	17,67	15,91	288,91	33905212	44,3	44,4	0,7119	32,9434	0,0177	5,8188	0,1	0,0047	0,4363
1,44	24136520	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,58	17,67	15,91	288,91	33904626	44,4	44,5	0,7119	32,9431	0,0177	5,8188	0,1	0,0047	0,4362
1,44	24136102	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,58	17,67	15,90	288,90	33904040	44,5	44,6	0,7119	32,9431	0,0177	5,8187	0,1	0,0047	0,4360
1,44	24135685	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,57	17,67	15,90	288,90	33903453	44,6	44,7	0,7119	32,9430	0,0177	5,8187	0,1	0,0047	0,4359
1,44	24135268	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,57	17,67	15,89	288,89	33902867	44,7	44,8	0,7119	32,9428	0,0177	5,8187	0,1	0,0047	0,4358
1,44	24134850	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,56	17,67	15,89	288,89	33902281	44,8	44,9	0,7119	32,9427	0,0177	5,8187	0,1	0,0047	0,4356
1,44	24134433	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,56	17,67	15,88	288,88	33901694	44,9	45	0,7119	32,9425	0,0177	5,8186	0,1	0,0047	0,4355
1,44	24134015	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,55	17,67	15,88	288,88	33901107	45	45,1	0,7119	32,9424	0,0177	5,8186	0,1	0,0047	0,4353
1,44	24133597	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,55	17,67	15,87	288,87	33900520	45,1	45,2	0,7119	32,9423	0,0177	5,8186	0,1	0,0047	0,4352
1,44	24133179	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,54	17,67	15,87	288,87	33899933	45,2	45,3	0,7119	32,9421	0,0177	5,8186	0,1	0,0047	0,4351
1,44	24132761	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,54	17,67	15,86	288,86	33899346	45,3	45,4	0,7119	32,9420	0,0177	5,8185	0,1	0,0047	0,4349
1,44	24132343	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,53	17,67	15,86	288,86	33898759	45,4	45,5	0,7119	32,9418	0,0177	5,8185	0,1	0,0047	0,4348
1,44	24131925	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,53	17,67	15,85	288,85	33898172	45,5	45,6	0,7119	32,9417	0,0177	5,8185	0,1	0,0047	0,4346
1,44	24131507	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,52	17,67	15,85	288,85	33897584	45,6	45,7	0,7119	32,9415	0,0177	5,8185	0,1	0,0047	0,4345
1,44	24131089	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,52	17,67	15,84	288,84	33896997	45,7	45,8	0,7119	32,9414	0,0177	5,8184	0,1	0,0047	0,4344
1,44	24130670	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,51	17,67	15,84	288,84	33896409	45,8	45,9	0,7119	32,9413	0,0177	5,8184	0,1	0,0047	0,4342
1,44	24130252	0,1	0,0035	1,2153	0,00002088	33,51	17,67	15,83	288,83	33895822	45,9	46	0,7119	32,9411	0,0177	5,8184	0,1	0,0047	0,4341

Ek 8.2. dizilils için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan tasnım yoluyla sıı kezancının aynmıtlı hesap değkmleri

h_p [m]	Gr x Pr	X_p [m]	β_p [1/K]	ρ_p [kg/m ³]	μ_p [kg/ms]	T_w [°C]	T_o [°C]	ΔT_p [°C]	ΔT_p [°K]	Gr	L_1 [m]	L_2 [m]	Pr	Nu	λ_p [W/m°C]	α_p [W/m ^{2o} C]	L_p [m]	Λ_p [m ³]	$Q_{\text{gısmm}}$ [W]
1.44	24129834	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.50	17.67	15.83	288.83	33895234	46	46.1	0.7119	32.9410	0.0177	5.8184	0.1	0.0047	0.4339
1.44	24129415	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.50	17.67	15.82	288.82	33894646	46.1	46.2	0.7119	32.9408	0.0177	5.8183	0.1	0.0047	0.4338
1.44	24128996	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.49	17.67	15.82	288.82	33894057	46.2	46.3	0.7119	32.9407	0.0177	5.8183	0.1	0.0047	0.4337
1.44	24128577	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.49	17.67	15.81	288.81	33893469	46.3	46.4	0.7119	32.9405	0.0177	5.8183	0.1	0.0047	0.4335
1.44	24128159	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.48	17.67	15.81	288.81	33892881	46.4	46.5	0.7119	32.9404	0.0177	5.8183	0.1	0.0047	0.4334
1.44	24127740	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.48	17.67	15.80	288.80	33892292	46.5	46.6	0.7119	32.9403	0.0177	5.8182	0.1	0.0047	0.4332
1.44	24127321	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.47	17.67	15.80	288.80	33891704	46.6	46.7	0.7119	32.9401	0.0177	5.8182	0.1	0.0047	0.4331
1.44	24126902	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.47	17.67	15.79	288.79	33891115	46.7	46.8	0.7119	32.9400	0.0177	5.8182	0.1	0.0047	0.4330
1.44	24126482	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.46	17.67	15.79	288.79	33890526	46.8	46.9	0.7119	32.9398	0.0177	5.8182	0.1	0.0047	0.4328
1.44	24126063	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.46	17.67	15.78	288.78	33889937	46.9	47	0.7119	32.9397	0.0177	5.8181	0.1	0.0047	0.4327
1.44	24125644	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.45	17.67	15.78	288.78	33889348	47	47.1	0.7119	32.9395	0.0177	5.8181	0.1	0.0047	0.4325
1.44	24125224	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.45	17.67	15.77	288.77	33888759	47.1	47.2	0.7119	32.9394	0.0177	5.8181	0.1	0.0047	0.4324
1.44	24124805	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.44	17.67	15.77	288.77	33888170	47.2	47.3	0.7119	32.9393	0.0177	5.8181	0.1	0.0047	0.4323
1.44	24124385	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.44	17.67	15.76	288.76	33887580	47.3	47.4	0.7119	32.9391	0.0177	5.8180	0.1	0.0047	0.4321
1.44	24123966	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.43	17.67	15.76	288.76	33886991	47.4	47.5	0.7119	32.9390	0.0177	5.8180	0.1	0.0047	0.4320
1.44	24123546	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.43	17.67	15.75	288.75	33886401	47.5	47.6	0.7119	32.9388	0.0177	5.8180	0.1	0.0047	0.4319
1.44	24123126	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.42	17.67	15.75	288.75	33885811	47.6	47.7	0.7119	32.9387	0.0177	5.8179	0.1	0.0047	0.4317
1.44	24122706	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.42	17.67	15.74	288.74	33885222	47.7	47.8	0.7119	32.9385	0.0177	5.8179	0.1	0.0047	0.4316
1.44	24122286	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.41	17.67	15.74	288.74	33884632	47.8	47.9	0.7119	32.9384	0.0177	5.8179	0.1	0.0047	0.4314
1.44	24121866	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.41	17.67	15.73	288.73	33884041	47.9	48	0.7119	32.9383	0.0177	5.8179	0.1	0.0047	0.4313
1.44	24121446	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.40	17.67	15.73	288.73	33883451	48	48.1	0.7119	32.9381	0.0177	5.8178	0.1	0.0047	0.4312
1.44	24121025	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.40	17.67	15.72	288.72	33882861	48.1	48.2	0.7119	32.9380	0.0177	5.8178	0.1	0.0047	0.4310
1.44	24120605	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.39	17.67	15.72	288.72	33882270	48.2	48.3	0.7119	32.9378	0.0177	5.8178	0.1	0.0047	0.4309
1.44	24120185	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.39	17.67	15.71	288.71	33881680	48.3	48.4	0.7119	32.9377	0.0177	5.8178	0.1	0.0047	0.4307
1.44	24119764	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.38	17.67	15.71	288.71	33881089	48.4	48.5	0.7119	32.9375	0.0177	5.8177	0.1	0.0047	0.4306
1.44	24119343	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.38	17.67	15.70	288.70	33880498	48.5	48.6	0.7119	32.9374	0.0177	5.8177	0.1	0.0047	0.4305
1.44	24118923	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.37	17.67	15.70	288.70	33879907	48.6	48.7	0.7119	32.9372	0.0177	5.8177	0.1	0.0047	0.4303
1.44	24118502	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.37	17.67	15.69	288.69	33879316	48.7	48.8	0.7119	32.9371	0.0177	5.8177	0.1	0.0047	0.4302
1.44	24118081	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.36	17.67	15.69	288.69	33878725	48.8	48.9	0.7119	32.9370	0.0177	5.8176	0.1	0.0047	0.4300
1.44	24117660	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.36	17.67	15.68	288.68	33878134	48.9	49	0.7119	32.9368	0.0177	5.8176	0.1	0.0047	0.4299
1.44	24117239	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.35	17.67	15.68	288.68	33877542	49	49.1	0.7119	32.9367	0.0177	5.8176	0.1	0.0047	0.4298
1.44	24116818	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.35	17.67	15.67	288.67	33876951	49.1	49.2	0.7119	32.9365	0.0177	5.8176	0.1	0.0047	0.4296
1.44	24116397	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.34	17.67	15.67	288.67	33876359	49.2	49.3	0.7119	32.9364	0.0177	5.8175	0.1	0.0047	0.4295
1.44	24115976	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.34	17.67	15.66	288.66	33875767	49.3	49.4	0.7119	32.9362	0.0177	5.8175	0.1	0.0047	0.4293
1.44	24115554	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.33	17.67	15.66	288.66	33875176	49.4	49.5	0.7119	32.9361	0.0177	5.8175	0.1	0.0047	0.4292
1.44	24115133	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.33	17.67	15.65	288.65	33874584	49.5	49.6	0.7119	32.9358	0.0177	5.8174	0.1	0.0047	0.4289
1.44	24114711	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.32	17.67	15.65	288.65	33873991	49.6	49.7	0.7119	32.9356	0.0177	5.8174	0.1	0.0047	0.4288
1.44	24114290	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.32	17.67	15.64	288.64	33873399	49.7	49.8	0.7119	32.9357	0.0177	5.8174	0.1	0.0047	0.4286
1.44	24113868	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.31	17.67	15.64	288.64	33872807	49.8	49.9	0.7119	32.9355	0.0177	5.8174	0.1	0.0047	0.4284
1.44	24113446	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.31	17.67	15.63	288.63	33872214	49.9	50	0.7119	32.9354	0.0177	5.8174	0.1	0.0047	0.4285
1.44	24113024	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.30	17.67	15.63	288.63	33871622	50	50.1	0.7119	32.9352	0.0177	5.8173	0.1	0.0047	0.4282
1.44	24112602	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.29	17.67	15.62	288.62	33871029	50.1	50.2	0.7119	32.9351	0.0177	5.8173	0.1	0.0047	0.4282
1.44	24112180	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.29	17.67	15.62	288.62	33870436	50.2	50.3	0.7119	32.9349	0.0177	5.8173	0.1	0.0047	0.4281
1.44	24111758	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.28	17.67	15.61	288.61	33869843	50.3	50.4	0.7119	32.9348	0.0177	5.8173	0.1	0.0047	0.4279
1.44	24111336	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.28	17.67	15.61	288.61	33869250	50.4	50.5	0.7119	32.9347	0.0177	5.8172	0.1	0.0047	0.4278
1.44	24110914	0.1	0.0035	1.2153	0.00002088	33.27	17.67	15.60	288.60	33868657	50.5	50.6	0.7119	32.9345	0.0177	5.8172	0.1	0.0047	0.4277

Ek 9.1. diziye için, 2 numaralı deney şartlarında verilen kullanimlarda hesaplanan istem volyula is kazaconun ayrimci hesap deklantleri

h ₁ [m]	H ₁ [m]	d ₁ [m]	D ₁ [m]	π	σ ₁ [W/m ² K ⁴]	F _{0,0}	F _{0,2}	F _{0,3}	F _{0,4}	F _{0,5}	T ₀ [°C]	T ₀ [K]	T ₀ [K]	T ₀ [K]	T ₀ [K]	T ₀ [K]	T ₀ [K]	Q _{0,1} [W]	Q _{0,2} [W]	Q _{0,3} [W]	Q _{0,4} [W]	Q _{0,5} [W]	A ₀ [m ²]	Q _{0,mean} [W]
0.2223	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29551	0.29551	0.29551	0.29551	0.29551	18.7483199	311.22641	291.8	291.791157	291.791157	290.530215	630329071.45	630329071.45	159043960	722619610	0.005341	0.648733353		
0.2806	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.31098	0.31098	0.31098	0.31098	0.31098	18.6851519	311.22157	291.8	291.739259	291.739259	290.530215	664760859.74	664760859.74	164210308	6545450045	0.005341	0.649593993		
0.3339	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.32734	0.32734	0.32734	18.6074215	311.21672	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	701605556.17	701605556.17	17209841	574812920	0.005341	0.650826952		
0.4389	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34245	0.34245	0.34245	0.34245	0.34245	18.5065962	311.21188	291.8	291.518061	291.518061	290.530215	739151033.83	739151033.83	180108605	501726639	0.005341	0.654131799		
0.5318	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35503	0.35503	0.35503	0.35503	0.35503	18.4118062	311.20704	291.8	291.413432	291.413432	290.530215	769768929.09	769768929.09	190940188	437681361	0.005341	0.655657947		
0.6288	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.36465	0.36465	0.36465	0.36465	0.36465	18.3164344	311.20219	291.8	291.30321	291.30321	290.530215	794398061.25	794398061.25	203702536	384402068	0.005341	0.659210706		
0.7258	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37142	0.37142	0.37142	0.37142	0.37142	18.2247358	311.19749	291.8	291.191991	291.191991	290.530215	821065471.98	821065471.98	218244331	341672623	0.005341	0.661939471		
0.819	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.37801	0.37801	0.37801	18.1659597	311.18764	291.8	290.964717	290.964717	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66363658		
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3801	0.3801	0.3801	0.3801	0.3801	18.1142616	311.17942	291.8	290.884188	290.884188	290.530215	841732849.53	841732849.53	234242761	308049682	0.005341	0.66704168		
0.9781	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37884	0.37884	0.37884	0.37884	0.37884	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.0368	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.0777	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.0988	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37795	0.37795	0.37795	0.37795	0.37795	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.1076	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37778	0.37778	0.37778	0.37778	0.37778	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.1158	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3776	0.3776	0.3776	0.3776	0.3776	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.1185	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3776	0.3776	0.3776	0.3776	0.3776	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.1185	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3776	0.3776	0.3776	0.3776	0.3776	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.1076	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37778	0.37778	0.37778	0.37778	0.37778	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.0777	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
1.0368	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	0.37875	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.9781	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37884	0.37884	0.37884	0.37884	0.37884	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.37801	0.37801	0.37801	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.819	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37795	0.37795	0.37795	0.37795	0.37795	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.7258	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37572	0.37572	0.37572	0.37572	0.37572	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.6288	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37425	0.37425	0.37425	0.37425	0.37425	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.5318	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35503	0.35503	0.35503	0.35503	0.35503	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.4389	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34245	0.34245	0.34245	0.34245	0.34245	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.3339	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.32734	0.32734	0.32734	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.2806	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.31098	0.31098	0.31098	0.31098	0.31098	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.2223	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29551	0.29551	0.29551	0.29551	0.29551	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1818	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.28343	0.28343	0.28343	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	0.27685	18.0034363	311.18279	291.8	290.898034	290.898034	290.530215	839552259.51	839552259.51	226716048	294949082	0.005341	0.66704168</		

Fig. 9.1. dizijski jezin, 2. numerirani degnj sardardardadi verticeto bulhanhasyia hesaplanan igum yolyiya vsi kazancum aryvich besap ditiadniet

h , [m]	H , [m]	d , [m]	D , [m]	π	σ , [W/m ² ·K ⁴]	$F_{s,01}$	$F_{s,02}$	$F_{s,p}$	$T_{s,01}$ [°C]	$T_{s,02}$	$T_{s,p}$ [K]	$T_{s,01}$ [K]	$T_{s,02}$ [K]	$T_{s,p}$ [K]	T_p [K]	$Q_{s,01}$ [W]	$Q_{s,02}$ [W]	$Q_{s,p}$ [W]	$Q_{s,01}$ [W]	$Q_{s,02}$ [W]	$Q_{s,p}$ [W]	A , [m ²]	Q_{sum} [W]
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.065957	310.94826	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	823819831.81	823819832	247799883	278518877	0.005341	0.638313993		
0.819	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37572	0.37572	0.10395	0.14461614	18.1400915	310.94334	291.8	291.084188	291.084188	290.530215	814915866.46	814915866	814915866	21125000	303757884	0.005341	0.6352991613	
0.728	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37142	0.37142	0.09682	0.16033257	18.2247358	310.93842	291.8	291.191991	291.191991	290.530215	801428236.46	801428237	215229592	336674464	0.005341	0.6324994145		
0.6288	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.36465	0.36465	0.09035	0.1803431	18.3164344	310.9335	291.8	291.30321	291.30321	290.530215	782601363.91	782601364	200779740	378586801	0.005341	0.669414425		
0.5318	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35503	0.35503	0.08467	0.20327284	18.4118082	310.92837	291.8	291.413432	291.413432	290.530215	757865915.46	757865915	188110604	403799231	0.005341	0.6646040425		
0.4389	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34245	0.34245	0.07984	0.23525046	18.5065962	310.92365	291.8	291.518061	291.518061	290.530215	727266835.73	727266836	117316636	493379217	0.005341	0.66462307		
0.3539	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07588	0.26944003	18.6014215	310.91872	291.8	291.615702	291.615702	290.530215	689660738.59	689660739	168487372	565145555	0.005341	0.639961999		
0.2806	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.31098	0.31098	0.07276	0.30527967	18.6851579	310.91379	291.8	291.739259	291.739259	290.530215	653237180.44	653237180	161514228	640137654	0.005341	0.636798817		
0.2223	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29551	0.29551	0.07045	0.33853824	18.7483199	310.90866	291.8	291.846921	291.846921	290.530215	619031226.08	619031226	156349964	709676551	0.005341	0.637156154		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.90393	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.8993	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	592024473.26	592024473	152812485	762632908	0.005341	0.63576492		
0.181	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7928929	310.89939	291.8	291.927912	291.927912	290.530215	578082701.42	578082701	151183173	79199401.8	0.005341	0.635709732		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.89946	291.8	291.946921	291.946921	290.530215	5492528784.84	592528785	15925133	763280939	0.005341	0.63603731		
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.8												

Ər. 9.1. diziñ için, 2 numarlı dəvəy sarılmañdañ verifern kulminatsiya hesablanın suvun yotılısı sı lazıncuñ arıñlıñ hesap dñkññli

h_i [m]	H_i [m]	d_i [m]	D_i [m]	π	σ_i [W/m ² K ⁴]	$F_{0,1}$	$F_{0,2}$	$F_{0,3}$	$F_{0,4}$	T_0 [°C]	T_0 [K]	T_0 [K]	$T_{0,1}$ [K]	$T_{0,2}$ [K]	T_0 [K]	T_0 [K]	$Q_{0,1}$ [W]	$Q_{0,2}$ [W]	Q_0 [W]	Q_0 [W]	A_i [m ²]	Q_{sum} [W]
0.1818	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7828929	310.37823	291.8	291.827912	291.827912	290.530215	290.530215	57466548.77	57466548.77	148591071	740327622	0.005341	0.617219657
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.361812716	18.8158948	310.33679	291.8	291.846621	291.846621	290.530215	290.530215	560631196.47	560631196.47	146927863	768382494	0.005341	0.616211553
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06818	0.37812716	18.8158948	310.33679	291.8	291.846621	291.846621	290.530215	290.530215	560462960.77	560462960.77	146886533	768152713	0.005341	0.616527136
0.1818	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7828929	310.33679	291.8	291.827912	291.827912	290.530215	290.530215	574149843.61	574149844	148465409	793663645	0.005341	0.616667315
0.2223	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29551	0.29551	0.07045	0.33853824	18.7483199	310.33679	291.8	291.791157	291.791157	290.530215	290.530215	595914317.5	595914317.5	148465409	793663645	0.005341	0.617156318
0.2806	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.31098	0.31098	0.07276	0.30527967	18.6851579	310.35292	291.8	291.739259	291.739259	290.530215	290.530215	632324764.00	632224764	156621559	619080668	0.005341	0.618015362
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	66745148.84	66745148.84	163293718	546703121	0.005341	0.619249226
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	703415623.66	703415624	171776930	477188130	0.005341	0.62234238
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	732712426.92	732712427	182103099	416255893	0.005341	0.624951136
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	756328186.46	756328186	194270151	365359125	0.005341	0.627956504
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	774221447.32	774221447	208133590	324692062	0.005341	0.630317879
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	795222700.33	795222700	229370878	266490254	0.005341	0.633405231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802144871.26	802144871	239291049	289991049	0.005341	0.635920863
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.6074215	310.34274	291.8	291.675702	291.675702	290.530215	290.530215	802177976.53	802177976	279603528	224807594	0.005341	0.640048231
0.3392	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07384	0.26944003	18.60												

Fig. 9.1. dizins pēn, 2 gamma rādī daņcy šurdiruolabā verifieria kullāninhasyā hessoplanan gūnu yolyāa us izsaznecim gyrtim hessap dōbūnēri

h , [m]	H , [m]	d , [m]	D , [m]	π	σ , [W/m ² ·K ⁴]	F_{sun}	F_{air}	F_{g}	F_{sc}	T_{a} , [°C]	T_{r} , [K]	T_{u} , [K]	T_{m} , [K]	T_{os} , [K]	T_{p} , [K]	Q_{in} , [W]	Q_{os} , [W]	Q_{p} , [W]	Q_{m} , [W]	A , [m ²]	Q_{sum} , [W]
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961.933.52	757961.934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.819	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37572	0.37572	0.10995	0.13256276	18.1400915	309.484	291.8	291.084188	291.084188	290.530215	757964274.106	757964274.1	213014442	278536801	0.005341	0.5992746535
0.7258	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37142	0.37142	0.09682	0.16033257	18.2247358	309.47868	291.8	291.191991	291.191991	290.530215	7566859059.31	7566859059	1983498254	308728332	0.005341	0.6027179444
0.6288	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.36465	0.36465	0.09035	0.1802431	18.3164344	309.47336	291.8	291.30321	291.30321	290.530215	7159027603.31	7159027603	3447.45801	0.005341	0.5956621142	
0.5318	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35503	0.35503	0.08467	0.20527284	18.4118082	309.46803	291.8	291.413432	291.413432	290.530215	695956092.35	695956092	353.65826	0.005341	0.5908601648	
0.4389	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34245	0.34245	0.07984	0.23525046	18.5065962	309.46271	291.8	291.518061	291.518061	290.530215	667536825.62	667536825	163411825	4532541025	0.005341	0.5870030939
0.3539	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07588	0.26944003	18.5962768	309.45738	291.8	291.61299	291.61299	290.530215	634790761.04	634790761	155249900	518.139866	0.005341	0.5863862939
0.2806	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29551	0.29551	0.07045	0.30527967	18.6758793	309.45205	291.8	291.694238	291.694238	290.530215	600362436.38	600362436	146818389	38668619.1	0.005341	0.5846802939
0.1818	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7864951	309.4414	291.8	291.80285	291.80285	290.530215	567481534.44	567481534	144053721	650389834	0.005341	0.584883391
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06618	0.37812716	18.8101538	309.43073	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	53031846.86	53031847	139921007	726192459	0.005341	0.5832881339
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06618	0.37812716	18.8101538	309.43073	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	53031846.86	53031847	139921007	726192459	0.005341	0.5832881339
0.1818	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06893	0.36421224	18.7864951	309.4414	291.8	291.80285	291.80285	290.530215	567481534.44	567481534	144053721	650389834	0.005341	0.584883391
0.2202	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29551	0.29551	0.07045	0.30527967	18.6758793	309.45205	291.8	291.694238	291.694238	290.530215	600362436.38	600362436	146818389	38668619.1	0.005341	0.5846802939
0.3539	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07588	0.26944003	18.5962768	309.45738	291.8	291.61299	291.61299	290.530215	634790761.04	634790761	155249900	518.139866	0.005341	0.5863862939
0.4389	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34245	0.34245	0.07984	0.23525046	18.5065962	309.46271	291.8	291.518061	291.518061	290.530215	667536825.62	667536825	163411825	4532541025	0.005341	0.5908601648
0.5318	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35503	0.35503	0.08467	0.20527284	18.4118082	309.46803	291.8	291.413432	291.413432	290.530215	695956092.35	695956092	353.65826	0.005341	0.5970030939	
0.6288	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.36465	0.36465	0.09035	0.1802431	18.3164344	309.47336	291.8	291.30321	291.30321	290.530215	7159027603.31	7159027603	3447.45801	0.005341	0.5956621142	
0.7258	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37142	0.37142	0.09682	0.16033257	18.2247358	309.47868	291.8	291.191991	291.191991	290.530215	7566859059.31	7566859059	1983498254	308728332	0.005341	0.6027179444
0.819	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37572	0.37572	0.10995	0.13256276	18.1400915	309.484	291.8	291.084188	291.084188	290.530215	757964274.106	757964274.1	213014442	278536801	0.005341	0.5992746535
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	757961933.52	757961934	228388269	2255422412	0.005341	0.605556151
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.13256276	18.0655957	309.46932	291									

Кк 9.1. details ipin, 2 munarali denyey sartlarardaki verticirli kullianhonyalya hesaplunan spium volyulya is lazazancan ayyamlyk hesapq dikkamlet

h _h [m]	H _h [m]	d _h [m]	D _h [m]	π	α _h [W/m ² K ⁴]	F _{h-01}	F _{h-02}	F _{h-03}	F _{h-04}	T _h [°C]	T _h [K]	T _h [K]	T _h [K]	T _h [K]	T _h [K]	Q _{h1} [W]	Q _{h2} [W]	Q _{h3} [W]	Q _{h4} [W]	A _h [m ²]	Q _{hsum} [W]
0.9781	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37884	0.37884	0.11876	0.11876	18.008463	309.1838	291.8	290.896034	290.896034	290.530215	7491.53364	7491.53364	2391.42223	2362.5317	0.005341	0.5968676996
1.0368	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37875	0.37875	0.12529	0.12529	17.9555142	309.17849	291.8	290.828675	290.828675	290.530215	7513.33519	7513.33519	2522.12122	2522.12122	0.005341	0.598488652
1.0777	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37831	0.37831	0.13026	0.13026	17.92929195	309.17039	291.8	290.7780132	290.7780132	290.530215	7520.15392	7520.15392	2621.27980	2137.93830	0.005341	0.5995497462
1.0988	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37795	0.37795	0.12927	0.12927	17.90639908	309.16288	291.8	290.75502	290.75502	290.530215	7519.99909	7519.99909	2674.9741	2089.92731	0.005341	0.600000776
1.1076	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37778	0.37778	0.13413	0.13413	17.8959045	309.16288	291.8	290.744532	290.744532	290.530215	7518.01595	7518.01595	2677.49421	2088.95469	0.005341	0.600000791
1.1158	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37754	0.37754	0.13523	0.13523	17.893144	309.15688	291.8	290.731531	290.731531	290.530215	7517.30178	7517.30178	271.87547	2068.02247	0.005341	0.600132428
1.1185	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3776	0.3776	0.13536	0.13536	17.893144	309.15406	291.8	290.734753	290.734753	290.530215	7513.30145	7513.30145	2725.29451	2067.63216	0.005341	0.599745414
1.1076	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37778	0.37778	0.13413	0.13413	17.8959045	309.14005	291.8	290.744532	290.744532	290.530215	7508.35965	7508.35965	2694.06575	2080.03495	0.005341	0.59901883
1.0988	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37795	0.37795	0.13297	0.13297	17.90639908	309.13524	291.8	290.75502	290.75502	290.530215	7505.00797	7505.00797	2669.67417	2096.66649	0.005341	0.598839736
1.0777	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37831	0.37831	0.13026	0.13026	17.92929195	309.12983	291.8	290.780132	290.780132	290.530215	7500.81424	7500.81424	2614.62804	2131.61504	0.005341	0.598801108
1.068	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37875	0.37875	0.12529	0.12529	17.9555142	309.12442	291.8	290.828675	290.828675	290.530215	7489.13215	7489.13215	2541.11952	2207.67881	0.005341	0.59653585
0.9781	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37884	0.37884	0.11876	0.11876	18.008463	309.11111	291.8	290.896034	290.896034	290.530215	7462.48354	7462.48354	2382.31546	2226.77761	0.005341	0.59454916
0.9043	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37801	0.37801	0.11142	0.11142	18.0655957	309.11359	291.8	290.984717	290.984717	290.530215	7411.51902	7411.51902	2234.3304	2495.28111	0.005341	0.5928893
0.819	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37572	0.37572	0.10395	0.10395	18.1400915	309.10817	291.8	291.084188	291.084188	290.530215	7327.30468	7327.30468	2083.90629	2212.124126	0.005341	0.589276693
0.7258	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.36465	0.36465	0.09035	0.09035	18.3164344	309.09733	291.8	291.30321	291.30321	290.530215	7202.80064	7202.80064	1807.00645	1807.00645	0.005341	0.583145859
0.5318	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35503	0.35503	0.08467	0.08467	18.4118082	309.09191	291.8	291.413432	291.413432	290.530215	6801.54087	6801.54087	1695.6919	1695.6919	0.005341	0.580122256
0.4389	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34245	0.34245	0.07984	0.07984	18.5962768	309.08649	291.8	291.518061	291.518061	290.530215	6522.91147	6522.91147	1598.5737	1598.5737	0.005341	0.57488832
0.3539	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.32734	0.32734	0.07588	0.07588	18.6944003	309.07564	291.8	291.694238	291.694238	290.530215	5865.12346	5865.12346	1455.78022	1455.78022	0.005341	0.572893775
0.2806	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.31098	0.31098	0.07276	0.07276	18.6758793	309.07064	291.8	291.758453	291.758453	290.530215	5535.21731	5535.21731	1398.59721	1398.59721	0.005341	0.571396066
0.2223	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.29531	0.29531	0.06893	0.06893	18.7406504	309.07021	291.8	291.80285	291.80285	290.530215	5351.97927	5351.97927	1305.5245	1305.5245	0.005341	0.570375121
0.1818	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.28343	0.28343	0.06495	0.06495	18.7864951	309.06478	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5178.67108	5178.67108	1254.7141	1254.7141	0.005341	0.570375121
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.27685	0.27685	0.06181	0.06181	18.8101538	309.05935	291.8	291.825474	291.825474	290.530215	5179.94260	5179.94260	1179.94260	1179.94260	0.005341	0.5697864
0.1611	2	0.4																			

Fig. 9.1. dizijsi ičin, 2 namurali denez surtarlarlaği veriletri kulhanarlasyle isepplanan isum yohlyia sıi isazucane avyrtılı beşazı dıblantri

h, [m]	H, [m]	d, [m]	D, [m]	π	σ , [W/m ² K ⁴]	$F_{\text{B}01}$	$F_{\text{B}02}$	$F_{\text{B}03}$	$F_{\text{B}04}$	$T_{\text{B}}^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{L}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{B}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{H}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{B}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{H}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{B}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{H}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{B}}^{\circ}\text{K}$	$T_{\text{H}}^{\circ}\text{K}$	Q_{H} , [W]	Q_{B} , [W]	Q_{H} , [W]	Q_{B} , [W]	A , [m ²]	Q_{Hmax} , [W]
0,6288	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,36465	0,36465	0,09035	0,1803431	18,3164344	308,24029	291,8	291,30321	291,30321	291,30321	290,530215	666036708,09	666036708	17,8993030	320938657	0,005341	0,532616142			
0,7258	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37142	0,37142	0,09682	0,16033257	18,2247358	308,23465	291,8	291,191991	291,191991	291,191991	290,530215	682234980,92	682234981	184154322	285222012	0,005341	0,535321853			
0,819	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37572	0,37572	0,10395	0,14461614	18,1440915	308,22901	291,8	291,084188	291,084188	290,530215	693817350,46	693817350	19764077	227167822	0,005341	0,537959176				
0,9043	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37801	0,37801	0,11142	0,13256276	18,0655957	308,22337	291,8	290,984717	290,984717	290,984717	290,530215	701565660,06	701565660	211765471	235646011	0,005341	0,540297785			
0,9781	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37884	0,37884	0,11876	0,123556894	18,0034363	308,21773	291,8	290,898034	290,898034	290,530215	708648536,88	708648536	225640428	219576748	0,005341	0,542494664				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,21208	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,20644	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0988	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37795	0,37795	0,13297	0,11112889	17,9063596	308,20079	291,8	290,75502	290,75502	290,530215	708004808,41	709004808	252371265	197250911	0,005341	0,550522996				
1,1076	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37778	0,37778	0,13413	0,11031522	17,8959045	308,19514	291,8	290,744532	290,744532	290,530215	708817726,34	708817726	254488805	195733705	0,005341	0,552650296				
1,1138	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3776	0,3776	0,13523	0,10956726	17,893144	308,18949	291,8	290,734753	290,734753	290,530215	708600606,38	708600606	256463811	194334059	0,005341	0,554670637				
1,1185	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3776	0,3776	0,13556	0,1092231	17,8910554	308,18384	291,8	290,731531	290,731531	290,530215	708356092	708356092	257090164	193828702	0,005341	0,556552521				
1,1158	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3776	0,3776	0,13556	0,1092231	17,8910554	308,18384	291,8	290,734753	290,734753	290,530215	708356092	708356092	257090164	193828702	0,005341	0,556552521				
1,1158	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3776	0,3776	0,13556	0,1092231	17,8910554	308,18384	291,8	290,734753	290,734753	290,530215	708356092	708356092	257090164	193828702	0,005341	0,556552521				
1,1076	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37778	0,37778	0,13413	0,11031522	17,8959045	308,19514	291,8	290,744532	290,744532	290,530215	708817726,34	708817726	254488805	195733705	0,005341	0,552650296				
1,0988	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37795	0,37795	0,13297	0,11112889	17,9063596	308,20079	291,8	290,75502	290,75502	290,530215	708004808,41	709004808	252371265	197250911	0,005341	0,550522996				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37831	0,37831	0,13026	0,11312751	17,9229195	308,16122	291,8	290,780132	290,780132	290,530215	708588401,80	708988402	247313116	200873221	0,005341	0,548108006				
1,0368	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,37875	0,37875	0,12529	0,11272041	17,9555142	308,16122	291,8	290,828675	290,828675	290,530215	70864503,87	708264504	237965481	208189240	0,005341	0,545045377				
1,0777	2																								

Ek 10.2, diziliş için 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısıtım yoluyla ısıtılma zamanının ayrıntılı hesap değerleri

h , [m]	H , [m]	d , [m]	D , [m]	π	g , [W/m ² K ¹]	R_{so}	F_{so}	R_{se}	T_a , [°C]	T_h , [K]	T_p , [K]	T_{in} , [K]	T_{out} , [K]	T_{in} , [K]	T_{out} , [K]	T_p , [K]	Q_{in} , [W]	Q_{out} , [W]	Q_p , [W]	A , [m ²]	Q_{suntm} , [W]
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.7	291.8	291.83397	291.83397	290.53	504488047.99	504488048	133212.156	669598807	0.005341	0.55681712
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.69545	291.8	291.83397	291.83397	290.53	504340262.35	504340262	133175.700	669639283	0.005341	0.55665498
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.6909	291.8	291.83397	291.83397	290.53	504192450.77	50419245	133193.288	669188924	0.005341	0.55649281
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.68635	291.8	291.83397	291.83397	290.53	504044613.25	504044613	133102.770	6695985429	0.005341	0.55633061
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.68179	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503896749.81	503896750	133066295	669181898	0.005341	0.55616838
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.67724	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503748860.43	503748860	133029814	6695578331	0.005341	0.55600612
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.67268	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503600945.14	503600945	132993327	669534729	0.005341	0.55584834
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.66813	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503453003.92	503453004	132956833	669511091	0.005341	0.55568152
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.66357	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503300306.79	503300307	132920333	6694967417	0.005341	0.55551917
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.65901	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503157043.75	503157044	132883826	6694673708	0.005341	0.55535568
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.65455	291.8	291.83397	291.83397	290.53	503009024.80	503009025	132847313	6694559963	0.005341	0.55519544
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.64989	291.8	291.83397	291.83397	290.53	502860979.95	502860980	132810793	6694356183	0.005341	0.55503197
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.64533	291.8	291.83397	291.83397	290.53	502712909.21	502712909	132774268	6694152366	0.005341	0.55486952
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.64077	291.8	291.83397	291.83397	290.53	502564812.56	502564813	132737375	6693946513	0.005341	0.55470703
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.63652	291.8	291.83397	291.83397	290.53	502416690.03	502416690	132701197	6693744627	0.005341	0.55454452
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.63251	291.8	291.83397	291.83397	290.53	502270367.32	502270367	132664652	669340704	0.005341	0.55438198
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.62870	291.8	291.83397	291.83397	290.53	502120367.32	502120367	132628100	6693336745	0.005341	0.55421941
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.62521	291.8	291.83397	291.83397	290.53	501972167.14	501972167	132591543	6693132751	0.005341	0.55406681
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.61937	291.8	291.83397	291.83397	290.53	501823941.09	501823941	1325481831	6692928721	0.005341	0.55390418
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.61337	291.8	291.83397	291.83397	290.53	501675689.18	501675689	132518408	6692724655	0.005341	0.55375152
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.6088	291.8	291.83397	291.83397	290.53	501527411.39	501527411	132481831	669250554	0.005341	0.55356884
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.60388	291.8	291.83397	291.83397	290.53	501379107.75	501379108	1324454978	669231064	0.005341	0.55340613
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.59966	291.8	291.83397	291.83397	290.53	50123078.25	50123078	132408688	6692112245	0.005341	0.55324339
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.59509	291.8	291.83397	291.83397	290.53	501082422.90	501082423	132372662	6691908037	0.005341	0.55308052
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.58136	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500934044.70	500934042	132335460	6691703739	0.005341	0.55291782
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.58369	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500786544.65	500786545	132298851	6691495714	0.005341	0.55275499
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.58136	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500637201.76	500637202	132262326	6691299519	0.005341	0.55259214
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.57619	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500488743.04	500488743	132225614	6691090849	0.005341	0.55242976
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.57221	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500340258.49	500340258	132188968	6690866463	0.005341	0.55226635
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.56763	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500191748.10	500191748	132152532	6690680642	0.005341	0.55210341
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.56305	291.8	291.83397	291.83397	290.53	500043211.90	500043212	132115711	669047585	0.005341	0.55194044
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.55839	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499946062.03	499946062	132042441	6690685564	0.005341	0.55176144
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.55384	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499896469.87	499896469	132019064	6690273092	0.005341	0.55177744
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.54981	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499746062.03	499746062	1319932412	6689454761	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.54591	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499696469.87	499696469	131969085	6689594602	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.54144	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499646062.03	499646062	1319432412	6689454761	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.53729	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499597448.38	499597448	132005751	6689684001	0.005341	0.55145137
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.53389	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499547448.38	499547448	132005751	6689684001	0.005341	0.55145137
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.53037	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499497448.38	499497448	1319932412	6689454761	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.52638	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499447448.38	499447448	131969085	6689594602	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.52291	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499397448.38	499397448	1319432412	6689454761	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.51921	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499347448.38	499347448	131919064	6689273092	0.005341	0.55161442
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.51572	291.8	291.83397	291.83397	290.53	499297448.38	499297448	131895733	668920097	0.005341	0.55096204
0.1385	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276</															

Ek 10.2. dizijs içün, 2 numaralı deñey sarfıarındañı verilerin kullanimısları besaplan isırm yohıy isı kuzancum ayırılı besap dñdñmleri

h_c [m]	H_c [m]	d [m]	D_c [m]	π	σ_c [W/m ² K ¹]	$F_{s,0.2}$	$F_{s,0.2}$	$F_{s,2}$	$F_{s,2}$	T_a [°C]	T_c [K]	T_s [K]	$T_{0.1}$ [K]	$T_{0.2}$ [K]	T_p [K]	$Q_{0.1}$ [W]	$Q_{0.2}$ [W]	Q_p [W]	$Q_{0.1}$ [W]	$Q_{0.2}$ [W]	A_c [m ²]	$Q_{s,max}$ [W]
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	496321426.16	496321426	131197627	683534626	0.005341	0.54785705	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	496167219.99	496167220	131166921	685149247	0.005341	0.54769335	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	496022968.11	496022968	131124009	684943833	0.005341	0.54752962	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	495873730.52	495873731	131087190	684738383	0.005341	0.54736586	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	495724447.23	495724447	131050965	684532897	0.005341	0.54720207	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	49557138.24	49557138	131013354	684373777	0.005341	0.54703826	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	495276443.18	495276443	130998833	683916229	0.005341	0.546871034	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	495127057.12	495127057	130930402	683710603	0.005341	0.54665664	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494971645.37	494971645	130866146	683504991	0.005341	0.546438271	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494826207.95	494826207	130829243	683292943	0.005341	0.54621876	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494678744.85	494678745	1307929413	683095310	0.005341	0.54603477	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494529256.08	494529256	130755538	682887742	0.005341	0.54589076	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494379741.64	494379742	130718656	682681939	0.005341	0.54572672	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494230201.55	494230202	130681767	682476100	0.005341	0.54556265	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	494080635.79	494080636	130644873	682270226	0.005341	0.54539855	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493931044.38	493931044	130607972	682064317	0.005341	0.54523443	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493781427.32	493781427	130571065	681858392	0.005341	0.54509069	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493631784.62	493631785	130534511	681652292	0.005341	0.54490609	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493482116.28	493482116	130497231	681446377	0.005341	0.54474188	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493332422.30	493332422	130460305	681240326	0.005341	0.54457764	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493182702.68	493182703	130423272	681084240	0.005341	0.54441338	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	493032957.44	493032957	130386433	680820419	0.005341	0.54424908	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	492838186.57	492838187	130349488	6806201963	0.005341	0.54408476	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	492733390.09	492733390	130312536	680415771	0.005341	0.54392041	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	492583567.98	492583568	130275503	680235603	0.005341	0.54375903	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	492433720.27	492433720	130238614	680003282	0.005341	0.54359163	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	492283846.95	492283847	130201644	679796985	0.005341	0.54342719	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	492133948.02	492133948	130176684	679598252	0.005341	0.54326823	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491984023.50	491984023	130127684	679384284	0.005341	0.54309824	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491834073.37	491834073	130090695	679177881	0.005341	0.54293372	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491684097.66	491684098	130053699	678971442	0.005341	0.54276917	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491534096.56	491534096	130016697	678764969	0.005341	0.54260646	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491423401.72	491423401	129942617	678551916	0.005341	0.54242756	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491304059.48	491304059	129879688	678359460	0.005341	0.54227536	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491183407.31	491183407	129803935	678145337	0.005341	0.5421107	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	491068398.99	491068399	129705053	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490933835.39	490933835	129608625	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490832978.99	490832979	129505053	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490738706.22	490738706	129403371	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490633551.48	490633551	129304552	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490533551.48	490533551	129204552	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490433551.48	490433551	129104552	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.276	0.276	0.06808	0.37991141	18.8187944	308.44824	291.8	291.83397	291.83397	290.53	490333551.48	490333551	129004552	677938722	0.005341	0.54196602	
0.1585	2	0.4	0.8	3.14																		

Ek 10.2. diziliş için, 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısı kazanım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap döökümler

h_c [m]	H_c [m]	d_c [m]	D_c [m]	π	α_c [W/m ² K ⁴]	F_{hot}	$F_{\text{c-o2}}$	$F_{\text{c-g}}$	$F_{\text{c-b}}$	T_c [°C]	T_b [K]	T_o [K]	T_{th} [K]	T_o [K]	T_o [K]	Φ_o [W]	Q_{th} [W]	Q_o [W]	Q_o [W]	A_c [m ²]	Q_{cmax} [W]
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.19345	291.8	291.506157	291.506157	290.53	6226748.0167	62267348.11	1535602983	4031283316	0.005341	0.545869874
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.18379	291.8	291.506157	291.506157	290.53	6226748.0167	62267348.11	1535808800	403129270	0.005341	0.545869874
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.18413	291.8	291.506157	291.506157	290.53	622684604.73	622684604.73	153514610	403035204	0.005341	0.545353347
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.17947	291.8	291.506157	291.506157	290.53	622297144.88	622297144.88	1534620206	402911116	0.005341	0.545306816
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.17947	291.8	291.506157	291.506157	290.53	622108414.047	622108414.047	1534620206	402787007	0.005341	0.545306816
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.17014	291.8	291.506157	291.506157	290.53	621919551.38	621919551.38	1533811993	402662878	0.005341	0.545037471
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.16547	291.8	291.506157	291.506157	290.53	621730656.77	621730656.77	1533317773	402538727	0.005341	0.544870667
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.16081	291.8	291.506157	291.506157	290.53	621541730.25	621541730.25	1532935455	402414556	0.005341	0.544706667
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.15614	291.8	291.506157	291.506157	290.53	621352771.83	621352771.83	153249310	402290363	0.005341	0.544541231
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.15147	291.8	291.506157	291.506157	290.53	621163789.32	621163789.32	153205067	402166150	0.005341	0.544381026
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.1468	291.8	291.506157	291.506157	290.53	620974759.32	620974759.32	153169817	402041915	0.005341	0.544210761
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.14213	291.8	291.506157	291.506157	290.53	620785705.23	620785705.23	153116559	401917660	0.005341	0.544044731
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.13749	291.8	291.506157	291.506157	290.53	620596619.26	620596619.26	153072294	401793384	0.005341	0.543879101
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.13279	291.8	291.506157	291.506157	290.53	620407501.42	620407501.42	153028021	401669087	0.005341	0.543713959
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.12811	291.8	291.506157	291.506157	290.53	620218351.71	620218351.71	152983871	401546468	0.005341	0.543545798
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.12344	291.8	291.506157	291.506157	290.53	6200292170.14	6200292170.14	152939454	401420429	0.005341	0.543382688
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.11876	291.8	291.506157	291.506157	290.53	619833956.71	619833956.71	15289519	401296069	0.005341	0.543216683
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.11409	291.8	291.506157	291.506157	290.53	619650711.42	619650711.42	152850856	401171688	0.005341	0.543050987
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.11025	291.8	291.506157	291.506157	290.53	619082794.50	619082794.50	152717904	400798420	0.005341	0.542852826
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.10473	291.8	291.506157	291.506157	290.53	619082794.50	619082794.50	152717904	400798420	0.005341	0.542537195
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.10005	291.8	291.506157	291.506157	290.53	619082794.50	619082794.50	152717904	400798420	0.005341	0.542537195
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.09537	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618893412.1	618893412.1	152673232	400564963	0.005341	0.542387939
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.09069	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618893412.1	618893412.1	152673232	400564963	0.005341	0.542387939
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.08601	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618814571.10	618814571.10	152588885	400424693	0.005341	0.542206223
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.08132	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618814571.10	618814571.10	152588885	400424693	0.005341	0.542206223
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.07664	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.07195	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.06729	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.06258	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.05789	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.0532	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.04851	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.04382	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.03913	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.03443	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.02974	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.02504	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.02035	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.01565	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.01095	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.00625	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	308.00155	291.8	291.506157	291.506157	290.53	618794660.07	618794660.07	152490168	400175887	0.005341	0.542172443
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586</															

Ek 10.2. diziye için 2 numaralı deney şartlarında verilen kulllanılasıya hesaplanan ısınım yoluyla ısı kazancının ayrıntılı hesap dökümanı

h, [m]	H, [m]	d, [m]	D, [m]	π	σ , [W/m ² K ⁴]	F _{bol}	F ₄₀₂	F ₅₀	F ₅₂	T _g , [°C]	T _e , [°C]	T _g , [K]	T _{tr} , [K]	T _{bo} , [K]	T _{bo} , [K]	T _g , [°C]	Q _g , [W]	Q _{bo} , [W]	Q _g , [W]	Q _{bo} , [W]	A _g , [m ²]	Q _g , [W]	Q _{bo} , [W]
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.93564	291.8	291.506157	291.506157	290.53	612.453839	612.453840	151116.850	396.429731	0.005341	0.53673398	0.53673398	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.93092	291.8	291.506157	291.506157	290.53	612.264535621	612.2645356	151117.228	396.304536	0.005341	0.53667621	0.53667621	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.92621	291.8	291.506157	291.506157	290.53	612.054841.14	612.054841	151072.658	396.179521	0.005341	0.53664004	0.53664004	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.92149	291.8	291.506157	291.506157	290.53	611.864294.42	611.864294	151028.081	396.054084	0.005341	0.53662357	0.53662357	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.91677	291.8	291.506157	291.506157	290.53	611.673716.08	611.673716	150983.436	395.928827	0.005341	0.53660671	0.53660671	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.91205	291.8	291.506157	291.506157	290.53	611.483106.11	611.483106	150938.814	395.803549	0.005341	0.53659982	0.53659982	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.90733	291.8	291.506157	291.506157	290.53	611.292466.52	611.292466	150894.85	395.678251	0.005341	0.53657329	0.53657329	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.90261	291.8	291.506157	291.506157	290.53	611.101791.31	611.101791	150849.548	395.552931	0.005341	0.53655696	0.53655696	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.89789	291.8	291.506157	291.506157	290.53	61.0911086.50	61.0911086	150804.904	395.4272301	0.005341	0.53653998	0.53653998	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.88317	291.8	291.506157	291.506157	290.53	61.0338782.44	61.0338782	150670.927	395.301445	0.005341	0.53649879	0.53649879	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.88844	291.8	291.506157	291.506157	290.53	61.0529582.06	61.0529582	150713.594	395.176848	0.005341	0.53606966	0.53606966	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.87899	291.8	291.506157	291.506157	290.53	61.0479511.24	61.047951	150626.824	394.9760222	0.005341	0.53473082	0.53473082	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.87426	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.9957088.45	60.9957088	150581.572	394.800578	0.005341	0.53456371	0.53456371	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.86953	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.9573268.15	60.9573268	150492.188	394.549628	0.005341	0.53442294	0.53442294	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.86407	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.9334310.65	60.9334311	150447.485	394.424121	0.005341	0.53406221	0.53406221	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.86007	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.9002300.96	60.9002301	150358.056	394.173046	0.005341	0.53378774	0.53378774	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.85534	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.8620165.07	60.8620165	150268.598	393.9271888	0.005341	0.53339316	0.53339316	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.84114	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.81248.79	60.8124879	150133.31	394.047478	0.005341	0.53305283	0.53305283	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.83647	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.8237903.01	60.8237903	150179.110	393.6706248	0.005341	0.53305283	0.53305283	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.83167	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.8237903.01	60.8237903	150179.110	393.6706248	0.005341	0.53305283	0.53305283	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.82693	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.8046724.68	60.8046725	150134.355	393.544996	0.005341	0.53289108	0.53289108	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.82219	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.7835513.83	60.7835513	150048.23	393.2419324	0.005341	0.53272623	0.53272623	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.81745	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.7664273.46	60.7664273	150048.23	393.2419324	0.005341	0.53272623	0.53272623	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.81271	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.7473000.58	60.7473001	150000.046	393.167917	0.005341	0.53258876	0.53258876	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.80797	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.7281696.18	60.7281696	149955.261	393.042183	0.005341	0.53252176	0.53252176	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.79374	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.707594.00	60.707594	149820.864	392.964856	0.005341	0.53217186	0.53217186	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.78898	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.6889892.89	60.6889893	149865.670	392.790652	0.005341	0.53188618	0.53188618	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.78425	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.6516163.62	60.6516164	149776.650	392.59038	0.005341	0.531551	0.531551	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.7795	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.624701.76	60.624702	149731.228	392.413201	0.005341	0.53138336	0.53138336	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.77475	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.613208.42	60.613208	149686.399	392.287342	0.005341	0.5312157	0.5312157	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.771	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.5941683.62	60.5941684	149641.563	392.161463	0.005341	0.53104801	0.53104801	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.76525	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.5750127.34	60.5750127	149596.720	392.035563	0.005341	0.53080829	0.53080829	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.7605	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.558839.61	60.558839	149551.869	391.909642	0.005341	0.53071255	0.53071255	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.7575	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.53656920.42	60.53656920	149507.011	391.783701	0.005341	0.5305447	0.5305447	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.75291	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.5175269.78	60.5175270	149462.145	391.657379	0.005341	0.53037697	0.53037697	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.74824	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.4988358.76	60.4988358	149417.272	391.531757	0.005341	0.53020915	0.53020915	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.74375	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.4791874.16	60.4791874	149372.392	391.405753	0.005341	0.53004129	0.53004129	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.74062	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.4604918.14	60.4604918	149327.459	391.279357	0.005341	0.52987617	0.52987617	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.73737	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.44202118.68	60.44202118	149287.030	391.156534	0.005341	0.52971349	0.52971349	
0.4615	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.34586	0.34586	0.08097	0.22731526	18.4966921	307.73409	291.8	291.506157	291.506157	290.53	60.4236940.90	60.4236940						

h_s [m]	H_s [m]	d_s [m]	D_s [m]	π	q_s [W/m ² K ^{3/4}]	$F_{s,0}$	$F_{s,0.2}$	$F_{s,1}$	$F_{s,2}$	T_s [°C]	T_b [K]	$T_{b,1}$ [K]	$T_{b,2}$ [K]	T_b^* [K]	$Q_{s,1}$ [W]	$Q_{s,2}$ [W]	Q_b [W]	$Q_{s,1}$ [W]	$Q_{s,2}$ [W]	A_s [m ²]	$Q_{s,mean}$ [W]
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.407014	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.912579.23	65.912579	1847.63204	2487.61432	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.40611	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.941950.90	65.9415501	1846.67644	2486.78544	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.40129	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9470528.91	65.94705229	1846.18874	2485.95643	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.39664	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.944983.26	65.94498323	1846.61495	2485.841495	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.39163	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.94284583.96	65.94284584	1846.29801	2484.95801	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.3868	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9407421.11	65.94074211	1844.66709	2483.66800	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.381714	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.93863304.14	65.93863304	1843.93187	2482.83938	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.37627	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9362282.86	65.93228286	1842.71028	2481.01963	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.373361	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9342890.34	65.93428903	1842.74462	2480.97957	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.367424	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9323482.86	65.93234828	1842.71028	2480.97957	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.36264	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9302184.76	65.93021842	1841.59185	2478.48936	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.3578	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.92811267.05	65.92811267	1841.02133	2478.48936	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.34813	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.92600658.74	65.92600658	1840.64671	2477.65902	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.34361	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9239196.81	65.92391961	1839.98721	2475.99795	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.33845	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9213944.31	65.92139441	1839.29201	2475.99795	0.005341	0.5278682306
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.33367	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.91968362.51	65.91968362	1838.72232	2475.16721	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.32871	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9178889.53	65.91788893	1838.14760	2474.33634	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.32393	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9163603.04	65.91636030	1837.69710	2473.50354	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.31948	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.91547113.27	65.91547113	1837.15726	2472.67336	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.31424	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.914583.09	65.91458309	1836.94649	2471.84295	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.30939	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9135460.05	65.91354603	1836.69418	2471.84295	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.30399	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.91256460.05	65.91256460	1836.46218	2471.84295	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.29845	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9106728.55	65.91067285	1836.23715	2471.84295	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.29297	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9092728.55	65.90927285	1836.00927	2469.94836	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.28654	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90821750.93	65.90821751	1835.41190	2468.65166	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.28083	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.9070739.80	65.90707390	1835.54418	2467.68464	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.27595	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90618616.95	65.90618617	1835.39688	2466.68035	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.27059	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90536995.13	65.90536995	1835.25448	2465.68035	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.26503	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90461861.02	65.90461861	1835.12404	2464.65351	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.25917	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90382510.30	65.90382510	1834.98644	2463.62503	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.25371	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90303690.67	65.90303690	1834.80878	2462.69031	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.24854	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90226516.30	65.90226516	1834.63917	2461.75829	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.24303	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90148381.44	65.90148381	1834.47444	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.23759	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90069872.28	65.90069872	1834.31829	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.23217	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.90000000.00	65.90000000	1834.16344	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.22659	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89931581.30	65.89931581	1834.00000	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.22117	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89862560.00	65.89862560	1833.83684	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.21593	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89793171.13	65.89793171	1833.67320	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.21059	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89723784.00	65.89723784	1833.50951	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.20521	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89654383.28	65.89654383	1833.34649	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.20000	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89584978.00	65.89584978	1833.18344	2460.82447	0.005341	0.52548822855
0.7985	2	0.4	0.8	3.14	0.00000000567	0.37494	0.37494	0.1023	0.14782271	18.175915	307.19479	291.8	291.125492	291.125492	290.53	65.89515483.09	65.89515483				

Ek 10.2. diziizli iŋin, 2 numerali deŋer şartlarındaki verilerin kullanılmasıya hesaplanan ısıtım yoluyla sı kazancının ayrıntılı hesap dökümleri

h_i [m]	h_d [m]	d_i [m]	D_i [m]	π	σ [W/m ² K ⁴]	$F_{b,0}$	$F_{b,02}$	$F_{b,e}$	$F_{b,s}$	T_p [°C]	T_k [K]	T_p [K]	$T_{p,10}$ [K]	$T_{p,10}$ [K]	T_p [K]	Q_{in} [W]	Q_{in} [W]	Q_p [W]	Q_p [W]	A_i [m ²]	Q_{smax} [W]
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,14405	291,8	290,768785	290,768785	290,53	661872607,01	661872607,01	2366307050	183155363	0,005341	0,527972787
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,13917	291,8	290,768785	290,768785	290,53	661658851,61	661658852	236553338	183092646	0,005341	0,5278780159
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,13429	291,8	290,768785	290,768785	290,53	661445063	661445063	236479913	183029919	0,005341	0,527636027
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,12941	291,8	290,768785	290,768785	290,53	661231240,00	661231240,00	236404477	182967182	0,005341	0,52745893
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,12452	291,8	290,768785	290,768785	290,53	661017383,80	661017384	236329029	182904436	0,005341	0,52728757
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,11964	291,8	290,768785	290,768785	290,53	660803494,01	660803494	236253570	182841679	0,005341	0,52711617
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,11475	291,8	290,768785	290,768785	290,53	660589370,65	660589371	236178098	182778913	0,005341	0,52694445
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,10987	291,8	290,768785	290,768785	290,53	660375613,71	660375614	236102615	182716137	0,005341	0,5267733
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,1009	291,8	290,768785	290,768785	290,53	659947599,12	659947599	235971612	182590555	0,005341	0,52663303
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,09031	291,8	290,768785	290,768785	290,53	659519450,30	659519450	235808052	182466933	0,005341	0,52608724
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,08054	291,8	290,768785	290,768785	290,53	659305325,57	659305326	235725020	182402108	0,005341	0,52591566
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,07563	291,8	290,768785	290,768785	290,53	6588816975,50	658816975	235573899	182276428	0,005341	0,52577442
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,07074	291,8	290,768785	290,768785	290,53	658662750,17	658662750	235499321	182213573	0,005341	0,525440075
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,06584	291,8	290,768785	290,768785	290,53	658448491,31	658448491	235442731	182150708	0,005341	0,52505735
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,06115	291,8	290,768785	290,768785	290,53	658019873,07	658019873	235271515	182024949	0,005341	0,52485488
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,05605	291,8	290,768785	290,768785	290,53	657805513,68	657805514	235195890	181962055	0,005341	0,52471384
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,04625	291,8	290,768785	290,768785	290,53	657591120,80	657591121	235120253	181899150	0,005341	0,52454204
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,04145	291,8	290,768785	290,768785	290,53	657366944,3	657366944	235044604	181836236	0,005341	0,52437021
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,03155	291,8	290,768785	290,768785	290,53	656947741,23	656947741	234893270	181710379	0,005341	0,52402649
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,02174	291,8	290,768785	290,768785	290,53	6567162234,57	6567162235	234968943	18173313	0,005341	0,52419836
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,01683	291,8	290,768785	290,768785	290,53	6565030460,39	6565030460	234666181	181584843	0,005341	0,52383871
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,01199	291,8	290,768785	290,768785	290,53	656378654,13	656378654	234614889	181584483	0,005341	0,52368265
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	307,00702	291,8	290,768785	290,768785	290,53	65614772,54	656147725	234587473	181535257	0,005341	0,52351669
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,99739	291,8	290,768785	290,768785	290,53	6558084933,19	6558084933	234590461	181458547	0,005341	0,52333871
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,99229	291,8	290,768785	290,768785	290,53	655644774,23	655644774	234487158	181373257	0,005341	0,52320649
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,98736	291,8	290,768785	290,768785	290,53	655445350,91	655445351	234363231	181265699	0,005341	0,52282259
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,98247	291,8	290,768785	290,768785	290,53	655230589,94	655230590	234287464	181206557	0,005341	0,52265605
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,97972	291,8	290,768785	290,768785	290,53	655015795,55	655015796	234211685	181143535	0,005341	0,52247838
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,98247	291,8	290,768785	290,768785	290,53	654800967,74	654800968	234133894	181080503	0,005341	0,52230624
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,97755	291,8	290,768785	290,768785	290,53	654586106,51	654586107	234060027	181017462	0,005341	0,52213407
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,97264	291,8	290,768785	290,768785	290,53	654371211,87	654371212	233984777	180954411	0,005341	0,52196187
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,96772	291,8	290,768785	290,768785	290,53	654156283,83	654156284	233908451	180891349	0,005341	0,52178964
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,96281	291,8	290,768785	290,768785	290,53	653941322,40	653941322	233832614	180826129	0,005341	0,52164719
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,95789	291,8	290,768785	290,768785	290,53	653765227,57	653765228	233756764	180765198	0,005341	0,52146111
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,95297	291,8	290,768785	290,768785	290,53	653512299,36	653512299	233680903	180702107	0,005341	0,52127228
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,94805	291,8	290,768785	290,768785	290,53	653296231,77	653296238	233604029	180659007	0,005341	0,52110047
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,94319	291,8	290,768785	290,768785	290,53	653081142,80	653081143	233529141	180575897	0,005341	0,52092811
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,93821	291,8	290,768785	290,768785	290,53	652866014,47	652866014	233453248	180512777	0,005341	0,52075572
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,93339	291,8	290,768785	290,768785	290,53	652650852,78	652650853	233377339	180449647	0,005341	0,52058331
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,92836	291,8	290,768785	290,768785	290,53	652435557,74	652435558	233301419	180386608	0,005341	0,52040387
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,92344	291,8	290,768785	290,768785	290,53	652220429,34	652220429	233225487	180323359	0,005341	0,52023841
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,91851	291,8	290,768785	290,768785	290,53	652005167,61	652005168	233149543	180260597	0,005341	0,52006391
1,1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,91359	291,8	290,768785	290,7687							

Ek 10.2. dizaylı 1çin 2 numaralı dney gartardakı verilerin kollanmasıyla hesaplanan ısı ızanının ayrıntılı hesap dökümleri

h, [m]	H, [m]	d, [m]	D, [m]	π	$g, [W/m^2K^4]$	F_{s01}	F_{s02}	F_{b_2}	F_{b_2z}	T_{s_2} [°C]	T_b [K]	T_p [K]	T_{b1} [K]	T_{b2} [K]	T_p [K]	Q_{b1} [W]	Q_{b2} [W]	Q_p [W]	Q_b [W]	A , [m ²]	Q_{max} [W]
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,87414	291,8	290,768785	290,768785	290,53	650066312,53	650066313	232465520	179691328	0,005341	0,51851227
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,8692	291,8	290,768785	290,768785	290,53	649850717,69	649850718	232389459	179628072	0,005341	0,51833951
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,86427	291,8	290,768785	290,768785	290,53	649655089,58	649655090	232313386	179564805	0,005341	0,51816673
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,85933	291,8	290,768785	290,768785	290,53	649419428,19	649419428	232237301	179501529	0,005341	0,51799391
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,85439	291,8	290,768785	290,768785	290,53	649203733,54	649203734	232161205	179488243	0,005341	0,51782107
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,84945	291,8	290,768785	290,768785	290,53	648988005,64	648988006	232085096	179374947	0,005341	0,51764821
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,84451	291,8	290,768785	290,768785	290,53	648772244,47	648772244	232008976	179311641	0,005341	0,51747531
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,83957	291,8	290,768785	290,768785	290,53	648556450,06	648556450	231932845	179248326	0,005341	0,51730239
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,83463	291,8	290,768785	290,768785	290,53	648340622,41	648340622	231856701	179183501	0,005341	0,51712945
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,82968	291,8	290,768785	290,768785	290,53	648124761,53	648124762	231780546	179121666	0,005341	0,51695647
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,82474	291,8	290,768785	290,768785	290,53	647908867,41	647908867	231704379	179058321	0,005341	0,51678347
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,81979	291,8	290,768785	290,768785	290,53	647692940,07	647692940	231628201	178994967	0,005341	0,51661045
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,81485	291,8	290,768785	290,768785	290,53	647476979,52	647476980	231552010	178931603	0,005341	0,51643739
1.1015	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,3779	0,3779	0,13332	0,11087802	17,9212357	306,8099	291,8	290,768785	290,768785	290,53	647260985,75	647260986	231475808	178868229	0,005341	0,51626431

Ek-10.2, diziñ için 2 numarañ deñer şartlarındaki verilerin küllanılması hesaplanan gırmı yolya sı kezarenen ayrıntılı hesap dökümleri

	h , [m]	H , [m]	d , [m]	D , [m]	π	σ , [W/m ² K ^{1/2}]	F_{sol}	F_{az}	F_{bs}	F_{az}	T_a , [°C]	T_s , [°C]	T_a , [K]	T_{sol} , [K]	T_{az} , [K]	T_{az} , [K]	T_{az} , [K]	T_{az} , [K]	Q_{az} , [W]	Q_{az} , [W]	Q_{az} , [W]	Q_{az} , [W]	Q_{az} , [W]	A , [m ²]	Q_{az} , [W]
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.80455	291.8	290.768785	290.768785	290.768785	290.53	647044958.78	647044959	231399595	178804846	0.005341	0.5169121	
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.8	291.8	290.768785	290.768785	290.53	646828898.61	646828899	231323369	178741452	0.005341	0.51591807		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.79505	291.8	290.768785	290.768785	290.53	646612805.25	646612805	231247132	178678049	0.005341	0.51574491		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.7901	291.8	290.768785	290.768785	290.53	646596678.70	646596679	231170883	178614637	0.005341	0.51555713		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.78515	291.8	290.768785	290.768785	290.53	646180518.96	646180519	231094622	178551214	0.005341	0.51539851		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.78019	291.8	290.768785	290.768785	290.53	645964326.06	645964326	231018350	178487782	0.005341	0.51525228		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.77524	291.8	290.768785	290.768785	290.53	645748099.98	645748100	230942066	178424340	0.005341	0.51505201		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.77028	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644531840.74	644531841	230865770	178360888	0.005341	0.51487872		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.76533	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644315548.34	644315548	230789463	178297427	0.005341	0.51470524		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.76037	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644099222.80	644099223	230713144	178233956	0.005341	0.51453205		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.75541	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644882864.10	644882864	230638813	178170475	0.005341	0.51435868		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.75045	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644666472.27	644666472	230560471	178106984	0.005341	0.51418528		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.74549	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644450047.31	644450047	230484117	178043484	0.005341	0.51401186		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.74053	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644233589.22	644233589	230407751	177979974	0.005341	0.5138384		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.73557	291.8	290.768785	290.768785	290.53	644017098.00	644017098	230331373	177916454	0.005341	0.51366493		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.7306	291.8	290.768785	290.768785	290.53	643800573.67	643800574	230254984	177852924	0.005341	0.51349142		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.72564	291.8	290.768785	290.768785	290.53	643584016.24	643584016	230178564	177803985	0.005341	0.51337475		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.72067	291.8	290.759783	290.759783	290.53	643443953.12	643443953	231817954	177617925	0.005341	0.5137475		
1.1015	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.11087802	17.9212357	306.71571	291.8	290.759783	290.759783	290.53	639774595.28	639774595	231798979	155568718	0.005341	0.51791494		
1.17	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3761	0.3761	0.3761	0.3761	0.3761	0.10485861	17.8680788	306.71074	291.8	290.5645	290.5645	290.53	639774595.28	639774595	231798979	155568718	0.005341	0.51791494		
1.27	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.37166	0.37166	0.37166	0.37166	0.37166	0.099712431	17.7222092	306.70577	291.8	290.441262	290.441262	290.53	639774595.28	639774595	231798979	155568718	0.005341	0.51791494		
1.37	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.36475	0.36475	0.36475	0.36475	0.36475	0.09042368	17.7222092	306.70077	291.8	290.366604	290.366604	290.53	639774595.28	639774595	231798979	155568718	0.005341	0.51791494		
1.43	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.3592	0.3592	0.3592	0.3592	0.3592	0.0868188	17.6811596	306.7008	291.8	290.366604	290.366604	290.53	639774595.28	639774595	231798979	155568718	0.005341	0.51791494		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.69533	291.8	290.354109	290.354109	290.53	623310058.72	623310059	340183332	144784155	0.005341	0.522019711		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.69086	291.8	290.354109	290.354109	290.53	623104592.88	623104593	340070091	137945044	0.005341	0.52212636		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.68591	291.8	290.354109	290.354109	290.53	622899095.71	622899096	338950582	137895660	0.005341	0.52195262		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.68089	291.8	290.354109	290.354109	290.53	622693567.21	622693567	339843519	137846069	0.005341	0.52177885		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.67594	291.8	290.354109	290.354109	290.53	622488007.38	622488007	339730207	137796570	0.005341	0.52160505		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.67096	291.8	290.354109	290.354109	290.53	622282816.24	622282816	339650578	137747064	0.005341	0.52143123		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.66599	291.8	290.354109	290.354109	290.53	622076793.79	622076794	339503582	137697550	0.005341	0.52125738		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.66101	291.8	290.354109	290.354109	290.53	621871140.03	621871140	339390168	137648029	0.005341	0.52108735		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.65603	291.8	290.354109	290.354109	290.53	621664545.97	621664545	339276768	137598804	0.005341	0.52090867		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.65105	291.8	290.354109	290.354109	290.53	621459738.62	621459739	339163889	137548864	0.005341	0.52073067		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.64607	291.8	290.354109	290.354109	290.53	621253990.98	621253991	339049673	137499420	0.005341	0.52056172		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.64109	291.8	290.354109	290.354109	290.53	621048212.05	621048212	338982091	137449869	0.005341	0.52038773		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.63611	291.8	290.354109	290.354109	290.53	620842401.85	620842402	338862591	137400310	0.005341	0.52021373		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.63112	291.8	290.354109	290.354109	290.53	620636560.38	620636560	338709624	137350743	0.005341	0.52003969		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.62614	291.8	290.354109	290.354109	290.53	620430687.65	620430688	338596139	137301169	0.005341	0.51986453		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.35816	0.086824506	17.6744397	306.62115	291.8	290.354109	290.354109	290.53	620224783.65	620224784	338482658	137251588	0.005341	0.51969154		
1.44	2	0.4	0.8	3.14	0.0000000567																				

Ek 10.2. diziliş için 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısı yolları ısı kazancının ayrıntılı hesap değerleri

b_f [m]	H_f [m]	d_f [m]	D_f [m]	π	α_f [W/m ² K ⁴]	$F_{s,01}$	$F_{s,02}$	$F_{s,z}$	$F_{s,x}$	T_{s_f} [°C]	T_{s_h} [K]	T_{s_p} [K]	$T_{in,1}$ [K]	$T_{in,2}$ [K]	T_{s_p} [K]	$Q_{in,1}$ [W]	$Q_{in,2}$ [W]	$Q_{s,1}$ [W]	$Q_{s,2}$ [W]	$Q_{s,3}$ [W]	A_f [m ²]	Q_{genm} [W]
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,53124	291,8	290,354109	290,354109	290,53	616513172,79	616513173	336436665	136357835	0,005341	0,51655345	
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,52624	291,8	290,354109	290,354109	290,53	616306675,95	616306676	336322836	136308110	0,005341	0,51637887	

Ek 10.2. diziliş için 2 numaralı deney şartlarındaki verilerin kullanılmasıyla hesaplanan ısınım yoluyla sı buharının ayrıntılı hesap değerleri

h_i [m]	h_s [m]	d_i [m]	D_i [m]	π	σ_i [W/m ² K ⁴]	$F_{s,01}$	$F_{s,02}$	$F_{s,03}$	$F_{s,04}$	T_s [°C]	T_h [K]	T_p [K]	T_{01} [K]	T_{02} [K]	T_p [K]	Q_{01} [W]	Q_{02} [W]	Q_p [W]	Q_s [W]	A_i [m ²]	$Q_{s,01}$ [W]
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,24439	291,8	290,354109	290,354109	290,53	604693312,66	604693313	329921135	133511621	0,005341	0,50656001
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,23933	291,8	290,354109	290,354109	290,53	604485049,71	604485050	329806333	133461472	0,005341	0,50638393
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,23427	291,8	290,354109	290,354109	290,53	604276755,93	604276756	329691514	133411315	0,005341	0,50620782
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,2292	291,8	290,354109	290,354109	290,53	604068431,35	604068431	329576678	133361150	0,005341	0,50603169
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,22414	291,8	290,354109	290,354109	290,53	603860075,96	603860076	329461825	133310979	0,005341	0,50585553
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,21907	291,8	290,354109	290,354109	290,53	603651689,77	603651690	329346953	133260799	0,005341	0,50567934
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,21401	291,8	290,354109	290,354109	290,53	603443272,78	603443273	329232068	133210613	0,005341	0,50550313
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,20894	291,8	290,354109	290,354109	290,53	603234825,01	603234825	329117164	133160419	0,005341	0,50532689
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,20387	291,8	290,354109	290,354109	290,53	603026346,45	603026346	329002244	133110217	0,005341	0,50515063
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,1988	291,8	290,354109	290,354109	290,53	602817837,112	602817837	328887306	133060008	0,005341	0,50497434
1,44	2	0,4	0,8	3,14	0,0000000567	0,35816	0,35816	0,19743	0,08624506	17,6744397	306,19373	291,8	290,354109	290,354109	290,53	602609297,02	602609297	328772351	133009792	0,005341	0,50479802

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 21.10.1979

Doğum yeri İstanbul

Lise 1993-1997 Çemberlitaş Kız Lisesi

Lisans 1997-2001 Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak.
Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2001-2005 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2001-2002 Erensan, Tasarım Mühendisi

2003-2004 İntermat Ambalaj, Teknik Destek Mühendisi

2005-Devam ediyor. ABB Elektrik, Dizayn Mühendisi

