

**BAYBURT İLİNDEKİ SERA VE KONUTLARIN
GÜNEŞ ENERJİSİNDEN DOĞRUDAN EN UYGUN
ŞEKİLDE FAYDALANABİLMELERİ
İÇİN OPTİMUM ŞEKİLLERİNİN
VE ORYANTASYONLARININ
BELİRLENMESİ**

Erol ŞAHİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

Yrd. Doç. Dr. Uğur ÇAKIR

**2012
Her hakkı saklıdır**

**BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAYBURT İLİNDEKİ SERA VE KONUTLARIN GÜNEŞ
ENERJİSİNDEN DOĞRUDAN EN UYGUN ŞEKİLDE
FAYDALANABİLMELERİ İÇİN OPTİMUM ŞEKİLLERİNİN
VE ORYANTASYONLARININ BELİRLENMESİ**

Erol ŞAHİN

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAYBURT

2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Bayburt İlindeki Sera Ve Konutların Güneş Enerjisinden Doğrudan En Uygun Şekilde
Faydalanabilmeleri İçin Optimum Şekillerinin Ve Oryantasyonlarının Belirlenmesi

Yrd. Doç. Dr. Uğur ÇAKIR danışmanlığında, Erof ŞAHİN tarafından hazırlanan bu
çalışma 15.05.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Makine Mühendisliği
Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (---/---)** ile
kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yakup BASMACI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ş. Burhanettin ALTAN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Uğur ÇAKIR

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat BALCI

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Rabi KARAALI

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Fahri Uluç ÖZBAYOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAYPROJE projeleri kapsamında desteklenmiştir.

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAYBURT İLİNDEKİ SERA VE KONUTLARIN GÜNEŞ ENERJİSİNDEN DOĞRUDAN EN UYGUN ŞEKİLDE FAYDALANABİLMELERİ İÇİN OPTİMUM ŞEKİLLERİNİN VE ORYANTASYONLARININ BELİRLENMESİ

Erol ŞAHİN

Bayburt Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Uğur ÇAKIR

Bu tez çalışması Bayburt İli iklimsel ve meteorolojik koşulları altında bulunan sera ve konut binalarının güneş enerjisinden faydalanma oranları üzerine yapılmış bir araştırmadır. Çalışma kapsamında Bayburt sınırları içinde tesis edilecek seraların ve konut binalarının güneş enerjisinden en iyi şekilde faydalanması için en uygun yön şekil ve ölçülerin belirlenebileceği sayısal bir modelleme çalışması yapılmıştır. Oluşturulan modelleme belirli boyut ve şekillerdeki örnek seralar ve binalar için çalıştırılıp bazı sonuçlar elde edilmiş olsa da istenildiğinde farklı şekil ve boyutlardaki yapılar içinde kullanılabilmekte ve en uygun yön ve konum tayini yapılabilmektedir.

Seralar için yapılan güneş enerjisi analizinde, bir yıl Bayburt İlinde seracılığın yapıldığı ve yapılmadığı dönemler olmak üzere dört farklı döneme ayrılmıştır. Bayburt'un bulunduğu konum ve iklimsel yapı dikkate alındığında; ilde kış mevsimi çok soğuk geçtiği için seracılığın kış sezonunda uygulanmasının mümkün olmadığı, yaz mevsiminde ise sera kullanımına gerek duyulmadığı kanaatine varılmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında benzeri diğer çalışmalardan farklı olarak seracılık dönemi için ilkbahar (1Nisan-15 Haziran) ve sonbahar (16 Ağustos-10 Kasım) olarak iki farklı dönem belirlenmiştir. İlgili değerlendirmeler, seranın bu iki dönemin tamamında kümülatif olarak en fazla ışıınımı alacak şekil ve oryantasyonda olması gerektiği düşünülmüş ve yapılmıştır.

Yapılan modelleme düz sera, eğik çatılı sera, asma çatılı sera, yay çatılı sera ve eliptik sera tiplerinin yedi farklı taban alanına sahip olması durumları için çalıştırılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Temel parametreler ise sera azimut açısı, sera boyunun sera enine oranı ve seranın aldığı toplam dönemlik ışıınım olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında ise seralar için yapılan analizlerin aynısı farklı kat ve daire sayısına sahip yedi farklı konut binası için seracılık dönemleri yerine mevsimler baz alınarak yapılmıştır.

2012, 184 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Seracılık, Güneş Mimarisi, Yenilenebilir Enerji

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINING THE OPTIMUM SHAPES AND ORIENTATIONS OF THE BUILDINGS AND GREENHOUSES IN BAYBURT IN ORDER TO GET MORE BENEFIT FROM THE SUN DIRECTLY.

Erol ŞAHİN

Bayburt University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Advisor: Assist. Prof. Dr. Uğur ÇAKIR

This study is a research made on the solar energy utilization rates of the greenhouses and residences situated under the climatic and meteorological conditions of Bayburt. In the scope of this study, with the aim of enabling them to benefit from solar energy at the maximum level, a numerical modeling study in which we could determine the most suitable directions, shapes and sizes of the buildings and greenhouses which would be built in Bayburt was carried out that would. Although the modeling was applied for sample greenhouses and buildings that have specific sizes and shapes and some results were obtained, when desired, this modeling can be used for other buildings which have different shapes and the most suitable direction and location designation can be done.

In the solar energy analysis made for the greenhouses, a year time was divided into four different periods in which greenhouse cultivation is performed and not performed in Bayburt. When we think about the location and climatic structure of Bayburt, we concluded that since winter is very cold in Bayburt, the climate is not suitable for greenhousing and in summer people don't need greenhouse applications. Therefore, in the scope of this study, unlike the other similar studies, greenhousing periods were determined as Spring (April 1st – June 15th) and Autumn (August 16th – November 10th). Related evaluations were made by taking into account that the greenhouse should be in shape and orientation which cumulatively takes the maximum radiance in these two periods.

The modeling carried out in this study was operated for the situations in which various greenhouse types, including flat greenhouse, slant roof greenhouse, suspended roof greenhouse, spring roof greenhouse and elliptical greenhouse, have seven different surface areas and these results were obtained. Basic parameters were determined as azimuth angle, the ratio of the greenhouse length to its width, and total periodical radiance that the greenhouse takes. In the second part of the study, the same analyses made for the greenhouses were carried out for seven different residences which have different floor and flat numbers by using seasons as a base instead of greenhouse periods.

2012, 184 Pages

Keywords: Solar Energy, Greenhouse, Solar Architecture, Renewable Energy

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmada benden hiçbir yardımı esirgemeyen, değerli danışmanım, Yrd. Doç. Dr. Uğur ÇAKIR'a, tavsiyeleri ve tecrübesiyle beni destekleyen değerli hocalarım, Yrd. Doç. Dr. Murat BALCI ve Yrd. Doç. Dr. Rabi KARAALİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bayburt Üniversitesine, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne ve Fen Bilimleri Enstitüsüne ve bu kurumların değerli yöneticilerine bana bu çalışmayı yapma şansı verdikleri ve gerekli imkânları sundukları için teşekkürü borç bilirim. Ayrıca bu tez çalışmasına verdikleri maddi destekten dolayı Bayproje Yönetim Kuruluna teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi, bu çalışma sırasında da beni sabırla destekleyen ve yardımlarını esirgemeyerek sürekli yanımda olan sevgili aileme, sevgili eşim Meral ŞAHİN hanımefendiye, çocuklarım; Ebrar ŞAHİN, Betül ŞAHİN ve Zülal ŞAHİN'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Erol ŞAHİN

Mayıs 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Güneş Enerjisi.....	1
1.2 Güneş Mimarisi ve Yapılarda Güneş Enerjisi	3
1.3 Seralar ve Güneş Enerjisi.....	4
1.3.1 Sera yerinin seçiminde etkili olan faktörler.....	5
1.3.2 Sera tipleri.....	5
2 KAYNAK ÖZETLERİ	7
3 MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1 Araştırmanın Yeri	13
3.2 MATLAB Programı.....	14
3.3 Güneş Enerjisi Hesaplamaları.....	15
3.3.1 Güneş açıları	19
3.3.1.a Esas Güneş açıları	19
3.3.1.b Türetilmiş Güneş açıları	20
3.3.2 Eğik yüzey açıları	22
3.3.3 Atmosfer dışındaki düzleme gelen güneş ışıınımı	24
3.3.4 Yeryüzündeki eğik düzleme gelen Güneş ışıınımı	25
3.4 Tez Çalışmasının Kapsamı Ve Amacı	28
3.5 İncelenen Seraların Ebatlarının Belirlenmesi	32

3.5.1	Düz seranın ölçüleri	32
3.5.2	Eğik çatılı seranın ölçüleri	34
3.5.3	Asma çatılı seranın ölçüleri	35
3.5.4	Yay çatılı seranın ölçüleri	36
3.5.5	Eliptik seranın ölçüleri	39
3.6	Sera / Bina Azimut Açısı	40
3.7	Varsayımlar	40
3.8	MATLAB Ortamında Yazılan Algoritma	40
4	ARAŞTIRMA BULGULARI	42
4.1	Düz Sera Tipi İçin Güneş Enerjisi Hesaplamaları	42
4.1.1	Seranın duvarlarının numaralandırılması	42
4.1.2	Düz sera - D1 duvarının incelenmesi	43
4.1.3	Düz sera – D2 duvarının incelenmesi	47
4.1.4	Düz sera – D3 duvarının incelenmesi	51
4.1.5	Düz sera – D4 duvarının incelenmesi	54
4.1.6	Düz sera – C1 çatısının incelenmesi	58
4.1.7	Düz sera – C2 çatısının incelenmesi	61
4.2	Farklı Boyutlardaki Düz Sera Tipleri İçin Sonuçlar	64
4.2.1	400 m ² yüzey alanına sahip düz sera	64
4.2.2	300 m ² yüzey alanına sahip düz sera	68
4.2.3	250 m ² yüzey alanına sahip düz sera	71
4.2.4	200 m ² yüzey alanına sahip düz sera	75
4.2.5	150 m ² yüzey alanına sahip düz sera	79
4.2.6	100 m ² yüzey alanına sahip düz sera	83
4.2.7	50 m ² yüzey alanına sahip düz sera	86
4.3	Farklı Boyutlardaki Eğik Çatılı Sera Tipleri İçin Sonuçlar	90

4.3.1	400 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	90
4.3.2	300 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	93
4.3.3	250 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	96
4.3.4	200 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	99
4.3.5	150 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	102
4.3.6	100 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	106
4.3.7	50 m ² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera	109
4.4	Farklı Boyutlardaki Asma Çatılı Sera Tipleri İçin Sonuçlar	113
4.4.1	400 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	113
4.4.2	300 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	116
4.4.3	250 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	119
4.4.4	200 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	122
4.4.5	150 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	126
4.4.6	100 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	129
4.4.7	50 m ² yüzey alanına sahip asma çatılı sera	132
4.5	Farklı Boyutlardaki Yay Çatılı Sera Tipleri İçin Sonuçlar	136
4.5.1	400 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	136
4.5.2	300 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	138
4.5.3	250 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	140
4.5.4	200 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	143
4.5.5	150 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	146
4.5.6	100 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	148
4.5.7	50 m ² yüzey alanına sahip yay çatılı sera.....	151
4.6	Farklı Boyutlardaki Eliptik Sera İçin Sonuçlar.....	153
4.6.1	400 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	153
4.6.2	300 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	156

4.6.3	250 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	157
4.6.4	200 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	159
4.6.5	150 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	161
4.6.6	100 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	163
4.6.7	50 m ² yüzey alanına sahip eliptik sera	165
4.7	Bayburt İlindeki Konutlar İçin Güneş Enerjisi Değerlendirmesi	167
5	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	173
	KAYNAKLAR.....	182

SİMGELER ve KISALTMALAR

a	Yüzey azimut açısı
a_g	Güneş azimut açısı
a_2	Sera/bina azimut açısı
A	Alan
B_s	Standart boylam
B_y	Yerel boylam
d	Deklinasyon açısı
e	Enlem
f	Güneş ışınlamı ısı yük oranı (faydalanma oranı), güneş sabitini düzeltme faktörü
g	Geliş açısı
h	Saat açısı, ısı taşınım katsayısı
I	Yatay düzleme gelen anlık tüm güneş ışınlamı
I_d	Yatay düzleme gelen anlık direkt güneş ışınlamı
I_e	Eğik düzleme gelen anlık toplam güneş ışınlamı
I_{ed}	Eğik düzleme gelen anlık toplam güneş ışınlamı
I_{gs}	Güneş sabiti (1353 W/m^2)
I_0	Atmosfer dışında yatay düzleme gelen anlık güneş ışınlamı
I_e	Atmosfer dışında eğik düzleme gelen anlık güneş ışınlamı
I_y	Yatay düzleme gelen anlık yayılı güneş ışınlamı
K_y	Yaylı ışınlam oranı(Q_y/Q)
K_t	Berraklık indeksi(Q/Q_0)
L	Uzunluk, kalınlık
n	Gün sayısı
Q	Isı geçişi, bir gün boyunca gelen güneş ışınlamı
Q_y	Isıl yük
Q_0	Atmosfer dışında bir gün boyunca gelen güneş ışınlamı
Q_{0e}	Eğik düzleme atmosfer dışında bir gün boyunca gelen güneş ışınlamı
R	Eğik düzleme gelen anlık güneş ışınlamının yatay düzleme gelen anlık tüm güneş ışınlamına oranı (I_e/I)
Ra	Rayleight sayısı
r_t	Anlık gelen tüm güneş ışınlamının, günlük gelen güneş ışınlamına oranı
r_y	Anlık gelen yayılı güneş ışınlamının, günlük toplam yayılı ışınlamına oranı
R_d	Eğik düzleme gelen anlık direkt güneş ışınlamının yatay düzleme gelen anlık direkt güneş ışınlamına oranı
$\bar{R}$	Eğik düzleme gelen günlük tüm güneş ışınlamının yatay düzleme gelen günlük tüm güneş ışınlamına oranı (Q_e/Q)

$\overline{R}_d$	Eğik düzleme direkt gelen günlük güneş ışıınının, yatay düzleme direkt gelen günlük güneş ışıınınına oranı (Q_{ed} / Q_d)
s	Yüzey eğimi
t_g, t_0	Gün uzunluğu
T	Sıcaklık
z	Zenit açısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	Dünyanın güneş etrafında dönüşü	17
Şekil 3.2	Değişik zamanlarda dünyanın güneşe göre konumu	18
Şekil 3.3	Gök kürede güneş açılarının tanımlanması ve önemli görüş açıları (Kılıç ve Öztürk 1983)	21
Şekil 3.4	Düz sera ve eğik çatılı sera tipi	29
Şekil 3.5	Asma çatılı ve yay çatılı sera tipleri	29
Şekil 3.6	Eliptik sera tipi	30
Şekil 3.7	Örnek bir bina tipi ve yönlendirilmesi	31
Şekil 3.8	Örnek bir bina tipinin yönlendirilerek farklı açılarda incelenmesi	32
Şekil 3.10	Eğik çatılı seranın bilinmeyen boyutlarının hesaplanması	34
Şekil 3.11	Eğik çatılı seranın boyutları	35
Şekil 3.12	Asma çatılı seranın boyutları	36
Şekil 3.13	Yay çatılı seranın boyutları	37
Şekil 3.14	Yay çatılı seranın çatı boyutlarının belirlenmesi	38
Şekil 3.15	Yay çatılı seranın dairesel çatısının yüzeylere bölünmesi	38
Şekil 3.16	Yay çatılı seranın dairesel çatısının alt yüzeyi- s uzunluğunun belirlenmesi	39
Şekil 3.17	Eliptik seranın boyutları	39
Şekil 4.1	Düz seranın duvarlarının numaralandırılması	43
Şekil 4.2	Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi	44
Şekil 4.3	Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi-2	45
Şekil 4.4	Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi	45
Şekil 4.5	Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi	46
Şekil 4.6	Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu	47
Şekil 4.7	Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi	48

Şekil 4.8 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi-2	48
Şekil 4.9 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi.....	49
Şekil 4.10 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi.....	50
Şekil 4.11 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu	50
Şekil 4.12 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi	51
Şekil 4.13 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi-2	52
Şekil 4.14 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi.....	52
Şekil 4.15 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi.....	53
Şekil 4.16 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu	54
Şekil 4.18 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi/2	55
Şekil 4.19 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi.....	56
Şekil 4.20 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi.....	57
Şekil 4.21 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu	57
Şekil 4.22 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi	58
Şekil 4.23 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımı değişimi/2.	59
Şekil 4.24 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi.....	60

Şekil 4.25 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi.....	60
Şekil 4.26 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu	61
Şekil 4.27 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi	62
Şekil 4.28 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımı değişimi-2	62
Şekil 4.29 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi.....	63
Şekil 4.30 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi.....	63
Şekil 4.31 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu	64
Şekil 4.32 400 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	66
Şekil 4.33 400 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	66
Şekil 4.34 400 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	67
Şekil 4.35 400 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için yılın aylarına göre değişimi.....	67
Şekil 4.36 300 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	69
Şekil 4.37 300 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	69
Şekil 4.38 300 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	70
Şekil 4.39 300 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için yılın aylarına göre değişimi.....	70
Şekil 4.40 250 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	72

Şekil 4.41 250 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	72
Şekil 4.42 250 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	73
Şekil 4.43 250 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için yılın aylarına göre değişimi.....	74
Şekil 4.44 250 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için $\alpha_2=37^\circ$ ve $\alpha_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	75
Şekil 4.45 200 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	76
Şekil 4.46 200 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	76
Şekil 4.47 200 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	77
Şekil 4.48 200 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 için yılın aylarına göre değişimi.....	78
Şekil 4.49 200 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 için $\alpha_2=35^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	79
Şekil 4.50 150 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-I	80
Şekil 4.51 150 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-II.....	80
Şekil 4.52 150 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	81
Şekil 4.53 150 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 için $\alpha_2=34^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	82
Şekil 4.54 100 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	84
Şekil 4.55 100 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	84
Şekil 4.56 100 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	85

Şekil 4.57	100 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve a ₂ =31° için yılın günlerine göre değişimi	86
Şekil 4.58	50 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	87
Şekil 4.59	50 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	88
Şekil 4.60	50 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	88
Şekil 4.61	50 m ² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve a ₂ =26°, L/W=3 ve a ₂ =23° için yılın günlerine göre değişimi	89
Şekil 4.62	400 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	91
Şekil 4.66	300 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	94
Şekil 4.67	300 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	94
Şekil 4.68	300 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	95
Şekil 4.69	300 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve a ₂ =12° için yılın günlerine göre değişimi	96
Şekil 4.70	250 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	97
Şekil 4.71	250 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	97
Şekil 4.72	250 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	98
Şekil 4.73	250 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve a ₂ =14° için yılın günlerine göre değişimi	99
Şekil 4.74	200 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	100
Şekil 4.75	200 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	100

Şekil 4.76	200 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	101
Şekil 4.77	200 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=12^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	102
Şekil 4.78	150 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	103
Şekil 4.79	150 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	104
Şekil 4.80	150 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	105
Şekil 4.81	150 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 ve $a_2=13^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	105
Şekil 4.82	100 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	107
Şekil 4.83	100 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	107
Şekil 4.84	100 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	108
Şekil 4.85	100 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve $a_2=12^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	109
Şekil 4.86	50 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	110
Şekil 4.87	50 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	111
Şekil 4.88	50 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	112
Şekil 4.89	50 m ² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4, L/W=3 ve $a_2=14^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	113
Şekil 4.90	400 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	114
Şekil 4.91	400 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	114

Şekil 4.92 400 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	115
Şekil 4.93 400 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=42^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	116
Şekil 4.94 300 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	117
Şekil 4.95 300 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	117
Şekil 4.96 300 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	118
Şekil 4.97 300 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=34^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	119
Şekil 4.98 250 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	120
Şekil 4.99 250 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	121
Şekil 4.100. 250 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	121
Şekil 4.101. 250 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=30^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	122
Şekil 4.102 200 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	123
Şekil 4.103 200 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	124
Şekil 4.104. 200 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	125
Şekil 4.105 200 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=31^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	125
Şekil 4.106 150 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	127
Şekil 4.107 150 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	127

Şekil 4.108. 150 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	128
Şekil 4.109 150 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 ve $\alpha_2=30^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	129
Şekil 4.110 100 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-I.....	130
Şekil 4.111 100 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-II	130
Şekil 4.112. 100 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	131
Şekil 4.113 100 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve $\alpha_2=29^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	132
Şekil 4.114 50 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	133
Şekil 4.115 50 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	134
Şekil 4.116. 50 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	135
Şekil 4.117. 50 m ² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=2 ve $\alpha_2=22^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	135
Şekil 4.118 400 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	137
Şekil 4.119 400 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	137
Şekil 4.120 400 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $\alpha_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	138
Şekil 4.121 300 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	139
Şekil 4.122 300 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	140
Şekil 4.123 300 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $\alpha_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	140

Şekil 4.124	250 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	141
Şekil 4.125.	250 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	142
Şekil 4.126.	250 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=35^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	143
Şekil 4.127	200 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	144
Şekil 4.128.	200 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	145
Şekil 4.129	200 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=35^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	145
Şekil 4.130	150 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	146
Şekil 4.131.	150 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	147
Şekil 4.132	150 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 ve $a_2=34^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	148
Şekil 4.133	100 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	149
Şekil 4.134.	100 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	150
Şekil 4.135	100 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve $a_2=29^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	150
Şekil 4.136	50 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi.....	151
Şekil 4.137.	50 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	152
Şekil 4.138.	50 m ² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4, L/W=3, ve $a_2=22^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	153
Şekil 4.139	400 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1	154

Şekil 4.140	400 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2	154
Şekil 4.141	400 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	155
Şekil 4.142	400 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	155
Şekil 4.143	300 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi.....	156
Şekil 4.144	300 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi.....	156
Şekil 4.145	300 m ² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	157
Şekil 4.146	250 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	158
Şekil 4.147.	250 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	158
Şekil 4.148.	250 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	159
Şekil 4.149	200 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	160
Şekil 4.150.	200 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	160
Şekil 4.151	200 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	161
Şekil 4.152	150 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	162
Şekil 4.153.	150 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	162
Şekil 4.154	150 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	163
Şekil 4.155	100 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	164

Şekil 4.156.	100 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	164
Şekil 4.157	100 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve $\alpha_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	165
Şekil 4.158	50 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi	166
Şekil 4.159.	50 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi	166
Şekil 4.160.	50 m ² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4, L/W=3, ve $\alpha_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi	167
Şekil 4.161.	İki katlı 4 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	168
Şekil 4.162.	Dört katlı toplam 8 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	169
Şekil 4.163.	Dört katlı toplam 16 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	170
Şekil 4.164.	Altı katlı toplam 12 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	170
Şekil 4.165.	Altı katlı toplam 24 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	171
Şekil 4.166.	Sekiz katlı toplam 16 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	172
Şekil 4.167.	Sekiz katlı toplam 32 dairesi bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi.....	172
Şekil 5.1.	İncelenen sera tiplerinin optimum boy en oranı ve optimum sera azimut açılarında almış oldukları dönemlik ışıının karşılaştırılması.....	176
Şekil 5.2.	İncelenen sera tiplerinin kendileri için belirlenen optimum boy en oranlarındaki optimum sera azimut açılarının değişimi	178
Şekil 5.3.	İncelenen konut tiplerinin optimum bina azimut açılarında almış oldukları dönemlik ve yıllık ışıının karşılaştırılması	180

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Dünya-Güneş Mesafesinin Bazı Aylar İçin Değeri	18
Çizelge 3.2 Eğik düzleme güneş ışınları ilk ve son geliş açıları.....	23
Çizelge 3.3 Çalışma kapsamında yazılan program	40
Çizelge 3.3 devam.....	41
Çizelge 4.1. 400 m ² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	65
Çizelge 4.2. 400 m ² sera için uygun ölçüler (L/W=10)	65
Çizelge 4.3. 300 m ² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	68
Çizelge 4.4. 300 m ² düz sera için uygun ölçüler (L/W=10)	70
Çizelge 4.5. 250 m ² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	71
Çizelge 4.6. 250 m ² sera için uygun ölçüler (L/W=10)	73
Çizelge 4.7. 200 m ² sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	75
Çizelge 4.8. 200 m ² sera için uygun ölçüler (L/W=8)	78
Çizelge 4.9. 150 m ² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	79
Çizelge 4.10. 150 m ² sera için uygun ölçüler (L/W=6)	82
Çizelge 4.11. 100 m ² sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	83
Çizelge 4.12. 100 m ² düz sera için uygun ölçüler (L/W=4)	85
Çizelge 4.13. 50 m ² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	86
Çizelge 4.14. 50 m ² sera için uygun ölçüler (L/W=4, L/W=3)	89
Çizelge 4.15. 400 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	90
Çizelge 4.16. 400 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)	92
Çizelge 4.17. 300 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	93
Çizelge 4.18. 300 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)	95
Çizelge 4.19. 250 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	96
Çizelge 4.20. 250 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)	98
Çizelge 4.21. 200 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	99
Çizelge 4.22. 200 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=8)	102
Çizelge 4.23. 150 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	103
Çizelge 4.24. 150 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=6)	105
Çizelge 4.25. 100 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	106

Çizelge 4.26. 100 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=4)	109
Çizelge 4.27. 50 m ² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	110
Çizelge 4.28. 50 m ² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=4 ve L/W=3).....	112
Çizelge 4.29. 400 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	113
Çizelge 4.30. 400 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10).....	115
Çizelge 4.31. 300 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	116
Çizelge 4.32. 300 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10).....	118
Çizelge 4.33. 250 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	120
Çizelge 4.34. 250 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10).....	122
Çizelge 4.35. 200 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	123
Çizelge 4.36. 200 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=8).....	125
Çizelge 4.37. 150 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	126
Çizelge 4.38. 150 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=6).....	128
Çizelge 4.39. 100 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	129
Çizelge 4.40. 100 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=4).....	131
Çizelge 4.41. 50 m ² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri.....	132
Çizelge 4.42. 50 m ² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=5).....	134
Çizelge 4.43. 400 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	136
Çizelge 4.44. 300 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	138
Çizelge 4.45. 250 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	141
Çizelge 4.46. 200 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	143
Çizelge 4.47. 150 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	146
Çizelge 4.48. 100 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	148
Çizelge 4.49. 50 m ² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri	151
Çizelge 5.1. İncelenen sera tipleri için optimum oranlar, optimum sera azimut açıları ve toplam güneş ışınlımları.....	174
Çizelge 5.2. İncelenen bina tipleri için optimum bina azimut açıları ve toplam güneş ışınlımları	179

1 GİRİŞ

İnsanoğlu teknolojideki gelişmelerle birlikte sürekli olarak hayat standardını ve konforunu yükseltmek için çaba sarf ederken buna paralel olarak enerjiye olan bağımlılığını da artırmaktadır. Bununla birlikte enerji kaynaklarına olan talebimiz artarken birincil enerji kaynağı olarak kullandığımız fosil kökenli yakıtların yeryüzündeki rezervleri de hızla azalarak tükenme noktasına gelmekte ve fiyatları her geçen gün daha da yükselmektedir. Bunun yanında milenyum çağını yaşadığımız şu günlerde dünya üzerindeki yaşamın devamı için enerjiyi kullanmak toplumların ayakta kalabilmesi için oksijen kadar gerekli hale gelmiştir.

Bu sorunun çözümü için gidilebilecek iki yol vardır. Bunlardan birincisi mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla, konvansiyonel enerji dönüşüm sistemlerinin geliştirilmesi ve yeni sistemler türetilerek verimlerinin artırılmasıdır. Bu anlamda kojenerasyon sistemleri güzel bir örnek teşkil etmektedir.

İkinci yol ise alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, verimlerinin artırılması ve kullanımının yaygınlaştırılması için çaba sarf etmektir. Alternatif enerji kaynaklarının içinde en yaygın olarak kullanılan güneş enerjili ısıtma sistemleridir ve güneş enerjili ısıtma sistemleri de çoğunlukla sıcak su temini için kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden dolaylı olarak yararlanılabileceği gibi direkt olarak da faydalanılabilmektedir (Çakır vd. 2011a).

1.1 Güneş Enerjisi

Güneş, dünya üzerinde yaşayan tüm canlılar için temel bir enerji kaynağıdır. Bugün kullanılan çeşitli enerji kaynaklarının büyük kısmı, güneşin sebep olduğu olaylar sonucu ortaya çıkmaktadır. Günlük güneş enerjisi ile dünya aydınlatılabilmekte, yağışlar ile su döngüsü sağlanabilmekte ve en önemlisi de fotosentez ile canlı yaşamı sürdürülebilmektedir. Dünya üzerinde hali hazırda kullandığımız, gerek yenilenebilir ve

gerekse fosil kökenli bütün enerji türlerinin neredeyse hepsinin güneş enerjisi kaynaklı olduğu ya da çeşitli yollarla güneş enerjisine bağlı olan enerji türleri olduğu kabul edilmektedir (Çakır ve Çomaklı 2010a). Örneğin enerjisinden faydalandığımız rüzgârların ya da deniz dalgalarının oluşumunun temel kaynağı güneştir. Bunun yanında doğal ve organik olaylar sonucunda oluşan petrol ve doğalgaz gibi fosil kökenli yakıtların oluşması için de güneş enerjisi gerekmektedir. Hayati önemdeki bu yıldızın endüstriyel manada enerji üretimi açısından da önemi oldukça büyüktür (Anonim-a 2012).

Kaynaklara göre, ilk defa Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere koyarak güneş ışığının içeri girmesine ve kuzey tarafını yüksek yaparak rüzgârın önlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Archimedes'in (M.Ö. 250) iç bükey aynalarla güneş ışığını odaklayarak Sirakuza'yı kuşatan gemileri yaktığı iddia edilmektedir. Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar 1600 yılında Galile'nin merceği bulmasıyla yön değiştirmiş ve artmıştır. İlk defa Fransa'da, 1725 de, Belidor tarafından güneş enerjisi ile çalışan bir pompa yapılmıştır. Belidor güneş pompasında, gündüzleri bir kap içindeki hava ısınarak genişlemekte bunun sonucu suya bir kuvvet uygulamakta, tek yollu valf açılarak, su depoya dolmaktadır. Kap geceleri soğuduğu veya gündüzleri soğutulduğu zaman, kap içindeki basınç atmosfer basıncının altına düşmekte ve diğer valf açılmakta su kaba dolmaktadır.

Fransız bilim adamı Mouchot 1860 da parabolik aynalar yardımıyla güneş ışığını odaklamış ve küçük bir buhar makinası yapmış güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deneyler yapmıştır. Güneş enerjisi ile ilgili ilk kitap da 1869 da "La Chaleur Solaire et Ses Application Industrielles" ismiyle Mouchot tarafından hazırlanmıştır. Mouchot 1878 yılında yine ilk defa güneş enerjisi ile çalışan bir soğutucuda bir blok buz üretmeyi başarmıştır.

Güneş enerjisi ile çalışan, iş yapan akışkanın hava olduğu bir makine 1868 de Ericsson tarafından geliştirilmiştir. Bu yıllarda güneş enerjisi konusundaki çalışmalar yoğunlaşmış, tatlı su elde edilmesi ve güneş ocakları konusunda çok sayıda çalışma

yapılmıştır. Adams, Hindistan'da yedi askerin yemeğini, en soğuk ay sayılan Ocak ayında, konik yansıtıcı güneş ocağıyla iki saatte pişirmiştir. Shuman ve Boys, 1913 de parabolik aynalar yardımıyla bir buhar üreticisi yapmışlar ve bundan faydalanarak Nil nehrinden su çeken 50 BG gücündeki su pompasını çalıştırmışlardır.

Birinci dünya savaşı ve sonrasında, petrolün önem kazanmasıyla güneş enerjisine yönelik çalışmalar araştırma düzeyinde kalmıştır. 1930 yılından sonra pasif sistemlerle ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmışsa da araştırma kurumlarının dışına çıkamamıştır. Güneş enerjisinin bugünkü anlamda önem kazanması daha çok 1973 deki dünya enerji kriziyle olmuştur. Günümüzde, güneş enerjisinden birçok alanda yararlanılmakta ve her geçen gün faydalanma alanı artmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

1.2 Güneş Mimarisi ve Yapılarda Güneş Enerjisi

Yeryüzündeki tüm yapılarda güneş enerjisinden yararlanarak pasif ısıtma ve soğutma işlemleri uygulanabilmektedir. Söz konusu yapıların ve güneş enerjisinden yararlanılan sistemlerin tasarımında öncelikle faydalanılabilir güneş ışınımının bilinmesi gerekmektedir. Toplayıcıların tasarımı, binalarda aydınlatma yükünün ve güneşten kazanılan ısı enerjisinin belirlenmesi, güneş fırınlarının hesabı ve seraların güneşlenme oranları gibi parametreler yeryüzüne ulaşan ışınım miktarlarına göre belirlenmektedir.

İklimlerin oluşmasında etkili olan güneşin dünyaya geliş açısının sürekli olarak değişmesi olayı mimari tasarımda akılcı bir şekilde kullanılarak binalarda yaz ve kış için ısı açıdan en uygun koşullar sağlanabilmektedir. Kış güneşinin yatık, yaz güneşinin ise daha dik gelmesi, kuzey yarım kürede güneye bakan yüzlerin kışın daha fazla güneş ışınımı almasını, yazın da kolay bir şekilde korunmasını sağlamaktadır. Bu nedenle güneye bakan cepheler mimaride değerli cepheler olmaktadır.

Başta konutlar olmak üzere ülkemizde tasarlanan ve inşa edilen birçok binanın tasarımında maalesef güneşten kazanılan ısı enerjisi dikkate alınmamaktadır. Bu konu özellikle küçük ölçekli firmaların tasarladığı ya da bireysel olarak inşa edilen binalarda

tamamen ihmal edilmektedir. Bir önceki bölümde de bahsedildiği gibi bu tip binalarda gerek fiyatlandırmada ve gerekse binanın bölümlerine olan talepte güneşe bakan yüzeyler oldukça farklı değerlendirilmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983).

Bu gibi binaların tasarımında binanın tamamının bir tek sistem gibi düşünülmesi gerekmektedir. Binanın boyutlandırılması ve yönlendirilmesi işleminde binanın tamamının güneşten ne kadar fazla oranda faydalanacağını öne çıkarılması gerekmektedir. Genellikle binalarda kış aylarında güneşten daha fazla ısı kazanımı çok fazla önemsenmektedir. Ancak bunun yanında, binalar tarafından yaz aylarında mümkün olduğu kadar az ısı kazanılması da ihmal edilmemesi gereken ve aynı derecede öneme sahip olan bir konudur. Çünkü binalarda yaşayanların konforu için bu da çok önemlidir. Eğer tasarlanacak olan bina tek bir sistem gibi düşünülürse binanın boyutları da toplanan güneş ışıınının büyüklüğünün ya da azlığının belirlenmesi açısından oldukça önem arz eder hale gelmektedir.

1.3 Seralar ve Güneş Enerjisi

Seralar, bitki yetişmesine uygun şartların sağlanması amacı ile çevre şartları kontrol edilebilen veya düzenlenen cam, plastik, fiberglas gibi ışığı geçiren materyallerle örtülü yapı veya yapı elemanları olarak bilinmektedir. Seralar iklime bağlı kalmadan, bütün yıl boyunca ekonomik olarak bitkilerin üretilebileceği tesisler olarak tanımlanmaktadır.

Sera farklı şekillerde tanımlanabilir. İklimle ilgili olarak çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve hava gibi etmenler denetim altında tutularak bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek korumak veya sergilemek amacıyla cam ya da plastik gibi ışık geçebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerde yapılan yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliği olarak da tanımlanmaktadır (MEGEP 2007).

Dünya ülkeleri arasında sera yetiştiriciliği en çok ABD, Japonya ve Hollanda'da yapılmaktadır. ABD'de sera yetiştiriciliği en çok Kaliforniya, Florida'da yapılmakta

olup %39'unu cam seralar oluşturmaktadır. Seraların % 78'i çiçekçilikle uğraşmaktadır. Avrupa'da ise Hollanda, sera yetiştiriciliği bakımından ilk sırada yer alır. Soğanlı ve yumrulu çiçek üretiminde öncelik yapmaktadır. İspanya, Fransa ve İtalya gibi ülkelerde de plastik seralar kullanılmaktadır (Anonim-b, 2012)

1.3.1 Sera yerinin seçiminde etkili olan faktörler

Bitkilerin normal olarak yetişip gelişebilmesi için uygun çevre koşullarına gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle sera planlaması yapılırken çevre koşulları bilinmelidir. Işık, yeşil bitkilerin gelişmelerinde temel faktörlerden biri olup bitkiler, fotosentez yaparken güneş ışığından yararlanmaktadır. Bitkiler ancak ışık enerjisi olduğu zamanlarda havanın karbondioksiti ile bünyelerindeki suyu birleştirerek karbonhidratların oluşumunu sağlamaktadırlar. Bitkilerin optimum gelişme sağlayabilmeleri için bitki yetiştirecek bölgede güneşlenmenin istenilen düzeyde olması gerekmektedir. Her bitkinin, gelişme sırasında güneşlenme miktarı farklı olmaktadır. Güneşlenme oranı arttıkça bitki gelişmesi de artmaktadır. Ülkemizde ışıklandırma yönünden hemen hemen her yerde sera yapımı mümkün olmaktadır.

Sera içinde arzu edilen sıcaklığın elde edilmesinde, çevre sıcaklığı önemlidir. Genellikle Kış ayları ılık geçen yerler tercih edilmekte olsa da Bayburt gibi bahar ve yaz sezonlarının ılık geçtiği bölgelerde de kullanılabilirler. Soğuk mevsimlerde, özellikle geceleri seraların ısıtılması gerekmektedir. Ayrıca mikro klima yerler de sera kurmak için uygun alanlar olarak gösterilmektedir (Anonim-c 2012).

1.3.2 Sera tipleri

Seralar çeşitli bitkilerin yetişme, büyüme ve gelişmelerini engelleyen çevre koşullarında bile en uygun bitki gelişme ortamlarını sağlamak amacıyla planlanmaktadır. Sera tiplerinin seçiminde ve planlanmasında en uygun gelişme etmenlerinin ne şekilde tasarlanacağı konusu da üzerinde durulması gereken bir noktadır.

Seranın kullanılma amaçları ekonomik yarar sağlamak, boş zamanları değerlendirmek, araştırma yapmak, çeşitli bitkileri sergilemek ve eğitim yapmak şeklinde sıralanabilmektedir. Özellikle ekonomik açıdan kurulan seralar kar amaçlı kuruldukları için genellikle büyük işletmelerdir; bunun yanında diğer amaçlarla kurulan seralar ise daha küçük işletmelerdir (Anonim-c, 2012).

2 KAYNAK ÖZETLERİ

Literatürde yapılan araştırmalarda güneş enerjisi ve seracılık hakkında pek çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar içinden bazıları aşağıda sunulmuştur.

Gupta *et al.* (2012) çalışmalarında, güneş ışıınımları ve seraları AutoCAD' ile oluşturdukları sanal ortamda üç boyutlu olarak tanımlamışlardır. AutoCAD programında var olan aydınlatma sistemini, güneş ışıınımları olarak algılatmışlardır. Tanımladıkları bu üç boyutlu ortamda seraların konumunu ve tasarımını değiştirerek karşılaştırmalar yapmışlardır.

Kılıç ve Öztürk'ün 1983'te yaptığı çalışma güneş ışıınımlarının yeryüzüne etkilerini hesaplarla analiz etmiştir. Çalışmalarında güneş açılarının tespiti yapılmış, günün saatlerinde, yılın günlerindeki dünyaya gelen güneş ışıınımlarının şiddeti analiz edilmiştir. Bahsi geçen Güneş Enerjisi eseri daha sonrasında pek çok çalışmaya ilham kaynağı olmuştur. Güneş açıları ile ilgili terimler bu eserdeki gibi kabul görmüştür.

Pucar (2001) çalışmasında, sera duvar ve çatı eğimlerinin güneş ışıınımlarını en fazla alacak şekilde hesaplanması üzerinde durmuştur. En ideal çatı ve duvar açısını tespit için çalışmalar yapmıştır. Çalışmalarında sera çatı ve duvarlarından içeri giren güneş ışıınımlarının, içeride karşı duvarlara yansıyarak yaptığı ısı etkisini arttırmaya çalışmıştır.

Sethi (2009) çalışmasında sera çeşitlerinin güneş ışıınımlarından en fazla yararlanılabilecek yön ve tasarım tespiti yapılmıştır. Çalışmada incelenen sera çeşitlerinin duvarları ayrı ayrı, güneş ışıınımları alma durumuna göre değerlendirilmiştir. Genel olarak kabul edilmiş 5 sera çeşidi için günün her saatinde alınan enerjiye göre incelenmiştir.

Gupta ve Tiwari (2005) çalışmalarında, seraların güneş ışıınım ve ısısından optimum şekilde yararlanabilmeleri için duvar ve çatılarının ışıınım alma ve ışıınım tutma durumlarını incelemişlerdir.

Tepe (1996) yaptığı çalışmada, Antalya ilinde güneş enerjisi kazanımı açısından en uygun sera yönünü simülasyon yöntemi ile belirlenmeye çalışmıştır. Antalya üzerine gelen güneş ışıınlarının geliş açısı ve anlık güneş radyasyon düzeyinin, değişik yönlerdeki seralar üzerindeki etkisi incelemiştir. Antalya ilindeki genel tarım mevsimi olan Kasım-Nisan ayları arasında gelen güneş ışıınımı göz önüne alınarak ideal sera yönü tespit edilmiştir.

Uçkan (2006) yaptığı çalışmada, Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsü ve Van şehir merkezinin güneş enerjisi potansiyelinin tespiti ve karşılaştırılması üzerine çalışmıştır. Aralarında 10 km mesafe olan bu iki ayrı bölgede yaptığı tespit ve karşılaştırma ile Van ilinin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koymaya çalışmıştır. Güneş ışıınımı ölçen araçlarla (piranometre, datalogger) yaptığı tespitte aradaki farkın çok büyük olduğunu bulmuştur. Bunun sebebinin de Van Gölü'nden yansıyan güneş ışıınımının Üniversite kampüsündeki ışıınımı arttırdığını belirlemiştir.

Abdel-Ghany ve Al-Helal (2010) çalışmalarında güneş ışıınımlarına maruz kalan sera içindeki etkileşimleri incelemiştir. Sera içi ve dışındaki ısı ve ışıınımların yansımaları dikkate alarak incelemelerini yapmıştır.

Soriano *et al.* (2004) yaptıkları çalışmalarında, sera çatılarının açılarının, güneş ışıınlarına göre en ideal ölçüsünü hesaplamışlardır. Çatıları üçgen olarak almış hesaplamalarını portatif seralarda deneyerek doğrulamışlardır.

Ekincek (2009) çalışmasında, o zamana kadarki sera yapım tekniklerini, tercih nedenlerin, sera çeşitlerini, yapım malzemelerini detaylı olarak incelemiş ve karşılaştırmıştır. Seralarda trombe duvarı kullanımının, diğer malzemelerden yapılan

seralardan 3,7 °C sıcaklığa karşılık gelecek kadar daha fazla ısındığını tespit etmiştir. Trombe duvarın seralarda ısınma maliyetini düşürdüğü sonucunu elde etmiştir.

Tokgöz (2006) yaptığı çalışmasında, toprak kaynaklı ısı pompaları, güneş enerjisinin sera ısıtmasında kullanım şekilleri, ısı enerji depolama sistemlerini ve güneş enerjisi ve ısı enerji depo destekli toprak kaynaklı ısı pompası sera ısıtma sisteminin enerji ve maliyet açısından uygulanabilir olup olmadığını incelemiştir. Çalışmasında farklı sistem tasarımları için sistem yatırım maliyetlerini ve geri ödeme süreleri ile ısı enerji deposunun ek kompresör işini karşılama oranları hesaplanmış ve sonuçlar grafikler ve tablolar halinde gösterilmiştir.

Sharma *et al.* (1998) çalışmalarında; sera çeşitlerinin gün içinde aldığı güneş enerjisi ve sera iç sıcaklık değişimlerinin hesaplamalarını yapmış ve grafiklerle anlatmıştır.

Tiwari *et al.* (1997) yaptıkları çalışmalarında, güneş ışınlarının, güneş enerjisinin gün içindeki yoğunluklarını deneysel ve sayısal etütlerle tespitinde bulunmuştur. Bu çalışmalarında yılın belli aylarını göz önüne almıştır.

Impron *et al.* (2007) yaptıkları çalışmada, düşük rakımlı arazilerde ter alan seraların içindeki iklimik yoğunluğun hesaplamaları üzerinde durmuştur. Havalandırma durumlarında bu seralarda oluşan terleme, sıcaklık yoğunluklarının ve değişikliklerinin hesaplarla tespitlerini yapmıştır.

Dragicevic (2011) Sırbistan'da yaptığı çalışmasında, bulunduğu yöre için seraların güneş ışınımından en fazla yararlanmalarını sağlayacak yön ve tasarımı hesaplamalarla tespit etmiştir. Kendi bulunduğu yörenin coğrafik koordinatlarını göz önüne alan Dragicevic, kendisinden önceki çalışmalardan faydalanarak hesaplamalar yapmıştır.

Dayioğlu (1991) çalışmasında, kolektör-toprak altı ısı eşanjörü-sera bileşenlerinden oluşan sistemlerin elemanlar arası etkileşimlerini, gündüz ve gece periyotları için incelemiştir.

Gediz (2004) yaptığı çalışmasında, İzmir İleri teknoloji Enstitüsü yerleşke alanı içerisindeki yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak sıfır enerjili bina olarak tanımlanan bir binanın tasarımının yapılmasını amaçlamıştır. Binanın ısıtmasını yakındaki, bir jeotermal kaynaktan gelen 35⁰C sıcaklığındaki su ile sağlamayı tasarlamıştır. Binanın elektrik ihtiyacını, çatısına kurulan güneş panelleri ve rüzgâr türbininden sağlamaya çalışmıştır. Bina güneş mimarisine olabildiğince uygun hale getirilmeye çalışılmıştır.

Li et al. (2000) yaptıkları çalışmada, güneş ışınlarının bitki yaprakları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Güneş ışınlarının azimutal yönlerden bitkilere etkileri deneyler yapılarak incelenmiştir. Sera içinin değişik yönden havalandırmaları ve gölgelenmeleri deneyler içinde yer almıştır.

Al Helal ve Abdel Ghany (2010) çalışmalarında, Arap Yarımadasında, kurak iklimdeki seraların iç ve dış durumlarını incelemişlerdir. Söz konusu bölgenin toprak, güneş ışını alımı, bitkilerin durumu incelenmiştir. Yine bu çalışmada da seraların güneşe göre yönlerinin optimizasyonu ele alınmıştır.

Sethi ve Sadhna Arora (2009) yaptıkları çalışmalarında, geleneksel düz bir seranın kuzey duvarına yansıtıcı yerleştirerek içeriye gelen güneş ışınlarının etkisinin kontrolünü sağlamaya çalışmışlardır. Daha çok kurutmalık bitki tohumları üzerinde

Vanthoor *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada, sera veriminin artırılması için, olması gereken sera içindeki CO₂ oranının bulunması ve bu düzeyin ideal durumunun hesaplanmasını gerçekleştiren algoritmik programlama üzerinde durmuştur. Sera içinde alüminyum duvarlar kullanarak bu ideal CO₂ oranını sağlamaya çalışmıştır.

Sethi (2009) yaptığı çalışmasında, seraların iç tasarımı üzerinde durmuştur. Sera içindeki bitkileri, gölgeleri birbiri üzerine düşmeyecek kuzey duvarındaki raflara yerleştirmiştir. Bu sayede bitkilerin güneş ışınlarından daha fazla yararlanmasını sağlamıştır. Böylelikle sera kapasitesini arttırmıştır.

Gupta ve Chandra (2002) yaptıkları çalışmalarında, sera çeşitlerini güneşten faydalanma yönünden incelemiş ve yeni bir sera tasarımı üzerinde durmuştur. Seraların daha verimli olabilmesi için optimum ölçüleri tespit etmeye çalışmıştır.

Tiwari *et al.* (2003) çalışmalarında, düz, eğik, asma, elips, kemer sera çeşitlerinin optimum çatı açıları ve ebatlarını AutoCAD programı ile yaptıkları üç boyutlu tanımlamalar ile tespit etmeye çalışmışlardır. Seraların kuzey duvarlarına güneş ışınlamalarını arkadaki serada enerji kaybına uğramadan içeri yansıtacak bir duvar yerleştirmeyi tasarlamışlardır.

Dragicevic ve Vučković Nikola (2007) yaptıkları çalışmalarında, sera ve ev çatılarının tasarımlarının güneş enerjisi kayıplarını incelemiş, kayıpların en aza indirgenmesi için sera ve bina çatılarının ve yönlerinin doğru belirlenmesine çalışmıştır.

Djevic ve Dimitrijevic (2008) yaptıkları çalışmalarında, Sırbistan bölgesi için kış döneminde marul yetiştiriciliğinin veriminin artması amacıyla sera tasarım ve konstrüksiyonu değişiklikleri üzerinde durmuştur. Tünel sera olarak da adlandırılan kemer, elips seraların optimum ebatları üzerinde çalışmıştır.

Tong *et al.* (2009) Çin’de yaptıkları çalışmalarında, sera içindeki bitkileri etkileyen güneşe ait iç ve dış parametreleri inceleyerek optimum seviyelere getirmeye çalışmışlardır.

Gupta ve Tiwari, (2002) yaptıkları çalışmalarında, sera içindeki güneş ışınlarından kaynaklanan sıcaklığın tesbitini yapmaya çalışmışlardır. Oluşturdıkları bir kemer sera içine bir su tankı yerleştirmiş ve bu tank içindeki suyun sıcaklığını ölçerek bu tespiti

yapmaya çalışmışlardır. Suyun sıcaklığını günün ve yılın periyodik zamanlarına göre incelemişlerdir. Seranın duvar ve çatı açılarını da, güneş ışınlarını daha iyi alabilmesi için optimum ölçülere çekmişlerdir.

Janjai *et al.* (2009) çalışmasında; soyulmuş longan ve muz bitkilerinin kurutulması için, fan ile havalandırılan bir sera tasarlamışlardır. Bu kurutma işlemini deneysel olarak ve simülasyon ortamında incelemişlerdir. Beton zemin üzerine polikarbonat levhalarla kaplı bir parabolik çatı yapısı oluşturmuş, seranın bir duvarın alttan açık bırakıp, karşı duvarına 50W gücünde fanlar yerleştirmişlerdir. Alt taraftan gelen hava, karşı duvardaki fanlar yardımıyla sera içinde sirküle olmaktadır. Güneşin içerideki havayı ısıtması ve oluşturulan söz konusu hava akımı sayesinde kurutma işlemleri için ideal ortam oluşturulmuştur. Kurutma işlemi 5-6 günden, 3 güne indirilebilmiştir. Janjai ve arkadaşları söz konusu çalışmayı, CompaqVisual FORTRAN sürüm 6.5. ortamında modellemişlerdir.

3 MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Bayburt koşullarına uygun farklı tipteki seraların, ilde seracılığın yapıldığı dönemlerde, güneşten direk olarak en fazla ışıınımı alabileceği, boyutların ve yönlendirmelerin tahmin edildiği sayısal bir model geliştirilmiştir. Tahmin etme süreci bir optimizasyon problemi olarak düşünülmüş ve sayısal model buna uygun olarak MATLAB programı ortamında oluşturulmuştur. Çalışmanın ikinci kısmında ise aynı sayısal model Bayburt ilindeki konut binaları için de uygulanmıştır.

3.1 Araştırmanın Yeri

Bayburt ili 40 derece 37 dakika Kuzey Enlemi ile 40 derece 45 dakika Doğu boylamı, 39 derece 52 dakika Güney enlemi ile 39 derece 37 dakika batı boylamları arasında yer almaktadır. Doğusunda Erzurum, batısında Gümüşhane, kuzeyinde Trabzon ve Rize, güneyinde Erzincan illeri ile çevrili olup, Anadolu'nun kuzey doğusunda Çoruh Nehri kenarında ve denizden 1550 m yükseklikte kurulmuş 3739 km² yüzölçümüne sahip bir ildir. Bayburt ve çevresi yeryüzü şekilleri bakımından genel olarak üç bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin birincisini sahanın batı yarısını oluşturan Bayburt ovası, ikincisini akarsuların oluşturduğu vadiler ve üçüncüsünü de yörenin etrafını çevreleyen ve doğu yarısında yer tutan dağlık alanlar oluşturmaktadır.

Yaklaşık olarak 900 km²'yi bulan Bayburt ovası, esas itibariyle dört bölümden oluşmaktadır. Güneydoğu bölümünü oluşturan Keçevi düzü 1600 – 1750 metreler arasında, batı kesiminde yer alan Mormuş düzlüğü 1550 – 1600 metreler arasın yer tutmaktadır. Üçüncü bölümü oluşturan Aydın-tepe ovası, kuzeyde yer almaktadır. Dördüncü bölümü ise kuzeydoğuda Değirmencik suyu ile Çoruh nehrinin birleştiği kesimde, Bayburt şehrinin kuzeyinde yer alan Düze-ker ovası oluşturmaktadır.

Bayburt'ta doğu Karadeniz iklimi ile doğu Anadolu iklimi arasında, karasal özellikleri ağır basan bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak,

kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Ancak, gerek ortalama yüksekliğin azlığı, gerekse vadiler sisteminin oluşturduğu mikro klima ortamı sayesinde Doğu Anadolu'ya göre iklim yumuşaktır. Yaz günleri genellikle Mayıs – Eylül ayları arasında kendini göstermektedir. Bayburt'ta yağışlı gün sayısı yaklaşık 102 ve ortalama yağış miktarı ortalama 433,4 mm'dir. En yüksek sıcaklık 36,2 °C (20.07.1962) ve en düşük sıcaklık – 26,2 °C (29.01.1964), ortalaması ise 7 °C olarak bildirilmektedir..

Bitki örtüsü açısından çeşitlilik göstermesine rağmen, zengin değildir. İl arazisinin %27'si ekilebilir arazi, %2'si Çayır, %3'ü Orman, %49'u Mera ve yayla, %19'u ise kayalık ve bozkırdır (Anonim-d).

3.2 MATLAB Programı

MATLAB yüksek seviyeli bir teknik programlama dili olmasının yanında algoritma geliştirme, verilerin görselleştirilmesi, veri analizi ve sayısal hesaplamalar için etkileşimli bir yazılım paketidir. MATLAB ile teknik hesaplama problemleri, C,C++ ve Fortran gibi geleneksel programlama dillerinden daha hızlı bir şekilde çözülebilmektedir. MATLAB yazılımının birçok alanda uygulamaları vardır. İçerdiği “toolbox” adı verilen paketler aracılığıyla sayısal işaret işleme, kontrol tasarımı, test ve ölçüm, finansal modelleme ve analiz, haberleşme gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

MATLAB adı, MATrix LABoratory (Matrix Laboratuvarı) kelimelerinden gelir. MATLAB, ilk olarak Fortran Linpack ve Eispack projeleriyle geliştirilen ve bu programlara daha etkin ve kolay erişim sağlamak amacıyla 1970'lerin sonlarında yazılmıştır. İlk başlarda bilim adamlarına problemlerin çözümüne matris temelli teknikleri kullanarak yardımcı olmaktadır. Bugün ise geliştirilen yerleşik kütüphanesi ve uygulama ve programlama özellikleri ile gerek üniversite ortamlarında (başta matematik ve mühendislik olmak üzere tüm bilim dallarında) gerekse sanayi çevresinde yüksek verimli araştırma, geliştirme ve analiz aracı olarak yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Ayrıca işaret işleme, kontrol, fuzzy logic, sinir ağları, wavelet analiz gibi birçok alanda ortaya koyduğu Toolbox adı verilen yardımcı alt programlarla da

özelleştirilmiş ve kolaylaştırılmış imkanlar sağlamış ve sağlamaya da devam etmektedir.

MATLAB, temel olarak 5 ana kısımdan oluşur: Ortam Geliştirme (MATLAB masaüstü ve komut penceresi, komut Geçmişi, yardım, çalışma alanı, dosyalar vb), Matematiksel Fonksiyon Kütüphanesi (standart sapma, sinüs, cosinüs ve complex işlemlerden matris tersi alma, bessel fonksiyonları ve fast fourier dönüşümlere (FFT) kadar bir çok hesapsal algoritmalar), MATLAB Dili (Akış şemaları, çevrimler, giriş-çıkış dizgeleri, veri yapıları ve nesne yönelimli programlama vb), Handle Grafik Sistemi (iki ve üç boyutlu grafikler, görüntü işleme, animasyonlar vb), MATLAB Uygulama Programı Arabirimi-API (C ve Fortran dillerine uyarlanabilen programlar yazmayı ve MATLAB alanından iş programlarını çağırmaı sağlayan bir kütüphanedir).

MATLAB'ın yardımcı programlarından olan Simulink, en çok lineer olmayan dinamik sistemlerin simülasyonu için etkileşimli bir ortamdır. Ekran üzerinde blok diyagramlarıyla bir sistemi çizip modelleyebilir ve fare ile kontrol edebilirsiniz. Simulink, lineer, lineer olmayan, sürekli veya ayrık zamanlı sistemler ve çok değişkenli sistemlerle uyumlu çalışır. Blocksets, haberleşme, sinyal işleme ve güç sistemleri gibi özel uygulamalar için ilave blok kütüphaneleri eklemeyi sağlar. Real-time Workshop ise blok diyagramlarınızdan C kodu üretmenizi ve bunun çeşitli gerçek-zaman sistemlerinde çalışmasını sağlar (Balcı 2007).

3.3 Güneş Enerjisi Hesaplamaları

Güneş enerjisinden iyi bir şekilde yararlanabilmek için ilgili bölgedeki ve çalışılan zaman aralığındaki tüm güneş ışıınım özelliklerinin ve miktarının bilinmesi bir zorunluluktur. Bunun için de dünyanın kendi eksenini ve güneş etrafındaki hareketine ve konumuna bağılı olarak ilgili noktaya ulaşan güneş ışıınımının geliş açısının, güneşlenme süresinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan güneş enerjisi hesaplamalarının önemli bir kısmı Abdurrahman Kılıç ve Aksel Öztürk tarafından

yazılan ve 1983 yılında Kipaş tarafından basımı ve dağıtımı gerçekleştirilmiş olan Güneş Enerjisi isimli kitaptan yararlanılarak yapılmıştır (Kılıç ve Öztürk 1983).

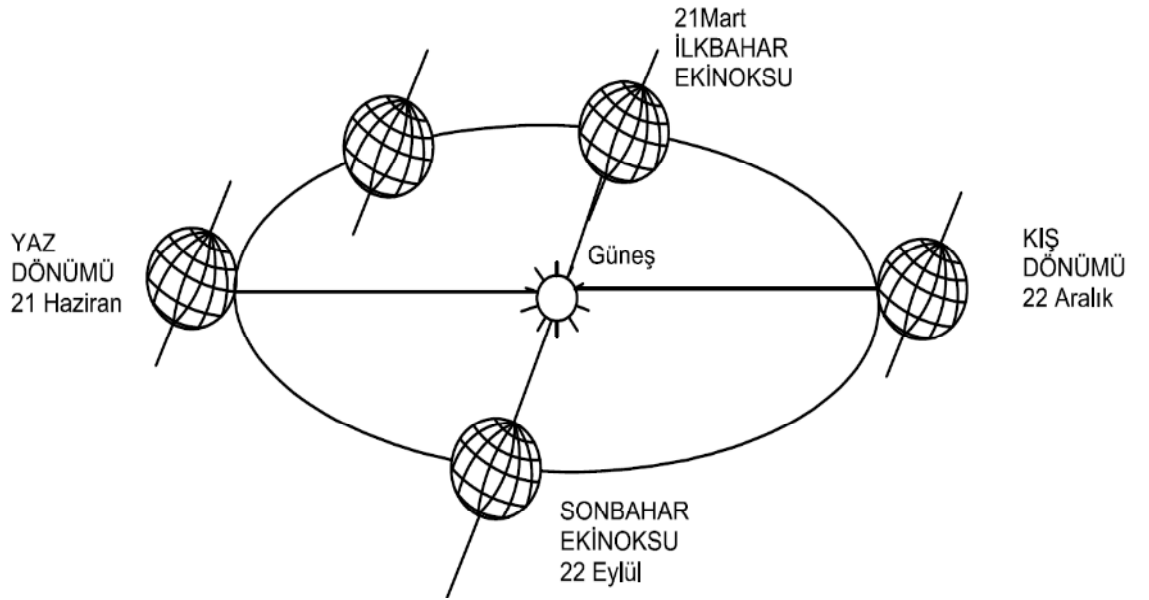
Güneş tarafından yayılan ışınlar öncelikle dünyanın atmosfer tabakasının dış yüzeyine kadar ulaşmaktadır. Atmosfer dış yüzeyine ulaşan güneş ışınlarının tamamı yeryüzüne ulaşamamaktadır. Bunun nedeni atmosferin sahip olduğu çeşitli tabakaların, güneş ışınlarının geçişini yansıtarak, yutarak ya da saçarak (ışınları dağıtarak) engellemesidir. Atmosferin en alt tabakası olan stratosferde ise hava durumuna göre (bulutlu hava, havadaki toz parçacıkları, havadaki nem miktarı vs.) yeryüzüne ulaşan ışıınım miktarı oldukça fazla değişim göstermektedir.

Tahmin edilebileceği gibi kuzey kutbu için atmosfer dışında bulunan herhangi bir yüzey sadece güneye dönük olup olmamasına, eğim açısına ya da yatay ve dikey olma durumlarına göre güneş enerjisinden farklı oranlarda faydalanacaktır. Dolayısıyla gerek yeryüzünde olduğu düşünölsün ve gerekse atmosfer dışında olduğu düşünölsün herhangi bir yüzeyin güneşten faydalanabilme kabiliyeti, yüzeyin bulunduğu enleme, boylam değerine, yılın ay, gün ve günün hangi saatinde olunduğuna göre değişiklik göstermektedir. Çünkü dünya sürekli olarak kendi etrafında ve güneşin etrafında dönme hareketi yapmaktadır. Bununla birlikte dünya ile güneş arasındaki mesafe de sürekli olarak değişmektedir (Çakır 2011b)

Yeryüzünde bulunan bir yüzeyin güneş enerjisinden yararlanabilme kabiliyeti ise yukarıda bahsedilen etkenlerin yanı sıra ilgili bölgenin iklim koşulları, havadaki nem oranı, hava kirliliği gibi nedenlere de bağlıdır (Çakır 2010b). Bu sebeplerden dolayı tam ve ayrıntılı bir güneş enerjisi hesabı yapılabilmesi, yılın tüm günleri için ayrı ayrı hesap yapılması ile gerçekleştirilebilir. Bu konu ile ilgili ilerleyen kısımlarda daha ayrıntılı bilgi verilmiştir.

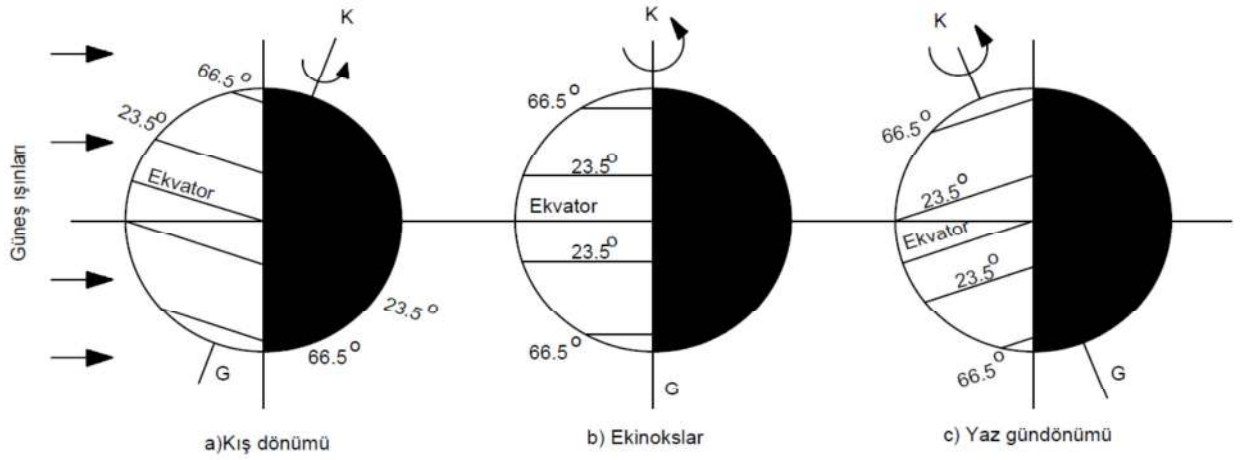
Her gezegen, güneş etrafında daireye yakın eliptik bir yörünge etrafında dönmektedir. Dünyamız bu dönmeyi 365.2564 günde tamamlamakta ve bu süreye güneş yılı denmektedir. Kepler kanununa göre, dünyamızın yörünge düzleminde dünya-güneş

vektörü eşit zamanlarda eşit alanlar taramaktadır. Dünya-güneş mesafesi değiştiğinden dolayı dünyanın yörünge hızı da periyodik olarak değişmektedir. Ayrıca dünya, yörünge düzleminin normalinden $23^0 27'$ açı yapan eksenini etrafında dönmektedir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de dünyanın, eğik eksenini ile güneş etrafında dönüşünün şeması görülmektedir. Eksenin eğikliği mevsimlerin meydana gelmesine, gece ve gündüz uzunluğunun değişmesine sebep olduğu gibi güneş doğrultusunun günlere göre değişmesine de sebep olmaktadır. (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2)



Şekil 3.1 Dünyanın güneş etrafında dönüşü

Dünyanın güneş etrafındaki ve kendi eksenini etrafındaki hareketleri göz önüne alındığında, genel olarak basitlik bakımından, dünya üzerindeki herhangi bir yerin enlem, boylam ve yüksekliği ile belirtilmesi ile polar koordinatlar kullanılarak güneşin gök küredeki hareketi yere göre incelenmektedir.



Şekil 3.2 Değişik zamanlarda dünyanın güneşe göre konumu

Dünya kutuplardan basık ve ekvator yarıçapı 6378 km kutup yarıçapı 6357 km küreye yakın bir şekildedir. Dünya ile güneş arasındaki ortalama mesafe 149.6×10^6 km'dir. Yörünge eliptik olduğundan ve güneş tam merkezde bulunmadığından dünya-güneş mesafesi sürekli olarak değişmektedir. Bu mesafe 4 Temmuzda maksimum (ortalama mesafeden % 1,7 kadar büyük) ve 3 Ocakta minimum (ortalama mesafeden % 1,7 kadar küçük) olmaktadır. Ortalama mesafe L_0 ve dünya-güneş uzaklığı L olmak üzere, L/L_0 ' ın bazı günler için değeri Çizelge 3.1 de verilmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983).

Çizelge 3.1 Dünya-Güneş Mesafesinin Bazı Aylar İçin Değeri

L/L_0		L/L_0	
Ocak	0.98334	Temmuz	1.01672
Şubat	0.98531	Ağustos	1.01495
Mart	0.99941	Eylül	1.00914
Nisan	0.99941	Ekim	1.00107
Mayıs	1.00770	Kasım	0.99239
Haziran	1.01413	Aralık	0.98598
$L_0 = 1.495985 \times 10^6$ km			

3.3.1 Güneş açıları

Dünya üzerindeki bir noktaya nazaran güneşin gökyüzündeki konumu, gün ve yıl boyunca süreklilik arz ederek değişmektedir. Gökteki yıldızların ve güneşin konumunu tayin etmek için, çok büyük yarıçaplı bir küre üzerinde noktalar şeklinde bulundukları kabul edilerek, Gök küre denilen bu küreden faydalanılmaktadır. Burada, güneşin yeryüzünde bir noktaya nazaran hareketini takip etmek için dünyanın merkez olduğu gök küre-ekvator sistemi kullanılacaktır (Şekil 3.3). Gök küre üzerinde güneşin yeri ve yeryüzündeki noktaya göre hareketi “güneş açıları” ile tayin edilmektedir.

3.3.1.a Esas Güneş açıları

Yeryüzündeki bir N noktasına gelen direk güneş ışınımı doğrultusu eğer o yerin enlemi (e), saat açısı (h) ve güneşin deklinasyon açısı (d) biliniyorsa tayin edilebilmektedir. Bu açılar esas güneş açıları olarak adlandırılmaktadır.

Enlem açısı e: Göz önüne alınan yeri (N) dünya merkezine (M) birleştiren doğrunun dünyanın ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Şekil 3.3’de NMN’ açısıdır. Ekvatordan itibaren kuzeye doğru (+) işareti ve güneye doğru (-) işareti ile ölçülür ve kuzey kutbu için $+90^0$ (K), güney kutbu için -90^0 (G) olur. Bu çalışmada, ayrıca K ile kuzey yarıküre ve G ile güney yarıküre belirtilecektir (Kılıç ve Öztürk 1983).

Saat açısı h: Göz önüne alınan yerin boylamı ile güneşi dünya merkezine birleştiren doğrunun, yani güneş ışınlarının belirttiği boylam (güneş boylamı) arasındaki açıdır. Güneşin ve göz önüne alınan noktanın ekvator düzlemindeki izdüşümleri ise Şekil 3.3’te gösterildiği gibi N’MG’ açısı saat açısıdır. Saat açısı, güneş boylamının göz önüne alınan yerin boylamı ile aynı olduğu güneş öğlesinden itibaren ölçülmektedir. Öğleden önceleri (-), öğleden sonraları (+) işareti alınmaktadır. Her 15^0 saat açısı (boylam farkı) zaman olarak 1 saate tekabül etmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983).

Deklinasyon açısı d: Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Şekil 3.3’de GMG’ açısıdır. Bu açı dünyanın dönme ekseninin, yörünge düzlemine normali ile yaptığı açı 27^0 27’lık açıdan ileri gelir. Ekinoks noktalarında (21 Mart ilkbahar ekinoksu (K), 22 Eylül sonbahar ekinoksu (K)) deklinasyon açısı sıfır olur ve gün dönümü noktalarında (21 Haziran yaz dönümünde 23.45^0 ve 22 Aralık kış gün dönümünde -23.45^0) mutlak değerce maksimum olmaktadır. Dünyanın güneş etrafındaki dönmesi bir yılda (365 günde) tamamlanmadığından deklinasyon açısı aynı bir günde her yıl çok az değişirse de pratik olarak belirli bir günde sabit kabul edilebilmektedir. Deklinasyon açısı “n” 1 Ocaktan itibaren gün sayısı olmak üzere deneysel Cooper (1969) formülü ile büyük doğrulukla bulunabilir (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$d = 23,45 \sin \left(360 \frac{(n+284)}{365} \right) \quad (3.1)$$

3.3.1.b Türetilmiş Güneş açıları

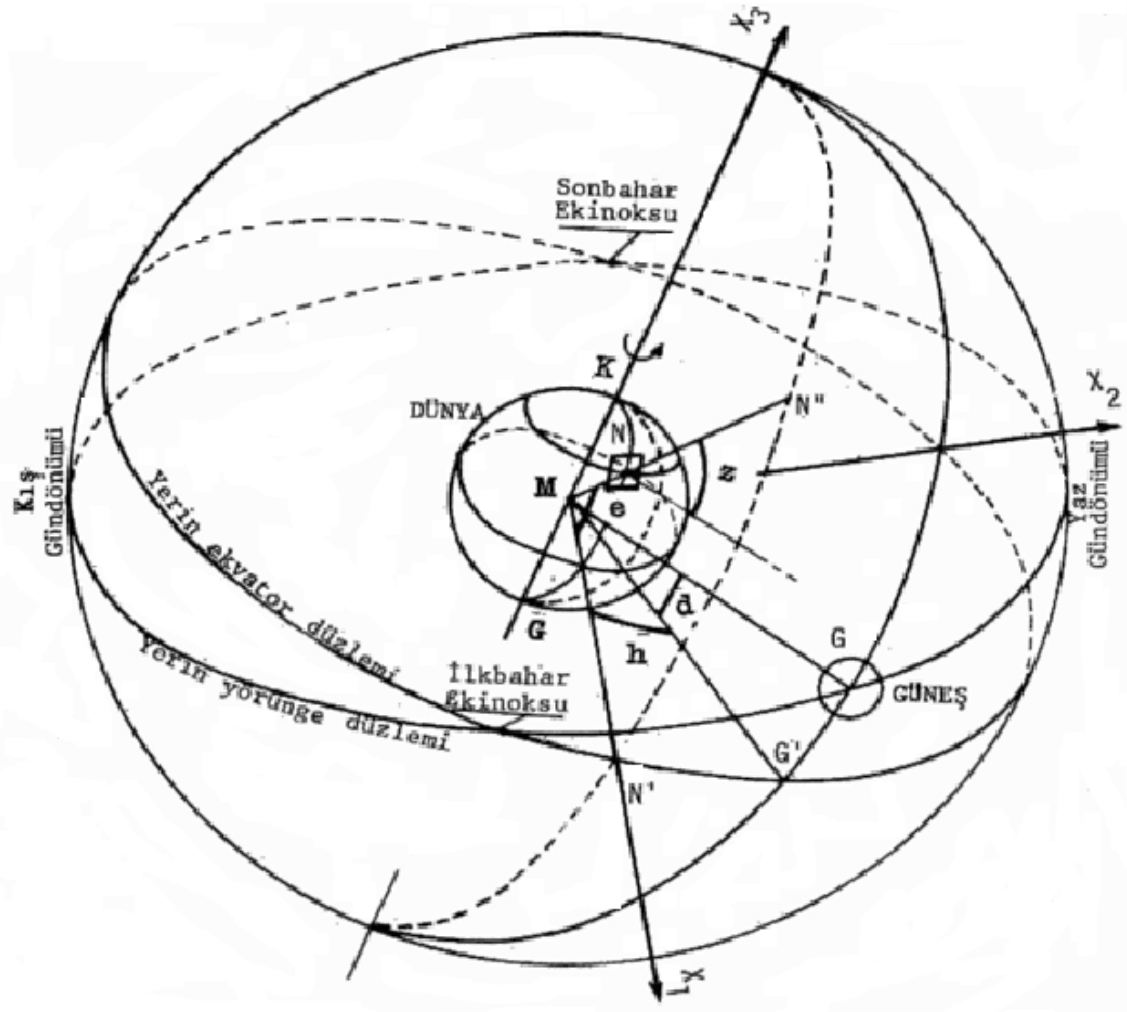
Zenit Açısı z: Direkt güneş ışınlarının (güneşin doğrultusunun) yatay düzlemin normali ile yaptığı açıdır. Diğer bir deyişle güneş ışınlarının yatay düzleme geliş açısıdır. Yatay düzleme güneş ışınları dik geldiği zaman $z=0^0$, (güneş zenitte iken) ve güneşin doğuşunda ve batışında $z=90^0$ olmaktadır. Zenit açısı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$\cos(z) = \cos(d) * \cos(e) * \cos(h) + \sin(d) * \sin(e) \quad (3.2)$$

Güneş Yükseklik Açısı y: Direk güneş ışınlarının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Açıkça anlaşılabileceği gibi yükseklik açısı zenit açısını 90^0 ye tamamlamaktadır. Böylece $\sin(y)=\cos(z)$ olmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

Güneş azimut açısı a_g : Güneşin doğrultusunun tam bilinmesi için, kutupsal koordinat sisteminde, azimut açısına da ihtiyaç duyulmaktadır. Güneşin azimut açısı bu çalışma kapsamında güneyden batıya doğru (+) ve güneyden doğuya doğru (-) olarak

alınmaktadır. Böylece yatay koordinat sisteminde zenit (veya yükseklik) açısı ile güneş doğrultusu tayin edilebilmektedir. Bu bakımdan bu açıların esas güneş açıları cinsinden bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 3.3 Gök kürede güneş açılarının tanımlanması ve önemli görüş açıları (Kılıç ve Öztürk 1983)

Güneşin doğduğu ve battığı anlarda güneş ışınları yatay düzleme paralel gelmektedir. Bu anlardan faydalanarak güneşin doğuş ve batış açısı “H” ve gün uzunluğu “Tg” aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$\cos(H) = -\frac{\sin(d)*\sin(e)}{\cos(d)*\cos(e)} = -\tan(d) * \tan(e) \quad (3.3)$$

$$T_g(\text{saat}) = \frac{2}{15} * H = \frac{2}{15} \arccos(-\tan(d) * \tan(e)) \quad (3.4)$$

Gün uzunluğu ekvatorda ($e=0$) daima 12 saat olmaktadır. Diğer yerlerde ise deklinasyon açısının 0° olduğu anlarda 12 saattir. Kuzey yarım kürede deklinasyon açısının pozitif değerlerinde kuzeye gidildikçe gün uzunluğu artmakta, deklinasyon açısının negatif değerlerinde ise gün uzunluğu azalmaktadır.

3.3.2 Eğik yüzey açıları

Eğik bir yüzeyin konumu yatay düzlemle yaptığı eğim açısı (s) ve yüzeyin normalinin yatay düzlemdeki izdüşümünün güneyden batıya doğru (+) ölçüldüğü yüzey azimut açısı (a) ile belirlenmektedir (Şekil 3.3). Eğik düzlemin normalinin yatay düzlemin normali üzerindeki izdüşümü $\cos(s)$ ve yatay düzlem üzerindeki izdüşümü $\sin(s)$ 'dir. Güneş geliş açısı “ g ” Güneş doğrultusunun herhangi bir eğik düzlemin normali ile yaptığı açıdır ve denklem 3.5 ile hesaplanmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$\begin{aligned} \cos(g) = & [\cos(d) * \cos(e) * \cos(h) * \cos(s)] + [\cos(a) * \cos(d) * \sin(e) * \cos(h) * \\ & \sin(s)] + [\sin(a) * \cos(d) * \sin(h) * \sin(s)] + [\sin(d) * \sin(e) * \cos(s)] - \\ & [\cos(a) * \sin(d) * \cos(e) * \sin(s)] \end{aligned} \quad (3.5)$$

Herhangi bir düzleme güneş ışınlarının ilk gelişi, gün doğuşu veya düzleme paralel geldiği ilk an, son gelişi ise gün batışı veya paralel geldiği son andır. Bir yüzeyin herhangi bir zaman dilimi içinde ya da güneş enerjisi miktarının hesaplanabilmesi için ilk güneş ışınının yüzeye geldiği andan itibaren son güneş ışının geldiği ana kadar ki tüm güneş ışınlarının verdiği enerjilerin toplanması gerekmektedir. Tüm gün gelen güneş ışınımının hesaplanabilmesi için de aşağıdaki yol izlenmektedir. Güneş ışınları yüzeye paralel geldiği zaman $g=90^\circ$ olduğunda;

$$C_1 = \sin(a) * \cos(d) * (\sin(s)) \quad (3.6)$$

$$C_2 = \cos(d) * [\cos(e) * \cos(s) + \cos(a) * \sin(e) * \sin(s)] \quad (3.7)$$

$$C_2 = \sin(d) * [\sin(e) * \cos(s) - \cos(a) * \cos(e) * \sin(s)] \quad (3.8)$$

$$D^2 = C_1^2 + C_2^2 - C_3^2 \quad (3.9)$$

Bu şekilde güneş ışınlarının yüzeye paralel geldiği saat açıları $D^2 > 0$ olmak üzere denklem 3.10 ve denklem 3.11 gibi hesaplanmaktadır.

$$H_{1p} = 2 \arctan\left(\frac{C_1-D}{C_2-C_3}\right) \quad (3.10)$$

$$H_{2p} = 2 \arctan\left(\frac{C_1+D}{C_2-C_3}\right) \quad (3.11)$$

Güneş ışıının düzleme paralel geldiği anlar, güneş doğmadan önce ve battıktan sonra olabilir. Bu sebeple güneş ışıının eğik düzleme paralel geliş saat açısı mutlak değerce gün doğuşu saat açısından daha büyükse, ilk geliş saat açısı gün doğuşunda olmaktadır. Güneş öğlesinde ($h=0^\circ$) güneş geliş açısı g_o 'ın cosinüsü denklem 3.12 ile hesaplanabilmektedir. Daha sonra Çizelge 3.2 deki aloritmadan faydalanmak sureti ile eğik düzleme, güneşin ilk geliş ve son düşüş açıları belirlenmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$\cos(g_o) = C_2 + C_3 \quad (3.12)$$

Çizelge 3.2 Eğik düzleme güneş ışınları ilk ve son geliş açıları

		İlk Geliş Saat Açısı (H_1)	Son Geliş Saat Açısı (H_2)
$\cos(g_o) > 0$ ($g_o > 90^\circ$)	$D^2 > 0$	$\max(H_{1p}, -H)$	$\min(H_{2p}, H)$
	$D^2 < 0$	$-H$	H
$\cos(g_o) < 0$ ($g_o > 90^\circ$)	$D^2 > 0$	$\max(H_{2p}, -H)$	$\min(H_{1p}, H)$
	$D^2 < 0$	Yüzeye güneş ışını gelmez	

Güneş ışınlarının eğik düzleme bir gün içinde kaç saat geleceği de önemli bir etkidir. Güneş ışınlarının eğik düzleme gelme süreleri 3.13 ve 3.14 ile hesaplanmaktadır.

$$d > 0 \text{ için: } t_{eg} = \frac{2}{15} \arccos[-\tan(d) * \tan(e - s)] \quad (3.13)$$

$$d < 0 \text{ için: } t_{eg} = \frac{2}{15} \arccos[-\tan(e) * \tan(d)] \quad (3.14)$$

3.3.3 Atmosfer dışındaki düzleme gelen güneş ışıını

Yeryüzüne gelen güneş ışıının hesabında daha çok atmosfer dışında yatay düzleme gelen ışıından yararlanılır. Atmosfer dışında yatay birim düzleme bir anda gelen güneş ışıını denklemler 3.15 ile hesaplanmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$I_o = I_{gs} * f * \cos(z) \quad (3.15)$$

Burada “ I_{gs} ” güneş sabitini temsil etmekte olup değeri 1367 W/m^2 olarak alınmaktadır. f ise güneş sabitini düzeltme faktörü denklemler 3.16 ile hesaplanmaktadır.

$$f = 1 + 0,033 * \cos(360 \frac{n}{365}) \quad (3.16)$$

Atmosfer dışındaki yatay birim düzleme dt zaman aralığında gelen güneş ışıını aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$dQ_0 = I_{gs} * f * \cos(z) * dt \quad (3.17)$$

Saat açısı olarak ifade ettiğimiz h değerine bağlı olarak $t=12/\pi$ den yararlanarak;

$$dQ_0 = \frac{12}{\pi} * I_{gs} * f * \cos(z) * dh \quad (3.18)$$

Ve son denklemde zenitin tanımlandığı 3.2 denklemi yerine yazılarak bu eşitlik gün doğuşu ve gün batışı arasında integre edilirse atmosfer dışında yatay düzlemin birim alanına bir gün boyunca gelen güneş ışınımının hesaplanabileceği 3.19 denklemi elde edilmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$Q_o = \frac{12}{\pi} * I_{gs} * f * \int_{H_1}^{H_2} (\cos(d) * \cos(e) * \cos(h) + \sin(d) * \sin(e)) dh \quad (3.19)$$

Gerekli matematiksel işlemler ve sadeleştirmeler yapıldıktan sonra atmosfer dışındaki birim yatay düzleme bir gün boyunca gelen güneş ışınımının hesaplanması için gerekli korelasyon aşağıdaki şekilde elde edilmektedir.

$$Q_o = \frac{24}{\pi} * I_{gs} * f * \left[\cos(d) * \cos(e) * \sin(H) + \frac{\pi}{180} * H * \sin(d) * \sin(e) \right] \quad (3.20)$$

Atmosfer dışındaki eğik düzlemlere gelen güneş ışınım şiddeti, güneş ışını geliş açısına ve yüzey eğim açısına bağlı olarak değişmektedir. Atmosfer dışındaki eğik düzlemlere bir gün boyunca gelen ışınım miktarı denklem 3.21 ile hesaplanabilir.

$$Q_{oe} = \frac{12}{\pi} * I_{gs} * f * \left[\frac{\pi}{180} (H_2 - H_1) * \sin d * (\sin e * \cos s - \cos e * \sin s * \cos a) + (\sin H_2 - \sin H_1) * \cos d * (\cos e * \cos s + \sin e * \sin s * \cos a) - (\cos H_2 - \cos H_1) * \cos d * \sin s * \sin a \right] \quad (3.21)$$

3.3.4 Yeryüzündeki eğik düzleme gelen Güneş ışınımı

Güneş ışınımı atmosferi geçerken, atmosferde bulunan parçacıklar ve kimyasal maddeler tarafından yutulmakta ve saçılmaktadır. Bu nedenle atmosfer dışına ulaşan ışınımın %10-%80 arasındaki bir kısmı yeryüzüne ulaşabilmektedir. Yeryüzünde herhangi bir yüzeyin aldığı toplam ışınımın, güneşten gelen ve doğrudan yeryüzüne ulaşan kısmına direk güneş ışınımı, havadaki zerreciklerden dolayı saçılarak gelen kısmına yayılı güneş ışınımı denilmektedir. Direk ve yayılı ışınımın toplamı tüm ya

da global güneş ışıını olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanında yeryüzündeki herhangi bir yüzeye bir de çevresinde bulunan ortamlardan yansıyan ışıını gelmektedir.

Yeryüzündeki herhangi bir yüzeye gelen güneş ışıını miktarı teorik olarak çok kalabalık ve uzun korelasyonlar kullanılarak hesaplanabileceği gibi ışıınıölçerlerle de belirlenebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında herhangi bir bölgedeki sistemler için güneş enerjisi hesabı yapılabilmesi için ölçülen değerlerin çok uzun yıllar (25 sene) ortalamalarının kullanılması daha uygun olmaktadır.

Pratikte daha ziyade eğik yüzeylere gelen güneş ışıınıının bilinmesi istenmektedir. Eğik düzleme gelen güneş ışıını miktarı düzlemin eğimine, azimut açısına, çevrenin yansıtma katsayısına ve yatay düzleme gelen tüm ışıınıın direk ve yayılı bileşenlerine bağlıdır.

Eğik ve yatay düzlemlere gelen direk güneş ışıınıı denklemler 3.22 ile hesaplanmaktadır.

$$I_{ed} = I_n * \cos g \quad ve \quad I_d = I_n * \cos z \quad (3.22)$$

Güneş ışıınıına dik bir birim düzleme bir anda gelen direk güneş ışıınıı, yani ışıınıölçer tarafından belirlenen değer I_n olarak, güneş ışıınıının eğik düzleme geliş açısı g ve z de zenit açısı olarak tanımlanmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

I_d ve I_{ed} değerlerinin birbirlerine oranı ise R_d olarak tarif edilir ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$R_d = \frac{I_{ed}}{I_d} = \frac{\cos g}{\cos z} = \frac{\cos(e-s)*\cos d*\cosh + \sin(e-s)*\sin d}{\cos e*\cos d*\cosh + \sin e*\sin d} \quad (3.23)$$

Eğik düzlem üzerine gelen toplam ışıını, direk ve yayılı güneş ışıınıları ile yansiyarak gelen güneş ışıınılarının toplamından ibaret olmaktadır. Yatay düzleme bir anda gelen

yayılı ışınlam I_y ve s düzlem eğimi olmak üzere eğik düzleme gelen yayılı ışınlam denklem 3.24 ile belirlenmektedir.

$$I_y = \frac{1+\cos(s)}{2} \quad (3.24)$$

Bununla birlikte çevrenin yansıtma katsayısı ρ ve yatay düzleme gelen tüm güneş ışınlamı I olmak üzere eğik düzleme yansıtılarak gelen ışınlam denklem 3.25 ile hesaplanmaktadır. Çevrenin yansıtma katsayısı ρ bitki örtüsüne, topografik yapıya ve kar durumuna göre değişmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$I_{ya} = I * \rho * \frac{1-\cos s}{2} \quad (3.25)$$

Eğik düzlem üzerine gelen toplam ışınlam direk yayılı ve yansıtılarak gelen ışınlamların toplamı olduğundan

$$I_e = I_{ed} + I_{ey} + I_{ya} \quad (3.26)$$

$$I_e = (R_d * I_d) + \left(I_y * \frac{1+\cos s}{2}\right) + \left(I * \rho * \frac{1-\cos s}{2}\right) \quad (3.27)$$

Bu denklem tüm güneş ışınlamına bölüldüğünde denklem 3.28'e ulaşılmaktadır.

$$R = \frac{I_e}{I} = \left(R_d * \frac{I_d}{I}\right) + \left(\frac{I_y}{I} * \frac{1+\cos s}{2}\right) + \left(\rho * \frac{1-\cos s}{2}\right) \quad (3.28)$$

Yeryüzündeki eğimli bir yüzeye bir gün boyunca gelen direk güneş ışınlamının, yeryüzündeki yatay bir düzleme bir gün boyunca gelen güneş ışınlamına oranı $\bar{R}_d$ olarak tanımlanmaktadır. Bu oran aynı zamanda atmosfer dışındaki eğimli yüzeye gelen ışınlamın yatay yüzeye gelen ışınlama oranı olarak da tanımlanabilir. $\bar{R}_d$ değeri aşağıda sunulan denklem 3.29 ve denklem 3.30 ile hesaplanmaktadır (Kılıç ve Öztürk 1983).

$$\bar{R}_d = \frac{Q_e}{Q_d} = \frac{Q_{oe}}{Q_o} = \frac{\int_{H_1}^{H_2} \cos g \, dh}{\int_{-H}^H \cos z \, dh} \quad (3.29)$$

$$\bar{R}_d = \frac{\left[\begin{aligned} & \sin d * \sin e * \cos s * \frac{\pi}{180} (H_2 - H_1) - \sin d * \cos e * \sin s * \cos a * \frac{\pi}{180} (H_2 - H_1) \\ & + \cos d * \cos e * \cos s * (\sin H_2 - \sin H_1) + \cos d * \sin e * \sin s * \cos a * (\sin H_2 - \sin H_1) \\ & - \cos d * \sin s * \sin a * (\cos H_2 - \cos H_1) \end{aligned} \right]}{\left[2 \left(\cos d * \cos e * \sin H + \frac{\pi}{180} * H * \sin d * \sin e \right) \right]} \quad (3.30)$$

Bilindiği gibi yatay düzleme bir gün boyunca gelen güneş ışıının miktarı daha önce verilen denklemlerden yararlanılarak ya da ölçülerek belirlenebilmektedir. Buradan hareketle eğik düzleme bir gün boyunca gelen toplam ışıının yatay düzleme bir gün boyunca gelen güneş ışıının oranı denklem 3.31 ile hesaplanmaktadır.

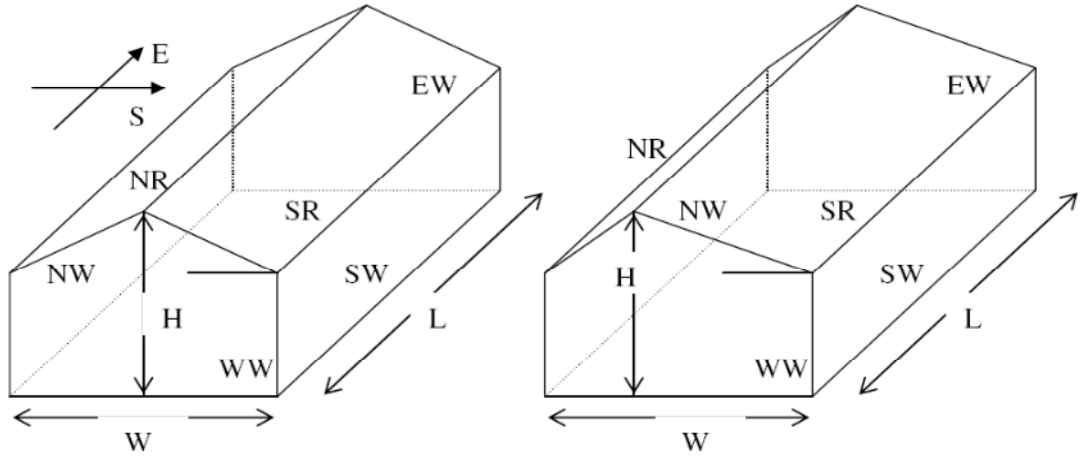
$$\bar{R} = \frac{Q_e}{Q} = \bar{R}_d * \frac{Q_d}{Q} + \frac{Q_y}{Q} * \frac{1 + \cos s}{2} + \rho * \frac{1 - \cos s}{2} \quad (3.31)$$

Böylece bir gün boyunca yatay düzleme gelen direk ve tüm güneş ışıınıları biliniyorken eğik düzleme gelen güneş ışıını hesaplanabilmektedir (Kılıç ve Öztürk 1983, Duffie and Beckman 1991, Duffie and Beckman 1974).

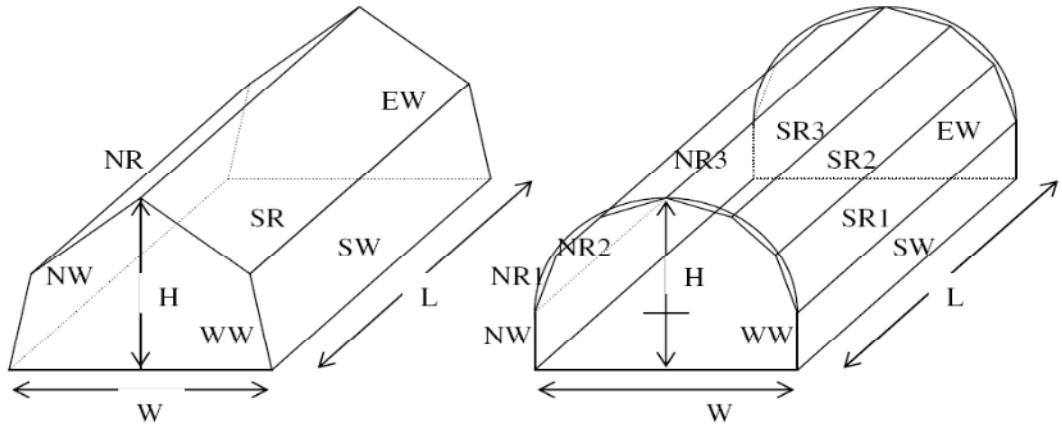
3.4 Tez Çalışmasının Kapsamı Ve Amacı

Bu tez çalışmasının birinci kısmında ilimiz şartları için beş adet farklı tip ve şekillerde sera çeşidi belirlenmiştir. Bu seraların görsel olarak tanıtılması için örnek çizimleri aşağıda Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da sunulmuştur. Bu çalışma sonucunda Bayburt ilinde seracılığın yapılabileceği aylarda (1 Nisan-15 Haziran ve 15 Ağustos-10 Kasım) gerekli güneş ışıınının toplanabileceği en uygun sera tipinin ve herhangi bir sera tipi için en uygun yönün ve ölçülerin hangisi olduğu belirlenmiş olmaktadır. Örneğin belirli bir alana sahip bir sera kurmak isteyen herhangi bir kişi için hangi sera tipinin daha

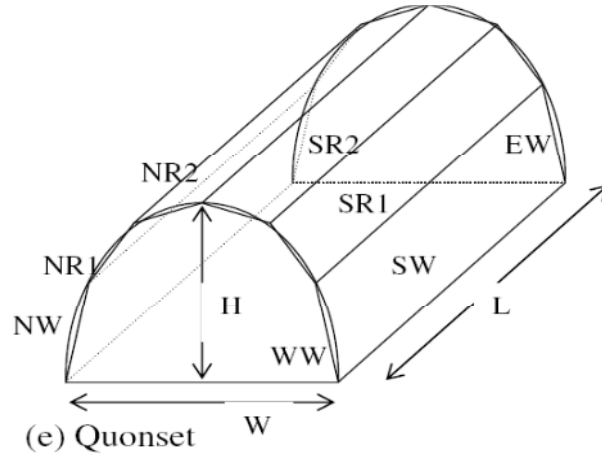
uygun olduğu, bu seranın hangi boyutlarda kurulmasının ve boyutlar için en uygun yönlendirmenin hangi açıda olması gerektiği belirlenebilecektir.



Şekil 3.4 Düz sera ve eğik çatılı sera tipi

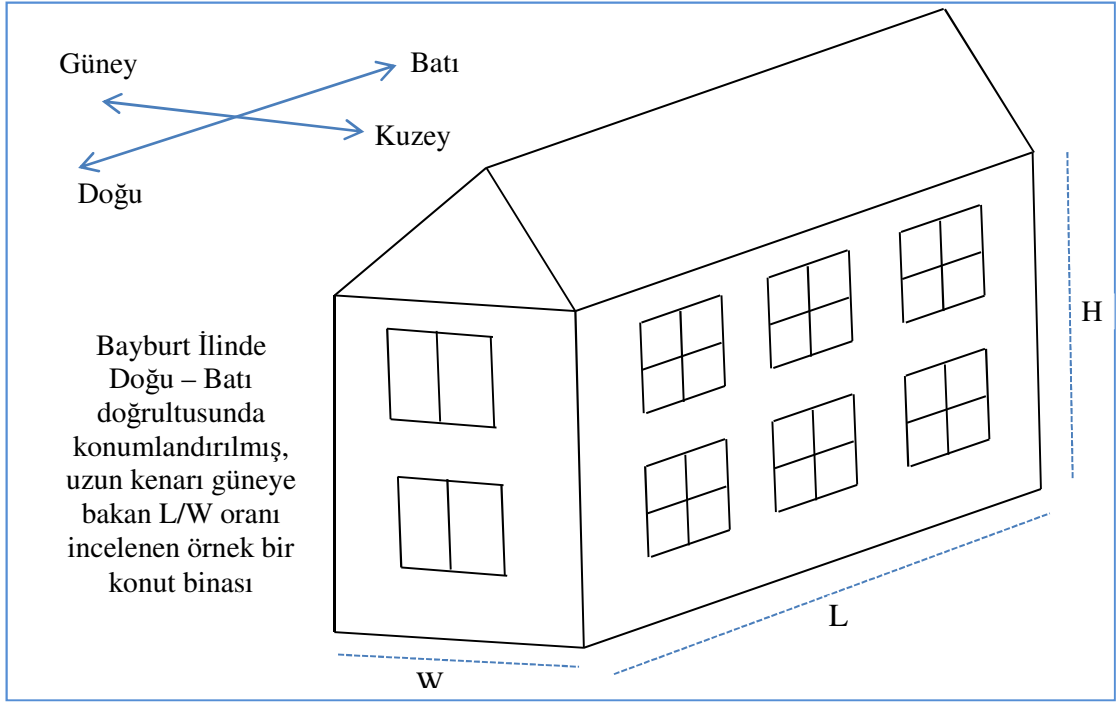


Şekil 3.5 Asma çatılı ve yay çatılı sera tipleri



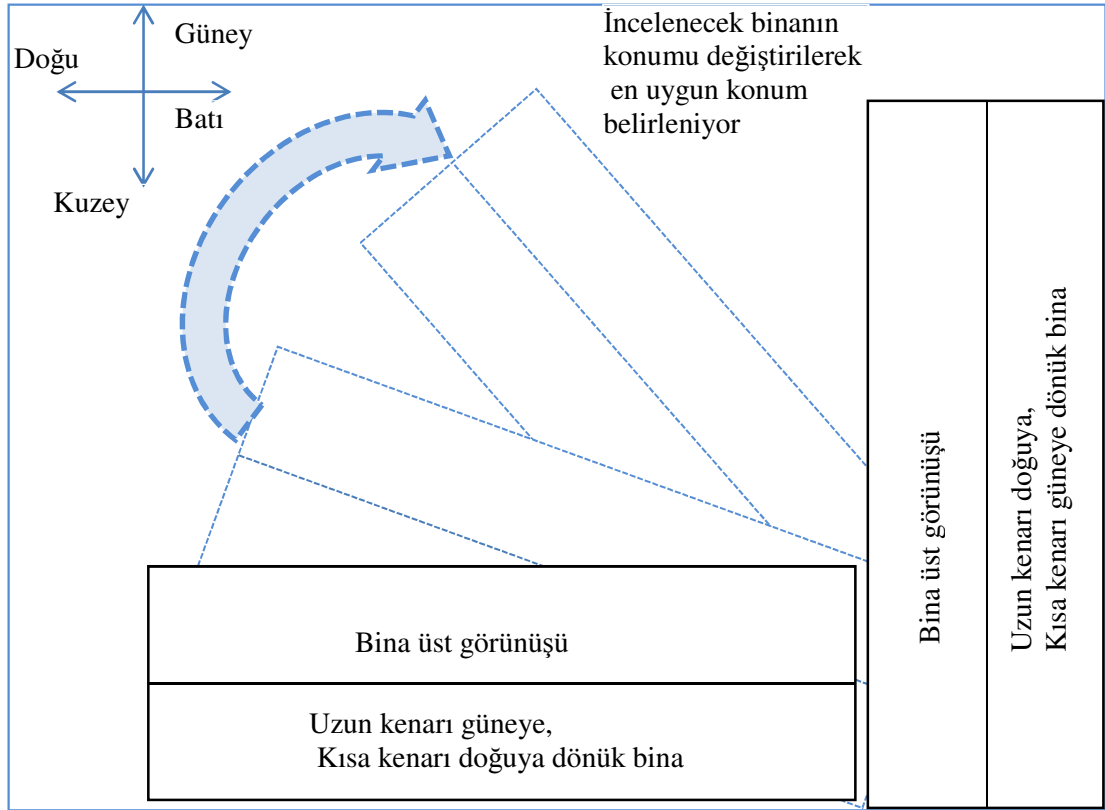
Şekil 3.6 Eliptik sera tipi

Yapılan modelleme çalışmasının ikinci kısmında ise Bayburt ilinde inşa edilmesi muhtemel konut binalarının güneş ışınlamından en uygun şekilde faydalanabilmesi (yaz döneminde en az, kış döneminde en çok ışınlam alma) için optimum oryantasyonun, yönlendirmenin ve bina ölçülerinin (bina boyu/bina eni) belirlenmesi sağlanacaktır. Bu amaçla teorik verilere dayalı bilgiler ve formüller kullanılarak güneşten optimum faydalanma hesapları yapılacaktır. Daha sonra bu program farklı bina tipleri ve ölçüleri için çalıştırılarak en uygun açının ve konumlandırmanın belirlenmesi yapılacaktır. Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 incelendiğinde tezin amacı daha iyi anlaşılabilir.



Şekil 3.7 Örnek bir bina tipi ve yönlendirilmesi

Çalışma kapsamında hem teorik veriler yardımıyla atmosfer dışındaki güneş enerjisi hesaplarına göre hem de uzun yıllar için Bayburt gerçek güneş ışıınımı ölçümleri baz alınarak iki farklı çalışma yapılması hedeflenmiştir. Ancak Devlet Meteoroloji İşleri'nden Bayburt için gerekli uzun yıllar güneş ışıınım ölçümleri elde edilemediği için bu kısımdaki amaca ulaşılammıştır.

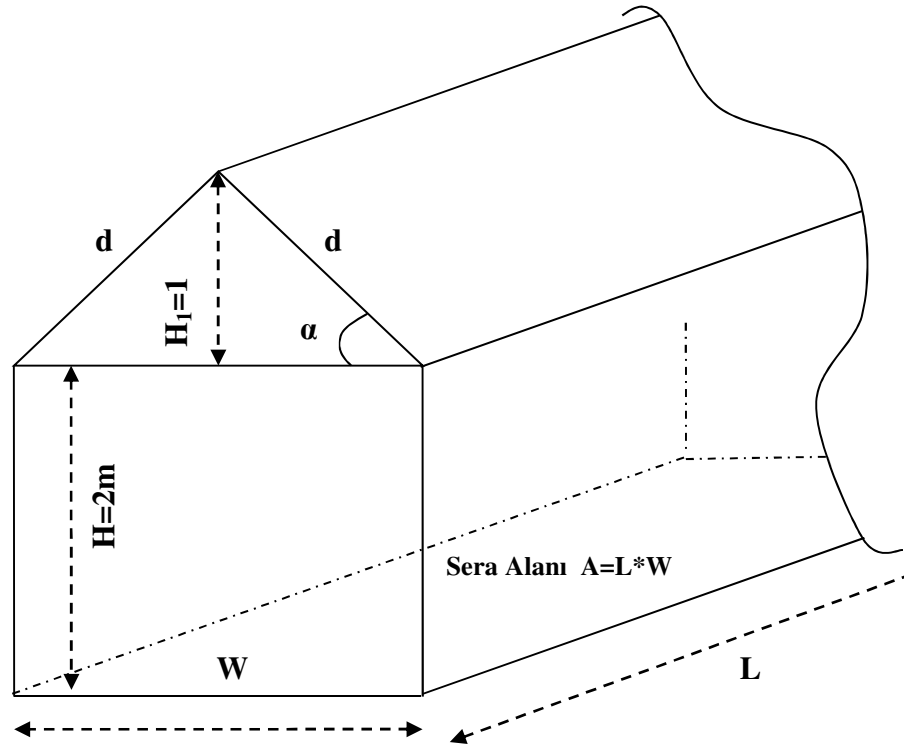


Şekil 3.8 Örnek bir bina tipinin yönlendirilerek farklı açılarda incelenmesi

3.5 İncelenen Seraların Ebatlarının Belirlenmesi

3.5.1 Düz seranın ölçüleri

Yapılan modelleme çalışması için öncelikle seranın taban alanı belirlenmektedir. Çünkü farklı sera tiplerinin kendi aralarında doğru bir şekilde karşılaştırılması için taban alanlarının eşit olması gerekmektedir. Gerek düz sera ve gerekse incelenen diğer sera türleri için seranın sahip olduğu maksimum yüksekliğin 3m olduğu kabul edilmiştir. Şekil 3.9 bu kabullerin daha iyi anlaşılabilmesi için sunulmuştur. Yapılan çalışmada öncelikle seranın her bir yüzeyinin birim alanına yılın her günü için gün boyunca gelen toplam güneş ışınlamı farklı azimut açılarına göre hesaplanmıştır. Daha sonra ise her bir ay için o ayın günlerinde gelen güneş ışınlamı miktarları toplanarak her bir yüzeye gelen aylık ışınlam miktarları belirlenmiştir.



Şekil 3.9 Düz seranın boyutları

Düz sera ile ilgili olan diğer hesaplamaların nasıl yapıldığı aşağıda özetlenmiştir. Yapılması düşünülen seranın gerekli alanının daha önceden bilindiği düşünülmüştür. Eğer A alanına sahip ve düz tip bir sera kurulmak isteniyorsa, bu seranın gerekli zamanlar en iyi şekilde ışıının alması için hangi boyutlarda ($L \times W$) ve sera azimut açısında olması gerektiği belirlenmelidir. Bu amaçla L seranın uzun kenarı, W seranın kısa kenarı ve k uzun kenarın kısa kenara oranı olmak üzere;

$$A = L \cdot W \quad \text{ve} \quad k = \frac{L}{W} \quad (3.28)$$

olmak üzere

$$W = \frac{L}{k} \quad (3.29)$$

Bu ifadeyi alanın denkleminde yerine koyarsak;

$$A = L \cdot \frac{L}{k} \quad \text{ve} \quad L = \sqrt{A \cdot k} \quad (3.30)$$

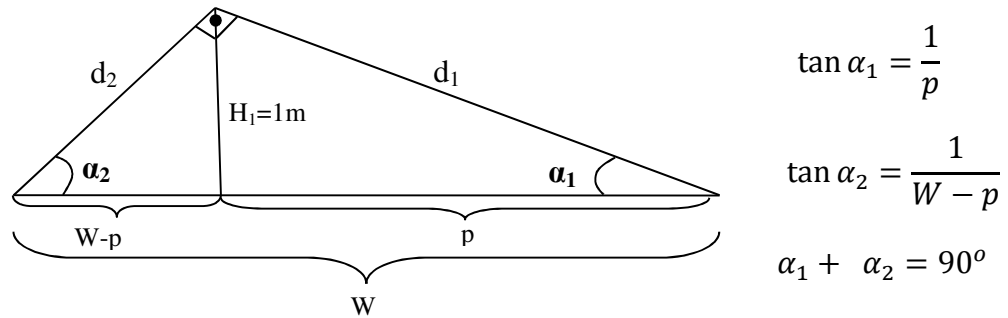
olarak hesaplanır. Bu şekilde herhangi bir k değeri için uzun kenarın boyu hesaplanmış olmaktadır. Daha sonra bu k değeri için seranın çatı yüzeylerinin eğim açılarının ve boyutlarının belirlenmesi işlemi yapılmıştır. Çatı yüzeyinden d kenarı kolayca dik üçgen özelliklerinden hesaplanabilir. Çatı yüzeyinin eğim açısı her bir k değeri için değişmektedir. Çatı yüzeylerinin eğim açısı ise aşağıdaki denklem 3.31 ile hesaplanmaktadır.

$$\tan(\alpha) = \left(\frac{H_1}{(W/2)} \right) \quad (3.31)$$

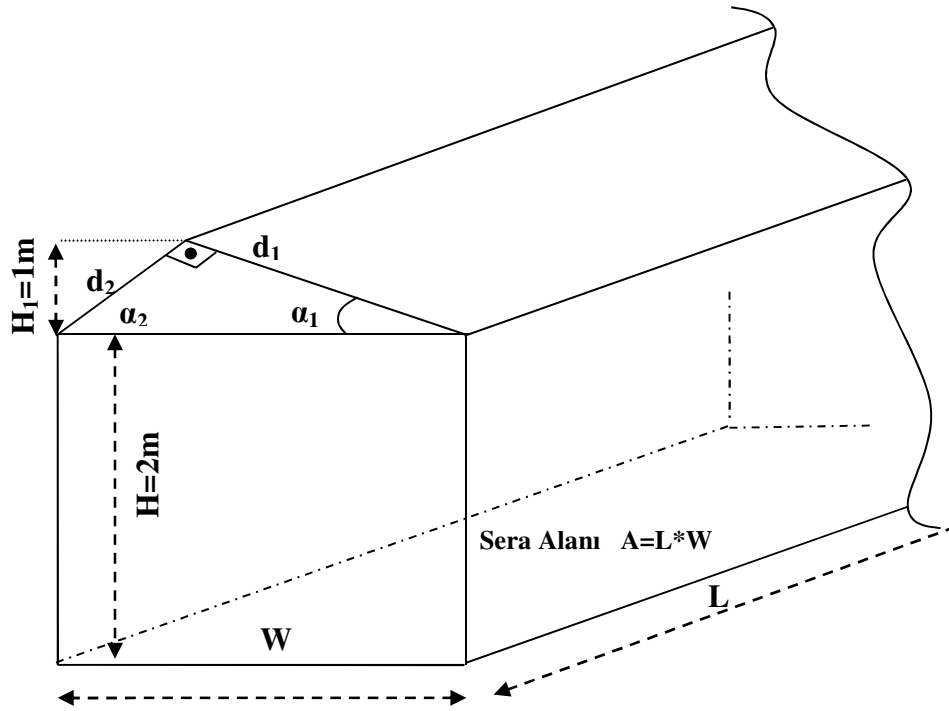
3.5.2 Eğik çatılı seranın ölçüleri

Eğik seranın düz seradan tek farkı çatıyı oluşturan üçgenin ikizkenar üçgen olmamasıdır. Şekil 3.10 incelendiğinde düz sera ile temel farkları anlaşılabilecektir. Bu sera tipi içinde seranın en yüksek noktası 3m ile sınırlandırılmıştır.

Eğik çatılı sera için de farklı boyutlar arasında karşılaştırma yapabilmek için L ve W boyutları değişken olup diğer kısımların ölçüleri bu ikisine göre belirlenecektir. Seranın yüksekliği sabit olduğuna göre sadece çatı yüzeylerinin ve bu yüzeylerin eğim açılarının belirlenmesi gerekmektedir. Seranın alanı için ilk önce belirli bir değer alınacaktır. Daha sonra ise araştırma kapsamında ele alınacak farklı uzun kenar-kısa kenar (L/W) oranları için yukarıda anlatıldığı şekli ile L ve W kenarlarının ölçüleri belirlenecektir. Bu aşamadan sonra ise şekil 3.11’de özetlendiği şekli ile Öklid bağıntıları kullanılarak diğer ebat ve açılar hesaplanacaktır. Seranın çatı açısının ise daima 90° olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 3.10 Eğik çatılı seranın bilinmeyen boyutlarının hesaplanması



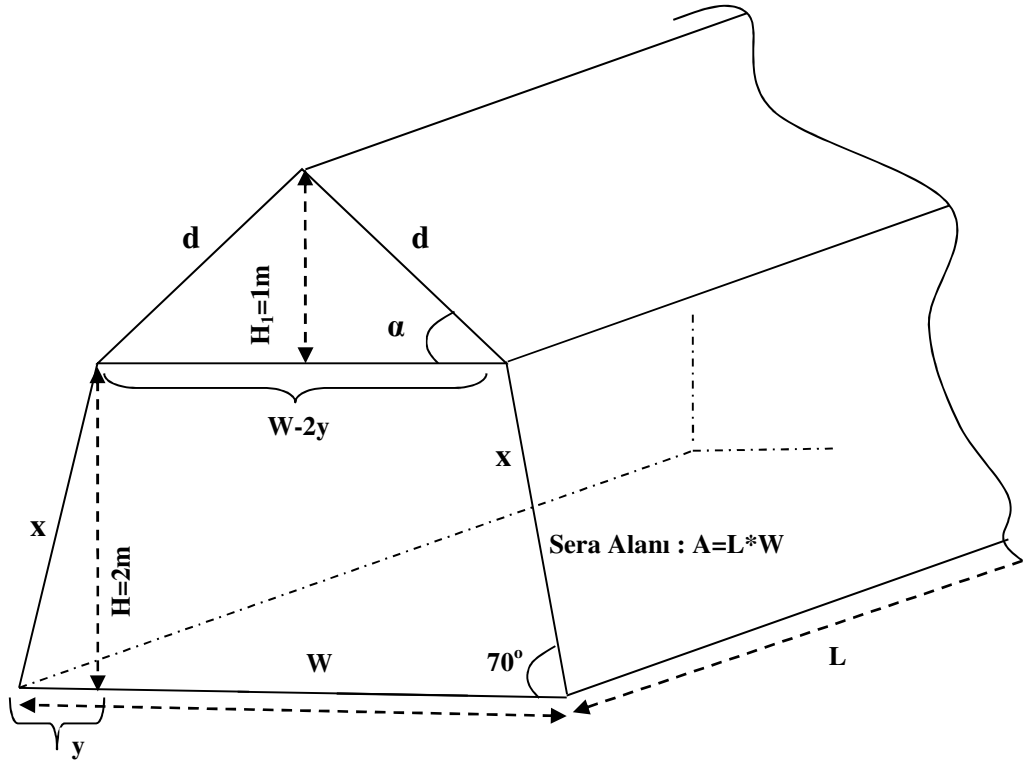
Şekil 3.11 Eğik çatılı seranın boyutları

3.5.3 Asma çatılı seranın ölçüleri

3.12 numaralı şekil asma çatılı seranın genel görünümünü ve ölçülerini ifade etmektedir. Şekil üzerinden görüldüğü gibi bu sera tipi için de maksimum yükseklik 3m olmaktadır. İstenen sera alanına göre L ve W kenarlarının uzunlukları tercih edilen k oranından hareketle belirlenebilir. Asma çatılı sera tipi için seranın yan duvarlarının (L) eğiminin sabit ve 70° olduğu kabul edilmiştir.

Görüldüğü gibi seranın yan duvarlarının x olarak gösterilen boyu trigonometri bilgileri yardımıyla denklem 3.32 deki gibi kolaylıkla hesaplanabilir. Çatı yüzeylerinin d uzunlukları ve α açıları ise düz seradaki gibi $W-2x$ uzunluğu yardımıyla hesaplanabilir. Bu sera türü içinde çatının ikizkenar üçgen şeklinde olduğu kabul edilmiştir.

$$\tan(15) = \frac{H}{y} \Rightarrow y = \frac{H}{\tan(15)} \quad \text{ve} \quad \sin(15) = \frac{H}{x} \Rightarrow x = \frac{H}{\sin(15)} \quad (3.32)$$



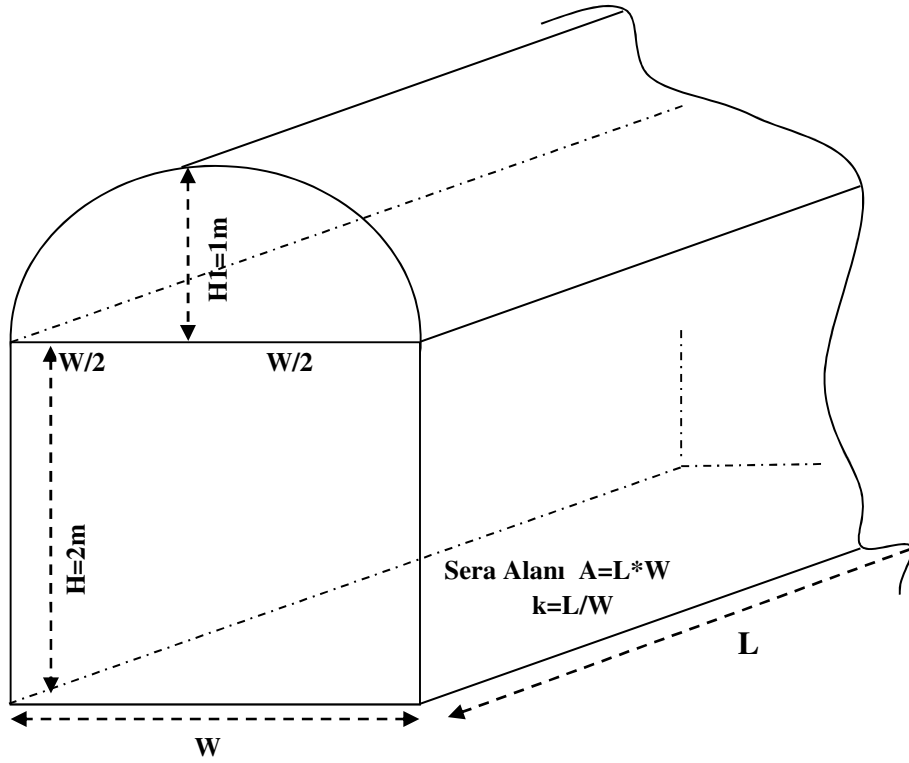
Şekil 3.12 Asma çatılı seranın boyutları

3.5.4 Yay çatılı seranın ölçüleri

Yay çatılı sera tipi için kabul edilen ölçüler aşağıda gösterilmiştir. Yay çatılı sera tipi için de yan duvarların yükseklikleri 2 m sabit, bu duvardan sera tavanının en üst noktası arası ise yine 1m olarak sabit olacaktır (Şekil 3.13).

Gerekli diğer ölçüler seranın verilen tavan alanına göre hesaplanacaktır. Çatının her bir yüzeyini oluşturan yayların uzunluğunu hesaplamak için bu yayı daireye tamamlamak gerekmektedir. Yay uzunluğu hesaplanıp bu yay güneş enerjisi hesaplamaları için beş eşit parçaya bölünerek incelenecektir.

Bilinen geometri kuralına göre yayı daireden kesen W uzunluğunun iki parçanın çarpımı ile dairenin merkezinden geçen $1+Y$ uzunluğunun iki parçanın çarpımı eşittir. Bu hesaplama denklem 3.33 deki gibi yapılır.



Şekil 3.13 Yay çatılı seranın boyutları

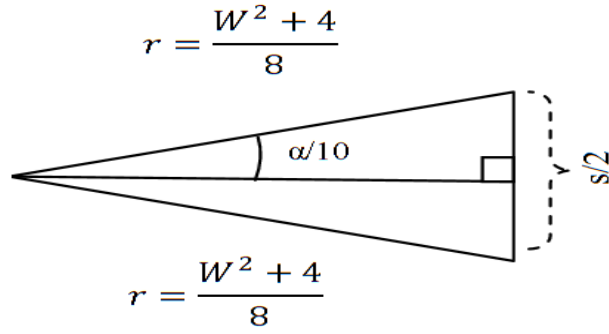
$$1 * Y = \frac{W}{2} * \frac{W}{2} \Rightarrow Y = \frac{W^2}{4} \quad (3.33)$$

Buradan hareketle dairenin yarıçapı

$$r = \frac{Y+1}{2} = \frac{\frac{W^2}{4}+1}{2} \Rightarrow r = \frac{W^2+4}{8} \quad (3.34)$$

olarak hesaplanmış olur. Bu durumda yayı gören merkez açısı ve sera çatısının yarısını oluşturan yayın uzunluğu aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Şekil 3.14).

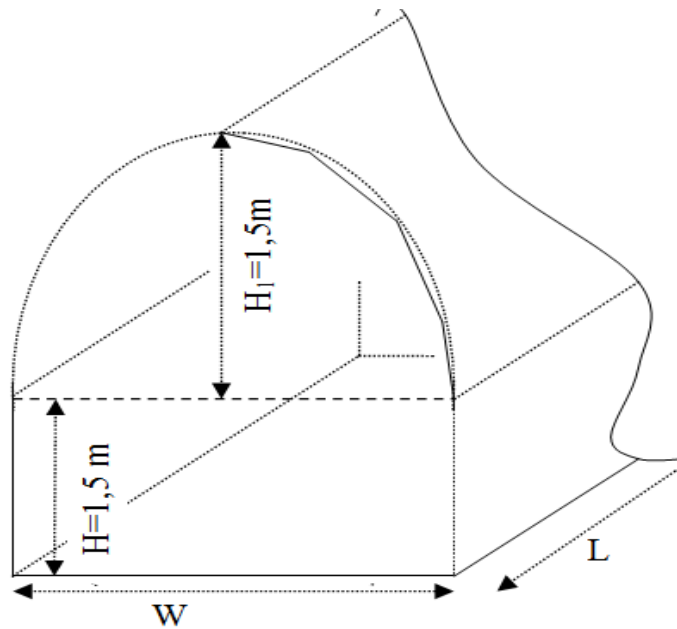
$$\tan(\alpha) = \frac{W/2}{(Y/2)-1} \text{ ve } \text{yay} = \frac{\alpha}{360} \left(2 * \pi * \frac{W^2+4}{8} \right) \quad (3.35)$$



Şekil 3.16 Yay çatılı seranın dairesel çatısının alt yüzeyi- s uzunluğunun belirlenmesi

3.5.5 Eliptik seranın ölçüleri

Eliptik sera tipinde yan duvar yüksekliği 1.5 m ve maksimum çatı yüksekliği 3 m olarak kabul edilmiştir. Bu tip için de yay çatılı seradakine benzer şekilde çatı farklı parçalar halinde incelenecek olup tek fark çatı yüzeyinin beş eşit parça yerine dört eşit olmayan parçaya bölünmesidir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Eliptik seranın boyutları

3.6 Sera / Bina Azimut Açısı

Sunulan çalışma kapsamında sera azimut açısı ve bina azimut açısı gibi iki yeni terim kullanılacaktır. Sera/bina azimut açısı, bina/seranın ilk başta (inceleme başlangıcında) uzunlamasına doğu-batı yönünde konumlandırıldığında, binanın ya da seranın uzun olan duvarının azimut açısı ile aynı açı olmaktadır. Daha sonra dinamik inceleme esnasında bina/sera doğudan batıya doğru döndürüldükçe bina/sera azimut açısı da sıfır dereceden 90 dereceye kadar değişmektedir. Bu açı Şekil 4.1 üzerinde gösterilmiştir.

3.7 Varsayımlar

Çalışma kapsamında, yalnızca doğrudan ışınlam göz önüne alınmıştır. Bu neden yayılı ışınlam, rüzgâr, yansıma, örtü malzemesinin kirliliği veya eskiliği, bulutluluk, sera elemanlarının oluşturacağı gölgelemenin etkisi gibi tüm koşulların tüm seralar ve binalar için aynı olduğu kabul edilmiştir. Bununla birlikte bütün sera tipleri ve ebatları için seraların içindeki maksimum yüksekliğin 3 m ile sınırlandırıldığı kabul edilmiştir. Yapılan çalışma farklı seralar için karşılaştırma yapmak üzerine olduğu için bu kabuller karşılaştırma sonuçlarını etkilemeyecektir.

3.8 MATLAB Ortamında Yazılan Algoritma

Sunulan tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için kullanılan temel yazılım aşağıda sunulduğu gibidir. Bu yazılım atmosfer dışında bulunan herhangi bir eğime sahip bir yüzeyin birim alanına bir gün boyunca gelen toplam güneş ışınlamını hesaplamaktadır.

Çizelge 3.3 Çalışma kapsamında yazılan program

```
function [Qo]=enerji(azimut,s);
e=40.16;
i=1;
for a=azimut;
    for n=1:365;
        d(n,i)=23.45*sind(360*(n+284)/365);
        C1(n,i)=sind(a)*cosd(d(n,i))*sind(s);
        C2(n,i)=cosd(d(n,i))*(cosd(e)*cosd(s)+cosd(a)*sind(e)*sind(s));
        C3(n,i)=sind(d(n,i))*(sind(e)*cosd(s)-cosd(a)*cosd(e)*sind(s));
```

Çizelge 3.3 devam

```

D(n,i)=sqrt((C1(n,i)^2)+(C2(n,i)^2)-(C3(n,i)^2));
H(n,i)=acosd(-tand(d(n,i))*tand(e));
H1p(n,i)=2*atand((C1(n,i)-D(n,i))/(C2(n,i)-C3(n,i)));
H2p(n,i)=2*atand((C1(n,i)+D(n,i))/(C2(n,i)-C3(n,i)));
g0(n,i)=acosd(C2(n,i)+C3(n,i));
if g0(n,i)<90&&D(n,i)^2>0&& H1p(n,i)>=-H(n,i);
    H1(n,i)=H1p(n,i);
elseif g0(n,i)<90&&D(n,i)^2>0&& H1p(n,i)<=-H(n,i);
    H1(n,i)=-H(n,i);
elseif g0(n,i)<90 && D(n,i)^2<0 ;
    H1(n,i)=-H(n,i);
elseif g0(n,i)>90&&D(n,i)^2>0&&H2p(n,i)>=-H(n,i);
    H1(n,i)=H2p(n,i);
elseif g0(n,i)>90&&D(n,i)^2>0&&H2p(n,i)<=-H(n,i) ;
    H1(n,i)=-H(n,i);
elseif g0(n,i)>90&&D(n,i)^2<0;
    disp('yüzeye güneş ışını gelmez');
end
if g0(n,i)<90&&D(n,i)^2>0&& H2p(n,i)<=H(n,i);
    H2(n,i)=H2p(n,i);
elseif g0(n,i)<90&&D(n,i)^2>0&& H2p(n,i)>=H(n,i);
    H2(n,i)=H(n,i);
elseif g0(n,i)<90&&D(n,i)^2<0;
    H2(n,i)=H(n,i);
elseif g0(n,i)>90 && D(n,i)^2>0 && H1p(n,i)<=H(n,i);
    H2(n,i)=H1p(n,i);
elseif g0(n,i)>90 && D(n,i)^2>0 && H1p(n,i)>=H(n,i);
    H2(n,i)=H(n,i);
elseif g0(n,i)>90 && D(n,i)^2<0 ;
    disp('yüzeye güneş ışını gelmez');
end
Tg(n,i)=(2/15)*acosd(-tand(d(n,i))*tand(e));
if a==0&&d(n,i)<0
    Teg(n,i)=(2/15)*acosd(-tand(e)*tand(d(n,i)));
elseif a==0&&d(n,i)>0
    Teg(n,i)=(2/15)*acosd(-tand(d(n,i))*tand(e-s)) ;
else
    Teg(n,i)=(1/15)*(abs(H1(n,i))+abs(H2(n,i)));
end
+0.033*cosd(360*(n/365));
Qo(n,i)=(12/pi)*(1353*3600*0.000001)*f(n,i)*((pi/180)*(H2(n,i)-
H1(n,i))*sind(d(n,i))*(sind(e)*cosd(s)-cosd(e)*sind(s)*cosd(a))...
+(sind(H2(n,i))-sind(H1(n,i)))*cosd(d(n,i))*(cosd(e)*cosd(s)+sind(e)*sind(s)*cosd(a))...
-(cosd(H2(n,i)-cosd(H1(n,i)))*cosd(d(n,i))*sind(s)*sind(a)));
if Qo(n,i)<0;
    Qo(n,i)=0;
end
end
i=i+1;
end

```

4 ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapılan çalışmalarda, öncelikle her bir sera tipinin ve binanın tüm duvarları ayrı ayrı incelenmiştir. İncelenen duvarın birim yüzeyinin herhangi bir azimut açısı için yılın tüm zamanlarında almış olduğu günlük ışınlamalar ve değişimleri belirlenmiştir. Örneğin klasik düz sera tipi için doğuya, batıya, kuzeye ve güneye bakan dört yan duvar ile iki adet çatı duvarı mevcuttur. Söz konusu seranın sahip olduğu 6 farklı duvarından herhangi biri için, birim yüzeye gelen güneş ışınlamalarının seranın azimut açısına ($0-90^\circ$) göre tüm yıl boyunca nasıl değiştiği belirlenmiş ve grafiksel olarak incelenmiştir. Daha sonra ise bu duvarın sera tarımının yapıldığı zaman dilimlerinde en fazla ışınlamayı alması için optimum sera azimut açısının ne olması gerektiği belirlenmiştir. Bahsedilen ayrıntılı çalışma birim alanları temel alınmak sureti ile seranın sahip olduğu tüm duvarlar için yapıldıktan sonra, her bir duvarın toplam alanı ile o duvarın birim alanına gelen günlük güneş ışınlamayı çarpılarak seranın güneş enerjisinden faydalanma hesapları yapılmıştır. Her bir sera tipi için yapılan çalışmanın ikinci aşamasında ise farklı sera boyutları için değişen sera azimut açılarına göre seraların güneş enerjisi kazanımı incelenmiş ve analiz edilmiştir.

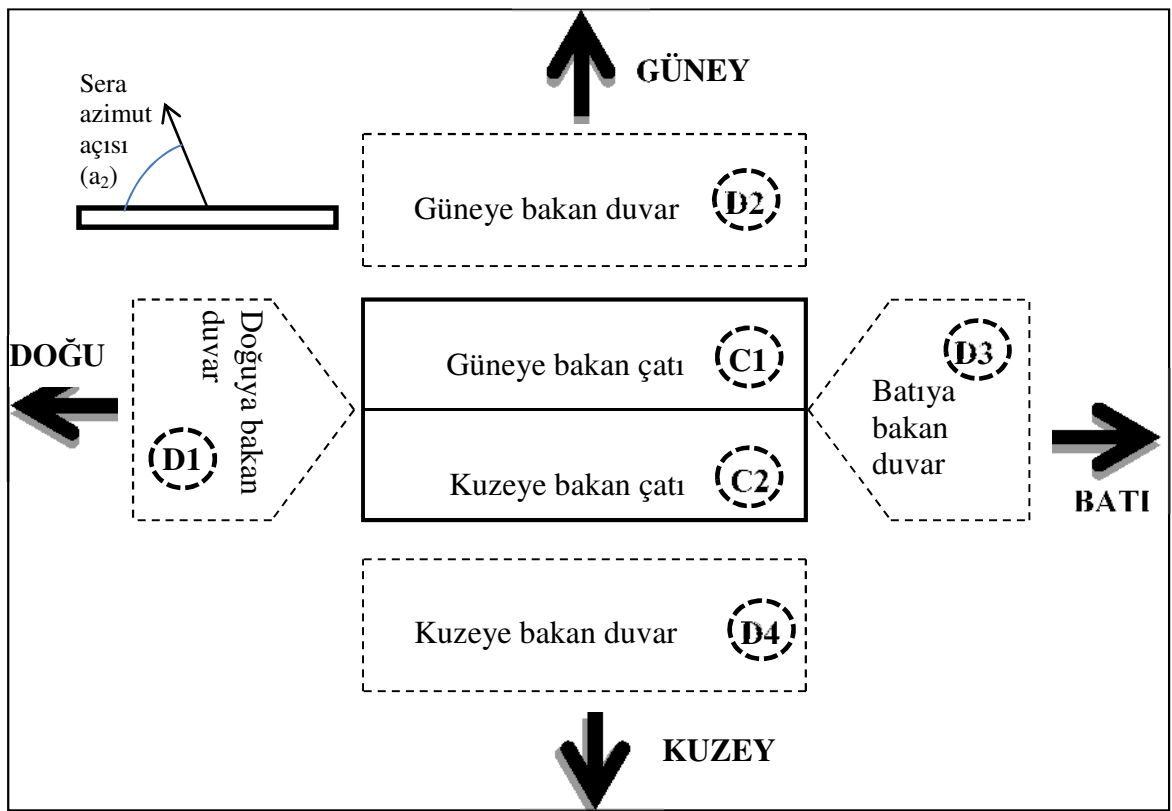
Yukarıda bahsedilen güneş enerjisi hesaplamaları bu çalışmada incelenen 5 farklı sera tipi için ve incelenen bina tipleri için ayrıntılı olarak yapılmış olup, sadece düz sera tipi için, duvarlar hakkında yapılan ayrıntılı hesaplamalar ve elde edilen grafikler sunulmuştur. Diğer sera tipleri ve bina tipleri için ise sistemin tamamını ilgilendiren sonuçlar sunulmuştur.

4.1 Düz Sera Tipi İçin Güneş Enerjisi Hesaplamaları

4.1.1 Seranın duvarlarının numaralandırılması

Düz sera tipi ve diğer sera tipleri için yapılan hesaplamalarda seranın başlangıç oryantasyonunun da uzun kenarların güney ve kuzeye, kısa kenarlarının ise doğu ve

batıya yönlendirildiği kabul edilmiştir. Şekil 4.1 de görüldüğü gibi seranın doğuya bakan duvarı D1, güneye bakan duvarı D2, batıya bakan duvarı D3, kuzeye bakan duvarı D4 olarak numaralandırılmıştır. 3.8 numaralı şekilde anlatıldığı gibi, düz seranın çatısı ikizkenar üçgen şeklinde tasarlanmaktadır. Başlangıç oryantasyonunda sera doğu-batı yönünde konumlandırıldığı için çatıyı oluşturan iki yüzeyden güneye bakanı C1, kuzeye bakanı ise C2 olarak numaralandırılmıştır.

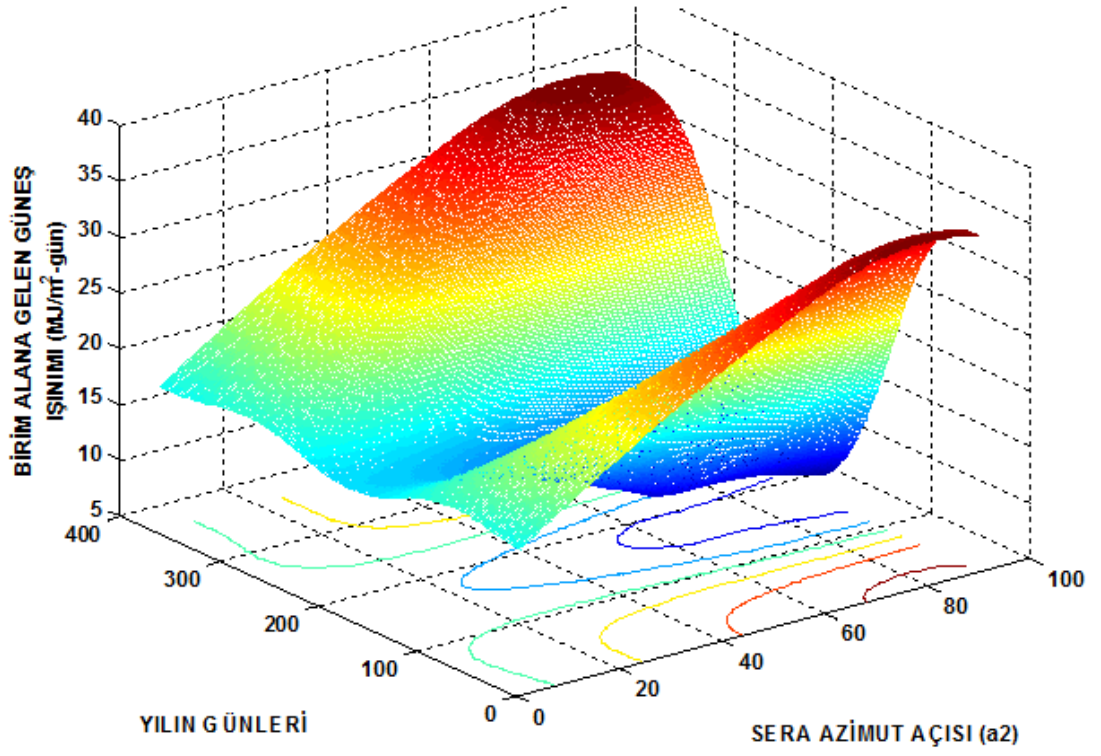


Şekil 4.1 Düz seranın duvarlarının numaralandırılması

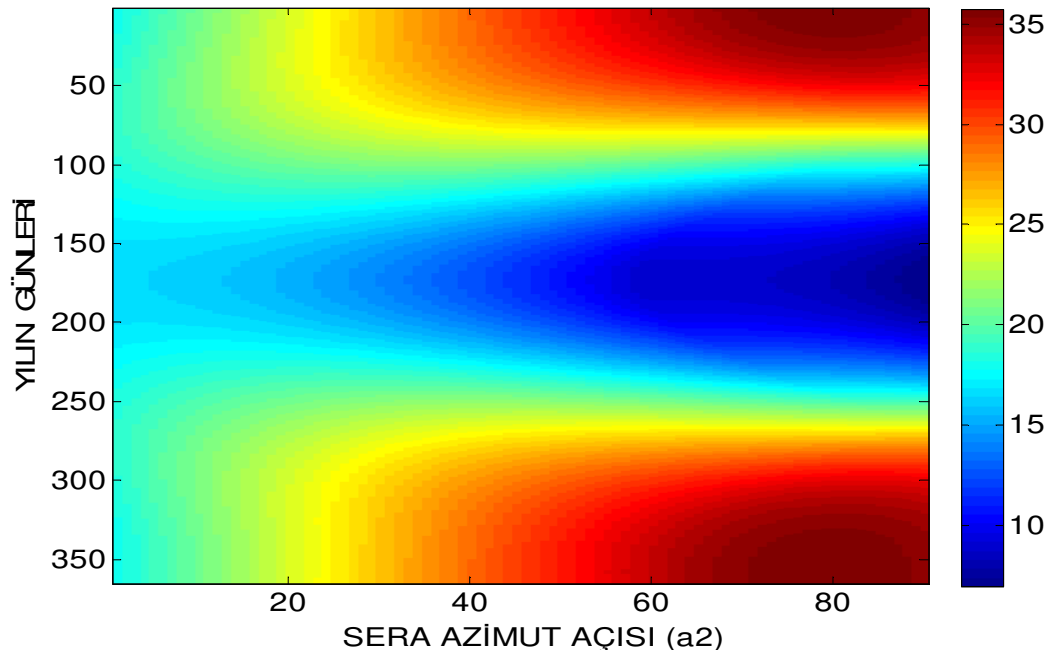
4.1.2 Düz sera - D1 duvarının incelenmesi

Şekil 4.1 de sunulduğu üzere D1 duvarı ilk başta tam olarak doğu yönüne bakmaktadır. Bu konumda iken D1 duvarının azimut açısı -90° , seranın (D2 duvarının) azimut açısı ise 0° olmaktadır. Sera doğudan batıya doğru döndürüldükçe D1 duvarının azimut açısı olan a_1 , 90° den 0° ye doğru, seranın ve D2 duvarının azimut açısı olan a_2 ise 0° den 90°

ye doğru değişmektedir. Şekil 4.2 D1 duvarının aldığı güneş ışınımının, a_2 azimut açısı ve yılın günlerine göre nasıl bir değişim gösterdiğini ifade etmektedir.



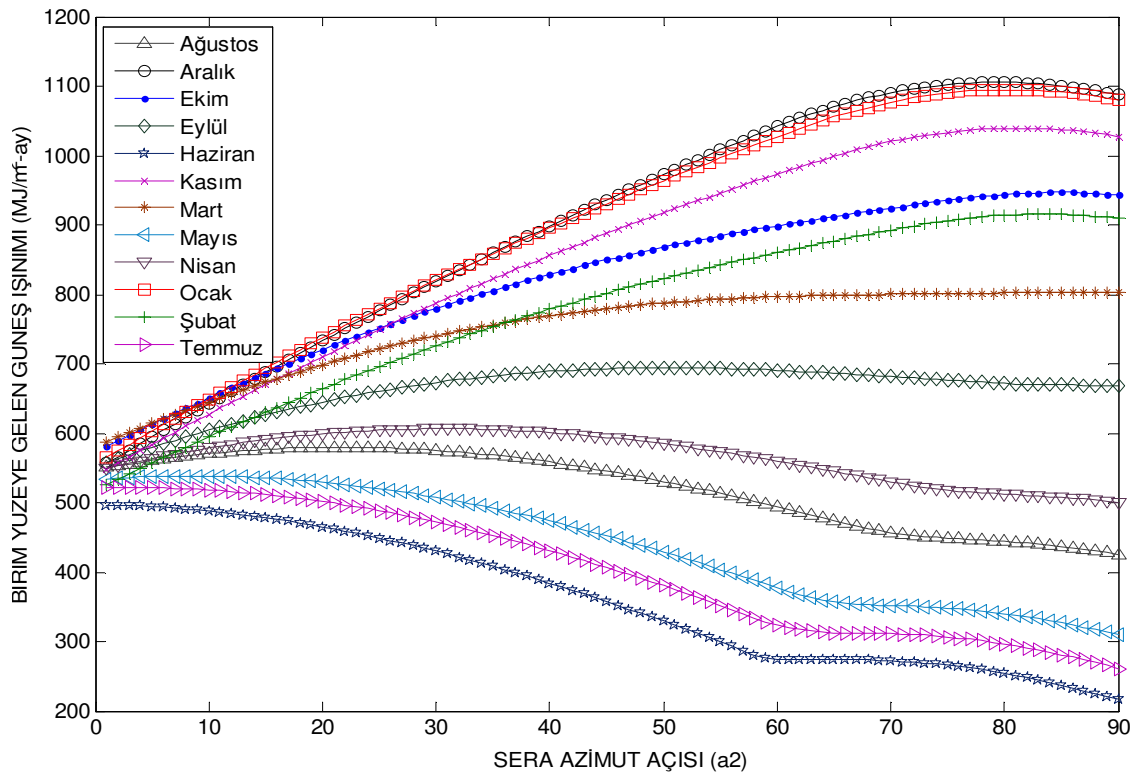
Şekil 4.2 Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi



Şekil 4.3 Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi-2

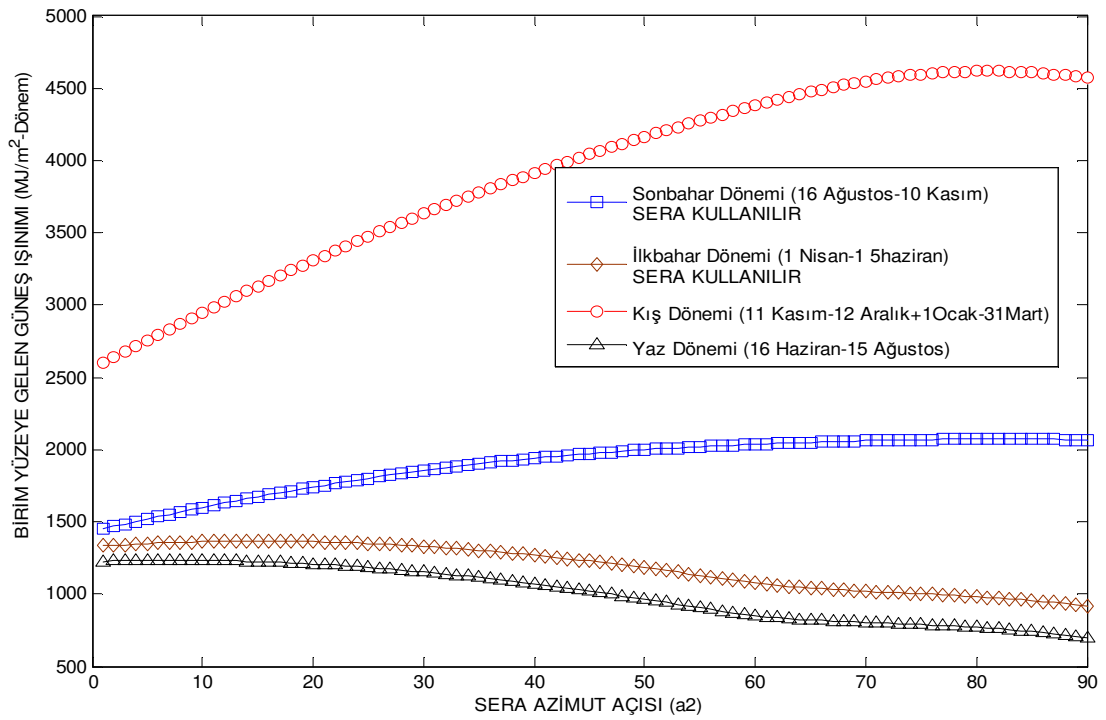
Şekilde görüldüğü gibi yılın başlangıç ve bitiş dönemlerinde yani kış sezonunda D1 numaralı yüzeyin birim alanının güneş ışıınımı kazancı, yaz dönemine göre daha fazla olmaktadır. Kış dönemlerinde sera azimut açısının yükselmesi ile birlikte yüzeyin ışıınım kazancı yükselirken, yaz döneminin tam ortalarında azalma görülmektedir. Şekil 4.3 daha anlaşılabilir olabileceği için sunulmuştur.

D1 duvarının kazandığı güneş ışıınının farklı sera azimut açıları için aylara göre değişimi Şekil 4.4'te sunulmuştur. Şekilden anlaşılacağı üzere D1 duvarının eğimi 90° ve eğimi Bayburt ilinin enlem açısından büyük olduğu için kış aylarında daha fazla ışıınım toplamaktadır. Bununla birlikte D1duvarının ışıınım kazancı yaz aylarında sera azimut açısının değerinin yükselmesi ile birlikte artarken kış aylarında ise azalmaktadır.



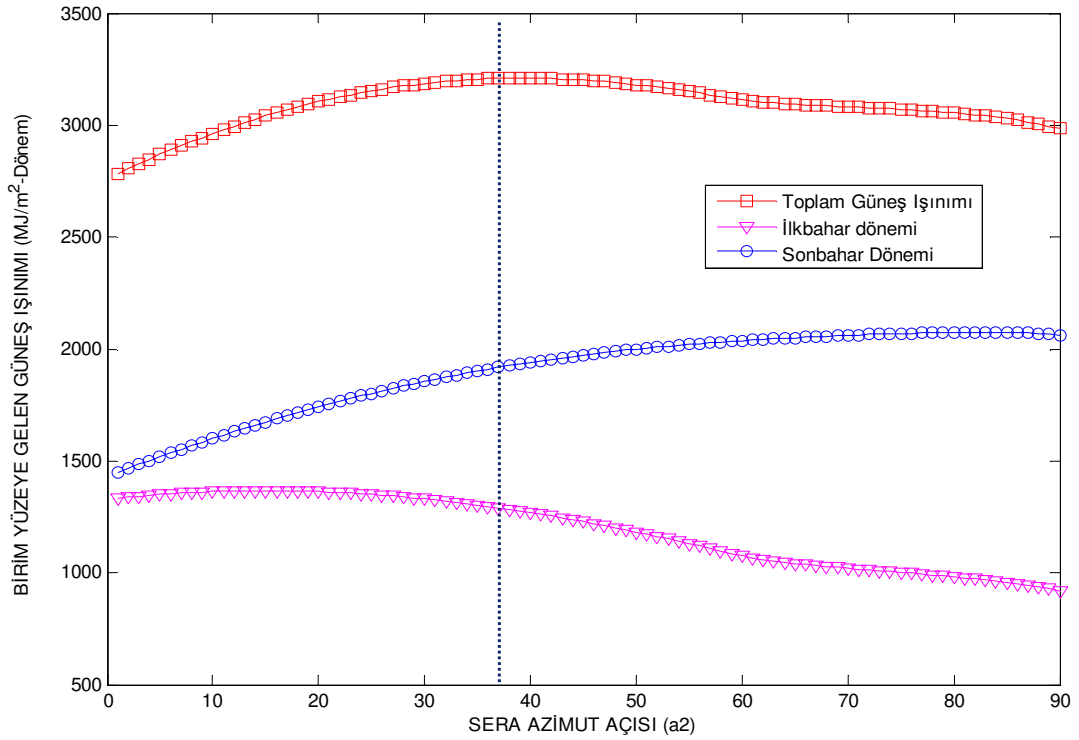
Şekil 4.4 Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi

Şekil 4.5 D1 duvarının yılın farklı dönemlerindeki kazandığı güneş ışınlığının sera azimut açısının farklı değerlerine göre değişimini göstermektedir. Görüldüğü gibi D1 yüzeyi en fazla ışınlımı seranın kullanılmadığı kış döneminde, en az ışınlımı ise yine seranın kullanılmadığı yaz döneminde almaktadır. Duvarın kazandığı toplam güneş ışınlımı sonbahar ve yaz döneminde sera azimut açısının yükselmesine paralel olarak yükselmekte, ilkbahar ve yaz döneminde ise azalmaktadır.



Şekil 4.5 Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi

Şekil 4.6'da düz seranın D1 numaralı duvarının sera kullanım dönemlerindeki güneş enerjisi kazanımı sunulmaktadır. Şekil incelendiğinde Şekil 4.5 ile uyumlu olduğu ve sonbahar döneminde yüzeye daha fazla ışınlım geldiği anlaşılmaktadır. Her ne kadar sonbahar dönemi için en yüksek ışınlım sera azimut açısının 90° olduğu durumda yüzeye ulaşsa da ilkbahar dönemi ile birlikte düşünülerek, seranın toplam kullanım zamanları için optimum sera azimut açısının yaklaşık 38° civarında olduğu anlaşılmaktadır.

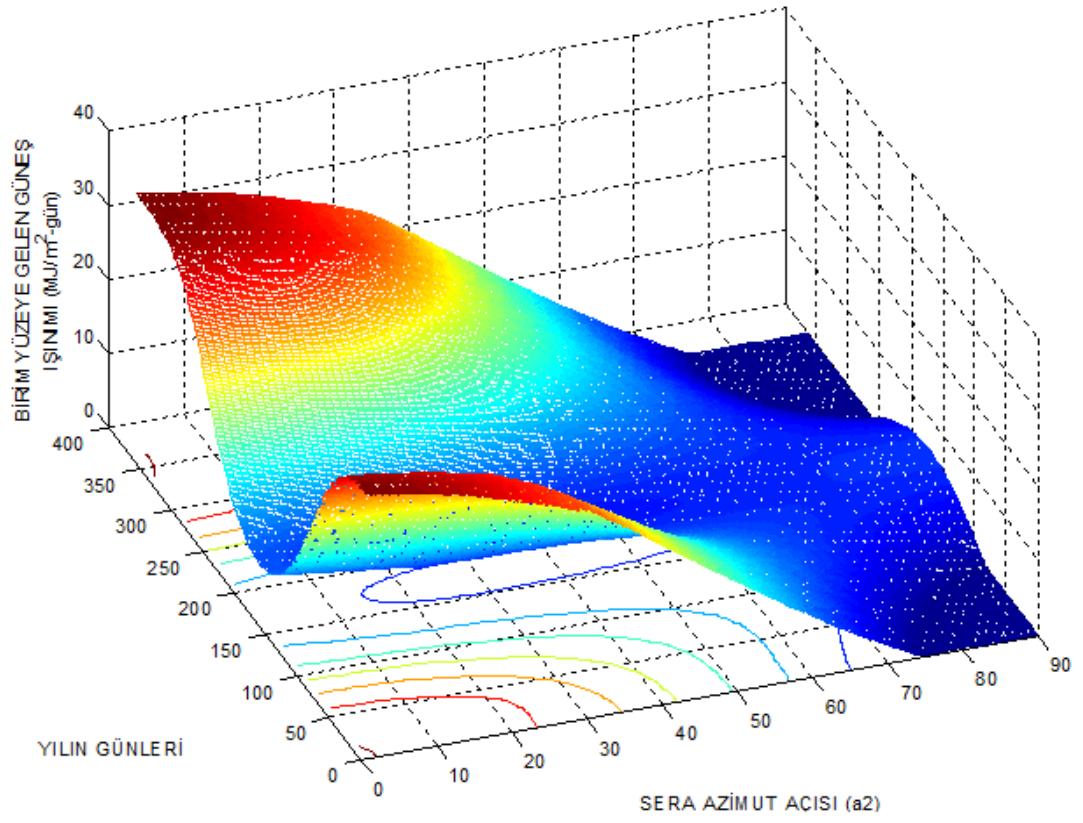


Şekil 4.6 Düz sera D1 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu

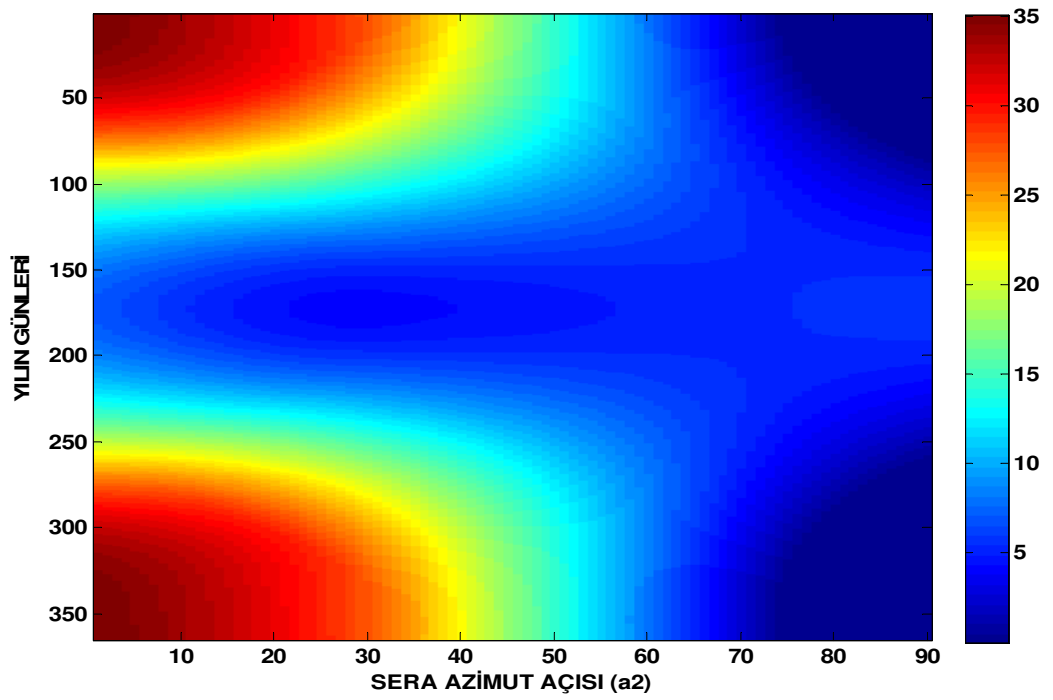
4.1.3 Düz sera – D2 duvarının incelenmesi

Şekil 4.1’den hatırlanacağı üzere D2 duvarı seranın güneye bakan büyük duvarıdır. Bu duvarın azimut açısı aynı zamanda seranın da azimut açısı olup ilk başta 0° ve sera batıya doğru döndürüldükçe 90° ye yaklaşmaktadır. Son konumunda ise D2 yüzeyinin azimut açısı Şekil 3.5’de sunulduğu gibi 90° olmakta ve duvar doğuya dönük olmaktadır.

Şekil 4.7 incelendiğinde D2 duvarının özellikle sera azimut açısının 0° ye yakın olduğu bölgelerde yaz döneminde oldukça az güneş ışıınımlı alırken kış döneminde çok daha fazla ışıınımlı aldığı görülmektedir. Ocak ve Aralık aylarında azimut açısının 70° - 90° aralığında olduğu durumlarda yüzey hiç ışıınımlı alamamaktadır. Şekil 4.8 de D2 duvarının aldığı güneş ışıınımlının, a_2 azimut açısı ve yılın günlerine göre nasıl bir değişim gösterdiğini ifade etmektedir.

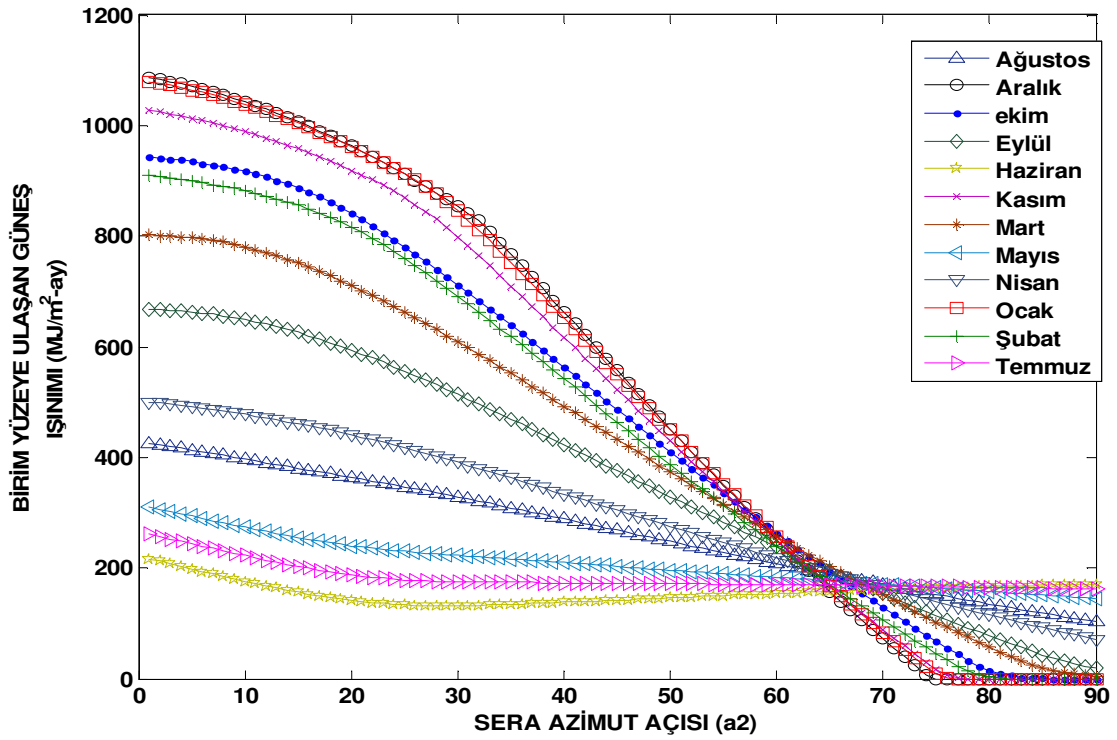


Şekil 4.7 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi



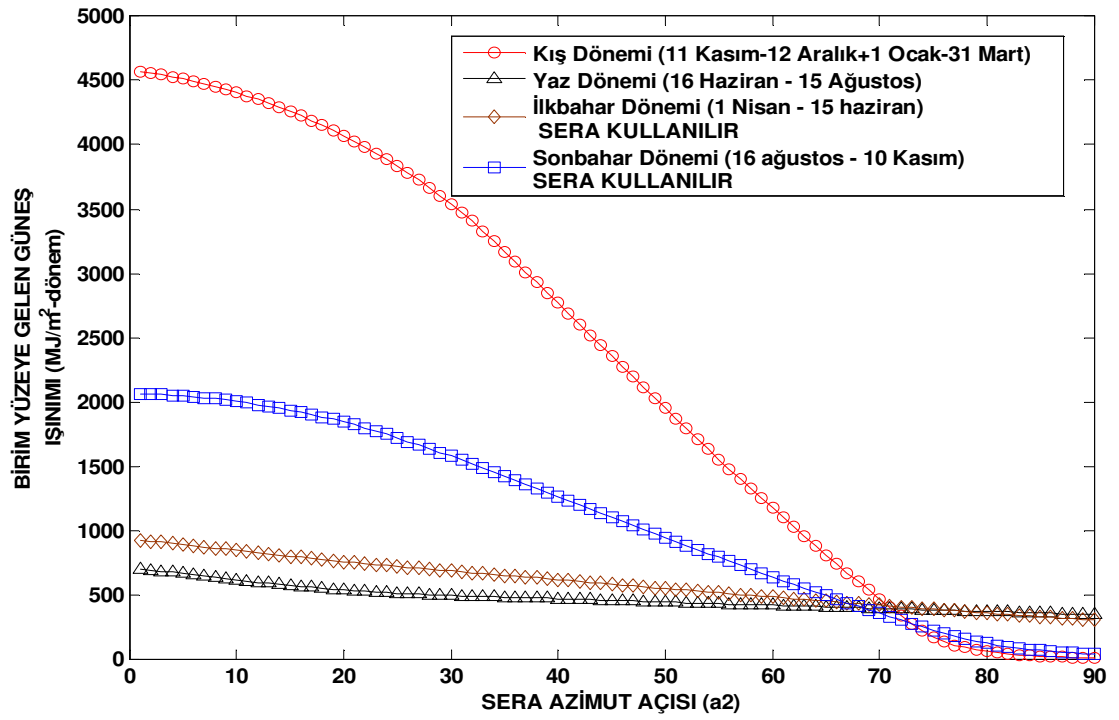
Şekil 4.8 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi-2

Şekil 4.9, düz sera D2 duvarının topladığı ışıının aylara göre değişimini göstermektedir. Şekil incelendiğinde yüzeyin en fazla ışıını Ocak ve Aralık ayında ve sera azimut açısı 0° iken aldığı görülmektedir. D2 duvarı bazı kış aylarında yüksek sera azimut açılarında hiç ışıın almazken, Mayıs Haziran ve Temmuz gibi aylarda ise almış olduğu ışıın miktarı azimut açısına göre çok fazla değişmemektedir.

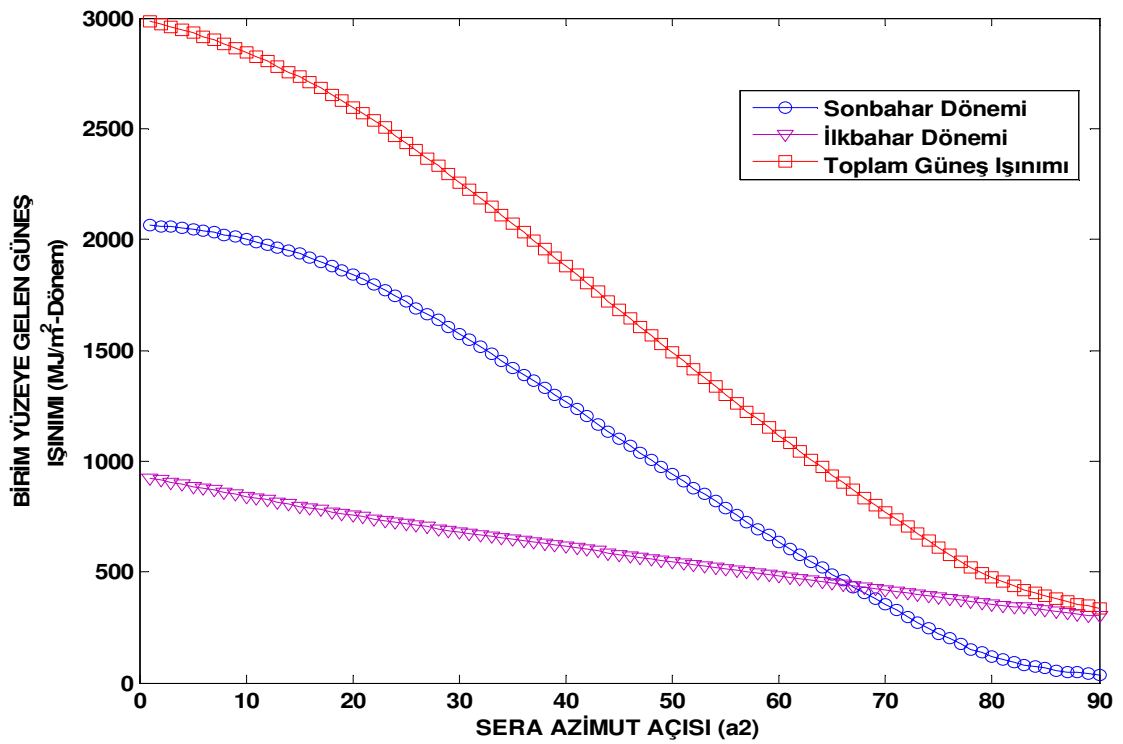


Şekil 4.9 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi

Şekil 4.10 üzerinde D2 duvarının birim alanı için, yılın sera kullanılan ve kullanılmayan dönemlerinde toplanan toplam ışıın miktarları ile sera azimut açısının farklı değerlerine göre değişimleri sunulmaktadır. Şekilden anlaşıldığı gibi yaz dönemi ile ilkbahar döneminde yüzey üzerine gelen ışıın oranları azimut açısı ile ciddi seviyelerde değişmemektedir. Azimut açısının en fazla kış dönemindeki ışıın miktarını etkilediği görülmektedir. Şekil 4.11 D2 duvarı birim alanının seranın kullanımda olduğu dönemlerde elde ettiği toplam güneş ışıını ifade etmektedir. Görüldüğü gibi en fazla ışıını D2 duvarı sera azimutunun 0° olduğu durumda almaktadır.



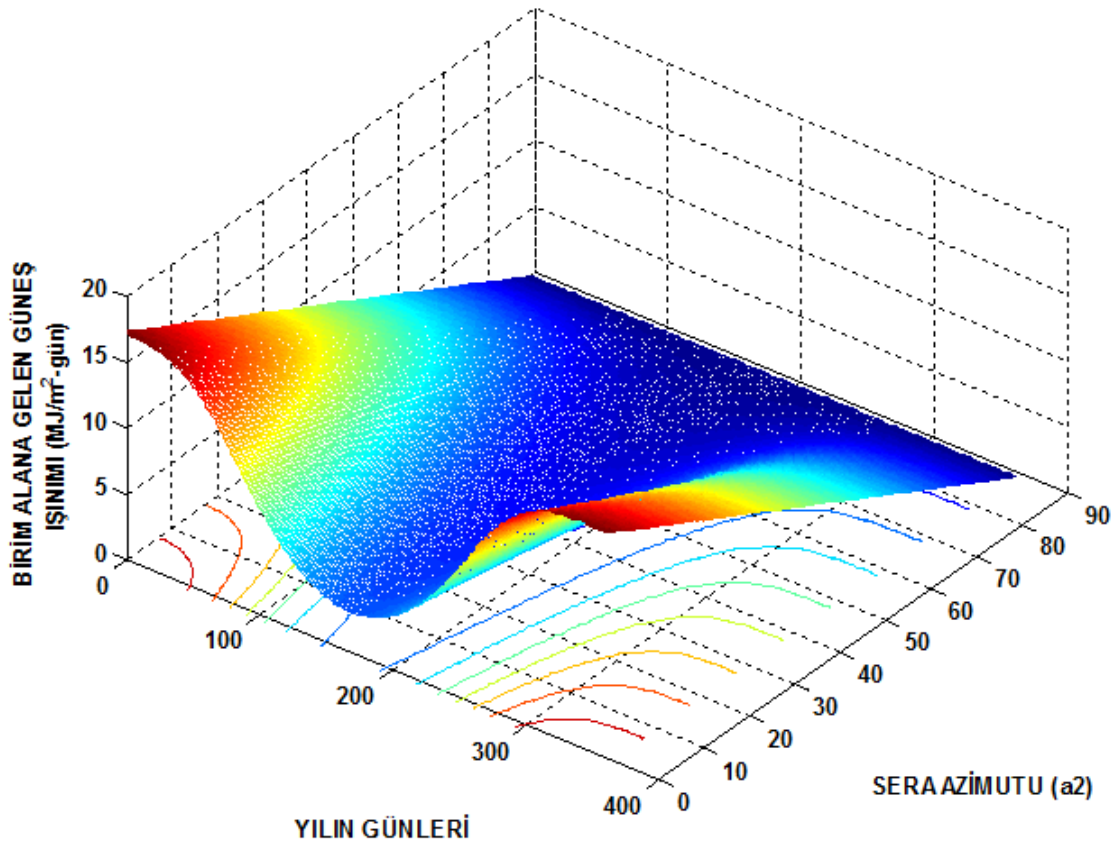
Şekil 4.10 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi



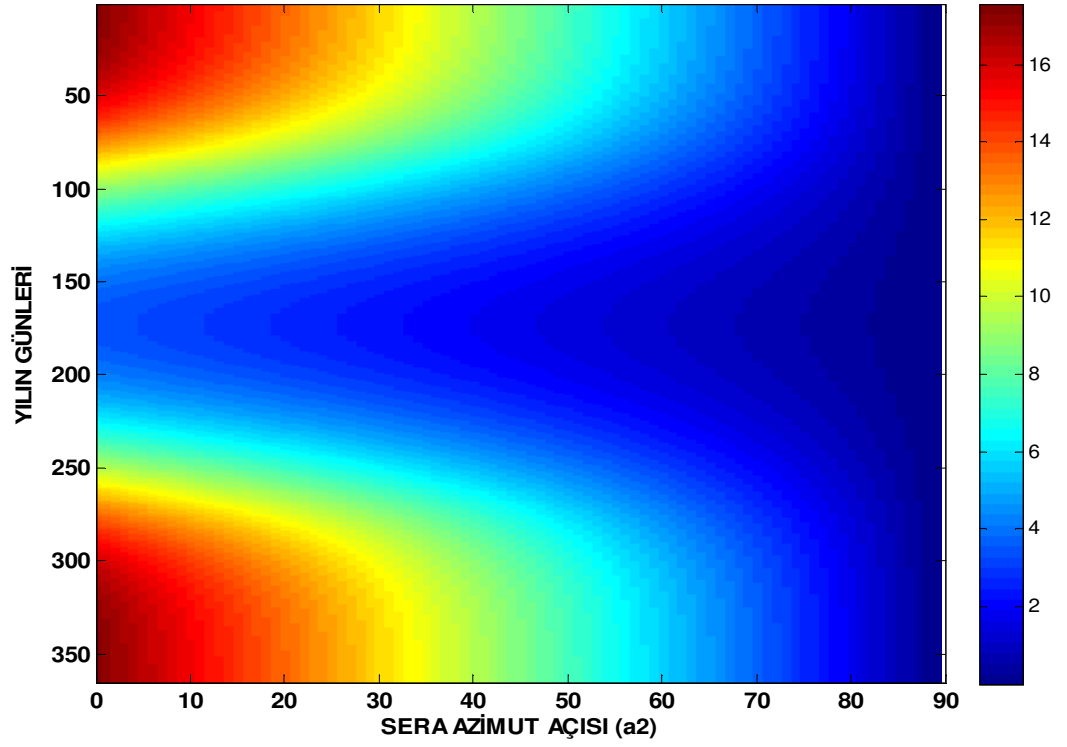
Şekil 4.11 Düz sera D2 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu

4.1.4 Düz sera – D3 duvarının incelenmesi

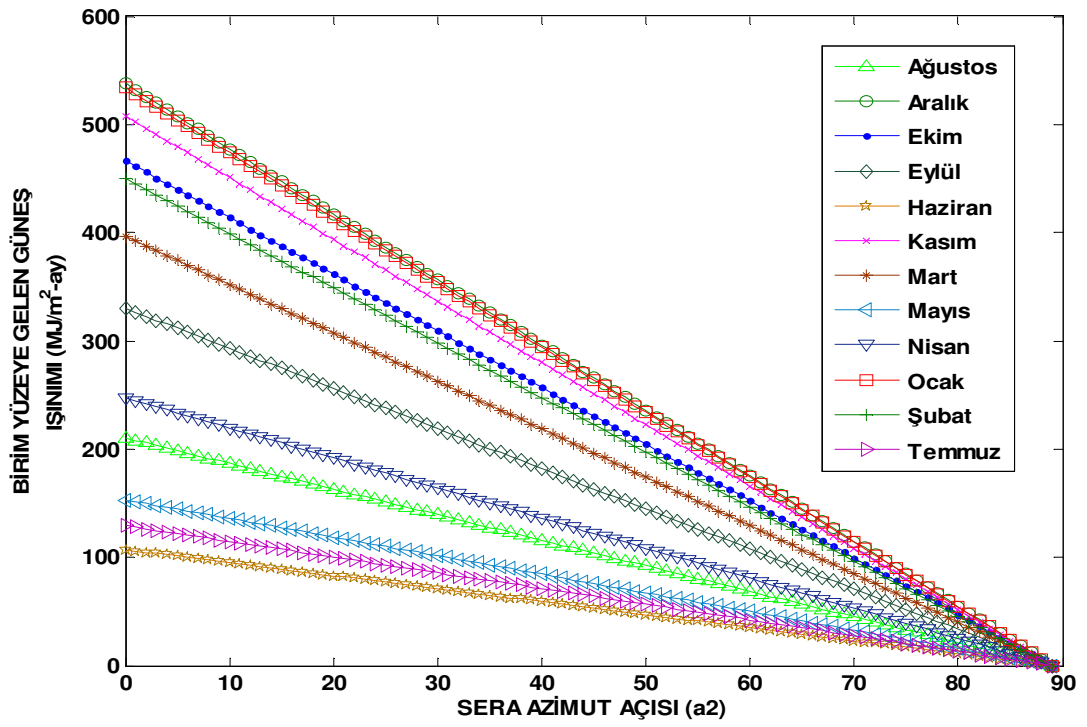
Şekil 4.1 den hatırlanacağı üzere D3 duvarı seranın analiz edilmeye başlanmadan önceki ilk konumunda batıya bakan küçük duvardır. Bu duvarın azimut açısı ilk başta 90° olup sera yönü değiştirildikçe 180° ye doğru değişmektedir. Sera azimut açısı 0° olduğunda güneş ışınları D3 duvarına ilk olarak öğle zamanında ulaşır ve bu duvar günün yarısı kadar süre boyunca ısıtım alır. Şekil 4.12 ve 4.13’de D3 yüzeyi birim alanının topladığı güneş ısıtımının yılın tüm günlerine ve farklı sera azimut açlarına göre değişimi sunulmuştur. Şekil üzerinde görüldüğü gibi D3 duvarı sera azimut açısı 0° olduğu anda ve kış aylarında en fazla ısıtım almaktadır. Duvarın yönü batıdan kuzeye doğru değiştikçe güneşten alınan günlük ısıtım değeri de azalmaktadır. Bununla birlikte bu duvarın genel olarak almış olduğu ısıtım oranı daha önce incelenen duvarların almış olduğu ısıtım miktarından oldukça azdır.



Şekil 4.12 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi



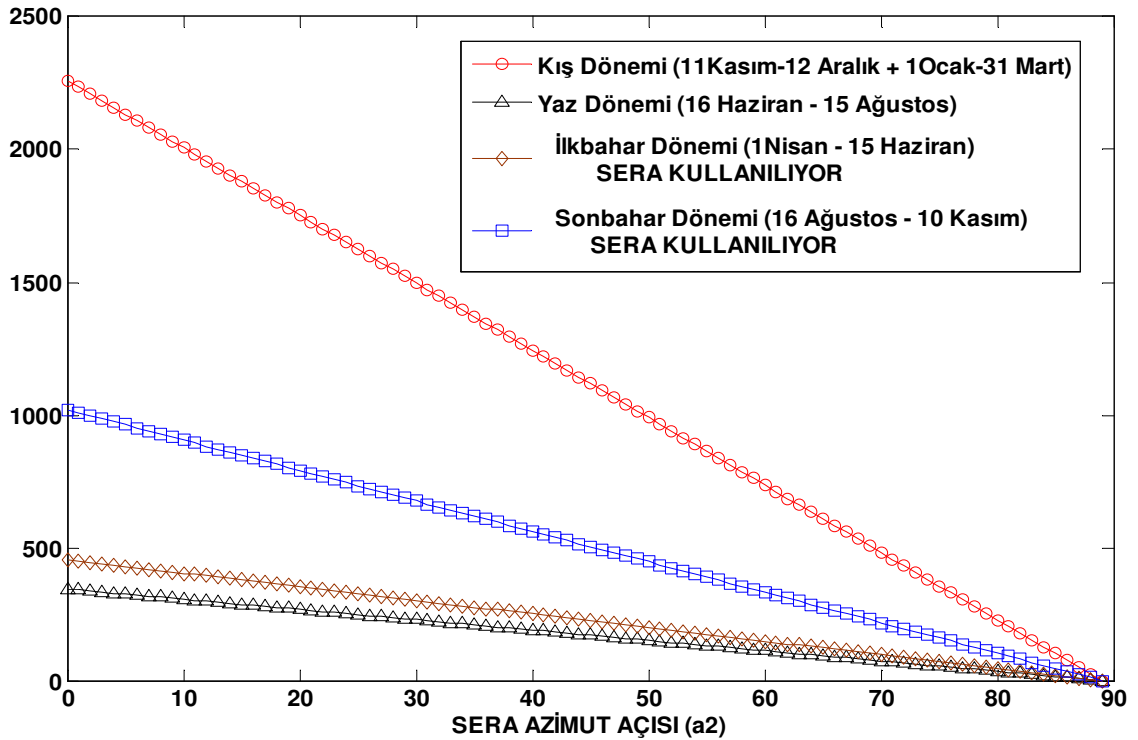
Şekil 4.13 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi-2



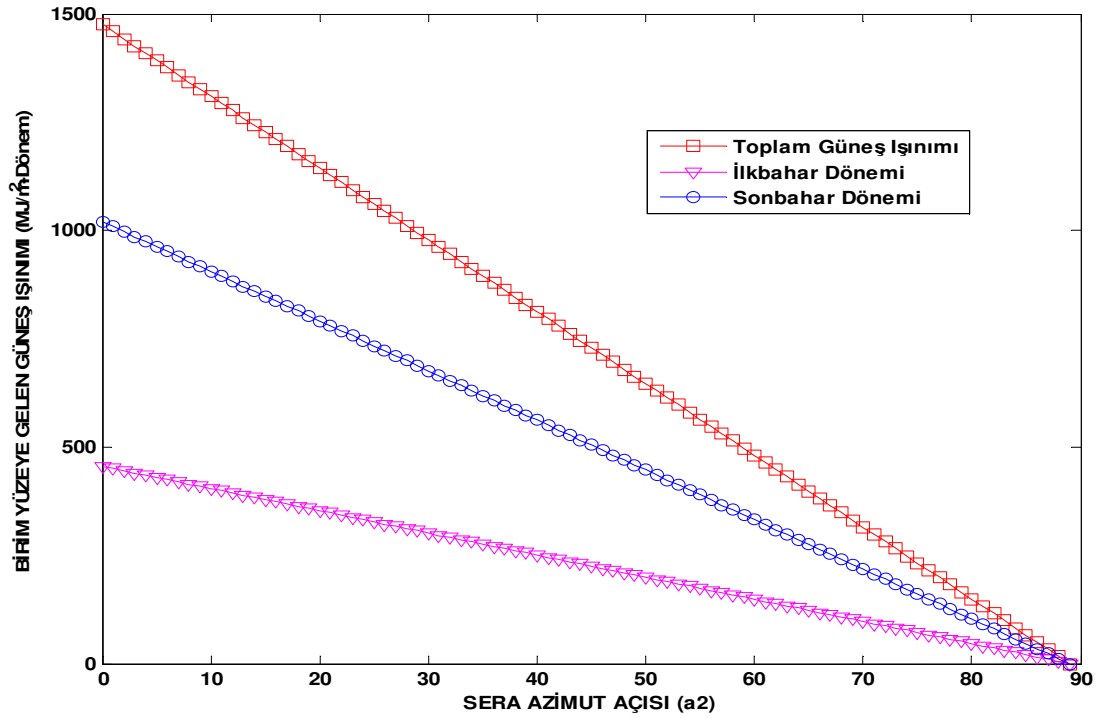
Şekil 4.14 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi

Düz seranın batıya bakan duvarı olan D3 numaralı yüzeyin birim alanının yılın farklı ayları için aylık toplam güneş ışıınımı kazancının farklı sera azimut açılarına göre değişimi Şekil 4.14'te sunulmuştur. Şekil incelendiğinde D3 duvarının en fazla ışıınımı Ocak ve Aralık aylarında ve sera azimutunun 0° olduğu durumda aldığı anlaşılmaktadır.

Şekil 4.15 D3 duvarının birim yüzeyi için seranın aktif olarak kullanılabileceği dönemlerde (ilkbahar ve sonbahar dönemi) ve kullanılamayacağı dönemlerde (yaz ve kış dönemleri) güneşten direk elde edeceği güneş enerjisinin sera azimut açısına bağlı olarak değişimini göstermektedir. D3 yüzeyi en fazla ışıınımı seranın kullanılmadığı kış döneminde, en az ışıınımı ise yine seranın aktif kullanımda olmayacağı bilinen yaz döneminde almaktadır. Görüldüğü gibi D3 yüzeyinin en verimli kullanılabileceği sera azimut açısı, D2 yüzeyininkine benzer şekilde 0° olarak belirlenmiştir. Şekil 4.16 seranın aktif olarak kullanıldığı dönemlerde D3 yüzeyine gelen toplam güneş ışıınımını ifade etmektedir.



Şekil 4.15 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi

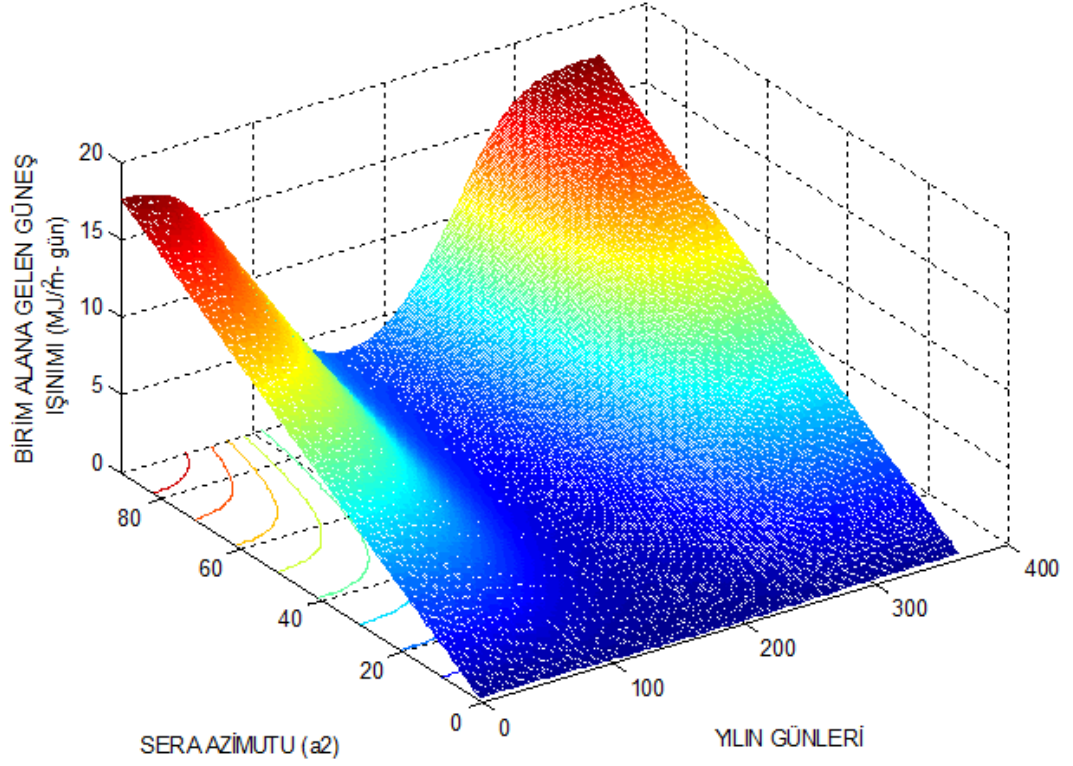


Şekil 4.16 Düz sera D3 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu

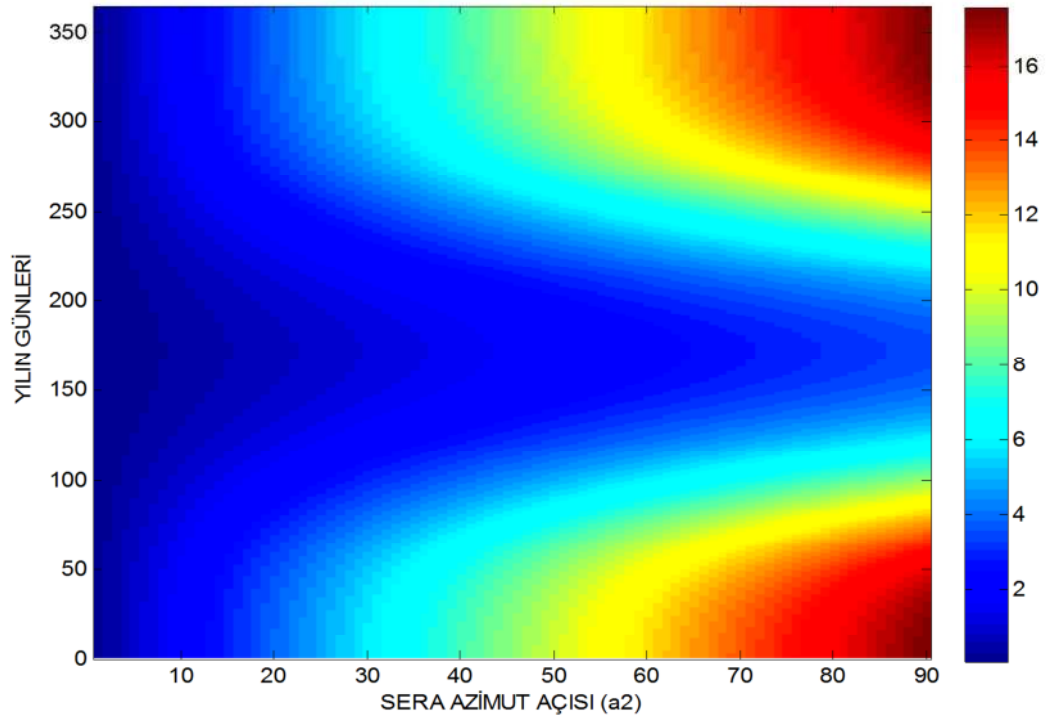
4.1.5 Düz sera – D4 duvarının incelenmesi

İncelenmekte olan düz seranın D4 numaralı duvarı ilk başta kuzeye bakan büyük duvardır. D4 duvarı sera azimutu 0° olduğu durumda güneşten gün boyunca hiç ışınlam alamamaktadır. Şekil 4.17 ve 4.18 D4 duvarının yıl içinde farklı sera azimut açıları altında aldığı güneş ışınlamının değişimini ifade etmektedir.

Şekil 4.17 incelendiğinde D4 duvarının en fazla ışınlamı sera azimut açısının değeri 90° olduğu durumda aldığı anlaşılmaktadır. Kış döneminde alınan ışınlamın sera azimut açısının artmasına bağlı olarak çok fazla yükseldiği anlaşılmaktadır. Yaz döneminde alınan ışınlamın ise sera azimutu açısı ile değişimi kış döneminde meydana gelen değişime göre çok daha fazla olmaktadır. Bu yüzeyin birim alanına gelen ışınlam miktarı D2 duvarının birim alanına gelen ışınlamın yarısından daha az olmaktadır. Bunun yanı sıra bu yüzeyin yaz döneminde aldığı ışınlam miktarı kış döneminde alınan ışınlam miktarının yaklaşık olarak üçte birine tekabül etmektedir.

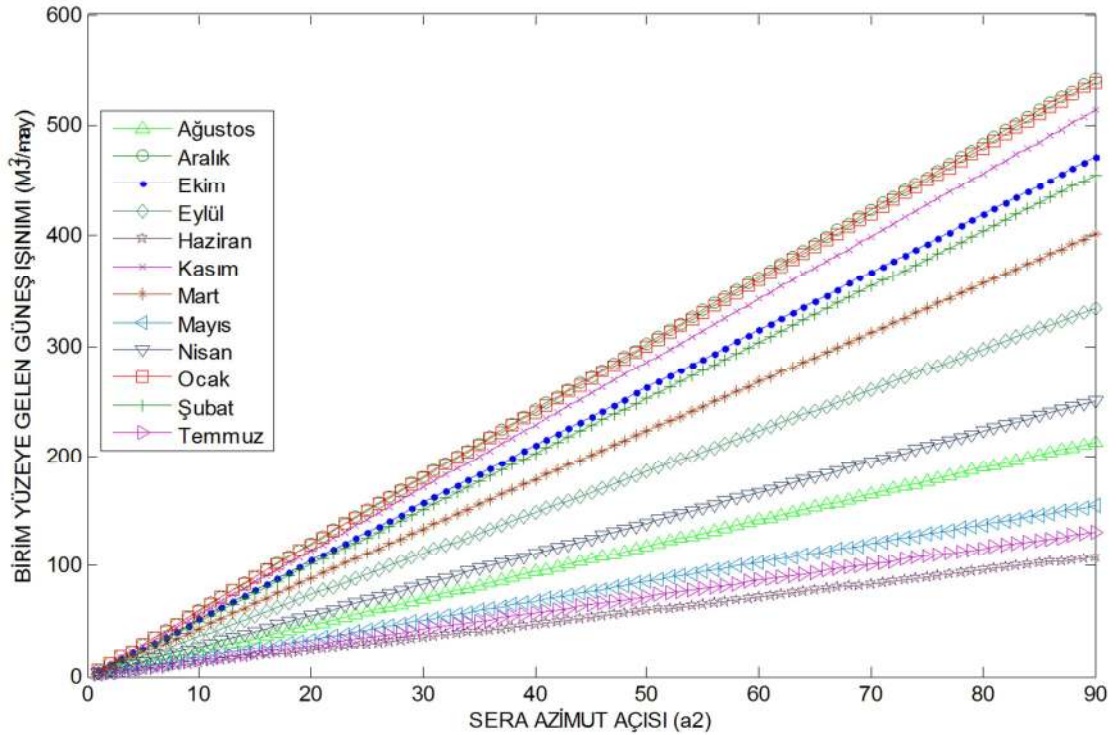


Şekil 4.17 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi



Şekil 4.18 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi/2

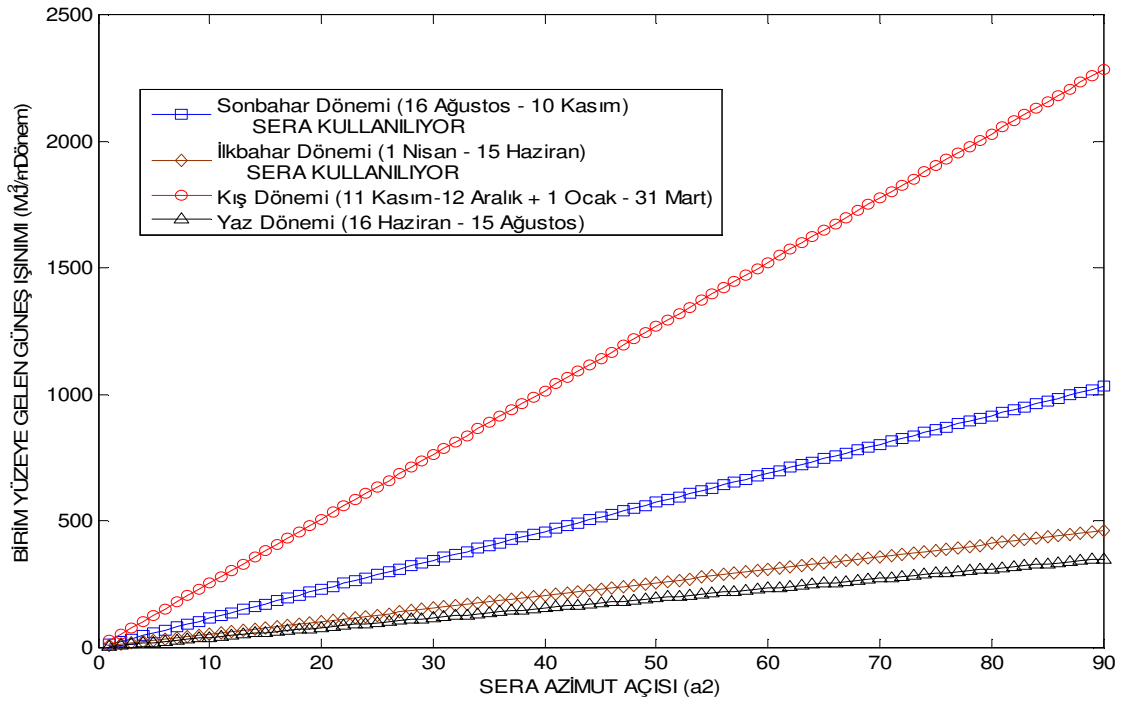
Düz sera D4 duvarının birim yüzeyine gelen güneş ışınımının yılın aylarına ve farklı sera azimut açılarına göre değişimi Şekil 4.19 da sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi D4 duvarı en fazla ışınlıma sera azimut açısı 90° olduğunda Aralık ve Ocak aylarında, sera azimut açısı 90° olduğunda en az ışınlıma da Haziran ayında almaktadır.



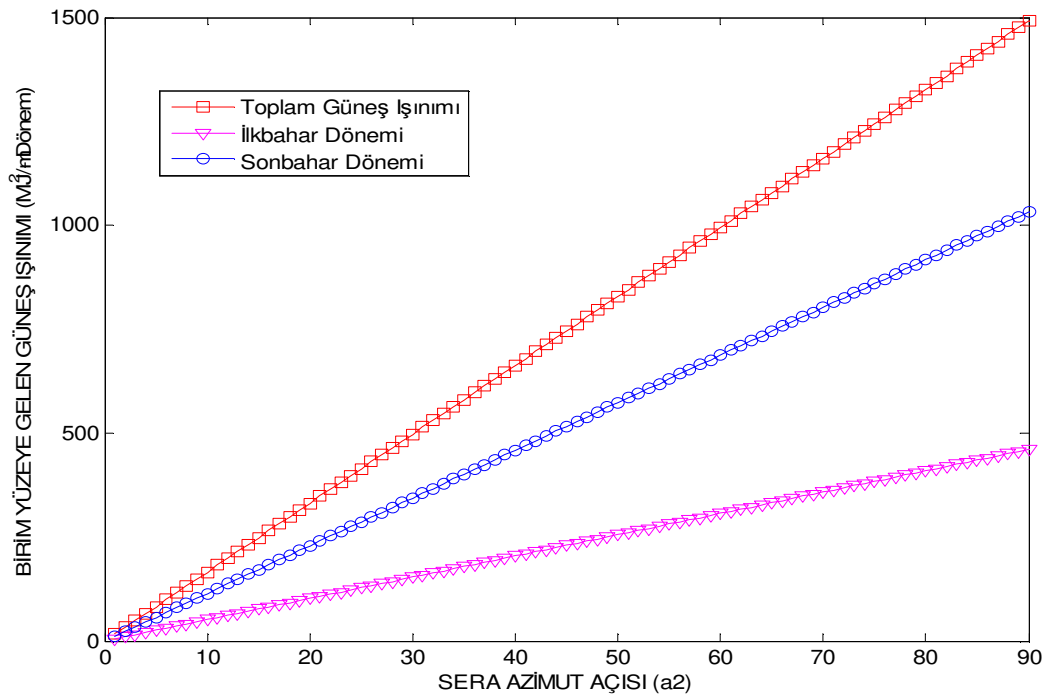
Şekil 4.19 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi

Düz sera D4 duvarının birim yüzeyine gelen güneş ışınımının yılın farklı dönemlerinde farklı sera azimut açılarına göre değişimi Şekil 4.20’de sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi D4 duvarı en fazla ışınlıma sera azimut açısı 90° olduğunda Bayburt ilinde seracılık faaliyetlerinin olmadığı kış döneminde almaktadır. En az ışınlıma ise yine seracılık faaliyetlerinin gerek duyulmadığı yaz döneminde almaktadır.

Şekil 4.21’de D4 duvarının seracılık faaliyetine ihtiyaç duyulan dönemlerde güneşten aldığı toplam güneş ışınlımının farklı sera azimut açılarına göre değişimini ifade etmektedir.



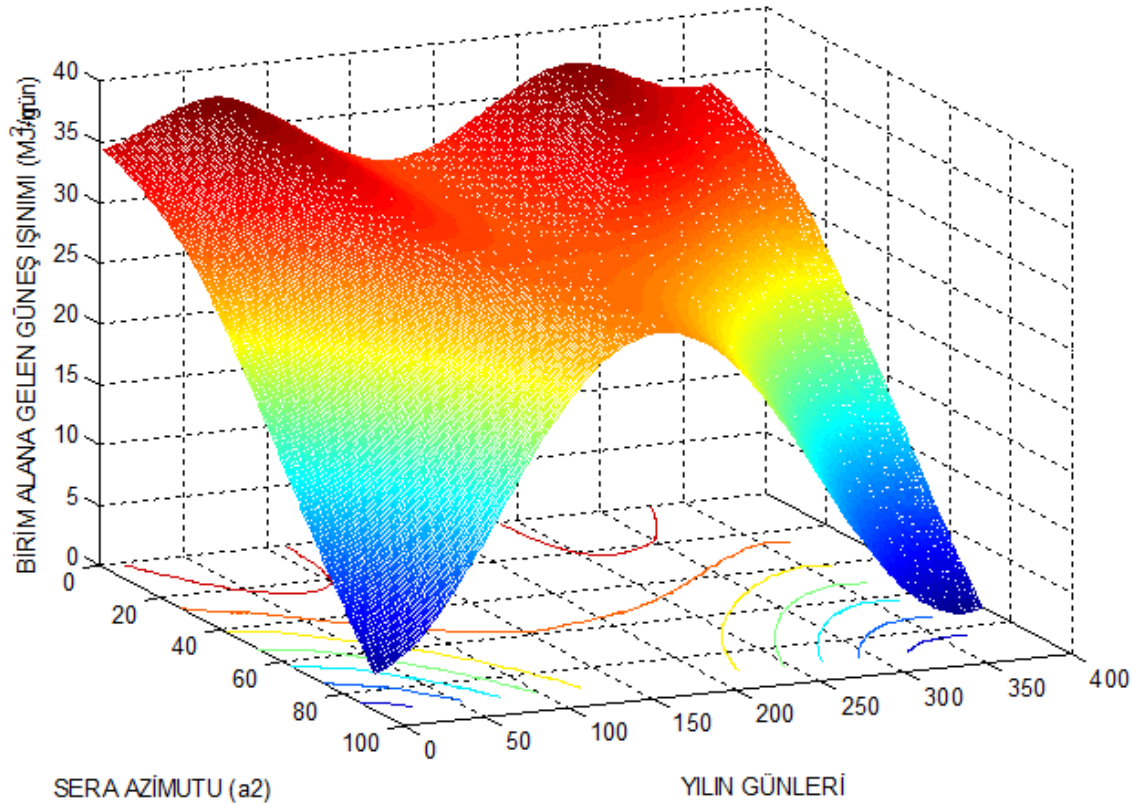
Şekil 4.20 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi



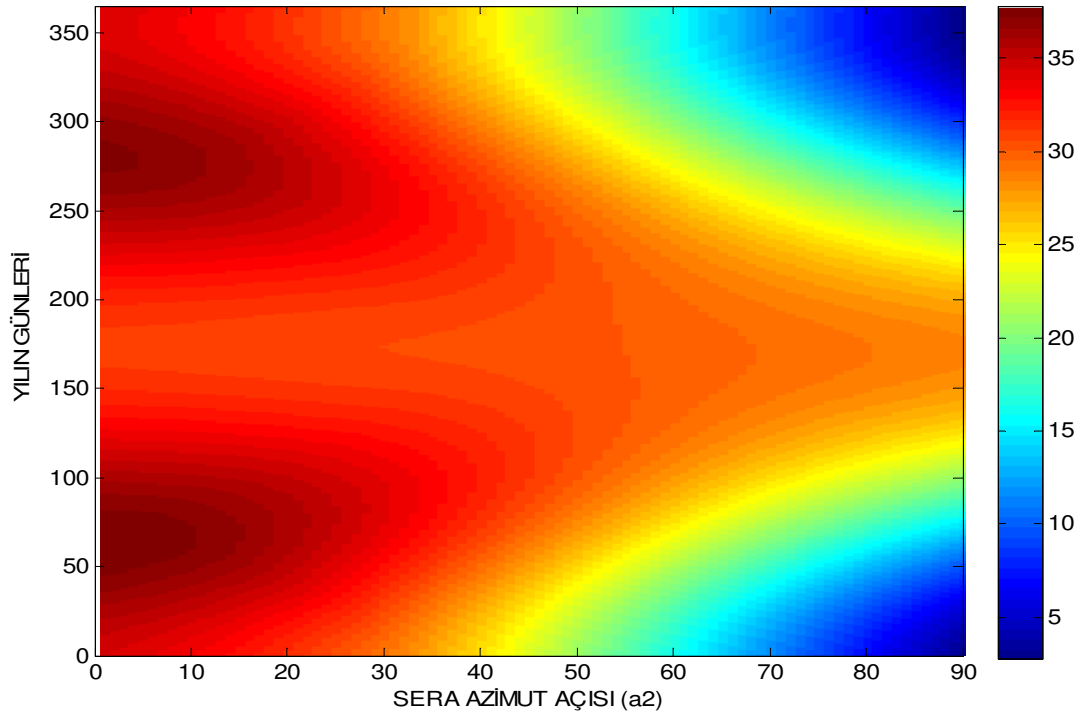
Şekil 4.21 Düz sera D4 duvarının birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu

4.1.6 Düz sera – C1 çatısının incelenmesi

Düz seranın güneye bakan çatı yüzeyi olan C1 çatısının seranın ilk konumundaki azimut açısı 0° 'dir. Söz konusu seranın çatısının eğim açısının 45° olduğu kabul edilmiştir. Bunun nedeni çatı yüzeylerinin yılın soğuk dönemlerinde daha fazla ısıtım almasını sağlamaktır. Bilindiği gibi Bayburt ili 40.16° enlem üzerinde bulunmaktadır. Kış dönemlerinde bu enlem derecesinden daha yüksek derecede eğime sahip yüzeyler yaza nazaran daha fazla ısıtım almaktadır. C1 çatı yüzeyinin yıl içindeki zamanlarda farklı sera azimut açıları için almış oldukları ısıtım değerinin değişimi Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu yüzey en fazla ısıtımı sera azimutunun 0° olduğu durumda almaktadır. Sera azimutunun 0° olduğu durum için, bu yüzeyin yılın dönemlerinde almış olduğu ısıtım miktarları diğer yüzeylerdeki kadar fazla değişim göstermemektedir.



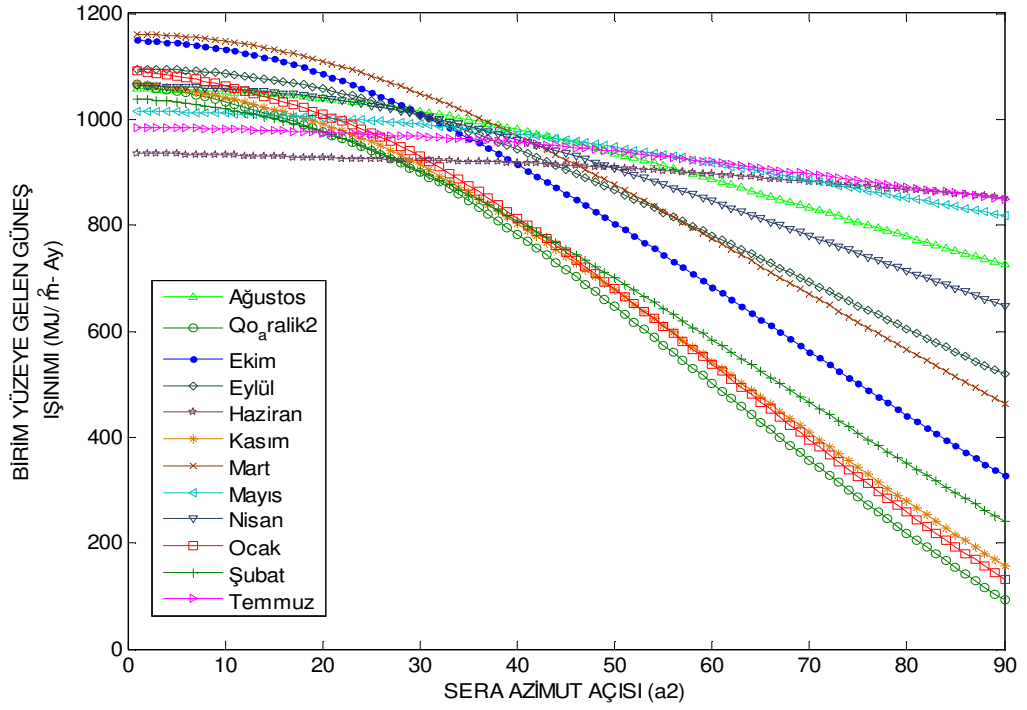
Şekil 4.22 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi



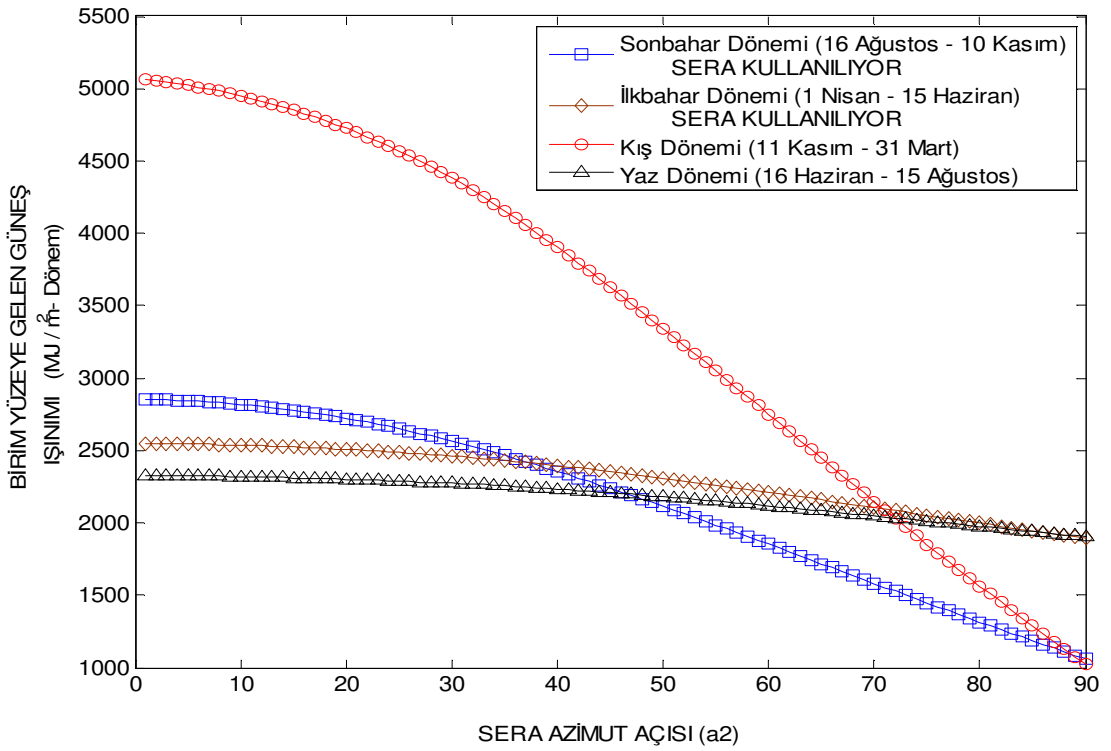
Şekil 4.23 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımı değişimi/2

C1 yüzeyinin birim alanı için yılın farklı aylarında topladığı ışıınım değerlerinin farklı azimut açılara göre değişimi Şekil 4.24 ile sunulmuştur. C1 yüzeyinin maksimum ışıınımı alacağı ay sera azimut açısına göre farklılık göstermektedir. Örneğin sera azimut açısının 35° 'den küçük olduğu durumda, yüzey en fazla ışıınımı Mart ayında toplarken, sera azimutunun 42° olduğu durumda en fazla ışıınımı Mayıs ayında, sera azimutunun 70° 'den büyük olduğu durumda ise en fazla ışıınımı Temmuz ve Haziran ayında almaktadır. Mayıs, Temmuz ve Haziran aylarında toplanan ışıınım miktarları, sera azimut açısına göre çok az değişim gösterirken, diğer aylarda toplanan ışıınım miktarları sera azimut açısının değişimine bağlı olarak çok fazla değişim göstermektedir.

C1 yüzeyinin birim alanı için yıl içinde seranın kullanıldığı ve kullanılmadığı dönemlerde topladığı ışıınım değerlerinin farklı azimut açılara göre değişimi Şekil 4.25 ile sunulmuştur. Sera azimut açısının yaklaşık olarak 70° 'nin altında olduğu durumda en fazla ışıınım kış döneminde toplanmakta iken, diğer durumda ($a_2 > 70$) en fazla ışıınım ilkbahar ve yaz döneminde alınmakta olup bu iki dönemde toplanan ışıınım neredeyse eşit olmaktadır.

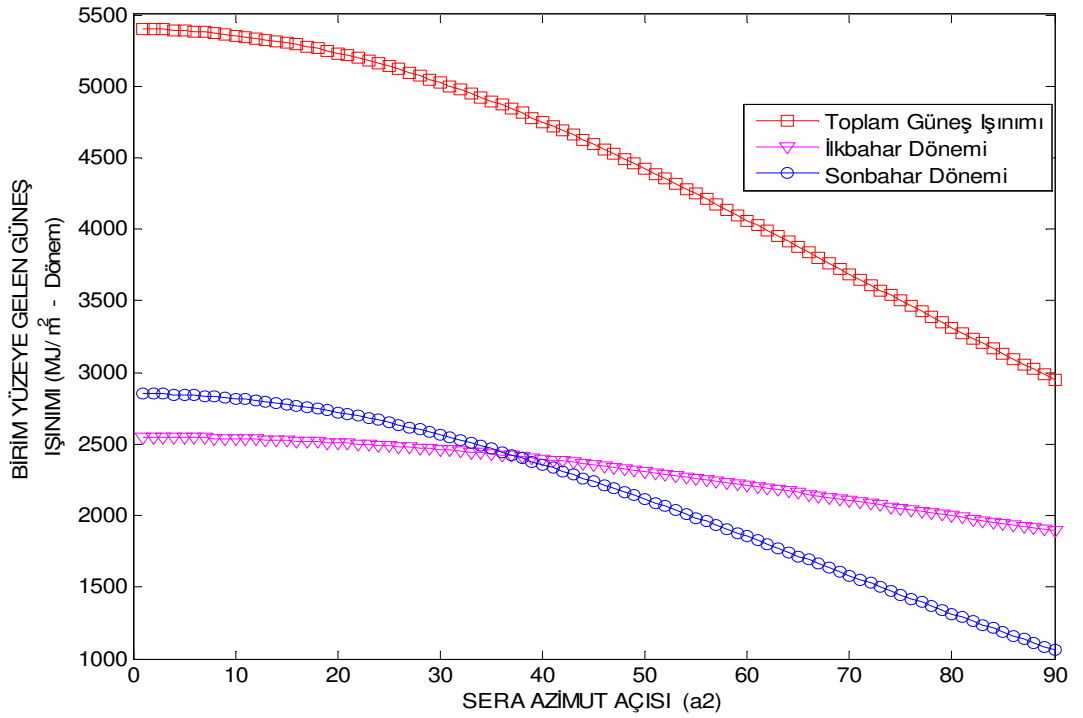


Şekil 4.24 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi



Şekil 4.25 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi

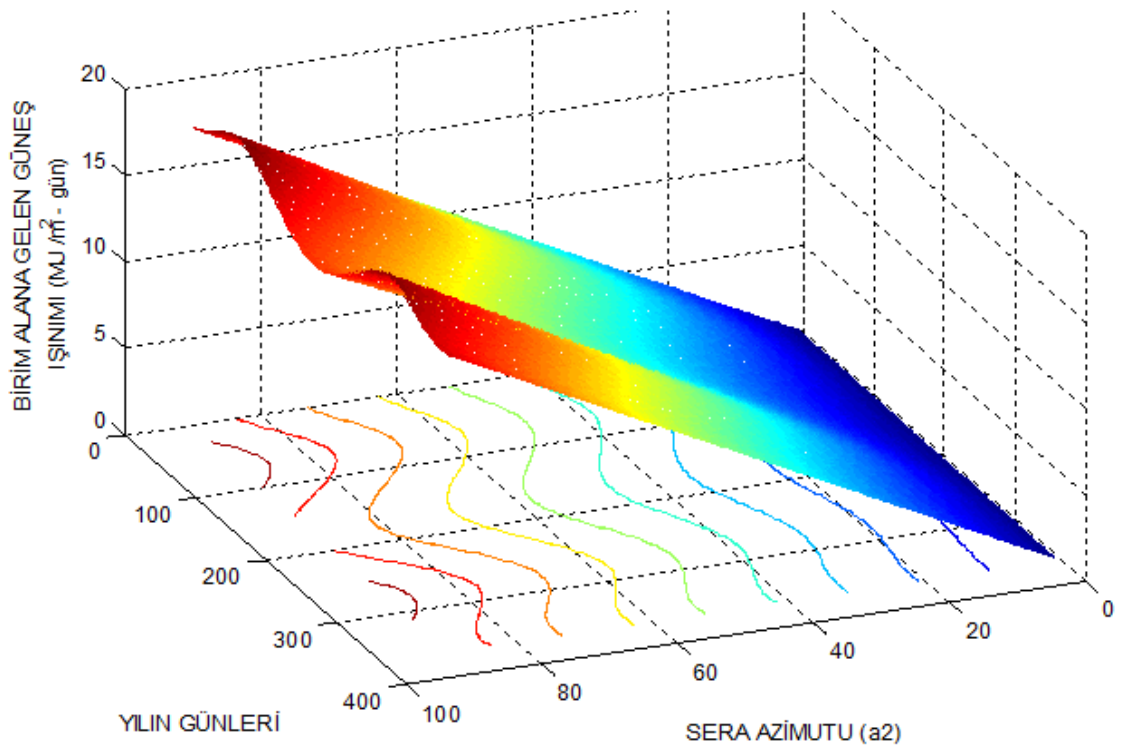
C1 çatı yüzeyinin seracılığın aktif olarak yapılabildiği dönemler olan ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde güneşten aldığı toplam ışıınım miktarının farklı azimut açılarına göre değişimi Şekil 4.26’da sunulmuştur. Görüldüğü gibi C1 yüzeyi için seracılık dönemleri boyunca en fazla ışıınınımın toplanmasını sağlayacak olan azimut açısı değeri 0° ’dir



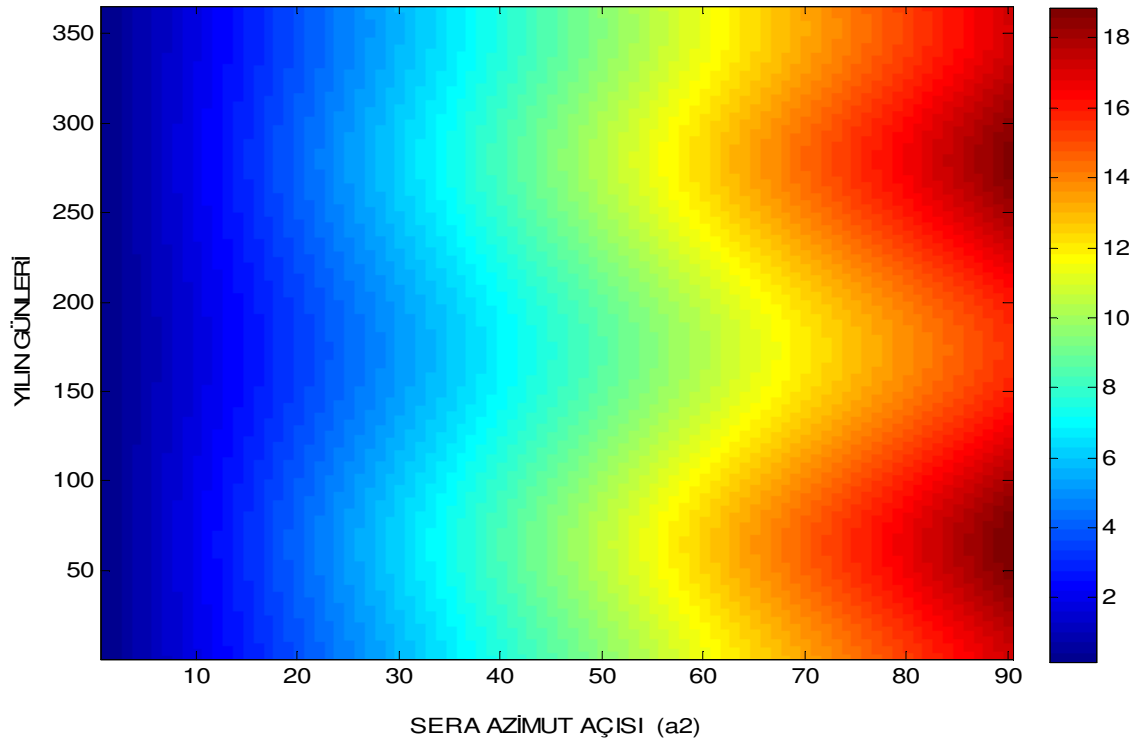
Şekil 4.26 Düz sera C1 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu

4.1.7 Düz sera – C2 çatısının incelenmesi

Çalışmanın bu bölümünde incelenmekte olan düz seranın son yüzeyi, sera azimut açısının 0° olduğu durumda (sera doğu-batı yönünde konumlandırılmış) kuzey cephesinde kalan C2 numaralı çatısıdır (Şekil 4.1). Şekil 4.26 ve 4.27, C2 yüzeyinin birim alanı tarafından güneşten elde edilecek ışıınım miktarının yılın günlerine ve sera azimutunun farklı değerlerine göre değişimini ifade etmektedir. Tahmin edildiği üzere C2 yüzeyi yılın bütün zamanları için en fazla ışıınınımı sera azimutunun 90° olduğu durumda almaktadır.

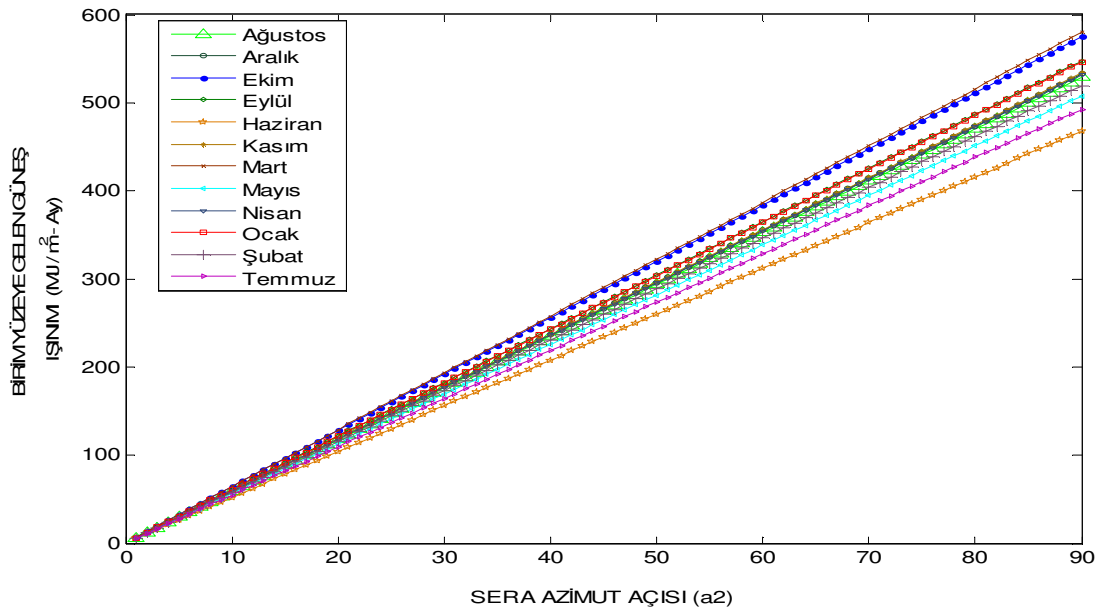


Şekil 4.27 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının değişimi

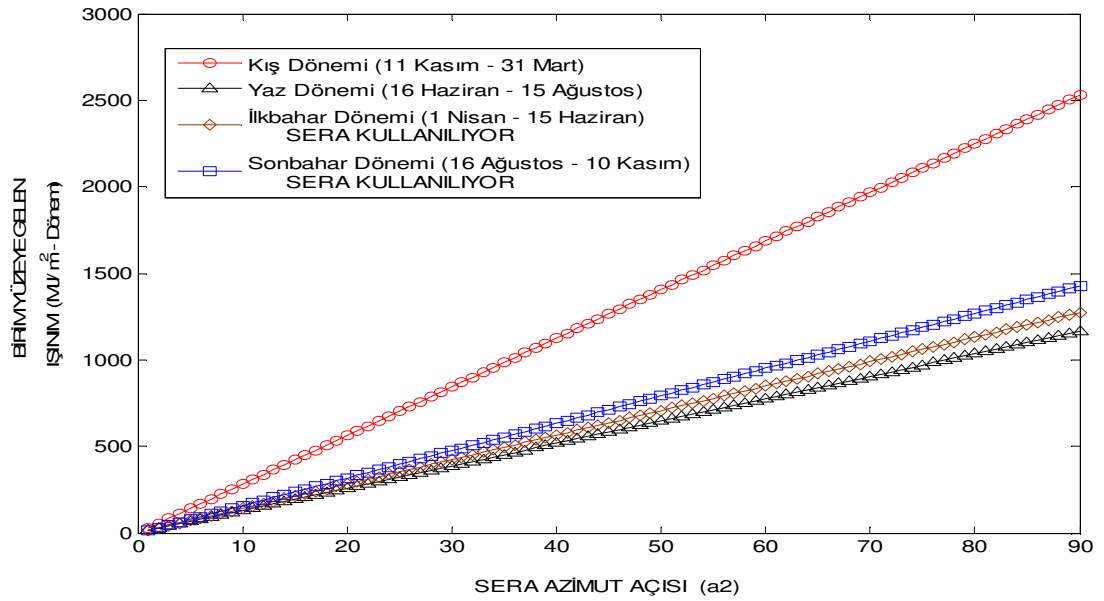


Şekil 4.28 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımı değişimi-2

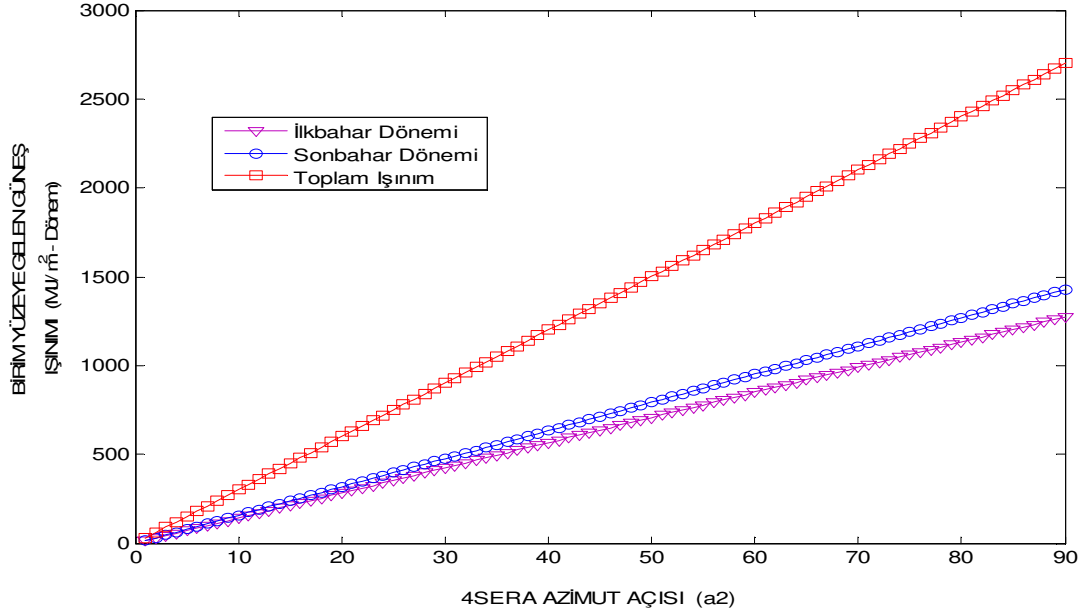
Düz seranın C2 yüzeyinin birim alanının yılın farklı aylarında, seranın kullanıldığı ve kullanılmadığı dönemlerinde güneşten aldığı ışıınım miktarının sera azimut açısına göre değişimi sırası ile Şekil 4.28, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da sunulmuştur.



Şekil 4.29 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının aylara göre değişimi



Şekil 4.30 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının yılın dönemlerine göre değişimi



Şekil 4.31 Düz sera C2 yüzeyinin birim alanı için güneş enerjisi kazanımının kullanım dönemlerindeki durumu

4.2 Farklı Boyutlardaki Düz Sera Tipleri İçin Sonuçlar

Düz seranın tamamı için yapılan çalışmalarda öncelikle duvarın birim alanının aldığı ışıınım hesaplanmıştır. İkinci kısımda ise verilen sera taban alanına ve tercih edilen k oranına bağlı olarak hesaplanan yüzey alanları ile birim alana gelen ışıınım çarpılmış ve her bir yüzeye gelen toplam ışıınımlar toplanmak sureti ile seranın bütün yüzeylerinden almış olduğu ışıınım belirlenmiştir.

4.2.1 400 m² yüzey alanına sahip düz sera

Taban alanı 400 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

400 m² taban alanına sahip bir düz seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.32 ve Şekil 4.33 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 400 m² alana

sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir.

Taban alanı 400 m² olan düz seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.34'te sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

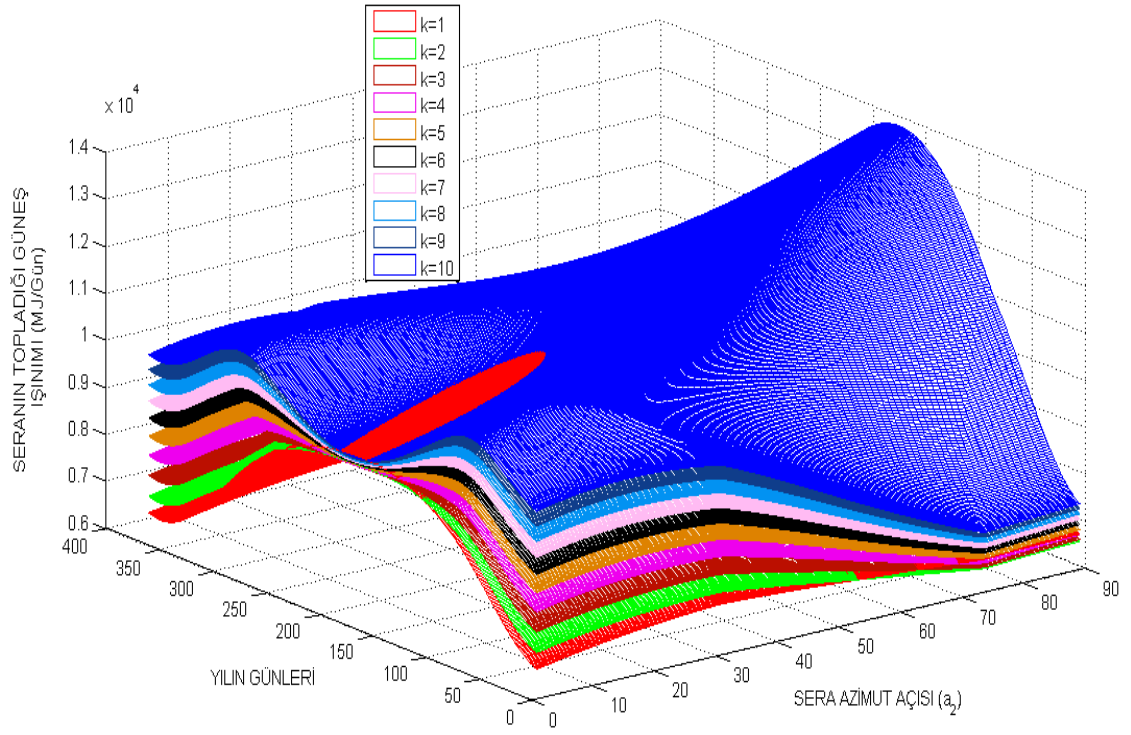
Boy-en oranı 10 olan 400m² alana sahip seranın yılın aylarında alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.35 ile sunulmuştur.

Çizelge 4.1. 400 m² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

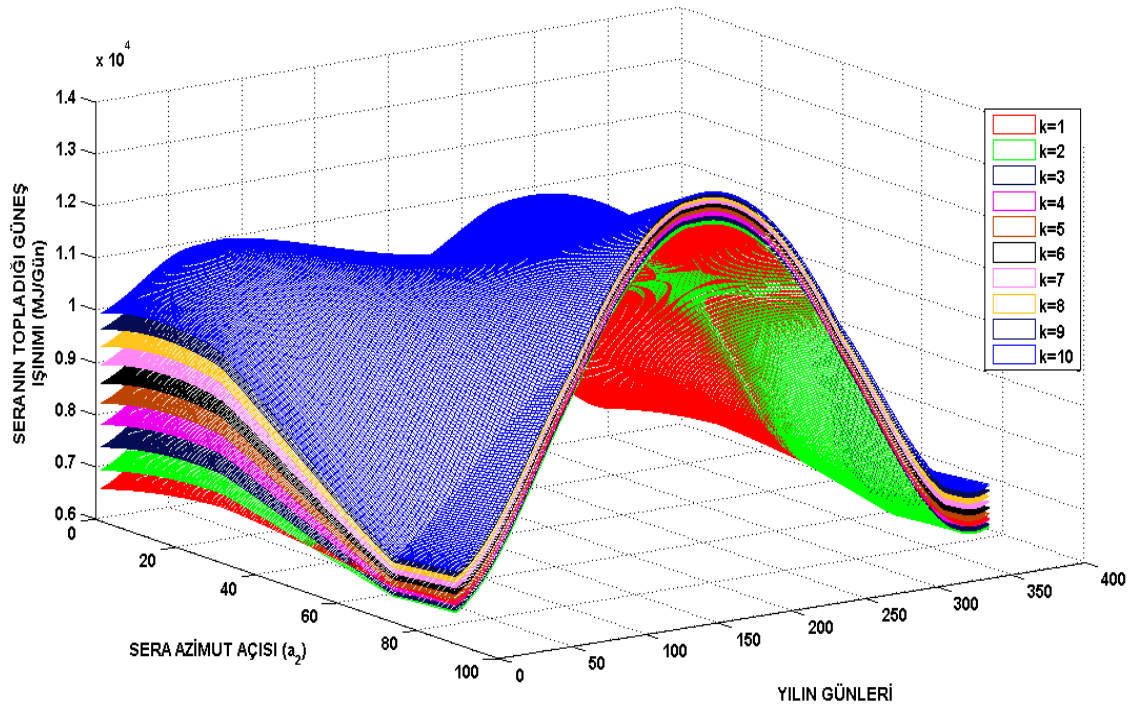
k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	20	20	50	40	201	5,7
2	28,3	14,4	35,35	56,57	202	8
3	34,6	11,5	28,8	69,3	203	9,8
4	40	10	25	80	204	11,3
5	44,7	8,9	22,36	89,4	205	12,6
6	48,9	8,16	20,4	97,97	206	13,8
7	52,9	7,6	18,9	105,83	207	14,8
8	56,6	7	17,7	113,14	208	15,8
9	60	6,7	16,7	120	209	16,7
10	63,2	6,3	15,8	126,49	210	17,6

Çizelge 4.2. 400 m² sera için uygun ölçüler (L/W=10)

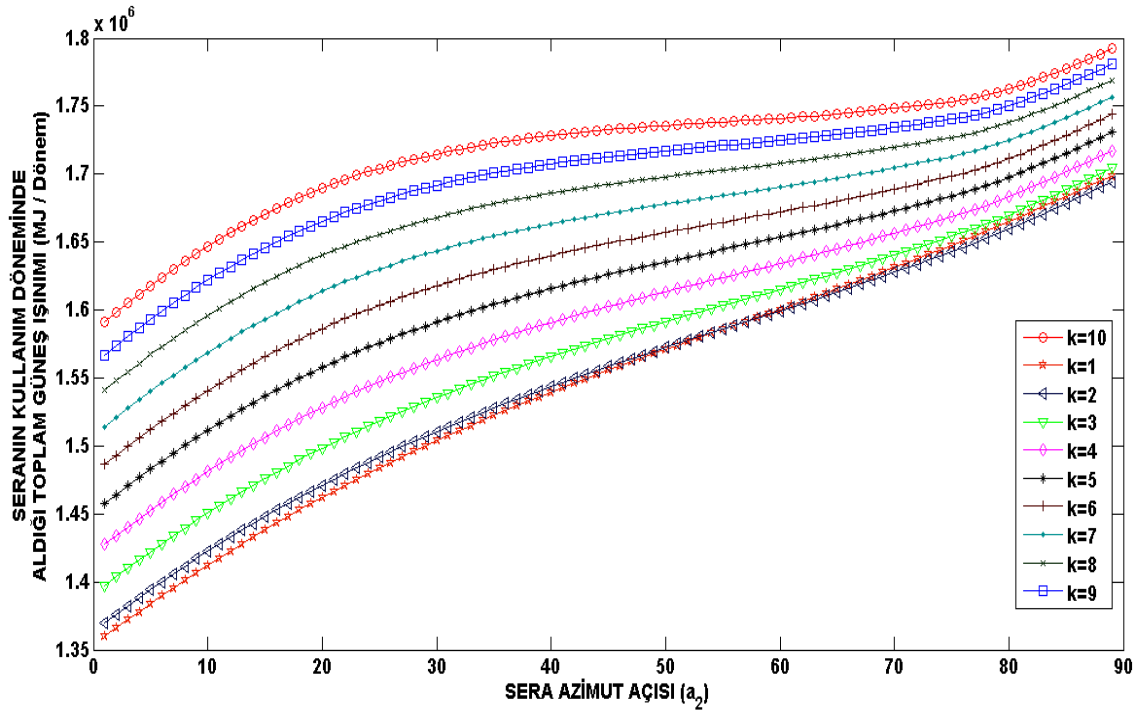
k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
10	63,2	6,3	15,8	126,49	210	17,6



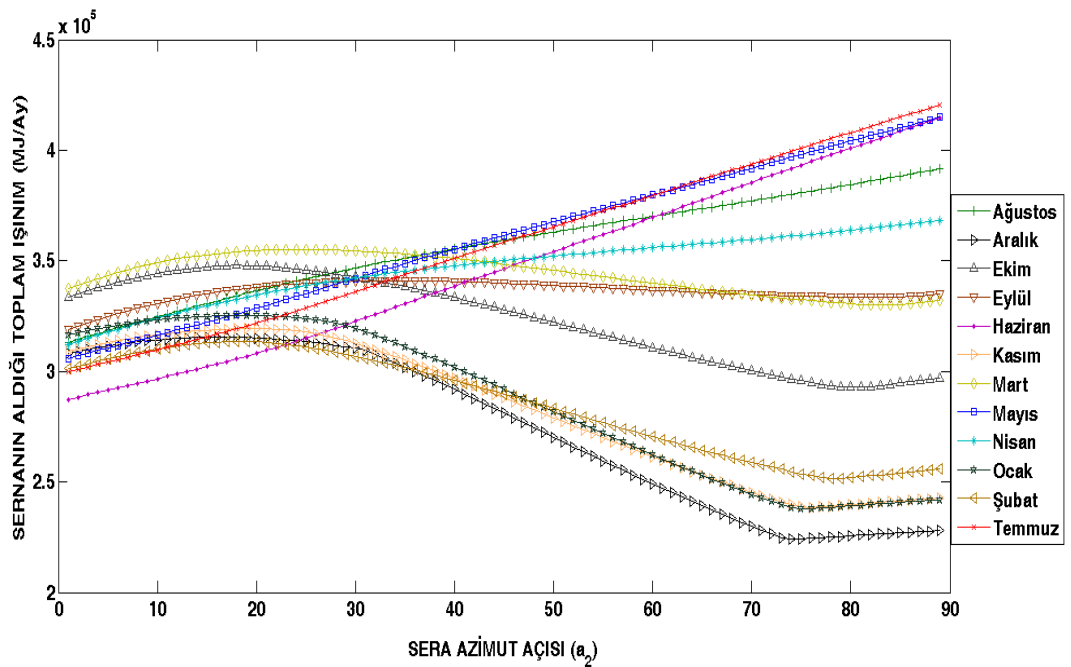
Şekil 4.32 400 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.33 400 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2



Şekil 4.34 400 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi



Şekil 4.35 400 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için yılın aylarına göre değişimi

4.2.2 300 m² yüzey alanına sahip düz sera

Taban alanı 300 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.3’de sunulmuştur.

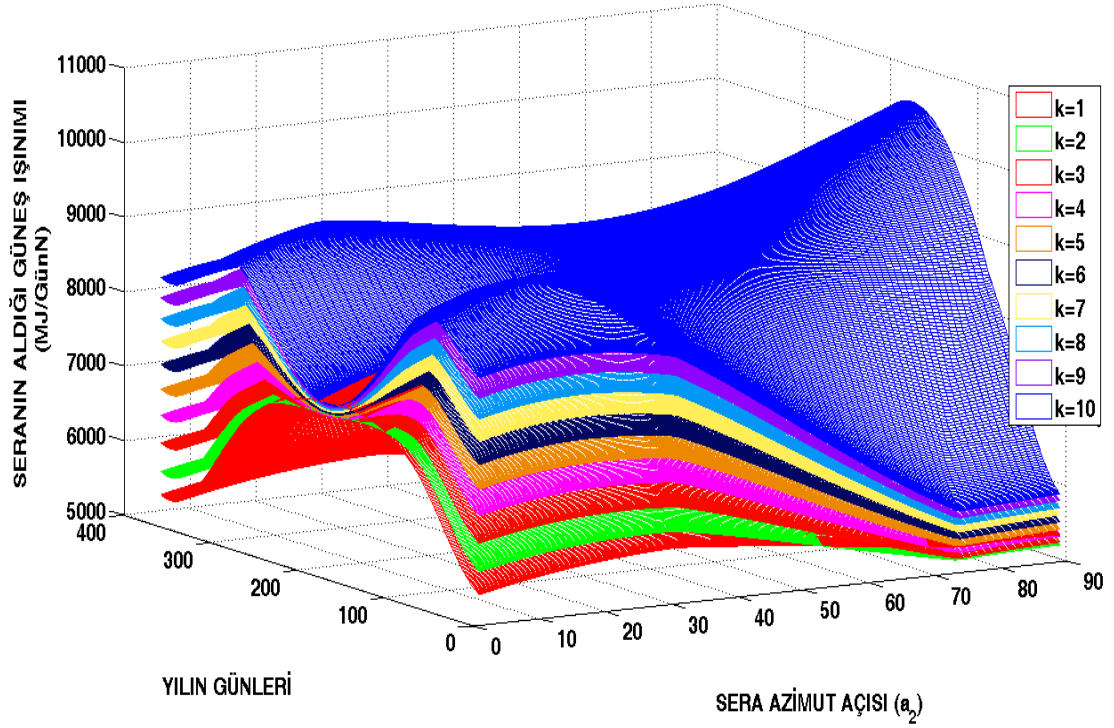
Çizelge 4.3. 300 m² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	17.3205	17.3205	43.3013	34.6410	150,99	6,6
2	24.4949	12.2474	30.6186	48.9898	151,98	9,3
3	30.0000	10.0000	25.0000	60.0000	152,97	11,3
4	34.6410	8.6603	21.6506	69.2820	153,95	13
5	38.7298	7.7460	19.3649	77.4597	154,92	14,5
6	42.4264	7.0711	17.6777	84.8528	155,88	15,8
7	45.8258	6.5465	16.3663	91.6515	156,85	16,9
8	48.9898	6.1237	15.3093	97.9796	157,8	18
9	51.9615	5.7735	14.4338	103.9230	158,8	19,1
10	54.7723	5.4772	13.6931	109.5445	160	20

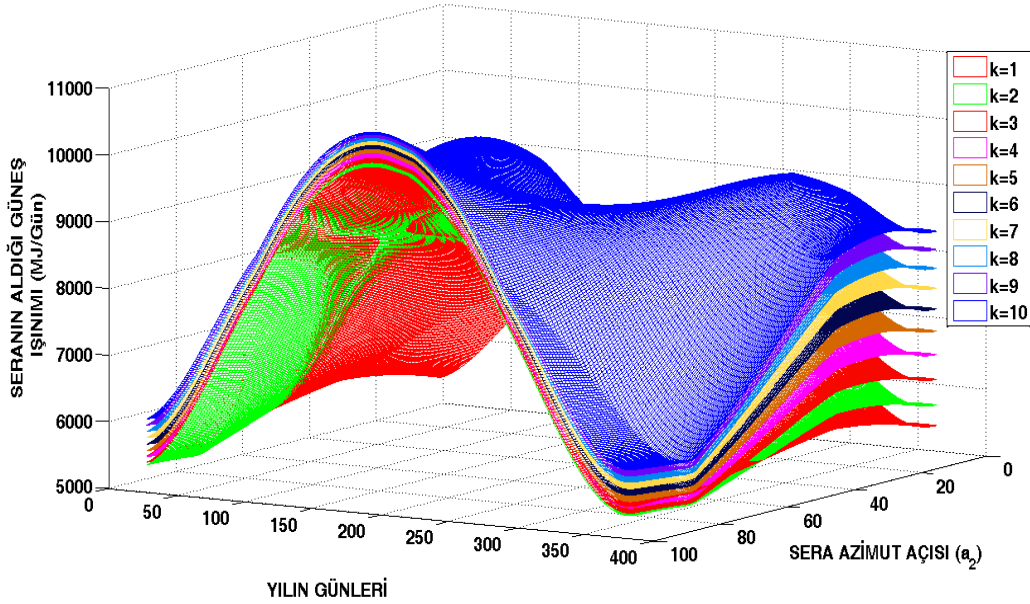
300 m² taban alanına sahip bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ısıtım miktarlarının değişimi Şekil 4.36 ve Şekil 4.37 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 300m² alana sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ısıtım miktarı da yükselmektedir.

Taban alanı 300 m² olan düz seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ısıtımının değişimi Şekil 4.38’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.4’de sunulmuştur.

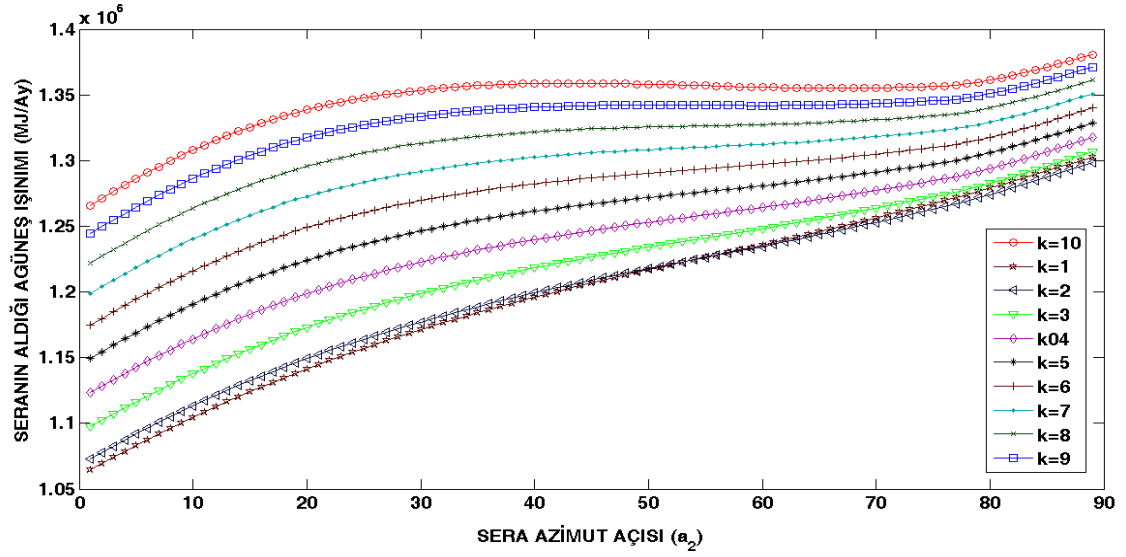
Boy-en oranı 10 olan 300 m² alana sahip seranın yılın aylarında alacağı güneş ısıtımının değişimi Şekil 4.39 ile sunulmuştur.



Şekil 4.36 300 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



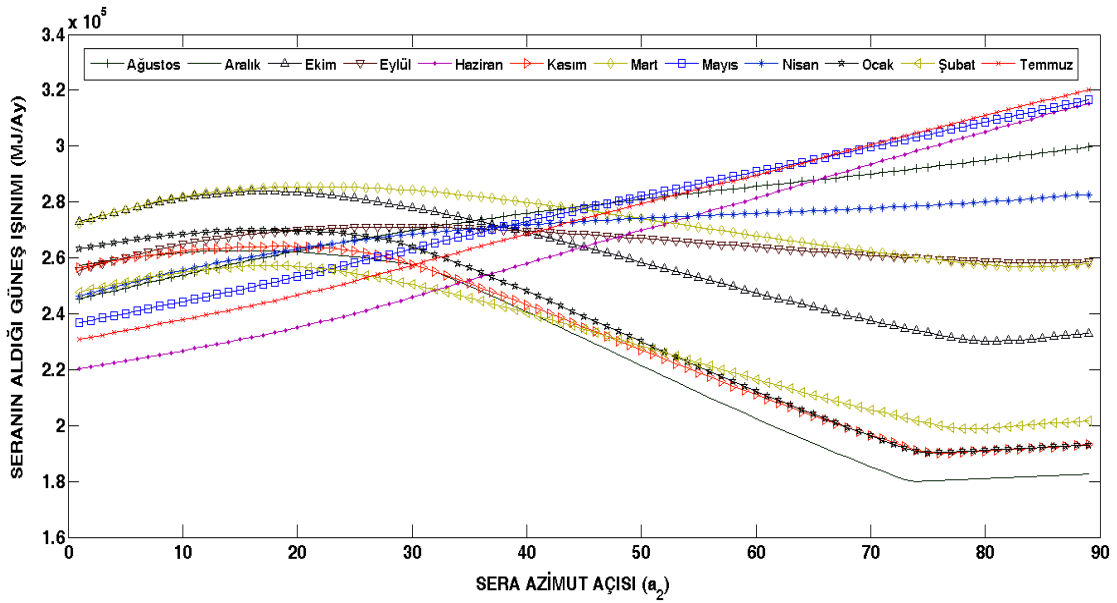
Şekil 4.37 300 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2



Şekil 4.38 300 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.4. 300 m² düz sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k	L	W	D1 ve D3	D2 ve D4	C1 ve C2	Çatı Eğimi
(L/W)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(°)
10	54.77	5.477	13.6931	109.5445	160	20



Şekil 4.39 300 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için yılın aylarına göre değişimi

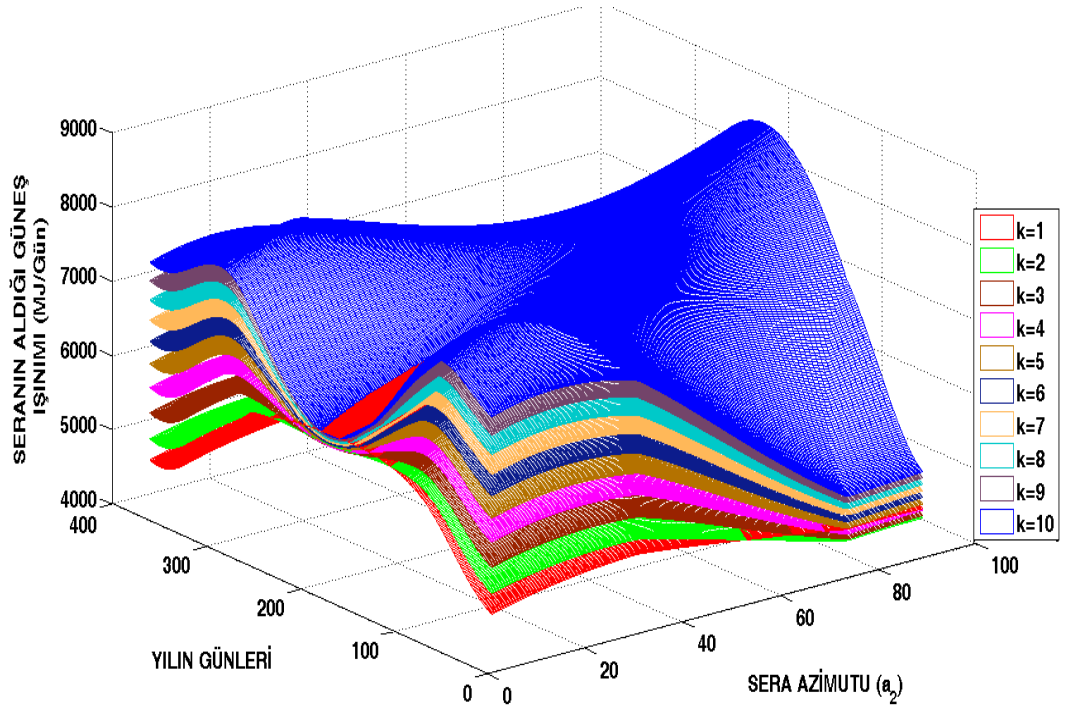
4.2.3 250 m² yüzey alanına sahip düz sera

Taban alanı 250 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.5’de sunulmuştur. 250 m² taban alanına sahip bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.40 ve Şekil 4.41 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 250 m² alana sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir

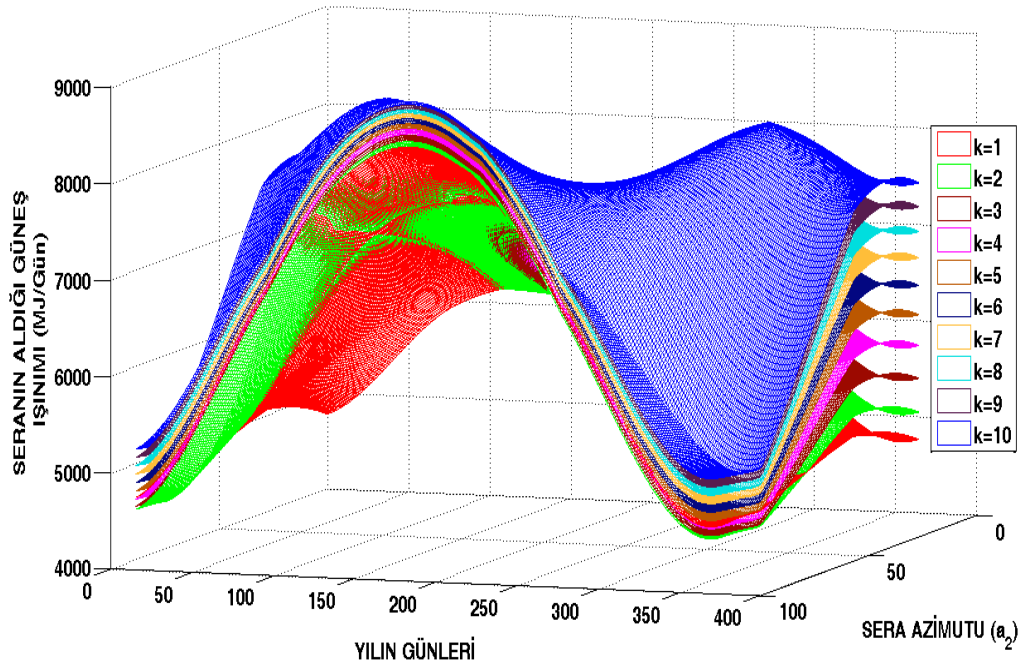
Çizelge 4.5. 250 m² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	15.8114	15.8114	39.5285	31.6228	125.9960	7.2091
2	22.3607	11.1803	27.9508	44.7214	126.9843	10.1421
3	27.3861	9.1287	22.8218	54.7723	127.9648	12.3576
4	31.6228	7.9057	19.7642	63.2456	128.9380	14.1969
5	35.3553	7.0711	17.6777	70.7107	129.9038	15.7932
6	38.7298	6.4550	16.1374	77.4597	130.8625	17.2150
7	41.8330	5.9761	14.9404	83.6660	131.8143	18.5035
8	44.7214	5.5902	13.9754	89.4427	132.7592	19.6857
9	47.4342	5.2705	13.1762	94.8683	133.6974	20.7804
10	50.0000	5.0000	12.5000	100.0000	134.6291	21.8014

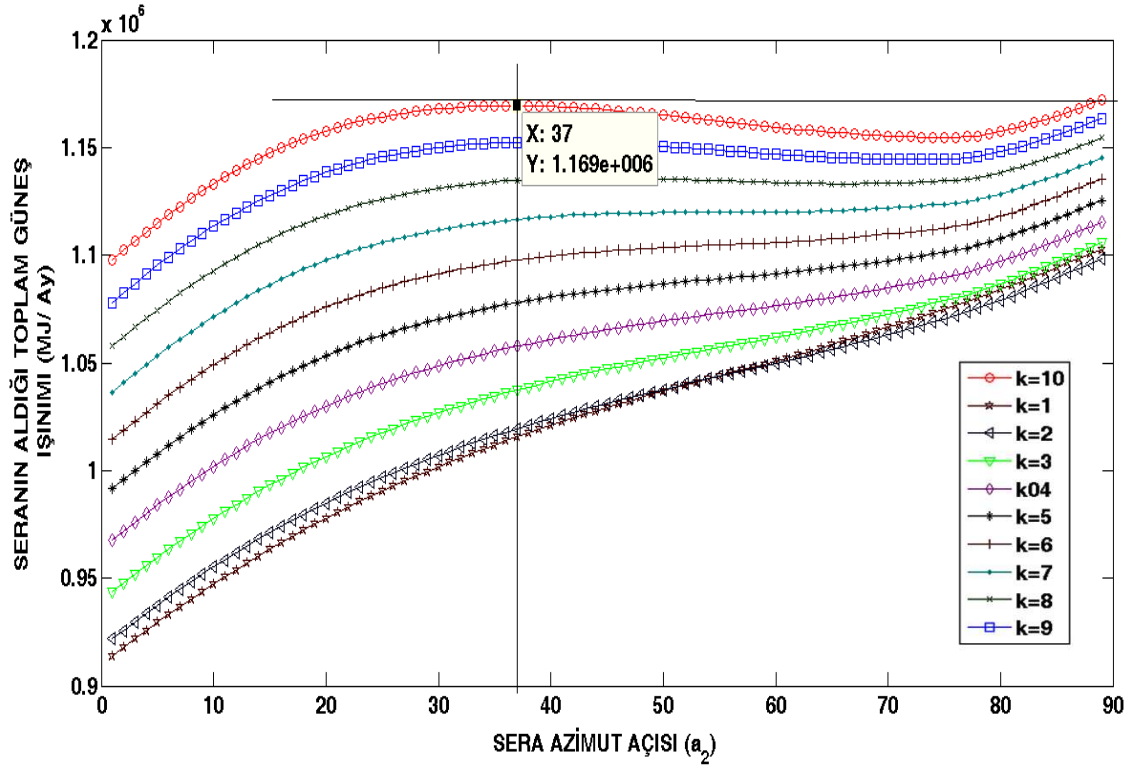
Taban alanı 250 m² olan düz seranın, farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınımının değişimi Şekil 4.42’de sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ya da 37° olmaktadır en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Boyu 50 m ve eni 5 m olan düz tip sera için iki farklı optimum sera azimut açısı bulunmaktadır. Çizelge 4.4 incelenirse seranın eni 5 m olarak alınmaktadır. Bu ölçülerin uygun olmaması durumunda diğer seçenekler de düşünülebilir.



Şekil 4.40 250 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.41 250 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

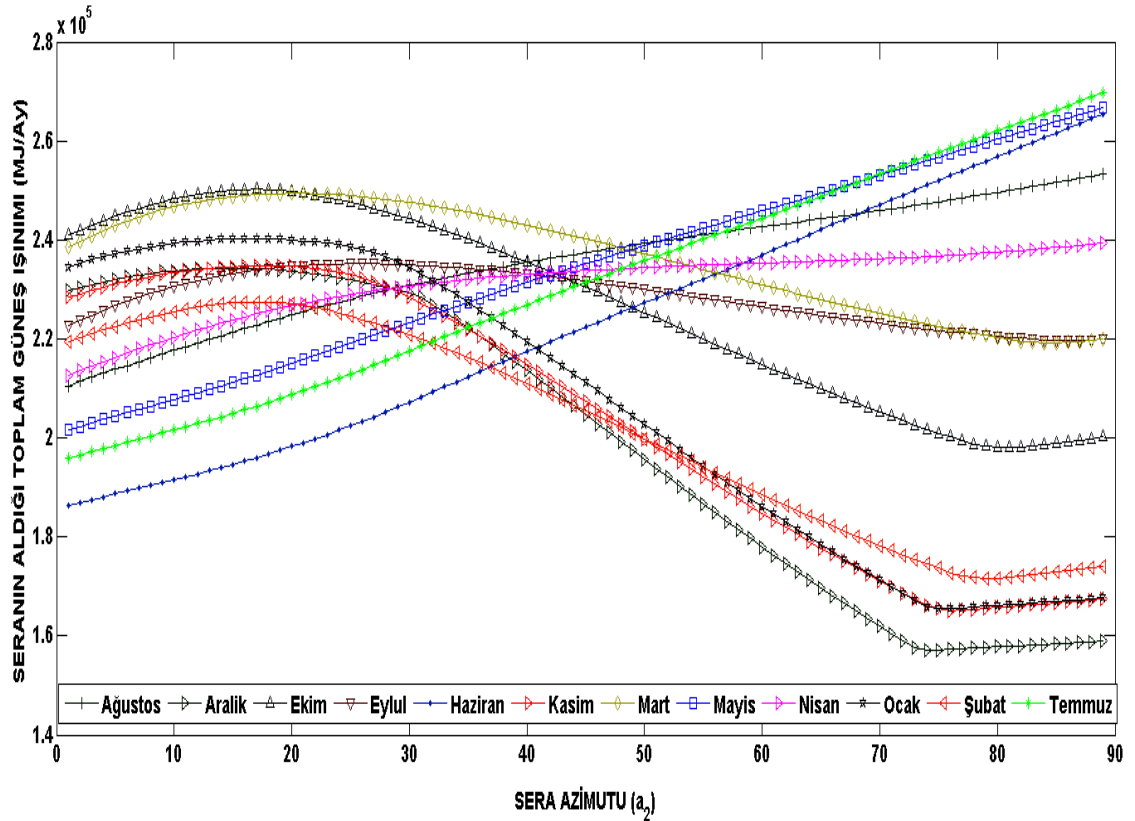


Şekil 4.42 250 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.6. 250 m² sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
10	50	5	12.5	100	134.63	21.8014

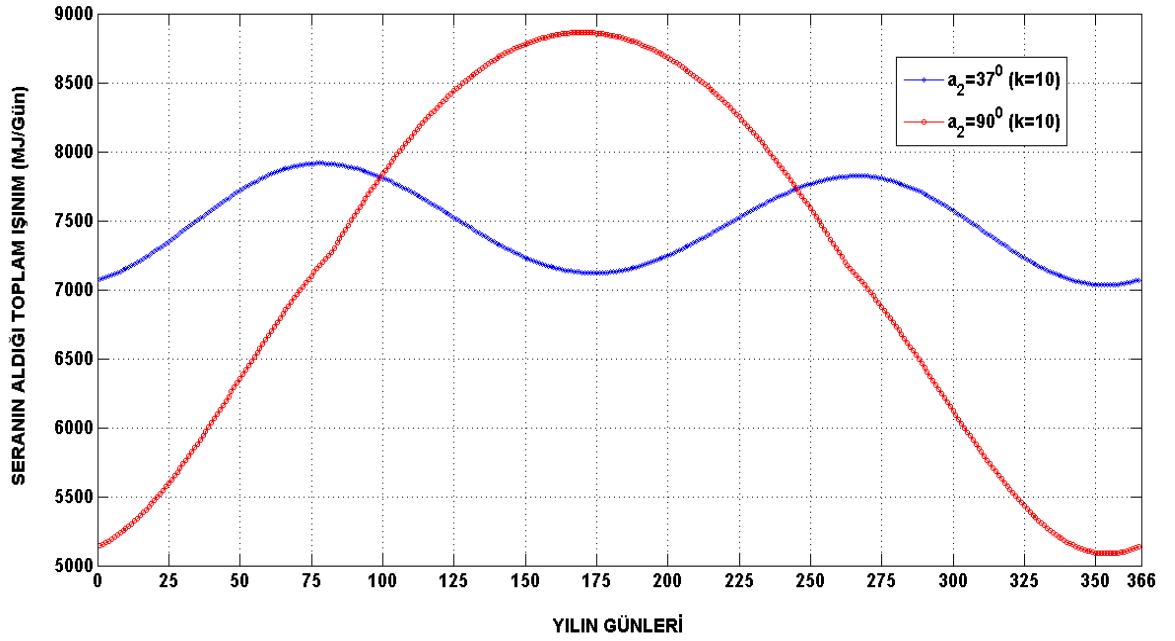
Boy-en oranı 10 olan 250 m² alana sahip düz seranın yılın farklı aylarında almış olduğu ışınımın sera azimutuna göre değişimi Şekil 4.43'te sunulmuştur.



Şekil 4.43 250 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için yılın aylarına göre değişimi

Düz sera tipinde ve taban alanı 250 m² olup optimum sera azimut açılarına göre konumlandığı düşünülen seranın, 37° ya da 90° sera azimut açıları için alacağı ışınlam miktarlarının yılın farklı zamanlarına göre değişimi Şekil 4.44 ile sunulmuştur.

Şekil 4.44 incelendiğinde sera kullanım dönemleri olduğu bilinen 1 Nisan -15 Haziran ve 16 Ağustos-10 Kasım zaman dilimleri içinde toplamda gelen ışınlamın aynı olmasına karşın, farklı günler için seranın toplayacağı günlük ışınlam miktarı iki açı için değişmektedir. Örneğin sera azimut açısının 37° olması durumunda nisan ayının ilk günlerinde gelen ışınlam daha fazla iken, aynı ayın sonunda azimut açısı 90° iken gelen ışınlam daha fazla olmaktadır.



Şekil 4.44 250 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 için $a_2=37^\circ$ ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

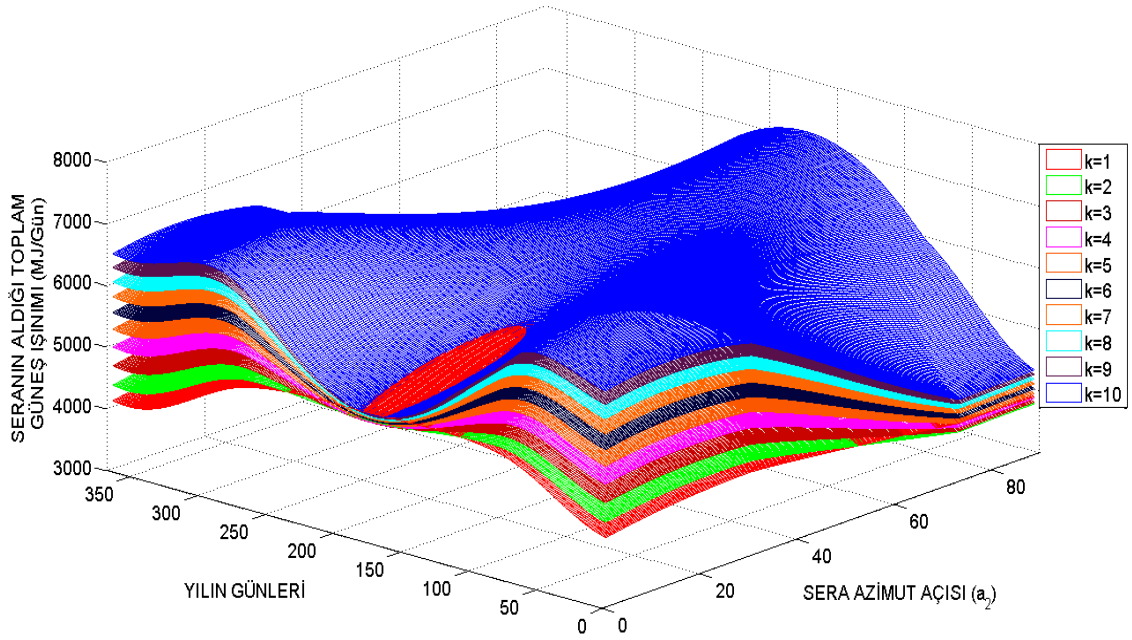
4.2.4 200 m² yüzey alanına sahip düz sera

Taban alanı 200 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

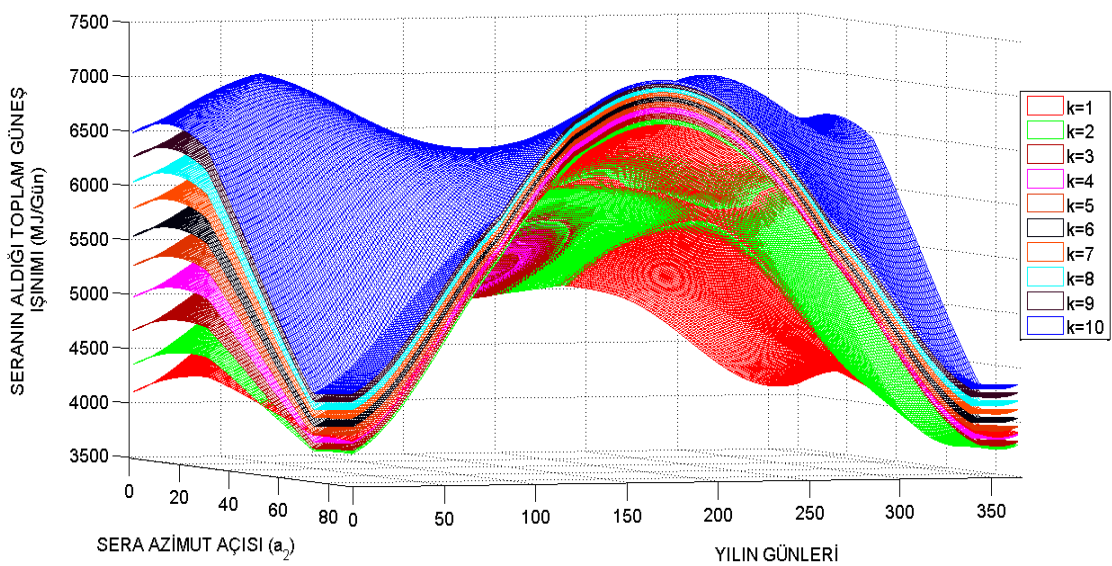
Çizelge 4.7. 200 m² sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	14.1421	14.1421	35.3553	28.2843	100.9950	8.0495
2	20.0000	10.0000	25.0000	40.0000	101.9804	11.3099
3	24.4949	8.1650	20.4124	48.9898	102.9563	13.7635
4	28.2843	7.0711	17.6777	56.5685	103.9230	15.7932
5	31.6228	6.3246	15.8114	63.2456	104.8809	17.5484
6	34.6410	5.7735	14.4338	69.2820	105.8301	19.1066
7	37.4166	5.3452	13.3631	74.8331	106.7708	20.5141
8	40.0000	5.0000	12.5000	80.0000	107.7033	21.8014
9	42.4264	4.7140	11.7851	84.8528	108.6278	22.9898
10	44.7214	4.4721	11.1803	89.4427	109.5445	24.0948

200 m² taban alanına sahip bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.45 ve Şekil 4.46 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 200 m² alana sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı günlük ışıınım miktarı da yükselmektedir.



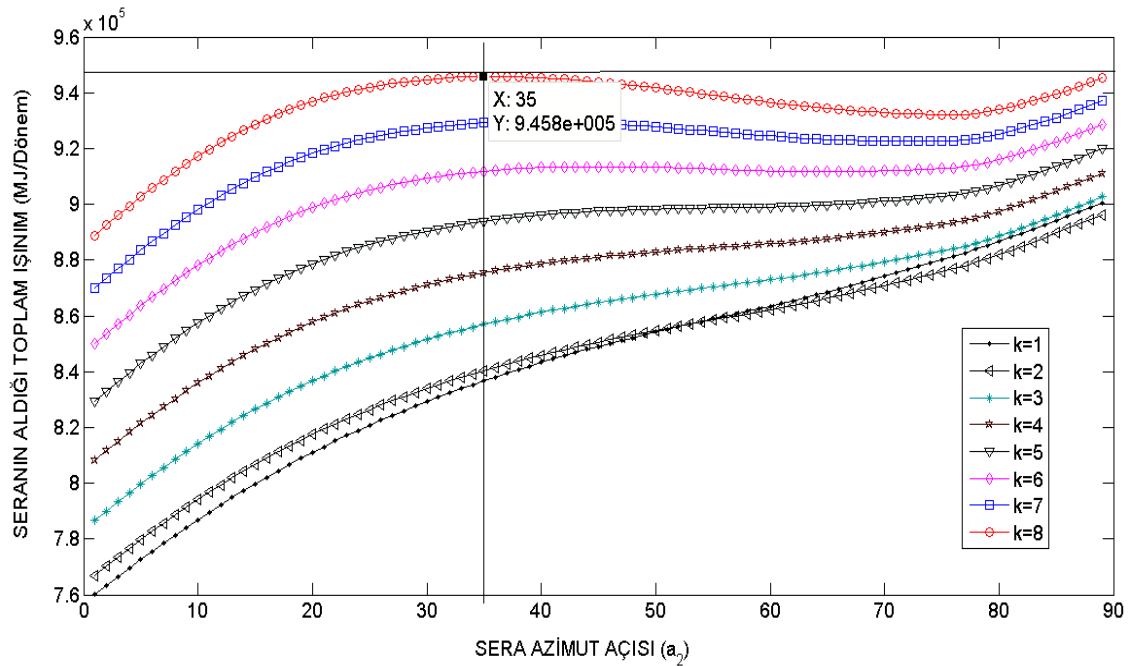
Şekil 4.45 200 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.46 200 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Şekil 4.45 ve 4.46 incelenirse alanı 200 m^2 olan düz tip bir sera için en uygun k oranının 10 ve sera ölçülerinin yaklaşık olarak $L=44.72 \text{ m}$ ve $W=4.47 \text{ m}$ olduğu anlaşılmaktadır. Ancak pratikte herhangi bir seranın eninin bu kadar az olması durumunda serada yürütülen tarımsal faaliyetlerin rahat yapılamayacağı düşünülmüştür. Bu doğrultuda bu çalışma kapsamında tasarlanan ve incelenen seraların en uzunluklarının en az 5 m olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenlerden dolayı 200 m^2 alanlık bir sera için en uygun k oranının 8 olması gerektiğine karar verilmiştir.

Taban alanı 200 m^2 olan düz seranın, farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.47’de sunulmuştur. Bu şekil içine $k=10$ ve $k=9$ için elde edilen veriler dâhil edilmemiştir. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 35° olmaktadır en iyi k oranı açıklandığı üzere 8 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Boyu 40 m ve eni 5 m olan düz tip sera için bir tane optimum sera azimut açısı bulunmaktadır. Çizelge 4.8 incelenirse seranın eni 5 m olarak alınmaktadır. Bu ölçülerin uygun olmaması durumunda diğer seçenekler de düşünülebilir.

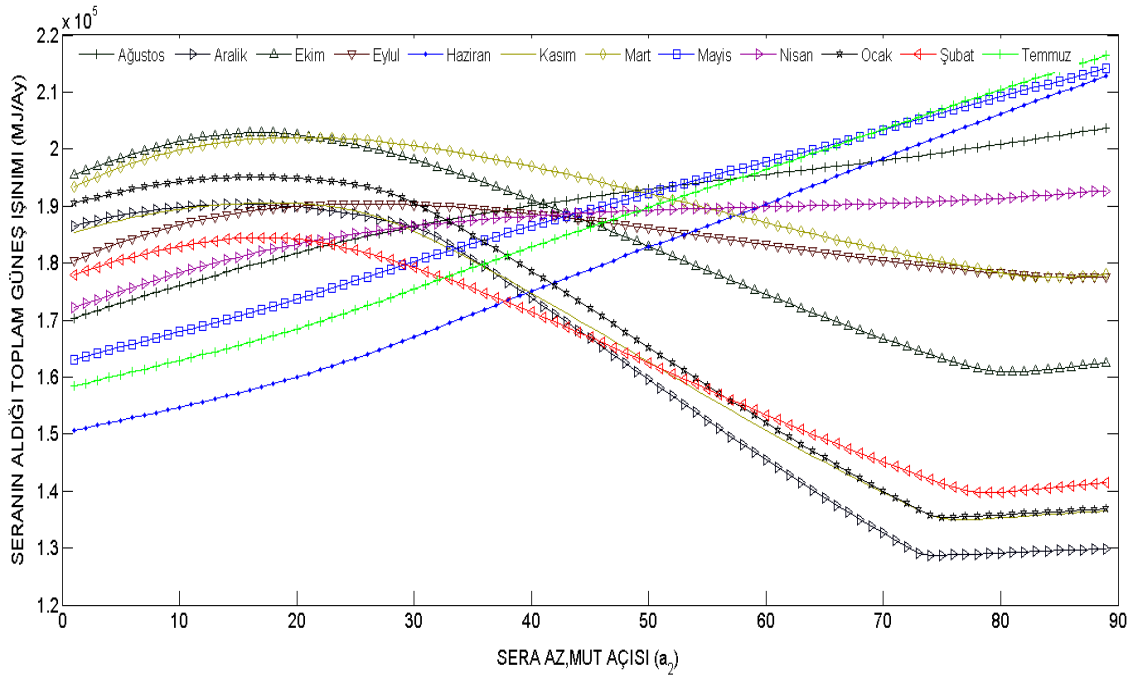


Şekil 4.47 200 m^2 Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

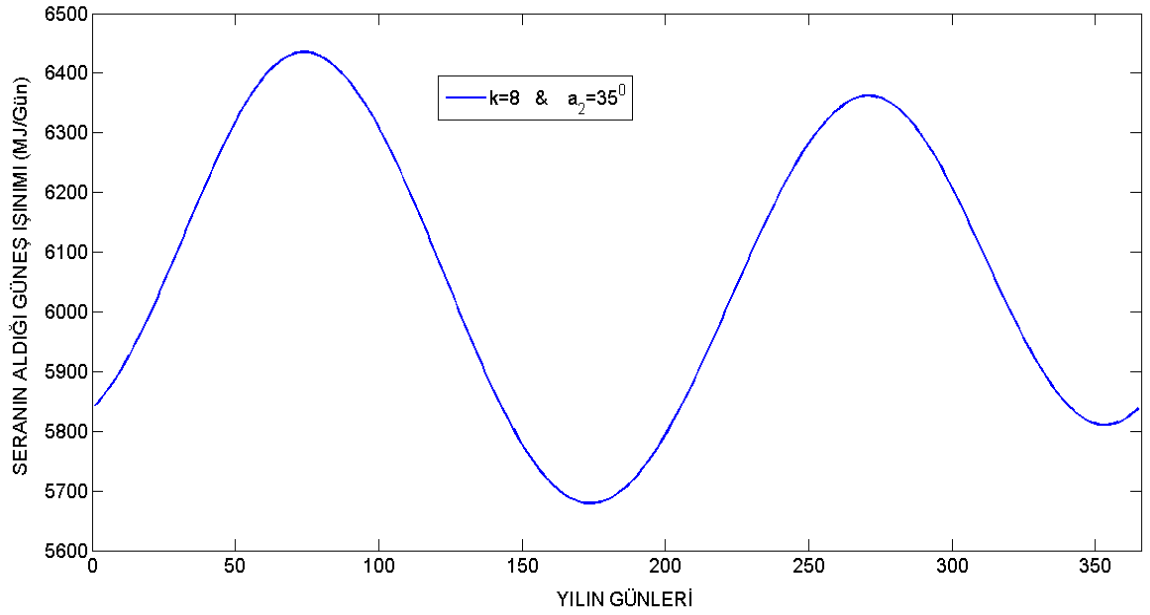
Çizelge 4.8. 200 m² sera için uygun ölçüler (L/W=8)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
8	40.00	5.00	12.500	80.000	107.703	21.801

Boy-en oranı 8 olan 200 m² alana sahip düz seranın yılın farklı aylarında almış olduğu ışıının sera azimutuna göre değişimi Şekil 4.48’te sunulmuştur.

**Şekil 4.48** 200 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 için yılın aylarına göre değişimi

Düz sera tipinde ve taban alanı 200 m² olup optimum sera azimut açılarına göre konumlandığı düşünülen seranın, 35° sera azimut açıları için alacağı ışıının miktarlarının yılın farklı zamanlarına göre değişimi Şekil 4.49 ile sunulmuştur. Görüldüğü gibi sera azimut açısının 35° olarak seçilmesi durumunda sera tarımının yapıldığı zaman dilimlerinde elde ettiği ışıının miktarı yükselirken diğer zaman dilimleri içinde azalmaktadır.



Şekil 4.49 200 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 için a₂=35° için yılın günlerine göre değişimi

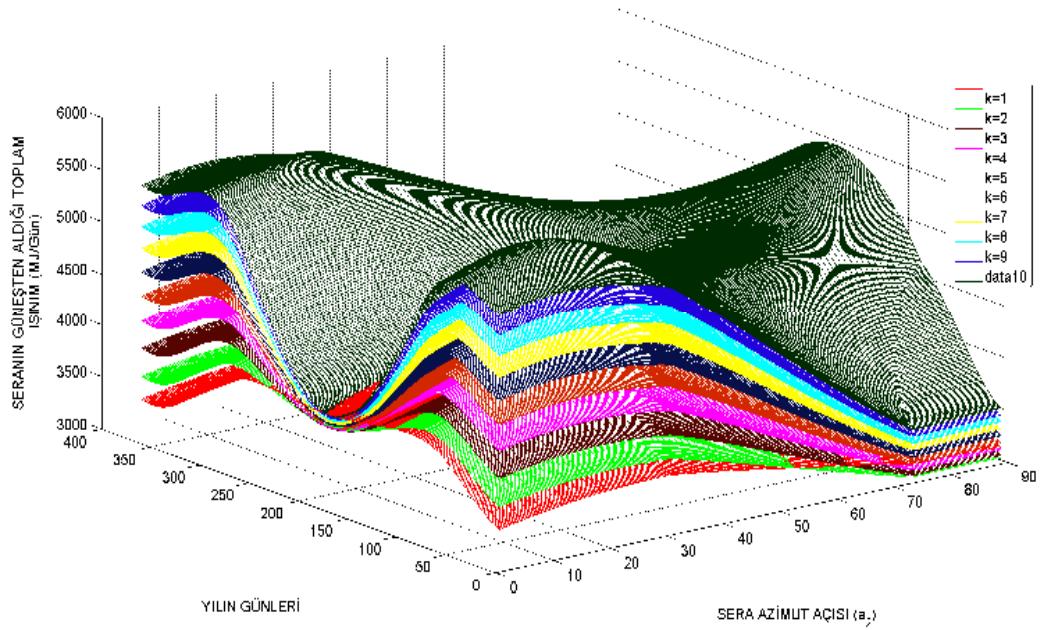
4.2.5 150 m² yüzey alanına sahip düz sera

Taban alanı 150 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları Çizelge 4.9’da sunulmuştur.

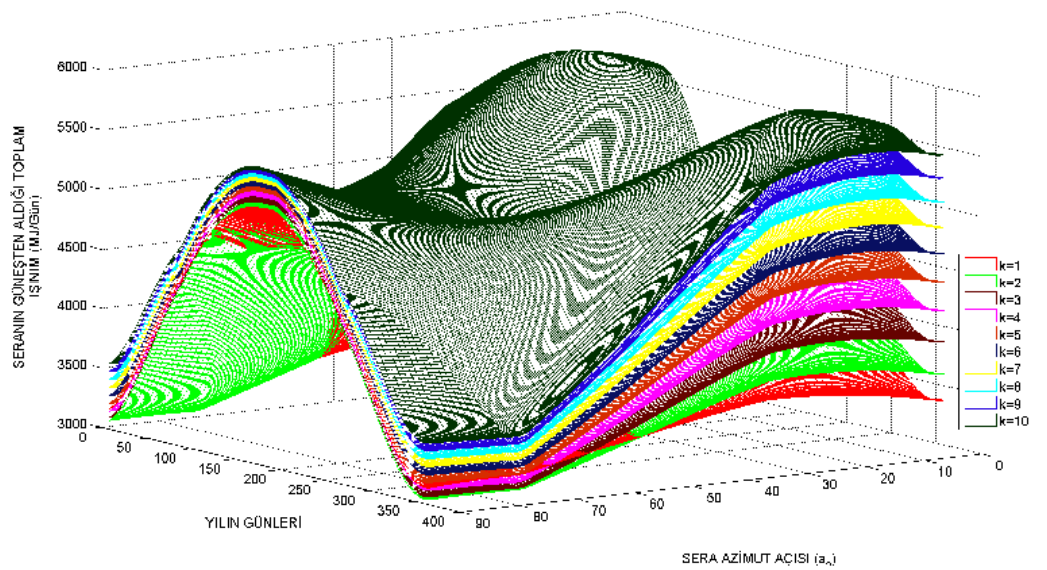
Çizelge 4.9. 150 m² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	12.2474	12.2474	30.6186	24.4949	75.9934	9.2745
2	17.3205	8.6603	21.6506	34.6410	76.9740	13.0039
3	21.2132	7.0711	17.6777	42.4264	77.9423	15.7932
4	24.4949	6.1237	15.3093	48.9898	78.8987	18.0870
5	27.3861	5.4772	13.6931	54.7723	79.8436	20.0596
6	30.0000	5.0000	12.5000	60.0000	80.7775	21.8014
7	32.4037	4.6291	11.5728	64.8074	81.7007	23.3667
8	34.6410	4.3301	10.8253	69.2820	82.6136	24.7913
9	36.7423	4.0825	10.2062	73.4847	83.5165	26.1001
10	38.7298	3.8730	9.6825	77.4597	84.4097	27.3117

150 m² taban alanına sahip bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.50 ve Şekil 4.51 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 150 m² alana sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı günlük ışıınım miktarı da yükselmektedir.



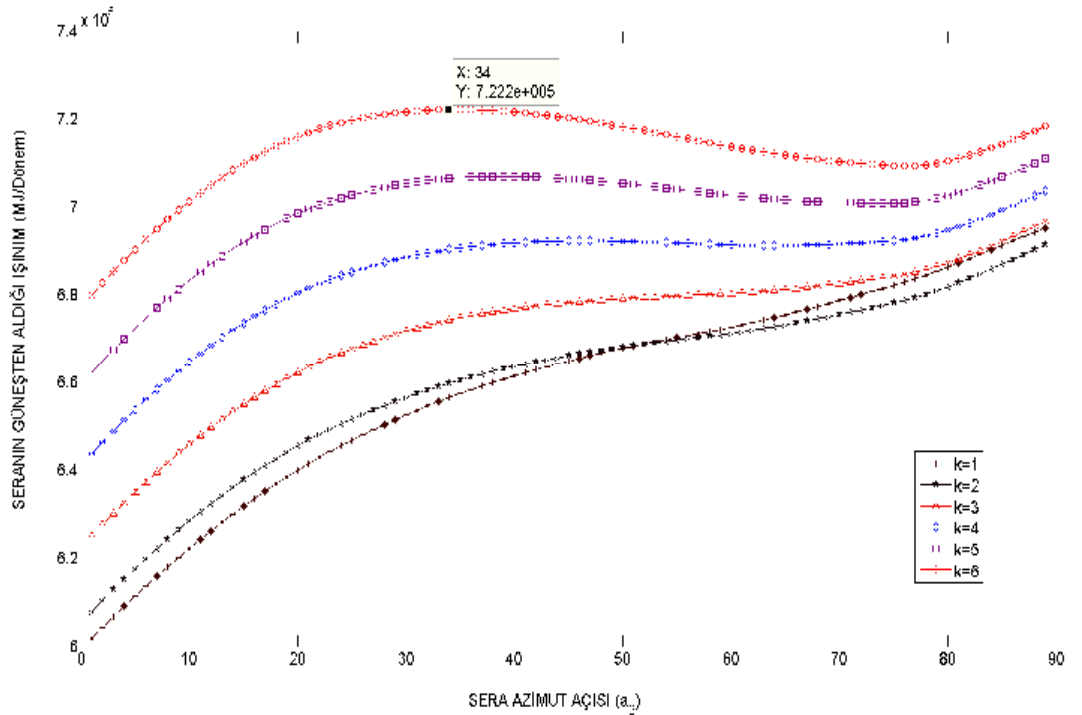
Şekil 4.50 150 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-I



Şekil 4.51 150 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-II

Şekil 4.50 ve 4.51 incelenirse alanı 150 m^2 olan düz tip bir sera için en uygun k oranının 10 ve sera ölçülerinin yaklaşık olarak $L=38.73 \text{ m}$ ve $W=3.8 \text{ m}$ olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu oran için sera eninin çok küçük ve seranın da dar olacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı 150 m^2 alanlık bir düz sera için en uygun k oranının 6 olması gerektiğine karar verilmiştir.

Taban alanı 150 m^2 olan düz seranın, farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.52’de sunulmuştur. Bu şekil içine $k=10$, $k=9$, $k=8$ ve $k=7$ için elde edilen veriler dâhil edilmemiştir. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 34° olmaktadır en iyi k oranı açıklandığı üzere 6 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.10’da sunulmuştur. Boyu 30 m ve eni 5 m olan düz tip sera için bir tane optimum sera azimut açısı bulunmaktadır. Çizelge 4.10 incelenirse seranın eni 5 m olarak alınmaktadır. Bu ölçülerin uygun olmaması durumunda diğer seçenekler de düşünülebilir.

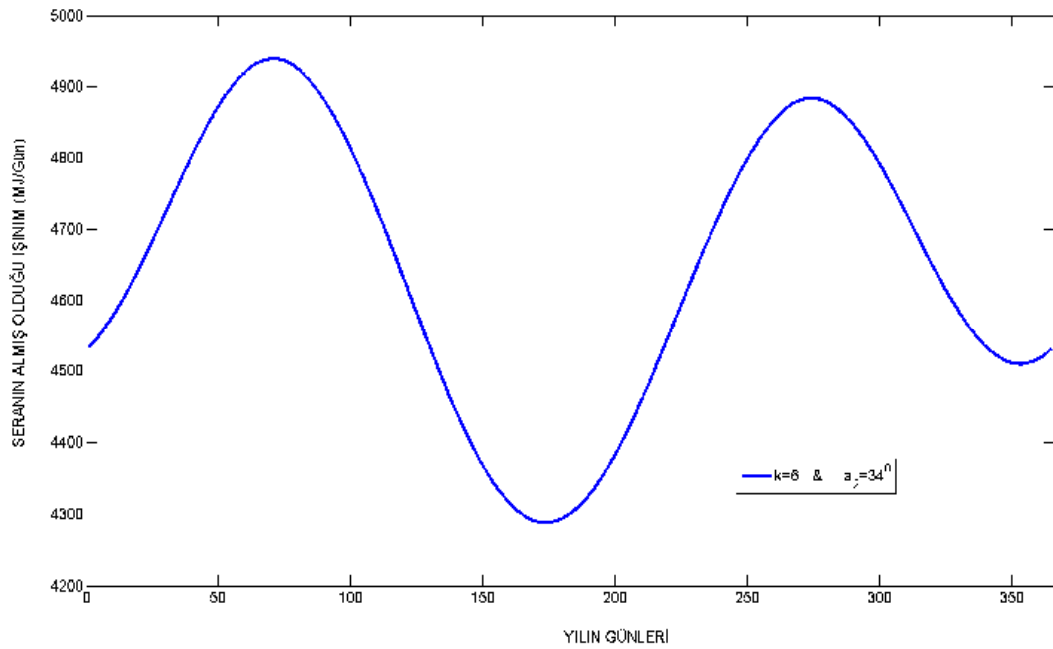


Şekil 4.52 150 m^2 Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.10. 150 m² sera için uygun ölçüler (L/W=6)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
6	30.00	5.00	12.50	60.00	80.78	21.80

Düz sera tipinde ve taban alanı 150 m² olup optimum sera azimut açılarına göre konumlandırıldığı düşünülen seranın, 34° sera azimut açısı için alacağı ışıınım miktarlarının yılın farklı zamanlarına göre değişimi Şekil 4.53 ile sunulmuştur. Görüldüğü gibi sera azimut açısının 34° olarak seçilmesi durumunda sera tarımının yapıldığı zaman dilimlerinde elde ettiği ışıınım miktarı yükselirken diğer zaman dilimleri içinde azalmaktadır.

**Şekil 4.53** 150 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 için $a_s=34^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.2.6 100 m² yüzey alanına sahip düz sera

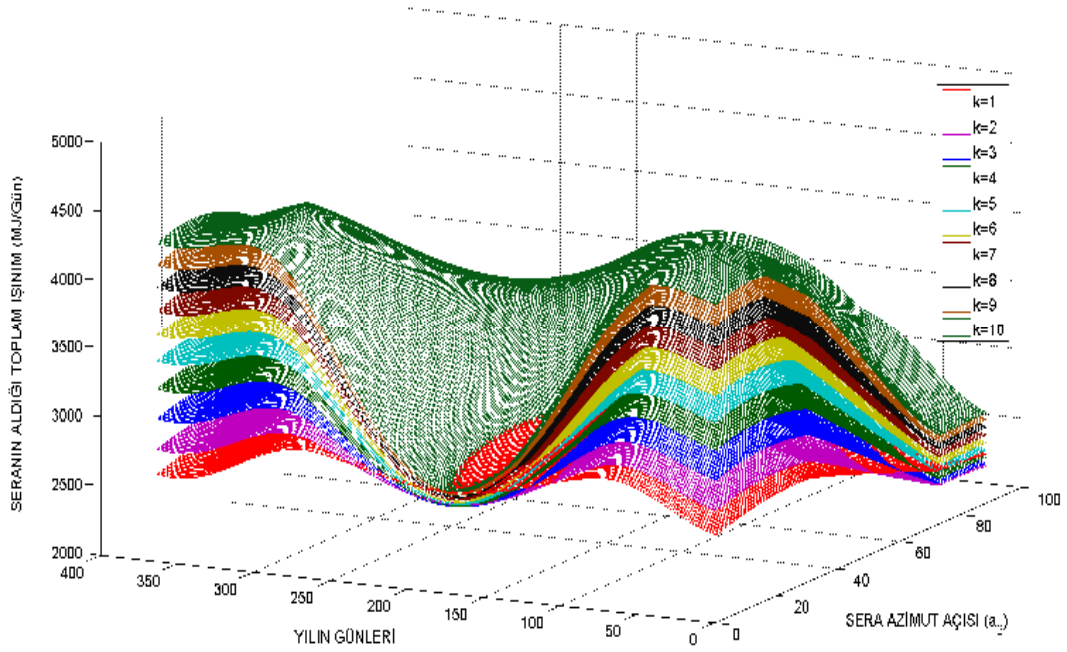
Taban alanı 100 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.11’de sunulmuştur.

Çizelge 4.11. 100 m² sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

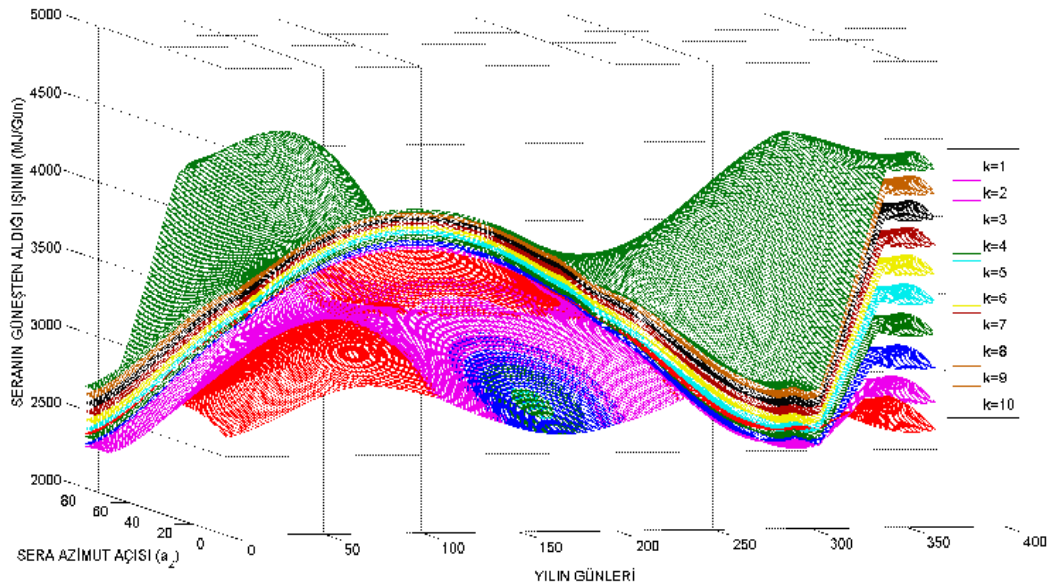
k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m²)	D2 ve D4 (m²)	C1 ve C2 (m²)	Çatı Eğimi (°)
1	10.0000	10.0000	25.0000	20.0000	50.9902	11.3099
2	14.1421	7.0711	17.6777	28.2843	51.9615	15.7932
3	17.3205	5.7735	14.4338	34.6410	52.9150	19.1066
4	20.0000	5.0000	12.5000	40.0000	53.8516	21.8014
5	22.3607	4.4721	11.1803	44.7214	54.7723	24.0948
6	24.4949	4.0825	10.2062	48.9898	55.6776	26.1001
7	26.4575	3.7796	9.4491	52.9150	56.5685	27.8856
8	28.2843	3.5355	8.8388	56.5685	57.4456	29.4962
9	30.0000	3.3333	8.3333	60.0000	58.3095	30.9638
10	31.6228	3.1623	7.9057	63.2456	59.1608	32.3115

100 m² taban alanına sahip bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ısıtım miktarlarının değişimi Şekil 4.54 ve Şekil 4.55 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 100 m² alana sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı günlük ısıtım miktarı da yükselmektedir. Şekil 4.54 ve 4.55 incelenirse alanı 100 m² olan düz tip bir sera için en uygun k oranının 10 ve sera ölçülerinin yaklaşık olarak L=31,6 m ve W=3,17 m olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu oran için sera eninin çok küçük ve seranın da dar olacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı 100 m² alanlık bir düz sera için en uygun k oranının 4 olması gerektiğine karar verilmiştir. Taban alanı 100 m² olan düz seranın, farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ısıtımının değişimi Şekil 4.56’da sunulmuştur. Bu şekil içine k=10, k= 9, k=8, k=7, k= 6 ve k=5 için elde edilen veriler dâhil edilmemiştir. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 31° olmaktadır en iyi k oranı açıklandığı üzere 4 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.12’de sunulmuştur. Boyu 20 m

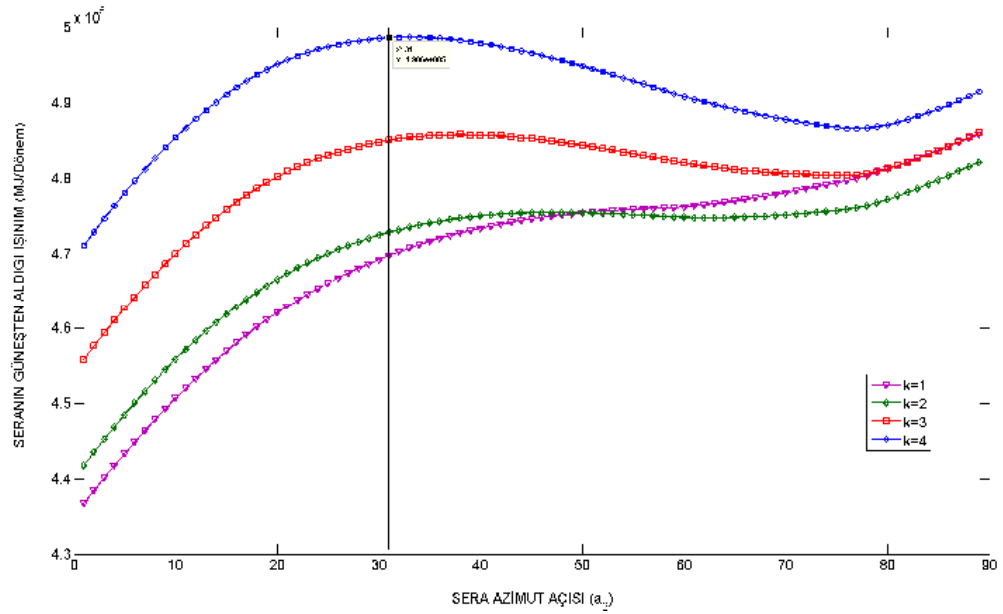
ve eni 5 m olan düz tip sera için bir tane optimum sera azimut açısı bulunmaktadır. Çizelge 4.11 incelenirse seranın eni 5 m olarak alınmaktadır. Bu ölçülerin uygun olmaması durumunda diğer seçenekler de düşünülebilir.



Şekil 4.54 100 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.55 100 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

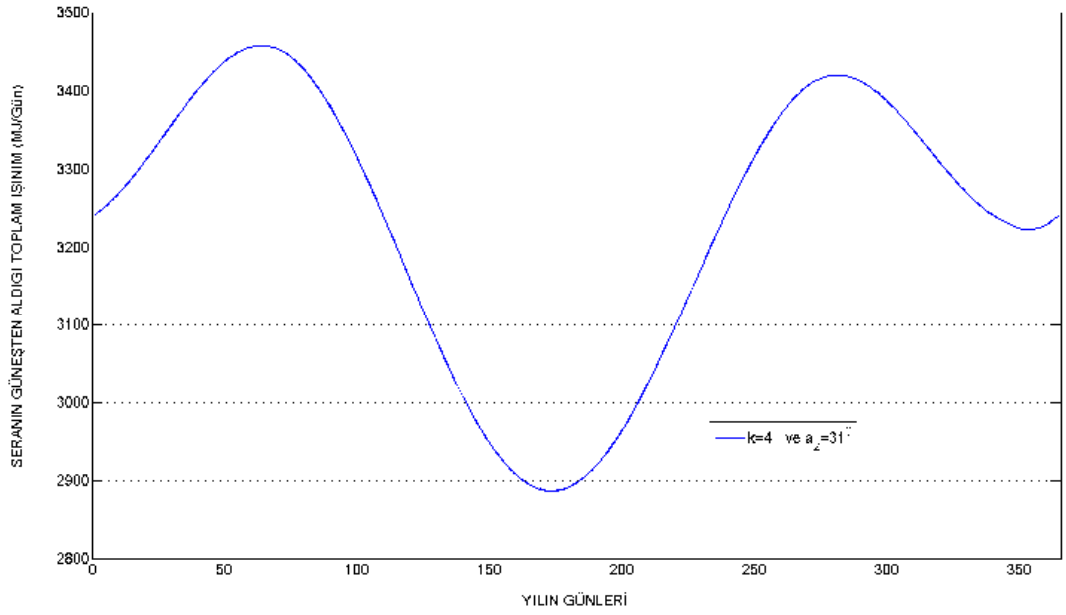


Şekil 4.56 100 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.12. 100 m² düz sera için uygun ölçüler (L/W=4)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
4	20.00	5.00	12.50	40.00	53.85	21.80

Düz sera tipinde ve taban alanı 100 m² olup optimum sera azimut açılarına göre konumlandığı düşünülen seranın, 31° sera azimut açısı için alacağı ışıınım miktarlarının yılın farklı zamanlarına göre değişimi Şekil 4.57 ile sunulmuştur. Görüldüğü gibi sera azimut açısının 31° olarak seçilmesi durumunda sera tarımının yapıldığı zaman dilimlerinde elde ettiği ışıınım miktarı yükselirken diğer zaman dilimleri içinde azalmaktadır.



Şekil 4.57 100 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=4$ ve $a_2=31^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.2.7 50 m² yüzey alanına sahip düz sera

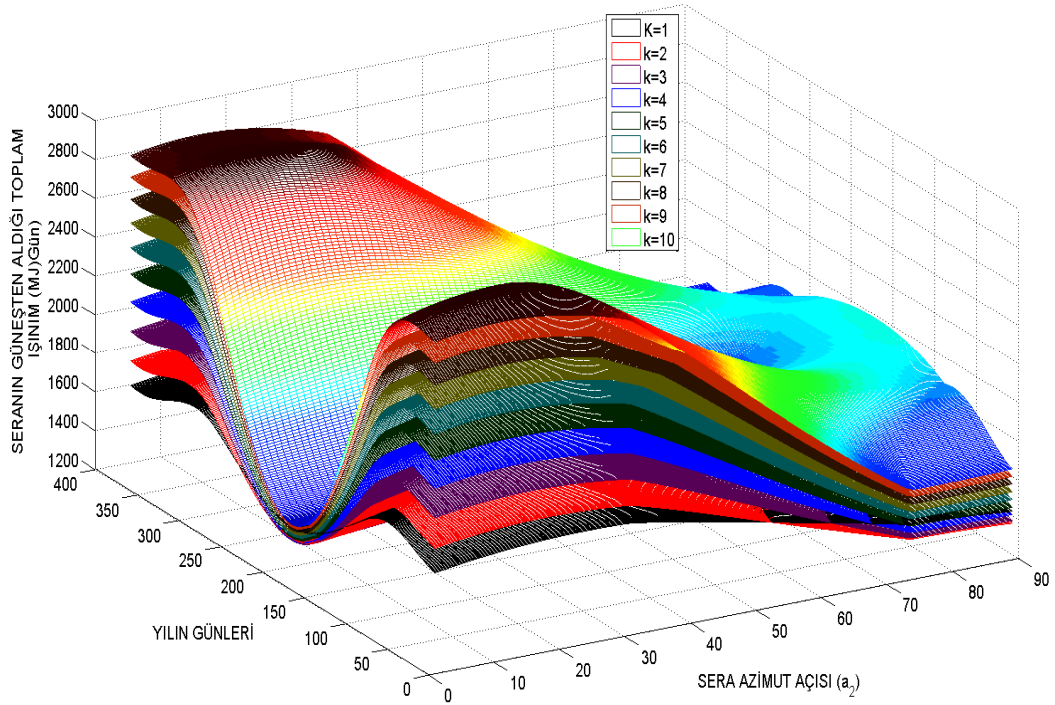
Taban alanı 50 m² olan düz bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.13’de sunulmuştur.

Çizelge 4.13. 50 m² düz sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	7.0711	7.0711	17.6777	14.1421	25.9808	15.7932
2	10.0000	5.0000	12.5000	20.0000	26.9258	21.8014
3	12.2474	4.0825	10.2062	24.4949	27.8388	26.1001
4	14.1421	3.5355	8.8388	28.2843	28.7228	29.4962
5	15.8114	3.1623	7.9057	31.6228	29.5804	32.3115
6	17.3205	2.8868	7.2169	34.6410	30.4138	34.7150
7	18.7083	2.6726	6.6815	37.4166	31.2250	36.8087
8	20.0000	2.5000	6.2500	40.0000	32.0156	38.6598
9	21.2132	2.3570	5.8926	42.4264	32.7872	40.3155
10	22.3607	2.2361	5.5902	44.7214	33.5410	41.8103

50 m² taban alanına sahip bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışınlm miktarlarının değişimi Şekil 4.58 ve Şekil 4.59 üzerinde gösterilmiştir.

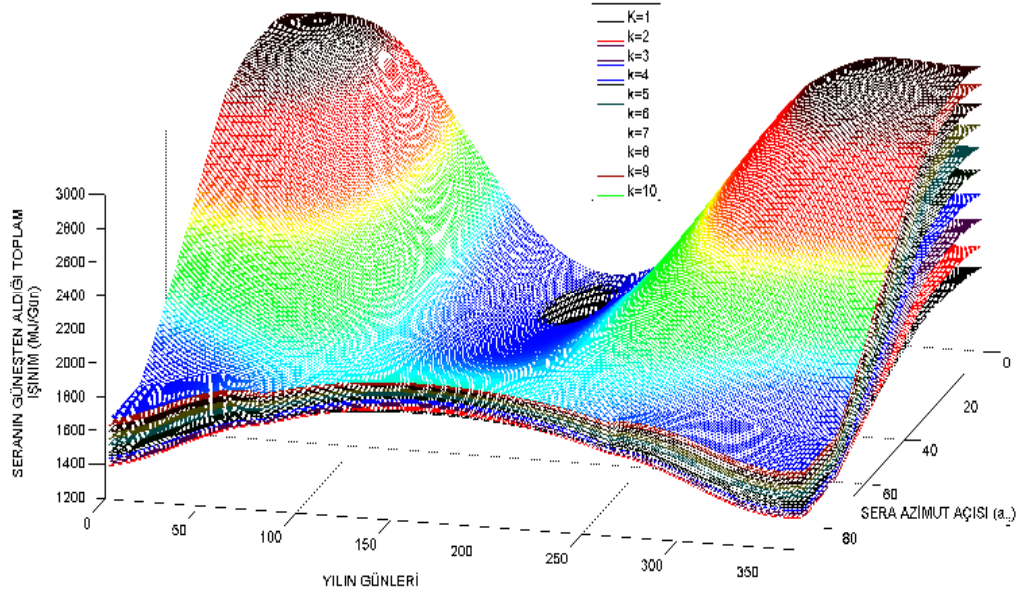
Görüldüğü gibi 50 m² alana sahip düz sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı günlük ışınlm miktarı da yükselmektedir. Şekil 4.58 ve 4.59 incelenirse alanı 50 m² olan düz tip bir sera için en uygun k oranının 10 ve sera ölçülerinin yaklaşık olarak L=22,4 m ve W=2,24 m olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu oran için sera eninin çok küçük ve seranın da dar olacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı 50 m² alanlık bir düz sera için en uygun k oranının 4 ya da 3 olmasının uygun olduğuna karar verilmiştir. k=4 oranında sera eninin 5 m'den olmasına rağmen bu tip bir sera için hesaplamalar dikkate alınmıştır. Çünkü bu seranın zaten küçük ölçekli bir sera olduğu anlaşılmaktadır.



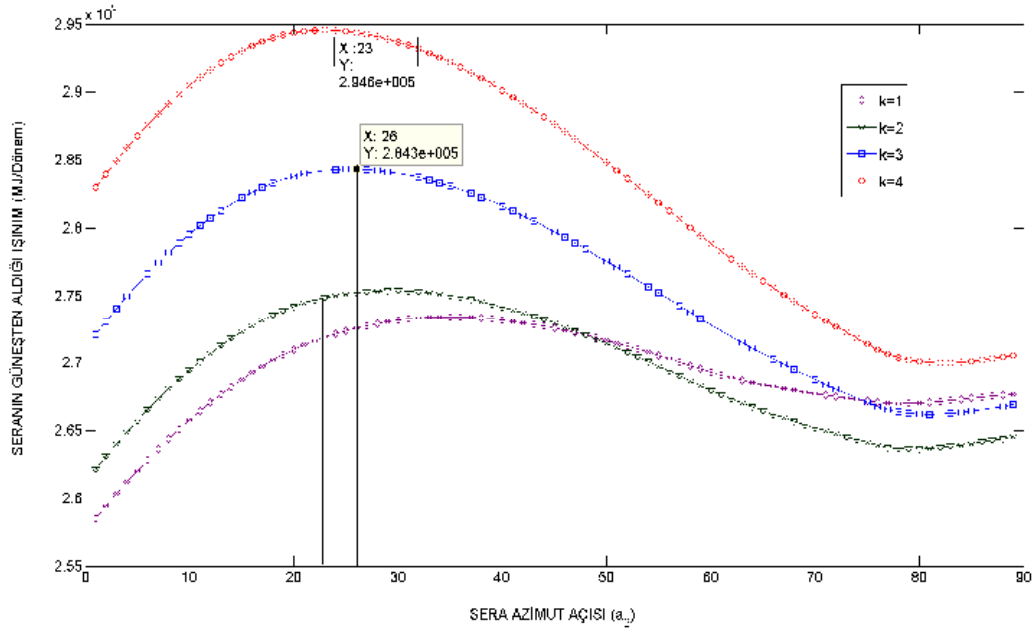
Şekil 4.58 50 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1

Taban alanı 50 m² olan düz seranın, farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınlmının değişimi Şekil 4.60'da

sunulmuştur. Bu şekil içine $k=10$, $k=9$, $k=8$, $k=7$, $k=6$ ve $k=5$ için elde edilen veriler dâhil edilmemiştir.



Şekil 4.59 50 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2



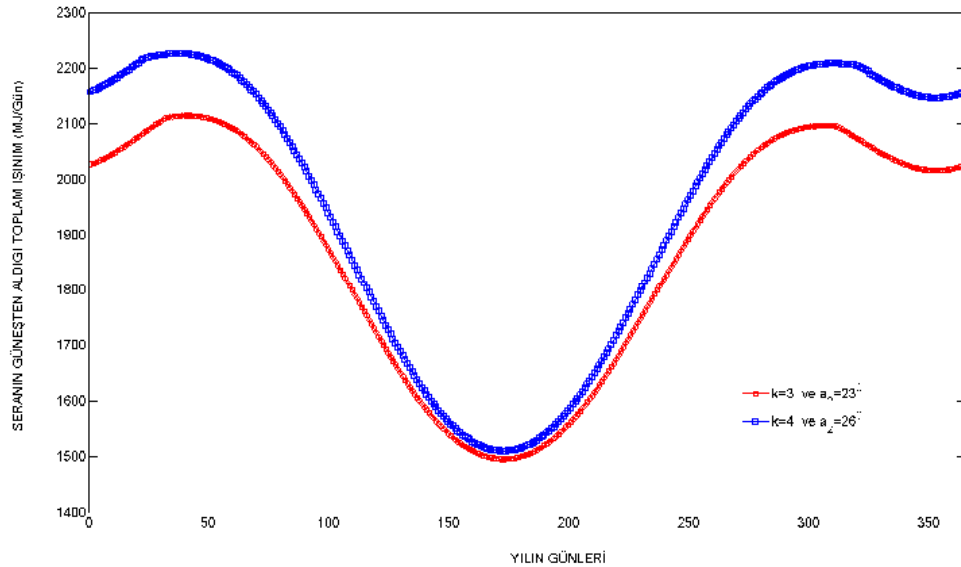
Şekil 4.60 50 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı $k=4$ için 26° ve $k=3$ için $k=4$ için 23° olmaktadır. En iyi k oranı açıklandığı üzere 4 ya da 3 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.14’de sunulmuştur. Bu boyutlardaki düz tip sera için iki farklı optimum sera azimut açısı bulunmaktadır. Çizelge 4.13 incelenirse seranın eni 4,09 ya da 3,54 m olarak alınmaktadır. Bu ölçülerin uygun olmaması durumunda diğer seçenekler de düşünülebilir.

Çizelge 4.14. 50 m² sera için uygun ölçüler ($L/W=4$, $L/W=3$)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
3	12.25	4.09	10.21	24.50	27.84	26.10
4	14.14	3.54	8.84	28.28	28.72	29.50

Düz sera tipinde ve taban alanı 50 m² olup optimum sera azimut açılarına göre konumlandığı düşünülen seranın, 23° ve 26° sera azimut açıları için alacağı ışınlam miktarlarının yılın farklı zamanlarına göre değişimi Şekil 4.61 ile sunulmuştur.



Şekil 4.61 50 m² Düz sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=4$ ve $a_2=26^\circ$, $L/W=3$ ve $a_2=23^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

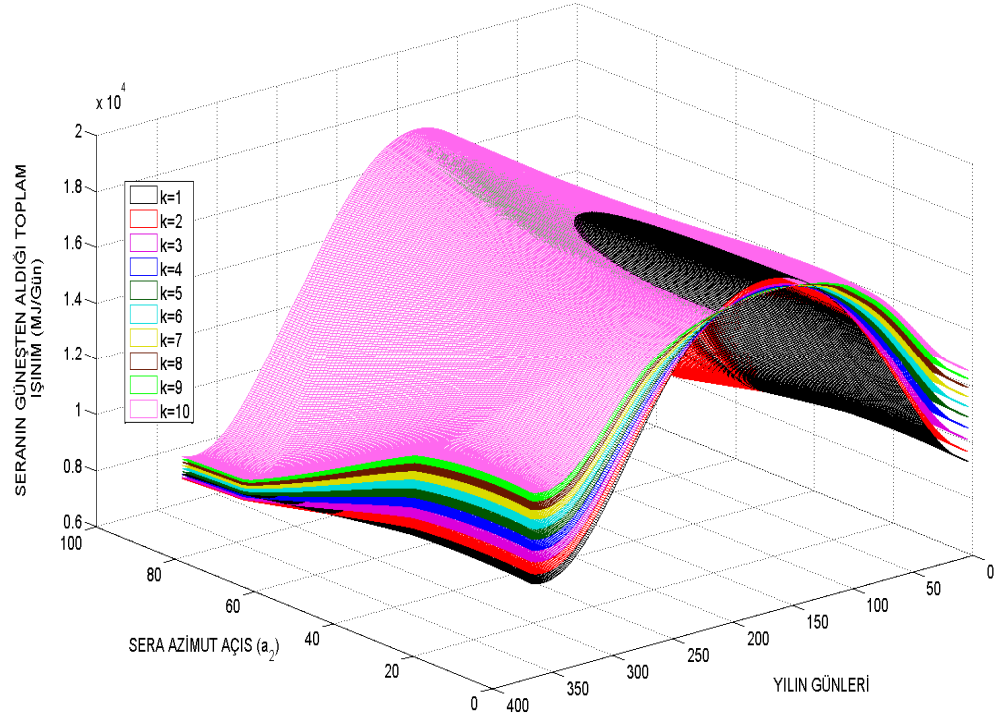
4.3 Farklı Boyutlardaki Eğik Çatılı Sera Tipleri İçin Sonuçlar

4.3.1 400 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

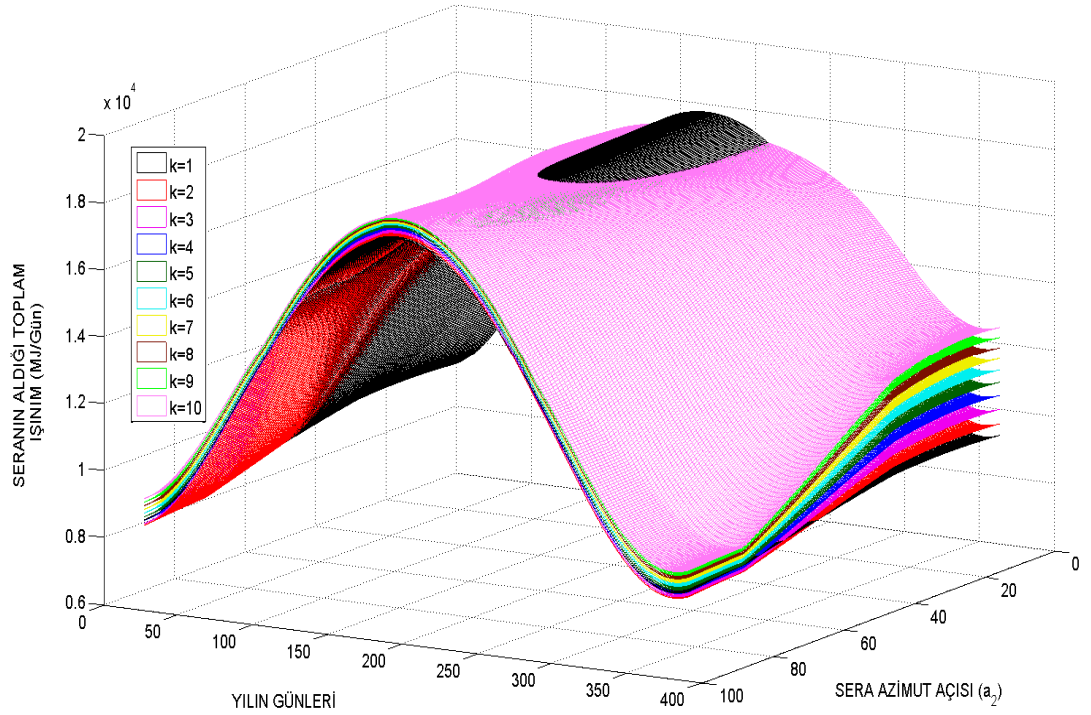
Taban alanı 400 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.15’de sunulmuştur. 400 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.62 ve Şekil 4.63 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 400 m² alana sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut açısının 40 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir.

Çizelge 4.15. 400 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2 , D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
1	20.00	20.00	50.00	40.000	399.498	20.025	2.8696	87.1304
2	28.28	14.14	35.35	56.569	398.994	28.356	4.0651	85.9349
3	34.64	11.55	28.867	69.282	398.486	34.773	4.9871	85.0129
4	40.00	10.00	25.000	80.000	397.975	40.204	5.7685	84.2315
5	44.72	8.94	22.360	89.443	397.459	45.00	6.4605	83.5395
6	48.99	8.17	20.412	97.979	396.942	49.367	7.0894	82.9106
7	52.92	7.56	18.898	105.830	396.42	53.393	7.6709	82.3291
8	56.57	7.07	17.678	113.137	395.8956	57.155	8.2150	81.7850
9	60.00	6.67	16.67	120.000	395.36	60.703	8.7288	81.2712
10	63.25	6.33	15.81	126.491	394.84	64.073	9.2175	80.7825



Şekil 4.62 400 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1

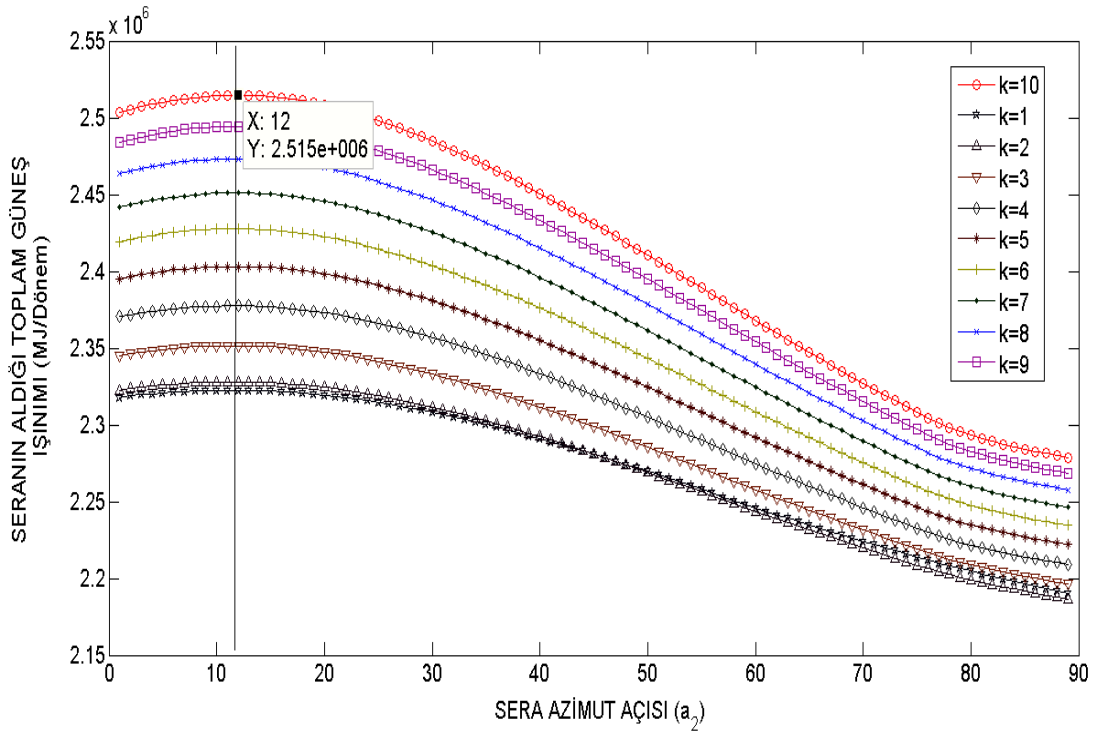


Şekil 4.63 400 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

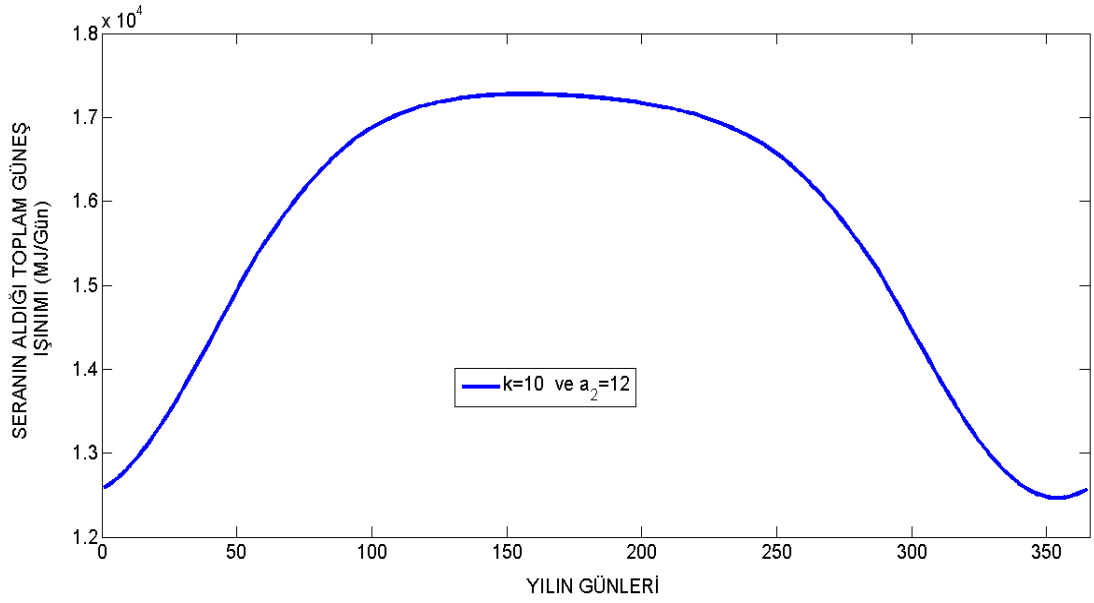
Taban alanı 400 m^2 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.64'te sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 12° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.16'da sunulmuştur. Boy-en oranı 10 olan 400 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 12 derece olduğu bir eğik çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.65 ile sunulmuştur.

Çizelge 4.16. 400 m^2 eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k	L	W	D1, D3	D2, D4	C1	C2	C1	C2
(L/W)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	Eğim ($^\circ$)	Eğim ($^\circ$)
10	7.07	2.236	5.5902	44.7214	42.5325	26.287	31.716	58.283



Şekil 4.64 400 m^2 Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi



Şekil 4.65 400 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=12^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

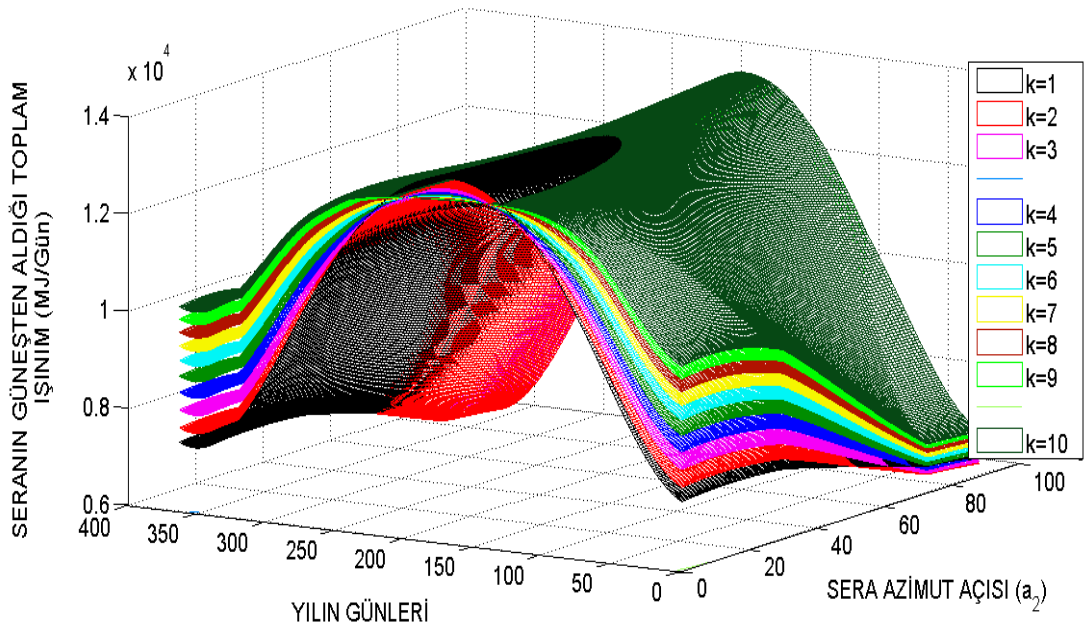
4.3.2 300 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

Taban alanı 300 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.17’de sunulmuştur.

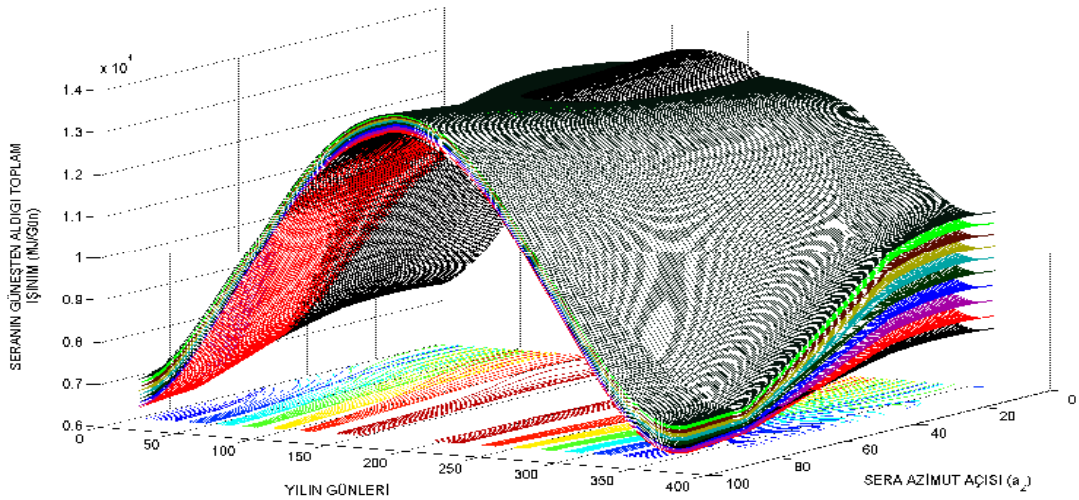
Çizelge 4.17. 300 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	$D1, D3$ (m ²)	$D2, D4$ (m ²)	$C1$ (m ²)	$C2$ (m ²)	$C1$ Eğim (°)	$C2$ Eğim (°)
1	17.32	17.32	43.30	34.64	299.50	17.35	3.32	86.69
2	24.50	12.25	30.62	48.99	299.00	24.58	4.70	85.30
3	30.00	10.00	25.00	60.00	298.48	30.15	5.77	84.23
4	34.64	8.66	21.65	69.28	297.97	34.88	6.68	83.32
5	38.73	7.75	19.37	77.46	297.45	39.06	7.48	82.52
6	42.43	7.07	17.68	84.85	296.92	42.87	8.22	81.79
7	45.83	6.55	16.37	91.65	296.40	46.38	8.89	81.11
8	48.99	6.13	15.31	97.98	295.86	49.68	9.53	80.47
9	51.96	5.78	14.44	103.92	295.32	52.79	10.13	79.87
10	54.77	5.48	13.70	109.55	294.78	55.74	10.71	79.30

300 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.66 ve Şekil 4.67 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 300 m² alana sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

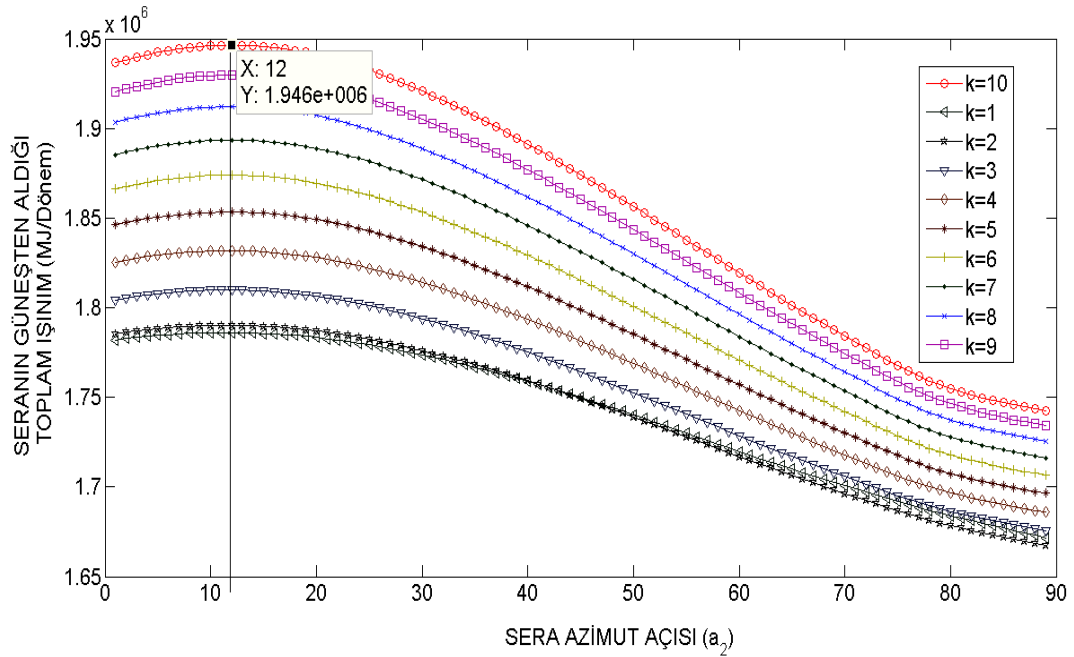


Şekil 4.66 300 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.67 300 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Taban alanı 300 m^2 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınlamının değişimi Şekil 4.68’te sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 12° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.18’de sunulmuştur.

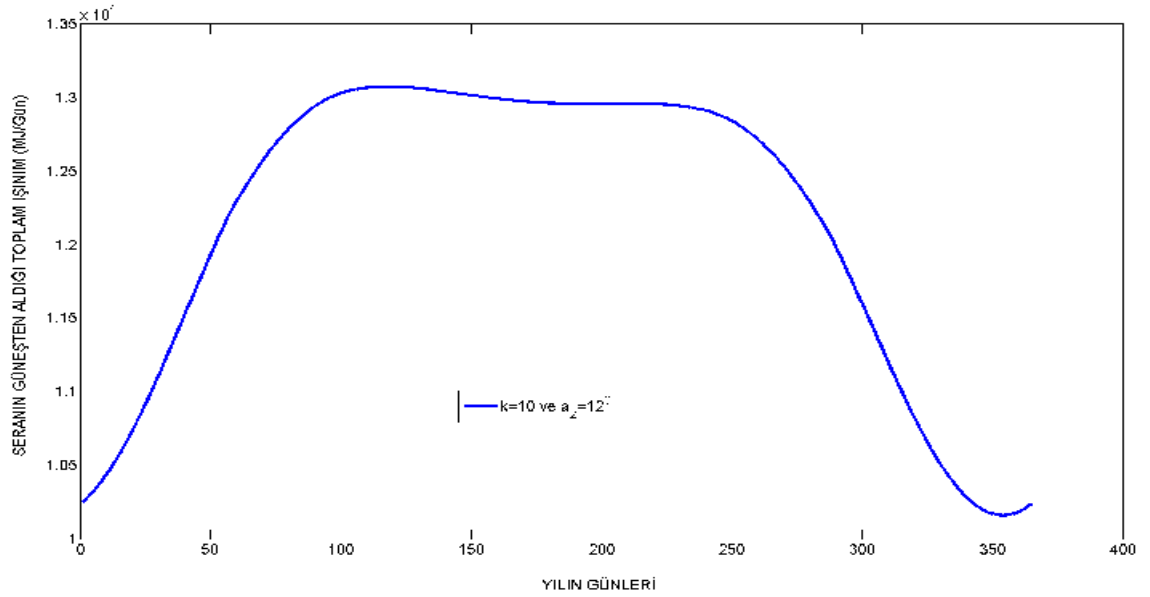


Şekil 4.68 300 m^2 Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.18. 300 m^2 eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m²)	D2, D4 (m²)	C1 (m²)	C2 (m²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
10	54.77	5.48	13.70	109.55	294.78	55.74	10.71	79.30

Boy-en oranı 10 olan 300 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 12° olduğu bir eğik çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınlamının değişimi Şekil 4.69 ile sunulmuştur.



Şekil 4.69 300 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=12^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

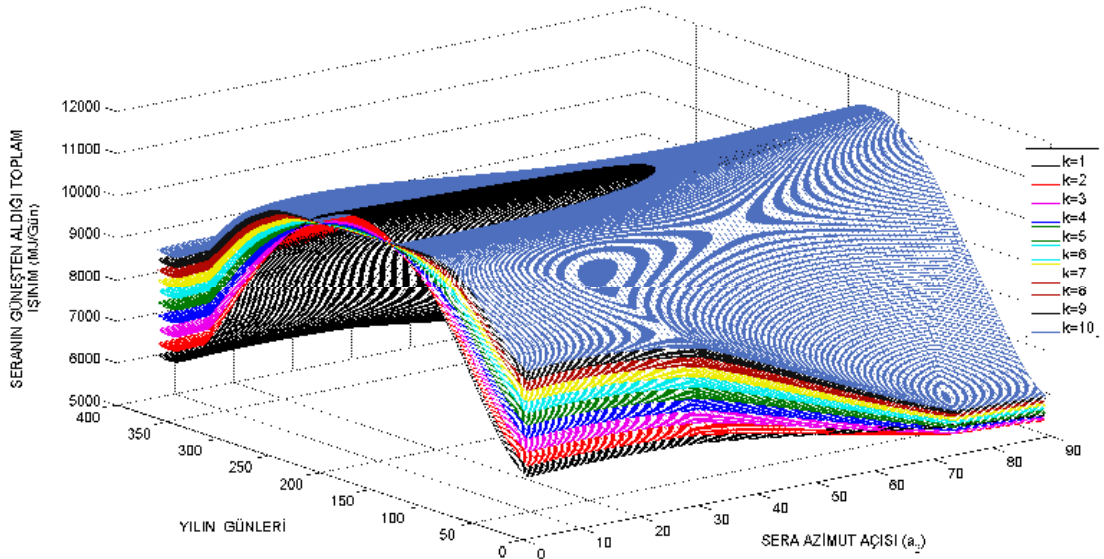
4.3.3 250 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

Taban alanı 250 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.19’da sunulmuştur.

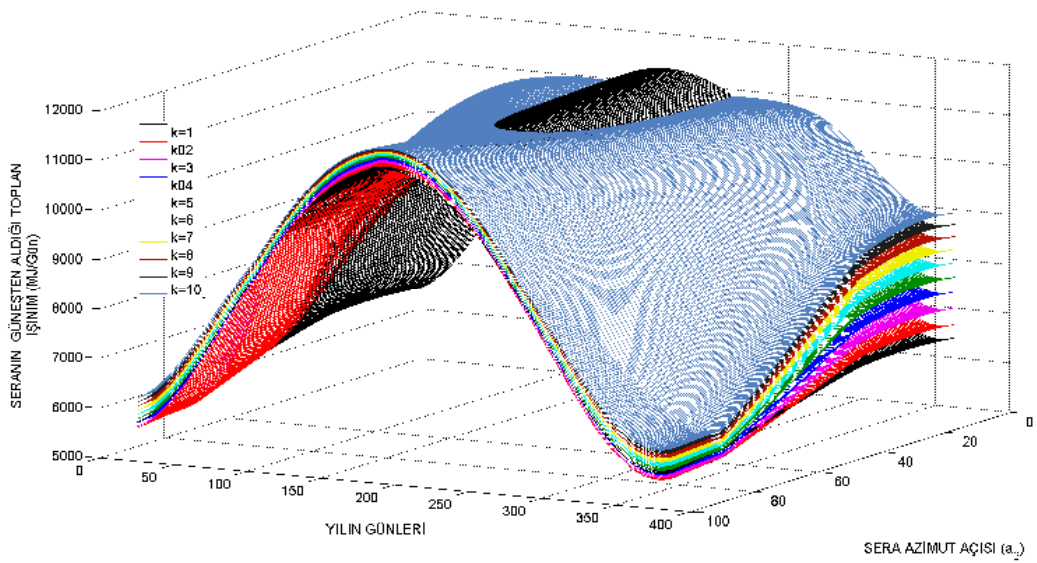
Çizelge 4.19. 250 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
1	15.81	15.81	39.53	31.63	249.50	15.84	3.63	86.37
2	22.36	11.18	27.96	44.723	248.99	22.45	5.15	84.85
3	27.39	9.13	22.82	54.773	248.48	27.56	6.33	83.67
4	31.62	7.91	19.76	63.25	247.96	31.88	7.33	82.67
5	35.36	7.07	17.68	70.71	247.44	35.72	8.22	81.79
6	38.73	6.46	16.14	77.46	246.91	39.22	9.03	80.98
7	41.83	5.98	14.94	83.67	246.37	42.45	9.78	80.22
8	44.72	5.59	13.96	89.44	245.83	45.48	10.48	79.52
9	47.43	5.27	13.18	94.87	245.28	48.35	11.15	78.85
10	50.00	5.00	12.50	100.00	244.73	51.08	11.79	78.21

250 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.70 ve Şekil 4.71 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 250 m² alana sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

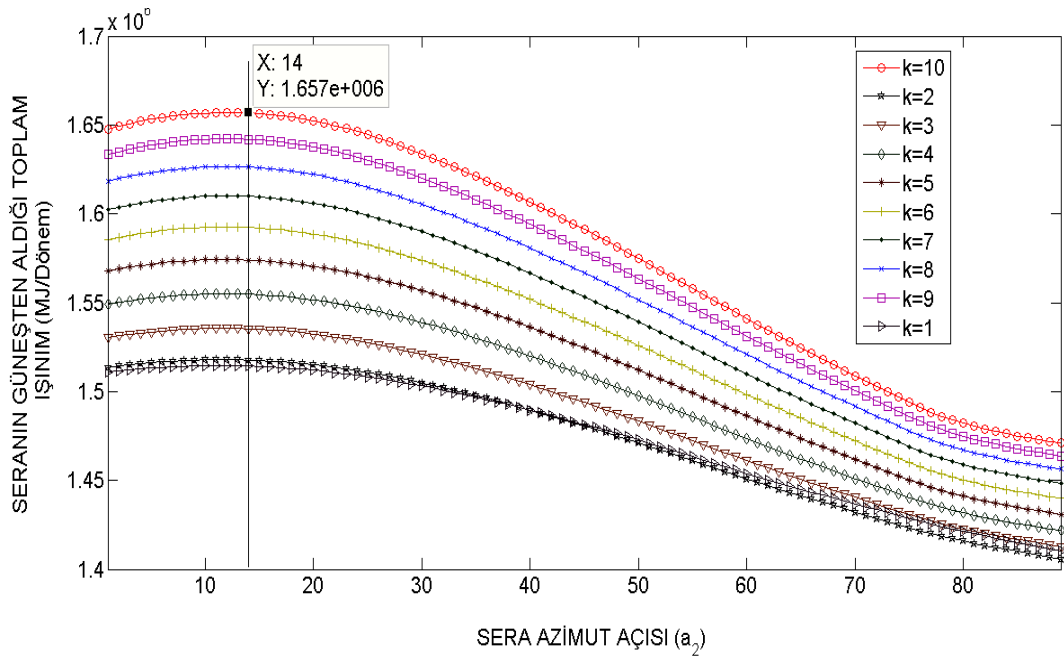


Şekil 4.70 250 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.71 250 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Taban alanı 250 m^2 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.72’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 14° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.20’de sunulmuştur.

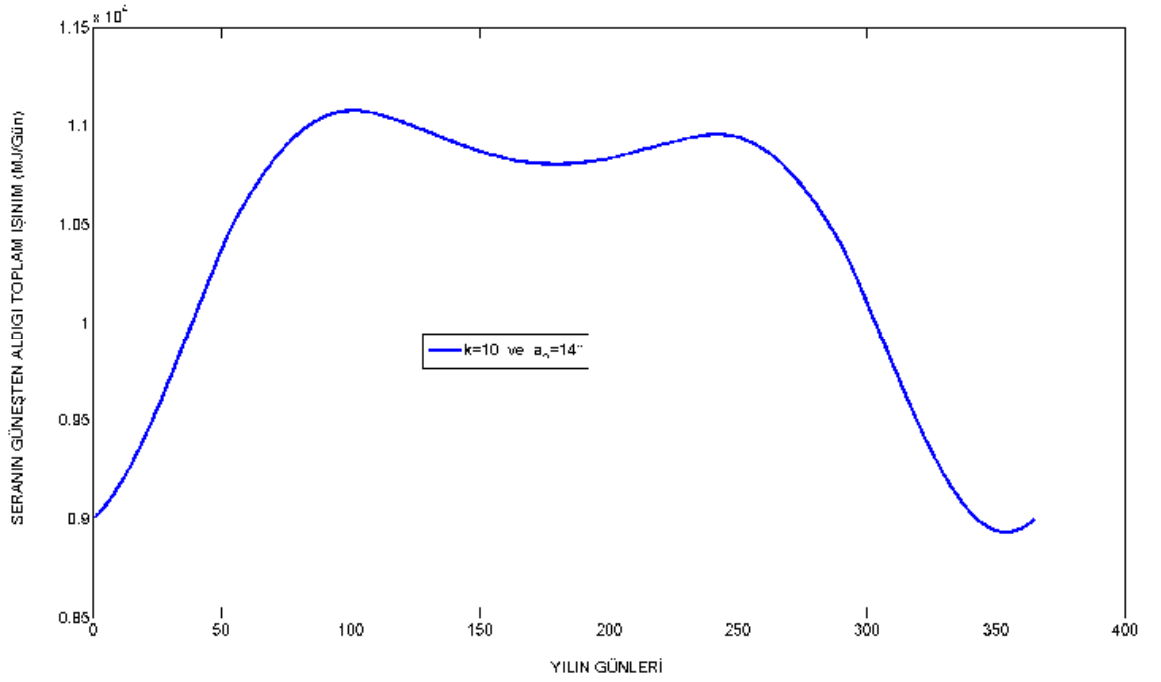


Şekil 4.72 250 m^2 Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.20. 250 m^2 eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m^2)	D2, D4 (m^2)	C1 (m^2)	C2 (m^2)	C1 Eğim ($^\circ$)	C2 Eğim ($^\circ$)
10	50.00	5.00	12.50	100.00	244.73	51.08	11.79	78.21

Boy-en oranı 10 olan 250 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 14 derece olduğu bir eğik çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.73 ile sunulmuştur.



Şekil 4.73 250 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=14^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

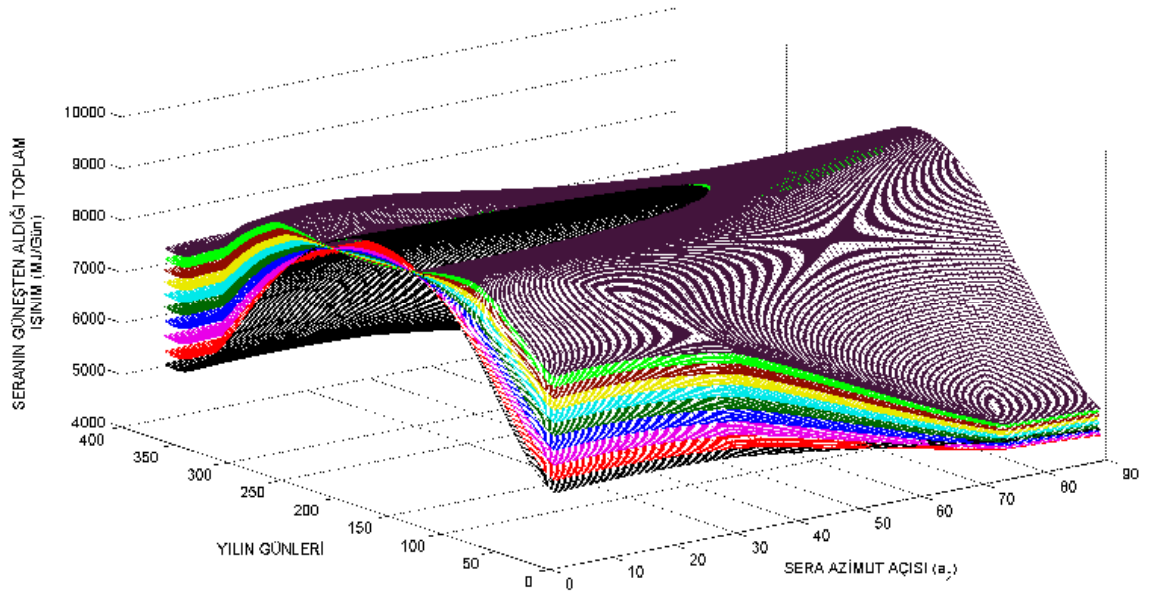
4.3.4 200 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

Taban alanı 200 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.21’de sunulmuştur.

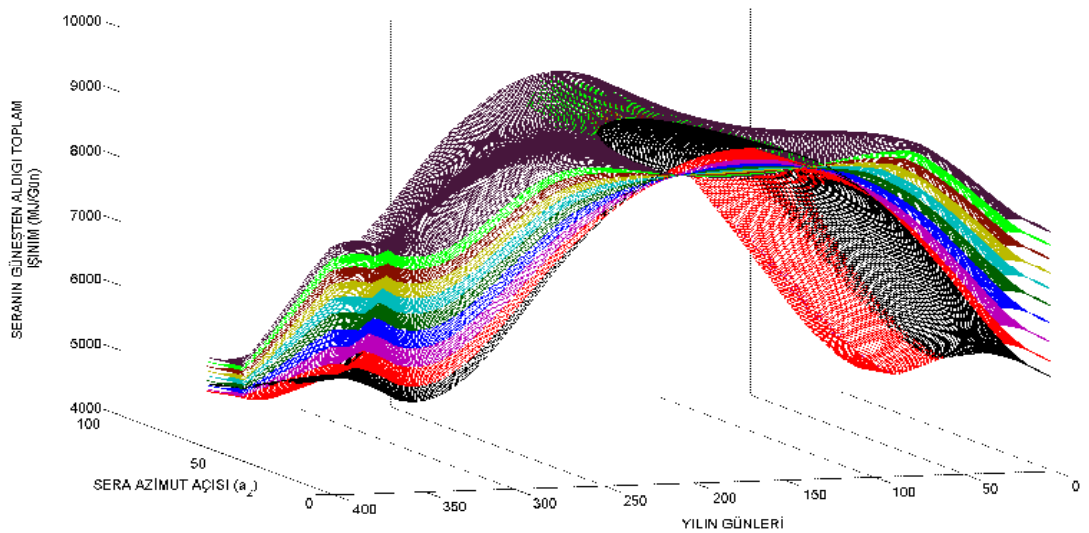
Çizelge 4.21. 200 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
1	14.14	14.14	35.36	28.28	199.50	14.18	4.07	85.94
2	20.00	10.00	25.00	40.00	198.99	20.10	5.77	84.23
3	24.50	8.17	20.41	48.99	198.47	24.68	7.09	82.91
4	28.28	7.07	17.68	56.57	197.95	28.58	8.22	81.79
5	31.62	6.33	15.81	63.25	197.42	32.04	9.22	80.78
6	34.64	5.77	14.43	69.28	196.88	35.19	10.13	79.87
7	37.42	5.35	13.36	74.83	196.34	38.12	10.99	79.01
8	40.00	5.00	12.50	80.00	195.78	40.86	11.79	78.21
9	42.43	4.71	11.79	84.85	195.22	43.47	12.55	77.45
10	44.72	4.47	11.18	89.44	194.65	45.95	13.29	76.72

200 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.74 ve Şekil 4.75 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 200 m² alana sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

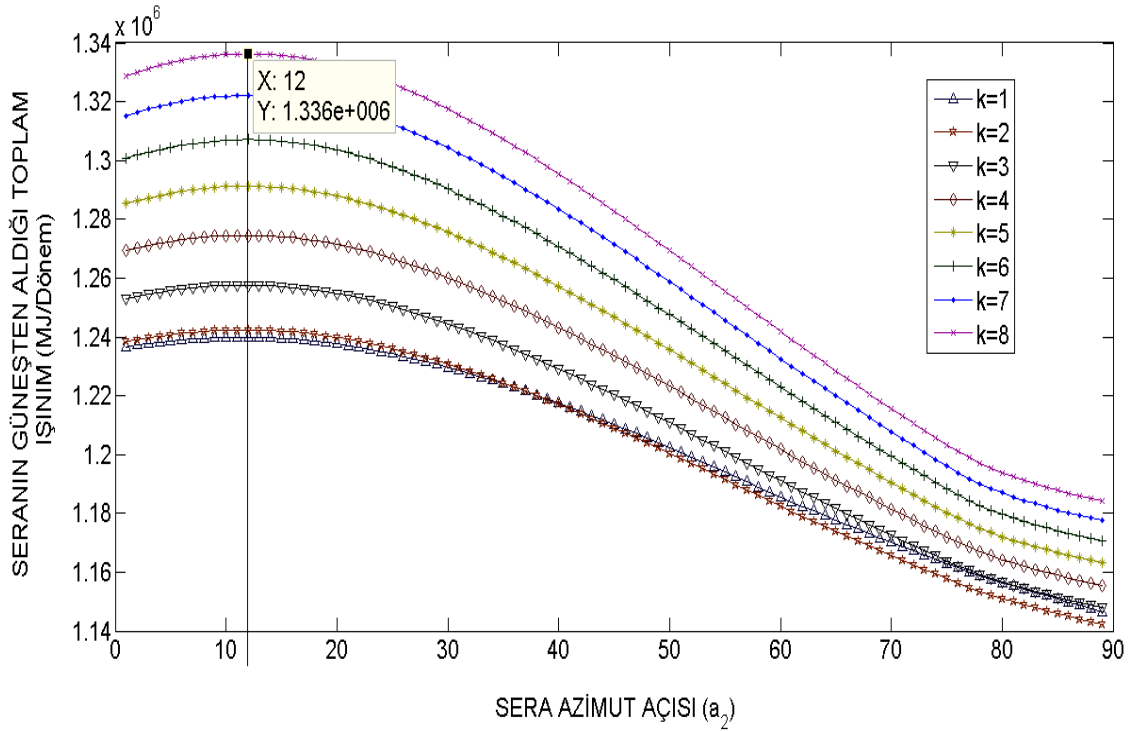


Şekil 4.74 200 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.75 200 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Şekil 4.74 ve 4.75 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 8 olması gerektiği düşünülmüştür. Taban alanı 200 m^2 ve k değeri en fazla 8 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.76’da sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 12° ve en iyi k oranı 8 olmaktadır.



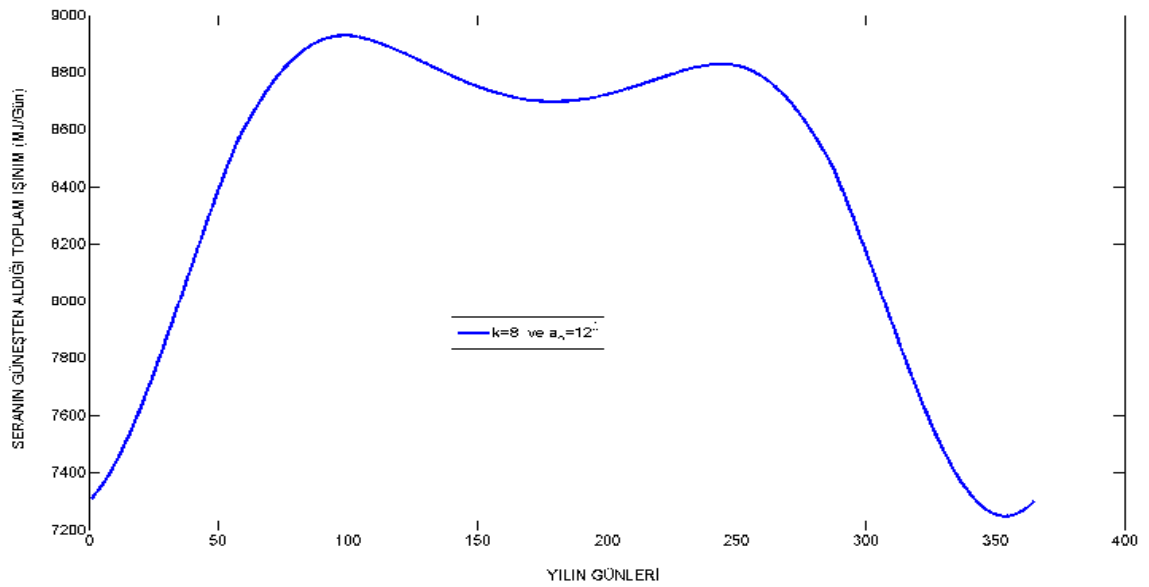
Şekil 4.76 200 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

4.22 numaralı çizelge L/W oranı 8 olan 200 m² bir eğik çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır.

Çizelge 4.22. 200 m² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=8)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2 , D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
8	40.00	5.00	12.50	80.00	195.78	40.86	11.79	78.21

Boy-en oranı 8 olan 200 m² alana sahip ve sera azimut açısının 12 derece olduğu bir eğik çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.77 ile sunulmuştur.

**Şekil 4.77** 200 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=12^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

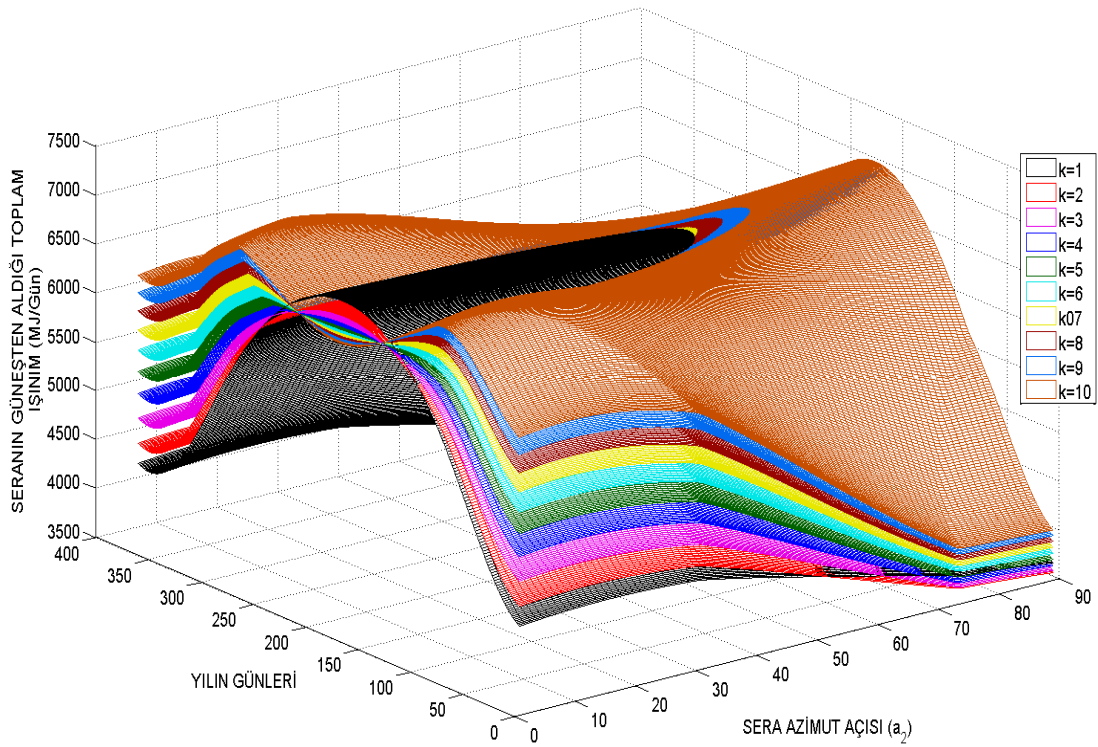
4.3.5 150 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

Taban alanı 150 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.23’de sunulmuştur. 150 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.78 ve Şekil 4.79 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 150 m² alana

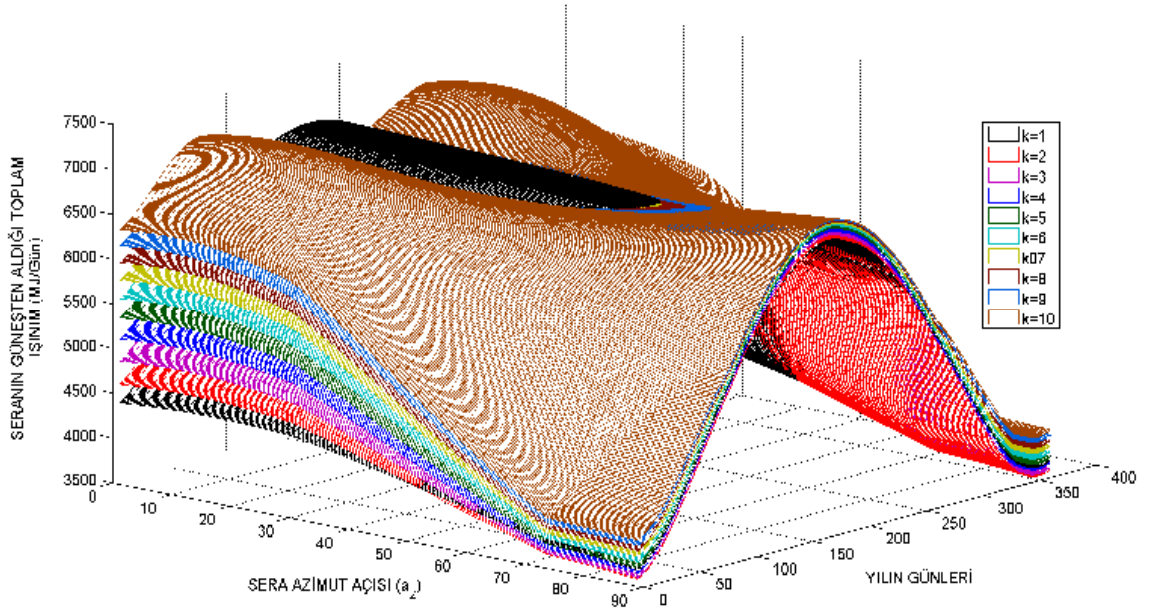
sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ısıtım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

Çizelge 4.23. 150 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
1	12.25	12.25	30.62	24.50	149.50	12.29	4.70	85.3008
2	17.32	8.66	21.65	34.64	148.98	17.44	6.68	83.32
3	21.21	7.07	17.68	42.43	148.46	21.43	8.22	81.79
4	24.50	6.12	15.31	48.99	147.93	24.84	9.53	80.47
5	27.39	5.48	13.69	54.77	147.39	27.87	10.71	79.29
6	30.00	5.00	12.50	60.00	146.84	30.65	11.79	78.21
7	32.40	4.63	11.57	64.81	146.27	33.23	12.80	77.20
8	34.64	4.33	10.83	69.28	145.70	35.67	13.75	76.25
9	36.74	4.08	10.21	73.49	145.11	37.98	14.67	75.33
10	38.73	3.87	9.68	77.46	144.51	40.20	15.55	74.46



Şekil 4.78 150 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1

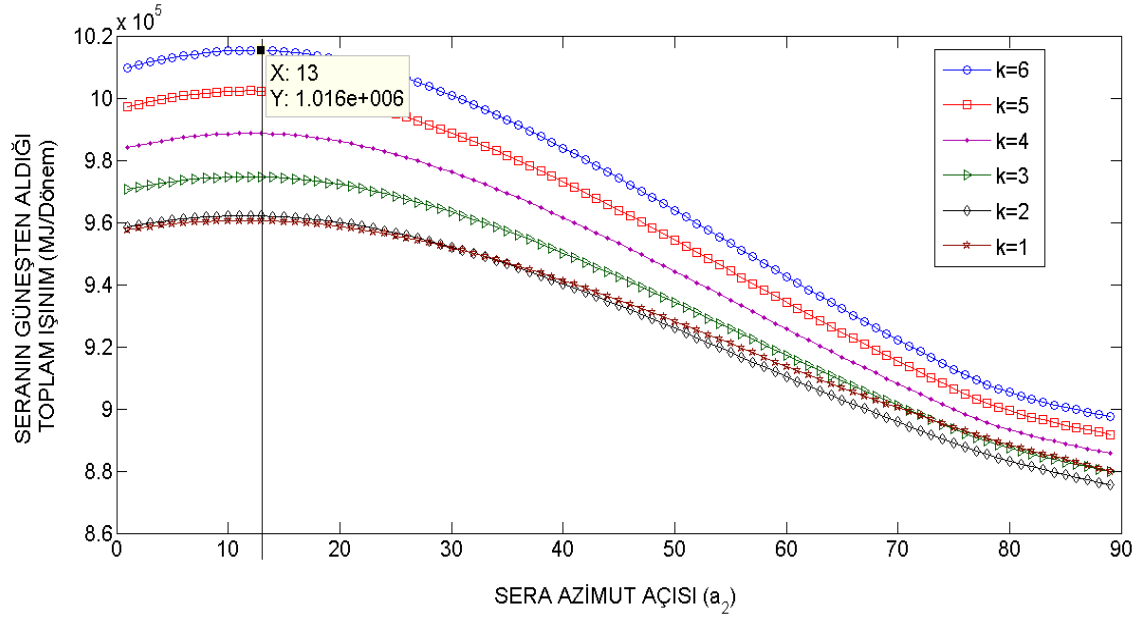


Şekil 4.79 150 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Şekil 4.78 ve 4.79 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 6 olması gerektiği düşünülmüştür.

Taban alanı 150 m² ve k değeri en fazla 6 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.80’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 13° ve en iyi k oranı 6 olmaktadır.

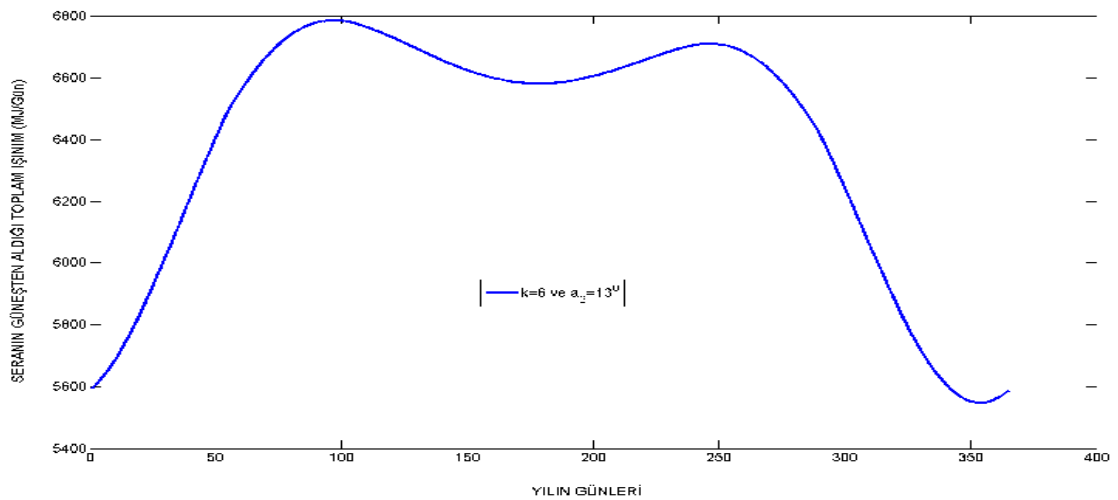
4.24 numaralı çizelge L/W oranı 6 olan 150 m² bir eğik çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır. Boy-en oranı 6 olan 150 m² alana sahip ve sera azimut açısının 13 derece olduğu bir eğik çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.81 ile sunulmuştur.



Şekil 4.80 150 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.24. 150 m² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=6)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
6	30.00	5.00	12.50	60.00	146.84	30.65	11.79	78.21



Şekil 4.81 150 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 ve α₂=13° için yılın günlerine göre değişimi

4.3.6 100 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

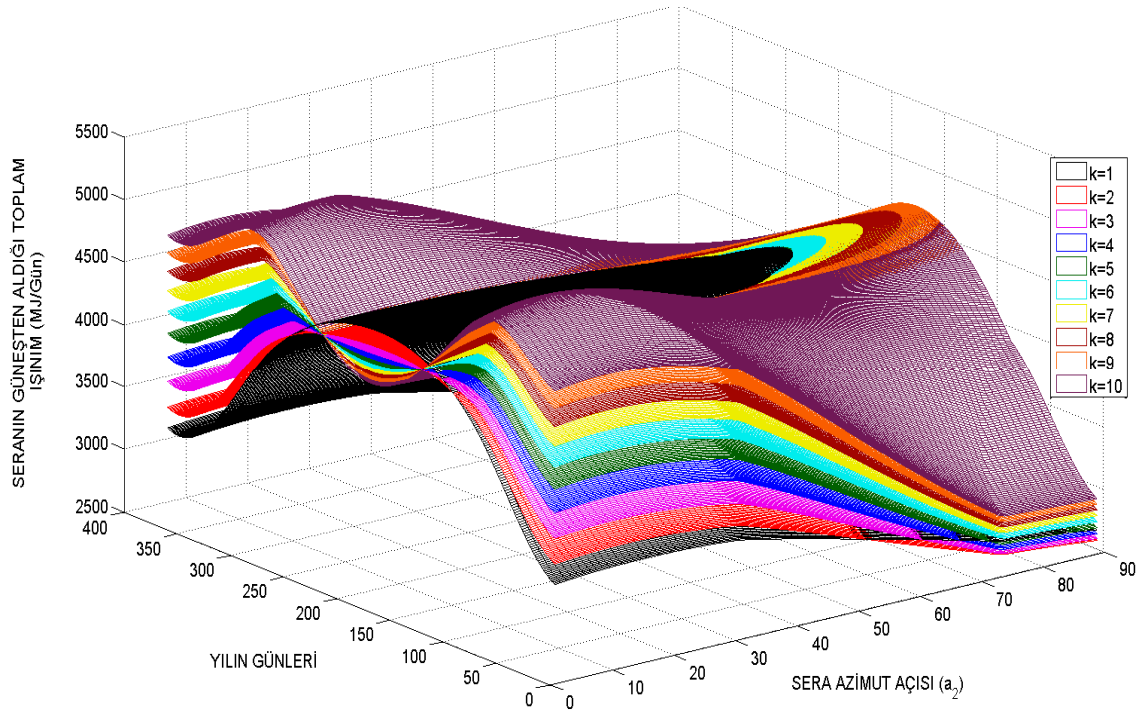
Taban alanı 100 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.25’de sunulmuştur.

100 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.82 ve Şekil 4.83 üzerinde gösterilmiştir.

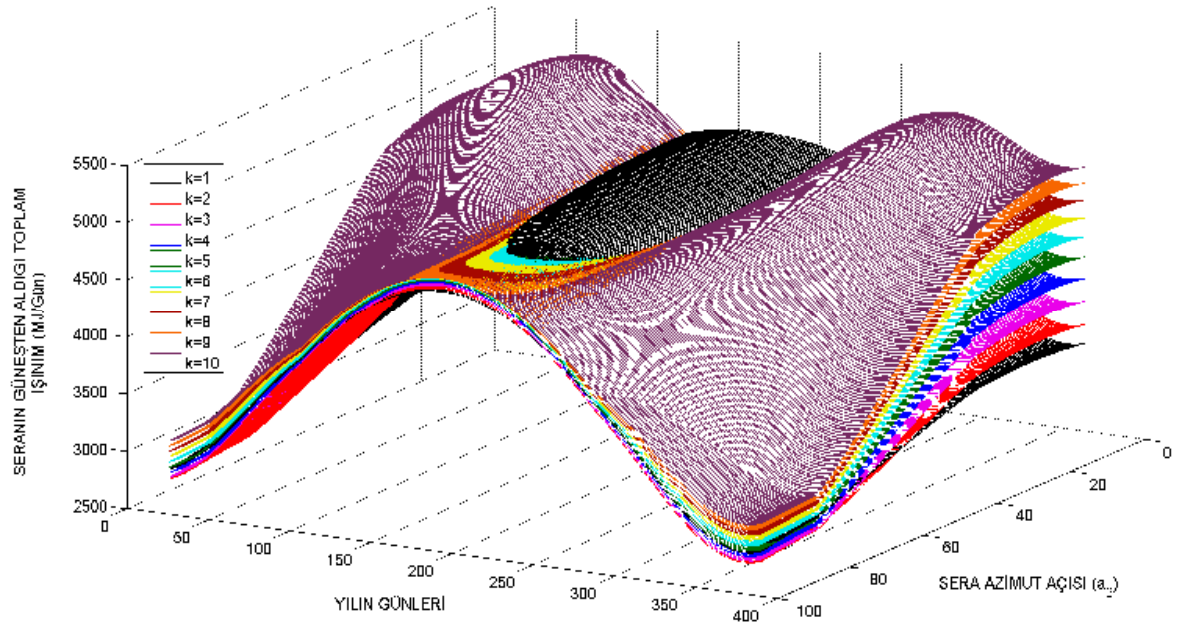
Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 100 m² alana sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

Çizelge 4.25. 100 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2 , D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
1	10.00	10.00	25.00	20.00	99.49	10.05	5.77	84.23
2	14.14	7.07	17.68	28.28	98.97	14.29	8.22	81.79
3	17.32	5.77	14.43	34.64	98.44	17.60	10.13	79.87
4	20.00	5.00	12.50	40.00	97.90	20.43	11.79	78.21
5	22.36	4.47	11.18	44.72	97.33	22.98	13.28	76.72
6	24.50	4.08	10.21	48.99	96.7414	25.32	14.67	75.33
7	26.46	3.78	9.45	52.92	96.14	27.52	15.97	74.03
8	28.28	3.54	8.84	56.57	95.52	29.61	17.23	72.78
9	30.00	3.33	8.33	60.00	94.87	31.62	18.44	71.57
10	31.62	3.16	7.91	63.25	94.20	33.57	19.62	70.38



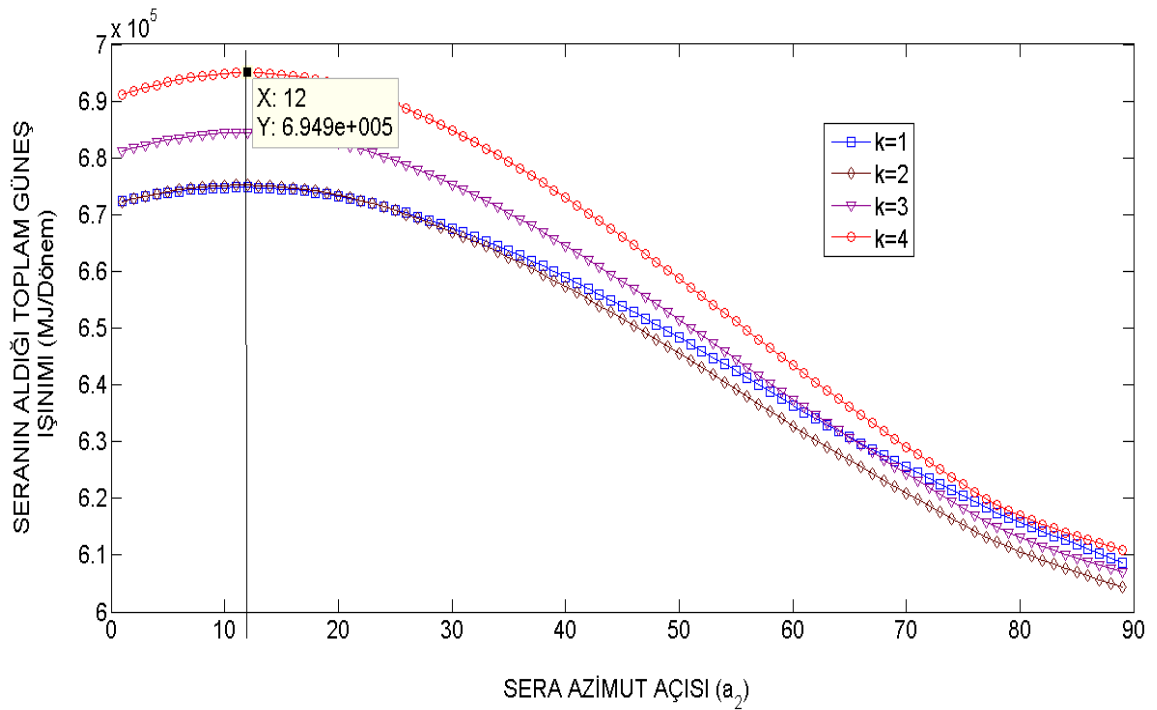
Şekil 4.82 100 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.83 100 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Şekil 4.82 ve 4.83 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.

Taban alanı 100 m^2 ve k değeri en fazla 4 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.84’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 12° ve en iyi k oranı 4 olmaktadır.

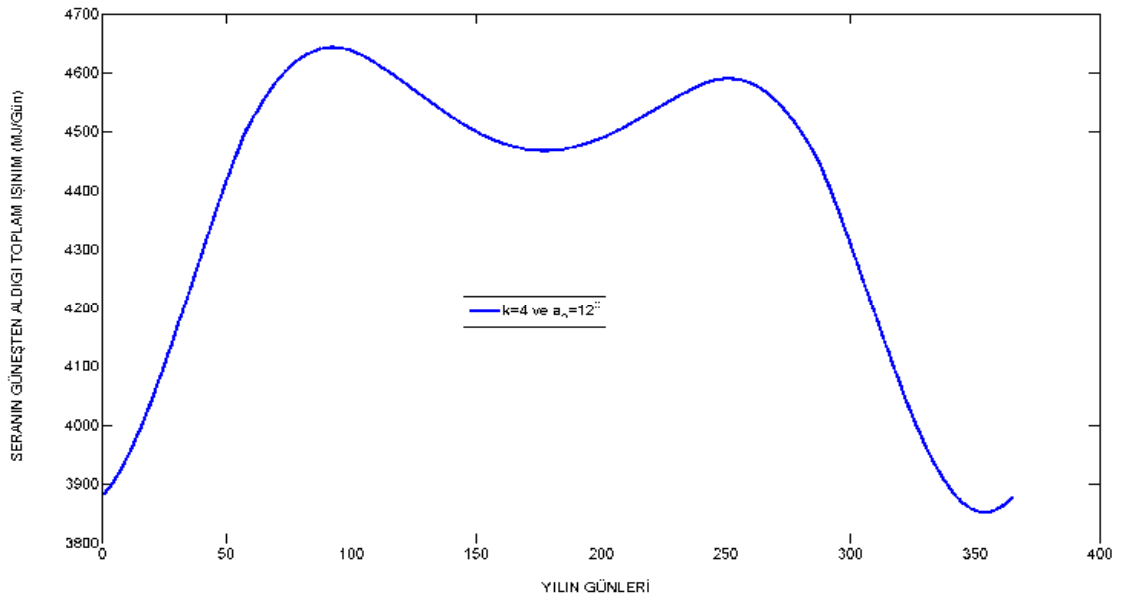


Şekil 4.84 100 m^2 Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

4.26 numaralı çizelge L/W oranı 4 olan 100 m^2 bir eğik çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır.

Çizelge 4.26. 100 m² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=4)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
4	20.00	5.00	12.50	40.00	97.90	20.43	11.79	78.21

**Şekil 4.85** 100 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve a₂=12° için yılın günlerine göre değişimi

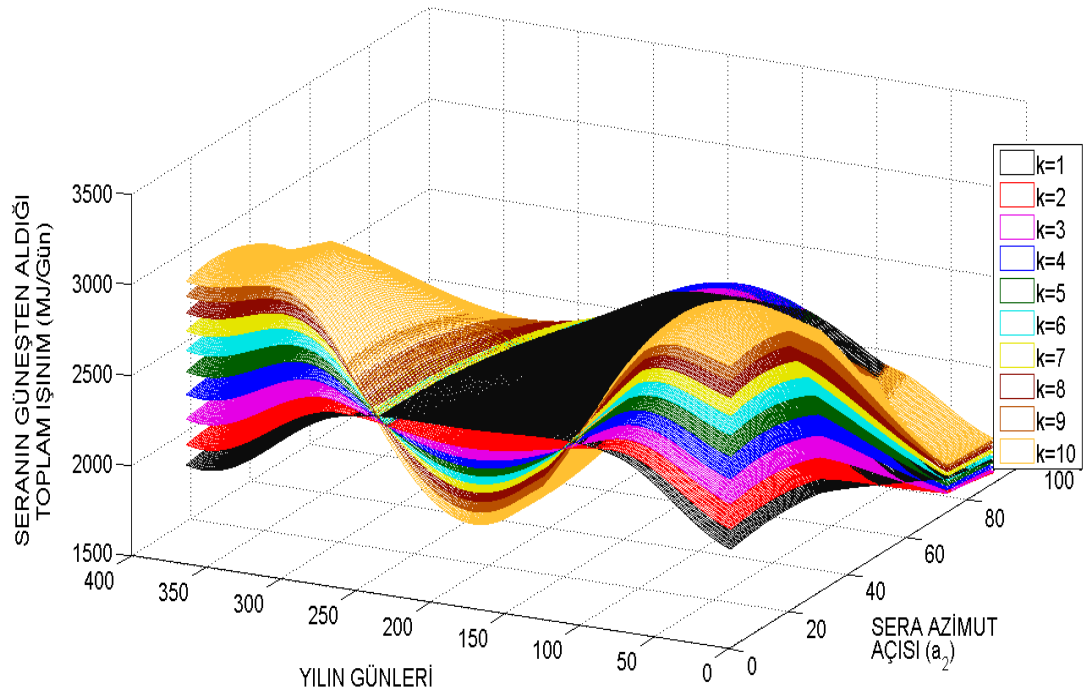
4.3.7 50 m² yüzey alanına sahip eğik çatılı sera

Taban alanı 50 m² olan eğik çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.27’de sunulmuştur. 50 m² taban alanına sahip eğik çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.86 ve Şekil 4.87 üzerinde gösterilmiştir.

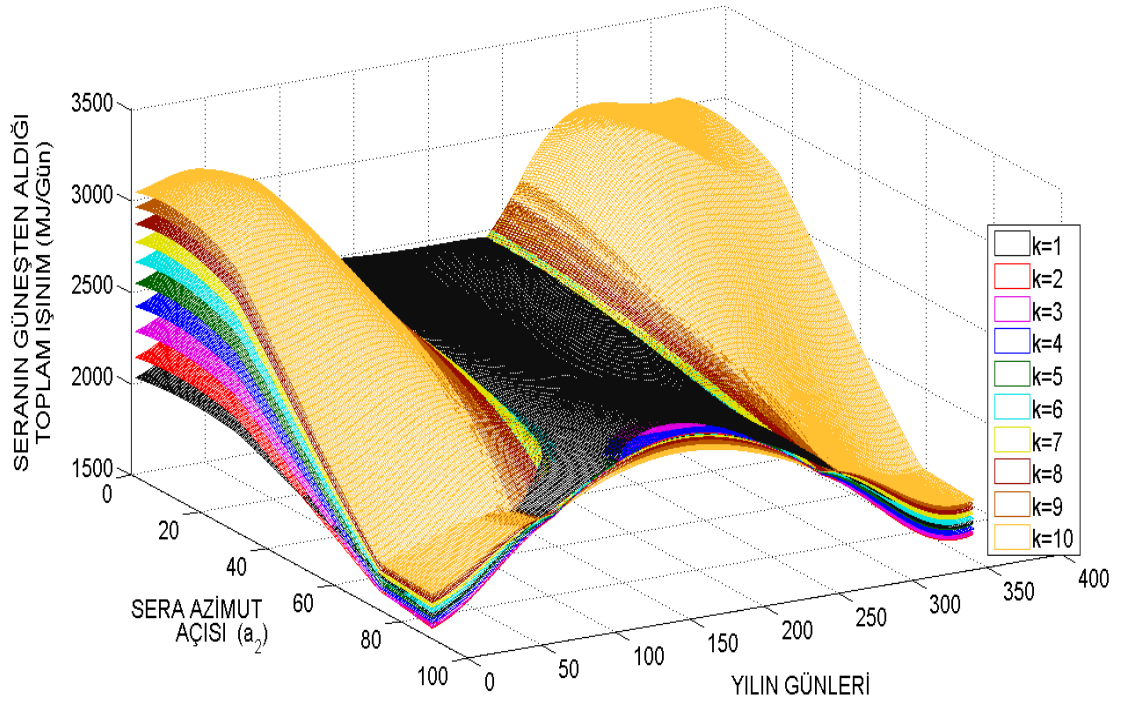
Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 50 m² alana sahip eğik çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

Çizelge 4.27. 50 m² eğik çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2 , D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
1	7.07	7.07	17.68	14.14	49.49	7.14	8.22	81.79
2	10.00	5.00	12.50	20.00	48.95	10.22	11.79	78.21
3	12.25	4.08	10.21	24.50	48.37	12.67	14.67	75.33
4	14.14	3.54	8.84	28.28	47.76	14.81	17.23	72.78
5	15.81	3.16	7.91	31.62	47.10	16.79	19.62	70.38
6	17.32	2.89	7.22	34.647	46.387	18.677	21.93	68.07
7	18.71	2.68	6.68	37.42	45.60	20.522	24.22	65.78
8	20.00	2.50	6.25	40.00	44.72	22.36	26.57	63.44
9	21.21	2.36	5.89	42.43	43.72	24.26	29.03	60.97
10	22.36	2.24	5.59	44.72	42.53	26.29	31.72	58.28



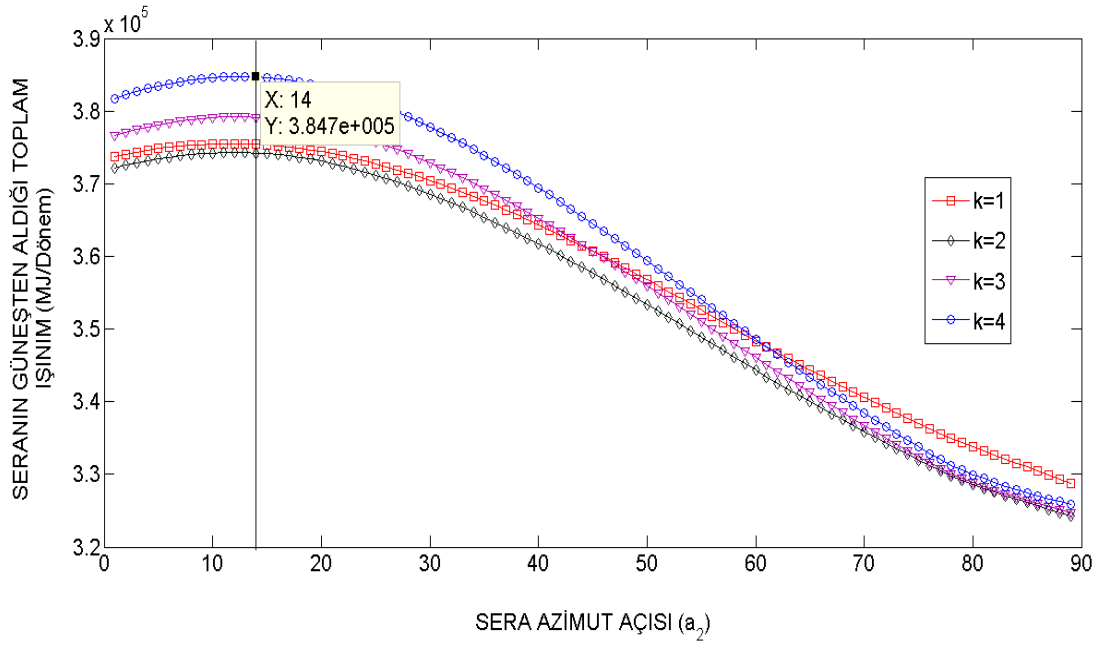
Şekil 4.86 50 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.87 50 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Şekil 4.86 ve 4.87 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 3 metre ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.

Taban alanı 50 m² ve k değeri en fazla 4 olan eğik çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.88’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 14° ve en iyi k oranı 4 ya da 3 olmaktadır.

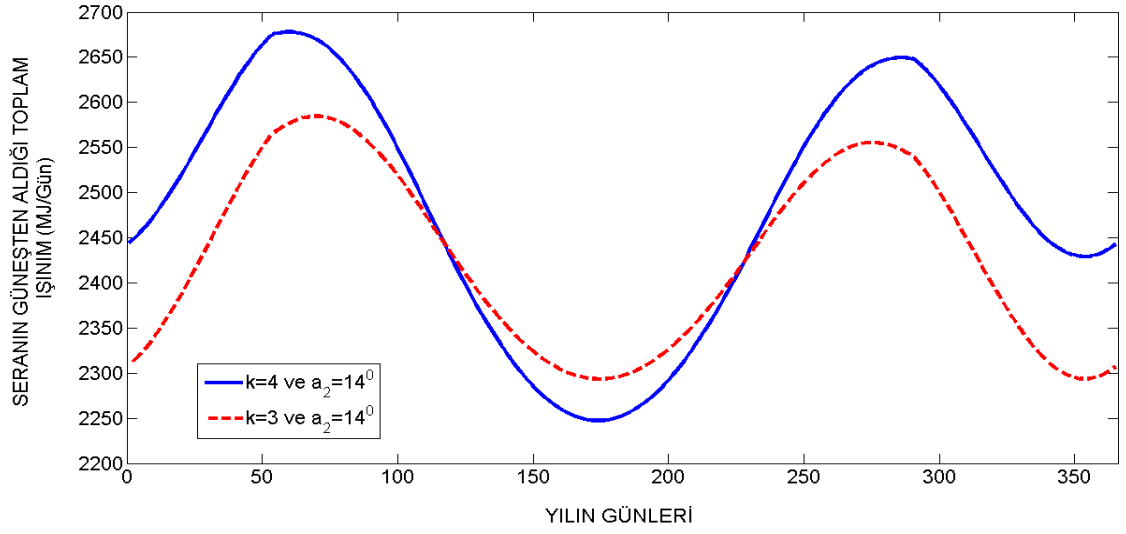


Şekil 4.88 50 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

4.28 numaralı çizelge L/W oranı 4 ve 3 olan 50 m² bir eğik çatılı seraların ölçülerini sunmaktadır.

Çizelge 4.28. 50 m² eğik çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=4 ve L/W=3)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2 , D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
3	12.25	4.08	10.21	24.50	48.37	12.67	14.67	75.33
4	14.14	3.54	8.84	28.28	47.76	14.81	17.23	72.78



Şekil 4.89 50 m² Eğik çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4, L/W=3 ve a₂=14° için yılın günlerine göre değişimi

4.4 Farklı Boyutlardaki Asma Çatılı Sera Tipleri İçin Sonuçlar

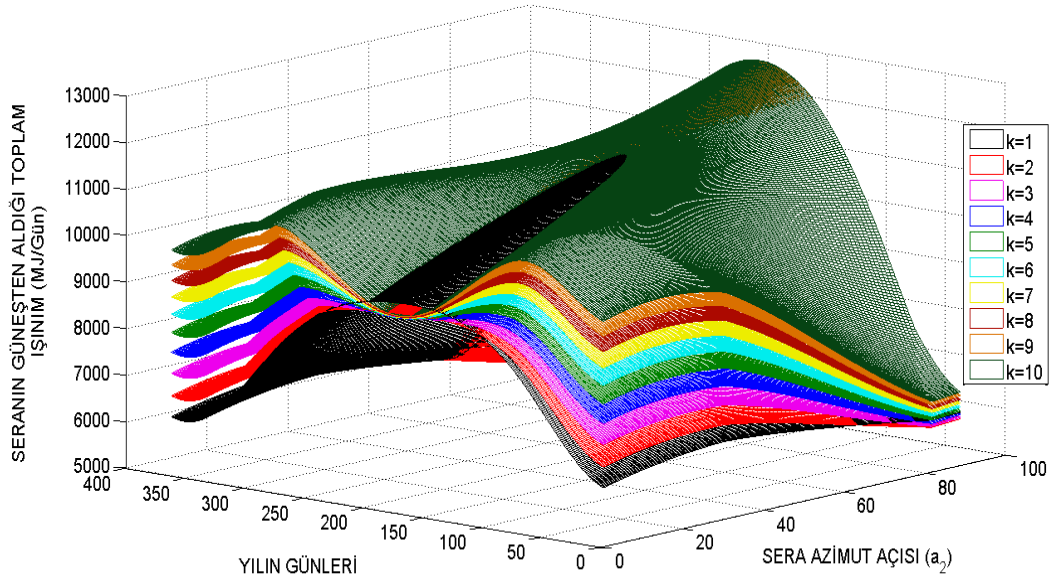
4.4.1 400 m² yüzey alanına sahip asma çatılı sera

Taban alanı 400 m² olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.29’da sunulmuştur.

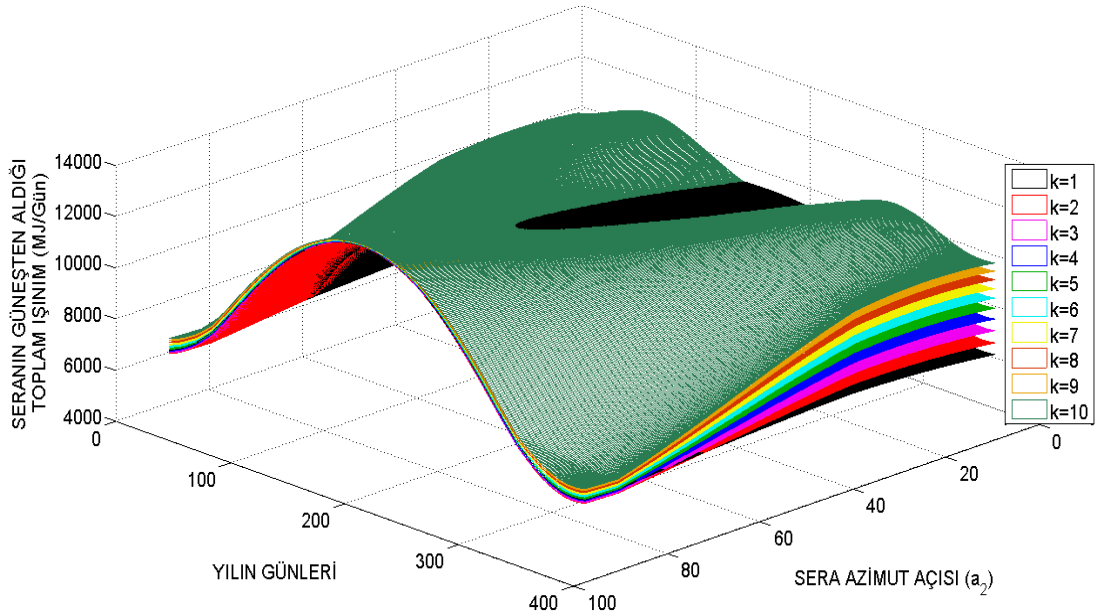
Çizelge 4.29. 400 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	20.00	20.00	38.54	42.57	186.52	6.16
2	28.28	14.14	26.83	60.20	181.63	8.96
3	34.64	11.55	21.64	73.73	178.18	11.21
4	40.00	10.00	18.54	85.13	175.50	13.18
5	44.72	8.94	16.43	95.18	173.32	14.95
6	48.99	8.17	14.87	104.27	171.49	16.60
7	52.92	7.56	13.66	112.62	169.93	18.14
8	56.57	7.07	12.69	120.40	168.60	19.61
9	60.00	6.67	11.88	127.70	167.44	21.00
10	63.25	6.33	11.19	134.61	166.45	22.33

400 m² taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.90 ve Şekil 4.91 üzerinde gösterilmiştir.

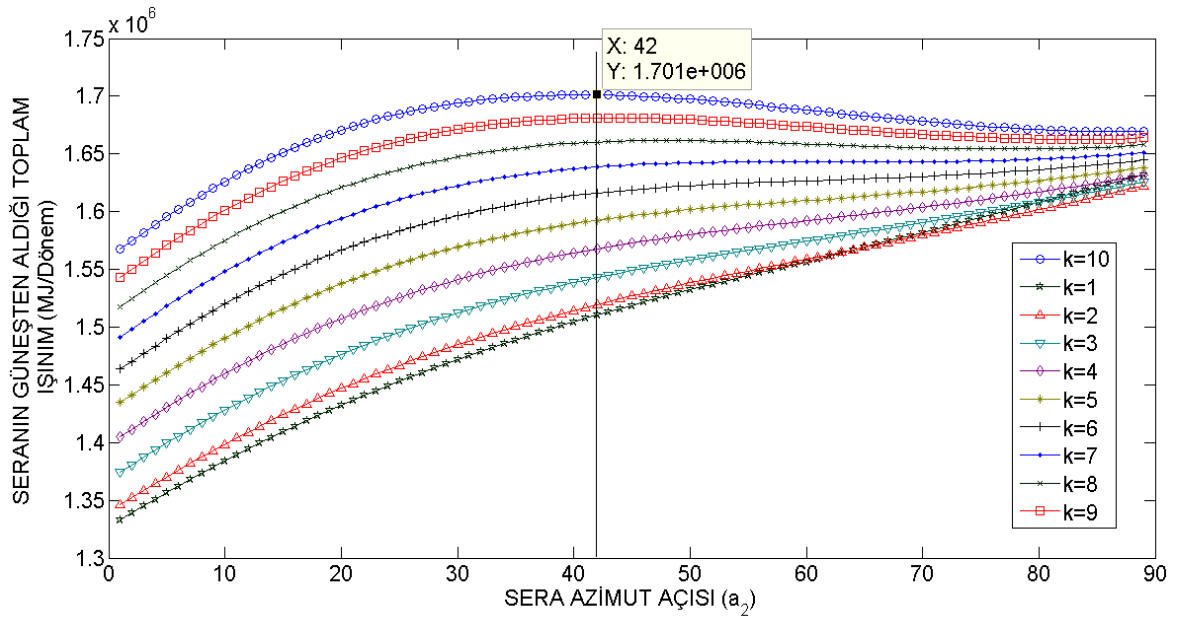


Şekil 4.90 400 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açlarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.91 400 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açlarına göre yıl içindeki değişimi-2

Görüldüğü gibi 400 m^2 alana sahip asma çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut açısının 60 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir. Taban alanı 400 m^2 olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.92’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 42° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.30’da sunulmuştur.

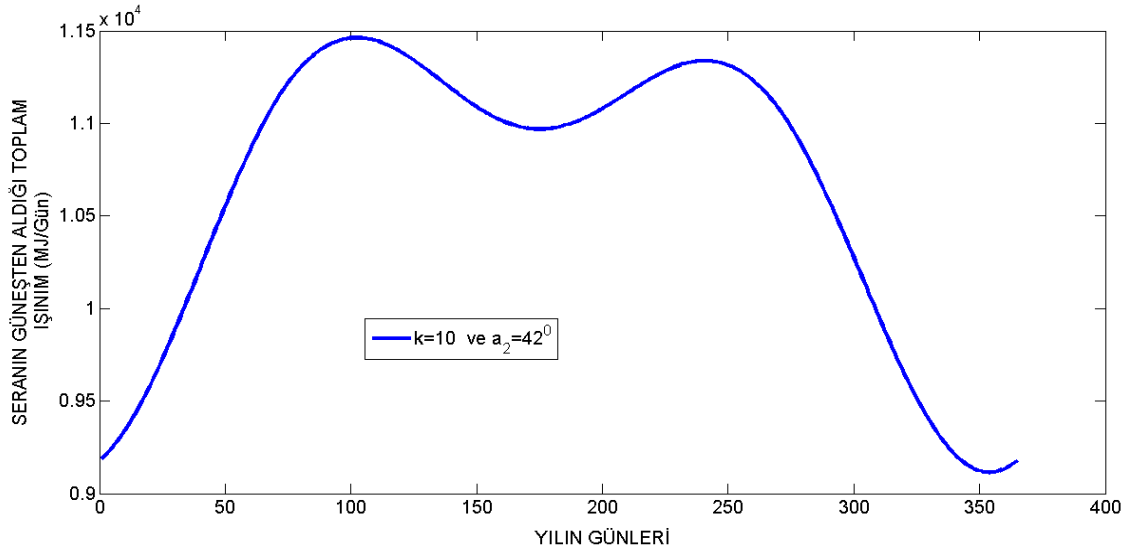


Şekil 4.92 400 m^2 Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.30. 400 m^2 asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m^2)	D2, D4 (m^2)	C1 (m^2)	C2 (m^2)	C1 Eğim ($^\circ$)	C2 Eğim ($^\circ$)
10	63.25	6.33	11.19	134.61	166.45	22.33	63.25	6.33

Boy-en oranı 10 olan 400 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 42 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.93 ile sunulmuştur.



Şekil 4.93 400 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve a₂=42° için yılın günlerine göre değişimi

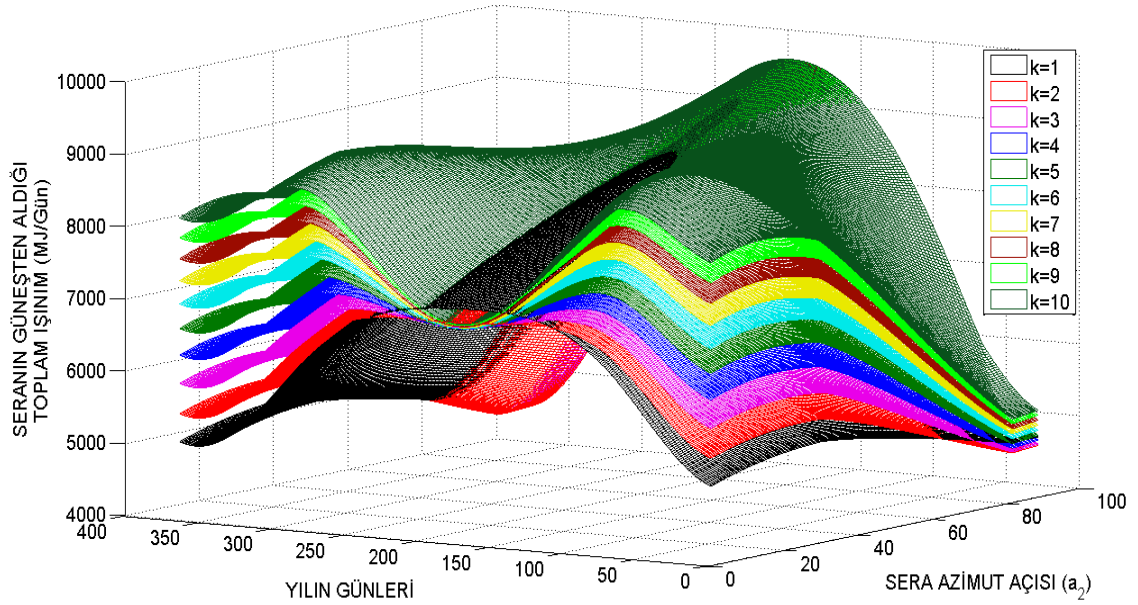
4.4.2 300 m² yüzey alanına sahip asma çatılı sera

Taban alanı 300 m² olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.31’de sunulmuştur.

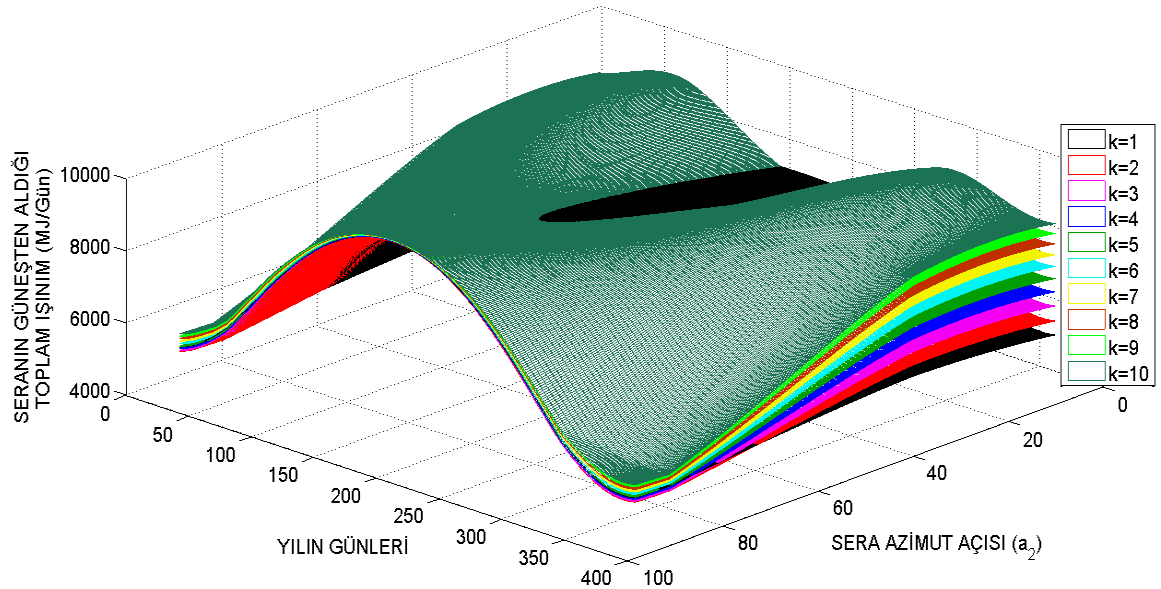
Çizelge 4.31. 300 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	17.32	17.32	33.19	36.86	138.48	7.19
2	24.50	12.25	23.04	52.13	134.42	10.50
3	30.00	10.00	18.54	63.85	131.63	13.185
4	34.64	8.66	15.87	73.73	129.50	15.52
5	38.73	7.75	14.04	82.43	127.82	17.64
6	42.43	7.07	12.69	90.30	126.45	19.61
7	45.83	6.55	11.64	97.53	125.32	21.45
8	48.99	6.12	10.80	104.27	124.39	23.19
9	51.96	5.77	10.09	110.59	123.63	24.85
10	54.77	5.48	9.499	116.58	123.00	26.44

300 m² taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışınlam miktarlarının değişimi Şekil 4.94 ve Şekil 4.95 üzerinde gösterilmiştir.



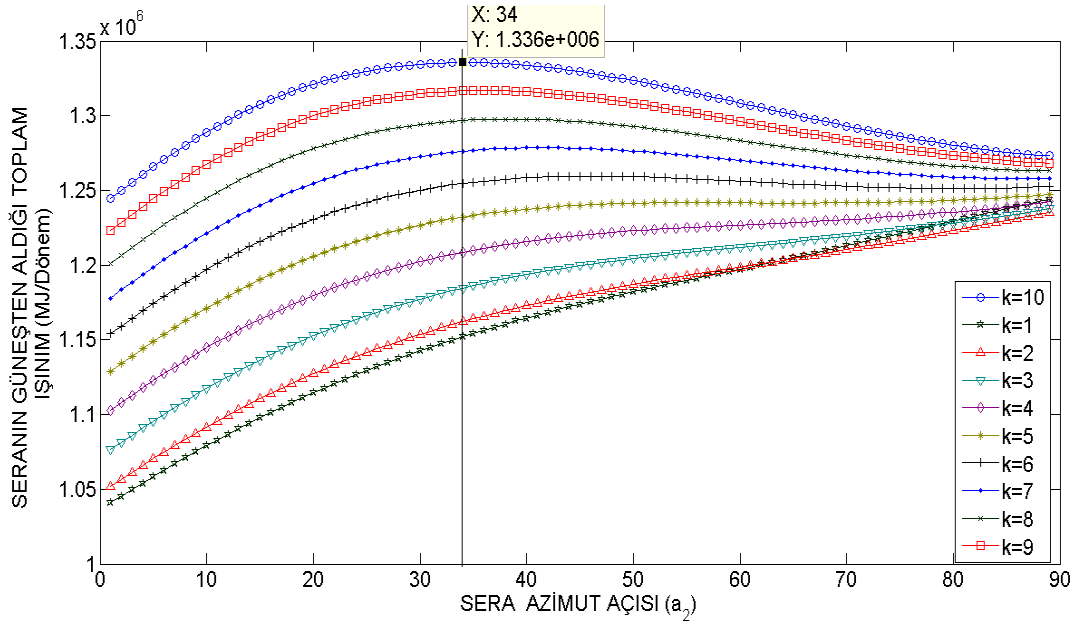
Şekil 4.94 300 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.95 300 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Görüldüğü gibi 300 m² alana sahip asma çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut açısının 70 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir.

Taban alanı 300 m² olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınımının değişimi Şekil 4.96'da sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 34° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.32'de sunulmuştur.

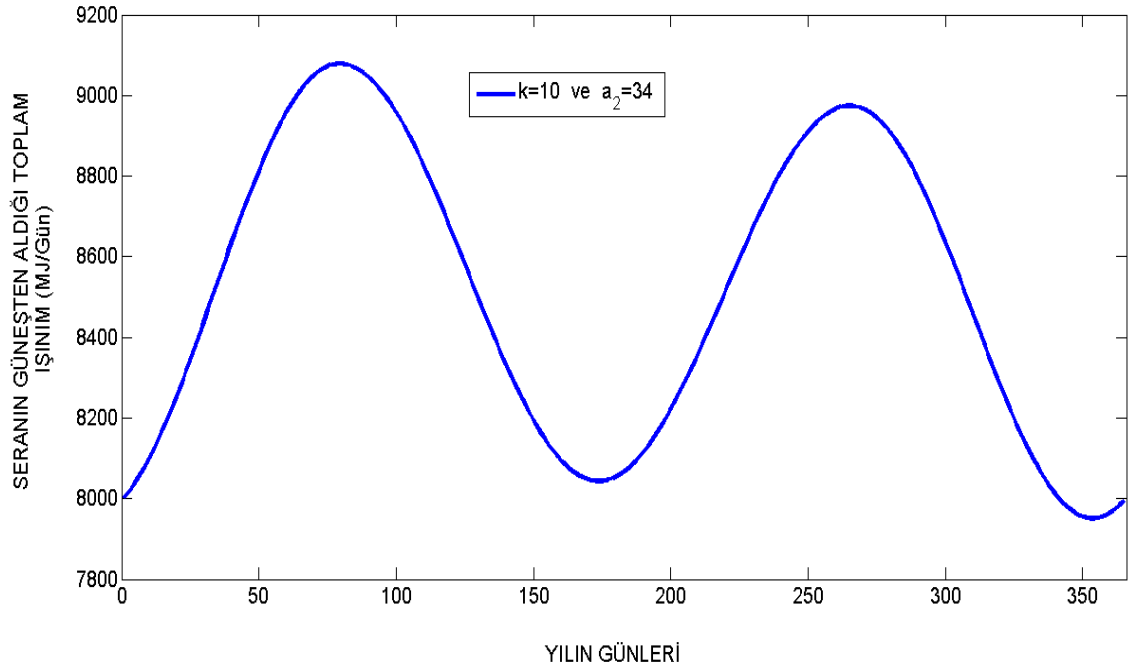


Şekil 4.96 300 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.32. 300 m² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
10	54.77	5.48	9.499	116.58	123.00	26.44	54.77	5.48

Boy-en oranı 10 olan 300 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 34 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.97 ile sunulmuştur.



Şekil 4.97 300 m^2 Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=34^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

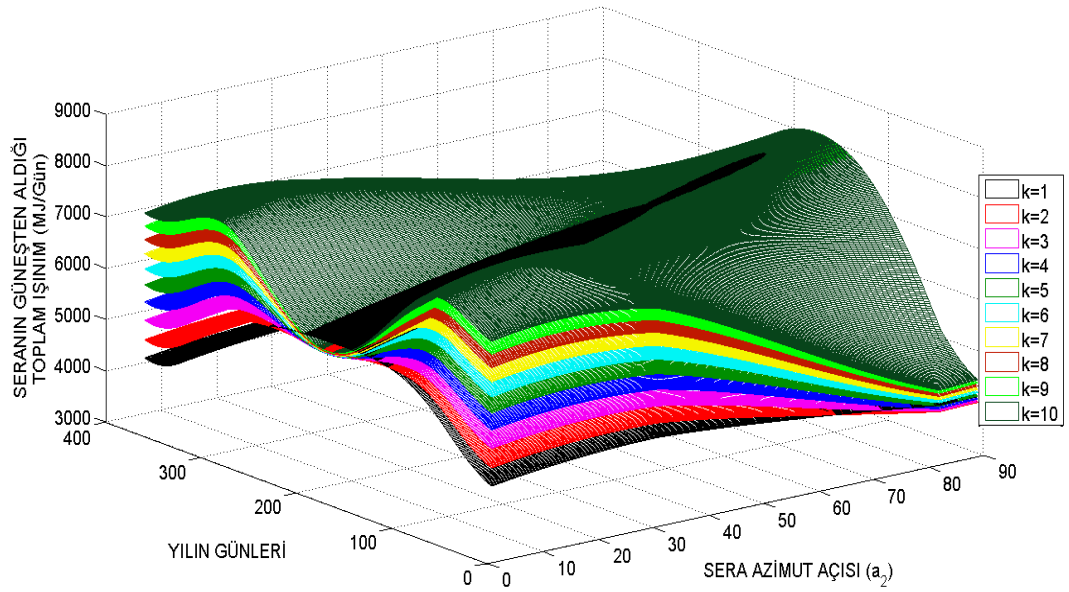
4.4.3 250 m^2 yüzey alanına sahip asma çatılı sera

Taban alanı 250 m^2 olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.33'de sunulmuştur.

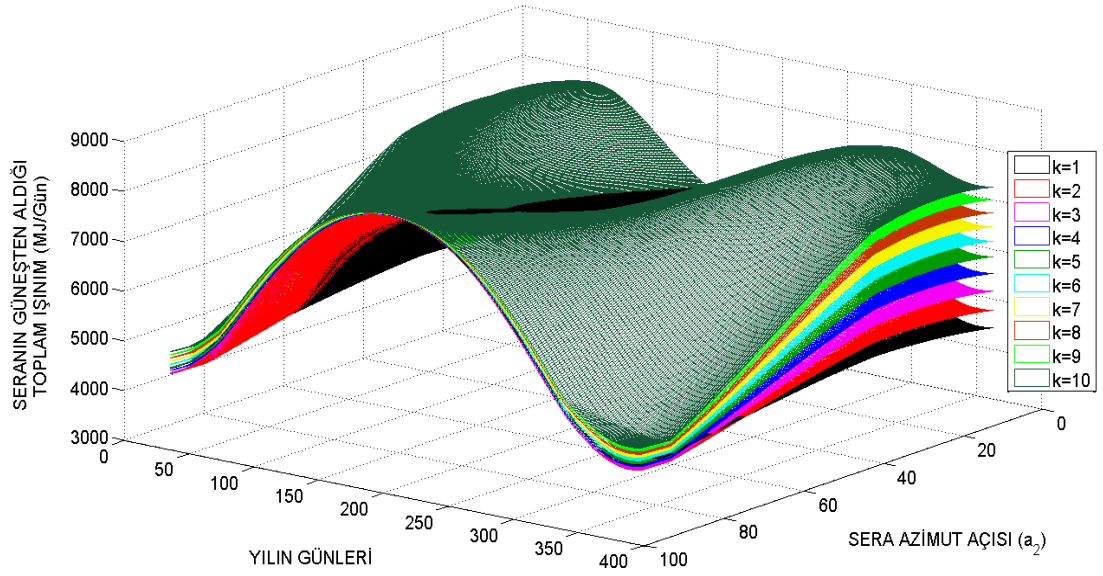
250 m^2 taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıının miktarlarının değişimi Şekil 4.98 ve Şekil 4.99 üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. 250 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	15.81	15.813	30.17	33.65	114.59	7.93
2	22.36	11.183	20.91	47.59	111.00	11.62
3	27.39	9.13	16.80	58.29	108.58	14.61
4	31.62	7.91	14.36	67.31	106.77	17.23
5	35.36	7.07	12.69	75.25	105.37	19.61
6	38.73	6.46	11.45	82.43	104.27	21.81
7	41.83	5.98	10.50	89.04	103.39	23.87
8	44.72	5.59	9.73	95.184	102.70	25.82
9	47.43	5.27	9.09	100.96	102.15	27.67
10	50.00	5.00	8.54	106.42	101.74	29.44

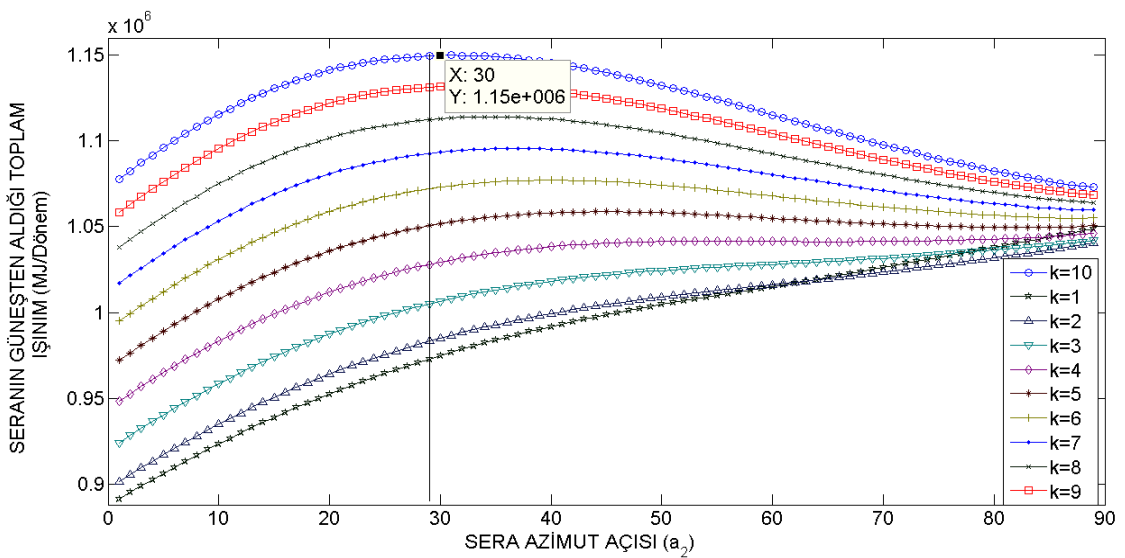
**Şekil 4.98** 250 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1

Görüldüğü gibi 250 m² alana sahip asma çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışınlam miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut açısının 85 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir.



Şekil 4.99 250 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Taban alanı 250 m² olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.100’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 30° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Bu durumdaki seranın boyutları Çizelge 4.34’de sunulmuştur.

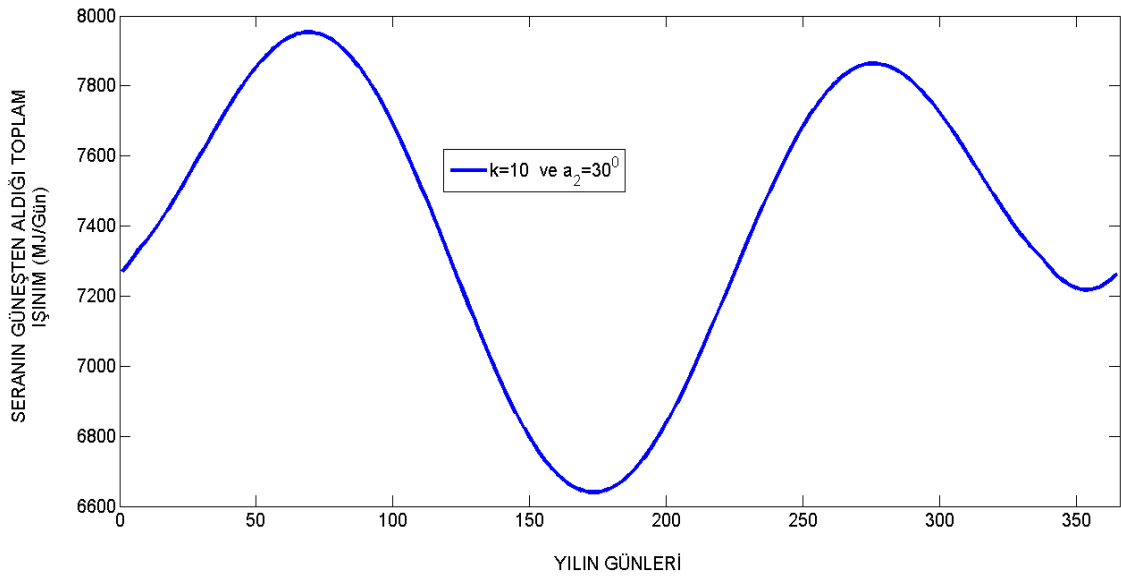


Şekil 4.100. 250 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.34. 250 m² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=10)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2 , D4 (m ²)	C1 (m ²)	C2 (m ²)	C1 Eğim (°)	C2 Eğim (°)
10	50.00	5.00	8.54	106.42	101.74	29.44	50.00	5.00

Boy-en oranı 10 olan 250 m² alana sahip ve sera azimut açısının 30 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.101 ile sunulmuştur.

**Şekil 4.101.** 250 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve a₂=30° için yılın günlerine göre değişimi

4.4.4 200 m² yüzey alanına sahip asma çatılı sera

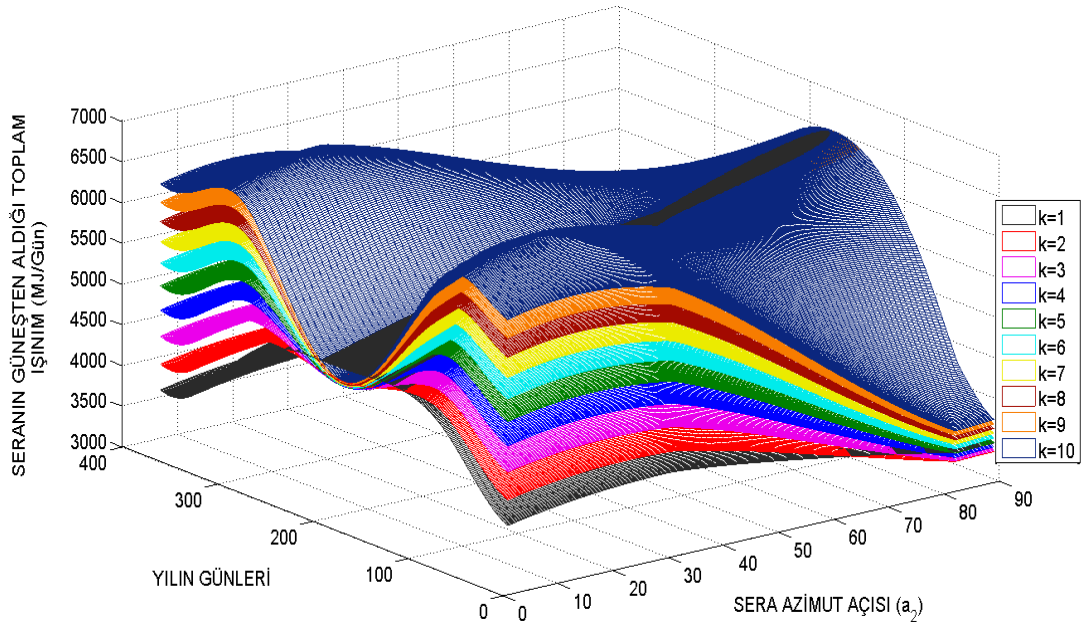
Taban alanı 200 m² olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.35’de sunulmuştur.

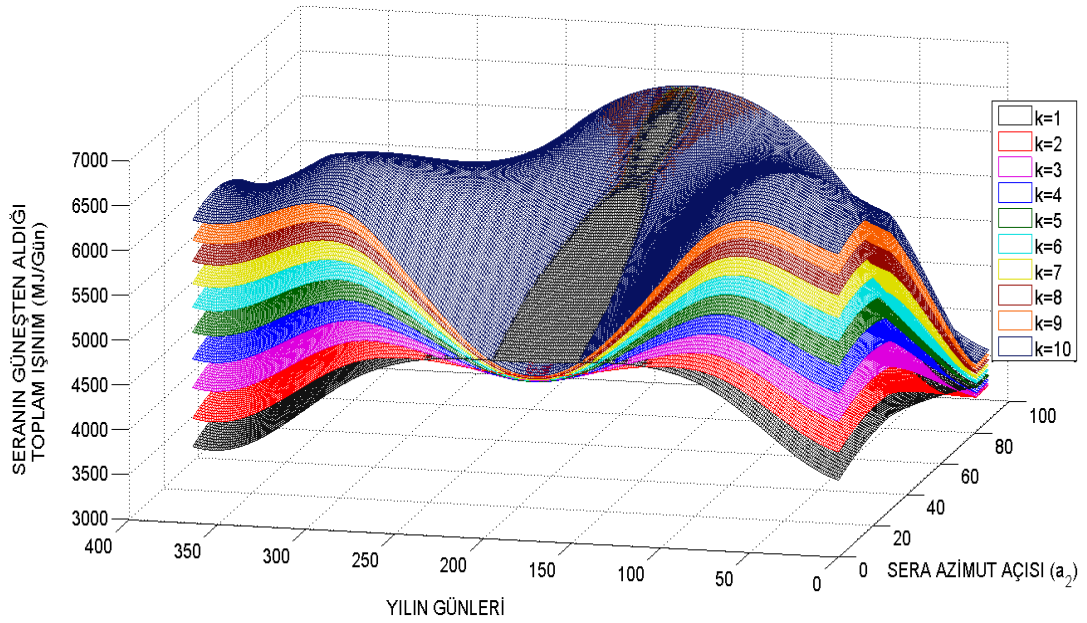
200 m² taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıının miktarlarının değişimi Şekil 4.102 ve Şekil 4.103 üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.35. 200 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k	L	W	D1 ve D3	D2 ve D4	C1 ve C2	Çatı Eğimi
(L/W)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(°)
1	14.14	14.14	26.83	30.10	90.81	8.96
2	20.00	10.00	18.54	42.57	87.75	13.18
3	24.50	8.17	14.87	52.13	85.74	16.60
4	28.28	7.07	12.69	60.20	84.30	19.61
5	31.62	6.33	11.19	67.31	83.22	22.33
6	34.64	5.77	10.09	73.73	82.42	24.85
7	37.42	5.35	9.24	79.64	81.82	27.21
8	40.00	5.00	8.54	85.13	81.39	29.44
9	42.43	4.71	7.97	90.30	81.10	31.54
10	44.72	4.47	7.49	95.18	80.93	33.55

Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 200 m² alana sahip asma çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.

**Şekil 4.102** 200 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1

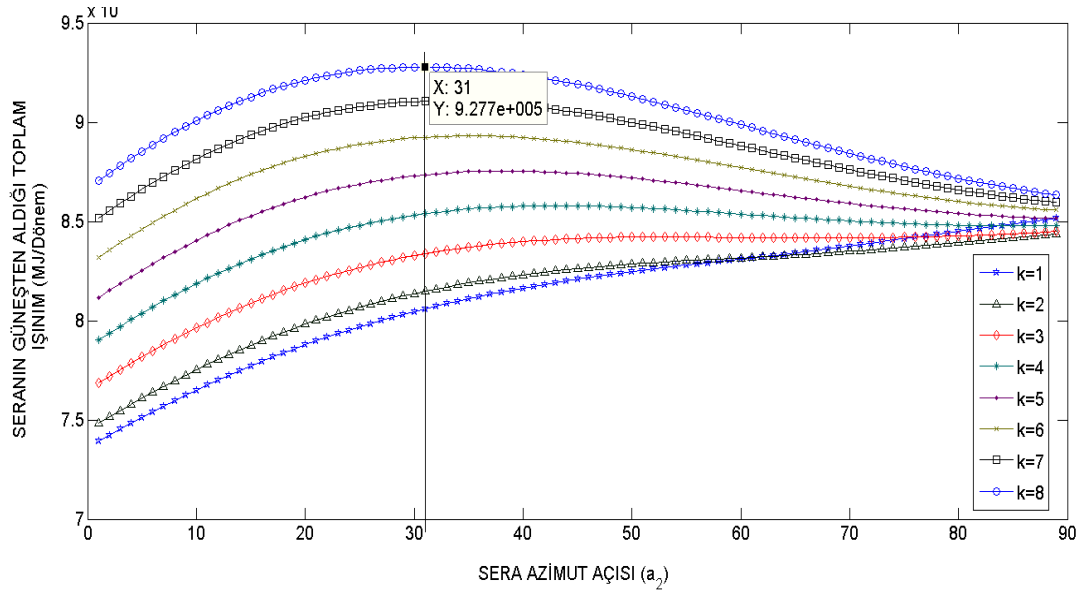


Şekil 4.103 200 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Şekil 4.102 ve 4.103 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 8 olması gerektiği düşünülmüştür. Taban alanı 200 m² ve k değeri en fazla 8 olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.104’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 31° ve en iyi k oranı 8 olmaktadır.

4.36 numaralı çizelge L/W oranı 8 olan 200 m² bir asma çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır.

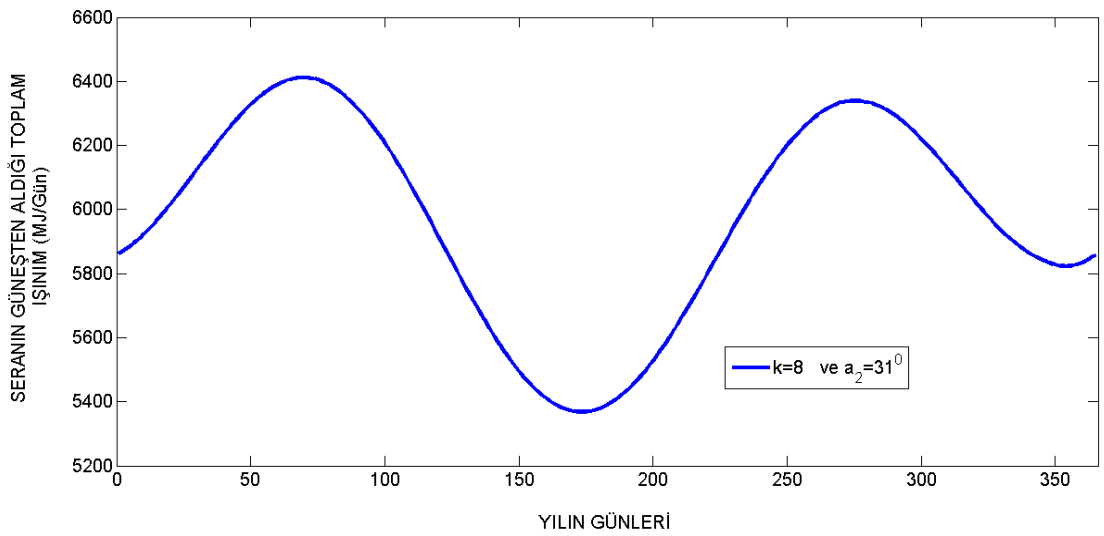
Boy-en oranı 8 olan 200 m² alana sahip ve sera azimut açısının 31 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.105 ile sunulmuştur.



Şekil 4.104. 200 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Çizelge 4.36. 200 m² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=8)

k	L	W	D1 ve D3	D2 ve D4	C1 ve C2	Çatı Eğimi
(L/W)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(°)
8	40.00	5.00	8.54	85.13	81.39	29.44



Şekil 4.105 200 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=31^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

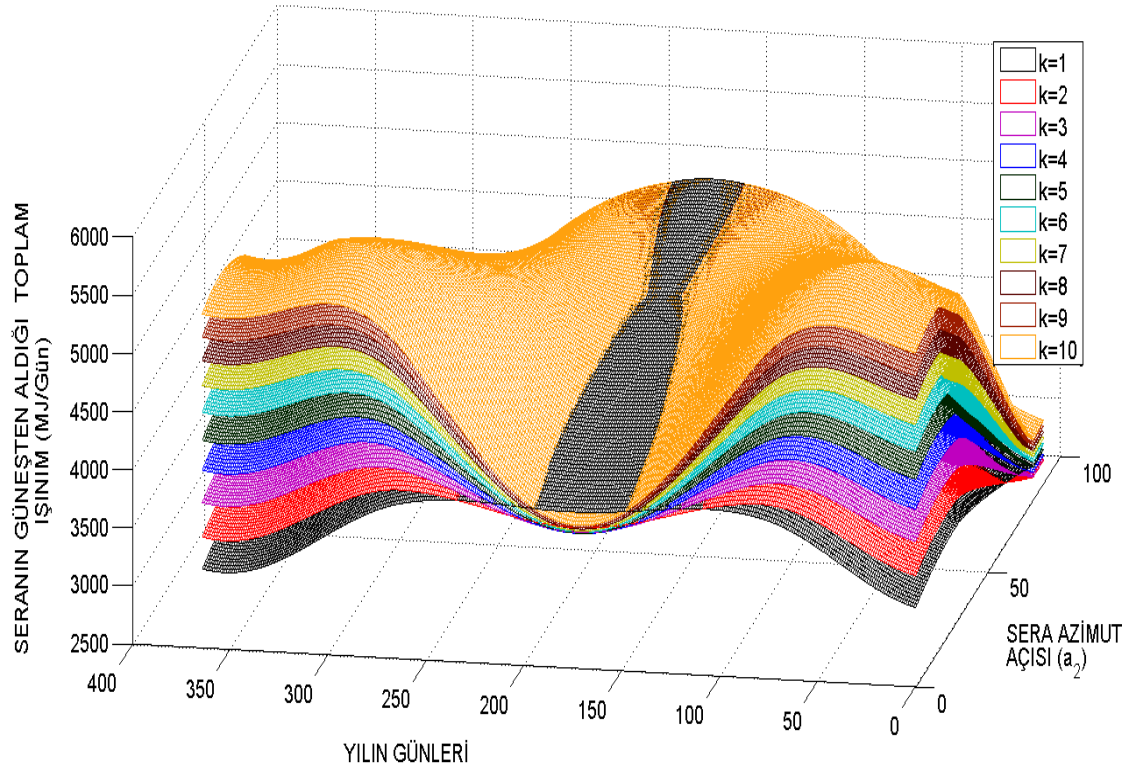
4.4.5 150 m² yüzey alanına sahip asma çatılı sera

Taban alanı 150 m² olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.37’de sunulmuştur. 150 m² taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.106 ve Şekil 4.107 üzerinde gösterilmiştir.

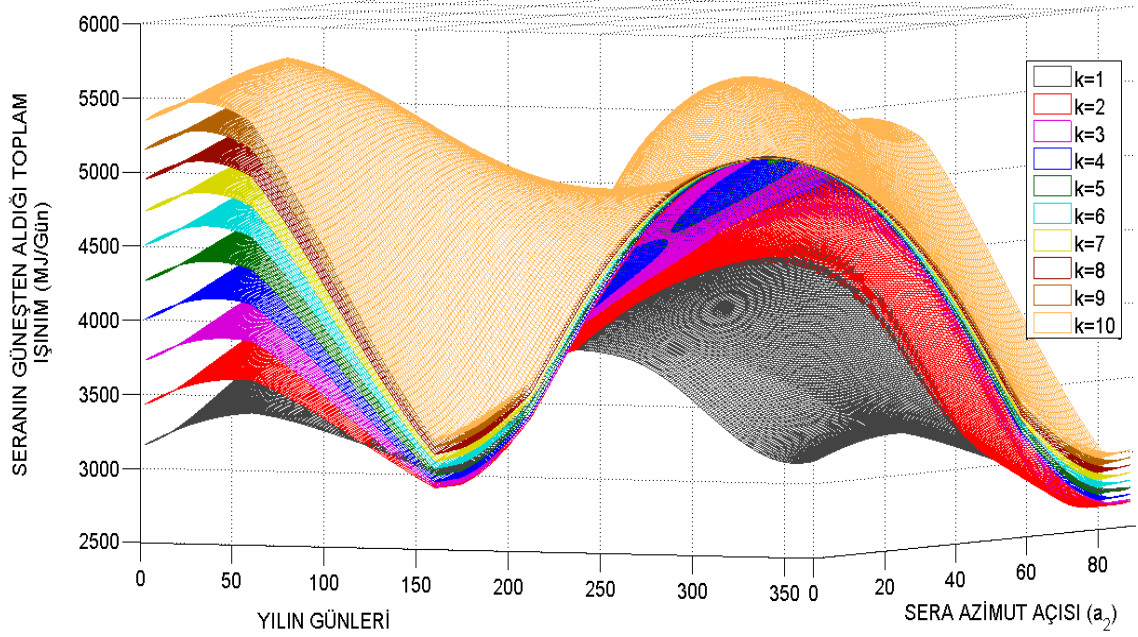
Çizelge 4.37. 150 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	12.25	12.25	23.04	26.07	67.21	10.50
2	17.32	8.66	15.87	36.86	64.75	15.52
3	21.21	7.07	12.69	45.15	63.22	19.61
4	24.50	6.12	10.80	52.13	62.20	23.19
5	27.39	5.48	9.50	58.29	61.50	26.44
6	30.00	5.00	8.54	63.85	61.04	29.44
7	32.40	4.63	7.80	68.97	60.77	32.22
8	34.64	4.33	7.20	73.73	60.65	34.83
9	36.74	4.08	6.71	78.20	60.65	37.29
10	38.73	3.87	6.29	82.43	60.75	39.61

Şekil 4.106 ve 4.107 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 6 olması gerektiği düşünülmüştür.

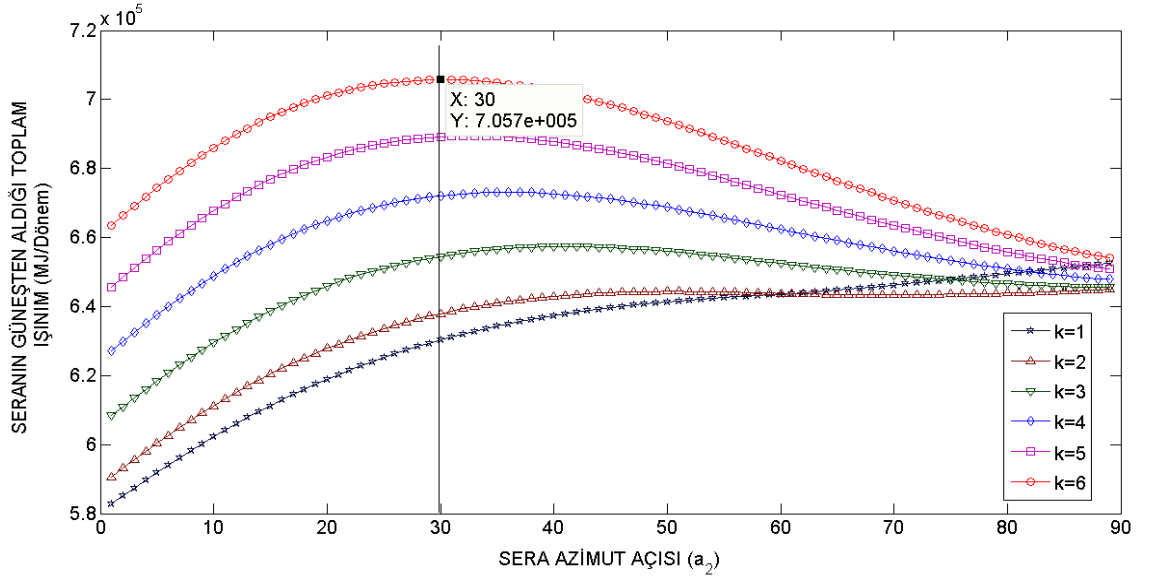


Şekil 4.106 150 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1



Şekil 4.107 150 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Taban alanı 150 m^2 ve k değeri en fazla 6 olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.108’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 30° ve en iyi k oranı 6 olmaktadır.



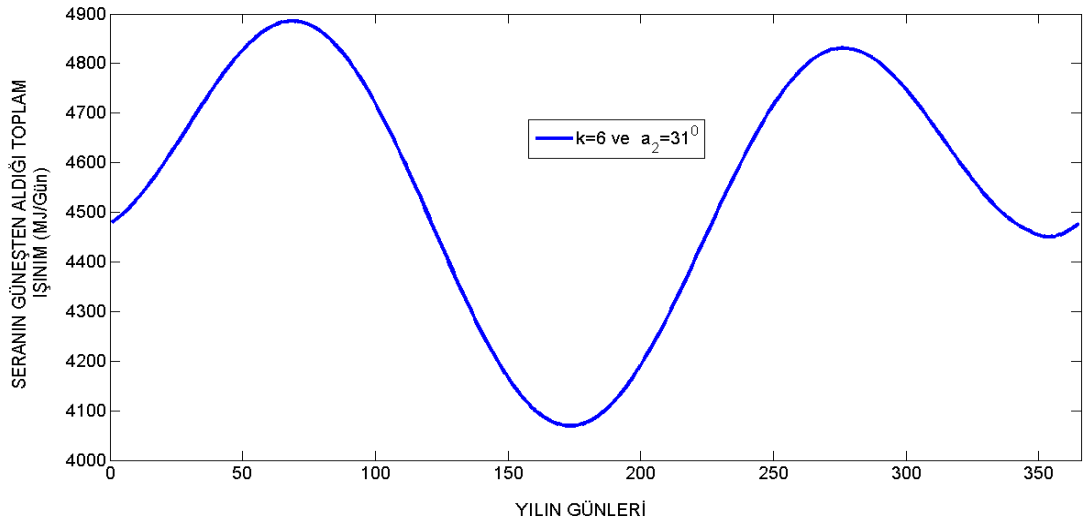
Şekil 4.108. 150 m^2 Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

4.38 numaralı çizelge L/W oranı 6 olan 150 m^2 bir asma çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır.

Çizelge 4.38. 150 m^2 asma çatılı sera için uygun ölçüler ($L/W=6$)

k	L	W	D1 ve D3	D2 ve D4	C1 ve C2	Çatı Eğimi
(L/W)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	($^\circ$)
6	30.00	5.00	8.54	63.85	61.04	29.44

Boy-en oranı 6 olan 150 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 30 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.109 ile sunulmuştur.



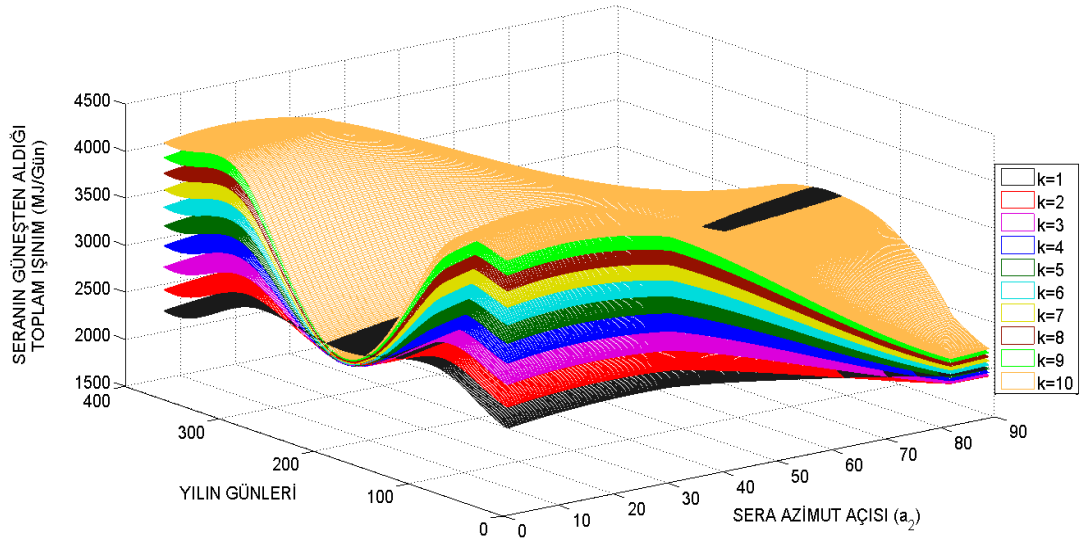
Şekil 4.109 150 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=6$ ve $a_2=30^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.4.6 100 m² yüzey alanına sahip asma çatılı sera

Taban alanı 100 m² olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.39’da sunulmuştur. 100 m² taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.110 ve Şekil 4.111 üzerinde gösterilmiştir.

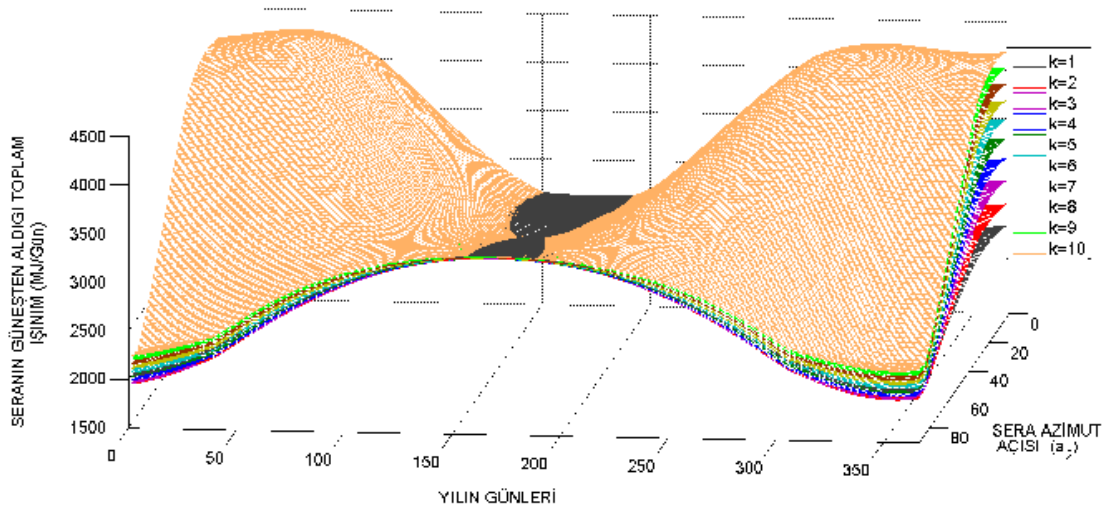
Çizelge 4.39. 100 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	10.00	10.00	18.54	21.28	43.88	13.18
2	14.14	7.07	12.69	30.10	42.15	19.61
3	17.32	5.78	10.09	36.86	41.21	24.86
4	20.00	5.00	8.54	42.57	40.70	29.44
5	22.36	4.47	7.49	47.59	40.46	33.55
6	24.50	4.08	6.71	52.13	40.43	37.29
7	26.46	3.78	6.10	56.31	40.56	40.72
8	28.28	3.54	5.62	60.20	40.80	43.88
9	30.00	3.33	5.21	63.85	41.15	46.81
10	31.62	3.16	4.87	67.30	41.57	49.53



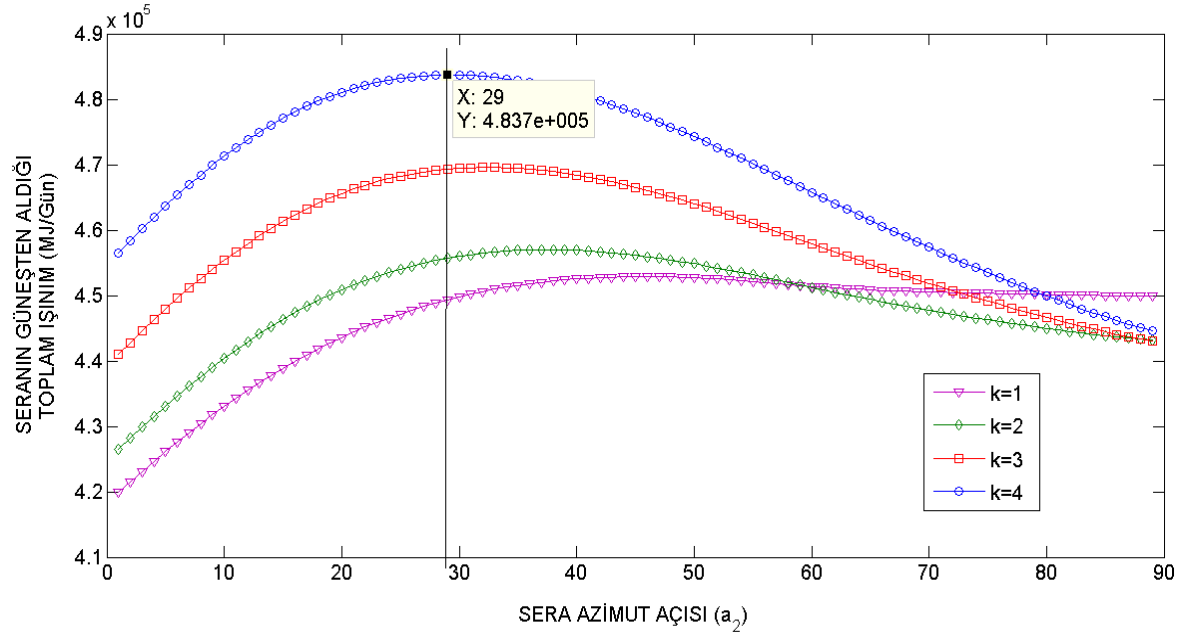
Şekil 4.110 100 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-I

Şekil 4.110 ve 4.111 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.



Şekil 4.111 100 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-II

Taban alanı 100 m^2 ve k değeri en fazla 4 olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınlamının değişimi Şekil 4.112’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 29° ve en iyi k oranı 4 olmaktadır.



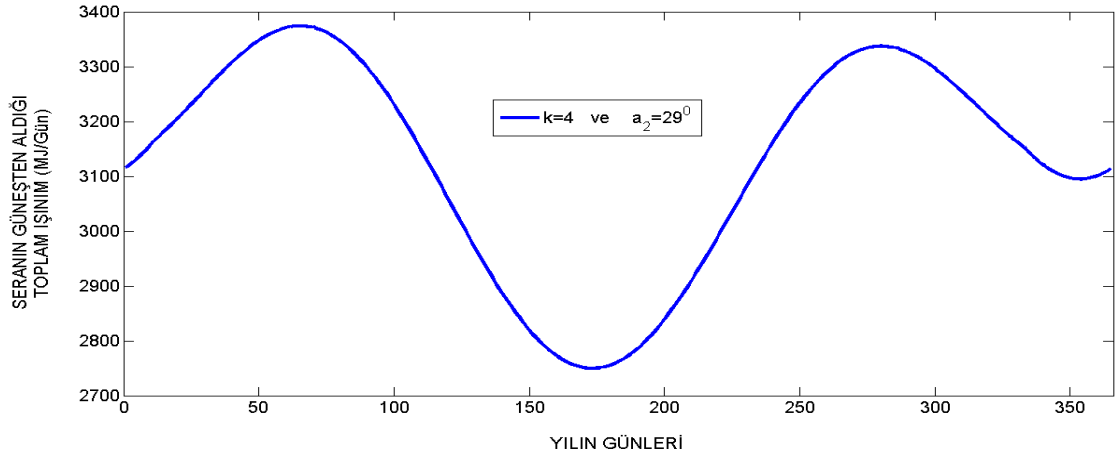
Şekil 4.112. 100 m^2 Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

4.40 numaralı çizelge L/W oranı 4 olan 100 m^2 bir asma çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır.

Çizelge 4.40. 100 m^2 asma çatılı sera için uygun ölçüler ($L/W=4$)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m^2)	D2 ve D4 (m^2)	C1 ve C2 (m^2)	Çatı Eğimi ($^\circ$)
4	20.00	5.00	8.54	42.57	40.70	29.44

Boy-en oranı 4 olan 100 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 29 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınlamının değişimi Şekil 4.113 ile sunulmuştur.



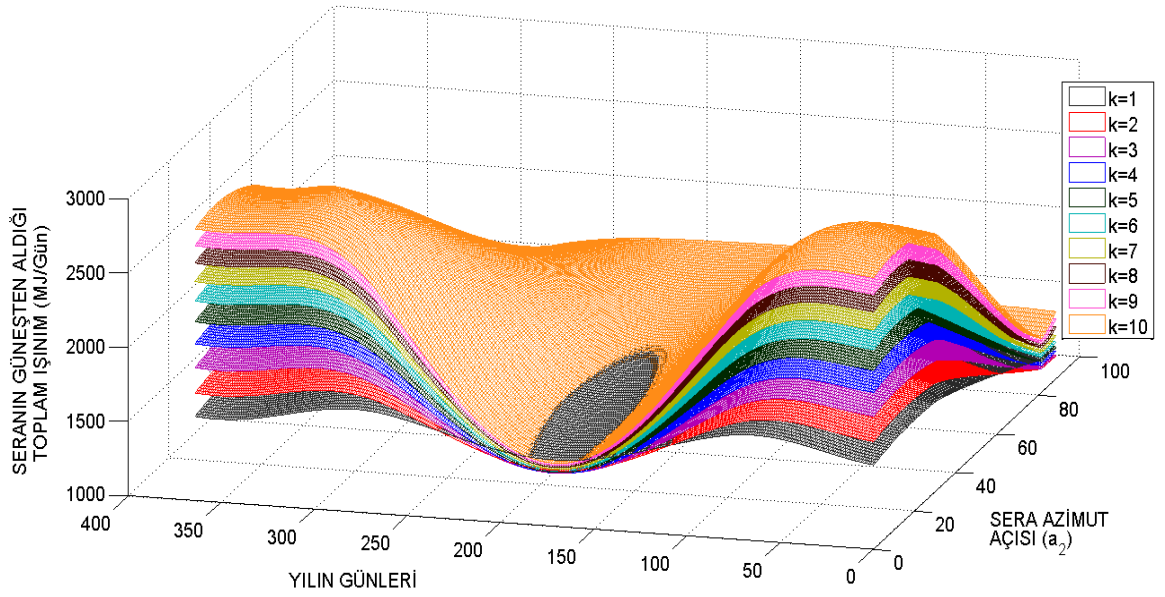
Şekil 4.113 100 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=4$ ve $a_2=29^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.4.7 50 m² yüzey alanına sahip asma çatılı sera

Taban alanı 50 m² olan asma çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.41’de sunulmuştur. 50 m² taban alanına sahip asma çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.114 ve Şekil 4.115 üzerinde gösterilmiştir.

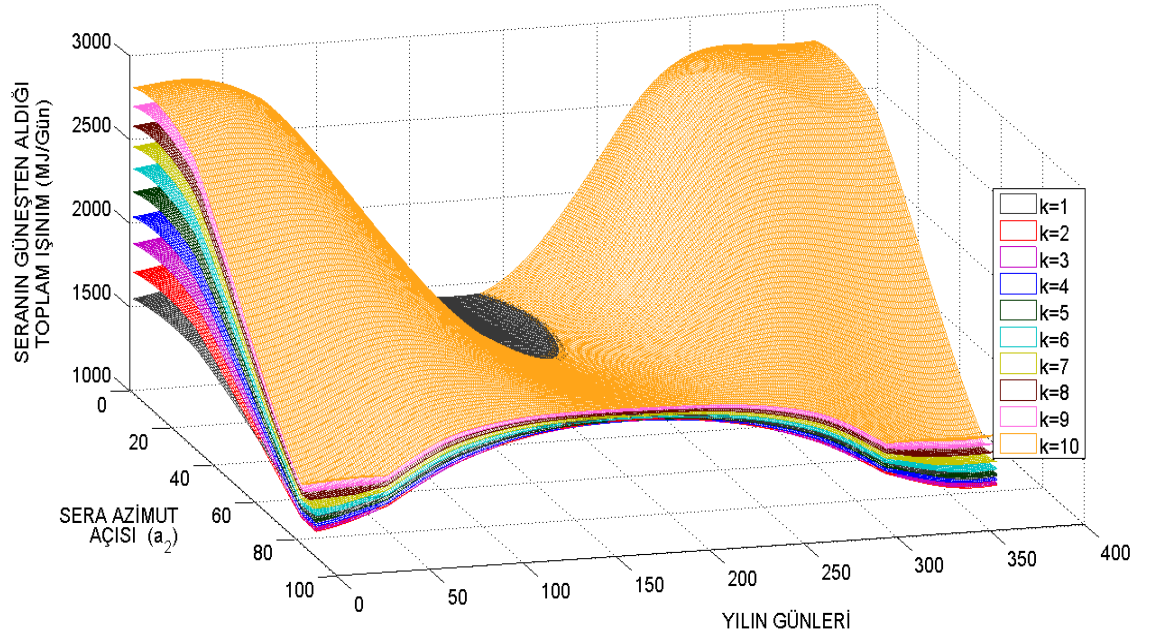
Çizelge 4.41. 50 m² asma çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
1	7.0711	7.07	12.69	15.05	21.07	19.61
2	10.00	5.00	8.54	21.28	20.35	29.44
3	12.25	4.08	6.71	26.07	20.22	37.29
4	14.14	3.54	5.62	30.10	20.402	43.88
5	15.81	3.16	4.87	33.65	20.782	49.53
6	17.32	2.89	4.32	36.86	21.30	54.42
7	18.71	2.67	3.89	39.82	21.90	58.682
8	20.00	2.50	3.54	42.57	22.56	62.432
9	21.21	2.36	3.26	45.15	23.27	65.75
10	22.36	2.24	3.02	47.59	24.00	68.69



Şekil 4.114 50 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-1

Şekil 4.114 ve 4.115 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ya da toplam ölçülere uygun bir uzunluk ve k değerinin en fazla 5 olması gerektiği düşünülmüştür.

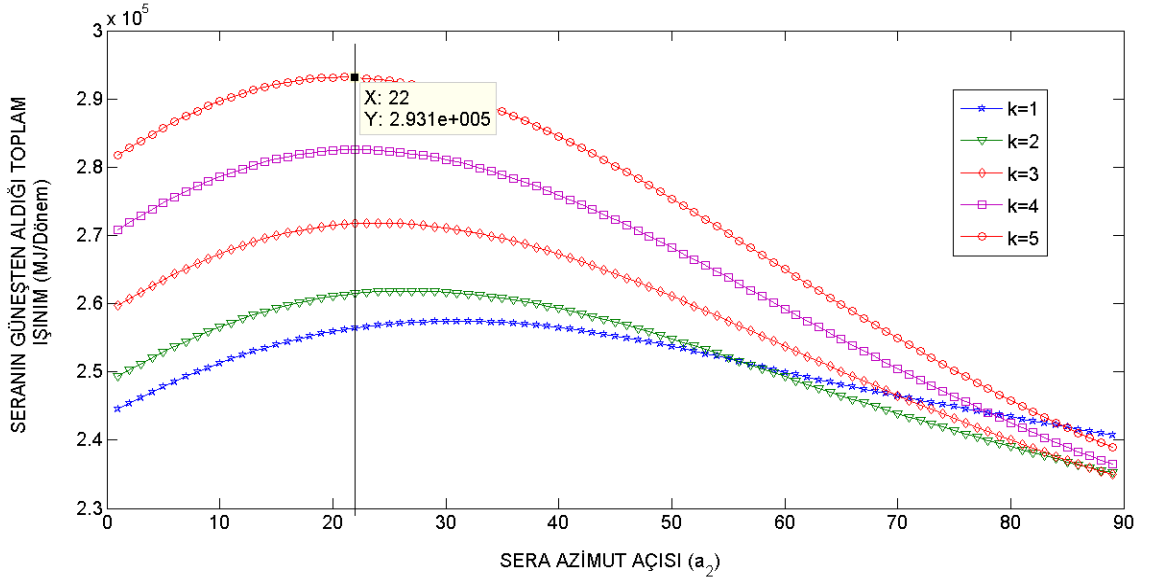


Şekil 4.115 50 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Taban alanı 50 m² ve k değeri en fazla 5 olan asma çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınlamının değişimi Şekil 4.116'da sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 22° ve en iyi k oranı 5 olmaktadır. 4.42 numaralı çizelge L/W oranı 5 olan 50 m² bir asma çatılı seranın ölçülerini sunmaktadır.

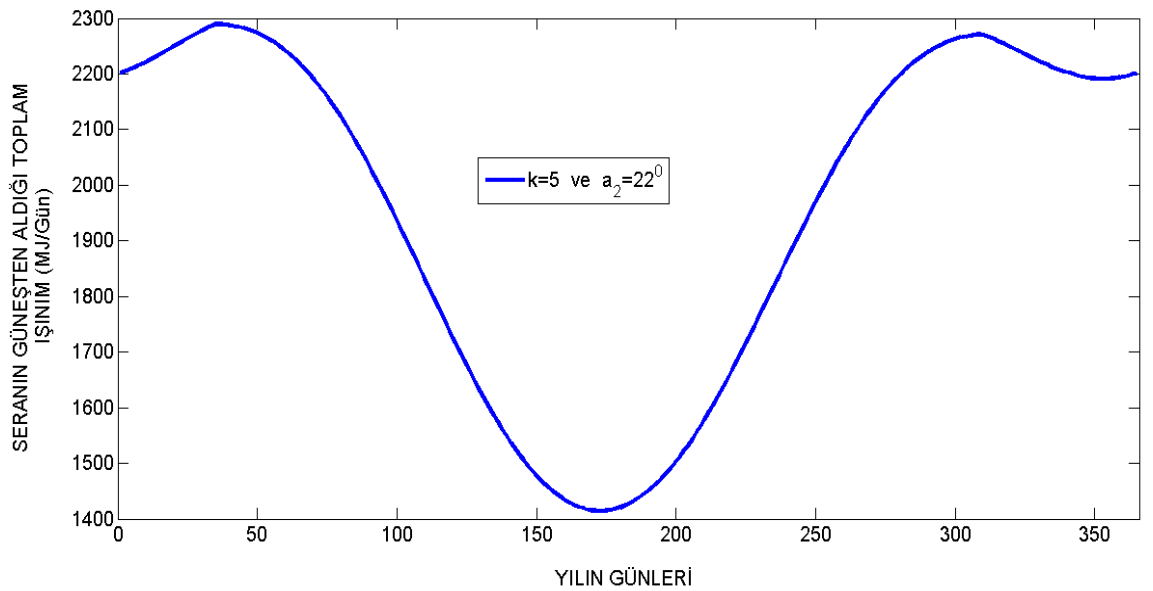
Çizelge 4.42. 50 m² asma çatılı sera için uygun ölçüler (L/W=5)

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1 ve D3 (m ²)	D2 ve D4 (m ²)	C1 ve C2 (m ²)	Çatı Eğimi (°)
3	15.81	3.16	4.87	33.65	20.782	49.53



Şekil 4.116. 50 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 5 olan 50 m² alana sahip ve sera azimut açısının 22 derece olduğu bir asma çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.117 ile sunulmuştur.



Şekil 4.117. 50 m² Asma çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=2 ve a₂=22° için yılın günlerine göre değişimi

4.5 Farklı Boyutlardaki Yay Çatılı Sera Tipleri İçin Sonuçlar

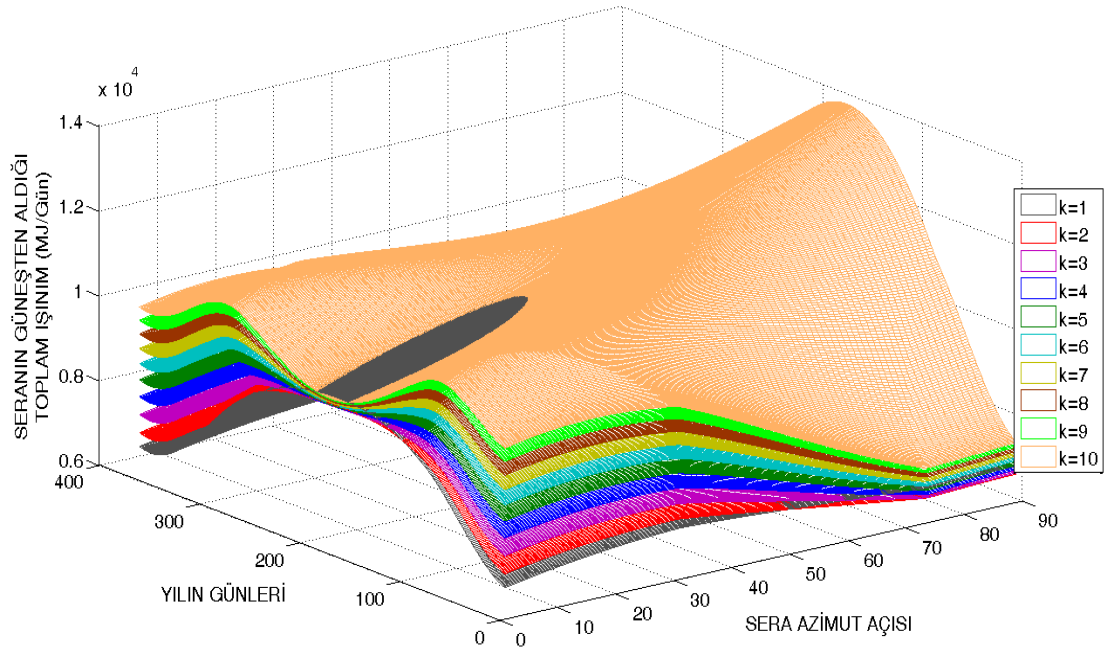
4.5.1 400 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

Taban alanı 400 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.43’da sunulmuştur.

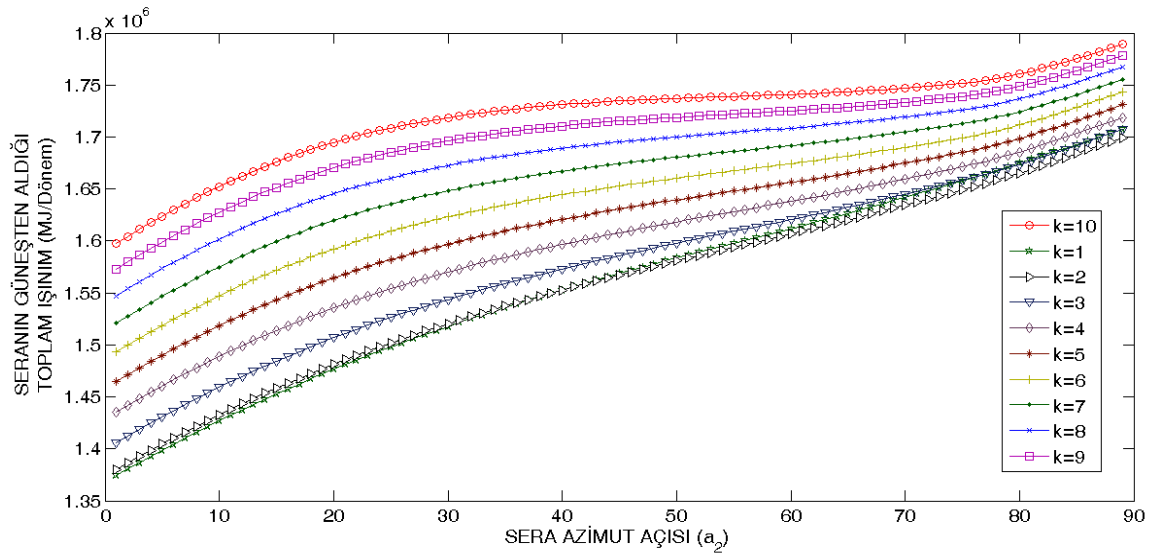
Çizelge 4.43. 400 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	20.00	20.00	53.36	40.00	40.26	10.3	8.00	5.7	3.5	1.1
2	28.28	14.14	37.75	56.57	40.53	14.5	11.3	8.1	4.8	1.7
3	34.64	11.55	30.84	69.28	40.79	17.7	13.8	9.8	5.9	2.0
4	40.00	10.00	26.72	80.00	41.05	20.4	15.8	11.4	6.78	2.3
5	44.72	8.94	23.91	89.44	41.31	22.7	17.7	12.7	7.6	2.5
6	49.00	8.166	21.84	97.98	41.57	24.8	19.3	13.8	8.3	2.8
7	52.92	7.56	20.23	105.83	41.83	26.7	20.8	14.8	8.9	3.0
8	56.57	7.07	18.93	113.14	42.08	28.4	22.1	15.8	9.5	3.2
9	60.00	6.67	17.86	120.00	42.33	30.1	23.4	16.7	10.0	3.3
10	63.25	6.33	16.95	126.49	42.5889	31.6	24.6	17.2	10.5	3.5

400 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.118 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 400 m² alana sahip yay çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut açısının 40 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir. Taban alanı 400 m² olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.119’da sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır.

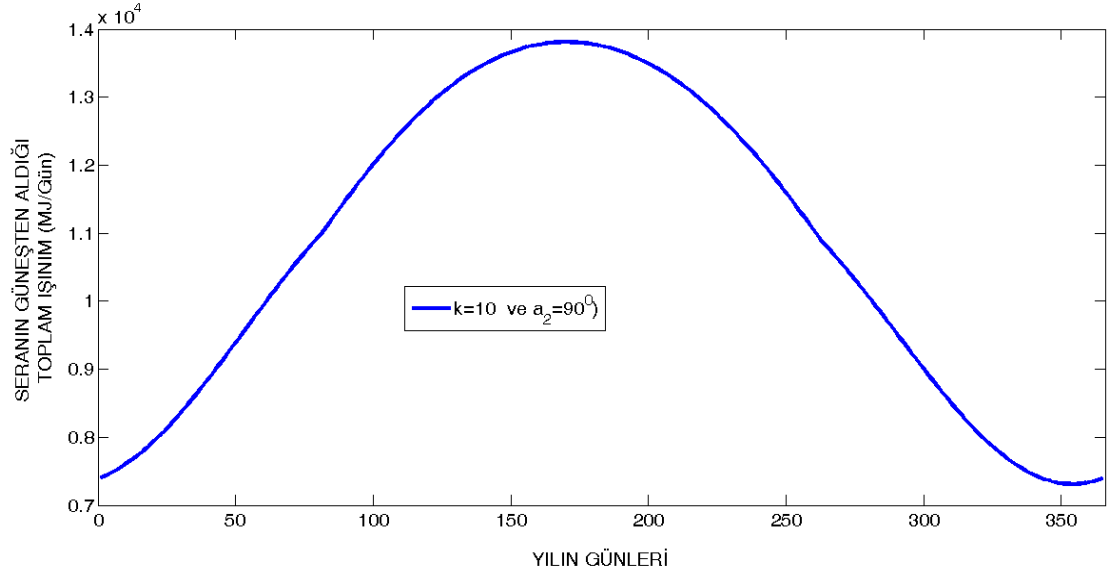


Şekil 4.118 400 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi



Şekil 4.119 400 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 10 olan 400 m² alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.120 ile sunulmuştur.



Şekil 4.120 400 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

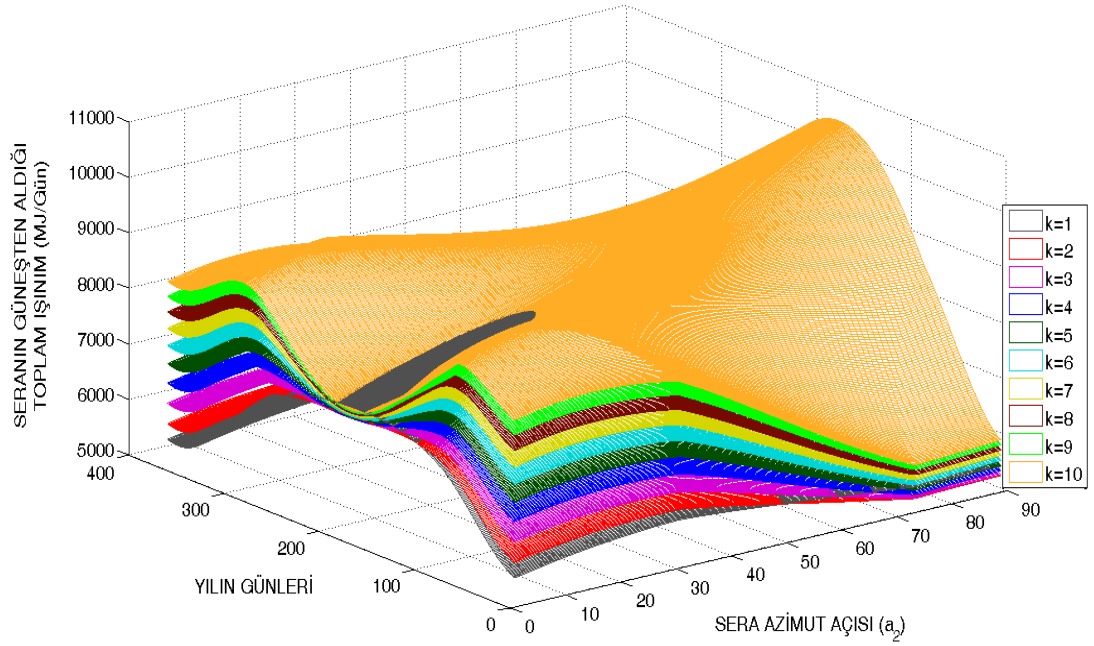
4.5.2 300 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

Taban alanı 300 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.31’de sunulmuştur.

Çizelge 4.44. 300 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	17.32	17.32	46.22	34.64	30.26	11.86	9.22	6.59	3.95	1.32
2	24.50	12.25	32.70	48.9898	30.53	16.66	12.98	9.28	5.57	1.86
3	30.00	10.00	26.72	60.0000	30.79	20.36	15.83	11.31	6.79	2.26
4	34.64	8.66	23.16	69.28	31.05	23.41	18.21	13.00	7.80	2.60
5	38.73	7.75	20.72	77.46	31.30	26.06	20.27	14.48	8.69	2.90
6	42.43	7.07	18.93	84.85	31.56	28.43	22.11	15.79	9.48	3.16
7	45.83	6.55	17.54	91.65	31.82	30.58	23.78	16.99	10.19	3.40
8	48.99	6.12	16.42	97.98	32.07	32.56	25.32	18.09	10.85	3.62
9	51.96	5.77	15.49	103.92	32.32	34.40	26.75	19.11	11.46	3.82
10	54.773	5.48	14.70	109.55	32.57	36.11	28.08	20.06	12.04	4.01

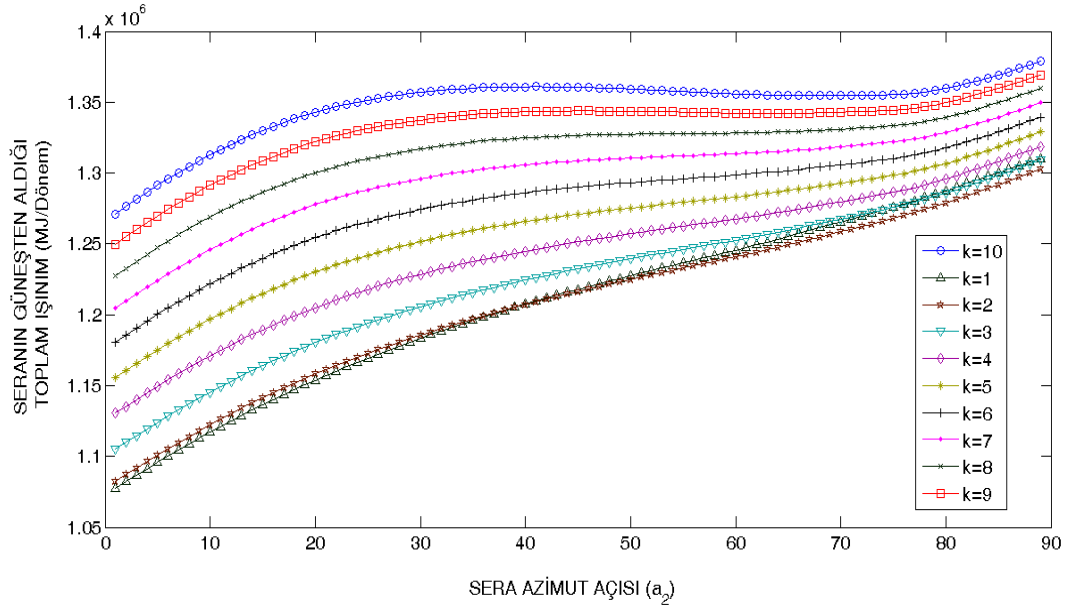
300 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.121 üzerinde gösterilmiştir.



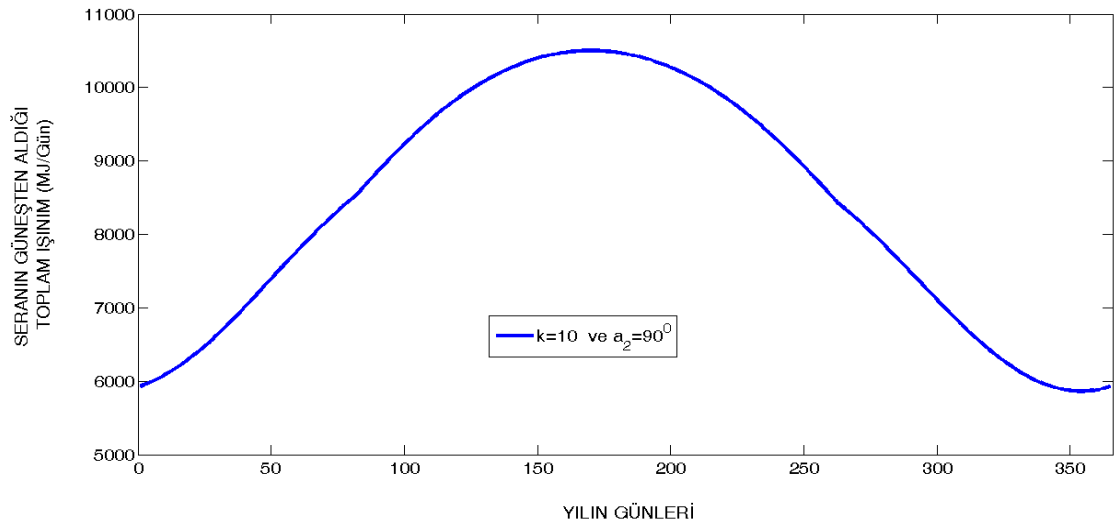
Şekil 4.121 300 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

Görüldüğü gibi 300 m² alana sahip yay çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut açısının 50 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir.

Taban alanı 300 m² olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınımının değişimi Şekil 4.122’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Boy-en oranı 10 olan 300 m² alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınımının değişimi Şekil 4.123 ile sunulmuştur.



Şekil 4.122 300 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi



Şekil 4.123 300 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

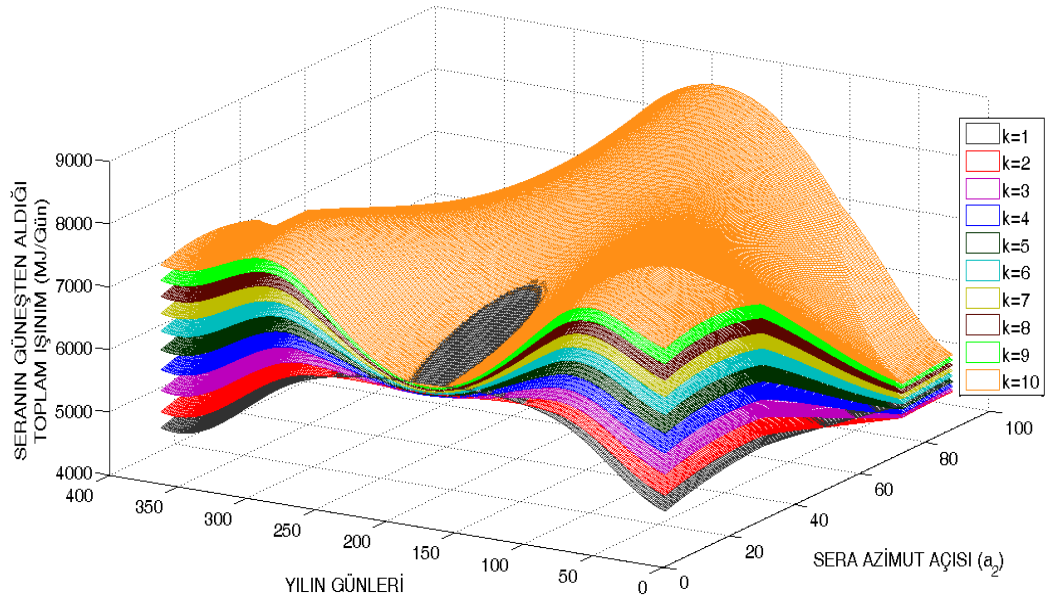
4.5.3 250 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

Taban alanı 250 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.33’de sunulmuştur.

250 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışınlam miktarlarının değişimi Şekil 4.124 üzerinde gösterilmiştir.

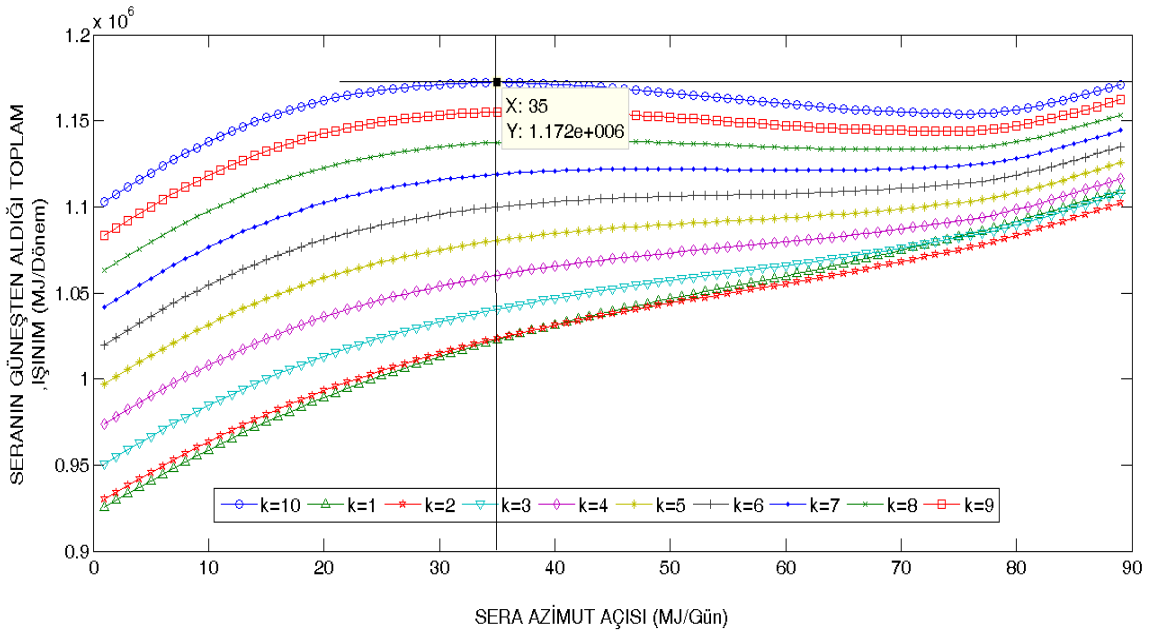
Çizelge 4.45. 250 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	15.81	15.81	42.20	31.623	25.26	13.0	10.1	7.211	4.3	1.48
2	22.36	11.18	29.86	44.72	25.53	18.3	14.2	10.1	6.1	2.0
3	27.39	9.13	24.40	54.77	25.79	22.2	17.3	12.4	7.4	2.5
4	31.62	7.91	21.15	63.25	26.04	25.6	19.9	14.2	8.5	2.8
5	35.36	7.07	18.93	70.71	26.30	28.4	22.1	15.8	9.5	3.2
6	38.73	6.46	17.30	77.46	26.56	31.00	24.1	17.2	10.3	3.4
7	41.83	5.98	16.02	83.67	26.81	33.3	25.9	18.5	11.1	3.7
8	44.72	5.59	15.00	89.44	27.06	35.4	27.6	19.7	11.8	3.9
9	47.43	5.27	14.15	94.87	27.31	37.4	30.0	20.8	12.5	4.2
10	50.00	5.00	13.44	100.00	27.56	39.2	30.5	21.8	13.1	4.4



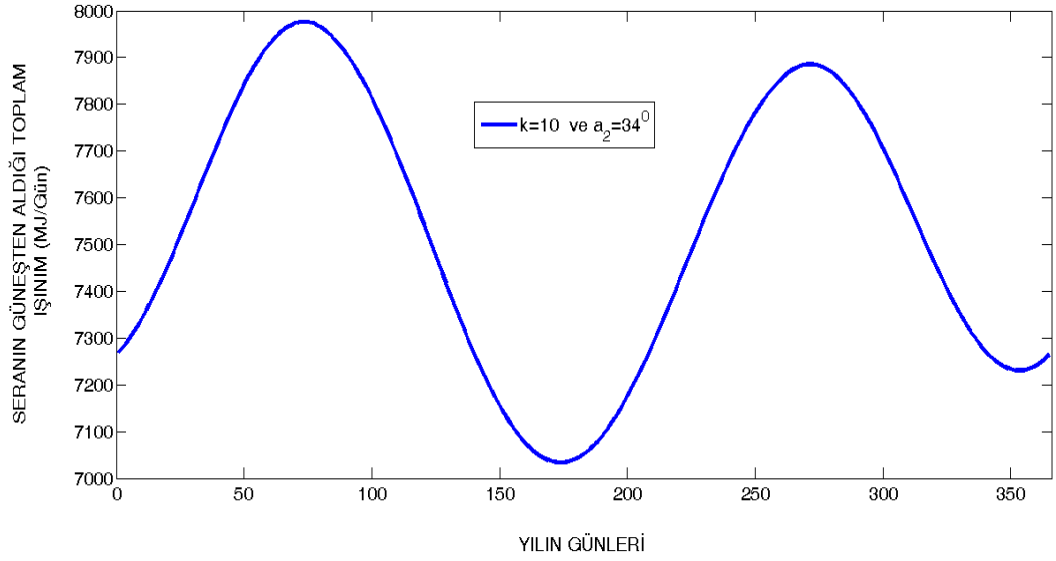
Şekil 4.124 250 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

Görüldüğü gibi 250 m^2 alana sahip yay çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir. Bu durum sadece yaz döneminin ortalarına denk gelen zaman diliminde ve azimut 50 derecenin altında olduğu durum için değişmektedir. Taban alanı 250 m^2 olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.125’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 35° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır.



Şekil 4.125. 250 m^2 Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 10 olan 250 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 35 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.126 ile sunulmuştur.



Şekil 4.126. 250 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=35^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.5.4 200 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

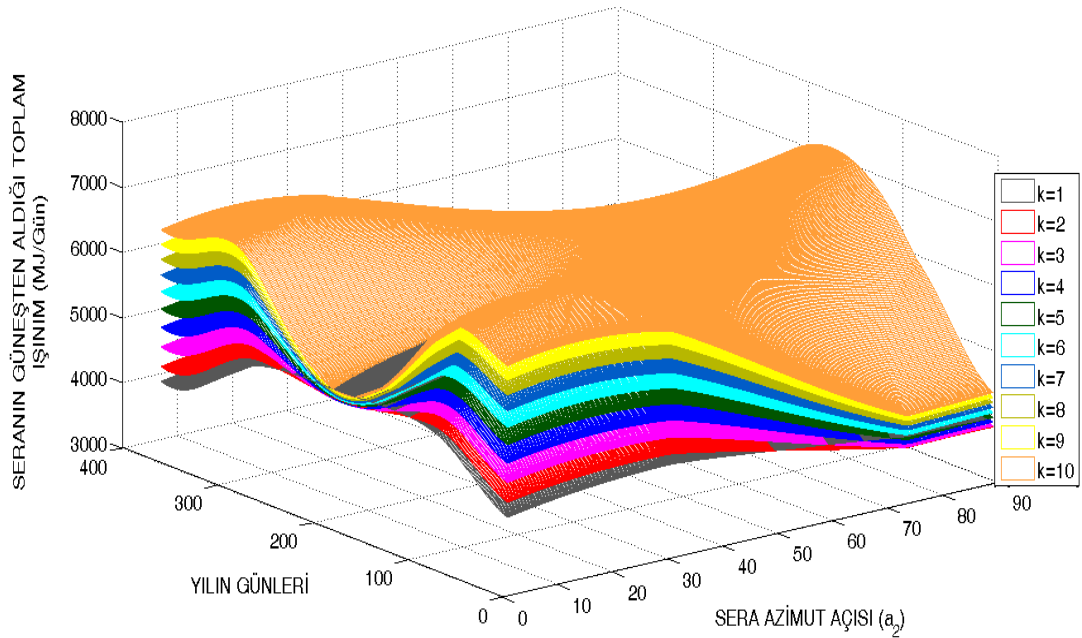
Taban alanı 200 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.46’da sunulmuştur.

Çizelge 4.46. 200 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	14.14	14.14	37.75	28.28	20.26	14.49	11.27	8.05	4.83	1.61
2	20.00	10.00	26.72	40.00	20.52	20.36	15.83	11.31	6.79	2.26
3	24.50	8.1650	21.84	48.9898	20.78	24.77	19.27	13.76	8.26	2.75
4	28.28	7.07	18.93	56.57	21.04	28.43	22.11	15.79	9.48	3.16
5	31.62	6.33	16.95	63.25	21.29	31.59	24.57	17.55	10.53	3.51
6	34.64	5.77	15.49	69.28	21.55	34.39	26.75	19.11	11.46	3.82
7	37.42	5.35	14.35	74.83	21.80	36.93	28.72	20.51	12.31	4.10
8	40.00	5.00	13.44	80.00	22.05	39.24	30.52	21.80	13.08	4.36
9	42.43	4.71	12.68	84.85	22.30	41.38	32.19	22.99	13.80	4.60
10	44.72	4.47	12.04	89.44	22.54	43.37	33.73	24.10	14.46	4.82

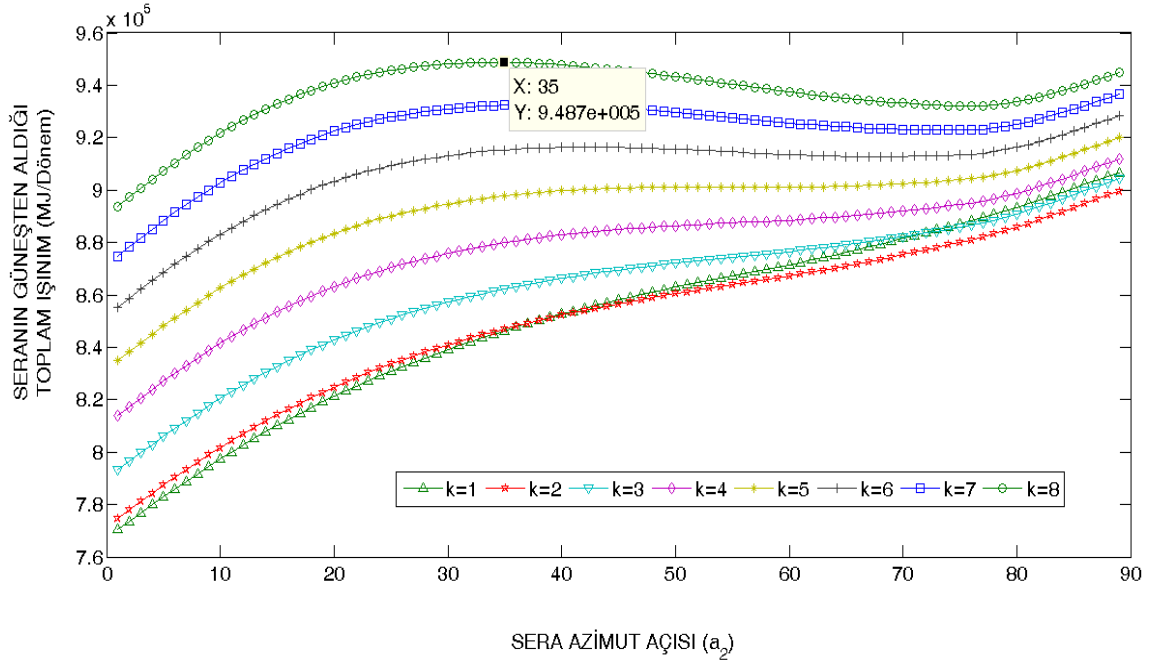
200 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4. 127 üzerinde gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi, yaz döneminin ortası hariç olmak üzere, 200 m² alana sahip yay çatılı sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yılın geneli itibariyle yükselmektedir.



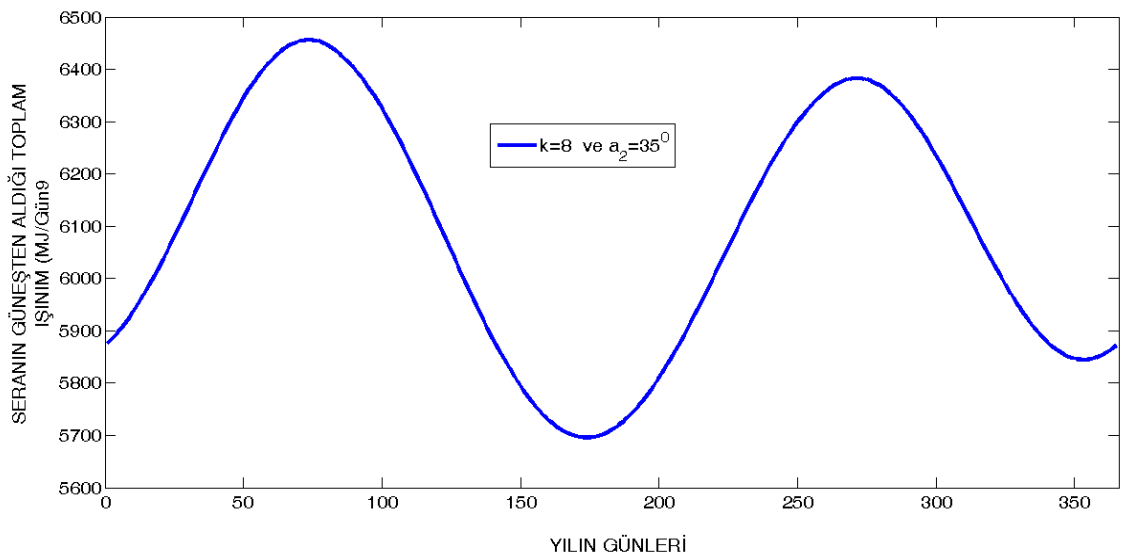
Şekil 4.127 200 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

Şekil 4.127 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 8 olması gerektiği düşünülmüştür. Taban alanı 200 m² ve k değeri en fazla 8 olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.128’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 35° ve en iyi k oranı 8 olmaktadır.



Şekil 4.128. 200 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 8 olan 200 m² alana sahip ve sera azimut açısının 35 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.129 ile sunulmuştur.



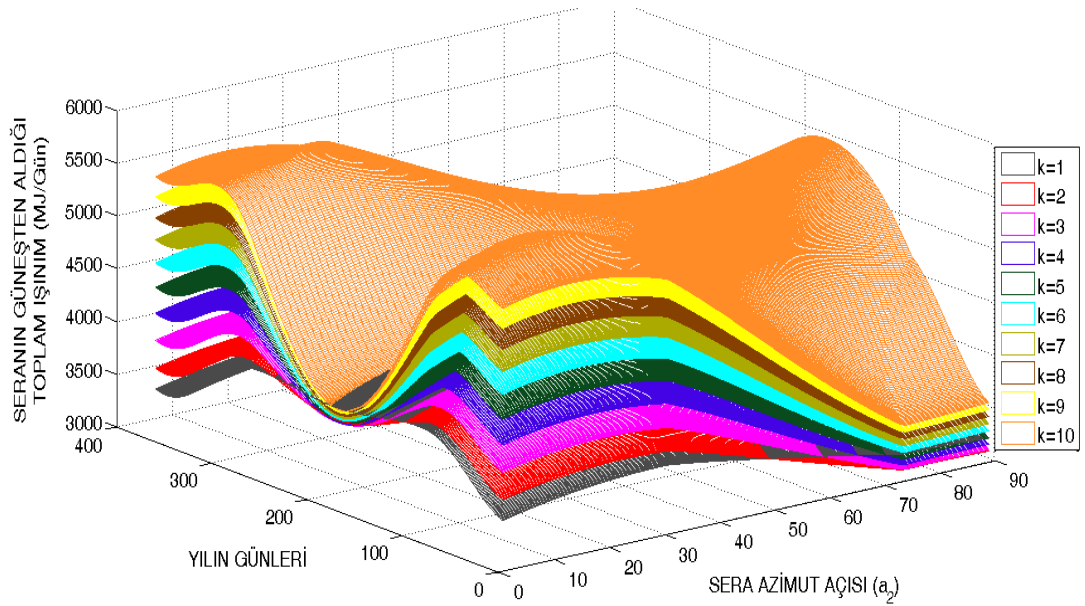
Şekil 4.129 200 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve $a_2=35^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.5.5 150 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

Taban alanı 150 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.47’de sunulmuştur. 150 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ısıtım miktarlarının değişimi Şekil 4.130 üzerinde gösterilmiştir.

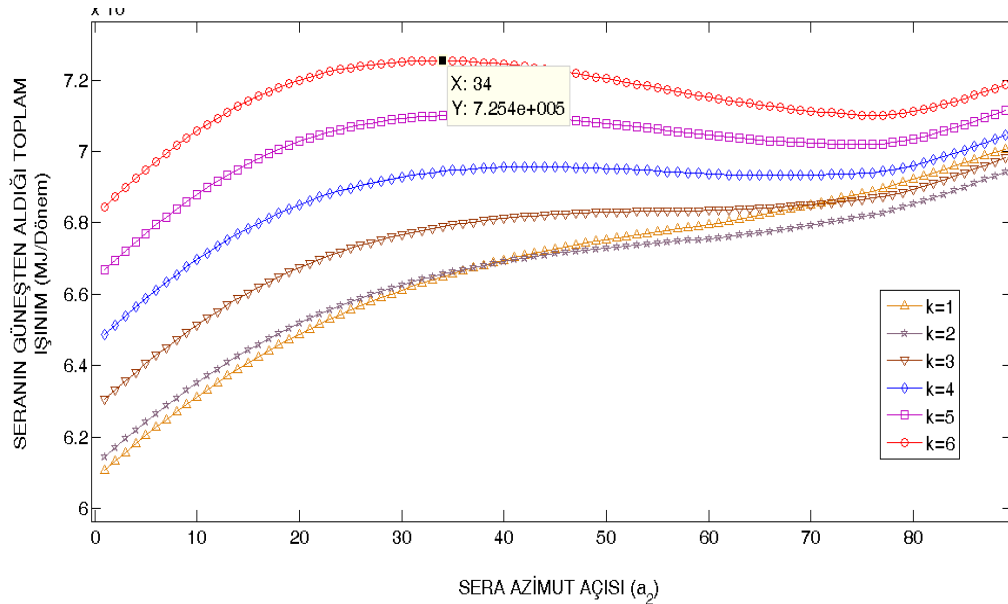
Çizelge 4.47. 150 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	12.25	12.25	32.70	24.50	15.26	16.70	12.98	9.28	5.57	1.86
2	17.32	8.66	23.16	34.64	15.52	23.41	18.21	13.00	7.80	2.60
3	21.21	7.07	18.93	42.43	15.78	28.43	22.11	15.79	9.48	3.16
4	24.50	6.12	16.42	48.99	16.03	32.56	25.32	18.09	10.85	3.62
5	27.39	5.48	14.70	54.77	16.29	36.11	28.08	20.06	12.04	4.01
6	30.01	5.01	13.44	60.00	16.54	39.24	30.52	21.80	13.084	4.36
7	32.40	4.63	12.46	64.81	16.78	42.06	32.71	23.37	14.024	4.67
8	34.64	4.33	11.67	69.28	17.03	44.62	34.71	24.79	14.88	4.96
9	36.74	4.08	11.01	73.49	17.27	46.98	36.54	26.10	15.66	5.22
10	38.73	3.87	10.46	77.46	17.51	49.16	38.24	27.31	16.39	5.46



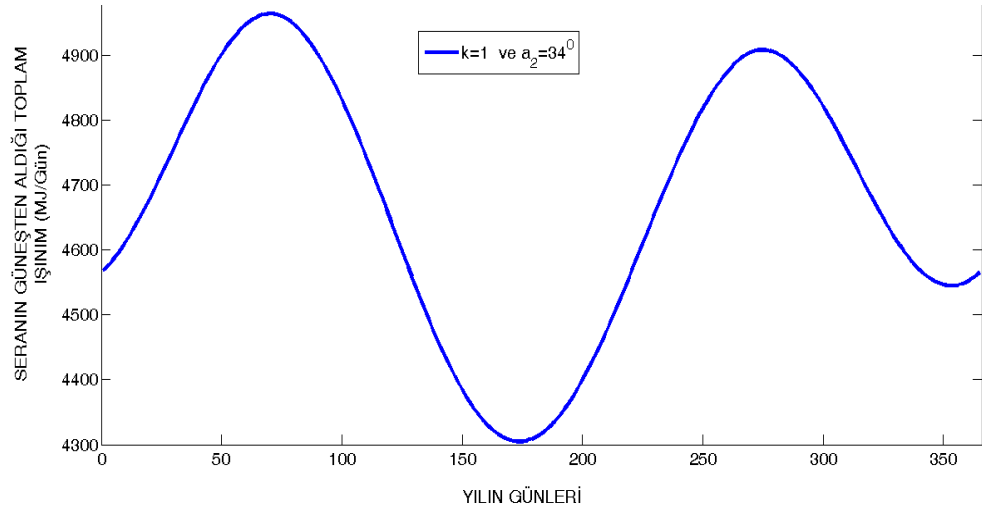
Şekil 4.130 150 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

Şekil 4.130 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada ergonomik sebeplerden dolayı k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 6 olması gerektiği düşünülmüştür. Taban alanı 150 m^2 ve k değeri en fazla 6 olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.131’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 34° ve en iyi k oranı 6 olmaktadır.



Şekil 4.131. 150 m^2 Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 6 olan 150 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 34 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.132 ile sunulmuştur.



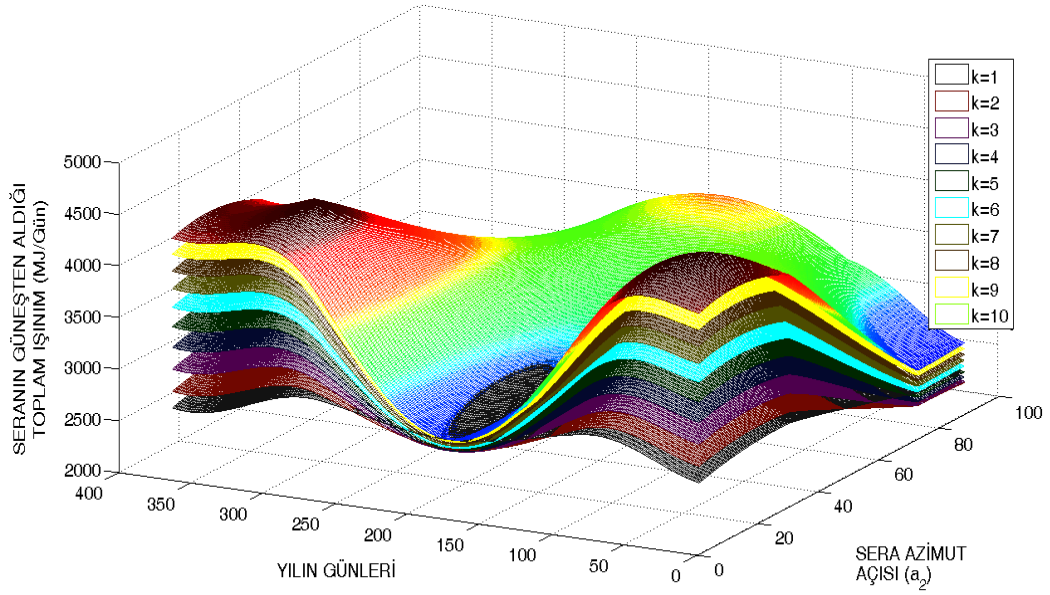
Şekil 4.132 150 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=6 ve a₂=34° için yılın günlerine göre değişimi

4.5.6 100 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

Taban alanı 100 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.48’de sunulmuştur. 100 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.133 üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.48. 100 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

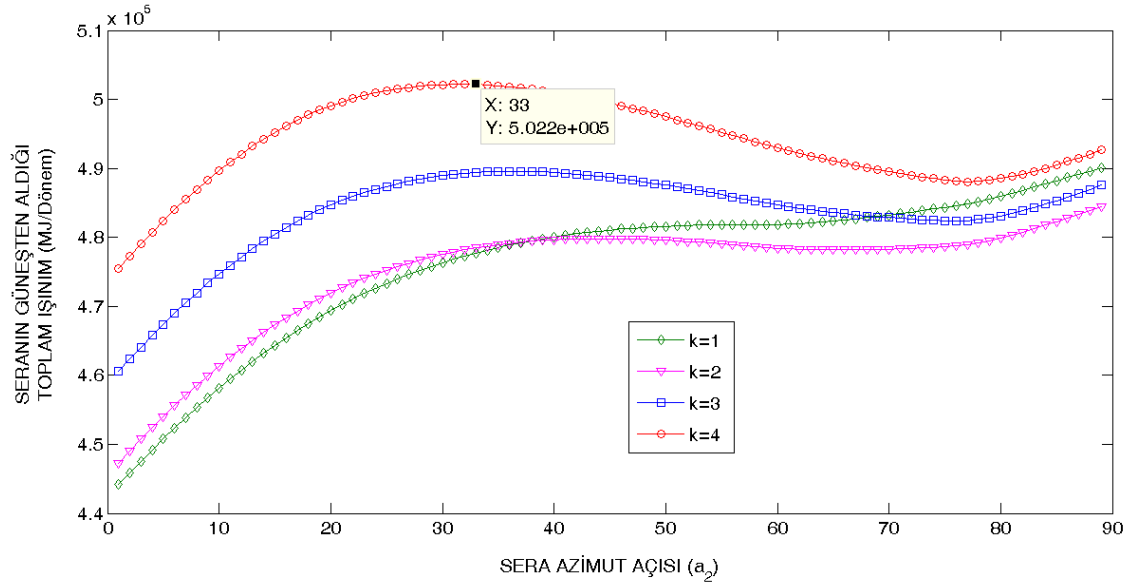
k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	10.00	10.00	26.72	20.00	10.26	20.36	15.83	11.31	6.79	2.26
2	14.14	7.07	18.93	28.28	10.52	28.43	22.11	15.79	9.48	3.16
3	17.32	5.77	15.49	34.64	10.77	34.39	26.75	19.11	11.46	3.82
4	20.00	5.00	13.44	40.00	11.02	39.24	30.52	21.80	13.08	4.36
5	22.36	4.47	12.04	44.72	11.27	43.37	33.73	25.00	14.46	4.82
6	24.50	4.08	11.01	48.99	11.51	46.98	36.54	26.10	15.66	5.22
7	26.46	3.78	10.22	52.92	11.75	50.19	39.04	27.89	16.73	5.58
8	28.28	3.54	9.58	56.57	11.99	53.09	41.30	29.50	17.70	5.90
9	30.00	3.33	9.04	60.00	12.23	55.74	43.35	30.96	18.58	6.19
10	31.62	3.16	8.59	63.25	12.46	58.16	45.24	32.31	19.39	6.46



Şekil 4.133 100 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

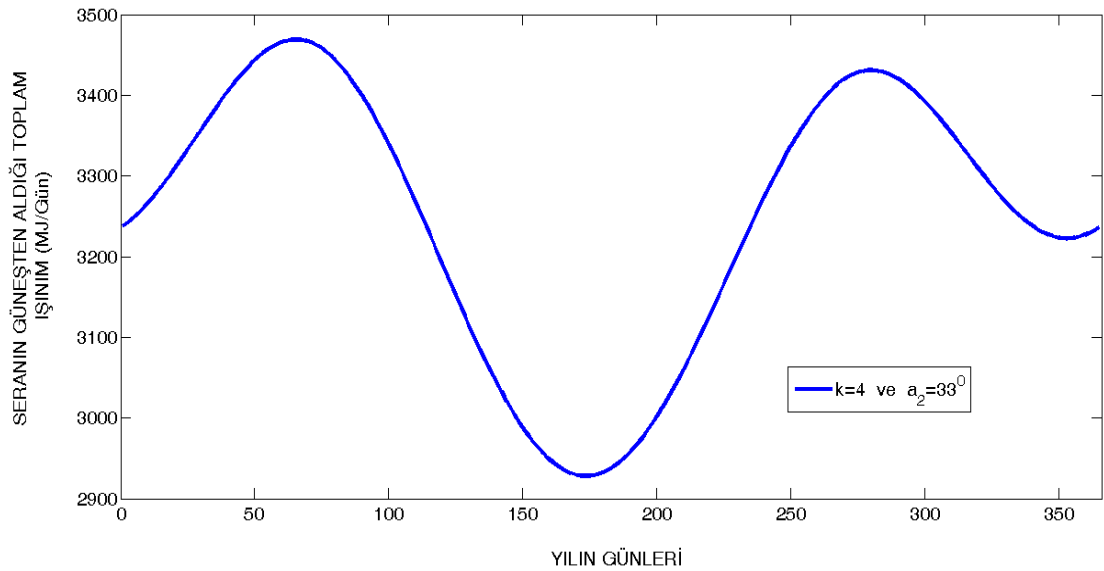
Şekil 4.133 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Yine ergonomik sebeplerden dolayı k değerinin 10 olması tercih edilmemektedir. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.

Taban alanı 100 m² ve k değeri en fazla 4 olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.134’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 33° ve en iyi k oranı 4 olmaktadır.



Şekil 4.134. 100 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 4 olan 100 m² alana sahip ve sera azimut açısının 33 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.135 ile sunulmuştur.



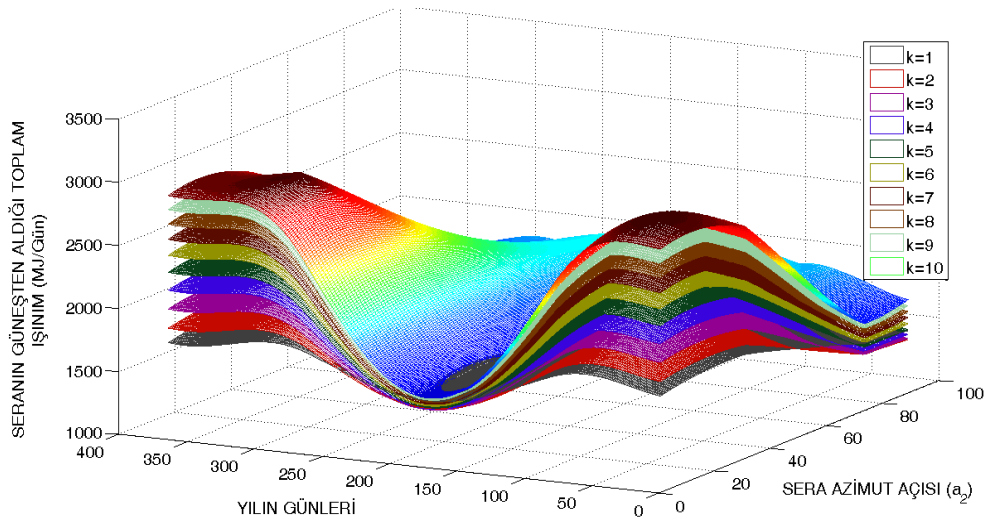
Şekil 4.135 100 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının L/W=4 ve $a_2=29^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.5.7 50 m² yüzey alanına sahip yay çatılı sera

Taban alanı 50 m² olan yay çatılı bir seranın uzunluk ve en ölçüleri ile yüzeylerinin alanları aşağıda Çizelge 4.49’da sunulmuştur. 50 m² taban alanına sahip yay çatılı bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ısıtım miktarlarının değişimi Şekil 4.136 üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.49. 50 m² yay çatılı sera için k değerine göre sera ve duvar ölçüleri

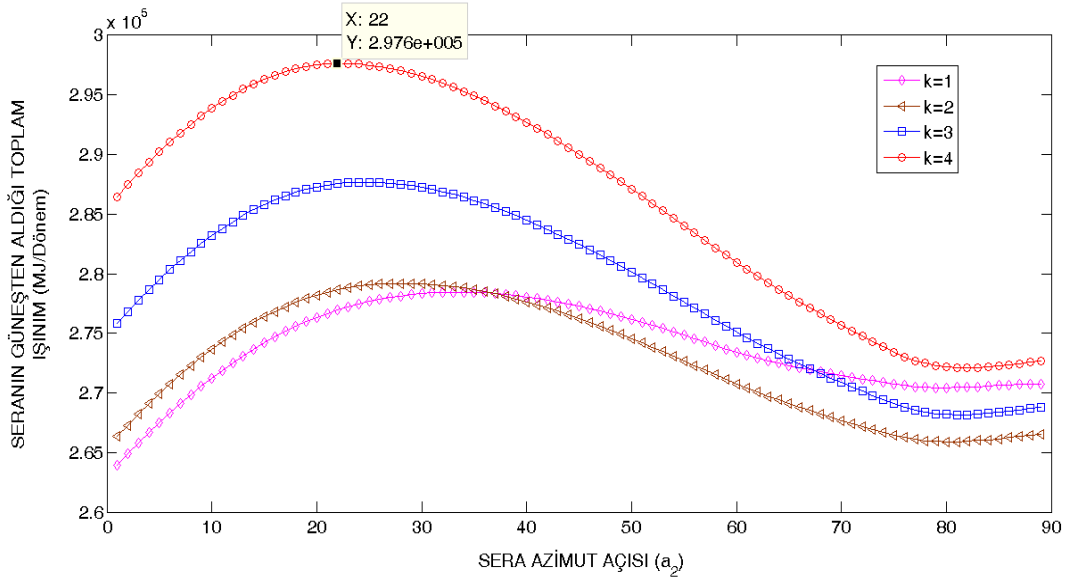
k (L/W)	L (m)	W (m)	D1, D3 (m ²)	D2, D4 (m ²)	Çatı Kıs. (m ²)	Çatı Kısımları Eğimi (°)				
						1	2	3	4	5
1	7.071	7.07	18.93	14.11	5.26	28.43	22.11	15.79	9.48	3.159
2	10.00	5.00	13.44	20.00	5.51	39.24	30.52	21.80	13.08	4.36
3	12.25	4.08	11.01	24.50	5.76	46.98	36.54	26.10	15.66	5.22
4	14.14	3.54	9.57	28.28	6.00	53.01	41.30	29.50	17.70	5.90
5	15.81	3.16	8.59	31.62	6.23	58.16	45.24	32.31	19.39	6.46
6	17.32	2.89	7.87	34.64	6.46	62.49	48.60	34.72	20.83	6.94
7	18.71	2.67	7.31	37.42	6.68	66.26	51.53	36.81	22.09	7.36
8	20.00	2.50	6.86	40.00	6.90	69.59	54.12	38.66	23.20	7.73
9	21.21	2.36	6.49	42.43	7.11	72.57	56.44	40.32	24.19	8.06
10	22.36	2.24	6.18	44.72	7.32	75.26	58.53	41.81	25.09	8.36



Şekil 4.136 50 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

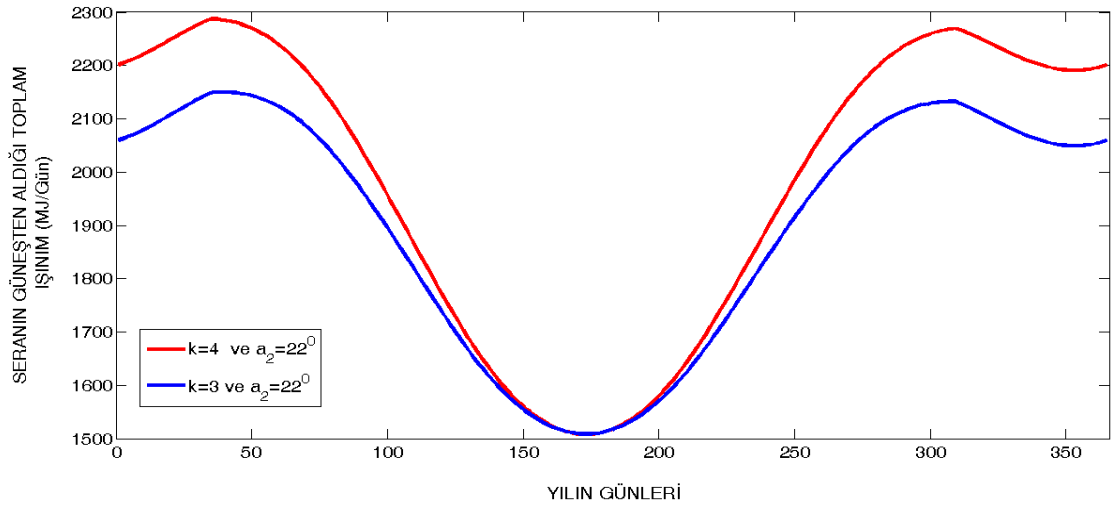
Şekil 4.136 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ya da toplam ölçülere uygun bir uzunluk ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.

Taban alanı 50 m^2 ve k değeri en fazla 5 olan yay çatılı seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.137’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 22° ve en iyi k oranı 4 olmaktadır.



Şekil 4.137. 50 m^2 Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 4 ve 3 olan 50 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 22 derece olduğu bir yay çatılı seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.138 ile sunulmuştur.

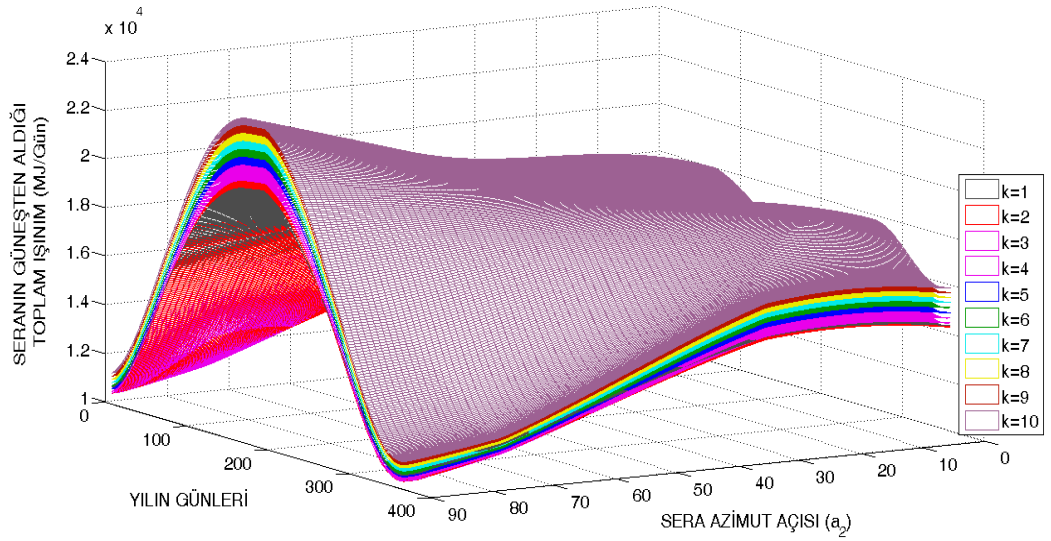
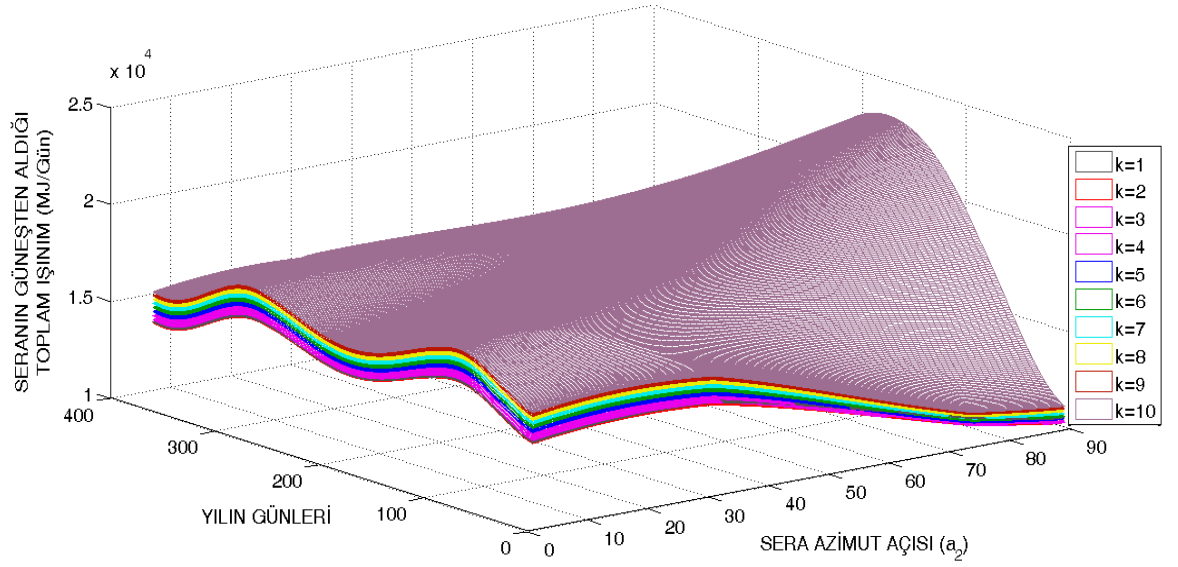


Şekil 4.138. 50 m² Yay çatılı sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=4$, $L/W=3$, ve $a_2=22^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.6 Farklı Boyutlardaki Eliptik Sera İçin Sonuçlar

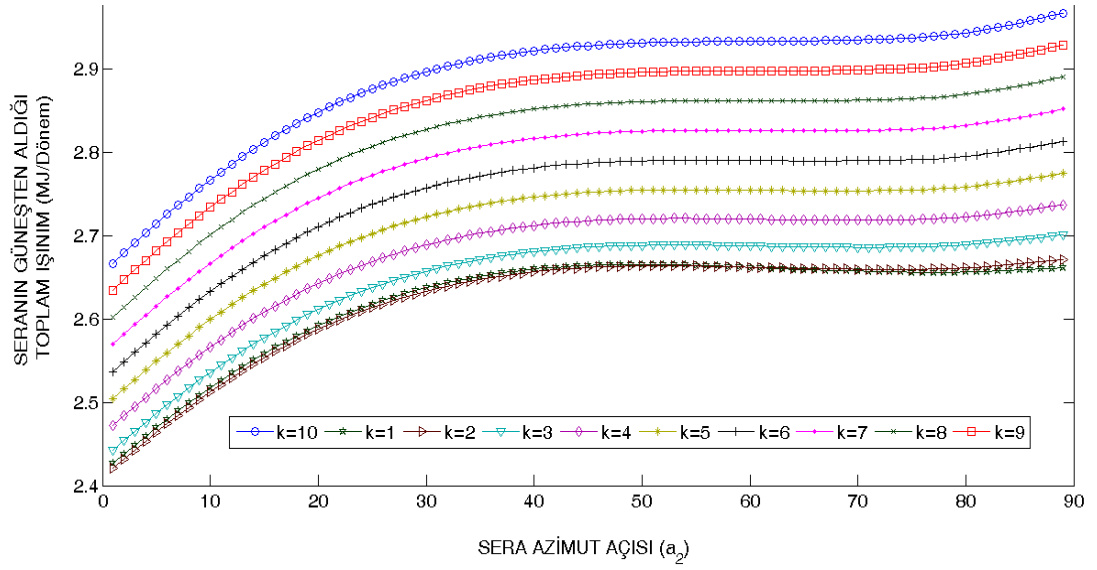
4.6.1 400 m² yüzey alanına sahip eliptik sera

400 m² taban alanına sahip eliptik bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıınım miktarlarının değişimi Şekil 4.139 ve 4.140 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 400 m² alana sahip eliptik sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışıınım miktarı da yükselmektedir.



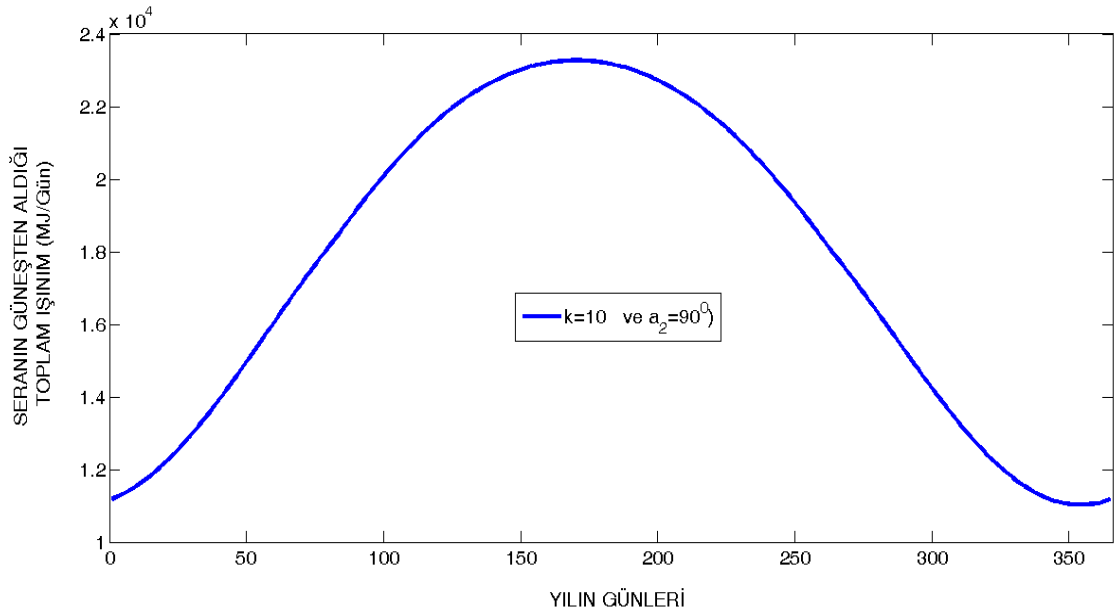
Şekil 4.140 400 m² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi-2

Taban alanı 400 m² olan eliptik seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.141’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır



Şekil 4.141 400 m² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

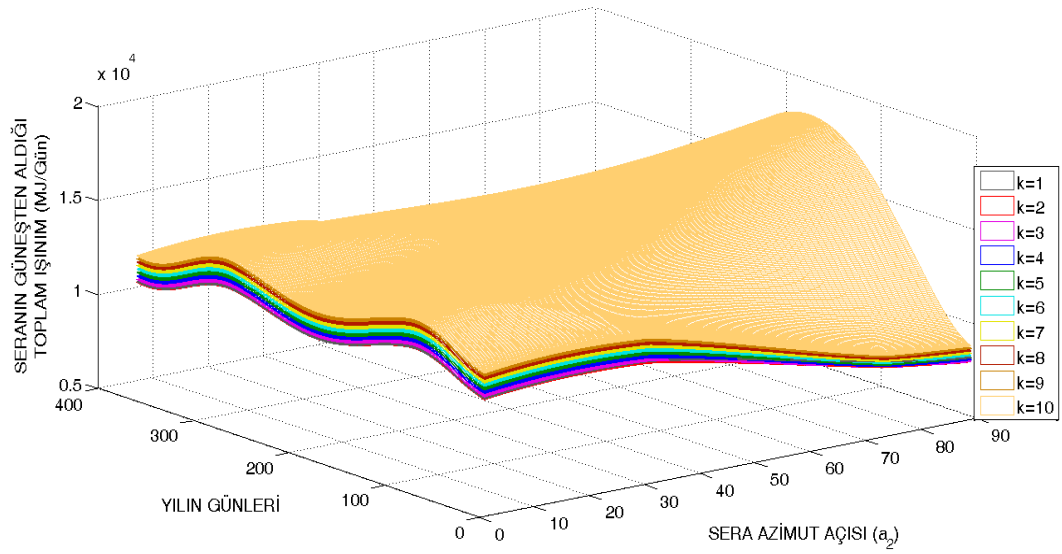
Boy-en oranı 10 olan 400 m² alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınlamının değişimi Şekil 4.142 ile sunulmuştur.



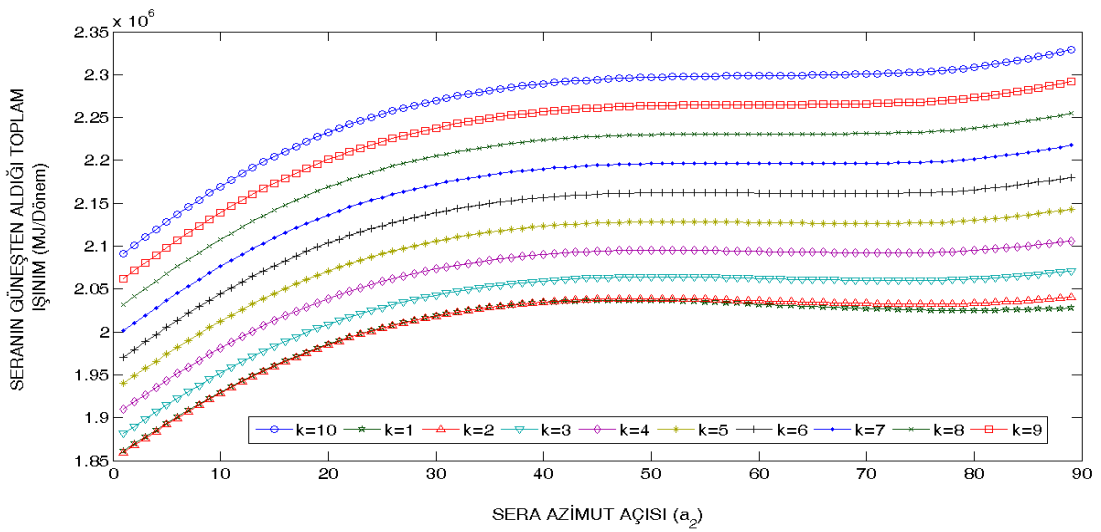
Şekil 4.142 400 m² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının L/W=10 ve a₂=90° için yılın günlerine göre değişimi

4.6.2 300 m² yüzey alanına sahip eliptik sera

300 m² taban alanına sahip eliptik bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışınlam miktarlarının değişimi Şekil 4.143 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 300 m² alana sahip eliptik sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışınlam miktarı da yükselmektedir.

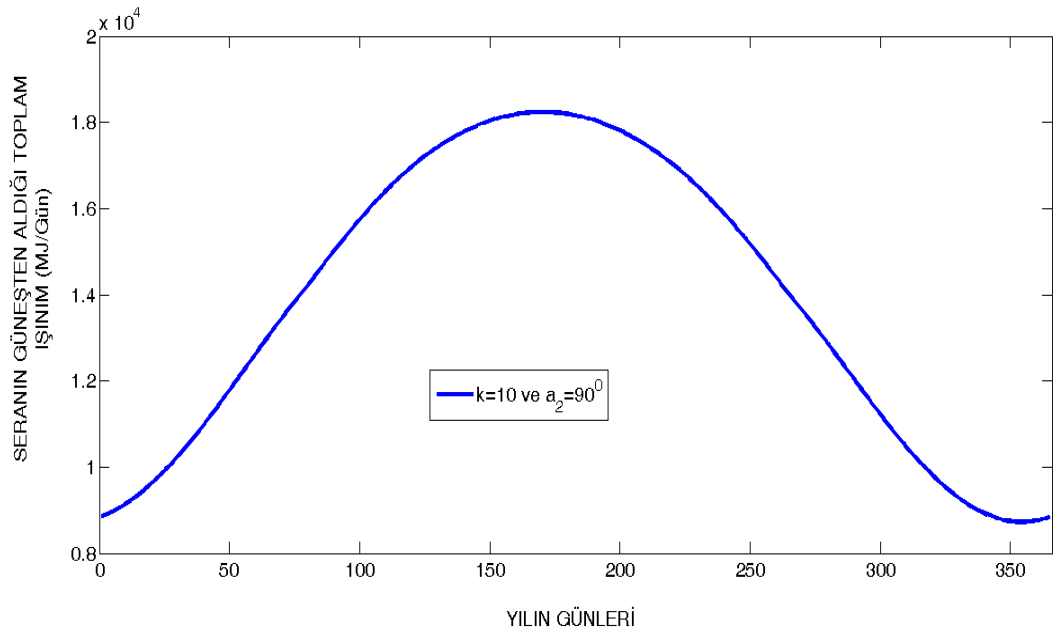


Şekil 4.143 300 m² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi



Şekil 4.144 300 m² Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Taban alanı 300 m^2 olan eliptik seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.144'de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır. Boy-en oranı 10 olan 300 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışınımının değişimi Şekil 4.145 ile sunulmuştur.



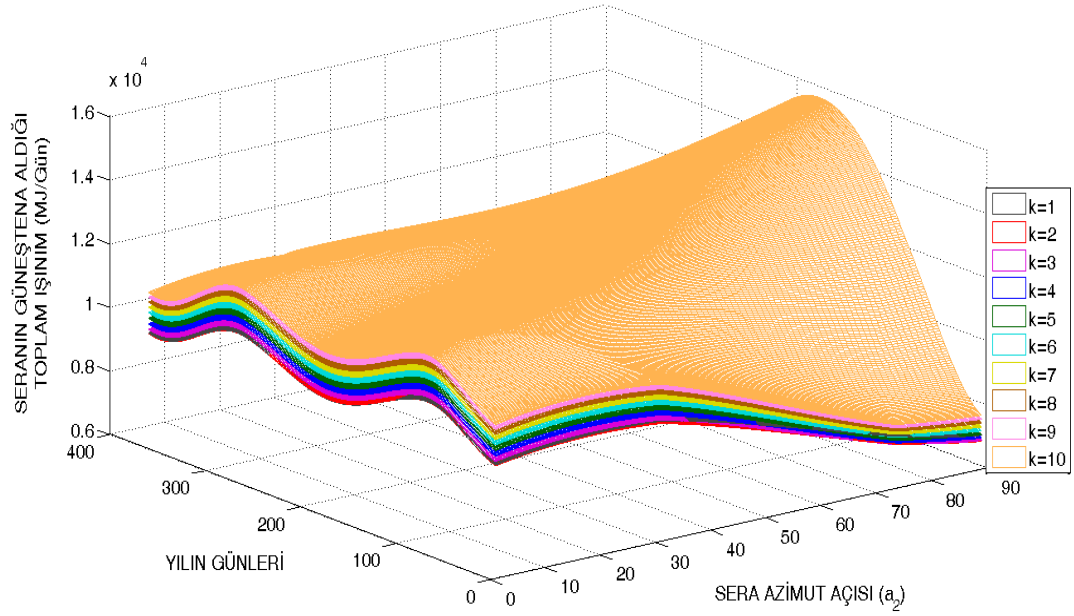
Şekil 4.145 300 m^2 Eliptik sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.6.3 250 m^2 yüzey alanına sahip eliptik sera

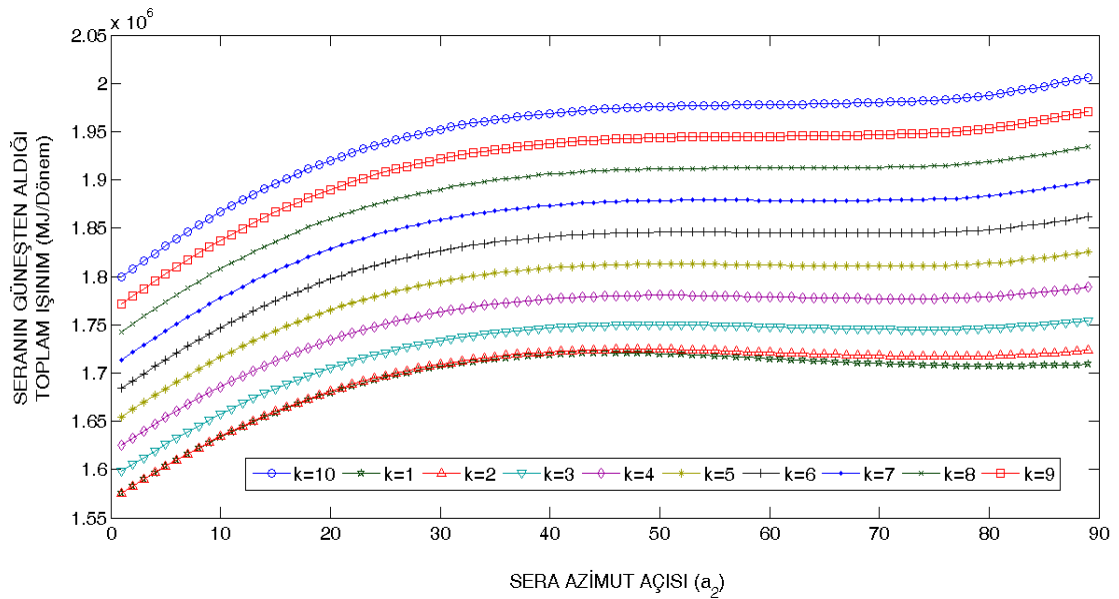
250 m^2 taban alanına sahip eliptik bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışınım miktarlarının değişimi Şekil 4.146 üzerinde gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi 250 m^2 alana sahip eliptik tipli sera için k (L/W) oranı yükseldikçe seranın aldığı ışınım miktarı da yükselmektedir. Taban alanı 250 m^2 olan eliptik tipli seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde

alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.147’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 10 olmaktadır.

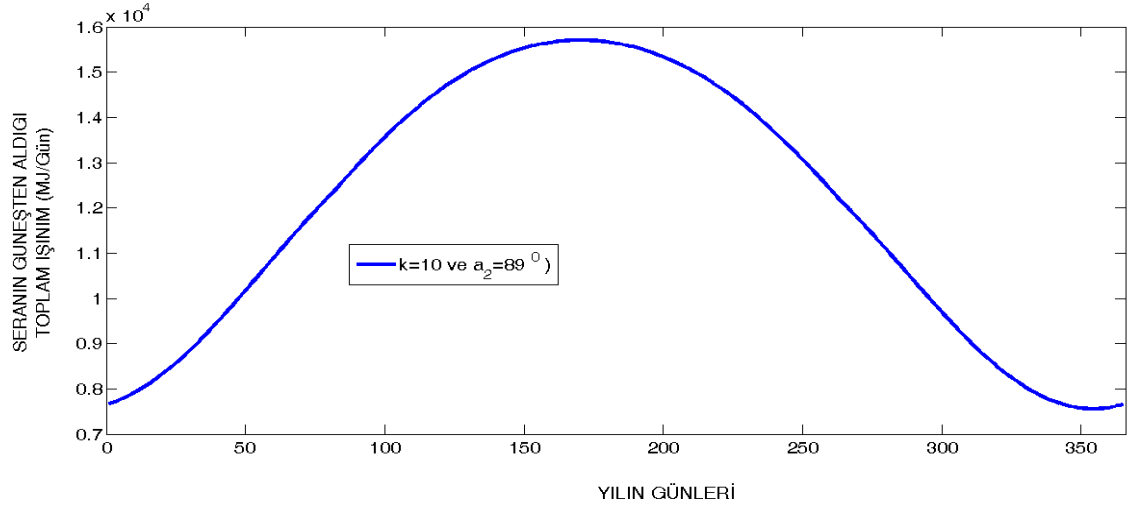


Şekil 4.146 250 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi



Şekil 4.147. 250 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 10 olan 250 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik tipli seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.148 ile sunulmuştur.

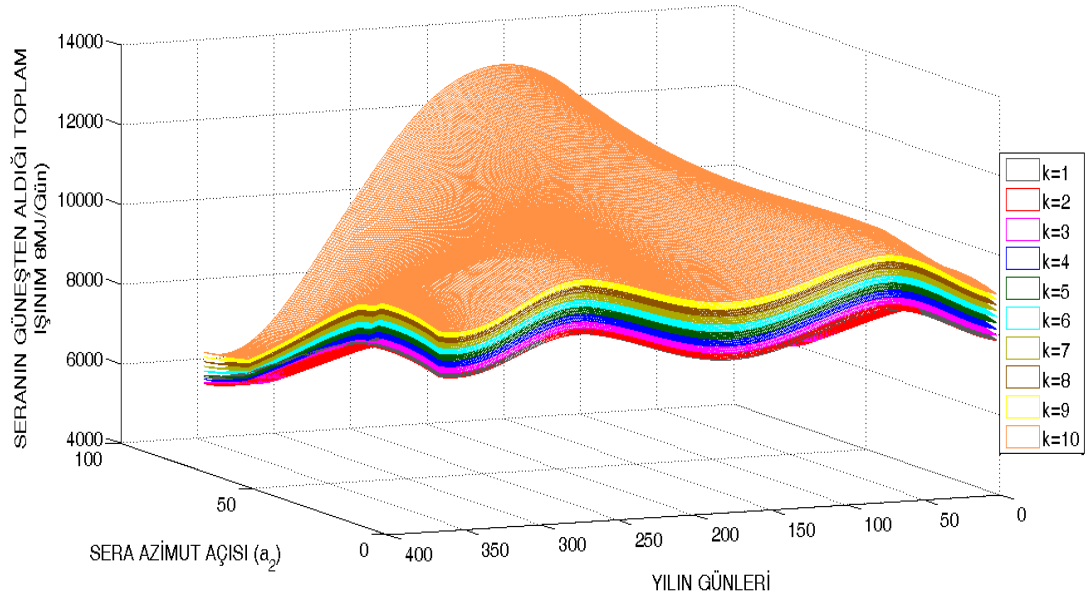


Şekil 4.148. 250 m^2 Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=10$ ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

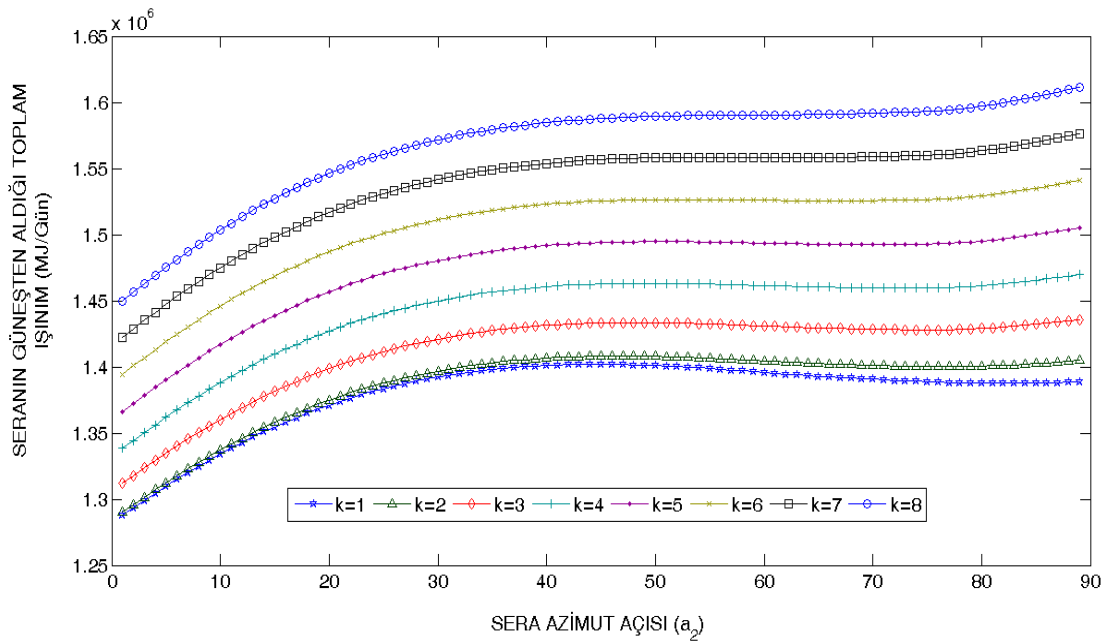
4.6.4 200 m^2 yüzey alanına sahip eliptik sera

200 m^2 taban alanına sahip eliptik tipli bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıının miktarlarının değişimi Şekil 4. 149 üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4.149 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 8 olması gerektiği düşünülmüştür. Taban alanı 200 m^2 ve k değeri en fazla 8 olan eliptik tipli seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil 4.150'de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 8 olmaktadır.

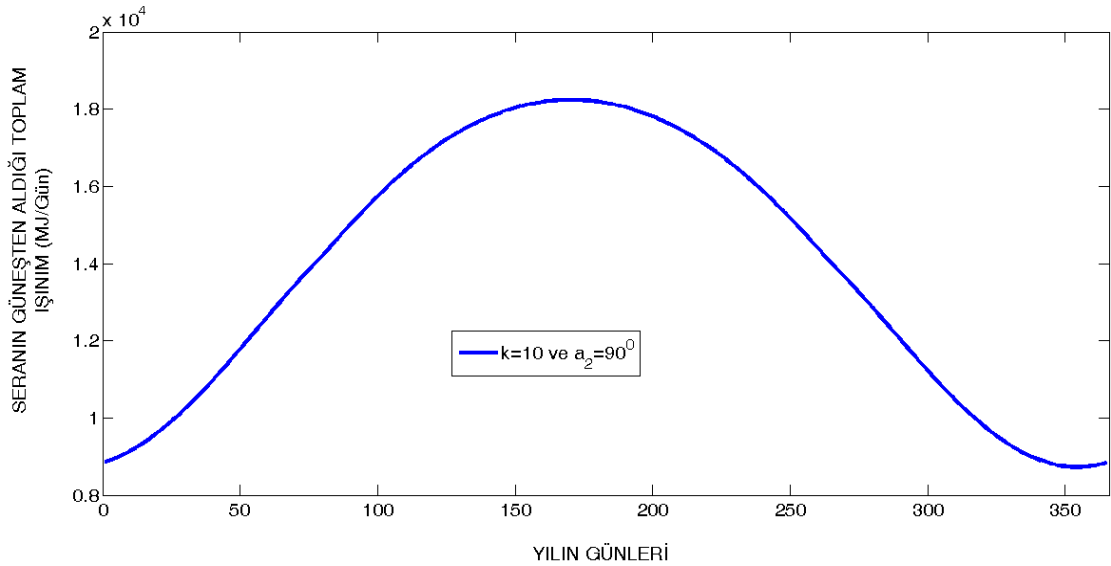


Şekil 4.149 200 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi



Şekil 4.150. 200 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 8 olan 200 m² alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik tipli seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.151 ile sunulmuştur.

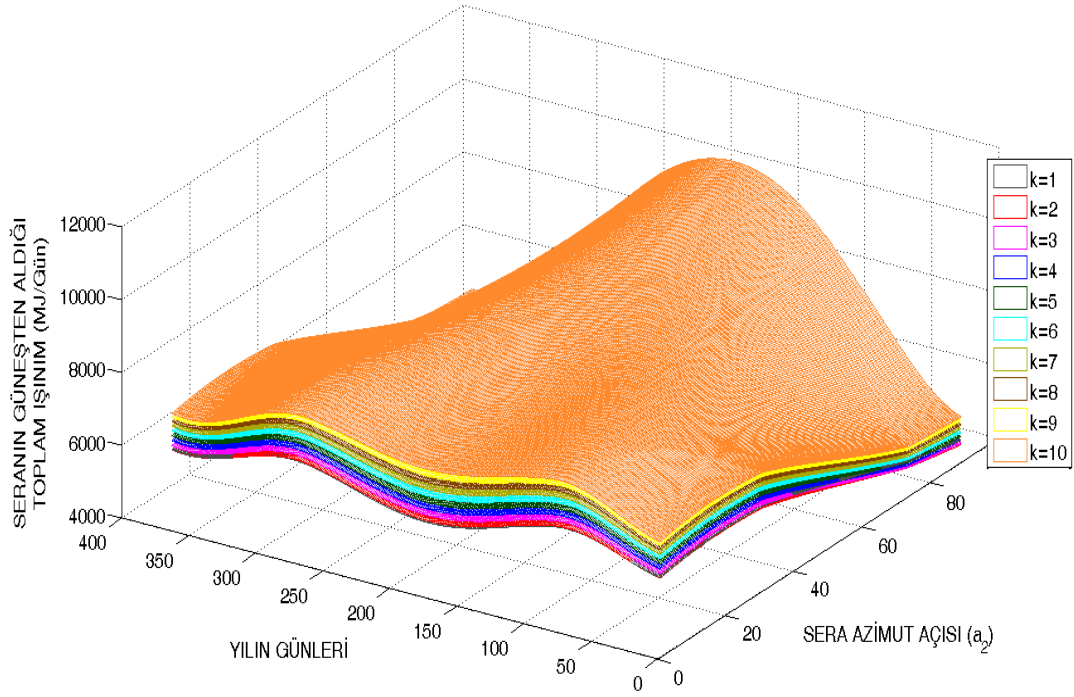


Şekil 4.151 200 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının L/W=8 ve a₂=90° için yılın günlerine göre değişimi

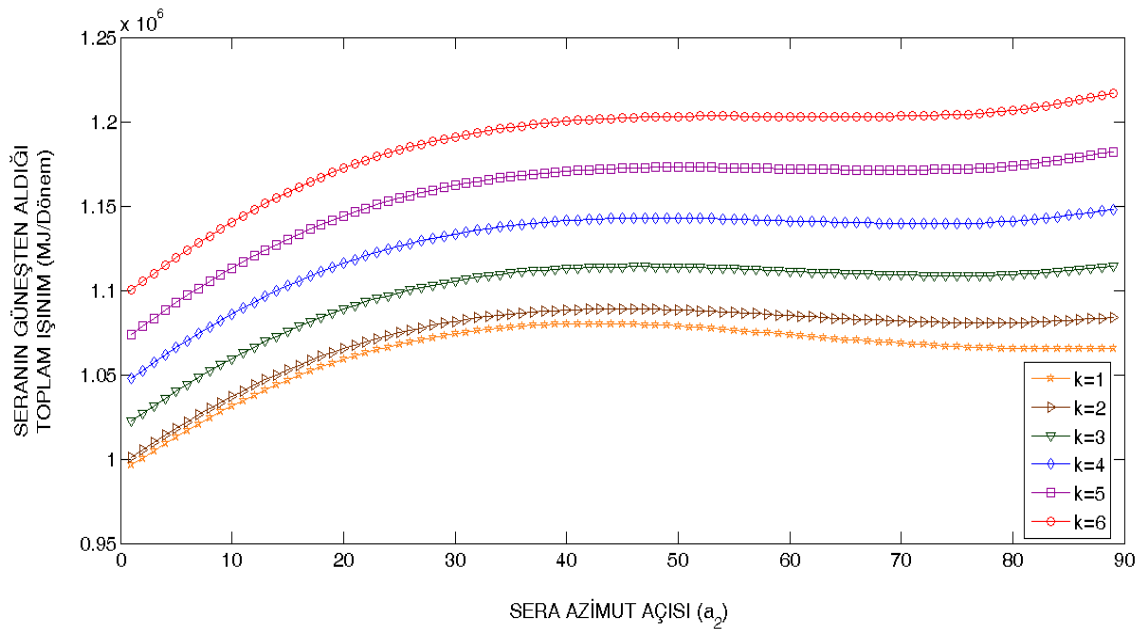
4.6.5 150 m² yüzey alanına sahip eliptik sera

150 m² taban alanına sahip eliptik tipli bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıının miktarlarının değişimi Şekil 4.152 üzerinde gösterilmiştir. Şekil 4.152 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 6 olması gerektiği düşünülmüştür. Taban alanı 150 m² ve k değeri en fazla 6 olan eliptik tipli seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışıınının değişimi Şekil

4.153’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 6 olmaktadır.

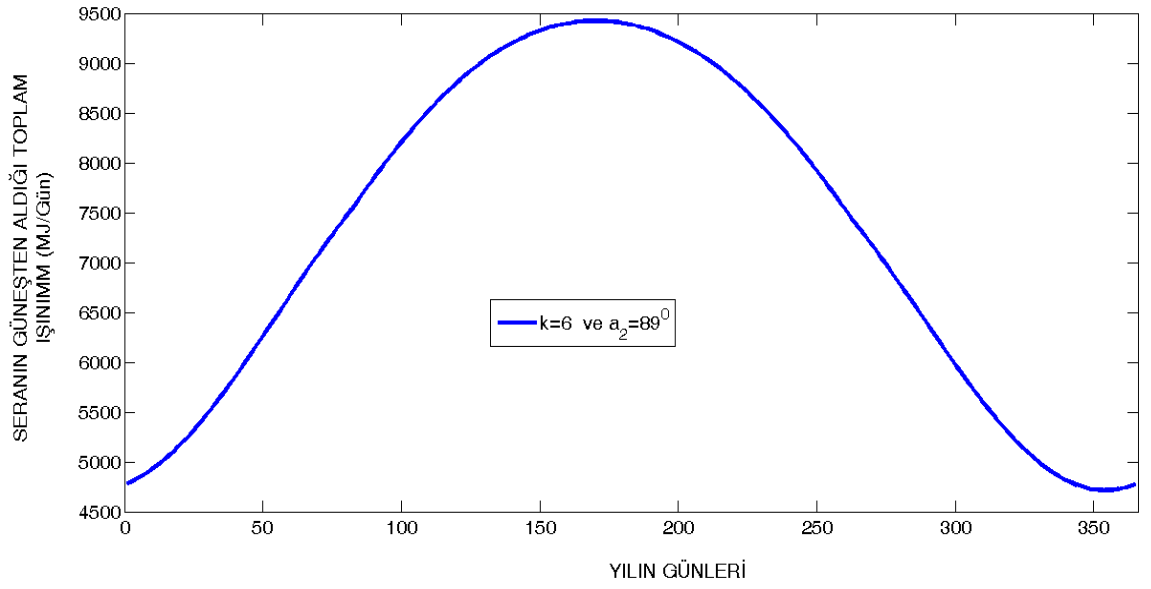


Şekil 4.152 150 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi



Şekil 4.153. 150 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 6 olan 150 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik tipli seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.154 ile sunulmuştur.

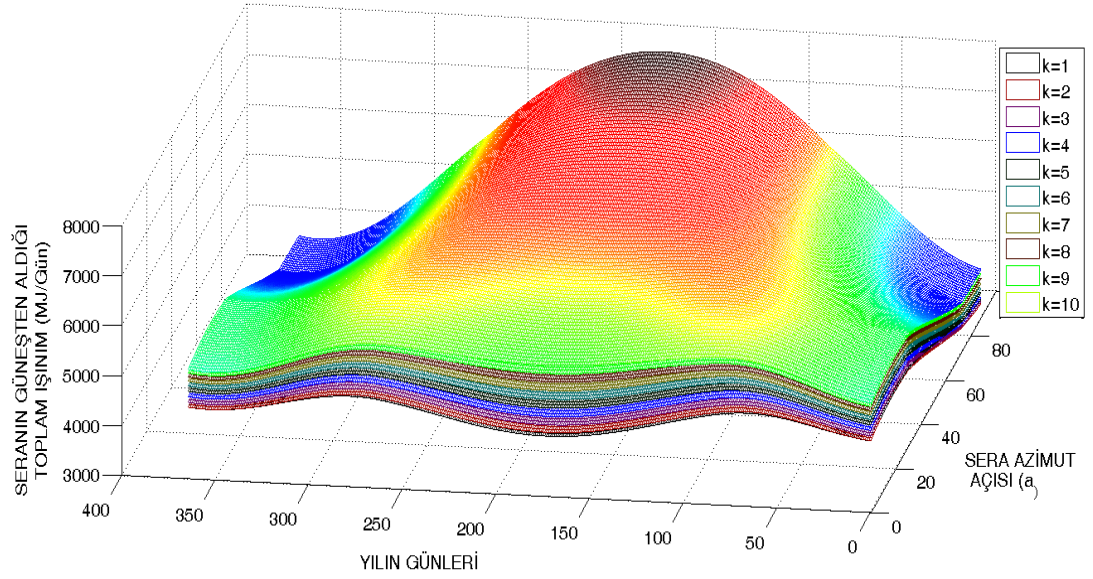


Şekil 4.154 150 m^2 Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=6$ ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.6.6 100 m^2 yüzey alanına sahip eliptik sera

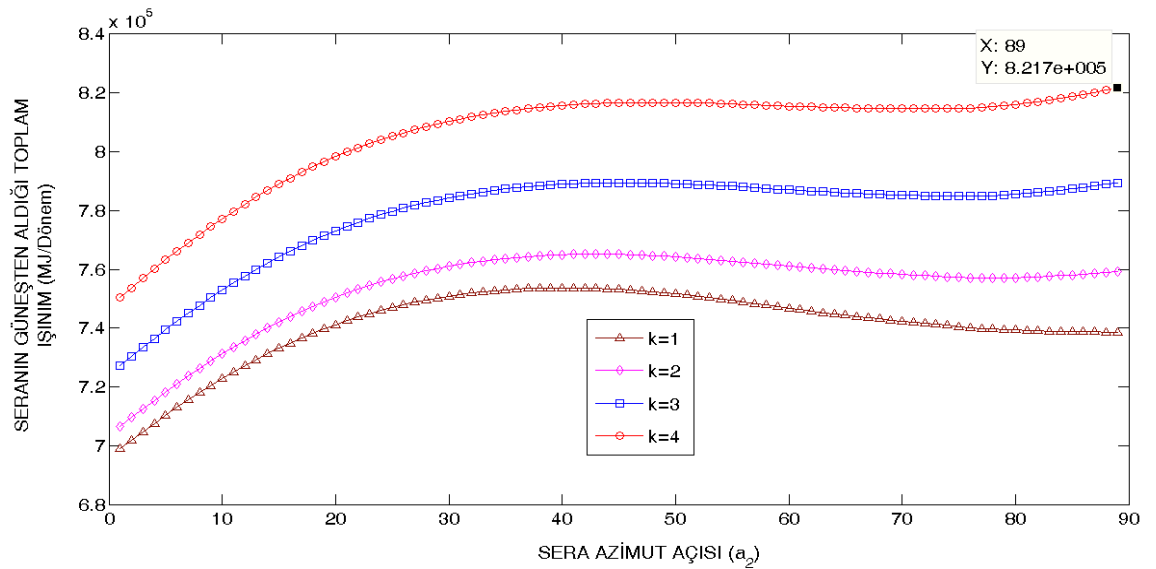
100 m^2 taban alanına sahip eliptik tipli bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıının miktarlarının değişimi Şekil 4.155 üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4.155 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.



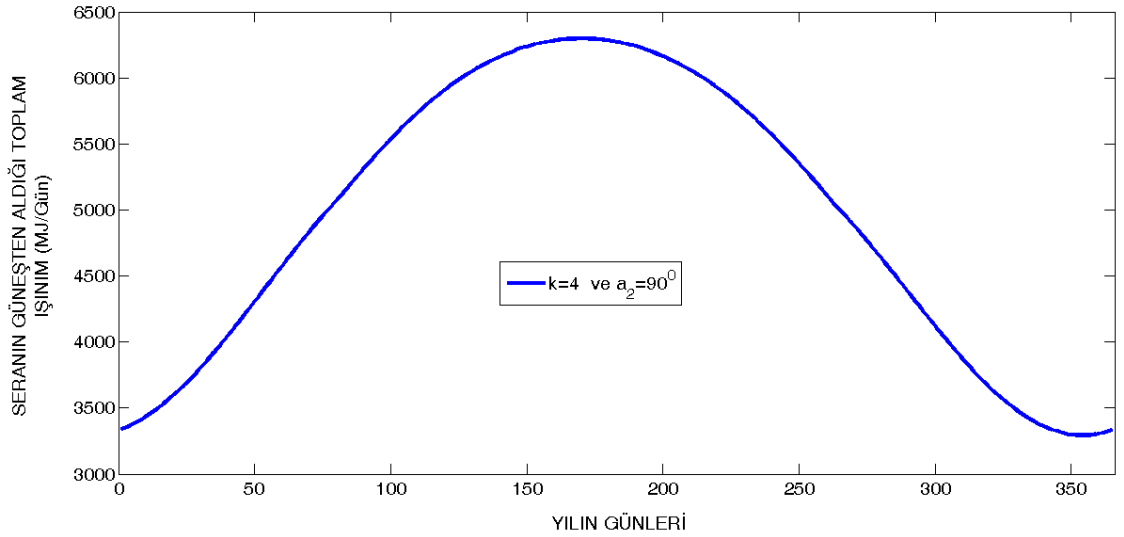
Şekil 4.155 100 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

Taban alanı 100 m² ve k değeri en fazla 4 olan eliptik tipli seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.156’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 4 olmaktadır.



Şekil 4.156. 100 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 4 olan 100 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik tipli seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.157 ile sunulmuştur.

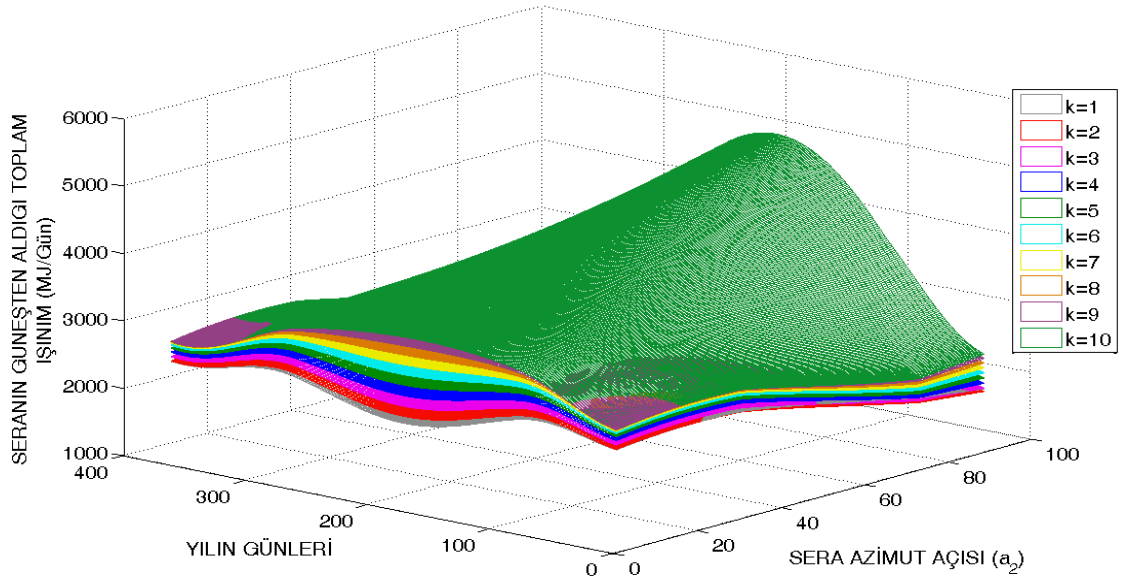


Şekil 4.157 100 m^2 Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=4$ ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

4.6.7 50 m^2 yüzey alanına sahip eliptik sera

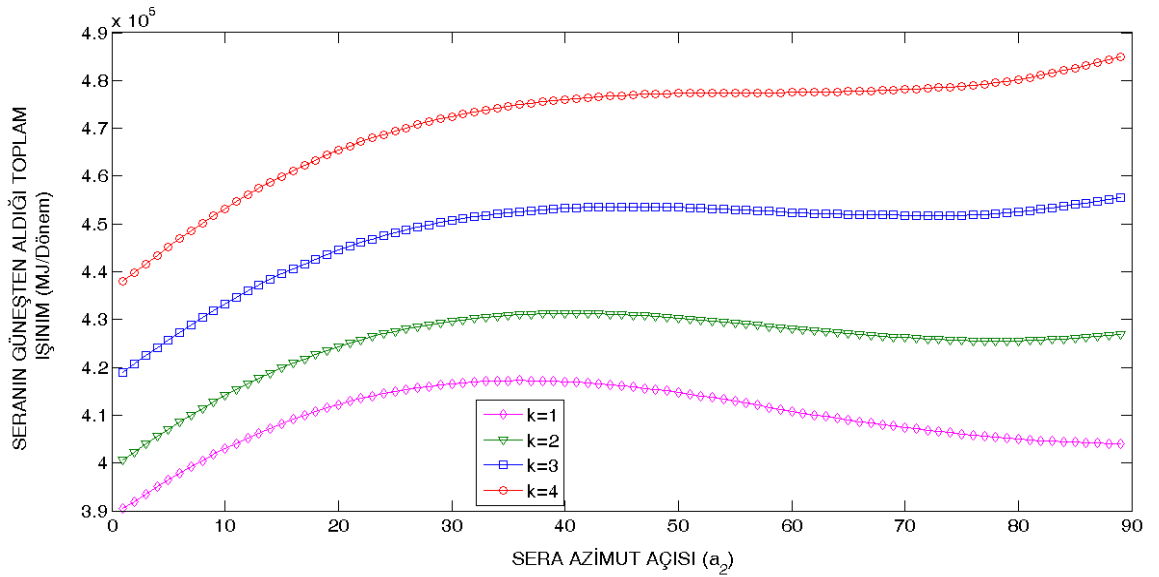
50 m^2 taban alanına sahip eliptik tipli bir seranın, farklı k değerleri için, yılın farklı günlerinde ve farklı azimut açıları için güneşten alabileceği ışıının miktarlarının değişimi Şekil 4.158 üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4.158 incelenirse bu sera için en iyi k oranının 10 olduğu düşünülebilir. Ancak bu noktada seranın mevcut ebatları ile ne kadar ergonomik bir yapısının olduğu üzerinde durulması gereken bir konu olmaktadır. k değerinin 10 olması durumunda seranın çok dar bir sera olacağı ve kullanışlı ölçülere sahip olmayacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu şartlar için seranın eninin en az 5 metre ya da toplam ölçülere uygun bir uzunluk ve k değerinin en fazla 4 olması gerektiği düşünülmüştür.



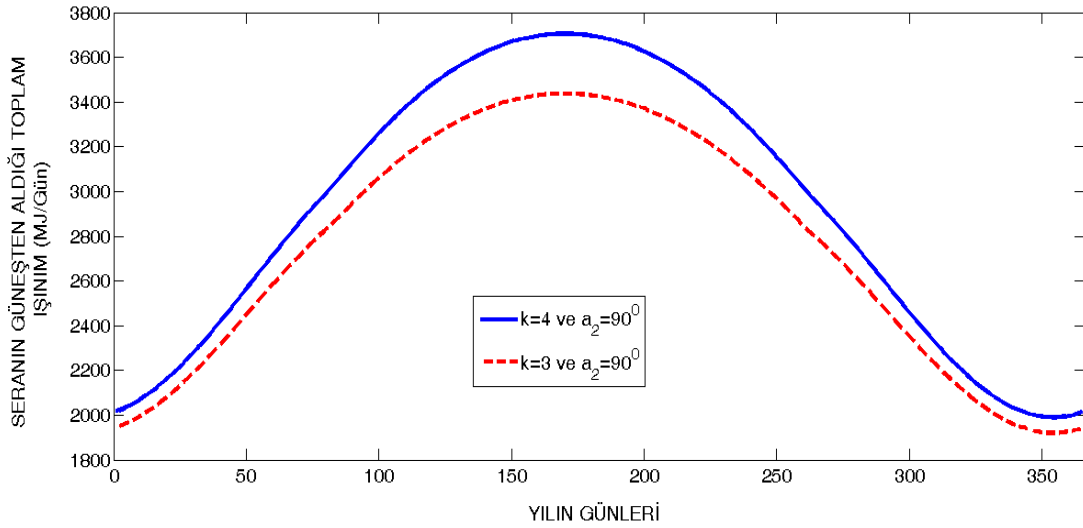
Şekil 4.158 50 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açılarına göre yıl içindeki değişimi

Taban alanı 50 m² ve k değeri en fazla 4 olan eliptik tipli seranın farklı L/W oranlarına göre Bayburt ili için seranın kullanılabileceği dönemlerde alacağı toplam güneş ışınımının değişimi Şekil 4.159’da sunulmuştur. Görüldüğü gibi bu özelliklerdeki sera için en iyi sera azimut açısı 90° ve en iyi k oranı 4 ya da 3 olmaktadır.



Şekil 4.159. 50 m² Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının farklı L/W oranları için sera kullanım dönemindeki değişimi

Boy-en oranı 4 ve 3 olan 50 m^2 alana sahip ve sera azimut açısının 90 derece olduğu bir eliptik tipli seranın yılın tüm günlerinde alacağı güneş ışıınının değişimi Şekil 4.160 ile sunulmuştur.



Şekil 4.160. 50 m^2 Eliptik tipli sera güneş enerjisi kazanımının $L/W=4$, $L/W=3$, ve $a_2=90^\circ$ için yılın günlerine göre değişimi

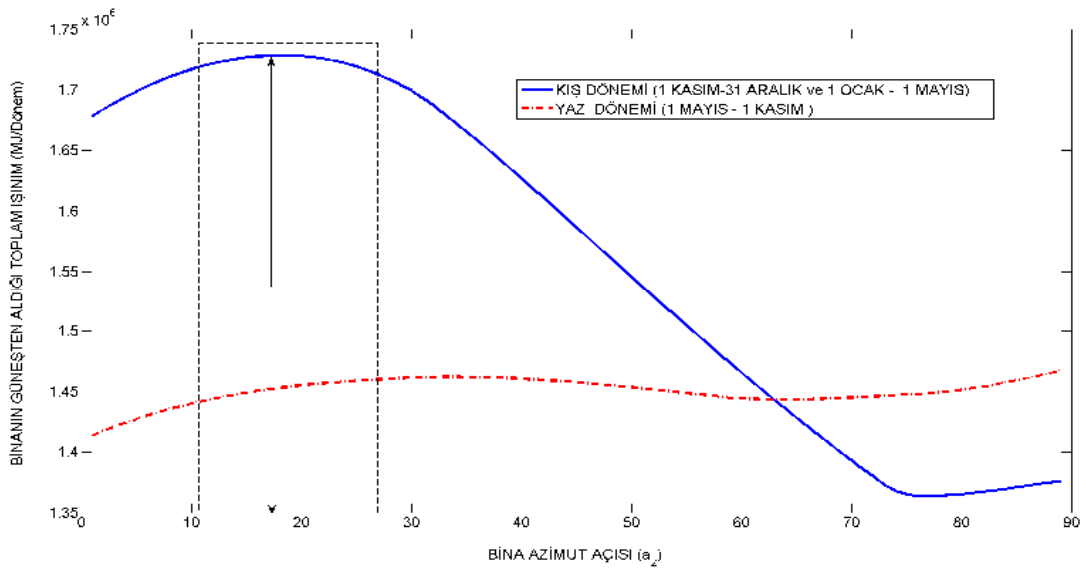
4.7 Bayburt İlindeki Konutlar İçin Güneş Enerjisi Değerlendirmesi

Bayburt ili sınırları içinde bulunan konut yapıları için yapılan hesaplamalarda her bir bina tek başına bir sistem gibi düşünülmüştür. Yani yönüne ve konumlandırılmasına bakılmaksızın binanın tamamının güneşten direk olarak ne kadar faydalanabileceği belirlenmiştir. Bu amaçla 7 farklı konut tipi incelemeye alınmıştır. Konutlarda bulunan her dairenin sabit ve 100 m^2 alana sahip olduğu, çok katlı binalar için her katın $3,5 \text{ m}$ yüksekliğe sahip olduğu kabulü yapılmıştır. Çalışma kapsamında, 2 katlı ve her katta 2 daireli, 4 katlı ve her katta 2 daireli, 4 katlı ve her katta 4 daireli, 6 katlı ve her katta 2 daireli, 6 katlı ve her katta 4 daireli, 8 katlı ve her katta 2 daireli, 8 katlı ve her katta 4 daireli olmak üzere toplam yedi farklı konut tipi incelenmiştir.

Binaların güneş enerjisi kazanımında, binanın yaz döneminde en az kış döneminde ise en fazla güneş ışıını alacak şekilde konumlandırılması gerektiği düşünülmüştür. Bu

açından bakıldığında Bayburt ilinin iklimsel ve mevsimsel yapısı da göz önüne alınarak kış döneminde güneşten alacağı ışıyıma daha fazla önem gösterilmiştir. Yaz dönemi olarak 1 Mayıs - 1 Kasım tarihleri arası, kış dönemi içinse 1 Kasım – 1 Mayıs tarihleri aralığı dikkate alınmıştır. Binaların konumlandırılmasında seralarınkine benzer şekilde olduğu ve uzun duvarın ilk başta güneye dönük olduğu kabul edilmiştir.

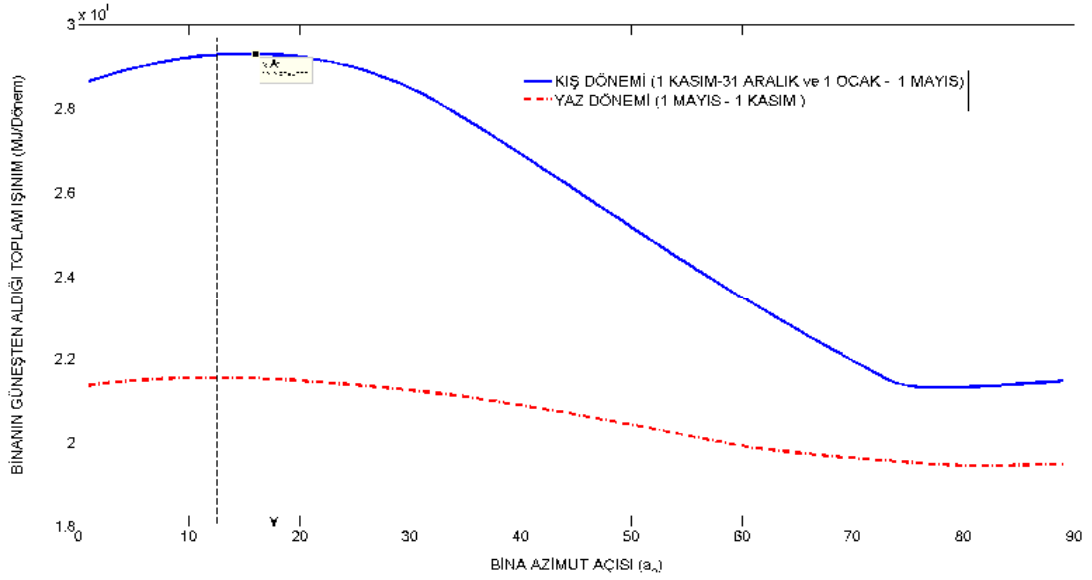
İki katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip ikişer daire olmak üzere, toplam dört dairelik bir binanın, farklı bina azimut açlarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.161’de sunulmuştur. 4.161 numaralı şekil incelenirse bu tip bir bina için kışın en fazla yazın ise en az ışıyım alabilecek azimut açısının 11° ile 28° arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 18° olabileceği belirlenmiştir.



Şekil 4.161. İki katlı 4 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi

Dört katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip ikişer daire olmak üzere, toplam sekiz dairelik bir binanın, farklı bina azimut açlarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.162’de sunulmuştur. 4.162 numaralı şekil incelenirse bu tip bir bina için kışın en fazla yazın ise en az ışıyım alabilecek azimut açısının 11° ile 27°

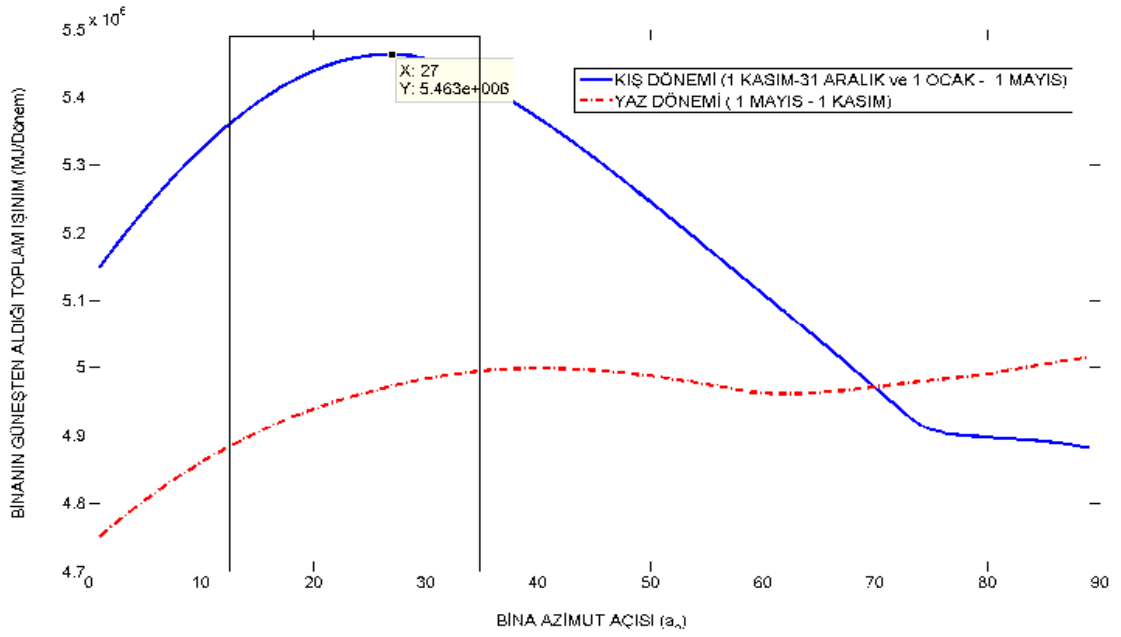
arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 15° olabileceği belirlenmiştir.



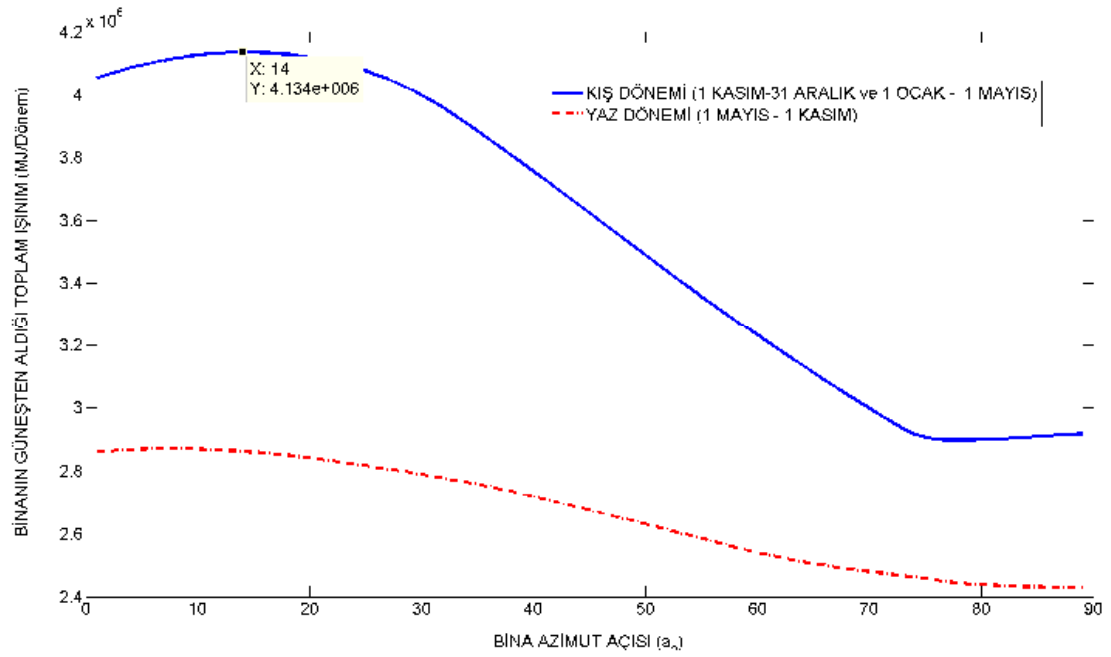
Şekil 4.162. Dört katlı toplam 8 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi

Dört katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip dörder daire olmak üzere, toplam on altı dairelik bir binanın, farklı bina azimut açılarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.163’de sunulmuştur. Şekil 4.163 incelenirse bu tip bir bina için kışın en fazla yazın ise en az ışınlam alabilecek azimut açısının 13° ile 35° arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 27° olabileceği belirlenmiştir.

Altı katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip ikişer daire olmak üzere, toplam on iki dairelik bir binanın, farklı bina azimut açılarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.164’de sunulmuştur. Şekil 4.164 incelenirse bu tip bir bina için kışın en fazla yazın ise en az ışınlam alabilecek azimut açısının 11° ile 35° arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 14° olabileceği belirlenmiştir.

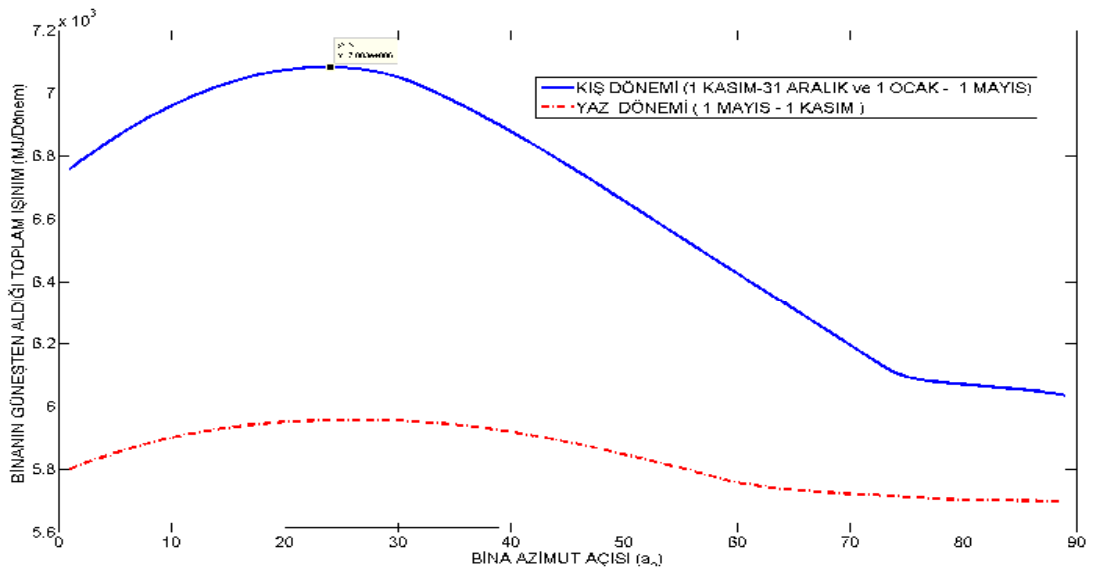


Şekil 4.163. Dört katlı toplam 16 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi



Şekil 4.164. Altı katlı toplam 12 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi

Altı katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip dörder daire olmak üzere, toplam yirmi dört dairelik bir binanın, farklı bina azimut açılarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.165’de sunulmuştur. 4.165 numaralı şekil incelenirse bu tip bir bina için kışın en fazla yazın ise en az ışınlam alabilecek azimut açısının 20° ile 40° arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 24° olabileceği belirlenmiştir.

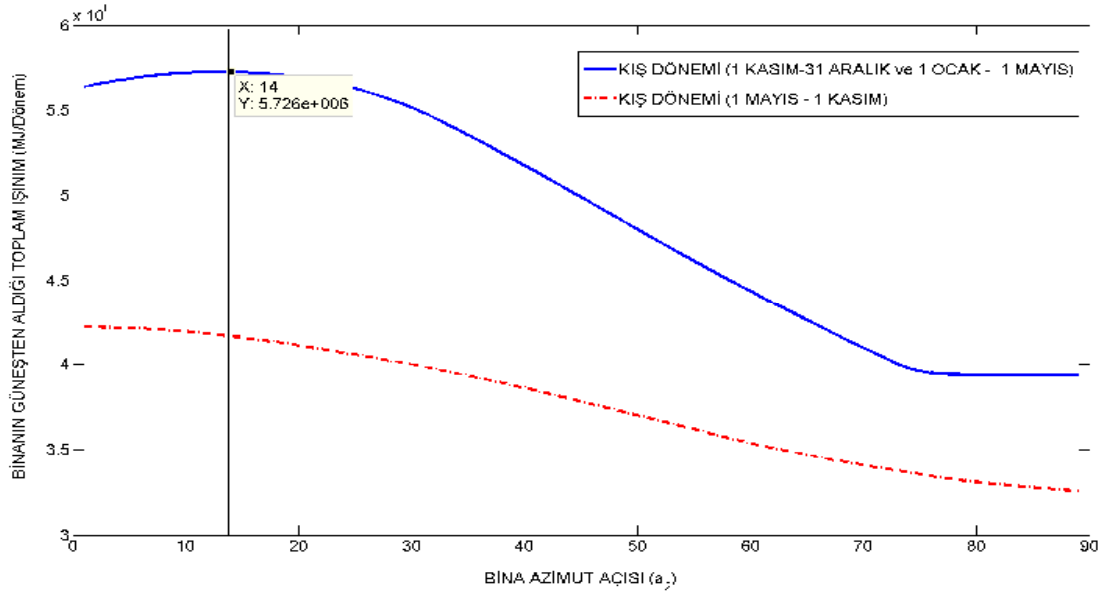


Şekil 4.165. Altı katlı toplam 24 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi

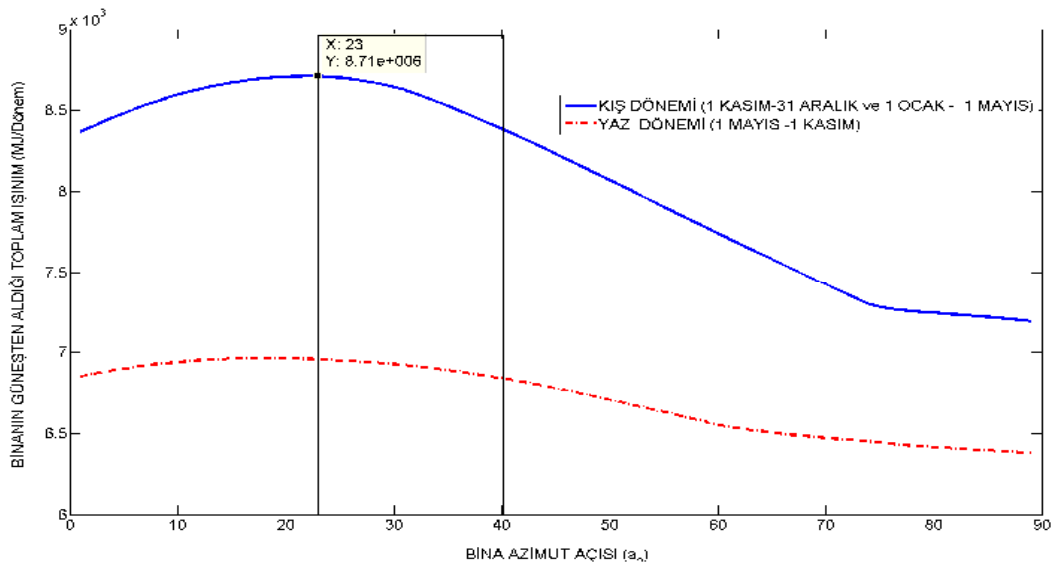
Sekiz katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip ikişer daire olmak üzere, toplam on altı dairelik bir binanın, farklı bina azimut açılarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.166’da sunulmuştur. 4.166 numaralı şekil incelenirse bu tip bir bina için kışın en fazla yazın ise en az ışınlam alabilecek azimut açısının 14° ile 35° arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 14° olabileceği belirlenmiştir.

Sekiz katlı olan ve her katta 100 m^2 alana sahip dörder daire olmak üzere, toplam otuz iki dairelik bir binanın, farklı bina azimut açılarına göre güneşten yaz ve kış dönemlerinde faydalanma oranları Şekil 4.167’de sunulmuştur. Şekil 4.167 incelenirse

bu tip bir bina için kışın en fazla, yazın ise en az ışınlam alabilecek azimut açısının 23° ile 40° arasında olduğu belirlenmiştir. En uygun açının ise yaklaşık olarak 23° olabileceği belirlenmiştir.



Şekil 4.166. Sekiz katlı toplam 16 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi



Şekil 4.167. Sekiz katlı toplam 32 daireli bina güneş enerjisi kazanımının farklı azimut açıları için yıl içindeki dönemlere göre değişimi

5 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışması Bayburt İli iklimsel ve meteorolojik koşulları altında bulunan sera ve konut binalarının güneş enerjisinden faydalanma oranları üzerine yapılmış bir araştırmadır. Araştırma kapsamında, bilgisayar ortamında MATLAB paket programı kullanılarak Bayburt sınırları içinde tesis edilecek seraların ve konut binalarının güneş enerjisinden en iyi şekilde faydalanması için en uygun yön şekil ve ölçülerin belirlenebileceği sayısal bir modelleme çalışması yapılmıştır. Modelleme çalışması kapsamında belirli boyut ve şekillerdeki örnekler için çalıştırılıp bazı sonuçlar elde edilmiş olsa da istenildiğinde farklı şekil ve boyutlardaki yapılar içinde kullanılabilmekte ve en uygun yön ve konum tayini yapılabilmektedir.

Seralar için yapılan güneş enerjisi analizinde, bir yıl Bayburt İlinde seracılığın yapıldığı ve yapılmadığı dönemler olmak üzere dört farklı döneme ayrılmıştır. Başta ülkemizin güney illeri olmak üzere birçok yerde seracılık kış dönemlerinde tercih edilen bir uygulama olmaktadır. Ancak Bayburt'un bulunduğu konum ve iklimsel yapısı dikkate alındığında kış dönemi çok soğuk geçtiği için seracılığın uygulanması mümkün gözükmemektedir. Yaz döneminde de sera tarımına gerek duyulmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında benzeri diğer çalışmalardan farklı olarak seracılık dönemi ilkbahar (1Nisan-15 Haziran) ve sonbahar (16 Ağustos- 10 Kasım) olmak üzere iki farklı kısımda incelenmiştir. İlgili değerlendirmeler, seranın bu iki dönemin tamamında kümülatif olarak en fazla ışıınımı alacak şekil ve oryantasyonda olması gerektiği düşünülmüş yapılmıştır.

Çalışma kapsamında en yaygın kullanılan sera tipleri olarak bilinen beş farklı sera tipi analiz edilmiştir. Bunlar düz sera, eğik çatılı sera, asma çatılı sera, yay çatılı sera ve eliptik sera tipleridir. Her bir sera tipi için ise taban alanı temel alınarak yedi farklı alan için incelemeler yapılmıştır. Temel parametreler ise sera azimut açısı, sera boyunun sera enine oranı ve seranın aldığı toplam dönemlik ışıınım olarak belirlenmiştir. Çizelge 5.1 incelenen sera tipleri için en uygun en-boy oranlarını, sera azimut açılarını ve seracılığın yapıldığı dönemlerde alınan toplam ışıınım miktarlarını göstermektedir.

Çizelge 5.1. İncelenen sera tipleri için optimum oranlar, optimum sera azimut açıları ve toplam güneş ışıınımları

			SERA ALANI						
			400	300	250	200	150	100	50
SERA TİPİ	Düz Sera	k	10	10	10	8	6	4	3/4
		a ₂	90	90	37	35	34	31	23/26
		Q ₀	1792149	1380814	1169393	945764	722179	498605	284265
	Eğik Çatılı	K	10	10	10	8	6	4	3/4
		a ₂	12	12	14	12	13	12	14
		Q ₀	2514616	1946456	1656688	1336287	1015578	694946	379138
	Asma Çatılı	k	10	10	10	8	6	4	3
		a ₂	42	34	30	31	30	29	22
		Q ₀	1700975	1335514	1149725	927746	705693	483688	261469
	Yay Çatılı	k	10	10	10	8	6	4	3
		a ₂	90	90	35	35	34	29	22
		Q ₀	1789227	1378793	1171995	948660	725380	502022	287565
	Elips Tipli	k	10	10	10	8	6	4	3/4
		a ₂	90	90	90	90	90	90	90
		Q ₀	2967403	2328599	2006281	1611416	1216550	821684	455577

*Q₀: MJ/Dönem, *a₂: °, *Alan: m² birimlerinde sunulmuştur.

Görüldüğü gibi bütün sera tipleri için taban alanının 250 m²'den büyük olması durumunda seracılığın yapıldığı dönemlerde en fazla toplam ışıının alınması için en uygun boy/en oranı 10 olmaktadır. Sera yapımının ve seranın daha kullanışlı olmasının gerekliliği olarak 250 m²'nin altında taban alanına sahip seralar için boy/en oranı daha düşük değerler olmaktadır. Örneğin uzunluğu 50 m ve eni 3m olacak bir seranın içinde ürün hasadı ya da ilaçlaması/sulaması gibi işlemlerde gerekli olan sistem ve aygıtların kullanımı zor olacaktır. Ancak 50 m² gibi çok küçük taban alanına sahip olan seralar genellikle amatör seralar olduğu için bu seraların eninin daha az olmasının sakınca yaratmayacağı düşünülmüştür. Bunun nedeni bu ölçülerdeki bir seranın oldukça küçük ölçekli bir sera oluşu ve daha küçük boy/en oranları için de kullanılabilir oluşudur.

Çizelge 5.1 sera azimut açısı bakımından incelendiğinde eliptik sera tipi dikkati çekmektedir. Çünkü eliptik sera tipi için optimum sera azimut açısı hiç değişmemekte ve bütün boy/en oranları için 90° olmaktadır. Bu durum aynı zamanda eliptik şekilli bir seranın hangi ölçülerde olursa olsun doğu-batı doğrultusunda konumlandırılmasının

gerektiği anlamına da gelmektedir. Elips tipli serada çatıyı oluşturan yüzeylerin, daha fazla alana sahip olan kısmının eğim açısı dik açığa daha yakın olduğu için bu sonuç ortaya çıkmaktadır. Daha önce de bahsedildiği gibi, kuzey yarım küre için herhangi bir yüzeyin eğimi bulunulan yerin enlem açısından büyükse kış sezonunda küçükse yaz sezonunda daha fazla ısınım almaktadır. (Duffie and Beckman 1991)

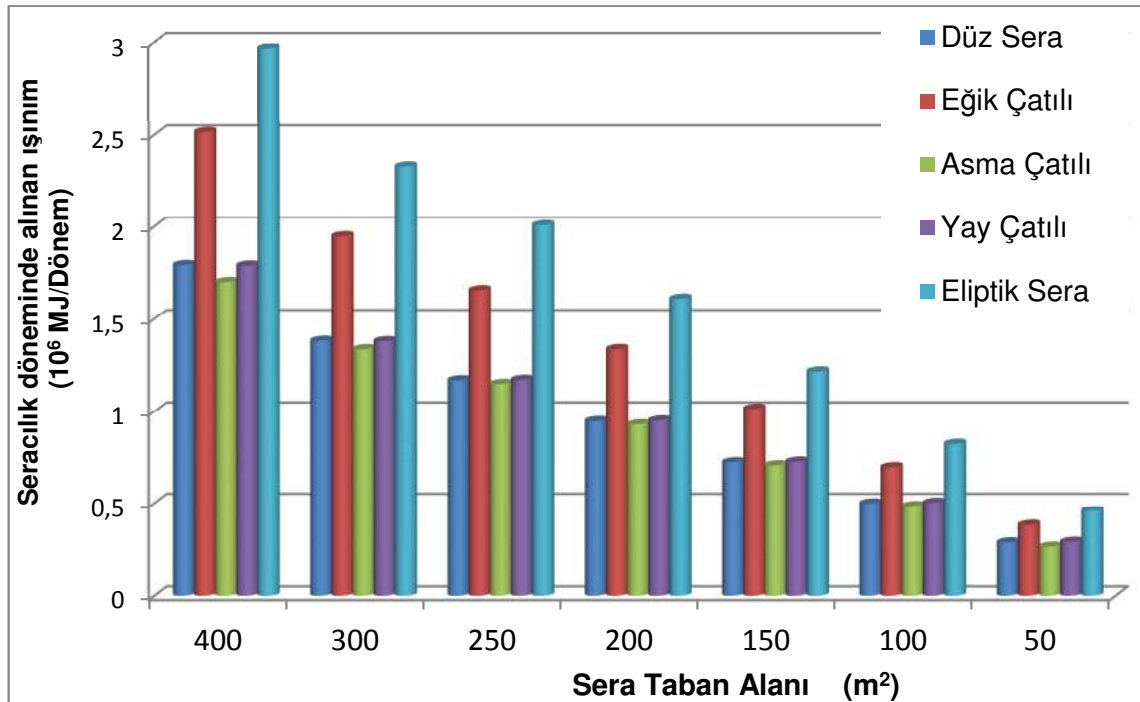
Söz konusu çizelgede dikkat çeken ikinci sera tipi ise eğik çatılı sera tipidir. Eliptik şekilli hariç olmak üzere diğer sera tipleri için (düz, asma çatılı ve yay çatılı) boy en oranı azalırken sera azimut açısı da paralel olarak azalmaktadır. Ancak eğik çatılı sera tipinde sera azimut açısı aynı paralellikte değişmemektedir. Bununla beraber diğerleri ile kıyaslandığında en düşük azimut açısına sahip sera tipinin de eğik çatılı sera tip olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin eğik çatılı sera tipinde ısınım kazanımı açısından çatı yüzeyinin en az yan duvarlar kadar etkili ve önemli olduğu düşünülebilir. Çünkü önceki kısımlarda belirtildiği gibi bu tip sera için büyük alanlı çatı kısmının analizin ilk başında güneye çevrildiği kabul edilmiştir.

Şekil 5.1 incelenen sera tiplerinin optimum boy en oranlarında ve optimum sera azimut açılarında konumlandırılmaları durumunda, seracılık dönemlerinde alacakları toplam ısınımın karşılaştırılmasını görsel olarak ifade etmektedir. Tahmin edilebileceği gibi sera taban alanının azalmasına bağlı olarak, seranın diğer yüzey alanları ve sera toplam yüzey alanı da azalmakta ve seranın güneşten alacağı toplam ısınım miktarı da azalmaktadır.

Şekil 5.1 üzerinde görüldüğü gibi bütün taban alanları için en iyi sera tipi eliptik sera tipi olmaktadır. İkinci en iyi sera tipi ise eğik çatılı sera tipi olmaktadır. Bu durumun temel sebebi seraların çatılarının etkisidir. Çünkü eliptik sera tipinde çatı yüzeyleri daha dik olmaktadır. Bunun sonucunda da daha fazla ısınım toplamaktadır. Bilindiği gibi kış sezonunda ve kuzey kutbunda bulunan herhangi bir yüzeyin eğim açısı o yerin enlem açısından büyükse o yüzey daha fazla ısınım almaktadır. Ayrıca eğik çatılısı seranın büyük olan çatı yüzeyi güneye dönük olduğundan bu seranın çatısı diğer seraların çatılarından daha fazla ısınım almaktadır.

Eliptik tipli ve eğik çatılı sera haricindeki diğer üç sera kendi aralarında karşılaştırıldığında genel itibarıyla bütün taban alanları için en az ışıınımı asma çatılı sera almaktadır. Ancak taban alanının 250, 200 ve 150 m² olması halinde bu seraların alacakları ışıınım miktarları arasındaki fark oldukça azalmakta nerede ise eşitlenmektedir.

Yay çatılı sera ile düz sera tiplerinin sera azimut açılarının taban alanı ölçüsüne bağlı olarak değişimleri çok benzer olmaktadır. Aynı şekilde bu iki sera tipinin seracılık dönemlerinde almış oldukları toplam ışıınım miktarları arasındaki farkın bütün taban alanları için çok az olduğu ve genellikle düz seranın daha fazla ışıınım aldığı görülmektedir. Ancak taban alanının 50m² olması durumunda yay çatılı seranın düz seradan daha fazla ışıınım aldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 5.1. İncelenen sera tiplerinin optimum boy en oranı ve optimum sera azimut açılarında almış oldukları dönemlik ışıınımın karşılaştırılması

İncelenen seraların en uygun boy en oranları için sera azimut açılarının değişimi Şekil 5.2’de sunulmaktadır. Şekilden anlaşıldığı üzere Eliptik sera tipinin sera azimut açısı

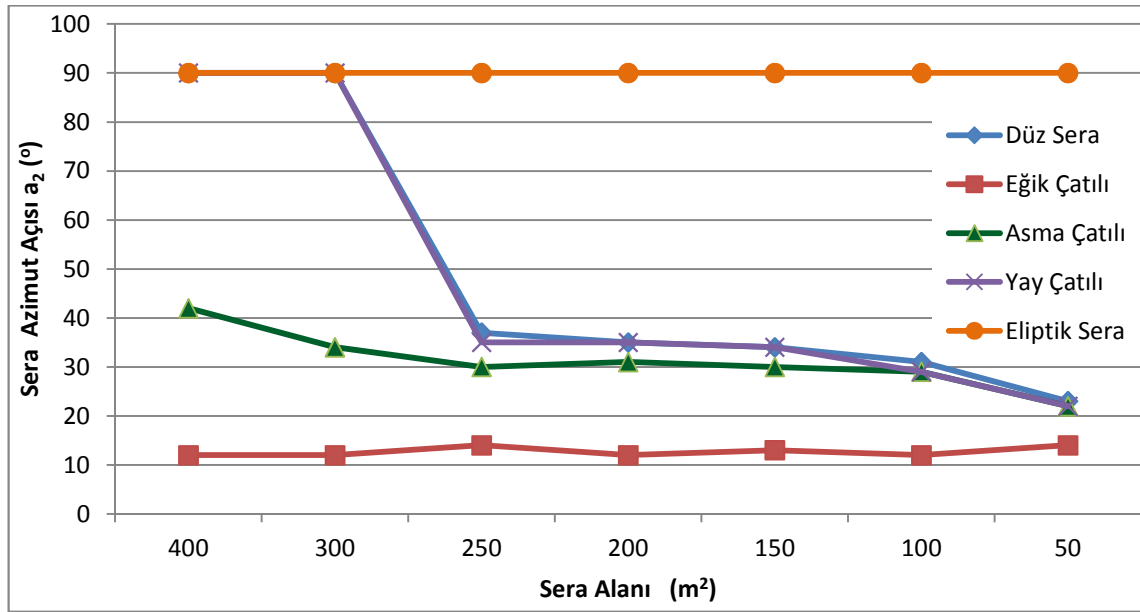
hiçbir değişim göstermemektedir. Diğer sera tipleri arasında yapılan karşılaştırmada düz sera ve yay çatılı seranın optimum sera azimut açılarının kendi aralarında oldukça benzer olduğu görölmektedir. Asma çatılı seranın optimum sera açısının değişimi ile eğik çatılı seranın optimum sera azimut açısının değişimlerinin genel itibariyle benzer olmasına karşın bazı açılardan farklılıklar göze çarpmaktadır. Örneğin asma çatılı seranın sera azimut açısı daha kararlı olup azalma eğiliminde iken, eğik çatılı seranın optimum sera azimut açısı bu şekilde düzgün değişmemektedir.

Bütün sera tipleri için farklı yönlerdeki çatı yüzey alanlarının ve bu yüzeylerin eğim açılarının seraların güneş ışıını alma oranları açısından çok öneli olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 5.1 dikkatli incelenirse bu çalışmada incelenen bütün sera tipleri için k (Boy/En) oranının yükselmesine bağlı olarak, seraların almış oldukları toplam ışıını miktarlarının da yükseldiği görölmektedir.

Şekil 5.2 aynı bakış açısıyla incelendiğinde optimum sera azimut açısı taban alanına göre eliptik, asma çatılı ve eğik çatılı seralar için çok fazla değişmemektedir. Ancak düz sera ve yay çatılı seranın optimum azimut açıları taban alanlarına göre ciddi değişimler göstermektedir. Seranın boy/en oranı arttıkça seraların güneye ve kuzeye bakan uzun kenarlı çatı yüzeylerinin alanının, seranın sahip olduğu toplam yüzey alanı içindeki payları da artmaktadır (Düz sera için C2 ve C4 yüzeyi, Şekil 4.1). Ayrıca özellikle düz sera ve yay çatılı sera için bu çatı yüzeylerinin sahip oldukları eğim açıları da taban alanının azalmasına bağlı olarak artmakta ve dik açığa doğru yaklaşmaktadır. Çünkü k oranı azalınca sera eni de azalmakta ve yüksekliği yan duvar bitiminden itibaren 1m ile sınırlandırılan çatı yüksekliğine bağlı olarak bahsi geçen çatı yüzeylerinin eğimi artmaktadır. Bu da çatı yüzeylerinin sahip oldukları eğim ve alanın seraların aldığı toplam güneş ışıını bakımından çok önemli olduğunu göstermektedir. Eğik çatılı serada güneye (sera azimut açısı 0° iken, C2 numaralı yüzey) bakan çatı yüzeyinin alanı diğer çatı yüzeylerinin alanlarına göre çok yüksek olduğu için çatı yüzeyinin alanı diğer seralardaki kadar çok etkin değildir. Aynı şekilde elips tipli serada çatı yüzeylerini oluşturan alanların büyük kısmının eğimi dik açığa yakın olduğu için seranın almış olduğu toplam ışıını açısından çok etkili değildir. Asma çatılı sera tipinde ise yan

duvarlar 90° den daha düşük değerlerde eğime sahip oldukları için çatı yüzeylerinin etkisi daha az hissedilmektedir.

Düz sera ve yay çatılı seralarda sera taban alanının 250m^2 ve daha aşağıya düşmesi ile birlikte sera azimut açıları da ciddi değişimler olmuştur. Bunun temelinde çalışmanın kuzey kutbunda bulunan bir enlem için yapılmış olmasının da etkisi vardır. Yüzeyin eğimi bulunduğu Çünkü sera taban alanının değişmesine bağlı olarak farklı boy/en oranları için sera eni de azalmaktadır. Sera eninin azalmasına bağlı olarak kuzeye ve güneye bakan çatı yüzeylerinin eğiminde ve yüzey alanında ciddi yükselmeler olmakta ve bu çatı yüzeyleri daha etkin hale gelmektedir.



Şekil 5.2. İncelenen sera tiplerinin kendileri için belirlenen optimum boy en oranlarındaki optimum sera azimut açılarının değişimi

Bu tez çalışmasının ikinci kısmını oluşturan konut binaları için yapılan güneş enerjisi analizinde, bir yıl kış dönemi ve yaz dönemi olmak üzere iki döneme ayrılmıştır. Bu aşamada birçok çalışmada yapılan uygulama kış aylarında en fazla ve yaz aylarında en az ışıınımı alacak tasarımların elde edilmesine yönelik olmaktadır. Ancak Bayburt'un iklim koşulları dikkate alındığında kış döneminin çok sert ve soğuk, yaz döneminin ise ılık geçtiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında Bayburt ili sınırları

içindeki konut binaları için yapılan güneş enerjisi analizinde kış döneminde alınan güneş ışıınının daha önemli ve gerekli olduğu kanaatine varılmıştır. Çalışma kapsamında yaz dönemi olarak 1 Mayıs - 1 Kasım tarihleri arası, kış dönemi olarak da 1 Kasım – 1 Mayıs tarihleri aralığı dikkate alınmıştır. Temel Parametre olarak bina azimut açısı ve binanın aldığı toplam ışıının dikkate alınmıştır.

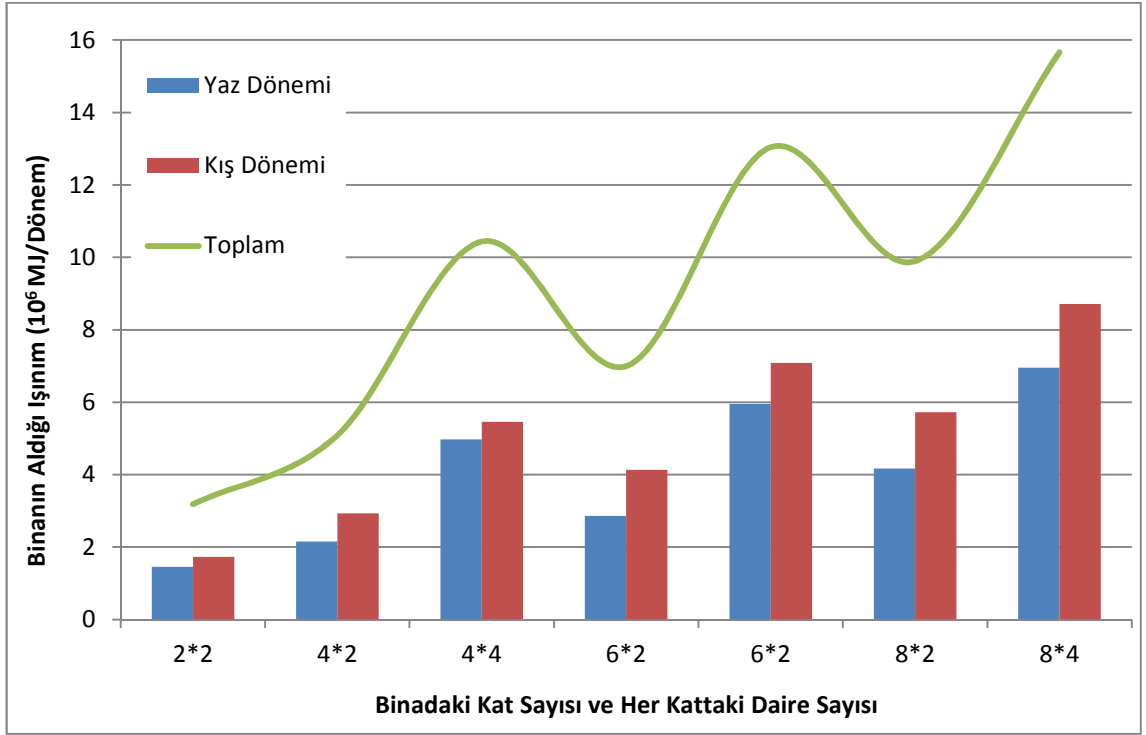
Çizelge 5.2 incelenen konut tipleri için en uygun bina azimut açılarını ve kış/yaz dönemlerinde alınan toplam ışıının miktarlarını göstermektedir. Şekilden anlaşıldığı gibi her katında iki daire bulunan binalar için optimum bina azimut açısı $14-18^{\circ}$ arasında değişirken, her katında 4 daire bulunan binalar için $23-27^{\circ}$ arasında değişmektedir. Sonuç olarak konut binaları için bina yüksekliğinden daha çok her katta bulunan daire sayısının daha önemli olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü her katta ki daire sayısının artması sonucunda binanın toplam yüzey alanında meydana gelen artış, kat sayısının artmandan meydana gelecek yüzey artışından daha fazladır. Şekil 5.3 incelenen bina tiplerinin optimum azimut açısında konumlandırılmaları durumuna yaz döneminde, kış döneminde ve yıllık toplam alacağı ışıının değişimini göstermektedir. Görüldüğü gibi bütün konut tipleri için kış döneminde alınan güneş ışıınını, yaz döneminde alınan güneş ışıınınından daha fazladır ve bu da Bayburt ili için istenen bir durumdur.

Çizelge 5.2. İncelenen bina tipleri için optimum bina azimut açıları ve toplam güneş ışıınımları

Kat Sayısı	2	4		6		8	
Daire Sayısı	2	2	4	2	4	2	4
a_2	18	15	27	14	24	14	23
Qo (Yaz)	1453115	2154185	4972490	2861943	5956462	4166146	6956460
Qo (Kış)	1728308	2930251	5463137	4134130	7082733	5725556	8709859

*Qo: MJ/Dönem, * a_2 : $^{\circ}$, birimlerinde sunulmuştur.

Şekil 5.3 üzerinde sunulduğu gibi bir binadaki kat sayısı ya da binanın herhangi bir katındaki daire sayısı arttıkça binanın aldığı toplam ışıında artmaktadır. Bu beklenen ve normal bir sonuçtur. Çünkü bu değişimler sonucunda binanın güneş gören toplam yüzey alanı da artmaktadır.



Şekil 5.3. İncelenen konut tiplerinin optimum bina azimut açılarında almış oldukları dönemlik ve yıllık ışıının karşılaştırılması

Bu çalışma kapsamında incelenen sera tipleri genel olarak en yaygın olarak kullanılan sera tipleri arasından seçilmiş ve bu seraların gerek boyutları ve gerekse taban alanları genel sera uygulamalarının ışığında belirlenmiştir. Ancak oluşturulan sayısal modelleme sadece bu çalışmada incelenen sera tipleri için değil, bütün sera tipleri ve ölçüleri için uygulanabilmektedir. Pratik uygulamalar açısından bakılırsa ve Bayburt'taki seracılığın henüz tam olarak profesyonelleşmemiş olduğu düşünülürse bir önceki bölümde Çizelge 3.3 ile sunulan algoritmanın tasarlanabilecek çok farklı şekillerdeki seralar içinde uygulanabileceği anlaşılmaktadır. Örneğin kurulacak herhangi bir seranın, kullanıcının arazisinin mevcut koşulları sebebiyle, sera azimut açısı ya da boy en oranı değiştirilemez olabilir. Bu durumda bildirilecek herhangi bir en boy oranı için optimum sera azimut açısı ya da bildirilecek herhangi bir azimut açısı için optimum boy en oranı belirlenebilir.

Yukarıda belirtilen ihtimallerin yanında sera kullanıcılarından gelen diğer talepler de karşılanabilir. Örneğin kullanıcı nisan ve kasım aylarında havanın aşırı soğuk

olmasından dolayı bu aylara öncelik vermek istiyorsa, bu durumda da o aylarda en fazla güneş ışıının alınacağı optimum şekil, ebat ve açı değerleri de belirlenebilir. Sonuç itibariyle bu çalışma kapsamında oluşturulan algoritma farklı yapıların ve binaların ilgili güneş enerjisi hesaplamaları için kullanılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel Gany A.M. ve Al-Helal I.M., 2010. Solar energy utilization by a greenhouse: General relations. *Energy and Buildings* ,43 (2011), 1740–1747
- Al-Helal I.M., Abdel-Ghany A.M. 2010. Optical properties and evaluation. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 57 (2010) 125–132
- Anonim-a 2012, <http://www.cevreonline.com/yakitlar/alternatif%20enerjiler>.
- Anonim-b 2012, www.serabirlik.com.
- Anonim-c 2012. <http://www.msxlab.org/forum/ziraat/81840-sera-ve-seracilik-hakkinda>.
- Anonim-d, 2012 Bayburt İl Kültür Turizm Müdürlüğü
- Balcı M. 2007. Çift Tüplü Taşıt Amortisörlerinin Modellenmesi ve Simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Cooper P.I. 1969 The absorption of solar radiation in solarv stills. *Solar Energy*. 12(no:3)
- Çakır U., Kaya M., Çomaklı K., Bakırcı K., 2011-a, Erzincan İli İçin Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinin Kombi/Şofben Sistemi İle Ortak Kullanılmasının Enerji Ve Ekonomik Analizi, Anadolu Enerji Sempozyumu, 22-24 Haziran 2011, Fırat Üniversitesi, Elazığ
- Çakır U., Çomaklı K. 2011-b. Hava Kaynaklı Bir Isı Pompasının Farklı Çalışma Şartları Altında Termodinamik Performans Analizi, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bildiriler Kitabı Cilt 1, S:177, 13-16 Nisan, İzmir
- Çakır U. and Çomaklı K. 2010-a, Energetic and Exergetic Analysis of A Solar Water Heating System, 5th International Ege Energy Symposium and Exhibition 2010 (IEESE-5) Abstract Book page:126
- Çakır U. and Çomaklı K. 2010-b, Energy and Economical analysis of solar water heating systems, International Sustainable Buildings Symposium (ISBS), 26-28 May 2010, Ankara, Turkey , Bildiri Kitabı Sayfa: 695-699
- Dayıoğlu M.A. 1991. Seralar İçin Alçak Enerji Sistemlerine İlişkin Güneş Kollektörlerinin Optimal Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Djevic M. ve Dimitrijevic A. 2008 Energy consumption for different greenhouse constructions Original Research Article *Energy*, Volume 34, Issue 9, September 2009, 1325-1331
- Dragičević Snežana M., Vučković Nikola M. 2007 Evaluation of distributional solar radiation parameters of Čačak using long-term measured global solar radiation data *Thermal Science*. Volume 11, Issue 4, Pages: 125-134
- Dragicevic S. M. 2011. Determining the Optimum Orientation of a Greenhouse On The Basis Of The Total Solar Radiation Availability *Thermal science*, Year 2011, Vol. 15, No. 1, pp. 215-221 221 .
- Duffie J.A., Beckman W. A., 1991 *Solar Engineering of Thermal Processes*, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York, USA,
- Duffie J. A., Beckman W. A., 1974 *Solar Energy Thermal Processes*. John Wiley and Sons.
- Ekincek M. 2009. Seraların Güneş Enerjisiyle Isıtılması. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Gediz G. 2004. Desing And Optimization Of A Zero Bulding, İzmir Instute Of Technology. Yüksek Lisans Tezi. İzmir Teknoloji Enstitüsü
- Gupta A. and Tiwari G.N. 2002. Computer model and its validation for prediction of storage effect of water mass in agreenhouse: a transient analysis *Energ. Convers Energy Conversion and Management* 43 (2002) 2625–2640
- Gupta R. ve Tiwari, G.N. 2005. Modeling of energy distribution inside greenhouse using concept of solarfraction with and without reecting surface on north wall *Building and Environment* (40) 63 – 71
- Gupta R., Tiwari G.N., Kumar A., Gupta Y. 2012. Calculation of total solar fraction for different orientation of greenhouse using 3D-shadow analysis in Auto-CAD *Energy and Buildings* 47 (2012) 27–34
- Impron I., Hemming S., Bot G. P. A. 2007. Simple Greenhouse Climate Model as a Design Tool for Greenhouses in Tropical Lowland, *Biosystems Engineering*, 98 , 79-89
- Gupta J.M., Chandra P. 2002. Effect of greenhouse design parameters on conservation of energy for greenhouse environmental control *Energy* Volume 27, Issue 8, August 2002, Pages 777–794
- Janjai S., Lamlert N., Intawee P., Mahayotha B., Bala B.K., Nagle M., Müller J., 2009. Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying of peeled longan and banana. *Solar Energy* 83 (2009) 1550–1565
- Kılıç A., Öztürk A. 1983. Güneş Enerjisi, Kipaş Dağıtım ve Yayıncılık
- Li S., Kurata K., Takakura T. 2000. Direct Solar Radiation Penetration Into Row Crop Canopies In A Lean-to Greenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology* 100 243–253
- MEGEP 2012, Bahçecilik ve Sera Yapım Teknikleri, Miili Eğitim bakanlığı. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. Ankara
- Pucar M.D. 2001. Enhancement of ground radiation ingreenhouses by reflection of direct unlight. *Renewable Energy* 26 (2002) 561–586
- Sethi V. P., 2009. On the Selection of Shape and Orientation of a Greenhouse, ermal Modeling and Experimental Validation, *Solar Energy*, 83, 1, 21-38
- Sethi V.P., Arora S. 2009. Improvement in greenhouse solar drying using inclined North wall reflection. *Solar Energy* 83 (2009) 1472–1484
- Sharma P.K., Tiwari G.N., Sorayan V.P.S. 1998. Parametric studies of a greenhouse for summer conditions. *Energy*, 23(9), 733–740
- Soriano T., Montero M.C., Sanchez-Guerrero M.C., Medrano, A.Anton, Hernandez,J. , Morales M.I.,Castilla, N. 2004. A Study of Solar Radiaton Transmission in Asymetrical Multi-span Greenhouses using Scale Models and Simulation Models, *Biosystem Engineering* (2004) 88(2), 243-253
- Tepe A. 1996. Antalya’da Güneş Enerjisi Kazanımı Açısından En Uygun Sera Yönünün Simülasyon Yöntemi ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tiwari G.N., Kupfermann A. Agrawal S. 1997. A new design of double condensing chamber solar still. *Desalination*, 114, p. 153.
- Tiwari G.N., Gupta A., Gupta R. 2002. Evaluation of solar fraction on north partition wall for various shapes of solarium by Auto-Cad. *Energy and Buildings* Volume 35, Issue 5, June 2003, Pages 507–514

- Tokgöz B. 2006. Yenilebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Sera Isıtmasında Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tong G., Christopher DM., Li B. 2009 Numerical modelling of temperature variations in a Chinese solar greenhouse. Computers and Electronics in Agriculture archive Volume 68 Issue 1, August,
- Uçkan, İ. 2006. Y.Y.Ü. Kampüsü ve Van Şehir Merkezinin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Vanthoor B.H.E., Gázquez, JC., Magán J.J., Ruijs M.N.A., Baeza E., Stanghellini C., Van Henten E.J., de Visser P.H.B. 2011. A methodology for model-based greenhouse design: Part 4, economic evaluation of different greenhouse designs: A Spanish case. Biosystems Engineering. Vol 111, (4), P:336–349

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Ordu’da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Ordu’da tamamladı. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Öğretmenliği Bölümü’nden 1996 yılında mezun oldu. 2010 yılında Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisli Bölümüne yüksek lisans öğrencisi olarak girdi. Milli Eğitim Bakanlığı’nda öğretmen olarak 15 yıl çalışmış olan Erol ŞAHİN, 2011 yılında kurum değiştirmiş olup halen Bayburt Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı’nda şube müdürü olarak çalışmaktadır.