

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK BİLİM DALI

MİMARLIK EĞİTİMİNDE FİZİKSEL HELİODON
KULLANIMININ ÖNEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halime Gizem AKSUN

İstanbul
Kasım - 2021

T.C.
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK BİLİM DALI

MİMARLIK EĞİTİMİNDE FİZİKSEL HELİODON
KULLANIMIN ÖNEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halime Gizem AKSUN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Ömer MİMAROĞLU

İstanbul

Kasım - 2021

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalı, Mimarlık Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Ömer MİMAROĞLU

Üye Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER

Üye Dr. Öğr. Üyesi Serhat ANIKTAR

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Metin TOPRAK

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Mimarlık Eğitiminde Fiziksel Heliodon Kullanımının Önemi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Halime Gizem AKSUN

ÖN SÖZ

Araştırmamın her aşamasında bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ömer MİMAROĞLU'na, eğitim alanında vermiş olduğu dersleri ile bize vizyon katan çok değerli hocamız Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER'e, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Serhat ANIKTAR'a teşekkürlerimi sunarım.

İş ortamımda sürekli beni motive eden, desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan çok değerli müdürüm Seren TATAR ELDELEKLİOĞLU'na, tez aşamasında beni yalnız bırakmayan, manevi her türlü desteği sağlayan değerli arkadaşlarıma özellikle de Restorasyon Uzmanı Y. Mimar Özlem REİSOĞLU UÇARKUŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tüm hayatım boyunca bana destek olan ve verdiğim her kararın arkasında durarak beni bu günlere getiren, sevgili anneme, babama ve her zaman yanımda olan kardeşlerim Saltuk Samed, Ahmet Buğra ve Zeynep'e sonsuz teşekkür ederim.

Halime Gizem AKSUN

İstanbul - 2021

ÖZET
MİMARLIK EĞİTİMİNDE FİZİKSEL HELİODON
KULLANIMININ ÖNEMİ

Halime Gizem AKSUN

Yüksek Lisans, Mimarlık

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ömer MİMAROĞLU

Kasım, 2021 - 96 Sayfa

Günümüzde yenilenemeyen enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması sebebi ile yenilebilir enerji kaynakları olan; güneş, rüzgar, biokütle, hidrolik, jeotermal, dalga gibi enerji kaynaklarını kullanma yönelimi artmıştır. Mimari tasarım ile yenilebilir enerji kaynakları birleştirilerek sürdürülebilir tasarım elde edilip, çevreye daha duyarlı yapılar inşa edilerek enerji kazanımı sağlanabilir. Günümüzde mimarlar ve mimarlık öğrencileri, mimari tasarım yaparken ve bina inşa ederken, mimari tasarımın ana kriterlerinden biri olan güneşlenme, güneş ısı ve enerjisini göz ardı ederek tasarım yapmaktadır. Bu şekilde yapılan tasarımların sonucunda, yapıda enerji kaybı, iç mekanda konfor şartlarının olumsuz olması, tasarımda yapılan gölgeleme elemanlarının işlevsiz olması ve buna benzer birçok problem ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma, yapı ile güneş arasındaki ilişkiyi ve mimari tasarım yapılırken güneş enerjisinin yapıdaki etkisinin neler olduğunu gözlemleyecek bir yöntem geliştirip, enerjinin daha verimli kullanılmasını ve yapılan tasarımın sürdürülebilir tasarıma uygun olmasını hedefler. Bu amaca yönelik olarak, dünyanın yüzeyinde çeşitli yerlerde ve zamanlarda meydana gelen güneşi ve gölge desenlerini simüle etmek için kullanılan Heliodon cihazı çeşitleri araştırılmış ve GHBC (Güneş Hareketi Benzetim Cihazı) adı verilen yeni bir modül tasarlanmıştır. Araştırmanın sonucunda, tasarlanan GHBC uygulama maketiyle birlikte mimarlık atölyelerinde öğrencilere cihazın özellikleri tanıtılıp, öğrencilerin güneşin yapıya etkisini kolaylıkla inceleyip tasarım yapabilme olanaklarının olduğunu gösterilecektir ve tasarlanan sistem okulumuzda (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'nde) bilimsel araştırma projesi (BAP) için yapılacak olan cihazın tasarım altlığını oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilir tasarım, heliodon, gün ışığı, enerji simülasyonu

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF USE OF PHYSICAL HELIODONE IN ARCHITECTURE EDUCATION

Halime Gizem AKSUN

Master, Architecture

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Ömer MİMAROĞLU

November, 2021 – 96 Pages

Nowadays, due to the decrease of non-renewable energy sources day by day, renewable energy sources; the tendency to use energy resources such as solar, wind, biomass, hydraulic, geothermal, and wave has increased. By combining architectural design with renewable energy sources, sustainable design can be obtained, and energy gain can be achieved by building more environmentally sensitive Buildings. For the time being, most architects and architecture students design their projects by ignoring sunbathing, solar heat, and energy, which are some of the main criteria of the architecture design process. As a result of these environmentally unconsidered architectural designs, energy loss, building occupants discomfort conditions, dysfunctional shading elements, and many similar problems arise.

Therefore, this study aims to develop a method to observe the relationship between the building and the sun. Architects then could understand the effect of solar energy when the architectural design is made. In addition, this will lead to the use of energy more efficiently and ensure that the project is following sustainable design principles.

For this purpose, a new tool (Heliodon) called Solar Motion Simulation Device had been designed. This type of Heliodon device simulates sun and shadow patterns occurring at various locations and times on the earth's surface. As a result, this study shows the device's features introduced to the students in the architecture design studio. In addition, the students realize that they can easily examine and design the effect of daylight on the building. The developed device has been formed per the scientific research project (BAP) to be carried out in Istanbul Sabahattin Zaim University's architecture department. Finally, this study shows the importance of teaching passive solar systems, sustainable design knowledge, and advanced daylighting strategies for

new graduate architects and guides how to implement them in the current architectural schools.

Keywords: sustainable design, heliodon, daylight, energy simulation



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımlanması	2
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Yöntemi	2
1.4. Literatür Özeti	3

İKİNCİ BÖLÜM

YAPI TASARIMINDA GÜNEŞ ETKİSİ	8
2.1. Güneş Denetimi.....	10
2.1.1. Güneş ve Güneş Işınımı	11
2.1.2. Dünyanın Devrimi.....	13
2.1.3. Güneş Açılırları	16

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HELİODON CİHAZI	21
3.1. Daha Önce Uygulanan Heliodon Cihazları	22

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GÜNEŞ HAREKETİ BENZETİM CİHAZI İMALAT AŞAMASI	43
---	----

4.1. Tasarılan GHBC Cihazı (Parça Özellikleri).....	43
4.1.1. Dönen Siyah Çerçeve Halka	44
4.1.2. Halkalar ve Işıklar	46
4.1.3. Makaralar	49
4.1.4. Taşıyıcı İskeleti	51
4.1.5. Model Standı	53
4.2. Cihazın Potansiyelleri (Faydaları, Kullanım Alanları, Kullanacak Profil Bilgisi, Cihazın Kullanım Şekli).....	59
4.2.1. Vantilatör Sistemi	60
4.2.1.1. Vantilatör Sistemi 1. Öneri	61
4.2.1.2. Vantilatör Sistemi 2. Öneri	62
4.2.1.3. Vantilatör Sistemi 3. Öneri	64
4.2.2. Kamera Sistemi	66
4.2.3. Halkanın Hareket Sistemi	67
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ.....	68
KAYNAKÇA	70
EKLER.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	84

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri.....	32
Tablo 4.1: Taşıyıcı iskelet sistem parçaları.....	52



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Güneş ışınımının enerji etkin bina tasarımı ile bağlantısı.....	8
Şekil 2.2: Güneşin yapı kabuğuna etkisi ve yapının yönelimi.....	9
Şekil 2.3: Güneşin gölgeleme elemanı ile ilişkisi.....	10
Şekil 2.4: Güneş Enerjisi	12
Şekil 2.5: Güneş ışınım tayfı (görüntüsü).....	13
Şekil 2.6: Tutulum (ekliptik) sistem	14
Şekil 2.7: Dünyanın güneş çevresinde yıllık dolanımı (Enlemler ve mevsimler)	15
Şekil 2.8: Düşey düzlemde güneş ve mevsimler	15
Şekil 2.9: Yatay düzlemde güneş ve mevsimler	16
Şekil 2.10: Güneşin geliş açıları	17
Şekil 2.11: Güneşin açıları.....	18
Şekil 2.12: Güneşin geliş açılarının tanımlanması	18
Şekil 2.13: Deknilasyon açısı	20
Şekil 3.1: Auburn Üniversitesi'nde uygulanan heliodon.....	23
Şekil 3.2: Taramalı gökyüzü simülatörü.....	24
Şekil 3.3: Chiang Mai Üniversitesi'nde uygulanan heliodon.....	25
Şekil 3.4: Masaüstü heliodon sitemi.....	26
Şekil 3.5: İnteraktif heliodon sistemi.....	27
Şekil 3.6: Ljubljana Üniversitesi'nde uygulanan heliodon	28
Şekil 3.7: Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nde heliodon	29
Şekil 3.8: Lanher tarafından geliştirilen heliodon modeli	30
Şekil 3.9: Cidepe heliodon EQ219	31
Şekil 4.1: GHBC perspektif görünüşü	43
Şekil 4.2: GHBC model siyah dönen çerçeve halkaları	44
Şekil 4.3: GHBC model bağlayıcı siyah çerçeve.....	45
Şekil 4.4: GHBC model siyah çerçeve tutucu	46
Şekil 4.5: Işık halkalarının plan ve görünüşü	47
Şekil 4.6: Işık halkalarının perspektif görünüşü	48
Şekil 4.7: GHBC model plan	48
Şekil 4.8: Her halkaya monte edilmiş ışıklar.....	49
Şekil 4.9: Makara ve denge makarası	50

Şekil 4.10: Bağlayıcı siyah çerçeve	50
Şekil 4.11: Taşıyıcı iskelet.....	51
Şekil 4.12: Enlem göstergesi	53
Şekil 4.13: Model standı.....	54
Şekil 4.14: Model standı katlanmış hali perspektif görünümü	55
Şekil 4.15: Model standı katlanmış hali arkadan görünümü	55
Şekil 4.16: GHBC bağlayıcı siyah çerçeve maket görünümü	56
Şekil 4.17: GHBC dönen siyah çerçeve halka ve ışık halkaları maket görünümü	57
Şekil 4.18: GHBC taşıyıcı iskelet ve model stant maket görünümü	58
Şekil 4.19: GHBC maket perspektif görünümü.....	58
Şekil 4.20: GHBC maket ön görünümü.....	59
Şekil 4.21: Vantilatör görünümü	61
Şekil 4.22: Vantilatör sistemi 1. öneri kesit görünümü	62
Şekil 4.23: Vantilatör sistemi 2. öneri kesit görünümü	63
Şekil 4.24: Vantilatör sistemi 2. öneri plan görünümü.....	63
Şekil 4.25: Vantilatör sistemi 3. öneri kesit görünümü	64
Şekil 4.26: Vantilatör sistemi 3. öneri plan görünümü.....	65
Şekil 4.27: Kamera sistemi görünümü	66

KISALTMALAR LİSTESİ

BAP	: Bilimsel Araştırma Projesi
GHBC	: Güneş Hareketi Benzeten Cihazı
vd	: Ve Diğerleri



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ve yaşam konforunun değişmesi ile enerji tüketimi oranı her gün daha çok artmaktadır. Çoğu alanda enerjinin kontrolsüz ve gereksiz şekilde kullanılması ile doğa tahribatı artarak küresel ısınma hızla ilerlemektedir. Oluşabilecek çevre problemlerini en aza indirmek amacıyla ile çevresi ile uyumlu, enerji korunumu dikkate alınan yapıda sürdürülebilir tasarım arayışları başlamıştır.

İnşaat sektörü, enerji tüketim ve çevreye oluşturduğu olumsuz etki oranı diğer parametrelere göre çok daha fazladır. Bu nedenle yapının tasarım sürecinden kullanım sürecine kadar enerji tüketiminin ve çevre ile olan uyumu öncelikli olarak incelenmelidir. Yapının çevreye olumsuz etkisini en aza indirmek için tasarımlarda; Enerji Etkin Bina Tasarımı, Sürdürülebilirlik, Akıllı Kentler, Yeşil Çatılar, Ekolojik Bina gibi birçok yaklaşım ortaya çıkmıştır. Ortak amaçları; yapılarda doğal enerji kaynaklarını kullanarak çevreye en az hasarı vermektir (Uslusoy Şenyurt,2018).

Yapılarda aydınlatma, ısıtma ve soğutma için enerji tüketilerek mekan konforu oluşturulmaya sağlanır ve enerji tüketimi en çok bu alanlarda kullanılmaktadır. Binanın iç ve dış çevresi arasında bağlantıyı kuran yapı kabuğunun, enerji korunumunda oldukça fazla etkisi olduğundan dolayı sürdürülebilir etkisi olacak şekilde tasarlanmalıdır.

Yapı kabuğunun sürdürülebilir olması için; çevre şartlarına uygun konumlandırılması, yazın istenmeyen güneşi yok etmesi, kışın güneş enerjisinden mümkün olduğunca en üst düzeyde faydalanması, yapının iç ve dış mekan arasındaki enerji kaybının en aza indirilmesi gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir. Bu durumu göz önünde bulundurursak yapı kabuğunun; yönlendirme, cam-duvar oranı, gölgeleme elemanı ve cam türü gibi parametreler ile bağlantılı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu parametrelerden herhangi biri göz ardı edildiğinde yapının enerji korunumu oranında olumsuz etkisi artacaktır. Güneş enerjisinin yapı kabuğuna birebir etkisi olduğu belirtirsek, sürdürülebilir yapı tasarımlarını etkin kullanabilmek ve güneş enerjisini verimli kullanılabilmek amacıyla konu ile ilgili birçok araştırma yapılmalıdır.

1.1. Problemin Tanımlanması

Enerji kaynaklarının kontrolsüz kullanılmasıyla ortaya çıkan olumsuz çevre şartlarında büyük payı olan binalarda, tasarım yapılırken enerji etkin bina tasarım kriterlerine dikkat edilmediği için enerji kayıp oranı gün geçtikçe artmaktadır.

Tasarım yapılırken göz ardı edilen bu kriterler, ilerleyen süreçlerde olumsuz etkileri daha da artarak sadece binada yaşayan kişileri değil çevresini de olumsuz şekilde etkileyecektir. Bu yüzden günümüzde yerleşim alanlarında kaynakların hızla tüketilmediği, doğa ile uyumlu sürdürülebilir mimari tasarım oluşturmak tasarımcıların ana hedefi olmuştur. Sürdürülebilir yapıda enerji etkin bina tasarım kıstasların temelini oluşturan güneş ve yapı ilişkisinin önemi mimarlık eğitimlerinde, ders programı yoğunluğu nedeni ile çok fazla vurgulanamamaktadır. Yeteri kadar vurgu yapılmadığı için genel olarak güneş ve yapı ilişkisi önemsenmeden tasarım yapılmaktadır. Konuya dikkat çekmek ve güneşi tasarımda her zaman referans olarak kullanmak amacı için etkili yöntemler aranmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Yapı ile güneş enerjisinin arasındaki bağlantıyı en etkin şekilde gösteren bir yöntem geliştirmek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Oluşturulacak olan yöntem sayesinde çıplak göz ile güneş enerjisi ve yapı ilişkisi gözlemlenerek mimarlık öğrencileri ve mimarların tasarımda birebir etkileşim içerisinde olması sağlanacaktır.

1.3. Araştırmanın Yöntemi

Yapı ile güneş arasındaki ilişkisinde güneşin hareketlerini gösteren yöntemler incelenmiş ve insanoğlunun gerçek ortamda gördüğü şeyleri hafızasında daha kolay saklayabildiği için heliodon cihazı kullanımına karar verilmiştir. Heliodon adı verilen dünyanın yüzeyinde çeşitli yerlerde ve zamanlarda meydana gelen güneşi ve gölge desenlerini simüle etmek için kullanılan cihaz çeşitleri araştırılıp farklı özellikler eklenerek Güneş Hareketi Benzetim Cihazı (GHBC) adı verilen yeni bir modül tasarlanacaktır.

1.4. Literatür Özeti

Yapı Kabuğu, güneş ışığı, enerji korunumu ve güneş hareketini simüle eden heliodon cihazı ile ilgili yapılan araştırmalar hakkında kısa bilgiler verilecektir.

Ülkemizde tasarımda günışığı konusunda öncülük eden Zeren (1956) çalışmasında; güneşin dünya üzerinde ve mimari tasarımda etkisini anlatmaktadır.

Mitalas (1964) ders notlarında; güneş ışığı ve gölgelerin mimari tasarımda etkisi hakkında bilgileri tasarladığı heliodon aleti ile anlatmaktadır.

Güneş ışınımının yapı üzerindeki etkisinin incelenmesi ve iklim koşullarına uygun iç mekan tasarımı yapılması için araştırma yapan Demir (1973) çalışmasında; ülkemizde inşa edilecek yapıların güneş ışınımına karşı uygun tedbir yöntemleri diyagram ve örnekler ile açıklanmıştır.

Güneş denetimi hakkında araştırma yapan Kılıç Sirel (1991) çalışmasında; Prof. Dr. Şazi Sirel tarafından ortaya çıkartılan “Gölge Eğrileri Yöntemini” kullanarak güneş denetiminin yapılardaki etkisini ve önemini anlatmaktadır.

Cheung, vd. (2000) makale çalışmasında; 69 adet sabit kuvars lamba ve 6 adet dikromatik ışıktan oluşan çok lambalı heliodon cihazı özellikleri anlatılmaktadır.

Mimarlık stüdyolarında güneş hareketinin incelenmesi için heliodon cihazı kullanımı için araştırma yapan Cheung (2001) makale çalışmasında; güneş ışığının yön ve paralellik özelliklerini simüle eden, düzlemde az yer kaplayan, maliyeti düşük yeni tasarlanan, masa üstü heliodon sisteminin özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Mimarlık tasarım stüdyosunda uygun fiyatlı ve az yer kaplayan masa üstü heliodon sistemi geliştirilen araştırma yapan Cheung ve Chung (2002) makale çalışmasında; güneş ışığının yön ve paralellik özelliklerini simüle eden masa üstü heliodon hakkında bilgi verilerek olumlu ve olumsuz yönleri karşılaştırılmıştır.

Güneş geometrisi hakkında araştırma yapan Szokolay (2007) çalışmasında; güneşin yıllık hareketlerinin oluşturduğu etkiyi anlatmaktadır.

Güneş enerjisinin kullanımını mimarlık öğrencilerine anlatmak için heliodon sistemi hakkında araştırma yapan Lechner (2009) çalışmasında; tasarımı basit, maliyeti düşük bir masa üstü heliodon sistemi tasarlamış ve özellikleri hakkında bilgi vermiştir.

İlkokul yapılarındaki bina kabuklarının enerji etkin iyileştirme yöntemleri hakkında araştırma yapan Zeybek (2009) tez çalışmasında; İstanbul, Erzurum, Ankara, Antalya ve Diyarbakır illerinde bulunan ilkokul binasındaki enerji kazanımını, o iklim bölgesindeki tüm okullara uygulayarak, okul binalarındaki toplam enerji kazanımını hesaplamayı ve bu 5 farklı ilden elde edilen veriler çizelgeler ile gösterilerek enerji kazanımlarının farklı bölgelerde nasıl olacağını belirtmiştir.

Mimari tasarımın temel öğelerinden biri olan günışığının kullanımı hakkında araştırma yapan Arpacıoğlu (2010) doktora çalışmasında; günışığı ve fiziksel çevre parametrelerinin, mimari tasarım sürecini geliştirecek şekilde uyarlanması ve tasarımda gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olacak bir “Tasarım Destek Yaklaşımını” anlatmaktadır.

Mimarlık stüdyolarında kullanılacak heliodon için şartname oluşturmak amacıyla araştırma yapan Fernandes ve Cunha (2011) çalışmalarında; birçok heliodon örnekleri incelenerek karşılaştırılmış ve özellikleri belirtilmiştir.

Sürdürülebilir mimari tasarımda ön planda olan gün ışığının etkisi hakkında araştırma yapan Tango (2011) çalışmasında; güneş ışığının hareketlerinin hem bilgisayar ortamında hem fiziksel ortamdaki görünümünü anlatmıştır.

Yapı ölçeğinde, yapıdan kaynaklanan çevre kirliliğinin önüne geçilebilmesi için, yapı üretim ve kullanım sürecinde, yapı kabuğunun çevresel etkilerinin belirlenmesi amacıyla araştırma yapan İlgin Erkmen (2012) doktora tez çalışmasında; Ankara ili (TS 825- 3. Bölge) ve İzmir ili için (1. Bölge), yönetmeliğin verdiği sınır U değerleri dikkate alınarak yapı kabuğu kesitleri oluşturularak her iki bölge için veri karşılaştırılması yapılmıştır.

Pasif ev parametreleri hakkında araştırma yapan Ömerca Akyol (2012) çalışmasında; Antalya özelinde, Desing Builder simülasyon programı kullanılarak; pasif ev tasarım parametreleri, yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, pencere boyutları, bölgesel gölgeleme elemanı kullanımının bina enerji performansına etkisini analiz etmiştir.

Mercek kullanılarak yeni bir heliodon sistemi oluşturmayı amaçlayan Cheung, vd. (2012) çalışmada; Fresnel mercek ile imalat edilen heliodon sisteminin olumlu ve olumsuz özellikleri anlatılmıştır.

Güneş yörünge hareketlerinin mimarlık eğitiminde kolay ve hızlı şekilde anlatılabilmesi için araştırma yapan Fernandes, vd. (2013) çalışmalarında; güneşin görünür hareketlerinin simüle edilerek gösterilmesi için yeni bir heliodon sistemi geliştirilerek özellikleri anlatılmıştır.

Dünya yüzeyinde herhangi bir noktada güneş ışığının hareketinin anlaşılabilmesi için araştırma yapan Mursch-Radlgruber (2013) çalışmasında; tek ışık kaynağı olan masa tablası sabit elektrik gücü ile çalışan bir heliodon sistemini anlatmıştır.

Güneşin kentsel doku üzerindeki etkisi hakkında araştırma yapan Mahaya (2014) çalışmasında; Batna şehrinde bulunan yapıları Autocad programında modelleyerek tasarımın güneş ile ilişkisini Solene simülasyon programı kullanarak inceleyip binanın formu, yönelimi ve güneş enerjisinin kullanımı hakkında sonuçlar elde ederek güneş enerjisinin yapıda daha elverişli kullanılması için öneriler anlatılmaktadır.

Güneşin yıllık hareket analizini öğrencilerin birebir etkileşim içerisinde olarak öğrenmesi amacıyla araştırma yapan Doberneck ve Knechtel (2014) makale çalışmalarında; Norbert Lechner tarafından yapılan heliodon sistemini bir ekip kurarak, daha uygun maliyetli ve taşınabilir ölçekte cihaz tasarlamışlardır. Tasarlanan yeni prototip mimarlık stüdyolarında derslerde kullanılarak öğrencilerin gerçek ortamda analiz yapmalarına olanak sağlamıştır.

Biyoklimatik mimari tasarımında geniş yelpazede yer alan güneş ve güneş enerjisi hakkında araştırma yapan Zambrano, vd. (2014) çalışmalarında; heliodon sistemlerinde kullanılan materyaller, yöntemler ve simülasyon programlarında kullanılan güneş analizi, fiziksel ortamda kullanılan güneş analizleri hakkında bilgiler anlatılarak mimari tasarımda güneşin görünen hareketinin farklı yöntemler ile incelenebileceği araştırılmıştır.

Enerji etkin pasif sistem parametreleri hakkında araştırma yapan Keskin (2014) tez çalışmasında; ılıman- nemli iklim bölgesinde yer alan Trabzon'da altı adet belirlenen toplu konutlarda pasif sistemdeki durumları incelemiştir.

Dünya genelinde güneş hareketinin incelenmesi için kullanılan heliodon sistemi hakkında araştırma yapan Dale Dolan, vd. (2015) çalışmada; uygulama aşamalarını anlatan Cal Poly Heliodon adı verilen yeni bir cihaz tasarımı yapılmıştır.

Ofis binaları için; yönlenme, opaklık saydamlık oranları ve cam türleri gibi pasif tasarım parametrelerinin enerji verimliliğine etkisinin incelenmesi amacıyla araştırma

yapan Ünalın (2016) doktora tez çalışmasında; Design Builder (DB) isimli bina enerji simülasyonu programı kullanarak, yeni yapılacak ofis- büro yapılarının enerji etkin bina tasarımlarına yönelik ısıtma- soğutma enerji tüketme ve yapı kabuğu odaklı yönelme, opaklık - saydamlık oranı ve cam türü gibi parametrelerini enerji tüketimine etkilerini analiz etmiştir.

Güneş yörüngesinin hareketini temsil eden heliodon sisteminin geliştirilmesi için araştırma yapan Iturbide-Jimenez, vd. (2016) çalışmalarında; değer mühendisliği ile heliodon sistemini birleştirerek yeni bir tasarım oluşturmuş ve cihaz özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

İklimlerin yapı kabuğundaki saydamlık oranına etkisi hakkında araştırma yapan Aydınol (2016) çalışmasında; binalarda en fazla enerji tüketimi kullanılan iklimlendirme sistemlerinin ısıtma ve soğutma enerji yükleri için olduğu bilinen DesignBuilder ve EnergyPlus bina simülasyon programları ile, karesel formda, ev işlevi verilen ve blok diye adlandırılan bir yapı tasarlanarak yapı kabuğundaki saydamlık oranlarının yapı enerji performansına etkisini incelemiştir.

Mimarlık öğrencilerini yeni bir heliodon tasarımı uygulamasına teşvik etmek amacıyla yapılan Maged G., vd. (2017) çalışmalarında; yatay düzlemde basit heliodon cihazı tasarlayarak cihazda oluşan güneş hareketi verilerini simülasyon programı ile karşılaştırılıp doğruluğu kanıtlanmış ve sonucunda yeni bir heliodon örneği oluşturulmuştur.

Gölgeleme elemanlarını ve gölgeleme elemanlarının biçimlerini, uygulama süreçlerini, sistem bileşenlerini, bağlantılarını, malzemelerini, performans ölçütlerini açıklamak ve değerlendirmek amacıyla araştırma yapan Özyer (2017) tez çalışmasında; İstanbul ilinde bulunan örneklerin gölgeleme elemanlarının özelliklerini incelemiştir.

Mimarlık eğitiminde güneş analizinin öğrencilere bilgisayar ortamında ve fiziksel ortamda gösterilerek incelenmesi amacıyla araştırma yapan Pajek, vd. (2018) bildiri çalışmasında; bilgisayar simülasyon programları ve fiziksel heliodon cihazı kullanılarak güneş hareketi analizi ile ortaya çıkan sonuçlar ve her iki inceleme yöntemi anketler ile öğrenciler tarafından karşılaştırılmıştır.

Kullanıcıların konfor koşullarından ödün vermeden yıllık enerji tüketiminin azaltılması, yapı kabuğu tasarım parametreleri kapsamında değerlendirilmesi amacıyla

araştırma yapan Deniz (2018) tez çalışmasında; Referans yapının Design Builder enerji simülasyon programında modellenmesi yapılarak aylık ve yıllık enerji tüketimleri hesaplanmış ardından enerji etkin yapı tasarımı kapsamında yapı kabuğu alternatifleri oluşturulmuştur. Geliştirilen yapı kabuğu alternatifleri için ilk yatırım maliyetleri, yıllık enerji tüketim maliyetleri ve enerji kimlik sınıfları hesaplanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilerek gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Ofis yapılarında tasarlanacak gölgeleme elemanlarının cam türü, cam-duvar oranı, pencerenin baktığı yön ile aynı anda değerlendirilmesine olanak veren ve ön tasarım aşamasında yapı kabuğu tasarım parametrelerinin, enerji performansı üzerine etkisini kıyaslamalı olarak tahmin eden bir yaklaşım sunma amacıyla araştırma yapan Uslusoy Şenyurt (2018) doktora tez çalışmasında; Design Builder simülasyon programı, SPSS programı, Regresyon analizi yöntemi ile elde edilen formül; Visual Basic.Net dilinde yazılarak, karşılaştırmaya olanak veren enerji tahmin aracına dönüştürülerek, toplam enerji tüketim değerinin %78,6'sının, yapı kabuğunda tasarlanacak gölgeleme elemanı, cam türü, cam duvar oranı ve yönlere bağlı açıklanabildiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hakkında araştırma yapan Tekbıyık (2018) çalışmasında; sürdürülebilir mimarlıkta kamu binalarında, yenilenebilir enerji kaynaklarını, kullanım yöntemlerini ve uygulama örneklerini inceleyerek değerlendirmiştir.

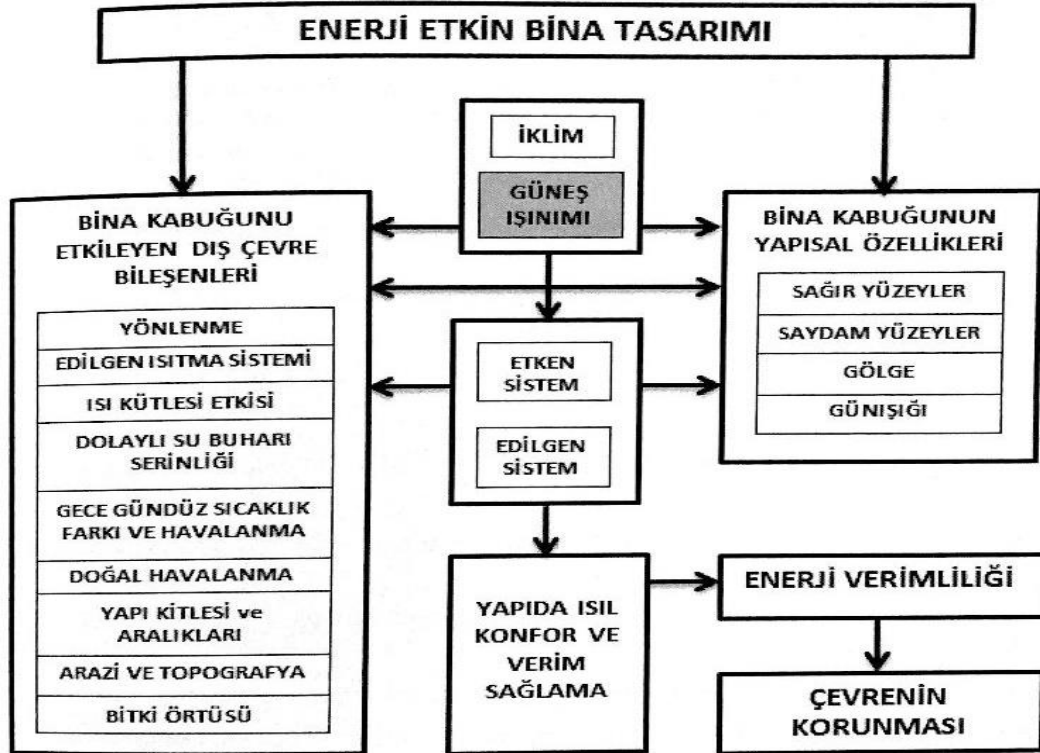
Kentsel dokuların enerji tüketim ve üretim performansına dayanan bir optimizasyon (en iyi seçenek, mutlaka kriter olmalı ve kriterlere göre alternatif tasarım- seçenek olmalı) amacıyla araştırma yapan Beyaztaş (2020) doktora tez çalışmasında; EnergyPlus simülasyon sistemi kullanılarak belirlenen binaların referans kent dokuları içerisinde enerji tüketim performansları hesaplanmış ve sonuçları grafik olarak sunulmuştur. Sonuçlar detaylı analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Yapı kabuğunun enerji tasarrufu alanında araştırma yapan Ceyrancı (2020) tez çalışmasında; kamu binası özelinde standart ve yönetmeliklere uygun olarak geliştirilen yapı kabuğu iyileştirme alternatiflerinin enerji kimlik sınıfı performansı iklim bölgelerine göre değerlendirilmekte ve bölgeler arası performans farklılığı irdelenmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

YAPI TASARIMINDA GÜNEŞ ETKİSİ

İnsanoğlu, geçmişten günümüze kadar ihtiyaçlarını karşılayabilmek için birçok enerji kaynakları kullanmıştır. Kontrolsüz kullanım ve nüfus oranının artması ile kullanılan bu enerji kaynakları ciddi oranda azalmaya başlamıştır. Mimari tasarımda enerji etkin bina tasarımı ile bağlantılı “Sürdürülebilir Mimarlık” felsefesi ile enerji kaynaklarının korunması, mimaride enerji tüketimini ve çevre kirliliğini azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ön planda olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan ve enerji etkin bina tasarımında önemli bir yere sahip olan güneş ışınımının, bina tasarımına etkisi Şema 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Güneş ışınımının enerji etkin bina tasarımı ile bağlantısı

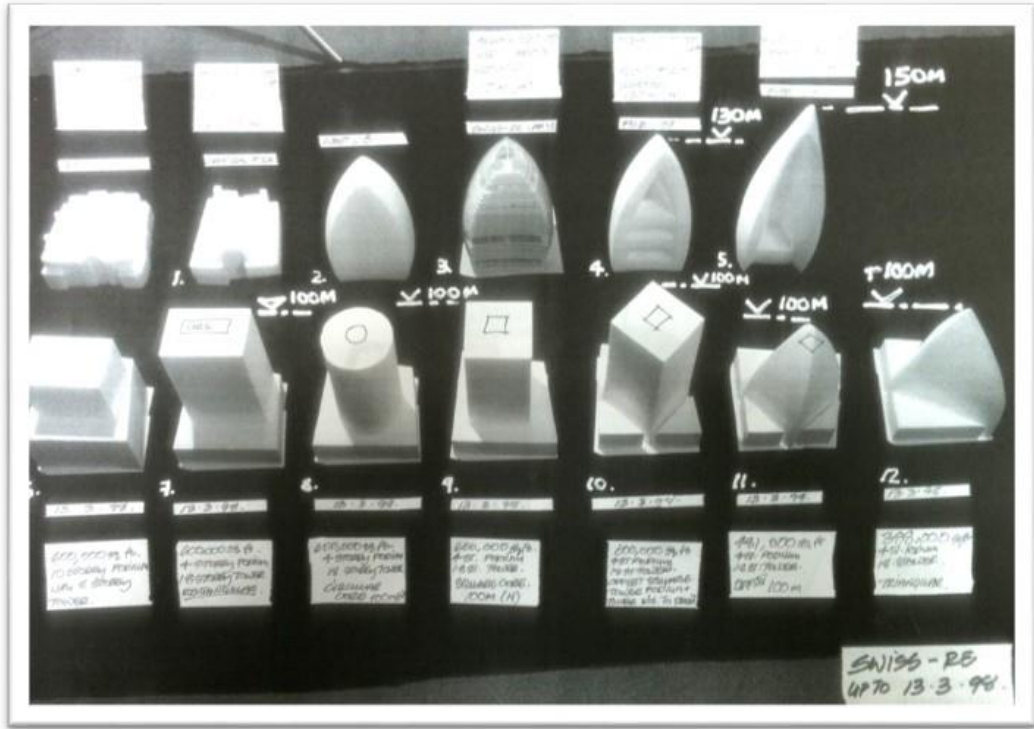
Kaynak: Yüceer, 2015

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin, dünya atmosferi dışında bulunduğu için dünya genelinin çoğu yerinde etkisi bulunmaktadır. Türkiye üzerinde bulunduğu enlemler açısından güneş enerjisinden 2.derecede yararlanabilen

(30° - 45° Enlemleri) ülkeler arasında yer almaktadır. Bu avantajlı konumundan dolayı yapılarda güneş enerjisi kullanımı önemli yere sahiptir.

Doğal aydınlatma, yapı kabuğu, yapı formu, yönlenme, planda bölgeleme, gölgeleme elemanları gibi yapı tasarım parametrelerini oluşturan bu öğeler güneş ile birebir etkileşimindedir. Güneşten gelen ışık açıları yapı kabuğunu tasarlarken referans olabilir. Her mevsim ve her konum için güneşten gelen açılar farklı geldiği için farklı yapı formları tasarlanmaktadır ve yapı yönelimi değişmektedir (Şekil 2.2). İklim bölgelerine göre ayırırsak yapı kabuğu formları;

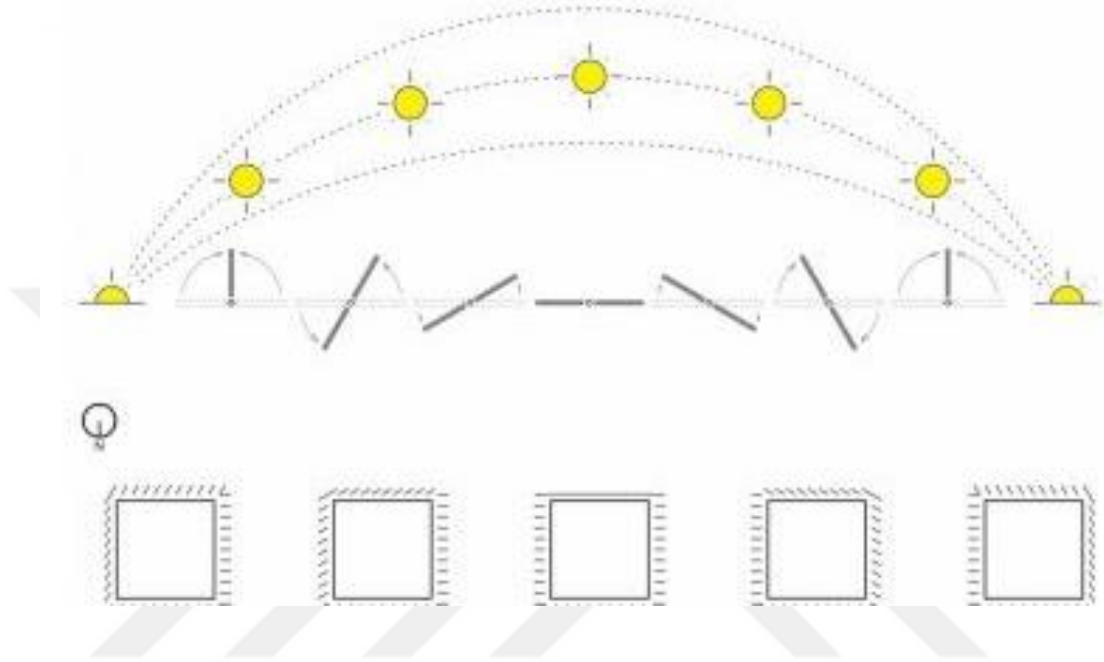
- Sıcak nemli iklim bölgelerinde; rüzgar hakim, uzun dikdörtgen yapı formu
- Sıcak kuru iklim bölgelerinde; iç mekanı açık yüzeyli avlulu, kare yapı formu
- Soğuk iklim bölgelerinde; dış yüzeyi minimize eden, kompakt, kare vb. tabanlı yapı formu
- Ilıman nemli iklim bölgelerinde; dikdörtgen ya da serbest planlı yapı formu
- Ilıman kuru iklim bölgelerinde; kareye yakın kompakt yapı formu şeklinde belirtilebilir (Keskin, 2014).



Şekil 2.2: Güneşin yapı kabuğuna etkisi ve yapının yönelimi

Kaynak: Url 1

Hareketli ve sabit gölgeleme elemanları kullanılarak yapıda enerji korunumu sağlanmaktadır. Gölgeleme elemanı tasarımı yapılırken güneşin yapı üzerindeki yıllık oluşturduğu etki dikkate alınır. Hareketli gölgeleme elemanına örnek olarak güneş ile ilişkisi Şekil 2.3 de belirtilmiştir.



Şekil 2.3: Güneşin gölgeleme elemanı ile ilişkisi

Kaynak: Url 2

2.1.Güneş Denetimi

Güneş denetimi, mimaride güneş ışınımından yararlanma ve koruma olarak iki ayrı alanda incelenen bir konudur. Yapı kabuğu tasarımında özellikle öne çıkan güneş denetiminde; iklim verileri, yapay ve doğal çevre koşulları, yerleşim alanlarının bulunduğu enlem, yapıların işlevi ve kullanım süreleri önemli etkidir. Bu parametreler dikkate alınarak yapılarda güneş ışınımından yararlanma ve korunma durumları incelenmelidir.

Yapıda güneş denetimi ile ilgili çalışmaların doğruluğu, güneş ışınlarının açılarının gerçek değerinin bilinmesiyle sağlanır. Bu açı değerleri güneşin gökyüzü üzerindeki konumunu belirlemektedir. Güneşin belirli tarih ve saatlerde gökyüzü üzerindeki yerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler;

- Diyagram kullanılması,
- Bilgisayar, simülasyon programlarının kullanılması,
- Yerde gözlem yapılması,
- Heliodon vb. araçlarla deneysel çalışmaların yapılması,

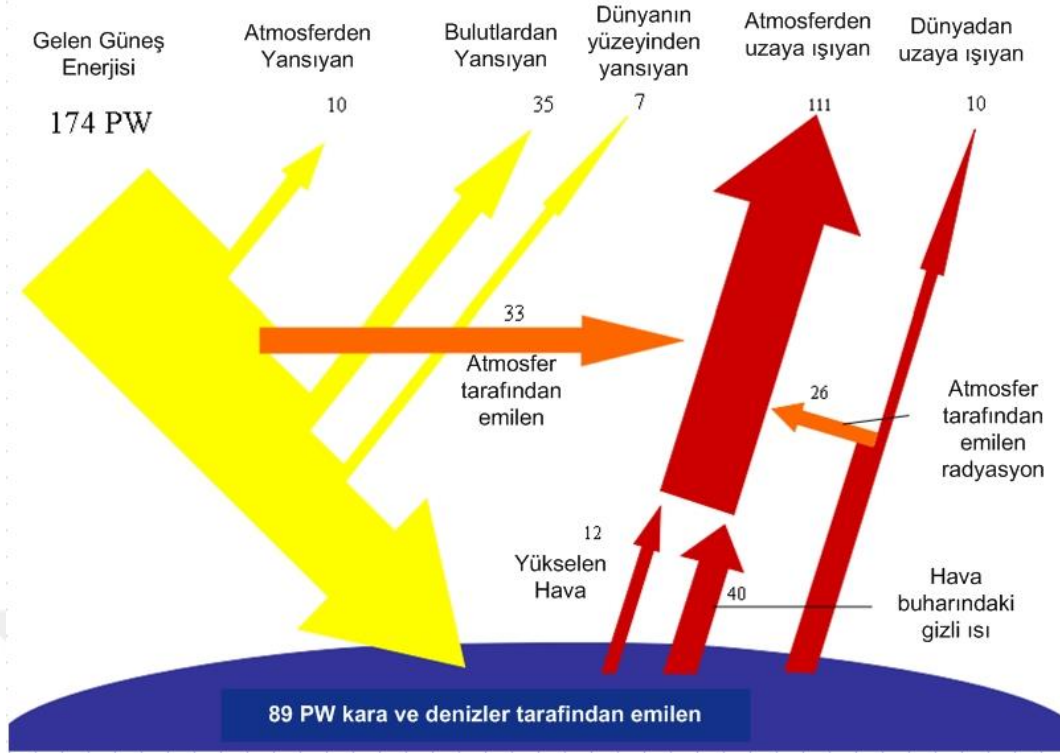
şeklinde sıralanabilir. Bu yöntemlerin veri değer durumları kullanım farklılıklarından dolayı birbirinden ayrı değer gösterebilir (Şerefhanoglu Sözen, 2010).

Bu önerilerden “Heliodon Yöntemi” fiziksel ortamda daha belirgin ve gerçeğe yakın olduğu için mimarlık öğrencileri ve mimarlar tarafından kullanılması avantajlı olacaktır. Tez çalışmasında da heliodon ile ilgili detaylı araştırma yapılarak özellikleri incelenmiştir.

2.1.1. Güneş ve Güneş Işınımı

Sınırsız enerjisi olan güneş, çevre kirliliği olmayan, bağımsız, depolanabilen, ekonomik, insan doğasına uygun, verimli ve güçlü bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneşin etrafına yaydığı ışın olarak bilinen güneş ışınımı, enerji değerleri ve dalga boyları farklı bir dizi dalga şeklinde uzaya yayılır. Atmosfere gelen güneş ışınımının bir kısmı (%35) bulutlar ve atmosferik tozlar ile uzaya geri yansır, bir kısmı (%10-15) yutulur, bir kısmı ise atmosferde dağılarak gök ışığını oluşturur. Yeryüzüne ulaşan ışınım, doğrudan gelen güneş ışınlarıdır. (Şerefhanoglu Sözen, 2010).

Atmosfere giren ışınım atmosfer özelliklerine bağlı olarak farklı etkiler gösterebilir. Işınımın dünyamızın yeryüzüne etkilerini, biyolojik etki, aydınlatıcı etki ve ısıtıcı etki olarak gruplandırabiliriz. Atmosfer katmanında güneş ışınımının uğradığı değişimler; yansıma, yayınma ve soğurma-emilme olarak tanımlanır. Yansıma durumu, güneş ışınımının atmosferin katmalarına çarparak uzaya tekrar yansımasıdır. Yayınma durumu; atmosferde bulunan çok küçük katı maddelerin ortaya çıkardığı yansımadır. Soğurma-emilme durumu ise, tüm güneş ışınımının %14 oranında atmosfer tarafından soğurularak ısıya dönüştürülme durumudur. Güneş ışınımının yeryüzüne ulaştıklarında meydana gelen değişimler Şekil 2.4’de belirtilmiştir (Demir, 1973).



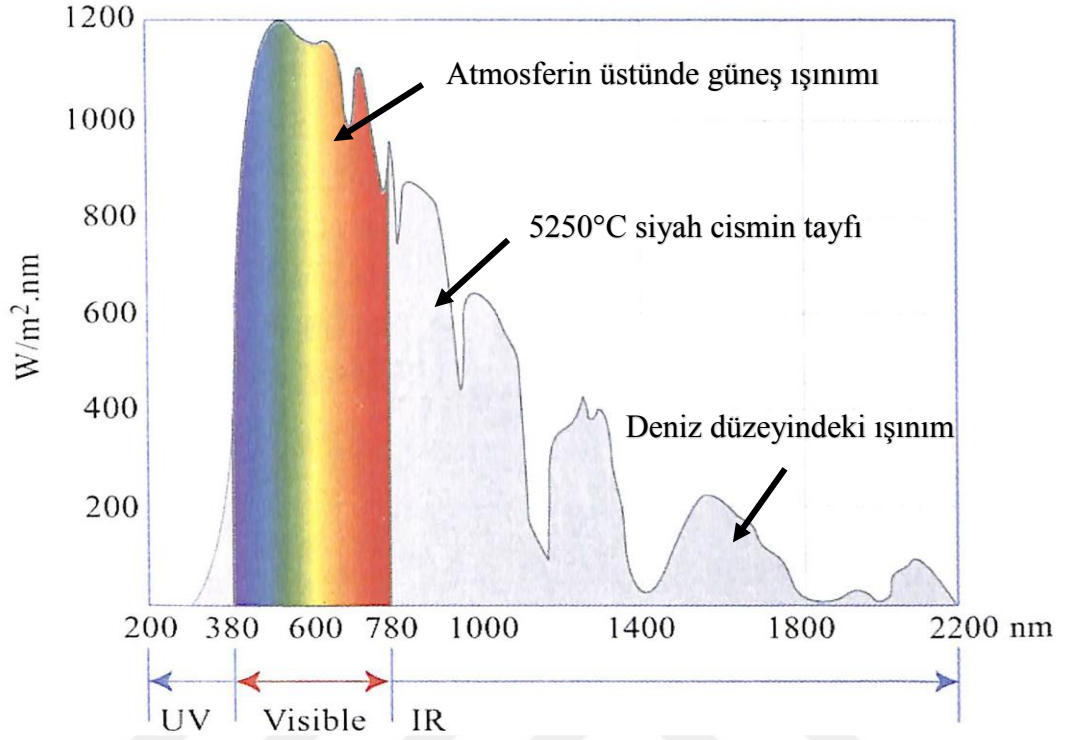
Şekil 2.4: Güneş Enerjisi

Kaynak: Url 3

Güneş, yörüngesi üzerinde başucuna yaklaştıkça rengi beyazlaşır, ufuğa doğru yaklaştıkça rengi turunculaşır. Bu kaynak, elektromanyetik tayfta değişik dalga boylarında ışınım yayınlar. Bu değişik boylarda oluşan ışınım; görünen ışınım (ışık), kızıl ötesi (IR) ve mor ötesi (UV) şeklindedir (Şerefhanoglu Sözen, 2010).

- Dalga boyu 350-750 nm arasında olan ışınlar “görünen ışın” denir. Görünebilen ışınlar, yeryüzüne ulaşan toplam güneş enerjisinin yarısına yakın bölümünü taşırlar. Güneşin aydınlatma etkisi bu ışınlar ile oluşur. Görünür olmasından dolayı bu ışınım genelde “güneş ışığı” denilmektedir. Görünen ışınım, dalga boylarına göre kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor renkli olarak ışık tayfi oluşturur.
- Dalga boyu 780-5000 nm arasında olan ışınlar “kızıl ötesi” ışınım veya "infrared" denir. Kızıl ötesi ışınlar, güneş enerjisinin yaklaşık %45'ini oluşturur.
- Dalga boyu 400 nm'den daha küçük olan ışınlar "mor ötesi" ışınım veya UV (Ultra viole) denir. Şekil 2.5'de yeryüzüne ulaşan güneş ışınımının uğradığı

değişiklikler ve PW değerleri (Veri ölçüm sistemi ile ölçülen güç değeri) verilmiştir (Yüceer, 2015).

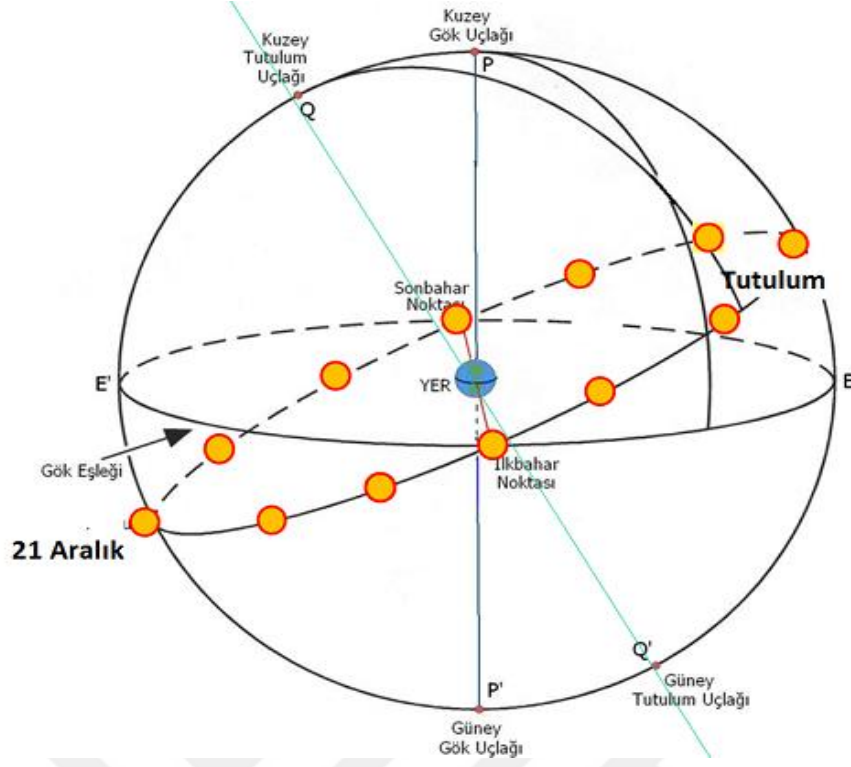


Şekil 2.5: Güneş ışınım tayfı (görüntüsü)

Kaynak: Yüceer, 2015

2.1.2. Dünyanın Devinimi

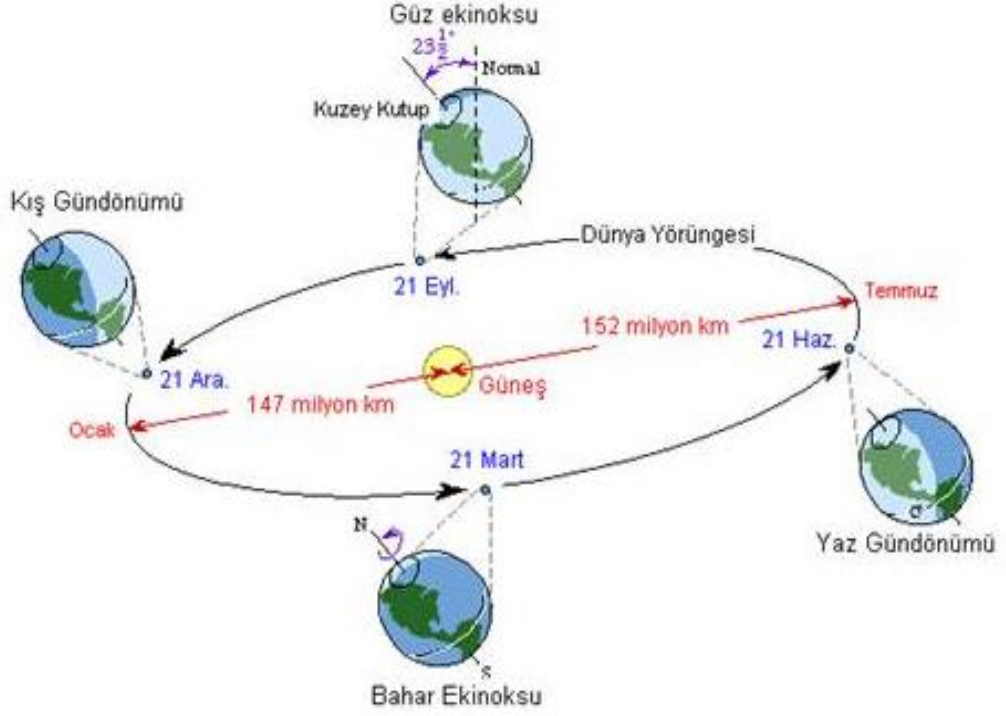
Devinim; durağan, durmakta olan bir noktaya göre yer değiştirmekte olan nesnenin yaptığı eylem anlamına gelmektedir. Dünyanın günlük devinimi kendi eksenini çevresinde, yıllık devinimi güneşin çevresindeki yörüngesinde gerçekleşmektedir. Güneşin etrafında oluşan elips düzlem ekliptik (tutulum) düzlemi olarak adlandırılmaktadır. Mevsimleri daha kolay açıklayabilmek için bu tutunum düzleminden faydalanır. Tutulum düzlemi, güneşin gök kubbede bir yıl süre ile oluşturduğu çemberdir. Bu düzleme göre, dünya sabit güneş etrafında dönüyor olarak kabul edilir (Şekil 2.5). Dünya eksenini, tutulum düzlemine en fazla 66,5 ° lik bir açı yapar, tutulum düzlemine dik çıktığı zaman bunun dünya eksenini ile yaptığı açı 23,5 ° dir (Demir, 1973).



Şekil 2.6: Tutulum (ekliptik) sistem

Kaynak: Url 4

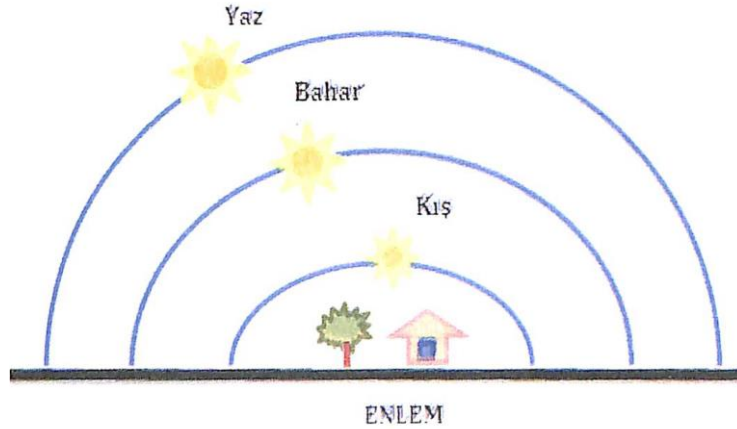
Dünya ekseninin eğimli olması ile bir yıl boyunca güneşe karşı farklı durumlar ortaya çıkar ve bu yörünge hareketi sırasında güneşe olan uzaklık değiştiği için mevsimler oluşur. 21 Haziran’da güneş ışınları kuzey yarımküreye daha dik geldiği için kuzey yarımkürede yaz aylarında daha sıcak olmaktadır. 21 Aralık’ta dünya güneşe daha yakın olmasına rağmen kuzey yarımküreye gelen güneş ışınları eğik olduğu için kuzey yarımküre kış aylarında daha soğuk olmaktadır. Bu durum güney yarımkürede tam tersi durum oluşmaktadır. Güneşin görünen deviniminde gelip geri döndüğü noktalar olduğu için 21 Haziran “Yaz Gündönümü” , 21 Aralık “Kış Gündönümü” olarak tanımlanmıştır. 21 Mart ve 21 Eylül tarihlerinde güneş ışınları ekvatora paralel geldiği için gece ile gündüzün eşit olduğu ekinoks (ılım) olarak tanımlanmıştır. 21 Mart “Bahar Ekinoksu”, 21 Eylül “Güz ekinoksu” şeklinde adlandırılmıştır (Şerefhanoglu Sözen, 2010) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Dünyanın güneş çevresinde yıllık dolanımı (Enlemler ve mevsimler)

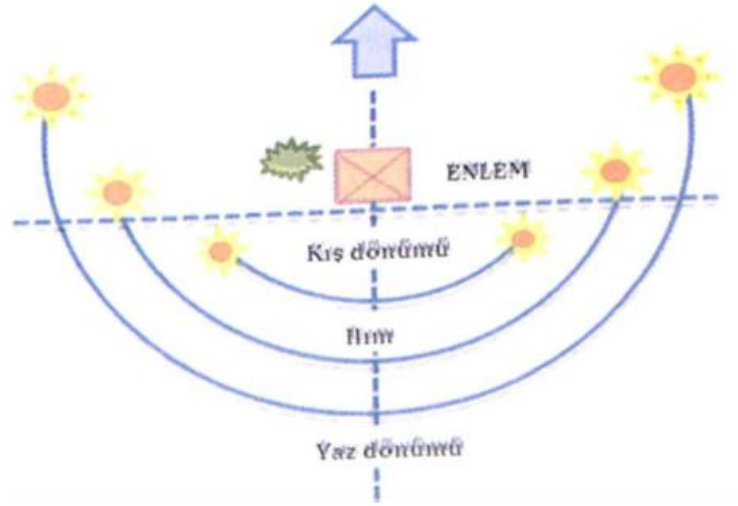
Kaynak: Url 5

Temsili bir yapının farklı mevsimlerde güneş ile ilişkisi yatay ve düşey düzlem olarak Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’da belirtilmiştir.



Şekil 2.8: Düşey düzlemde güneş ve mevsimler

Kaynak: Yüceer, 2015



Şekil 2.9: Yatay düzlemde güneş ve mevsimler

Kaynak: Yüceer, 2015

2.1.3. Güneş Açıları

Güneşin hareketleri bulunduğu enlem ve mevsimlerle doğrudan ilgilidir. Seçilen bölgenin konumuna göre güneş ışınlarının geliş açısı, etkisi ve etkin olduğu süreler güneş ışınlarının şiddetinde oldukça önemlidir. Güneşten gelen ışınlar yeryüzünde çeşitli noktalarda farklı şekilde yayılır. Bu açıdan bir bölgenin aldığı ısı bulunduğu konuma yani enleme bağlıdır (Yüceer, 2015).

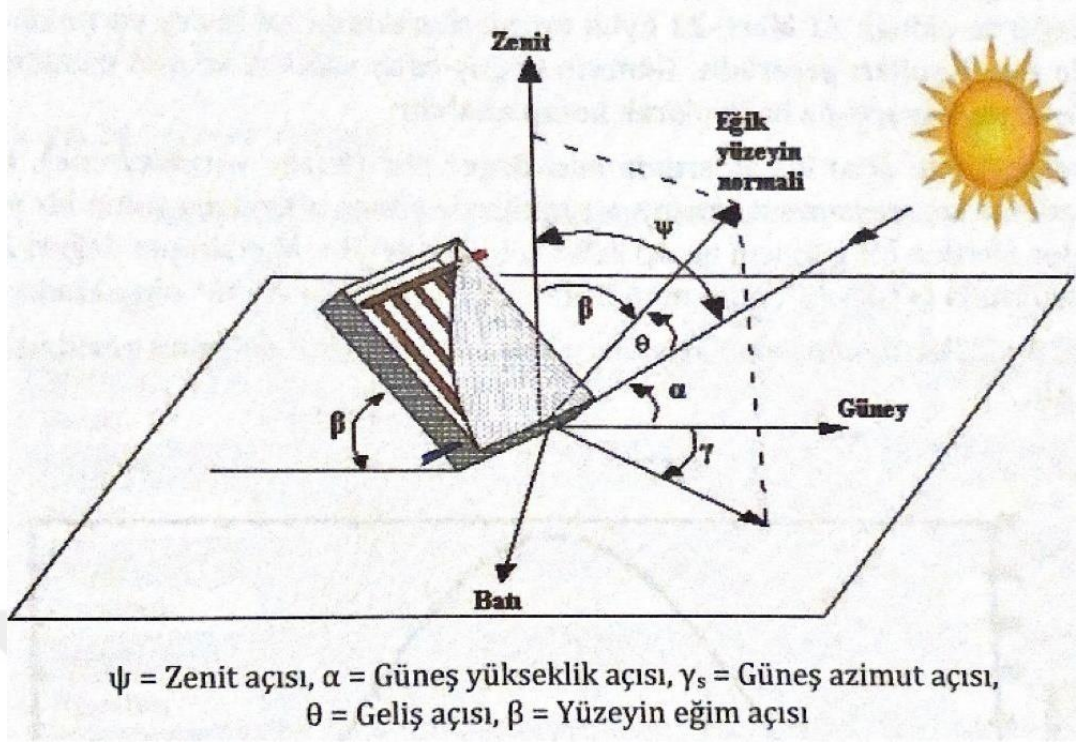
Güneşin geliş açısı ve sürekliliği yerleşimdeki ısı birikimin en önemli elemanıdır. Yeryüzüne dik olarak ulaşan güneş ışınları daha çok ısı meydana getirir. Mevsimlerin süreleri de ısının artışında önemli rol oynar. Mevsimler ve güneşin geliş açıları yerleşimin enlem ve boyları ile doğrudan ilişkilidir. Güneşin yıllık hareketi güneş açıları ile tespit edilir (Öztürk, 2012) (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Güneşin geliş açıları

Kaynak: Url 6

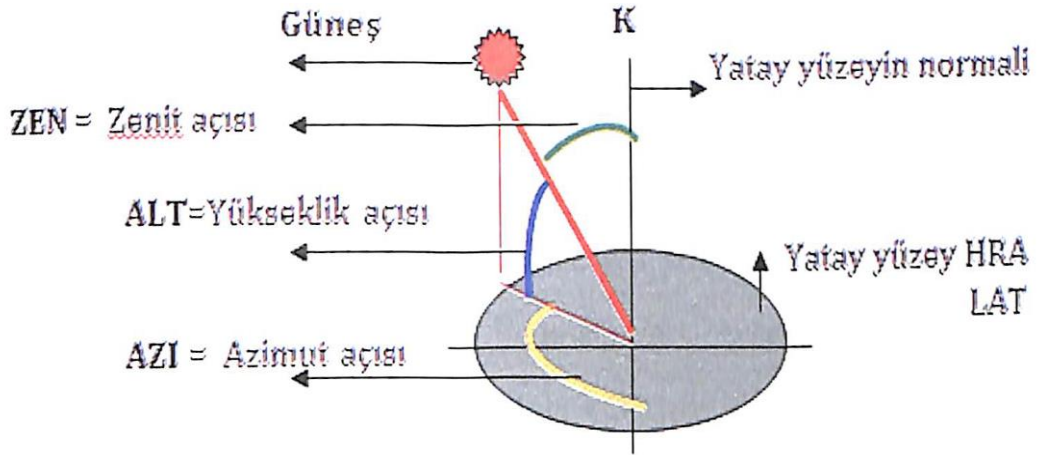
Yeryüzünde seçilmiş olan herhangi bir eğim ve yöndeki düzlem yüzey ile doğrudan güneş ışınları veya güneş arasındaki geometrik ilişkileri belirlemekte kullanılan güneş açıları; güneş ışınlarının şiddetini belirlemek üzere kullanılır. Güneş geometrisinde ele alınan temel açılar Şekil 2.11’de belirtilmiştir (Ceylan ve Gürel, 2018).



Şekil 2.11: Güneşin açıları

Kaynak: Ceylan ve Gürel, 2018

Güneşin yeryüzünde yaptığı açılar (Şekil 2.12) şu şekildedir:



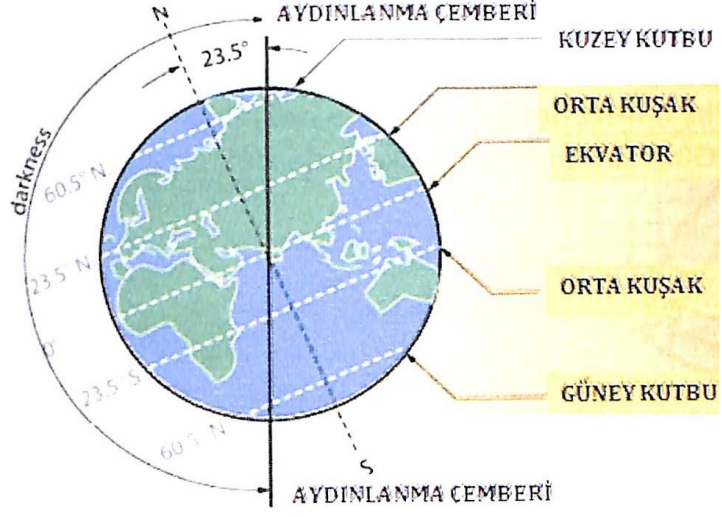
Şekil 2.12: Güneşin geliş açılarının tanımlanması

Kaynak: Yüceer, 2015

- Boylam Açısı (HRA): Yeryüzünde ele alınan yüzeylerin bulunduğu noktanın başlangıç boylamına (Greenwich-İngiltere), doğu veya batı yönünde olan

açısal uzaklığıdır. Yerleşimin boylamı, bulunulan yerin saati ile ilgilidir (Szokolay, 2007).

- Enlem Açısı (LAT): Yeryüzünde ele alınan yüzeylerin bulunduğu noktanın ekvatora kuzey ve güney yönünde olan açısal uzaklığıdır. Kuzey yönünde " + " güney yönünde " - " değer alır (Szokolay, 2007).
- Saat Açısı (HRA): Güneş ışınlarının bulunduğu boylam ile göz önüne alınan yerin boylamı arasındaki açıdır. Öğleden önce saatler için "+" öğleden sonraki saatler için "-" değer alır (Abuşka, 2019).
- Yükseklik Açısı (ALT): Güneşin ufuk düzlemi ile yaptığı açıdır. Güneşin doğuşu ile başlayan yükseklik açısı en büyük değerine öğle vaktinde (ortalama saat 12.00) ulaşır. Güneşin doğuş ve batışı sırasında yükseklik açısı sıfırdır (Öztürk, 2012). Ekvatorda 90 dereceye kadar çıkabilen yükseklik açısı, kutup noktalarında ise hiçbir zaman $23^{\circ} 45'$ 'ten fazla değere çıkamaz. Azimut ve yükseklik açılarının yıllık değişimleri yaz ve kış gün dönümlerine göre simetriktir (Yüceer, 2015).
- Azimut Açısı (AZI): Güneş ışınlarının kuzeye göre, saat dönüş yönünde sapmasını gösteren açıdır (Kıncay,2019).
- Zenit Açısı (ZEN): Yatay yüzeyi için tanımlanan güneş açısıdır. Güneşin doğuşu yada batışında Zenit açısı yaklaşık olarak 90° iken, öğlen vakti 0° ye eşit veya yakın bir değerdedir (Ceylan ve Gürel, 2018).
- Sapma (Deknilasyon) Açısı (DEC): Güneş ışınlarının aylar ve mevsimlere göre dünyaya geliş açısı olup ayrıca diğer bir tanımlamayla da güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Ekvatorun kuzey yönünde " + " güney yönünde "-" değer alır (Abuşka, 2019) (Şekil 2.13).



Şekil 2.13: Deknilasyon açısı

Kaynak: Yüceer, 2015

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HELİODON CİHAZI

Yapı ile güneş enerjisinin arasındaki bağlantıyı en etkin şekilde gösteren bir yöntem geliştirmek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Güneşin belirli tarih ve saatlerde gökyüzü üzerindeki yerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Daha öncede belirtilen bu yöntemler; diyagram, bilgisayar, simülasyon programları, yerinde gözlem yapılması ve heliodon vb. araçlarla deneysel çalışmalar şeklindedir (Şerefhanoglu Sözen, 2010).

Söz konusu yöntemler incelenmiş olup, insanoğlunun gerçek ortamda gördüğü şeyleri hafızasında daha kolay tutması, kavraması ve güneşin oluşturduğu hareketlerin etkisinin karmaşıklığını daha basite indirgeyerek göstermesi durumundan dolayı heliodon cihazı ile yapılan deneysel çalışmanın kullanımına karar verilmiştir ve cihaz örnekleri incelenmiştir. Belirlenen bu yöntemde, çıplak gözle güneş enerjisinin yapı ile ilişkisi gerçek ortamda gözlemlenerek kullanıcılar birebir etkileşim içerisinde olacaktır.

Heliodon, dünyanın güneş çevresinde günlük ve yıllık hareketlerinin etkilerini benzetim yapmayı sağlayan cihaz olarak adlandırılmaktadır. Mimari uygulamalarda bu cihazın temel amacı, binalarda günışığını en etkili şekilde kullanarak aydınlatılmasının yanı sıra binanın duvar, pencere, çatı vb. yüzeylerinin yalıtımının belirlenmesinde ve bina yöneliminde doğru konumun bulunmasına yardımcı olmaktır. Bu amacı en temelden mimarlık öğrencilerine öğretmek için fiziksel ortamda “Güneş Hareketi Benzetim Cihazı (GHBC)” olarak adlandırılan yeni bir heliodon sistemi tasarlamak hedeflenmiştir.

Ölçekli bir modelde heliodon, güneş ve bina arasındaki ilişkiyi simüle eder. Enlem, yılın zamanı ve günün saati bu ilişki etkileyen üç değişkendir. Oluşturulacak olan cihaz sisteminde ışık kaynağına, bir düzleme ve güneşin geliş açısını belirten çerçeveye ihtiyaç vardır. Bu üç unsur birleştiğinde ışık, yer düzlemine istenen enlem, yılın zamanına ve günün saatine karşılık gelen uygun açıda çarparak gerçek güneş etkisini oluşturacaktır.

3.1. Daha Önce Uygulanan Heliodon Cihazları

Heliodon, güneşe duyarlı tasarımlar oluşturmak için en uygun araç olarak kabul edilebilir. Güneş ışınlarının oluşturduğu bileşik açılar nedeniyle, grafiksel araçlar yanıltıcıdır. Bu nedenle, bilgisayar modellerinin güçlü olmasına rağmen, fiziksel ortamda oluşturulan modellerin daha etkili olduğu belirtilmiştir. Fiziksel modelleme gerçek boyutta gösterildiği için anlaşılması çok kolaydır, heliodonun tasarımı son derece esnek olup maliyete göre malzeme seçilerek farklı şekillerde tasarlanabilir.

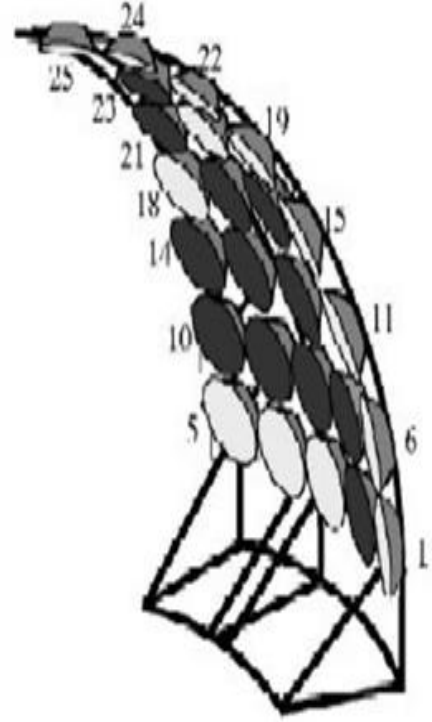
Heliodon uygulaması ilk olarak 1930 yılında İngiltere’de “Building Research Station (BRE)” firması tarafından tasarlanmıştır (Zeren, 1956). Daha sonra dünya genelinde Heliodon alanında birçok uygulamalar yapılmış ve tasarım git gide geliştirilmiştir. Bu tasarımlara örnek olarak; Auburn Üniversitesi’nde Lanher tarafından geliştirilen heliodon sistemi verilebilir. Her ayın güneş hareketini bir kemerle temsil edilen güneş penceresinin üç boyutlu modellerini simgeleyen bir sistem oluşturmuştur. Auburn (32 °) enlemi için inşa edilmiştir ve yaklaşık 4,5 m çapındadır, böylece büyük modeller tüm sınıfın önünde test edilebilir hale gelmiştir. Yıllık simetri nedeniyle, tüm on iki ay herhangi bir güneş yolu şemasında görülebileceği gibi, sadece yedi kemerle simüle edilebileceğini belirtmiştir. Günün her saati için, model testini çok kolay hale getirmek üzere kolayca açılabilen bir ışık bulunmaktadır. Simüle edilebilecek enlem aralığını artırmak için model tablası her yöne 5 ° 'ye kadar yatırılabilir. Bu ayar, Miami'nin güneyinden San Francisco'ya kadar kuzeye kadar modellerin test edilmesini sağlamaktadır. Cihazın boyutu devasa büyüklüktedir ve taşınması zordur. (Şekil 3.1) (Lanher, 2015).



Şekil 3.1: Auburn Üniversitesi'nde uygulanan heliodon

Kaynak: Lancher, 2015

İsviçre Lozan Federal Teknoloji Enstitüsü'nün (EPFL) Güneş Enerjisi ve bina Fiziği Laboratuvarı'nda (LES-PB) tarama gökyüzü simülatörü tasarlanmıştır (Şekil 3.2). 4 metre yarıçapındaki bu jeodezik yapı, yumuşak bir ışık dağılımı sağlamak için 640 armatürü destekler. Tüm kubbe aydınlatması ve heliodon mekanik yapısı bilgisayar kontrollüdür (Michel ve Scartezzini,2002).



Şekil 3.2: Taramalı gökyüzü simülatörü

Kaynak: Michel ve Scartezini, 2002

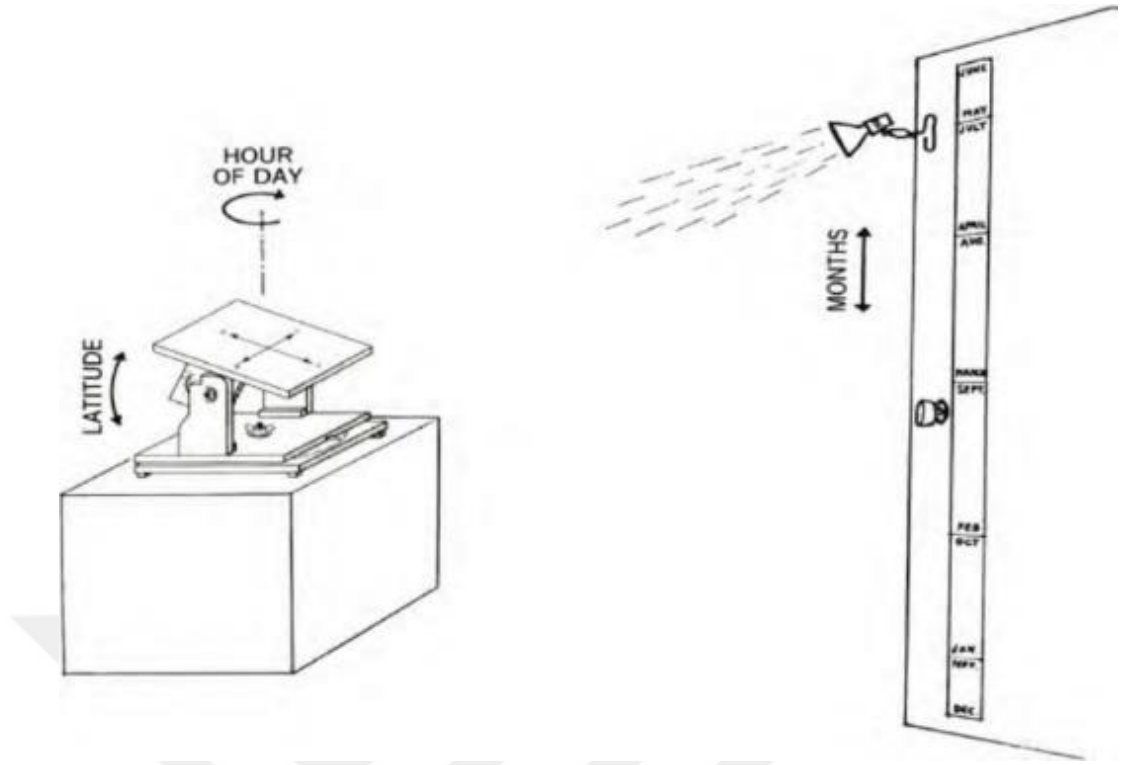
Tayland'ın Chiang Mai Üniversitesi'nde yapılan uygulama Auburn Üniversitesi'nde yapılan heliodon uygulamasına göre daha küçük boyuttadır fakat yine kolayca hareket ettirilip taşınması zordur (Şekil 3.3) (Url 5). Çapı genellikle 10 ft (3 m) 'den büyük olan ve kullanımı için 15 x 15 ft (4,5 m)'lik bir zemin alanı gereklidir. Büyük ölçekte olması dezavantaj özelliği olsa da; ışıkların modelin konulduğu destek masasına uzak olması ışık ışınlarının açısının daha doğrusal olarak gelmesine ve güneş ışınlarının açısına daha yakın olduğu için aynı etkiyi oluşturmasını sağlar.



Şekil 3.3: Chiang Mai Üniversitesi'nde uygulanan heliodon

Kaynak: Url 5

Masaüstü heliodonu, masaya dayanan bir model standı ve sıradan bir kapının kenarı tarafından desteklenen bir klipsli lambadan oluşur. Yılın zaman ayarı, ışığı kapı kenarı boyunca yukarı veya aşağı hareket ettirerek yapılır. Model sehpası enlem için yatırılır ve günün saati ayarı için dikey bir eksen etrafında döndürülür. Bu heliodonun inşası çok kolay, maliyeti az, hafif ve kolayca depolanabilir (Şekil 3.4) (Url 6).



Şekil 3.4: Masaüstü heliodon sistemi

Kaynak: Url 6

İnteraktif Heliodon sistemi, 2.35 x 0.96 x 1.30m ölçülerinde olup, en az 4,5 x 4,5 m boyutlardaki ortamda kullanılabilir. Tek bir yarım halka ve 1 adet ışık bulunmaktadır. Işık 180° halkanın üzerinde hareket edebilmektedir. Tabla sabit olup, halka masa tablasının etrafında 360° hareket etmektedir. Ölçeği büyük olduğu için depolama alanında ve taşımada sıkıntı oluşturabilir (Şekil 3.5) (Heliodon Intaretivo, 2012).



Şekil 3.5: İnteraktif heliodon sistemi

Kaynak: Heliodon Intaretivo, 2012

Ljubljana Üniversitesi'nde yapılan uygulamada, 3 adet halka kullanılmış olup her halkaya 1 adet lamba eklenmiştir. Diğer tasarımlara göre daha yalındır. Halkalar çember şeklinde olduğu için temsili günışığı 360° etrafta dönmektedir. Enlem açısına göre de istenilen eğim ayarlanabilmektedir. Yapılan bu çalışmada, güneş ışığının etkisini hem fiziksel ortamda (cihazı kullanarak) hem de dijital ortamda (bilgisayar simülasyonları kullanarak) karşılaştırarak elde edilen sonuçlara göre heliodon cihazı ve simülasyonlar arasındaki farkı ortaya çıkartmayı hedeflemiştir (Pajek etc,2018) (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Ljubljana Üniversitesi'nde uygulanan heliodon

Kaynak: Pajek vd., 2018

Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nde yapılan uygulama, Ljubljana Üniversitesi'ndeki uygulama ile benzer özelliktedir. Tasarımın boyutu ve ağırlığı daha insancıl boyutlarda yapılarak heliodonun kolayca hareket etmesini ve kullanılmasını sağlamıştır. Bu cihaz tasarımı daha modern olduğundan ve uygun fiyatlı malzemeler kullanıldığından dolayı diğer uygulamalara göre daha ucuza tasarlanmıştır (Şekil 3.7)(Doberneck, D. ve Knechtel K., 2014).



Şekil 3.7: Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nde heliodon

Kaynak: Doberneck, D. ve Knechtel K., 2014

Güneş Emülatörü Heliodon sistemi, güneş simülatörü Heliodon'un pratik olmadığı durumlar için Lancker tarafından geliştirilmiştir. Güneş emülatörü fabrikada tamamen monte edilip hazırlanır. Odadan odaya taşınabilir ve yalnızca 1 × 2 m'lik bir alana ihtiyaç duyar. Diğer simülatörlere göre daha küçük olduğu için daha küçük maket modelleri kullanılmalıdır (Şekil 3.8) (Lancker,2015).



Şekil 3.8: Lancher tarafından geliştirilen heliodon modeli

Kaynak: Lancher, 2015

Portekizli Cidepe adlı firma tarafından yapılan Heliodon EQ219 tasarımı, diğer tasarımlara göre daha küçük boyuttadır. Tekerlek sistemi kullanılarak rahat hareket etmesi sağlanmıştır. Güç kaynağına bağlı şekilde çalışmaktadır. Tek bir halka kullanılmış olup, eğim açılarına göre hareket etmektedir (Şekil 3.9) (Heliodon EQ219). Bu tip cihazın özellikleri ise, hafif ve daha küçük olması avantajlı olsa da tek bir halka kullanılması üç önemli gün dönümünün aynı anda belirtilememesinden dolayı dezavantajlı duruma sokmaktadır.

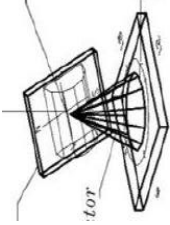
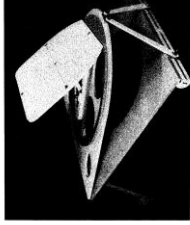
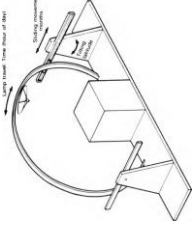


Şekil 3.9: Cidepe heliodon EQ219



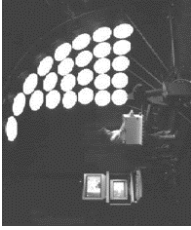

Kaynak: Heliodon EQ219

Yukarıda bahsedilen ve Tablo 3.1. de belirtilen cihaz modelleri incelenip, olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilerek yeni bir cihaz geliştirilmiştir.

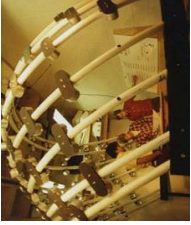


Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri

SıraNo.	Cihaz Adı	Cihaz Fotoğrafi	Tasarlandığı Tarih	Tasarlayanın Kişi	Malzeme	Model Hacmi	Kullanım Şekli	Halka Sayısı	Işık Sayısı	Avantajlar	Dezavantajlar	Etker
1	Dufton Beckett Heliodon		1931	Dufton ve Beckett	Ahşap		Masa tablası hareketli.	0	0	Küçük boyutlu	Güneş geometrisini net şekilde belirtmemektedir. Masa tablasına yerleştirilen modelin iyi bir şekilde sabitlenmesi gerekmektedir.	Işık, duvardan masa tablasına yansıtılmaktadır.
2	Mitalas tarafından tasarlanan Heliodon		1964	G.P. Mitalas	Ahşap		Masa tablası hareketli.	0	0	Küçük boyutlu	Güneş geometrisini net şekilde belirtmemektedir. Masa tablasına yerleştirilen modelin iyi bir şekilde sabitlenmesi gerekmektedir.	Işık, duvardan masa tablasına yansıtılmaktadır.
3	Solarscope B		1980	S. V. Szokolay			Halka hareketli.	1	1	Basit tasarım.	Üç önemli günün aynı anda gösterememekte olduğunu göstermektedir.	




Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

4	Cheung ve ekip arkadaşları tarafından yapılan Heliodon		2000	Cheung ve ekip arkadaşları	Metal	4.27m x 2.44m x 3.15m	Işık tablasının olduğu kısım hareketlidir.	0	75	Büyük ölçekte.	75 ışım 6 adeti iki renkli ışık.
5	Table Top Heliodon		2001	K.P. Cheung	Metal		Işık kaynağının olduğu başlık hareket ettirilebilir maktadır.	0	1	Güneş geometrisini net şekilde belirtmemektedir.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
6	Taramalı gökyüzü Simülatörü		2002	Michel ve Scartezini,	Metal		Sabit	0	25	Çok büyük ve taşınmaz.	640 armatür kullanılmıştır. Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
7	Table Top Heliodon		2002	K.P. Cheung ve S.L. Chung	Ahşap ve metal	1,58 m x 0,6 m x 1,30 m	2 halka arasına yerleştirilen ışık sistemi hareketlidir.	2	1	Güneş geometrisini net şekilde belirtmemektedir.	Masa tablası sabittir. Güç kaynağı ile ışık çalışmaktadır.




Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

8	Auburn Üniversitesi'nde Uygulanan Heliodon			Norbert Lechner	Metal		Sabit.	7	182	Çok büyük olduğu için, sistemin güneş ışınlarının açısı gerçeğe yakın olarak gelmektedir.	Çok büyük ve taşınmaz.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
9	Sun Simulator Heliodon (heliodons.com)			Norbert Lechner	Metal ve Aışap	4,5 m ² zemine ihtiyacı duyar.	Halkalar Sabit.	7	77	Masa Tablası ile ışık arasındaki mesafe uzak olduğu için güneş hareketlerinin temsili durumu daha yakındır.	Devasa büyüklükte olup taşınması zordur.	Halkalar yarım ay şeklindedir.
10	Erio Bortot-Heliodon			Erio Bortot	Metal		Halkalar hareketli.	3	39	Çok büyük olduğu için, sistemin güneş ışınlarının açısı gerçeğe yakın olarak gelmektedir.	Çok büyük ve taşınmaz.	Yarım daire şeklinde halkalar.





Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

11	<p>Table-top Heliodon (heliiodons.com)</p> 	2009	Norbert Lechner	Ahşap	30 cm kare tabla	Masa tablası hareketli.	0	0	Küçük boyutlu, maliyeti düşüktür.	Güneş geometrisini net şekilde belirtmemektedir. Masa tablasına yerleştirilen modelin iyi bir şekilde sabitlenmesi gerekmektedir.	Işık, duvardan masa tablasına yansıtılmaktadır.
12	<p>La Universidad Antonio Nariño sede palmira Heliodon</p> 	2012		Metal		Halkalar hareketli.	3	39	Çok büyük olduğu için, sistemin güneş ışınlarının açısı gerçeğe yakın paralel olarak gelmektedir.	Çok büyük ve taşınamaz.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
13	<p>Manual De Utilização Heliodon</p> 		Rosilene Regolão	Metal ve Ahşap		Halkalar Sabit.	3	3	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterebilmektedir.	Çok büyük ve taşınamaz.	Sistem sabit, taşınamaz.

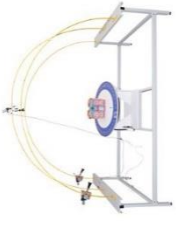



Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

14	Heliodon Interativo Grande		2012	Heliotec (www.heliodon.com.br)	Metal	2.55 x 0.96 x 1.30m	Halka sistemi hareketli.	1	1	Ucuz Basit tasarımı mevcut.	Büyük ölçülerde ve tek bir gün dönümü belirtilmektedir.	Masa tablası sabit olup, halka sistemi masa tablası etrafında 360° dönmetedir. Halka 180° hareket edebilmektedir. Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
15	Frensel Lens Heliodon		2013	Cheung ve ekip arkadaşları	Metal	1.2 m x 1.4 m x 2.4 m		0	1		Büyük ölçekte.	Lens sistemi kullanılarak tasarlanmıştır.
16	Fernandes ve ekip arkadaşlarının tasarladığı Heliodon		2013	Leandro C. Fernandes ve ekip arkadaşları	Metal		Işıkların olduğu sistem hareketli.	0	4	Tasarımı basit.	Üç gün dönümünü aynı anda gösterememektedir.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.





Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

17	Mursch-Radgruber'in tasarladığı Heliodon		2013	Erich Mursch-Radgruber	Metal		Halka hareketli.	1	1	Tasarımı basit ve ucuz maliyetli.	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememektedir.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
18	Heliodon De Analemas			Comercial	Metal	1,9mx 0,7mx 3,1m	Halka Sitemi hareketli.	1	1	Ucuz maliyetli.	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememektedir.	
19	IN320 Heliodon (innovar)			İnnovar	Metal		Halka hareketli	1	1	Çok hafif ve basit sistemdir.	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememektedir.	
20	IN321 Heliodon (innovar)			İnnovar	Metal		Halkalar sabit.	3	3	Tasarımı basit ve ucuz maliyetli. 3 önemli gün dönümü aynı anda gösterilebilmektedir.	Halka sistemleri hassastır.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.


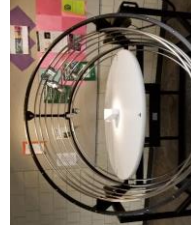

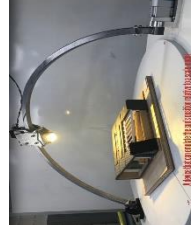
Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

21	HD92 Heliodon			hidrodidatic a.com	Metal ve plastik.	3,12m x 1,5m x 2,3m	Halkalar sabit.	3	3	Tasarımı basit ve ucuz maliyetli. 3 önemli gün dönümü aynı anda gösterilebilmekte dir.	Taşınmaz. Çok fazla alan kaplamaktadır	Masa tablası açısına eğim göre hareket etmektedir. Halkalar çok hassas.
22	Sun Emulator Heliodon (heliodons.com)			Norbert Lechner	Metal	2m x 2m	Halkalar Hareketli	7	7	Tüm dönümlerini simüle edebilir. Tekerlekli olduğu için taşınması kolaydır.	Boyut olarak daha küçük için masa tablasına çarpan ışık açısı daha az paralel olmaktadır.	Tekerlekli ve masa tablası kullanabildiği için kolaylıkla taşınabilir.
23	Pennsylvania Eyalet Üniversitesi - Heliodon		2014	Kara Knechtel ve Dominique Doberneck	Metal		Halka Hareketli	3	3	Tasarımı yalın anlaşılabilir. Üç önemli gün dönümünü gösterebilmektedir	Masa tablası küçük olduğu için büyük boyutlu modeller kullanılmaya caktır.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
24	ECOS- UFJF Heliodon		2014	ZAMBRA NO, Leticia M. A, etc.	Metal ve Aksesuar	2m x2,30 m alana ihtiyaç duyar.	Halka hareketli	1	1	Ucuz maliyetli.	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememe ktedir.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.




Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

25	Solar Geometry Demonstration Heliodon (heliiodons.com)		2014	Norbert Lechner	Ahşap ve Plastik	1,5 m x 0,75 m	Halkalar Hareketli	7	0	Küçük ve ucuz maliyetli. Hafiftir.	Hassas bir cihaz olduğu için deforme olma olasılığı yüksektir.	Led ışıklar kullanılmıştır.
26	Cal Poly Heliodon		2015	Dale Dolan ve ekibi.	Metal		Işık sistemi ve halkalar hareketli.	2	1	Daha basit tasarlanmıştır.	Tek bir ışık kaynağı olduğu için tüm dönümleri aynı anda gösterilememektedir.	Işık, makara sistemine monte edilerek hareket ettirilmiştir.
27	Orange Heliodon (betanit.com/orange/)			BETANİT	Metal		Hareketli	0	0			Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
28	Tulip Heliodon (betanit.com/tulip)			BETANİT	Metal		Robotik Sistem	0	0	Çok büyük olduğu için, sistemin güneş ışınlarının açısı gerçeğe yakın olarak gelmektedir.	Devasa büyüklükte. Taşınmaz. Maliyetli.	Elektrik sistemi kullanılmaktadır.


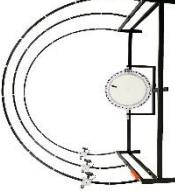
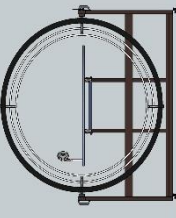
Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

29	Heliodon EQ219 (cidepe.com)			Cidepe	Metal	2 x 2 m	Halka hareketli.	1	1	Hafif ve küçük.	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememe ktedir.	Tekerlek kullanıldığı için kolaylıkla taşınabilir. Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
30	(High Precision Devices) HPD's Heliodon			www.hpdonline.com	Metal	2 x 2 m	Halkalar hareketli.	7	7	Tüm gün dönümlerini simüle edebilir	Boyut olarak daha küçük olduğu için masa tablasına çarpan ışık açısı daha az paralel olmaktadır..	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
31	Value Engineering (VE) with heliodon design		2016	Iturbide-Jimenez ve ekibi.	Metal ve ahşap		Halka ve masa tablası hareketli.	1	1		Büyük, ağır ve üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememe ktedir.	Sistemde 1 adet çeyrek halka kullanılmıştır.
32	Apollo Automated Heliodon		2017	Nicholas Michel, etc.	Ahşap ve Metal.		Halka sistemi hareketli	1	1	Küçük ölçekli ve ucuz maliyetli.	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterememe ktedir.	Modelin yerleştirildiği tabla hareketli. Elektrik gücü ile çalışmaktadır.

Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

33	Heliodon System for Horizontal		2017	Maged G. Mikhael Ve Mostafa, Metwaly	Metal ve plastik.	2,01m x 0,81m x 2m	Halka Hareketli	0	1	Uygun maliyetli ve basit bir sistem.	Tek bir ışık kaynağı olduğu için tüm gün dönümleri aynı anda gösterilememektedir ve güneş ışığı paralel açısı gerçeğe yakın değildir.	
34	Ljubljana Üniversitesi Heliodon		2018	Luka Pajek, etc.	Metal ve Plastik	2,01m x 0,81m x 2m	Halka Hareketli	3	3	Üç önemli gün dönümünü aynı anda gösterebilmektedir . Ucuz maliyetli.	Masa tablası küçük olduğu için büyük boyutlu modeller kullanılmaya caktır.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
35	Orchard Heliodon (betanit.com)		2019	BETANİT	Metal		Halkalar Hareketli	7	7	Tüm gün dönümlerini simüle edebilir. Tekerlekli olduğu için taşınması kolaydır.	Boyut olarak daha küçük için masa tablasına çarpan ışık açısı daha az paralel olmaktadır. Metal olduğu için ağırdır.	Elektrik gücü ile çalışmaktadır.

Tablo 3.1: Dünya genelinde yapılan heliodon çeşitleri (Devamı)

36	M60 Heliodon - MLAB		2019	MLAB	Metal		Halkalar sabittir.	3	3	Tasarımı basit ve ucuz maliyetli. 3 önemli gün dönümü aynı anda gösterilebilmektedir.	Boyut olarak biraz büyük olup kaplamaktadır.	Masa tablası eğim göre hareket etmektedir. Elektrik gücü ile çalışmaktadır.
37	LD92G Heliodon (Lider Didatice)		2021	Lider Didatice	Metal		Halkalar sabit.	3	3	Tasarımı basit ve ucuz maliyetli. 3 önemli gün dönümü aynı anda gösterilebilmektedir.	Taşınmaz. Çok fazla alan kaplamaktadır.	Masa tablası eğim göre hareket etmektedir.
38	GBHC (Güneş Benzeten Hareketi Cihazı)		2021	Dr. Öğr. Mimaroğlu ve Halime Gizem Aksun	Metal	1,99 m x 2 m	Işık sistemi ve halkalar hareketli.	3	3	Metal olduğu için dayanıklıdır. 3 ana gün dönümü belirtilse de diğer 4 gün dönümü için bağlantı kısımları eklenecektir ve böylelikle duruma göre halkalar monte edilebilecektir.	Maliyeti fazla. Metal olduğu için ağır olacaktır.	Vantilatör sistemi eklenerek rüzgar yönü de sistemde gösterilecektir. Kamera sistemi ile görüntü ekrana yansıtılarak daha fazla kişinin yakından incelemesine olanak sağlayacaktır.

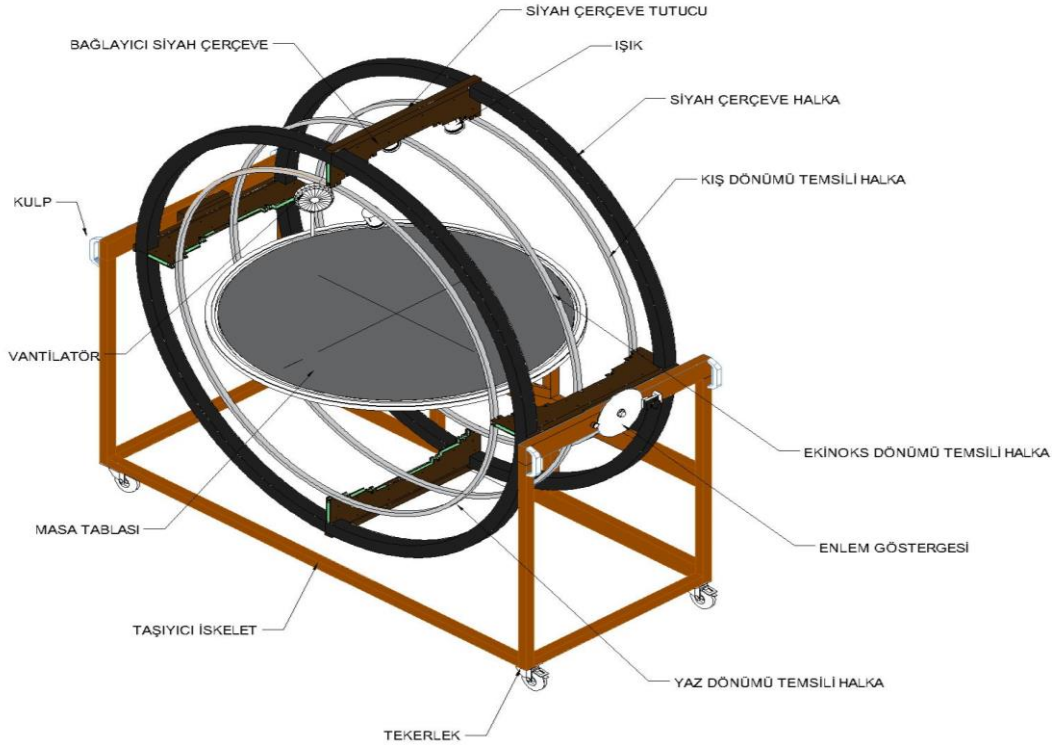
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GÜNEŞ HAREKETİ BENZETİM CİHAZI İMALAT AŞAMASI

Bu bölümde yapı ve güneş arasındaki ilişkiyi daha kolay göstermek amacı ile tasarlanacak olan GHBC'yi oluşturan parçalar anlatılmaktadır.

4.1. Tasarlanan GHBC Cihazı (Parça Özellikleri)

GHBC Cihaz tasarımı kriterleri; işlevsellik, taşınabilirlik ve ekonomik açıdan uygun olması olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere dikkat edilerek tasarım çalışması yapılmıştır. Cihaz sistem tasarımı; dönen siyah çerçeve halka, halkalar ve ışıklar, makaralar, taşıyıcı iskelet ve model standı olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır (Şekil 4.1). Bu bileşenler:

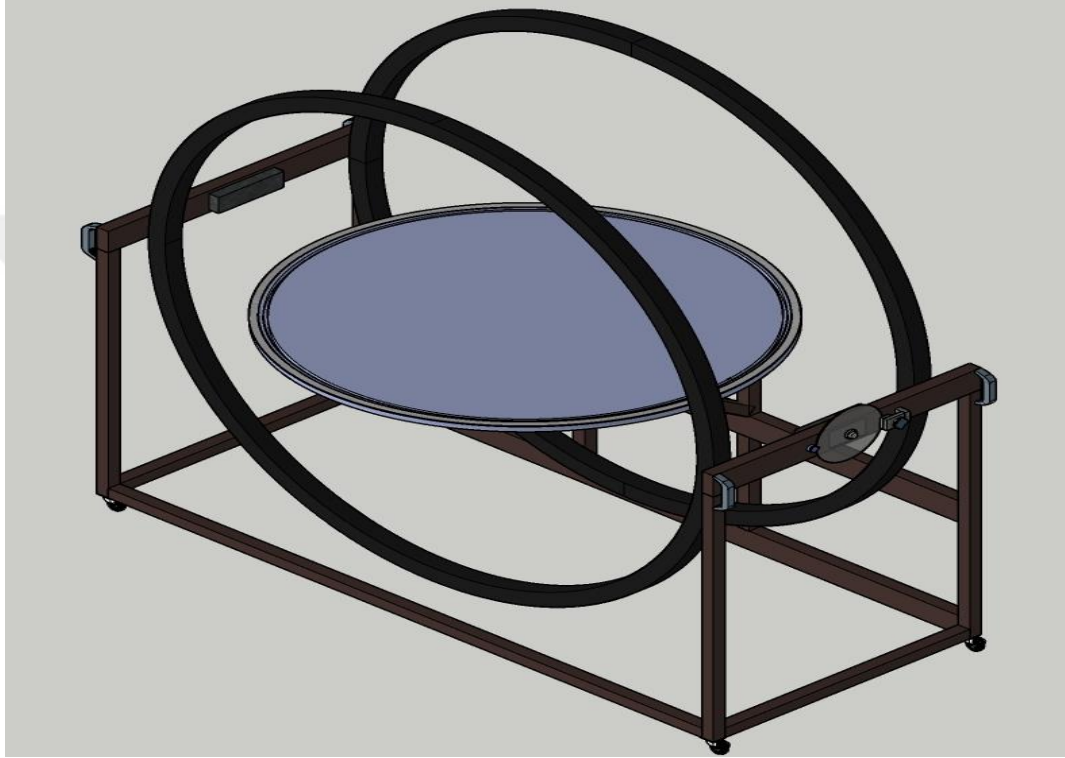


Şekil 4.1: GHBC perspektif görünüşü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Autocad programı çizimi

4.1.1. Dönen Siyah Çerçeve Halka

İlk bileşen çerçevedir. Lambaların bulunduğu halkaları taşıyıcı iskelet ile bağlayan kısımdır. Ahşaptan, demirden veya farklı materyallerden yapılabilir. Enlem açlarına göre eğilerek halka hareket ettirilebilir. GHBC'nin kolay hareket edilebilmesi için aşağıdaki örnek gibi tekerlekler üzerine monte edilecektir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: GHBC model siyah dönen çerçeve halkaları

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Siyah dönen çerçeve halkalar ile ışıkları taşıyan halkaları birleştirmek için halkaların dört bir tarafına bağlayıcı siyah çerçeve yerleştirilmiştir. Bu çerçevelere makaralar ile ışık halkaları monte edilmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: GHBC model bağlayıcı siyah çerçeve

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Cihazda kullanılan dönen siyah çerçeve halkalarının sehim yapmaması için etrafına dört adet siyah çerçeve tutucu kullanılarak sisteme gelen yük dağıtılmıştır (Şekil 4.4).

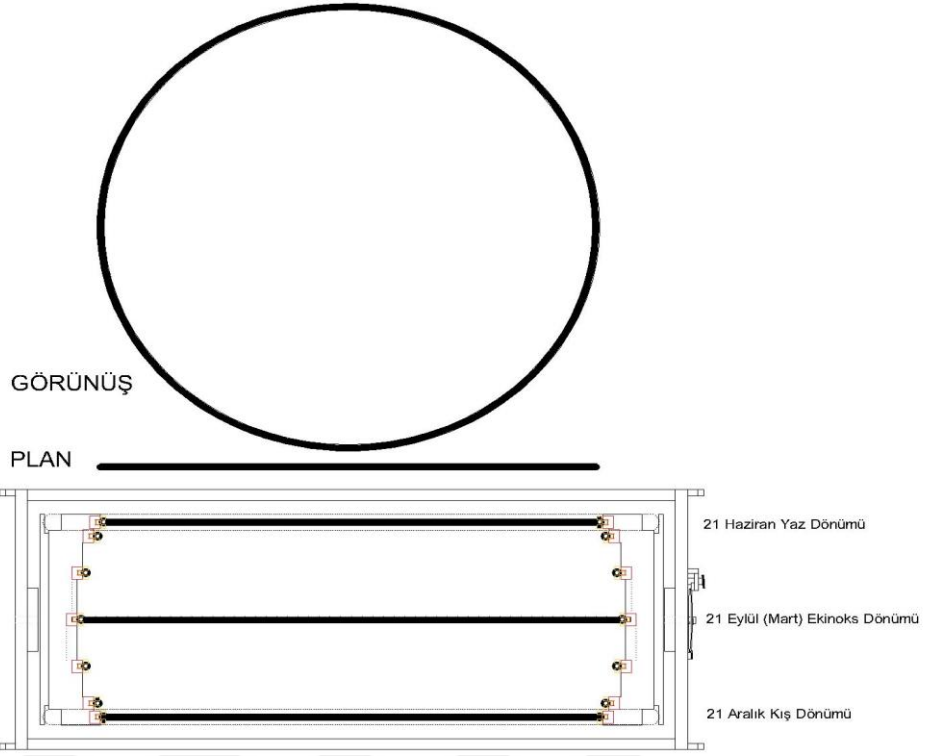


Şekil 4.4: GHBC model siyah çerçeve tutucu

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

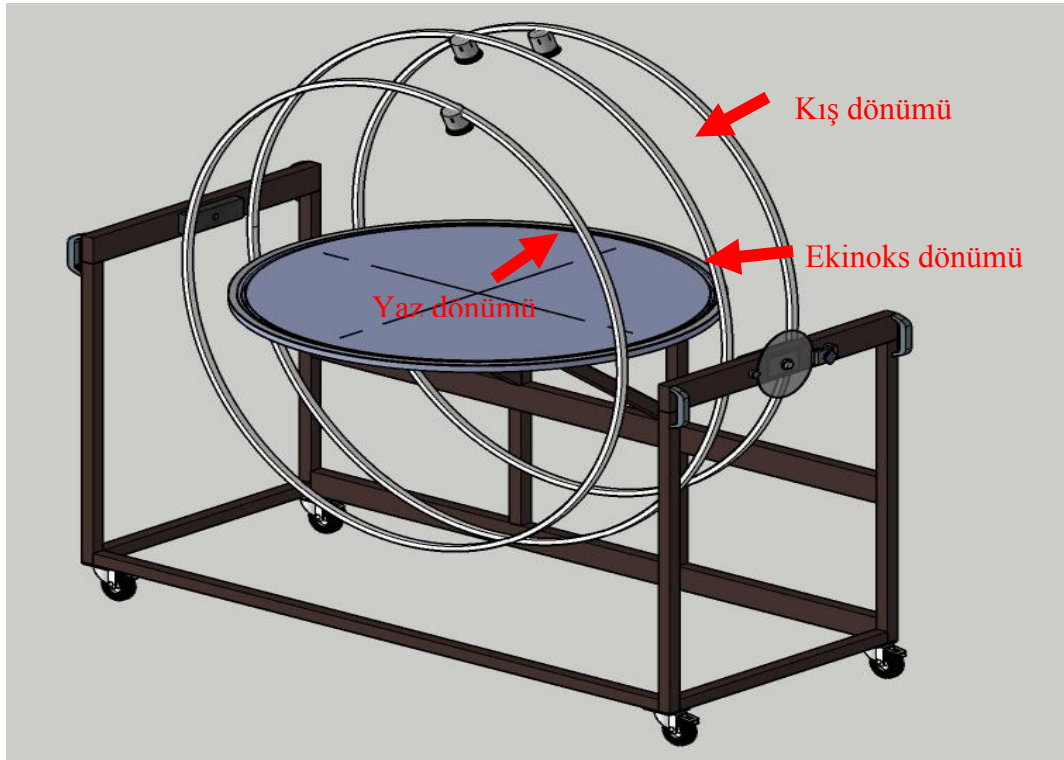
4.1.2. Halkalar ve Işıklar

Bu bileşen gruplarından ikincisi halkalar ve ışıklardır. Sistemde 3 halka bulunmaktadır. Her halkanın üzerinde 1 adet ışık bulunmaktadır. Bu halkaların üzerinde bulunan ışıklar her yılın üç önemli güneş tarihi olan; kış dönümünü, yaz dönümünü ve ekinoksu temsil eder (Şekil 4.5). Böylelikle mevsimsel olarak günışığının yapıya etkisinin nasıl olduğunun gösterilmesi sağlanır. Halkalar eğim açalarına göre hareket ettirilerek eğilebilir (Şekil 4.6) . Halkalar, makara sistemleri ile taşıyıcı iskelet etrafında elle çevrilerek hareket ettirilecektir. Bu durum kullanıcıların birebir temas içerisinde olmasını sağlayarak etkileşimi arttıracaktır.



Şekil 4.5: Işık halkalarının plan ve görünüşü

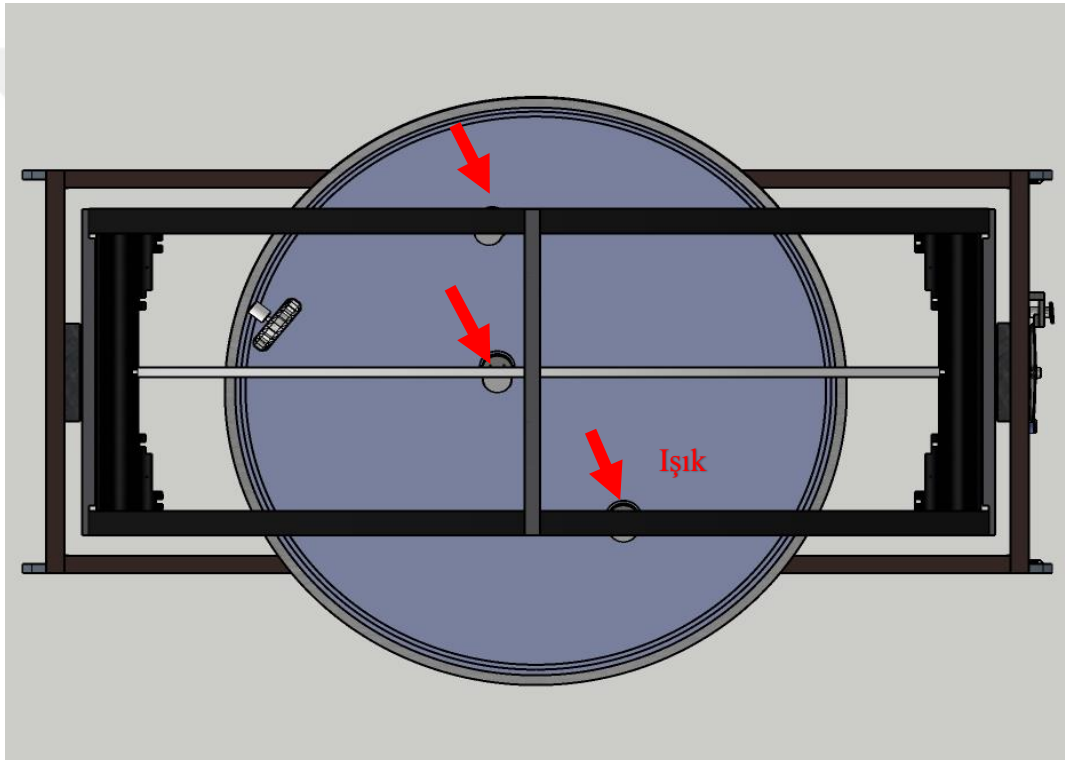
Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Autocad programı çizimi



Şekil 4.6: Işık halkalarının perspektif görünüşü

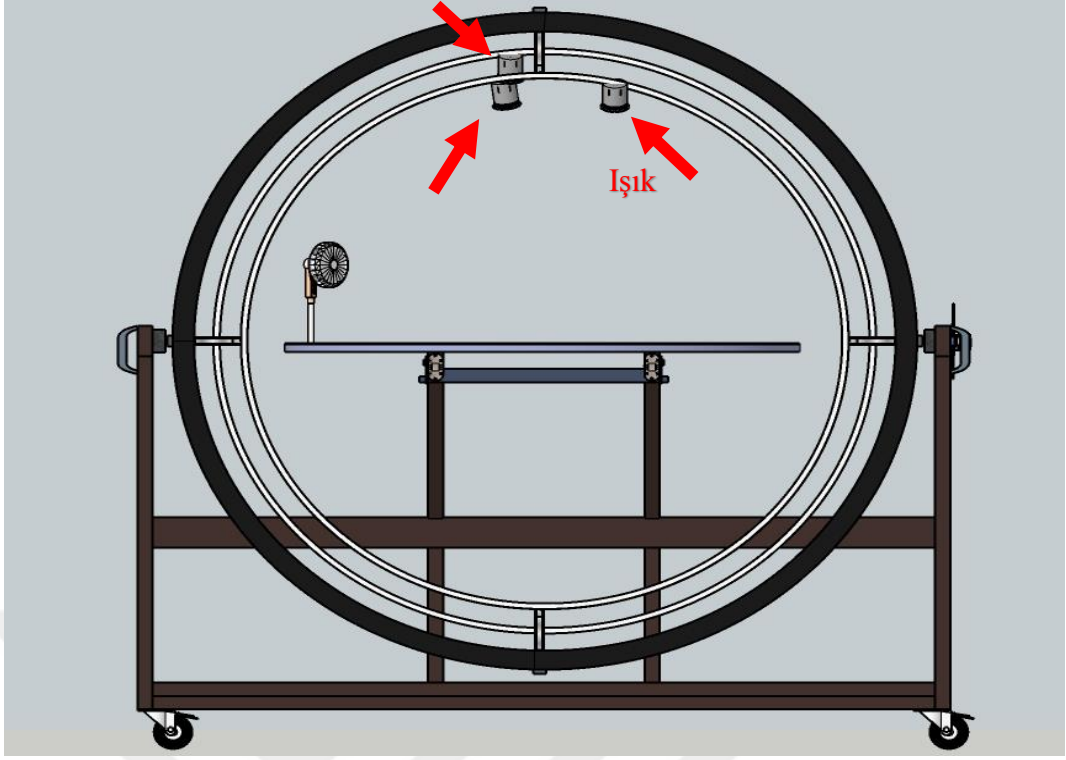
Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Yaz dönümünü temsil eden halka önde, ekinoks dönümünü temsil eden halka ortada ve kış dönümünü temsil eden halka arkada bulunmaktadır. Işık halkaları dönen siyah çerçeve halkalarına göre daha küçük boyutta olduğu için iç kısımda kalmaktadır (Şekil 4.7 – 4.8). Dönen siyah çerçeve halka ile bağlantılı olan ışık halkaları, güneşin eğim açısına göre düzlemde eğilip doğrultarak hareket ettirilebilir.



Şekil 4.7: GHBC model plan

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi



Şekil 4.8: Her halkaya monte edilmiş ışıklar

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Her halkaya monte edilen lambalar, güce bağlı şekilde kumanda kontrollü olup istenilen gün dönümündeki ışık açılıp kapanabilir halde veya pilli lambalar kullanılarak açılır kapanır şekilde kullanılabilir. Belirtilen şekilde ürünler araştırılmış olup üç öneri sunulmuştur (Ek 1 – 2 - 3).

4.1.3. Makaralar

Daha öncede belirtildiği gibi her bir ışık halkalara monte edilmiştir. Bu halkaların çerçeveye bağlanması için makaralar kullanılacaktır. Makaralar ile halkalar sisteme sabitlenerek halkaların kendi ekseninde hareket etmesi sağlanır. Denge Makarası, halkanın sürtünmesini azaltır ve daha rahat hareket etmesini sağlar, halkaların arka kısmına bağlayıcı siyah çerçevede bulunan boşluk arasına monte edilmektedir (Şekil 4.9).

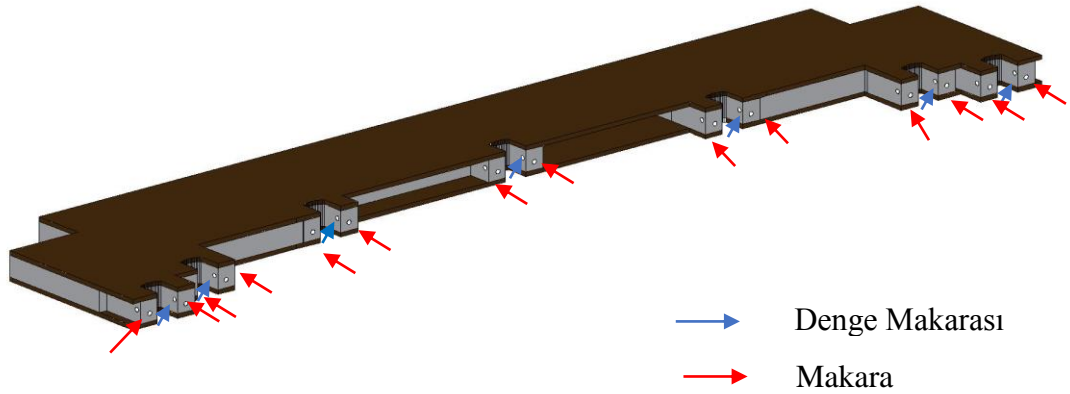
Halkaların dört bir köşesinden makara sistemi kullanılarak bağlayıcı siyah çerçeve elemanına monte edilir (Şekil 4.10). Böylelikle taşıyıcı iskelete yükü verilmiş olur.

Bu, halkaların günün herhangi bir saatinde gökyüzünde hareket eden güneşi döndürmesini ve simüle etmesini sağlar. Böylelikle monte edilen ışıklar standı konulan tasarım ögesinin etrafında 360 ° kolaylıkla dönerek tam gün güneş etkisini gösterebilecektir.



Şekil 4.9: Makara ve denge makarası

Kaynak: Url 7



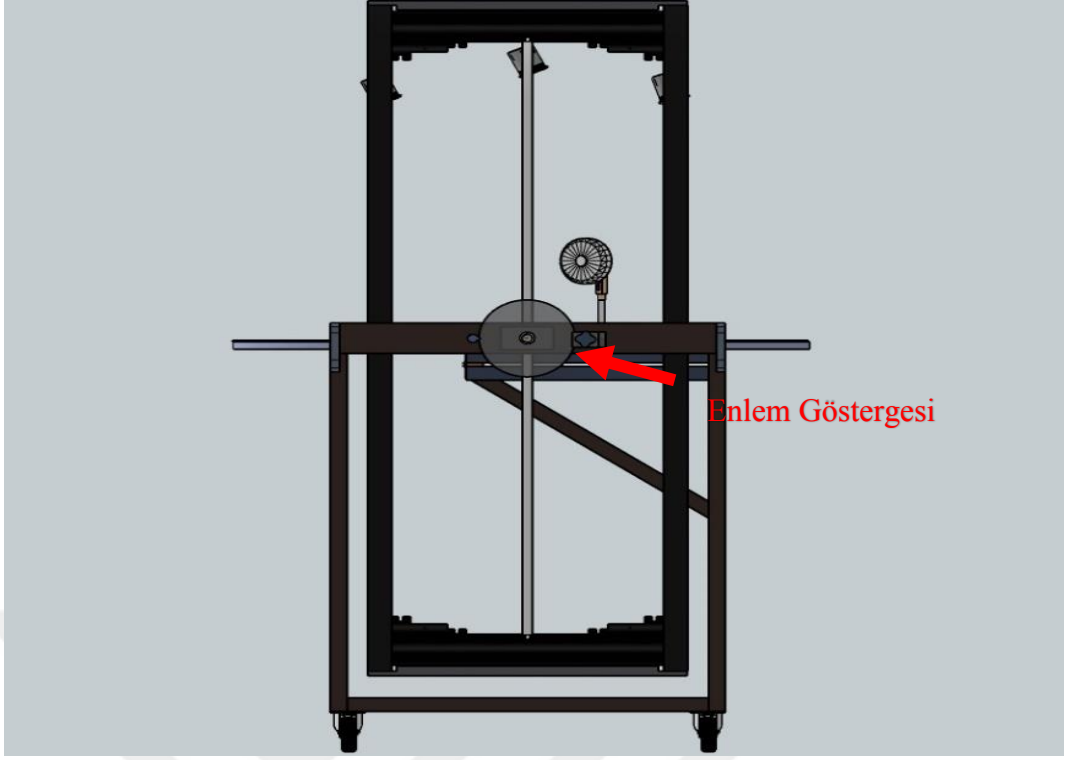
Şekil 4.10: Bağlayıcı siyah çerçeve

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Tablo 4.1: Taşıyıcı iskelet sistem parçaları

Parça No.	Bilgi
1 No'lu Parça	Sistemde sağ ve sol olmak üzere 2 adet bulunmaktadır.
2 No'lu Parça	Sistemde yatay olarak 1 adet bulunmaktadır.
3 No'lu Parça	Sistemde yatay olarak 1 adet bulunmaktadır.
4 No'lu Parça	Sistemde düşey olarak 4 adet bulunmaktadır.
5 No'lu Parça	Sistemde düşey olarak 4 adet bulunmaktadır.
6 No'lu Parça	Sistemde yatay olarak 1 adet bulunmaktadır.
7 No'lu Parça	Sistemde yatay olarak 1 adet bulunmaktadır.
8 No'lu Parça	Sistemde yatay olarak 1 adet bulunmaktadır.
9 No'lu Parça	Sistemde 2 adet bulunmaktadır. Masa tablasının taşınması için destek sağlamaktadır.
10 No'lu Parça	Masa tablasının destek parçası ile yerleştirildiği kısımdır.
11 No'lu Parça	Masa tablasının yerleştirildiği kısımdır.
12 No'lu Parça	10 no'lu ve 11 no'lu parçaları sabit tutmak için 2 adet kullanılmaktadır.
13 No'lu Parça	10 no'lu ve 11 no'lu parça arasındaki boşluğu desteklemek için 4 adet kullanılmaktadır.
14 No'lu Parça	Dönen taşıyıcı siyah çerçeve halka ve ışık halkalarının taşıyıcı iskelete bağlandığı kısımdır.
15 No'lu Parça	Enlem göstergesi.
16 No'lu Parça	Menteşe ile masa tablasının bağlandığı kısımdır.

Enlem göstergesi çerçevenin yanına takılıdır. Enlem ayarlama düğmesi gevşetilerek, dönen çerçevenin istenen enlem açısına hareket etmesine izin verilir ve istenilen zamandaki güneş ışığının belirlenmesi için ay ayarlama düğmesi kullanılır (Şekil 4.12).

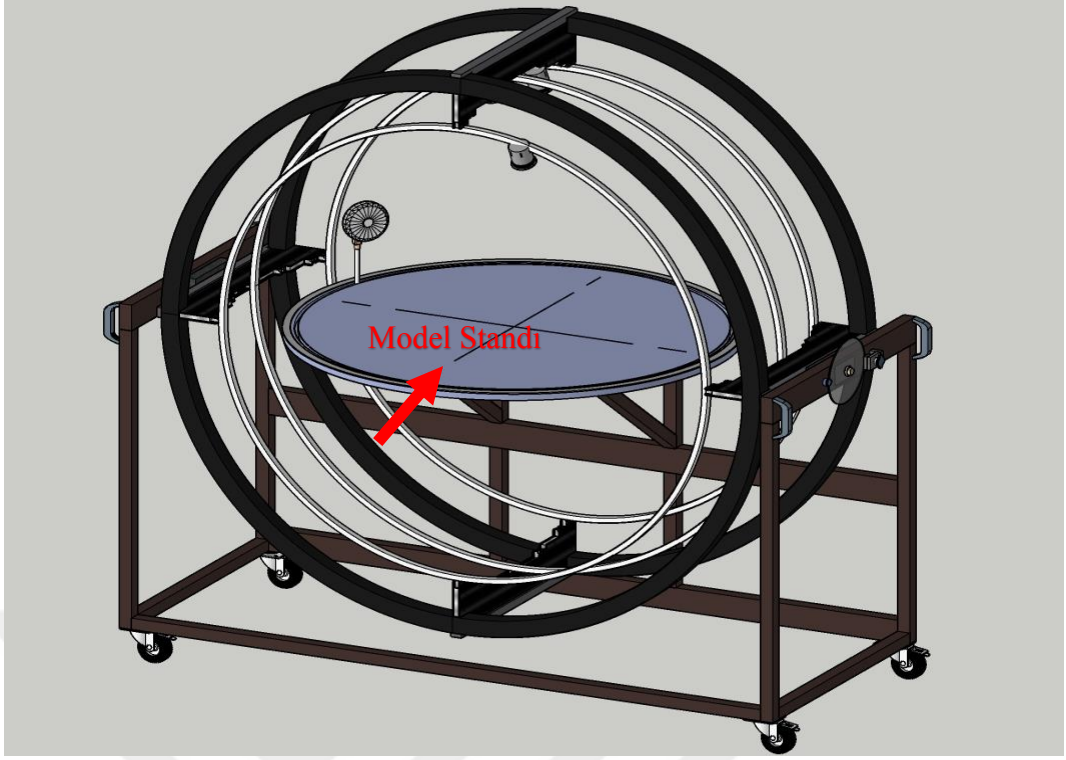


Şekil 4.12: Enlem göstergesi

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

4.1.5. Model Standı

Son kısım, çerçevenin ortasına takılan model standıdır. Maket modelleri analiz edilmek üzere buraya yerleştirilir. Stant, kullanıcının modeli güneşe göre çevirmesini sağlayan ve böylece en iyi yer yerleşimini ve pasif güneş stratejilerini araştıran hareket eden bir masa üstü içerir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: Model standı

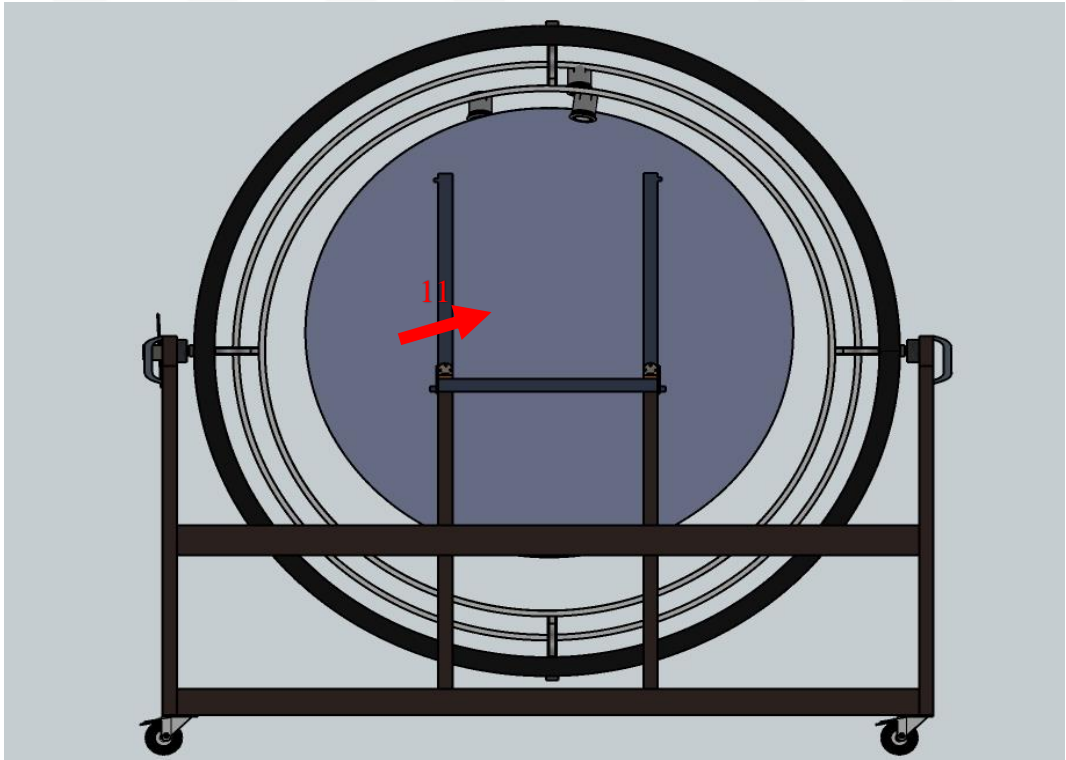
Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Model standı ve taşıyıcı iskelet arasında menteşe ile bağlantılı yapılmıştır. Bu bağlantı, masa tablasının katlanıp hareket etmesi ile yer alanından tasarrufu sağlanır ve kolaylıkla depo edilebilir hale gelmektedir (Şekil 4.14). 11 no'lu parça üzerine model standı sabitlenmiştir ve stant katlanıp dik açı ile durduğunda parça destek sağlayarak stant yükünü dağıtmaktadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.14: Model standı katlanmış hali perspektif görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi



Şekil 4.15: Model standı katlanmış hali arkadan görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Belirtilen tüm bileşenler detaylı bir şekilde incelenip bağlantılarının nasıl yapılacağını daha iyi öğrenmek amacı ile küçük ölçekte maket yapılmıştır (Şekil 4.16 – 4.17 -4.18- 4.19- 4.20).



Şekil 4.16: GHBC bağlayıcı siyah çerçeve maket görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır



Şekil 4.17: GHBC dönen siyah çerçeve halka ve ışık halkaları maket görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır



Şekil 4.18: GHBC taşıyıcı iskelet ve model stant maket görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır



Şekil 4.19: GHBC maket perspektif görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır



Şekil 4.20: GHBC maket ön görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır

4.2. Cihazın Potansiyelleri (Faydaları, Kullanım Alanları, Kullanacak Profil Bilgisi, Cihazın Kullanım Şekli)

GHBC ile öğrencilere mimarlık eğitimi derslerinde güneş ışığının kullanımının ne kadar etkili olduğunu fiziksel olarak adlandırılan gerçek ortamda gösterilebilecektir. Birebir etkileşim içerisinde olacakları bu sistem ile güneşin yapıyla ilişkisini kavrama hızları artacaktır.

Yapının doğru konumlandırılarak yönelmesinde, yapı formunun tasarlanmasında, binaların doluluk boşluk oranları, pencere boyutlarının uygunluğu, gölgeleme elemanlarının işlevselliği, yapının yönelimi vb. durumların kontrolü bu sistem ile kontrol edilebilecektir.

Mimarlık öğrencilerinin ve öğretim görevlilerinin yanı sıra, mimarlık ofislerinde proje sunumlarında da GHBC kullanılabilir. Sunumlarda kullanılarak pazarlamada olumlu etki bırakılabilir.

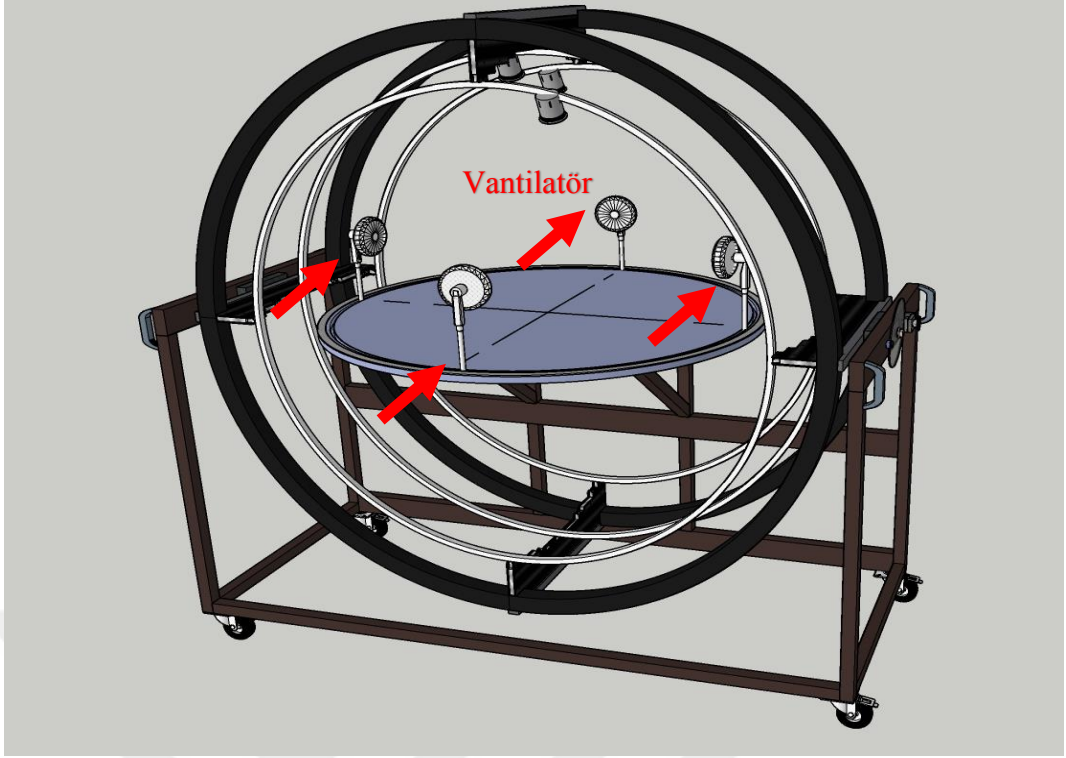
GHBC cihazının diğer heliodon tasarımlarından ayıran belirgin özellikleri şu şekildedir:

1. Vantilatör sistemi
2. Kamera sistemi
3. Halkanın hareket sistemi (cihazın çalışma mekanizması)

4.2.1. Vantilatör Sistemi

Yatay yönde hareket eden ve genellikle basınç değişimi sonucu atmosferik yoğunluk farklarından meydana gelen hava hareketine rüzgar denir. İklim elemanlarından biri olan rüzgar, tanımlanması ve kontrol edilmesi güç bir ögedir. Binanın kullanım süreci boyunca aydınlatmaya, ısıtmaya her ne kadar enerji duyarsa soğutma ve havalandırmaya da o kadar enerji duymaktadır. Bu nedenle binaların iç mekanında ve yöneliminde rüzgarın günüşığı kadar dikkate alınması gerekmektedir.

Mimari tasarımlarda da rüzgar yönünü daha belirgin şekilde ifade etmek için GHBC de vantilatör sistemi kullanımı önerilmiştir. Böylelikle tasarımı yapılan yapının bulunduğu konumun mevcut hakim rüzgar yönü cihaz üzerinde model standında bulunan makette gösterilerek binanın konumu, pencere yerleşimi, yapı içindeki mekan işlevlerinin doğruluğu vb. parametreler incelenebilecektir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21: Vantilatör görünümü

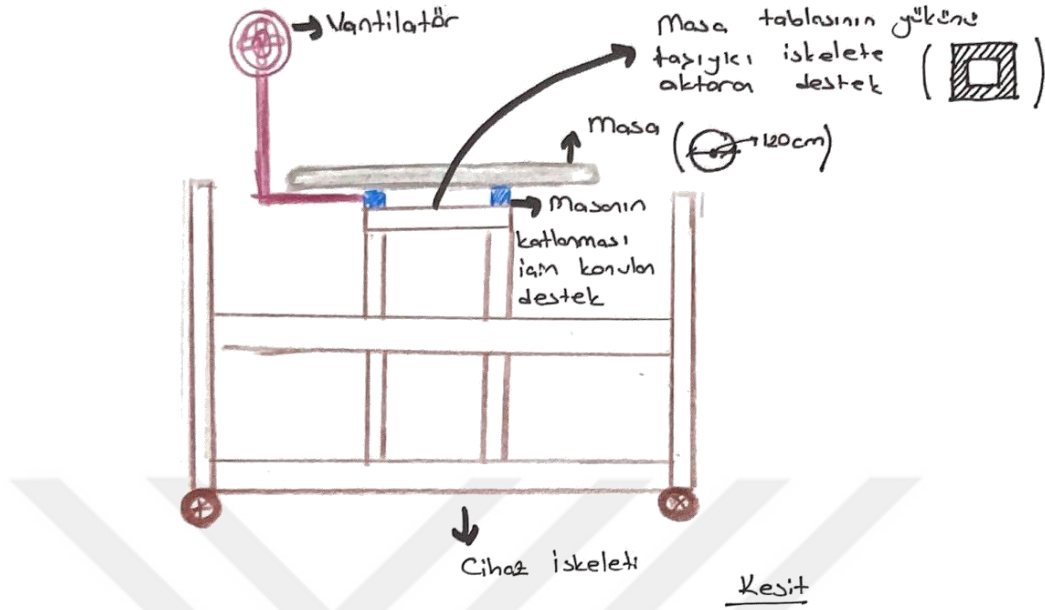
Kaynak: Yazar, tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Vantilatör sisteminde kullanılan pervane sistemleri için üç farklı eskiz önerisi yapılmıştır. Bu önerilerden en avantajlı sistem seçilmiştir.

4.2.1.1. Vantilatör Sistemi 1. Öneri

Vantilatör 360° dönen makara ile masa altından bağlanarak yapılacaktır. Bu öneri uygulandığında masa tablasının katlanması için yapılan destekler engel olacaktır. Bu nedenle vantilatör sistemi 360° masa tablası etrafında dönemeyecektir (Şekil 4.22).

④ Ventilatörün Masa Altında Bağlanması



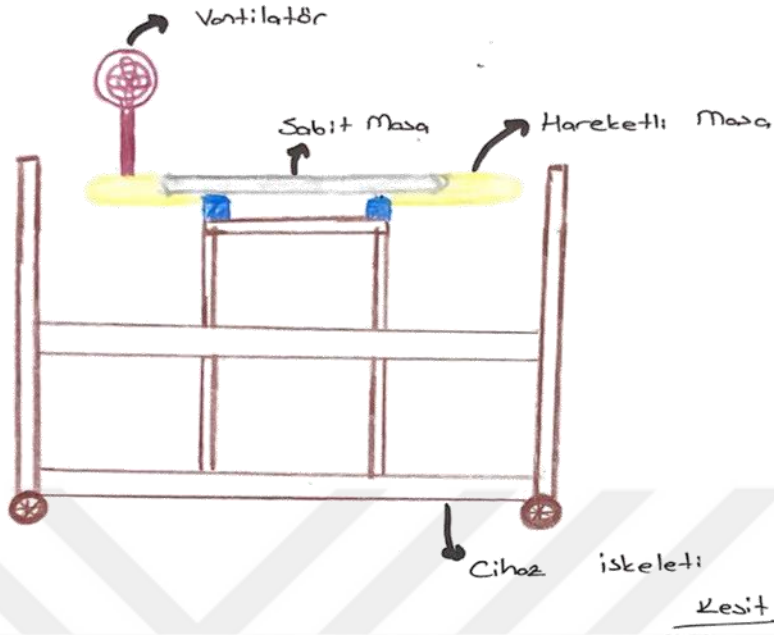
Şekil 4.22: Ventilatör sistemi 1. öneri kesit görünümü

Kaynak: Yazar, tarafından tasarlanmıştır – Eskiz çizimi

4.2.1.2. Ventilatör Sistemi 2. Öneri

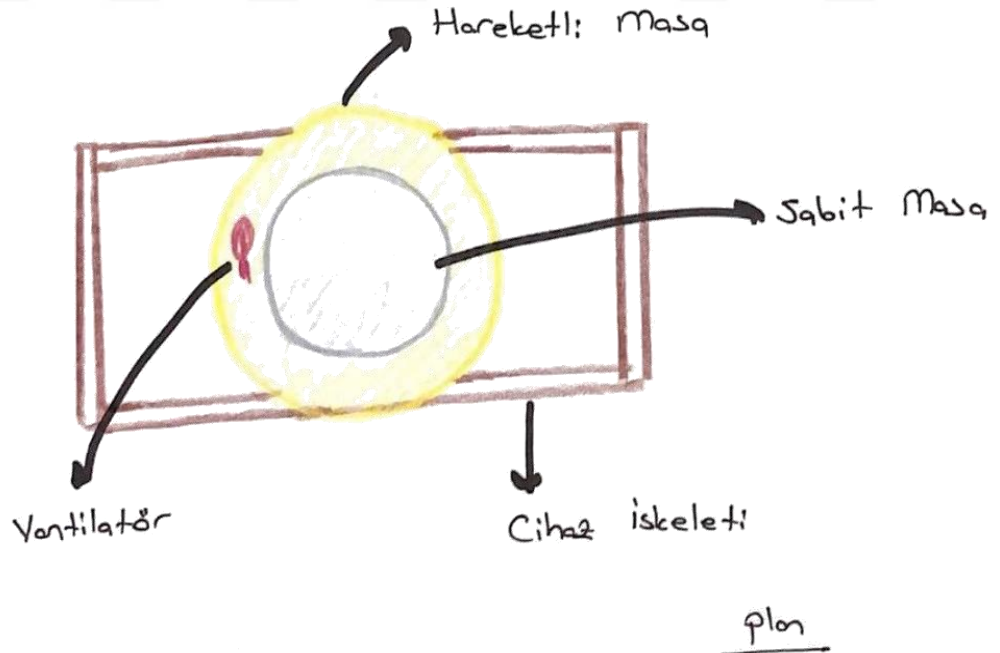
Bu sistemde vantilatör iç içe masa tablası ile bağlanmaktadır. Sabit ve hareketli olmak üzere iki ayrı masa tablası kullanılmıştır. Sarı renkte belirtilen hareketli masa tablasına vantilatör monte edilerek sabit masa etrafında 360° döndürülebilecektir (Şekil 4.23-4.24).

② Ventilatörün İa içe Masa Tablası ile Bağlanması



Şekil 4.23: Ventilatör sistemi 2. öneri kesit görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Eskiz çizimi

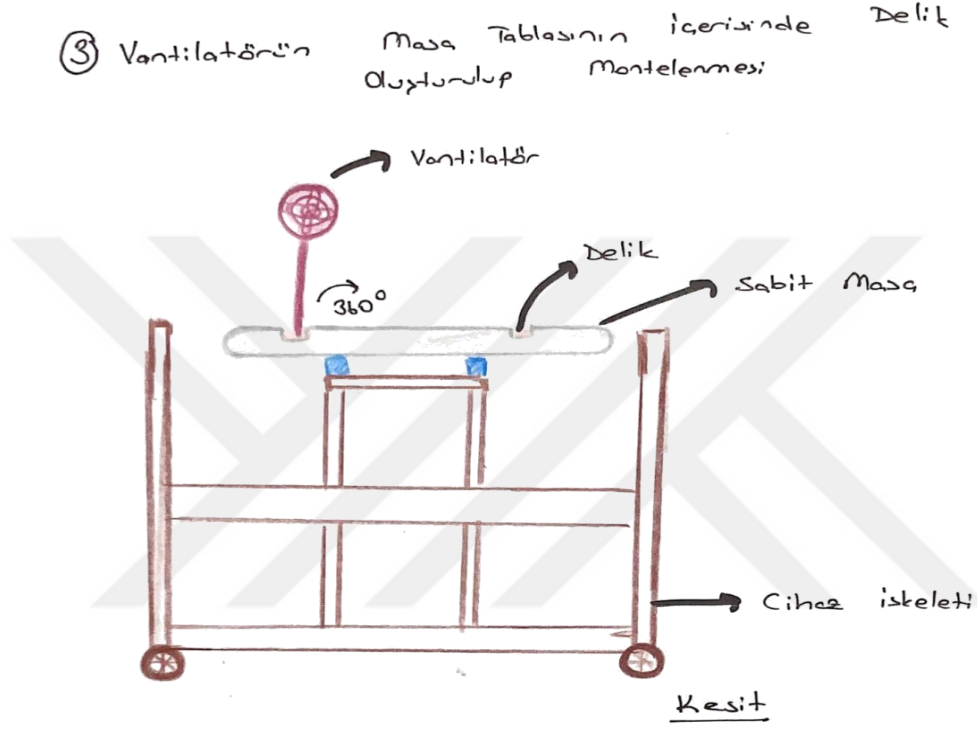


Şekil 4.24: Ventilatör sistemi 2. öneri plan görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Eskiz çizimi

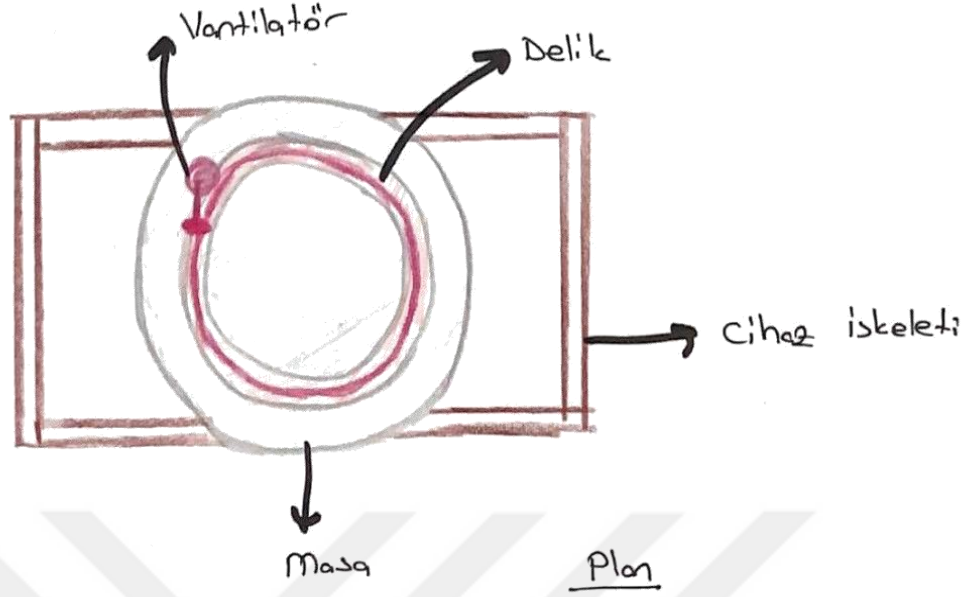
4.2.1.3. Vantilatör Sistemi 3. Öneri

Bu sistemde masa tablasının içerisinde delik açılarak vantilatör sistemi deliğin içerisine monte edilmiştir. Böylelikle sabit masa üzerinde pervane 360° döndürülebilecektir (Şekil 4.25- 4.26).



Şekil 4.25: Vantilatör sistemi 3. öneri kesit görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Eskiz çizimi



Şekil 4.26: Ventilator sistemi 3. öneri plan görünümü

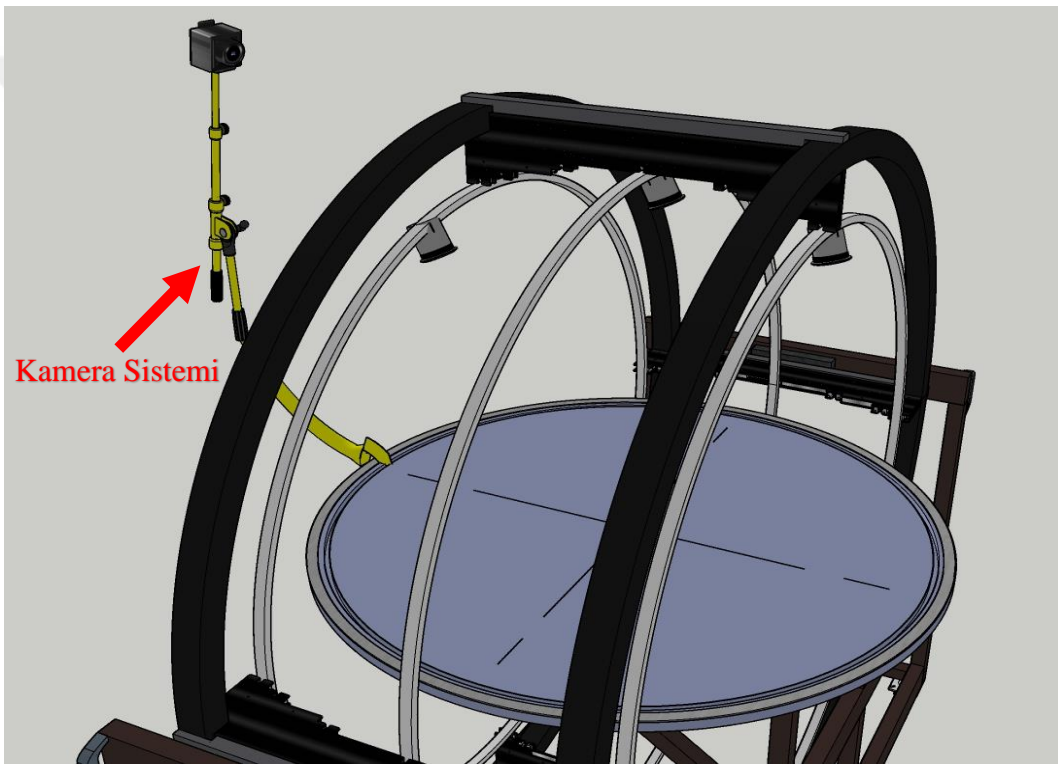
Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Eskiz çizimi

Ventilatör sistem önerilerinden 3. öneri seçilmiştir. GHBC de masa tablasının içerisinde delik açılarak ventilatör sistemi kullanılacaktır. Böylelikle masa tablasının hareketini kısıtlayacak bir engel olmayacaktır ve ventilatör sisteminin masa etrafında hem el ile hem de otomatik şekilde hareket ettirilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Ventilatör cihazı içinde üç farklı öneri sunulmuştur. Önerilerin iki tanesi buharlı ventilatör sistemine sahiptir. (Ek 4-5-6). Ventilatör sistemi olarak buharlı sistem tercih edilmiştir. Bunun nedeni ise rüzgar yönünü fiziksel ortamda kolaylıkla göstermektir. Buhar kullanıldığı için hakim rüzgar yönüne konumlandırıldığında çıplak gözle rüzgar yönü gözlemlenecektir ve havalandırma sisteminde buhar hareketi incelenerek işlevselliğinin doğruluğu tespit edilebilecektir. Buhar gücü daha kuvvetli olduğu için 3. öneri tercih edilecektir (Ek 6). Ek öneri olarak ventilatör sistemlerine ince film bantları bağlanarak sistem çalıştırıldığında hareket yönüne bakarak rüzgarın nereden geldiği gösterilebilir.

4.2.2. Kamera Sistemi

Kamera sistemi kullanarak fiziksel ortamda GHBC siteminin hareketini yansıtım ekranına yansıtıp daha detaylı göstermek hedeflenmektedir. Kamera sistemi sabit şekilde kullanılmayıp portatif olarak tasarlanacaktır. Böylelikle cihaz sistemine daha fazla yük eklemeyip kamera sisteminin dayanaklığının uzun süre devam etmesi sağlanacaktır. Portatif olması ile sistemde hem cep telefonu kamerası hem de normal kamera sistemi kullanılabilir (Şekil 4.27). Kamera tutucu kullanılarak portatif halde sistem haline getirilecektir. Üç farklı öneri sunulmuştur (Ek 7-8).



Şekil 4.27: Kamera sistemi görünümü

Kaynak: Yazar tarafından tasarlanmıştır – Sketchup programı çizimi

Kamera tutucu önerilerinden 2. öneri seçilmiştir (Ek 8). Ucuz maliyetli ve kolaylıkla hareket ettirilebildiği için bu öneri seçilmiştir. Talebe ve istenilen sayıya göre tutucular yerleştirilerek kamera görüntü açısı artırılabilir.

4.2.3. Halkanın Hareket Sistemi

İncelenen çoğu cihaz sisteminde ışıklar güce bağlı şekilde çalışmaktadır ve halkaları el ile hareket ettirilmektedir. GHBC sisteminde ışık halkaları maliyeti ucuz olduğu için el ile hareket ettirilecektir. Kullanıcıların birebir etkileşim içerisinde olması avantajlı yönde etkilemektedir. Cihaz sistemi geliştirilerek halkaların otomatik şekilde hareket etmesi hedeflenmektedir.

GHBC Cihazı; elektrik gücüne takılı şekilde çalışmaktadır. Her lambanın bağlantı noktası farklı olup istenilen aya göre ışık açılmaktadır. Enlem göstere yeri ile istenilen açıya göre çerçeve hareket ettirilerek güneş ışığının hareketleri gerçeğe yakın daha doğru şekilde gösterilir. Sistemde kullanılan tekerlekler sayesinde cihaz kolaylıkla istenilen yere hareket ettirilebilir. Masa tablasının taşıyıcı iskelet ile arasındaki bağlantı sayesinde, tabla kolaylıkla hareket ettirilerek yerden tasarruf sağlanabilmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ

Güneş hareketlerinin fiziksel ortamda daha belirgin şekilde incelenmesi için heliodon sistemlerinden yardım alınarak çalışmalar yapılmaktadır. Dünya çevresinde yapılan birçok heliodon tasarımı incelenerek cihazda ortak özellikler belirlenmiştir. Genel olarak heliodon sistemi bir güneş ışığı kaynağı oluşturup, gözlem yapılacak zemin üzerine ışığı yansıtarak güneş hareketini göstermektedir.

Bu sistemde, güneşinin etkisi ile yapıların konumu, formu, yönelimi, yapı kabuğunda doluluk boşluk oranı, gölgeleme elemanı tasarımları vb. tasarım parametrelerini tek bir yerde incelenmesine imkan verilmiştir.

Bu çalışmada anlatılan GHBC sisteminde, yapılan diğer heliodon uygulamalarından ayıran iki farklı özellik vardır. Bu özellikler havalandırma sistemi ve kamera sistemidir. Tasarımda rüzgar ve yapı ilişkisini göstermek amacıyla havalandırma sistemini temsil eden vantilatör sistemi uygulanmıştır. Buharlı olarak seçilen bu sistem ile rüzgar yönü çıplak gözle görülebilir hale getirilecektir ve gerçek ortamda rüzgar hareketinin gözlenme imkanı sağlanacaktır. Bu şekilde sistemde güneş ve rüzgarın yapıdaki etkisi aynı anda gözlemlenebilecektir. Kamera sistemi ise cihazın hareketinin dijital ortama aktarılmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede cihaz çalışırken uygulama aşaması elektronik ortamda kaydedilebilecektir.

GHBC sistemi; malzeme çeşidi, sistem hareketi, ışık sayısı ve halka sayısı farklılıkları ile maliyet değişkenliği gösterebilmektedir. Bu yüzden esnek özelliktedir. Mimarlık stüdyolarından talep üzerine değişiklikler yapılarak farklı GHBC tasarımları oluşturulabilir. Mimarlık eğitiminde büyük oranda yer kaplayan yapı güneş ve yapı rüzgar ilişkisinin, öğrencilere daha iyi iletilebilmesi için diyagramlar, simülasyon programları, heliodon vb. araçlarla yapılan deneysel çalışmalar gibi birçok uygulamalar kullanılmaktadır. Fakat sanal ortamda gösterilen güneş hareketinin etkisi ile gerçek ortam olarak adlandırılan fiziksel ortamda gösterilen güneş hareketinin etkisinin incelenmesi farklı ölçütlerdedir. Teknoloji çağında olmamıza rağmen mimari tasarımdaki bazı kriterleri sanal simülasyon ortamında değil de fiziksel heliodon sisteminde incelediğimizde daha akılda kalıcı olduğu yurt dışındaki üniversitelerde uygulanan heliodon sistemlerinin analiz sonucunda yapılan araştırmalarda

belirtilmiştir. Bu nedenle mimarlık eğitim stüdyolarında fiziksel ortamda daha iyi ve basit şekilde güneş hareketini incelemek için GHBC (Güneş Hareketi Benzetim Cihazı) sistemi kullanılabilir. Söz konusu cihaz sayesinde mimarlık eğitiminde öğrencilerin birebir konu ile etkileşim içerisinde olmasına olanak sağlanarak, konuyu daha rahat şekilde pekiştirebilmelerine destek olabilir.

Bu çalışma, okulumuzda yapılması planlanan BAP-1000-36 numaralı bilimsel araştırma projesine referans olması hedeflenmektedir.



KAYNAKÇA

- Abuşka, M. (2019). *Güneş Enerjisi ve Uygulamaları Ders Notları* - https://akhisarmyo.mcbu.edu.tr/db_images/file/gunes-enerjisi-1-1283TR.pdf
- Apollo Automated Heliodon.
<http://cyberspaceandtime.com/3yweINTJVBs.video+related>
- Arpacıoğlu, Ü.T. (2010). *Günışığı Öncelikli Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modeli* (Doktora Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydınoğlu, F.A.Z. (2016). *Impact Of Different Transparency Of Building Envelope On Building Energy Performance In Various Climatic Zones* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beyaztaş, H. (2020). *Redefining Building Envelope Based On Different Urban Texture For The Goal Of Achieving Near- Zero Energy Residential Building* Ph.D. THESIS. İstanbul Technical University, Department of Architecture, Construction Sciences Programme, İstanbul.
- Ceylan, İ. ve Gürel E. (2018). *Güneş Enerjisi Sistemleri ve Tasarımı* (Kitap). Dora Yayınevi, Bursa.
- Ceyrancı, N.G. (2020). *Farklı İklim Bölgelerinde Yapı Kabuğunun Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım: Belediye Binası Tip Projesi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Yapı Fiziği Programı, İstanbul.
- Cheung, K.P. (2001). *A Table Top Heliodon Developed For Use In An Architect's Design Studio*. International Journal on Architectural Science, Volume 2, Number 4, p.118-128.
- Cheung, K.P. vd. (2000). *A Multi-Lamp Heliodon For Architectural Schools*. International Journal on Architectural Science, Volume 9, Number 1, p.18-35.
- Cheung, K.P. vd. (2012). *A Discussion On Some Assemblies Of Fresnel Lens And Quartz Lamps In Simulating Quasi-Parallel Light For Testing Building Models*

In Heliodon Sstudies. International Journal on Architectural Science, 9(1):18-35

Cheung, K.P. ve Chung S.L. (2002). *A Table Top Heliodon With A Mowing Light Source For Use In An Architect's Office*. International Journal on Architectural Science, Volume 3, Number 2, p.51-60.

Dale Dolan, vd. (2015). *Cal Poly Heliodon*, <https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1281&context=mesp>

Demir, A. (1973). *Güneş Işınımından Korunmak ve Yaralanmak Amacıyla Mimaride Alınan Tedbirler Üzerine Bir Araştırma* (Doktora yeterlilik çalışması). Mimar Sinan Üniversitesi Yayını No.12, İstanbul.

Deniz, A. (2018). *Yapı Kabuğunun Düşük Maliyetli Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım – Kamu Yapısı Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Doberneck, D. ve Knechtel K. (2014). *Heliodon: A Hands-On Daylighting Educational Tool*. http://proceedings.ases.org/wp-content/uploads/2014/02/SOLAR2013_0099_final-paper_small.pdf

Fernandes, L.C. ve Cunha E. (2011). *Ensino De Geometria Solar: Proposta De Heliodon Alternativo*. XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído At: Búzios, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

ECOS- UFJF Heliodon. <https://www.ufjf.br/ecos/projetos-vinculados/projeto-heliodon/> http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_159.pdf

Erio Bortot Heliodon. <http://www.revista.unsj.edu.ar/revista55/heliodon.php>

Fernandes L. C. vd. (2013). *Desenvolvimento, Execuça E Teste De Simulador Trajetoria Solar Aparente*.

HD92 Heliodon. <http://hidrodidatica.com.br/hd92-heliodon.php>

Heliodons. <http://www.heliodons.org/index.html>

Heliodom de Analemas. https://www.tiimecomercial.com/Heliodom_de_Analemas/prod-5033055/

Heliodon EQ219.

<https://cidepe.com.br/index.php/en/produtos-interna/heliodon/EQ219>

Heliodon Intaretivo, (2012). <http://www.heliodon.com.br/heliodon.html>

HPD'S Heliodon. <https://www.bidcorp.com/auctions/heliodon-model-126-high-precision-development/61729>

IN320 Heliodon. <http://innovarequipamentos.com.br/produto/in320-heliodon-basico/>

IN321 Heliodon. <http://innovarequipamentos.com.br/produto/in321-heliodon-automatizado/>

Iturbide-Jimenez, vd. (2016). New Heliodon Design With The Use Of Value Engineering (VE). *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, Volume 5, Issue 4, July 2016.

İlgin Erkmen, F. (2012). *Opak Düşey Yapı Kabuğunun Enerji-Emerji Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Yapı Fiziği Programı, İstanbul.

Keskin, K. (2014). *Enerji Etkin Pasif Sistem Parametrelerine Yönelik Bir Model Önerisi/ Iluman Nemli İklim Bölgesi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Trabzon.

Kılıç, Sirel H. (1991). *Yapılarda Güneş Denetimine İlişkin Problemlerin Çözülmesinde Gölge Eğrileri Yönteminin Kullanılması* (Kitap). Yıldız Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

Kıncay, O. (2019) - Güneş Enerjisi. <http://www.solaracademy.com/menus/Gunes-Enerjisi.021720.pdf>

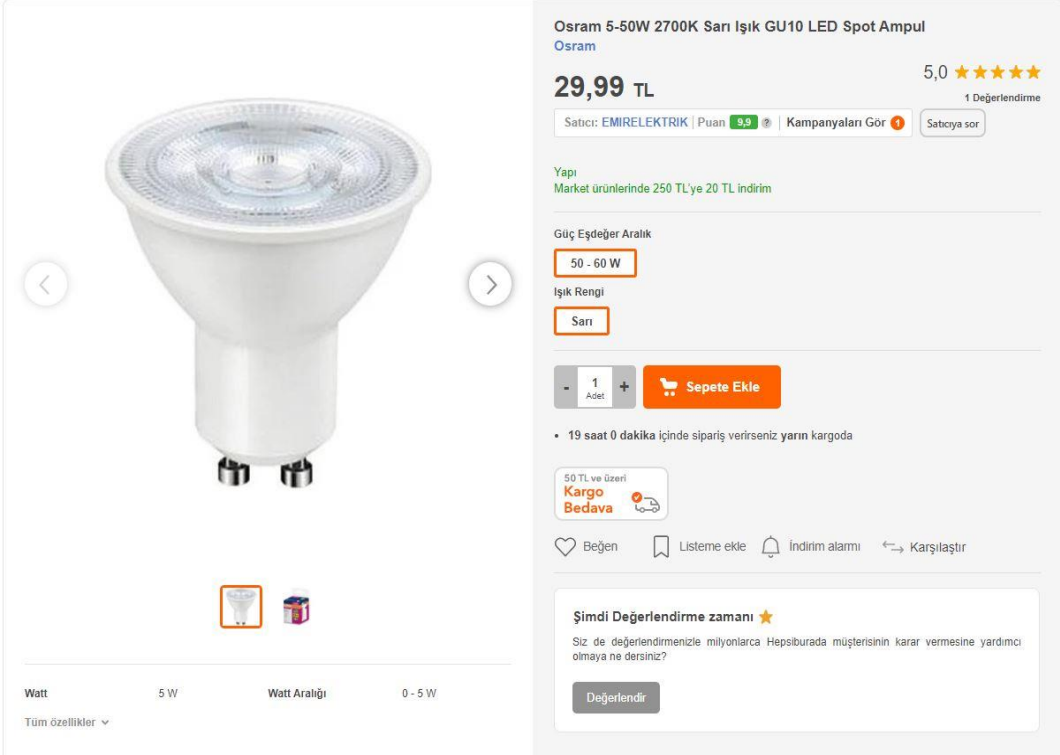
La Universidad Antonio Nariño Sede Palmira Heliodon-
<http://laboratoriodebioclimaticauanpalmira.blogspot.com/2016/06/heliodon-simulador-de-sol-para.html>

- Özyer, N. S. (2017). *Cephede Dıştan Kullanılan Gölgeleme Elemanları ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı, İstanbul.
- Pajak, L. vd. (2018). *Using Heliodon For Solar Building Design Education In The Age Of Computer Simulations*. EuroSun 2018 Conference Proceedings.
- Solar Geometry Heliodon. <http://www.heliodons.org/solar-geometry-demonstration-heliodon.html>
- Sun Emulator Heliodon. <http://www.heliodons.org/sun-emulator-heliodon.html>
- Sun Simulator Heliodon. <http://www.heliodons.org/sun-simulator-heliodon.html>
- Şerefhanoglu, Sözen M. (2010). *Yapı Yüzeylerinin Güneşlenme Durumları* (Kitap). Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul.
- Szokolay S.V. (2007). *Solar Geometry*. By Passive and Low Energy Architecture International In Association With Department Of Architecture, The University of Queensland Brisbane.
- Table-top Heliodon . <http://www.heliodons.org/table-top-heliodon.html>
- Tango R.W. (2011). *Object In Light: From Power To Purpose*. Southern Polytechnic State University.
- Tekbıyık, G. (2018). *Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, Kamu Binalarında Uygulama Yöntemleri ve Örneklerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tulip Heliodon. <https://www.betanit.com/heliodon/>
- Url 1. <https://www.bloglovin.com/blogs/arch-daily-375859/gherkin-how-londons-famous-tower-leveraged-1889026733>
- Url 2. <https://www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associes/510bd652b3fc4be6060000be-q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associes-sunshade-diagram>

- Url 3. <https://enerjisensin.blogspot.com/search?q=g%C3%BCne%C5%9F+%C4%B1nC4%B1m%C4%B1>
- Url 4. <https://www.evvelcevap.com/astronomi-ve-uzay-bilimleri-ata-yayinlari-ders-kitabi-sayfa-86-cevabi/>
- Url 5. <http://irnbtfst01.blogspot.com/2016/10/dunyann-gunes-etrafnda-donmesinin-biz.html>
- Url 6. <http://www.kursunkalem.com/21-aralik-ozellikleri-nelerdir/#gsc.tab=0>
- Url 7. <http://www.heliodons.org/sun-simulator-heliodon.html>
- Url 8. <http://www.heliodons.org/table-top-heliodon.html>
- Url 9. <https://www.fursa.com.tr/denge-makara-k%C3%BCc%C3%BCk-vidali-polyemid>
- Uslusoy, Şenyurt S. (2018). *Ofis Yapıları İçin Yapı Kabuğu Tasarım Parametrelerinin Enerji Tüketimine Etkisini Belirlemede Kullanılabilecek Bir Yaklaşım* (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ünalın, H. (2016). *Eskişehir İklim Koşullarında Ofis Binaları İçin Isıtma Soğutma Enerji Performansının Yapı Kabuğundaki Yönlenme, Saydamlık Oranı ve Cam Türü Açısından İrdelenmesi* (Doktora Tezi). Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Yüceer, N.S. (2015). *Yapıda Çevre ve Enerji* (Kitap). Nobel Yayınevi, Ankara.
- Zambrano, I. M. A. vd. (2014). *Simulação Física Em Heliodon Computadorizado No Ensino Da Concepção Arquitetônica Bioclimática, Universidade Federal de Juiz de Fora*.
- Zeren, L. (1956). *Mimaride Güneş Kontrolü* (Doçentlik Çalışması, Kitap). İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Zeybek, Ö. (2009). *Energy Savings of Primary School Buildings In Turkey Through Energy Efficient Renovation Strategies In Building Envelope*, M.Sc. Thesis, İstanbul Technical University, Department of Architecture, Environmental Control and Structural Technologies Programme, İstanbul.

EKLER

Ek 1: Güç kaynağına bağlı çalışan ışık (Url)



Osram 5-50W 2700K Sarı Işık GU10 LED Spot Ampul
Osram

29,99 TL 5,0 ★★★★★
1 Değerlendirme

Satıcı: EMIRELEKTRİK | Puan 99 | Kampanyaları Gör | Satıcıya sor

Yapı
Market ürünlerinde 250 TL'ye 20 TL indirim

Güç Eşdeğer Aralık
50 - 60 W

Işık Rengi
Sarı

- 1 Adet + **Sepete Ekle**

• 19 saat 0 dakika içinde sipariş verirsiniz yarın kargoda

50 TL ve üzeri
Kargo Bedava

Beğen | Listeme ekle | İndirim alarım | Karşılaştır

Şimdi Değerlendirme zamanı ★
Siz de değerlendirmenizle milyonlarca Hepsiburada müşterisinin karar vermesine yardımcı olmaya ne dersiniz?
Değerlendir

Watt 5 W Watt Aralığı 0 - 5 W
Tüm özellikler

Ek 2: Pil ve uzaktan kumanda ile çalışan ışık



Uzaktan Kumandalı Yapışkanlı Kablosuz Pili Lamba
ÜCRETSİZ KARGO, UYGUN FİYAT
★★★★★ Yorumları oku (9)

Adet

Ücretsiz Kargo
En geç 15 Haziran Salı günü kargoya verilir.
[Detayları gör](#)

69,90 TL KDV DAHİL

Hemen AL [Sepete Ekle](#) [Kalp](#) [Bildirim](#)

ORJİNAL ÜRÜNE %100 DESTEK **ÖDEME KORUMA SİSTEMİ** **İNTERNETTE GÜVENLİ ALIŞVERİŞ**



Ek 3: Pil ile çalışan ışık



Mutfak Dolabı İçin Pili Dokunmatik Led Lamba: 3Ad
Araba Vitrin Dolap İçı Aydınlatma Led Lamba Işıık Pili Spot Lamba
★★★★☆ Yorumları oku (8)

Adet **2 üründen biri %5 indirimli**

Kargo Ücreti : 10,90 TL
En geç 14 Haziran Pazartesi günü kargoya verilir.
[Detayları gör](#)

38,23 TL KDV DAHİL

Hemen AL [Sepete Ekle](#) [Kalp](#) [Zil](#)

ORJİNAL ÜRÜNE %100 DESTEK **ÖDEME KORUMA SİSTEMİ** **İNTERNETTE GÜVENLİ ALIŞVERİŞ**



Ek 4: Vantilatör 1.Öneri

n11.com
hayat sana gelir

garaj11 market Yardım

SAFETOUCH N95 FFP2 Ventiltsiz Maske 1 Kutu(50 Adet)

Konum

TÜM KATEGORİLER

Süper Fırsatlar Kampanyalar Çok Satanlar Yurt Dışından Ürünler Mağazala

Ana Sayfa > Elektronik > Bilgisayar > Bilgisayar Bileşenleri > Soğutucu & Fan > Diğer Soğutucu & Fan

STARCOM Şarjlı El Vantilatörü, 3 Pervaneli
aynı gün gönderim
★★★★★ Ürün yorumu yok

Adet: **Stokta kalan son 1 ürün!**

Ücretsiz Kargo
En geç 26 Nisan Pazartesi günü kargoya verilir.
Detayları gör

39,00 TL KDV DAHİL

Hızlı Al **Sepete Ekle**

ORJİNAL ÜRÜNE %100 DESTEK ÖZEM KORUMA SİSTEMİ İNTERNETTE GÜVENLİ ALIŞVERİŞ

Tükenmek üzere

f t p e

Ek 5: Vantilatör 2.Öneri

n11.com
hayat sana gelir

garaj market Yardım


Penelope Uyku Pedlerinde Avantajlı Fiyatlar

Konun Konu

TÜM KATEGORİLER

Süper Fırsatlar Kampanyalar Çok Satanlar Yurt Dışından Ürünler Mağazalar

Ana Sayfa > Elektronik > Bilgisayar > Bilgisayar Bileşenleri > Soğutucu & Fan > Diğer Soğutucu & Fan



Mini Taşınabilir Buharlı Vantilatör USB Şarj
EN UCUZ FİYAT - AYNI GÜN ÜCRETSİZ KARGO - %100 KALITE
★★★★★ Ürün yorumu yok

Renk: Seçin

Adet: 1

Ücretsiz Kargo
En geç 27 Nisan Salı günü kargoya verilir.
[Detayları gör](#)

76,90 TL KDV DAHİL

[Hızlı Al](#) [Sepete Ekle](#) [Kalp](#) [Bildirim](#)

ORJİNAL ÜRÜNE %100 DESTEK ÖDEME KORUMA SİSTEMİ İNTERNETTE GÜVENLİ ALIŞVERİŞ

< >

Ek 6: Vantilatör 3.Öneri

trendyol.com

Aradığınız ürün, kategori veya markayı yazınız



Hesabım

Favorilerim

Sepetim

KADIN

ERKEK

ÇOCUK

EV & YAŞAM

SÜPERMARKET

KOZMETİK

AYAKKABI & ÇANTA

SAAT & AKSESUAR

ELEKTRONİK

Ana Sayfa > Elektronik > Klima Isıtıcı > Portatif Soğutucu



GLR Serinletici Taşınabilir Kişisel Ultra Sessiz Soğutma Nemlendirici Mini El Fanı T&G-3854

Henüz Yorum Yazılmamış

450,00 TL 235 TL

350 TL Üzeri 15 TL İndirim

KARGO

BEDAVA

%48

İndirim

Satıcı: T&G 8.7

Mağazayı Gör >

Son 3 ürün

Sepete Ekle



Tahmini Teslimat Tarihi: 26 - 29 Nisan

Ürün Bilgileri

Tüm Özellikleri Gör


- 15 gün içinde ücretsiz iade. Detaylı bilgi için tıklayın
- Bu ürün T&G tarafından gönderilecektir.
- Bu ürünün en fazla 10 adet sipariş verilebilir. 10 adetlik siparişler için siparişleri Trendyol ile

Ek 7: Kamera tutucu 1. öneri

BZAARDUNYASI [Giriş Yap](#) [Kayıt Ol](#)

Tüm Kategoriler | [H Elektronik](#) | [Hobi ve Eğlence](#) | [Ev Yaşam](#) | [Kişisel Bakım ve Sağlık](#) | [Oto Aksesuar](#) | [Outdoor ve Spor](#)

[Ana Sayfa](#) > [Elektronik](#) > [Telefon ve Aksesuar](#) > [Telefon Aksesuarları](#)



Telefon Tutacak

Stok Kodu **70655103** Markası **SkyGO**

KDV Dahil
15.60 TL

Havale Fiyatı **15.60 TL** Tek Çekim Fiyatı **15.60 TL** Döviz Karşılığı **1.88 USD**

Stok **99** [En geç 26 Nisan Pazartesi günü kargoda](#)

1

[Sepete Ekle](#) [Hemen Al](#)

[Whatsapp üzerinden sipariş verebilirsiniz](#)
05524985135

Ek 8: Kamera tutucu 2. öneri

trendyol.com

Aradığınız ürün, kategori veya markayı yazınız



Hesabım

Favorilerim

Sepetim

KADIN

ERKEK

ÇOCUK

EV & YAŞAM

SÜPERMARKET

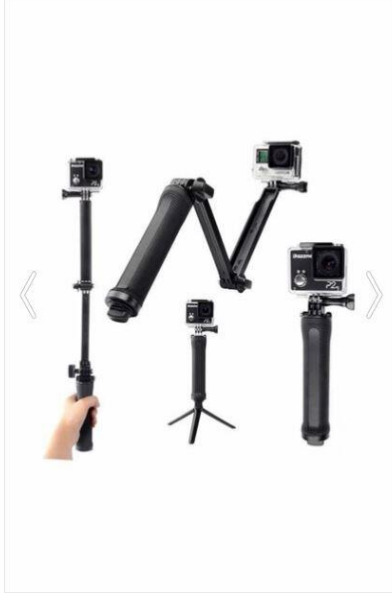
KOZMETİK

AYAKKABI & ÇANTA

SAAT & AKSESUAR

ELEKTRONİK

Ana Sayfa > Elektronik > Foto ve Kamera > Foto ve Kamera Aksesuarları



Gplus Aksiyon Kamera 3 Yollu Katlanır Monopod Stand Selfie Çubuğu GP238 UK-GP238-C

★★★★★ 3 Değerlendirme | 1 Soru & Cevap

99,00 TL **79 TL**

KARGO

BEDAVA

%20

indirim

Satıcı: epazaravm 9.4

Mağazayı Gör >

Sepete Ekle



Tahmini Teslimat Tarihi: 26 - 29 Nisan

94 kişinin favorisi

Ürün Bilgileri

- 15 gün içinde ücretsiz iade. Detaylı bilgi için [tıklayın](#)
- Bu ürün [epazaravm](#) tarafından gönderilecektir.
- Ürün Kodu: GP238GP238 3 Yollu Aksiyon Kamera Monopod Tripod Stand Selfie Çubuğu • Ürün Özellikleri: Teleskopik Uzunluk: 20 cm - 62 cm • 3 in 1 Monopod | Stand | Selfie Çubuğu • Tüm Hero Aksiyon Kameralarla Uyumludur. • Tüm Sıcam Aksiyon Kameralarla Uyumludur. • Tüm Eken Aksiyon Kameralarla Uyumludur. • Tüm Xiaomi Yi Aksiyon Kameralarla Uyumludur. • Paket İçeriği: 1" J-Hook Hızlı Tak Çıkar Aparatı • Gplus Universal Aksiyon Kamera Aksesuarları Uyumlu Model Listesi: Gplus GP01 Bisiklet Gidon Aparatı Gplus GP02 3 Yollu Bisiklet Gidon Aparatı Gplus GP03 Tripod Bağıntı Aparatı Gplus GP04 Delikli Kask

ÖZGEÇMİŞ

Halime Gizem AKSUN

A. EĞİTİM

Yüksek Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Mimarlık Ana Bilim Dalı, Mimarlık Bilim Dalı, Devam Ediyor, İstanbul

Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri
Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 2018, İstanbul

Lise: Erzincan Sabahat Hanım Anadolu Lisesi, 2014, Erzincan

