



T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI / YAPI TEKNOLOJİLERİ
PROGRAMI

KENTSEL ISI ADASI ETKİSİNİN AZALTILMASINDA
ÇATILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: YEŞİL ÇATILAR VE
SERİN ÇATILAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnci TOZAM

14610101

Danışman: Yard. Doç. Dr. Ülger BULUT KARACA

İstanbul, 2016



T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI / YAPI TEKNOLOJİLERİ
PROGRAMI

**KENTSEL ISI ADASI ETKİSİNİN
AZALTILMASINDA ÇATILARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ: YEŞİL ÇATILAR VE
SERİN ÇATILAR**

Yüksek Lisans Tezi

İnci TOZAM

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Kentsel Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Çatıların Değerlendirilmesi: Yeşil Çatılar ve Serin Çatılar” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

17.09.2016
İnci TOZAM



ONAY

Tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece İstanbul Arel yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Teziminyıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

17.09.2016
İnci TOZAM

ÖZET

KENTSEL ISI ADASI ETKİSİNİN AZALTILMASINDA ÇATILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: YEŞİL ÇATILAR VE SERİN ÇATILAR

İnci TOZAM

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Yard. Doç. Dr. Ülger BULUT KARACA

Aralık, 2016 - 68 Sayfa

Artan çevre sorunları günümüzde hissedilebilir bir dereceye ulaşarak ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Çevresel sorunlardan biri olan sera gazı, sera gazının etkisiyle oluşan küresel ısınma ve kentsel ısı adası bu çalışma kapsamında değerlendirilen çevresel sorunlardandır. Çalışmanın çözüm önerileri olarak geliştirilen kentsel yüzey ısı adaları, kent-yapı ölçeğinde çatı yüzeylerinin yeşil çatı ya da serin çatı olarak uygulanması sonucunda kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasını sağlayabilmektedir.

Isı depolayan çatı kaplama malzemelerinin yerine çatı yüzeylerinin bitkilendirilmesi ya da serin malzemeler kullanılması sonucunda; çatı yüzeyleri serin kalarak kentsel ısı adası etkisi azaltılmaktadır.

Serin malzemeler, beyaz ya da renkli olabilmektedir. Beyaz renkli kaplama malzemeleri yansıtıcılık özelliği iyi olması bakımından çatı yüzeylerinde uygulanabilmektedir. Serin çatılar; serin malzemeler ile yeşil çatılar; bitki örtüsü ile çatı yüzeyinin aşırı sıcak olmasını engelleyerek yazın iklimlendirme cihazlarının kullanımını azaltarak kentsel ısı adası etkisi oluşumunu önlemeye yardımcı olur. Bu nedenle kentlerde çatı yüzeylerinin yeşil çatı ya da serin çatı olarak uygulanması kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sera Gazı, Küresel Isınma, Kentsel Isı Adası, Sürdürülebilirlik, Yeşil Çatı, Serin Çatı.

ABSTRACT

EVALUATION OF ROOFS IN TERMS OF REDUCTION OF HEAT ISLANDS EFFECT: GREEN ROOFS AND COOL ROOFS

İnci TOZAM

Master Thesis, Department Of Architecture

Supervisor: Yard. Doç. Dr. Ülger BULUT KARACA

December, 2016 - 68 Pages

In today's world, increasing environmental problems pose a serious threat to reach remarkable degrees. Therefore, one of the environmental problems that greenhouse gas effect to global warming and urban heat island was evaluated. Greenhouse gas is one of the environmental problems. Global warming and urban heat island which occur greenhouse gases are the environmental problems that are evaluated within the scope of this study. Urban surface heat island has been evaluated in this study. On the scale of city-building, as a result of the implementation of cool roof or green roof, it is able to reduce urban heat island effect.

Instead of the heat which stores roofing materials, the roof surfaces to be planted or to use cool roof surfaces as a result of the roof surface reduces the urban heat island effect by staying cool.

Cool materials, can be white or colored. Roof coating materials that are about white-colored can be applied to surfaces in terms of being good reflectivity property. Cool colored coating materials, can be cool materials due to including pigments. Cool roofs; cool materials and green roofs; help to reduce urban heat island effect by reducing use of the appliances air conditioning and the temperature of the structure. For this reason, it is important that the implementation of the green roof and cool roof for reducing urban heat island effect in the cities.

Key Words: Greenhouse Gas, Global Warming, Urban Heat Island, Sustainability, Green Roof, Cool Roof.

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca her konuda yardımcı olan, yol gösteren, tez çalışmam süresi boyunca beni hep cesaretlendiren, tecrübe ve bilgi birikimleri ile hayatıma yön veren çok değerli danışmanım Yard. Doç. Dr. Ülger BULUT KARACA' ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem ve babama, gösterdikleri hoşgörü ve sabırlarından dolayı kardeşlerime ve arkadaşlarıma çok teşekkür ediyorum.

Aralık, 2016

İnci TOZAM
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ	III
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
TABLolar LİSTESİ	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII

1. BÖLÜM GİRİŞ

1.1. Problemin Tespiti	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Araştırma Metodolojisi	2
1.4. Ünitelerin Planı	2

2. BÖLÜM ÇEVRESEL SORUNLAR VE KENTSEL ISI ADALARI

2.1. Sera Gazı Etkisi.....	5
2.1.1. Sera Gazının Küresel Isınma Etkisi	6
2.1.2. Sera Gazının Kentsel Isı Adası Etkisi	7
2.2. Kentsel Isı Adası Etkisi	7
2.3. Kentsel Isı Adası Oluşum Nedenleri	11
2.3.1. Kentleşme ve Nüfus Yoğunluğu.....	11
2.3.2. Hava Kirliliği	12
2.3.3. Kentsel Yüzey Malzemeleri	12
2.3.4. Kent Geometrisi	13
2.3.5. Antropojenik Isı	15
2.3.6. Kentsel Alanlarda Azaltılmış Bitki Örtüsü	15
2.4. Kentsel Isı Adası Sınıflandırması	15
2.4.1. Kentsel Yüzey Isı Adası	15
2.4.2. Kentsel Atmosferik Isı Adası	17
2.5. Yapılaşma ve Kentsel Isı Adası	18
2.6. Bölüm Değerlendirilmesi	22

3. BÖLÜM

ÇATI KAVRAMI VE ÇATININ YAPILARA ETKİSİ

3.1. Çatı Kavramı -----	24
3.2. Tarihsel Süreçte Çatıların Gelişiminin İncelenmesi -----	25
3.3. Sürdürülebilir Çatıların Kentsel Isı Adası Bağlamında Değerlendirilmesi -----	33
3.4. Bölüm Değerlendirilmesi -----	37

4. BÖLÜM

YEŞİL ÇATILAR

4.1. Yeşil Çatı Tasarımını Etkileyen Unsurlar -----	38
4.2. Yeşil Çatıların Sınıflandırılması -----	39
4.2.1. Yoğun Bitkilendirilmiş (İntansif) Çatı -----	40
4.2.2. Seyrek Bitkilendirilmiş (Ekstansif) Çatı -----	41
4.3. Yeşil Çatıların Kentsel Isı Adası Bağlamında Değerlendirilmesi -----	42
4.4. Bölüm Değerlendirmesi -----	44

5. BÖLÜM

SERİN ÇATILAR

5.1. Serin Çatı Oluşumunu Etkileyen Unsurlar -----	48
5.1.1. Güneş Enerjisi -----	49
5.1.2. Güneş Yansıması -----	50
5.1.3. Isıl Işınım -----	51
5.2. Serin Çatıların Sınıflandırılması -----	53
5.2.1. Düşük Eğimli Serin Çatılarda Serin Malzemeler -----	53
5.2.1.1. Beyaz Renkli Kaplama Malzemeleri -----	54
5.2.1.2. Serin Renkli Kaplama Malzemeleri -----	55
5.2.1.3. Tek Katlı Serin Membranlar -----	56
5.2.2. Eğimli Serin Çatılarda Serin Malzemeler -----	56
5.2.2.1. Asfalt Şingiller -----	56
5.3. Serin Çatıların Kentsel Isı Adası Bağlamında Değerlendirilmesi -----	58
5.4. Bölüm Değerlendirmesi -----	59

6. BÖLÜM

SONUÇ

6.1. Özet -----	61
6.2. Çalışmanın Literatüre Katkısı -----	62
6.3. Araştırma Kısıtları -----	62
6.4. Geleceğe Yönelik Çalışma Alanları -----	63

KAYNAKÇA -----64

ÖZGEÇMİŞ -----68



KISALTMALAR LİSTESİ

FLL	: Peyzaj Gelişimi ve Peyzaj İnşaatı Araştırma Kurumu
ASTM	: Standartları Geliştirme Organizasyonu
NRCA	: Ulusal Çatı Mütahhitleri Derneği
USGBC	: A.B.D Yeşil Bina Konseyi
GRHC	: Sağlıklı Kentler için Yeşil Çatılar
IGRA	: Uluslararası Yeşil Çatı Derneği
CRRC	: Serin Çatı Derecelendirme Konseyi
EPA	: Çevre Koruma Ajansı

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Bazı Arazi Örtülerinin Termal Yayılm ve Termal İletkenlik Özellikleri -----	16
---	----



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Sera Etkisinin Şematik Gösterimi -----	5
Şekil 2.2.	İnsan Kaynaklı Sera Gazlarının Nedenleri -----	6
Şekil 2.3.	Dünyanın Ortalama Yüzey Sıcaklığının Son 20.000 Yılda Değişimi -----	7
Şekil 2.4.	Kent Isı Adası Oluşumu -----	8
Şekil 2.5.	Şehir ve Kırsal Kesimde Öğleden Sonra Sıcaklıklarının Dağılımı -----	10
Şekil 2.6.	Atmosferin Enerji Bilançosu -----	10
Şekil 2.7.	Kentlerdeki Farklı Yüzeyle Ait Albedo Değerleri.-----	13
Şekil 2.8.	Farklı Yüzeyle Güneş Işınlarının Geliş-Gidişi -----	14
Şekil 2.9.	Sokak Derinliği Oranı (Y/G) Yüksek Bir Sokağın En Kesiti --	14
Şekil 2.10.	Kentsel Sınır ve Kentsel Örtü Tabakaları -----	17
Şekil 2.11.	Yüzey ve Atmosferik Sıcaklık Değişimleri -----	18
Şekil 2.12.	Beton ve Asfalt Yol Albedo Değerleri -----	19
Şekil 2.13.	Asfalt ve Beton Kaplamaların Güneş Yansımalarının Karşılaştırılması -----	20
Şekil 2.14.	Beton ve Asfalt Kaplama Arasındaki Sıcaklık Farkı -----	20
Şekil 2.15.	Beton ve Asfalt Kaplamada Aydınlatma İhtiyacı -----	21
Şekil 2.16.	Geleneksel Kaldırım Sıcaklıkları -----	21
Şekil 2.17.	Solar Kaldırımlar -----	21
Şekil 3.1.	Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası -----	23
Şekil 3.2.	Dış ve Atmosferik Etkenler -----	24
Şekil 3.3.	Terra Amata, Homo Erectus Yerleşimi, Nice Fransa, IO 400.000-300.000 Dolayları -----	25
Şekil 3.4.	Cro Magnon Evi, Ukrayna, İÖ 44.000-12.000 Dolayları ----	26
Şekil 3.5.	Çatalhöyük, Konya, İÖ 6000 Dolayları -----	26

Şekil 3.6.	Parthenon Tapınağı, M.Ö.490-323, Atina -----	27
Şekil 3.7.	Pantheon Tapınağı, Roma -----	27
Şekil 3.8.	Saint- Dennis Manastır Kilisesi,1135-1140, Paris -----	28
Şekil 3.9.	Santa Maria del Fiore,1296-1436, Floransa -----	29
Şekil 3.10.	Trevi Fountain, 1732-1762, Roma -----	29
Şekil 3.11.	Geleneksel Harran Evleri Konik Kubbeli Çatı -----	30
Şekil 3.12.	Le Corbusier, Villa Savoye, 1929, Fransa -----	31
Şekil 3.13.	Eero Saarinen, TWA Havalimanı, 1962, ABD -----	31
Şekil 3.14.	Robert Venturi, Venturi Evi, 1964, Pensilvanya -----	32
Şekil 3.15.	Jørn Utzon, Sidney Opera Binası, 1973, Avustralya -----	32
Şekil 3.16.	Foster and Partners, American Air Museum, 1997, İngiltere – -----	33
Şekil 3.17.	Çatı Açıklıkları -----	34
Şekil 3.18.	Çatı Havuzları -----	34
Şekil 3.19.	Tokyo’da Çatı Yüzeyinin Futbol Sahası Olarak Kullanılması -----	35
Şekil 3.20.	Çatı Yüzeyinin Tarım Alanı Olarak Kullanılması -----	35
Şekil 3.21.	Kaiser Center, Kaliforniya, 1960 -----	36
Şekil 4.1.	Yüzeysel Bitkilendirilmiş Sandart Bir Yeşil Çatının Yapısal Kesiti -----	40
Şekil 4.2.	Chicago Botanik Bahçesi -----	41
Şekil 4.3.	Yoğun Bitkilendirilmiş (İntansif) Bir Çatının Yapısal Kesiti. -----	41
Şekil 4.4.	Seyrek Bitkilendirilmiş (Ekstansif) Çatı Örneği -----	42
Şekil 4.5.	Seyrek Bitkilendirilmiş (Ekstansif) Bir Çatının Yapısal Kesiti. -----	42
Şekil 4.6.	Geleneksel Çatı İle Bitkilendirilmiş Çatı Yüzeyin Yağmur Suyu Akış Kıyaslaması -----	44

Şekil 5.1.	Sıcak Çatı ve Serin Çatı Yansımaları -----	46
Şekil 5.2.	Kaliforniya Kentinde Serin Çatılar -----	48
Şekil 5.3.	Yeryüzüne Ulaşan Güneş Enerjisi Dalga Boyu -----	49
Şekil 5.4.	Çeşitli Yüzeylerde Yansımalarının Güneş Işınlarının Dalga Boyu İle Değişimi -----	51
Şekil 5.5.	Yüzeyde Albedo - Sıcaklık Etkisi -----	51
Şekil 5.6.	Geleneksel Çatı Sıcaklığı -----	52
Şekil 5.7.	Farklı Çatı Yüzeyleri ve Çatı Yüzey Sıcaklığının Yansımaları -----	53
Şekil 5.8.	Serin Çatı ve Geleneksel Çatı Yüzeylerinin Kıyaslaması ----	53
Şekil 5.9.	Düşük Eğimli Çatıya Sıva Püskürtülmesi -----	54
Şekil 5.10.	Kaliforniya Serin Çatı Üzerinde Fotovoltaik Güneş Panelleri Montajı -----	55
Şekil 5.11.	Serin Tek Katlı CSPE Membran -----	56
Şekil 5.12.	Geleneksel ve Serin Renkli Kiremit -----	57
Şekil 5.13.	Eğimli Çatıda BTM Cool Shingle -----	58
Şekil 5.14.	Serin Metal Çatı -----	58
Şekil 5.15.	Amerika'nın Çeşitli Kentlerinde Serin Çatı İle Sağlanan Net Enerji – Maliyet Tasarrufu -----	59

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Dünya gündeminin öncelikli konularından biri olan çevre sorunlarının temelinde, doğal kaynakların yanlış kullanılarak tüketimi ve insanoğlunun yaşadığı çevreyi sürekli değiştirmesi neden olarak gösterilebilir.

Endüstrileşme, kentteki yapılaşma ve kentleşme hareketlerinin atık üretimi, kentteki arazi kullanımındaki değişimler, yüksek katlı yapılar, bina formları, yüzey örtüsünün değişmesi gibi etkenler çevresel sorunların hızlanmasına neden olmuştur. Kentsel yüzey malzemeleri olarak değerlendirilecek olan; asfalt yol, kaldırım, çatı yüzeyleri ve bina cepheleri ile kent geometrisi ve sokak genişliği gibi etkenlerin yoğun olduğu alanlarda hissedilebilir oranda sıcaklık artışları olmaktadır.

Geçmişte doğal olaylara bağlı oluşan sera gazı etkisi günümüzde, yukarıda sıralanan insan aktiviteleri sonucunda sera gazının atmosferdeki birikimi hızlanarak makro ölçekte küresel iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Sera etkisinin gittikçe güçlenmesi ile mezo ölçekte küresel ısınmaya; mikro ölçekte iklim, bitki örtüsü, kentleşme faktörleri sonucunda kentsel ısı adası oluşumuna neden olmaktadır. Bu değişimler sonucunda dünya iklimi doğrudan etkilenerek “küresel ısınma sonucu buzulların erimesi, denizler genel seviyesinin yükselmesi ve bunun sonucunda verimli tarımsal alanların ve kıyı kentlerinin sular altında kalması riski (Tuna, 2000)” çevresel sorunların boyutunu göstermektedir.

Bu çalışmada, ısı adası oluşumuna etkisi olan kentsel yüzeylerden “çatı”lar ele alınmaktadır. Kentteki çatı yüzeylerinden kaynaklı kentsel ısı adası sorununun önüne geçebilmek amacıyla pasif çözümler incelenmiş; yeşil çatı ve serin çatı çözümleri değerlendirilmiştir.

1.1. Problemin Tespiti

Çevresel sorunlar ve küresel iklim değişiklikleri gibi kıtasal ölçekte dünya ikliminin değişmesinde etkileri olan insan aktiviteleri sonucunda oluşan kent- yapı ölçeğinde çatıların etkisi değerlendirilecektir. Ana problem olarak seçilen kentsel ısı adası etkisi çatı yüzeyleri ile ilişkilendirilecek, yeşil çatı ve serin çatı çözüm alternatifleri olarak değerlendirilecektir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, problem olarak belirtilen kentsel ısı adası oluşumuna dikkat çekmek, yapılı çevrede çatıların ısı adası oluşumuna etkisinin azaltılmasına katkıda bulunmaktır. Bu nedenle çatı kaplamalarının seçiminde yansıtıcılık gibi yüzey özellikleri göz önünde tutularak kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olabilmektedir.

1.3. Araştırma Metodolojisi

Bu tez çalışmasında veri toplama yöntemi kullanılarak; güncel literatür taraması yapılarak konunun gelişimi saptanmıştır. İlgili kuruluş ve organizasyonların çalışmaları değerlendirilerek çözüm önerileri geliştirilmiştir.

1.4. Ünitelerin Planı

Çalışmanın ilk bölümünde konuya giriş yapılarak öncelikle problem tanımı yapılmış, amaç ve yöntemi açıklanmaya çalışılmıştır.

İkinci bölümde; sera etkisi doğal süreçlere bağlı olarak ortaya çıkarken, endüstri devrimi ile insan aktiviteleri ve arazi kullanımındaki değişikliklerin hız kazanması sonucunda sera etkisi artarak, küresel ısınmaya neden olmuştur. Küresel ısınma, kentleşme, iklim değişiklikleri gibi etkenler sonucunda da kentsel ısı adası kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada kentsel ısı adası ana problem olarak belirlenmiştir. Kentsel alanların kırsal alanlara oranla ya da yoğun yapılaşmanın olduğu bir yer ile bir park alanı olarak karşılaştırıldığında aynı iklim bölgesine sahip olmalarına rağmen farklı sıcaklıklar görülmüştür. Bu nedenle kentsel ısı adasının oluşumunu etkileyen; kentleşme ve nüfus yoğunluğu, hava kirliliği, kentsel yüzey malzemeleri, kent geometrisi, antropojenik ısı ve kentsel alanlarda azaltılmış bitki örtüsü başlıkları altında incelenmiştir. Isı adası atmosferde farklı katmanlara ve yüzeylere sahip olması nedeni ile kentsel yüzey ısı adası ve kentsel atmosferik ısı adası olarak iki başlık altında incelemiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda ise yapılaşmanın ve kentsel ısı adası ölçeğinde ele alınarak; asfalt yollar ve kaldırımlar, solar kaldırımlar, yeşil çatı, çatı bahçeleri ve serin çatı çözüm önerileri değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde; kentsel ısı adası etkisine neden olan çözüm önerilerinden “çatı” tanımlanarak, tarihsel süreçteki gelişimine değinilmiştir. Endüstri Devrimi’nden sonra çevresel sorunların oluşmaya başlaması ile ortaya çıkan yeşil çatılar, eko çatılar, çevre dostu çatılar gibi kavramlar ele alınmıştır. Çatı yüzeylerinin pasif enerji ve iklimlendirme aracı olarak işlevlerinden bahsedilmiştir. Kentsel ısı adası sorunu bağlamında yeşil çatı ve serin çatılardan söz edilmiştir.

Dördüncü bölümde; yeşil çatı kavramları tanımlanarak, yeşil çatı tasarımını etkileyen unsurlara değinilmiştir. Yeşil çatılar, tamamen çevresel fayda sağlamak amacıyla çatı yüzeylerinin bitkilendirilmesi olarak ele alınmıştır. Yeşil çatı sınıflandırılması “yoğun bitkilendirilmiş çatı ve seyrek bitkilendirilmiş çatı” olarak iki başlık altında incelenmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda ise yeşil çatıların kentsel ısı adası bağlamında kent ölçeğinde ve yerel ölçekte sağladığı faydalar ele alınmıştır.

Beşinci bölümde; serin çatı kavramı tanımlanarak, çatı yüzeylerinin güneş ışınımına maruz kalan açık yüzeyler olması ile güneş ışınlarının gelme açısı ve dalga boylarının etkisi, güneş yansımaları ve ısı yalıtımı gibi etkenler sonucunda çatı yüzeylerinde serin malzemeler kullanılarak kentsel ısı adası etkisini azaltılacağı öngörülmüştür. Düşük eğimli ve dik eğimli çatılarda farklı malzemeler kullanılması durumunda çatı sınıflandırma sistemi başlığı altında kullanılan serin malzemeler belirtilmiştir.

2. BÖLÜM

ÇEVRESEL SORUNLAR VE KENTSEL ISI ADALARI

İnsanoğlu tarih öncesi dönemlerde doğal çevrenin olanakları ile yaşayabilecekleri barınaklar yapmışlar; iklim ve çevre koşullarına uyumlu bir yaşam tarzı sürdürmüşlerdir. Bu dönemlerde yaşanan iklim değişiklikleri ve çevresel sorunların buzulların erimesi, volkanik aktiviteler, güneş ışımlarındaki değişimler, kıtaların hareketi gibi doğal nedenlere bağlı ortaya çıktığı düşünülmektedir.

19. yüzyıl da ise çevresel sorunların temeli endüstri devrimine dayanmaktadır. Çevresel sorunların yerel ölçekten küresel ölçeğe taşınması ise 2. Dünya savaşını izleyen hızlı ekonomik kalkınma süreci ile gerçekleşmiştir.

Bu süreç ile başlayan ve son yıllarda çeşitli afetlerle kendini hissettiren küresel ısınma, çevre kirliliği, enerji krizi ve biyo-çeşitliliğin azalması gibi çevresel sorunların giderek büyük boyutlara ulaşması sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır.

Yorgancıoğlu'na göre sürdürülebilirlik kavramı, “dünya üzerindeki tükenir/tükenmez kaynakların doğru kullanılması, tüketimin yönlendirilmesidir (Yorgancıoğlu, 2004).”

Hoşkara (2007) sürdürülebilirliği, “20. yüzyılda, küresel ülke politikalarının, ekonomilerinin, enerji kaynaklarının, teknolojinin, üretimin, planlamanın ve hatta mimarinin tasarımına damgasını vurmuş en önemli kavram olarak” tanımlamaktadır.

Bu bağlamda sürdürülebilir mimarlık ise, “ içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür (Sev, 2009).”

Sürdürülebilirlik olgusu ekonomi, sosyal adalet ve çevre korunumu bileşenleri ile kurgulanmıştır. Bu çalışmanın çıkış noktası olan çevre korunumu kapsamında atmosfer, toprak, okyanus ve denizler, su, biyolojik çeşitlilik bileşenleri yer almaktadır. Günümüzde yaşanan iklim değişikliği sorunu, canlı yaşamının devam etmesi açısından önemli bir tehdit oluşturmaya başlamıştır. “Nitekim, yerküre sıcaklığının son yüzyıl içinde 0.6 C° arttığı ve kutuplardaki buzulların erimeye başlaması nedeniyle deniz düzeyinin 0.1-0.2 metre yükseldiği dikkate alındığında bizi ne kadar ciddi tehlikelerin beklediği ortaya çıkmaktadır (Çabuk, 2011; Paul Watkins, 2005).”

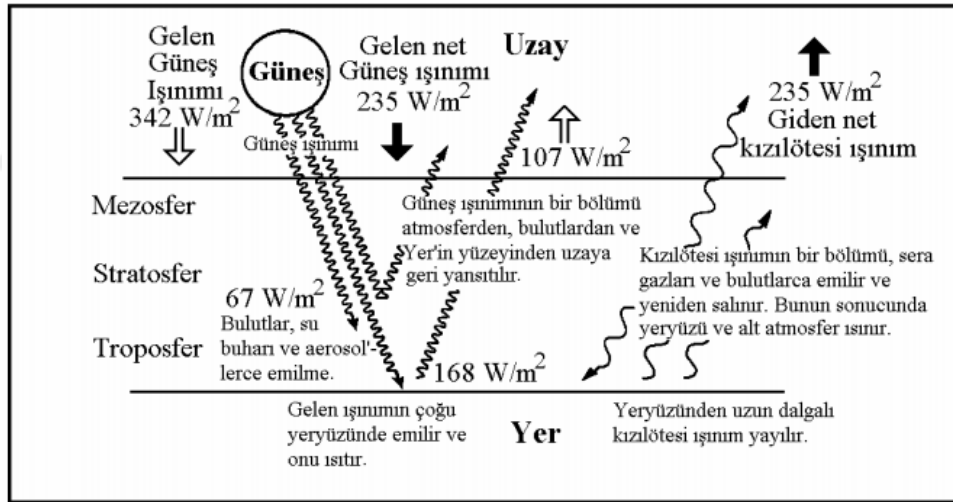
Sürdürülebilirliğin çevre korunumu bileşeni olan atmosfer, sera gazı emisyonları nedeniyle iklim değişiklikleri ve ozon tabakasının bozulmasına yol açmaktadır. Bu

başlık altında çevresel sorunlardan “sera gazı etkisi”, sera gazı nedeniyle ortaya çıkan “küresel ısınma” ve “kentsel ısı adası etkisi” açıklanacaktır.

2.1. Sera Gazı

Yerkürenin sıcaklık dengesinin kurulmasında doğal bir süreç olan sera etkisi oluşumu “atmosferin kısa dalgalı güneş ışınımını geçirme, buna karşılık uzun dalgalı yer ışınımını emme ya da tutma eğiliminde olmasına bağlıdır (Eken ve diğerleri, b.t.).”

Güneşten gelen dalgalı radyasyonun bir kısmı doğrudan atmosfer tarafından uzaya verilirken, bir kısmı da yeryüzü tarafından emilir. Isınan yeryüzünden salınan uzun dalgalı radyasyonun önemli bir bölümü tekrar atmosfer tarafından emilir. Atmosferdeki gazların kısa dalgalı güneş ışınlarına karşı çok geçirgen, yeryüzünden verilen uzun dalgalı radyasyona karşı ise, biriken sera gazları nedeniyle daha az geçirgen olması sonucunda, yere yakın kısımların beklenenden daha fazla ısınması olayına atmosferin sera etkisi denilmektedir (Öztürk, 2002).” Şekil 2.1’de sera etkisinden kaynaklanan güneş ışınımı dağılımı gösterilmektedir.

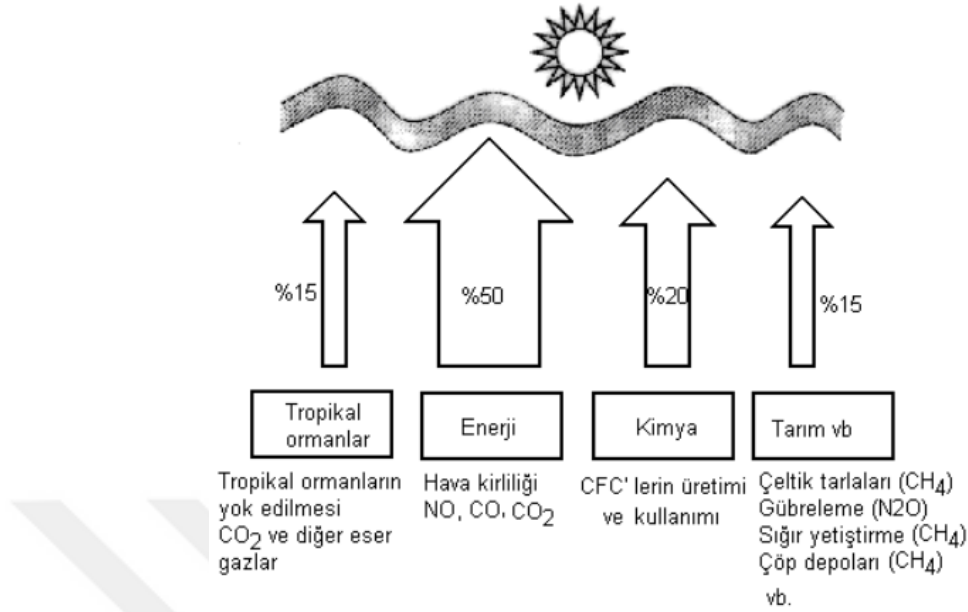


Kaynak: Türkeş, 2000 (WHO, 1996)

Şekil 2.1. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi.

Başlangıçta doğal etkenlere bağlı ortaya çıkan sera etkisi 19. yüzyıl ortalarından itibaren insan aktivitelerinin de neden olduğu etkiler sonucunda artarak devam etmiştir. Endüstrileşmeye paralel olarak atmosferde birikmeye başlayan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), ozon (O₃) ve kloroflorokarbon (CFC) gibi sera gazlarının ısı tutma özelliğinden dolayı yeryüzü sıcaklıklarında belirgin bir artış olmaktadır (Şekil 2.2.).

Şekil 2.2.'den anlaşıldığı üzere, %50'lik orana sahip olan fosil yakıt kaynaklı enerji tüketimi, sera gazlarının oluşumundaki en önemli etkenlerdendir.



Kaynak: Öztürk, 2002 (Bayar, Behrend 1994'ten değiştirilerek)

Şekil 2.2. İnsan Kaynaklı Sera Gazlarının Nedenleri.

2.1.1. Sera Gazının Küresel Isınma Etkisi

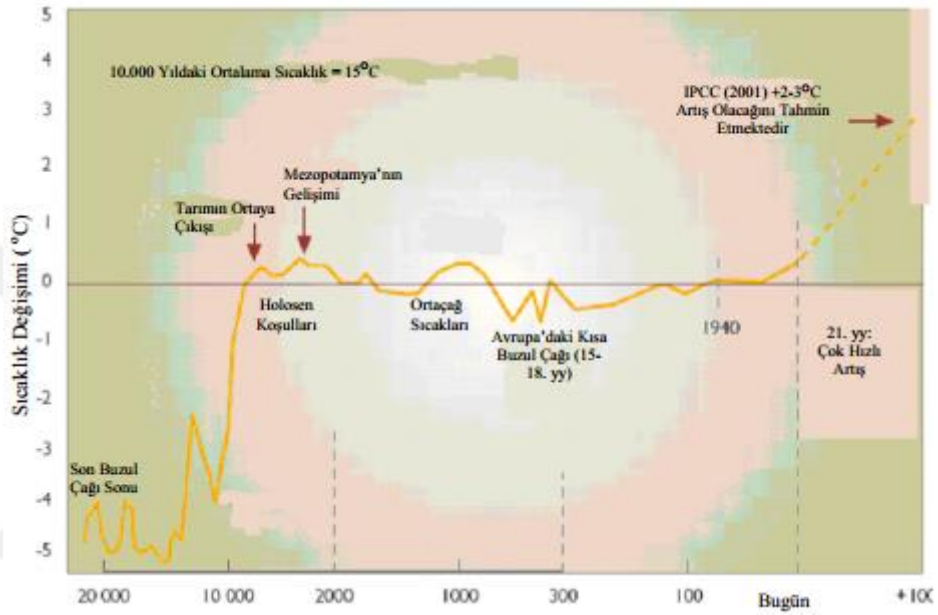
“Yerkürenin ortalama sıcaklığında yaşanan artış, atmosfere salınan, insan faaliyetleri sonucu oluşan sera gazlarının, güneşten gelen radyasyon enerjisinin uzaya geri dönmesini engelleyerek bu enerjiyi içine çekmesi sonucunda, sera etkisi oluşturmasıyla ortaya çıkmıştır (Çabuk, 2011).” Sera gazı etkisinin güçlenmesi ile küresel ısınma süreci oluşmuştur.

Küresel Isınma “sera gazlarının, Endüstri Devrimi’nden başlayarak zaman içinde atmosferde birikimi sonucu ortaya çıktığının ifadesi olarak tanımlanmaktadır (Özmen, 2009).”

İnsan kaynaklı “yapay nedenler” olarak sayılabilecek; kırsal alanlardan kentlere göç edilmesi, kentleşmenin hızla büyümesi ve beraberinde azalan bitki örtüsü, kentteki nüfus yoğunluğunun artması, daha fazla sanayi üretimine ihtiyaç duyulması ve bu sanayi bölgelerinden çıkan sera gazlarının atmosferdeki yoğunlukları artırmaya başlaması ve artmaya da devam etmesi sonucunda küresel ısınma süreci hızlanmıştır. Küresel ısınma, kentlerdeki iklim özelliklerini etkileyerek kentlerde bölgesel ısınmaların oluşmasına neden olmuştur.

2.1.2. Sera Gazının Kentsel Isı Adası Etkisi

İnsan aktiviteleri, endüstriyel alandaki gelişmeler, kentteki yapılaşmanın artması enerji ihtiyacını doğurarak doğal kaynak kullanımını artırmış ve kömür, petrol, gibi fosil yakıt kullanımı sera gazı emisyonlarına neden olarak yüzey sıcaklıklarında ve hava sıcaklıklarında belirgin değişikliklere neden olmuştur (Şekil 2.3.).



Kaynak: Yüksel, 2005 (WHO 2003)

Şekil 2.3. Dünyanın Ortalama Yüzey Sıcaklığının Son 20.000 Yıldaki Değişimi.

2.2. Kentsel Isı Adası

Öncelikle, çoğu zaman birbirine karıştırılan ve bu çalışmada sıkça rastlayacağımız ısı ve sıcaklık kavramlarını açıklamak yararlı olacaktır.

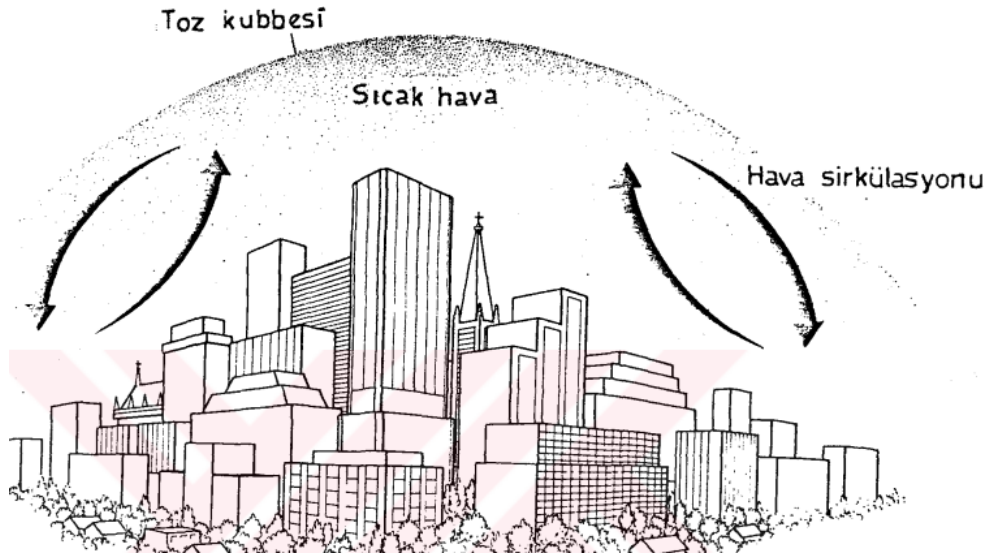
“Isı cisimlerde moleküllerin hareketiyle ilgili bir iç enerjidir. Sıcaklık ise ısının dışarıya karşı yaptığı etkinin bir göstergesidir. Dolayısıyla sıcaklık, sadece bir maddenin ne kadar sıcak ya da soğuk olduğunu söyler, bir maddenin ne kadar iç enerjiye sahip olduğunu söylemez. Sıcaklıkları aynı olan bir bardak sıcak su ile bir semaver sıcak suyun iç enerjileri (yani ısıları) farklıdır (Eken ve diğerleri, b.t.)”

“Kentsel ısı adası” tamlamasında geçen ve açıklanması yararlı olabilecek bir diğer kavram ise “ada” dır. Bu amaçla, “ada”, “imar adası” ve “kentsel ısı adası” kavramlarını tanımlamak gerekmektedir.

“Çevresi yollarla sınırlanmış ve çoğu parsellere bölünmüş arsa ile böyle bir arsayı kaplayan yapılar takımına “ada” (Hasol, 2012)”, imar planındaki esaslara göre meydana gelen haline de “imar adası” denir.

Kent adası ise “kent kurulduğu, yeni bir yapı ve çevreye sahip olan ve yerleşimler öncesindeki özelliklerini hemen hemen kaybetmiş yerler (Akay, 1996)” olarak tanımlanabilir.

“Kentler üzerinde yer aldıkları doğa parçalarını her yönü ile değiştirerek yeni çevresel koşullar yaratırlar. Bölgenin topoğrafyası, ekolojik yapısı, atmosferik özellikleri değişmekte, ayrı bir ekolojiye ve farklı bir atmosfere sahip olmaktadır (Akay, 1996).” Kentlerde yoğunlaşmış ısı üreten kaynakların yer alması, kentsel yüzey malzemelerinin gündüz saatlerde güneşten gelen ısıyı depolayıp, geceleri bırakması, yaz ve kış aylarında kullanılan iklimlendirme cihazları gibi etkiler sonucunda kent üzerinde toz kubbeleri oluşmaya başlamıştır (Şekil 2.4.). Böylece kentler, insan aktiviteleri sonucunda yapay alanlar oluşturarak doğal ortamlardan farklı atmosfer sıcaklığı oluşturmaktadır. Bu farklı özelliklerinden birisi de günümüzün en önemli konularından biri olan iklim değişiklikleri ve bölgesel sıcaklıkların oluşmasına neden olan kentsel ısı adasıdır.



Kaynak: Akay, 1996; Miller, 1991

Şekil 2.4. Kent Isı Adası Oluşumu.

“Kentsel alanların etraftaki doğal alanlardan daha sıcak olmasına neden olan bu sıcaklık olayı “Kentsel Isı Adası” olarak tanımlanmıştır (Bayraktar ve Gerçek, 2014: Oke, 1982).”

“Kentlerde sıcaklığın artmasına yol açan faktörlerin başında kentin yüzeyini oluşturan maddelerin fiziksel özelliklerinin doğal yüzeylerden farklı oluşu gelmektedir (Acar, 2005).” Bu farklılık kırsal alanların doğal bir örtüye sahip olması, kentlerde ise daha engebeli ve yüksek katlı bina ve formları, sokak genişlikleri, asfalt yol ve kaldırım gibi daha çok yüzey malzemelerine sahip olması gibi etkiler ile açıklanabilir.

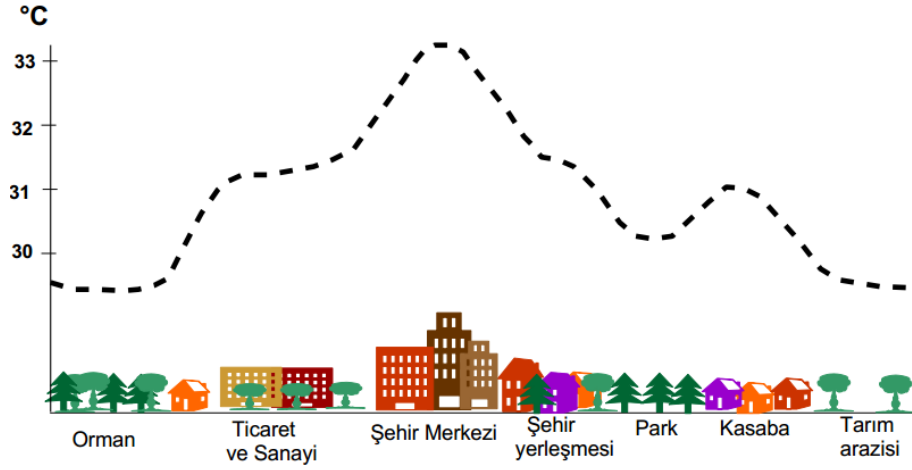
Kentlerde sıcaklığın artmasına yol açan bir diğer faktör ise güneş enerjisi olarak gösterilebilir. Güneş ışınlarının kentler üzerindeki etkileri doğadan çok farklı olmaktadır. Yeryüzü güneşten aldığı enerjiyi geri vererek atmosferin ısınmasında önemli bir rol oynar. Fakat yeryüzü taş, toprak, bitki örtüsü ve su gibi çeşitli malzemelerden oluşmuştur. Doğadaki bu farklı malzemeler kendilerine gelen enerjiyi soğutmak ve geri vermek bakımından yer yer farklı özelliklere sahiptir. Doğadaki her malzemenin güneş ışınlarını yansıtma oranı farklıdır.

Kentlerdeki bina cephelerinde kullanılan malzemeler, asfalt yollar ve kaldırımlar, çatı yüzeyleri gün boyu absorbe ettikleri güneş enerjisini geceleri yavaş bir şekilde atmosfere gönderirler. Dolayısı ile atmosferin sıcaklığı kırsal alanlarda çabuk soğur iken, kentlerde yavaş gerçekleştiğinden belirgin sıcaklık değişikliklerine neden olmaktadır.

Kent içinde yer alan park ile yine kent içinde yer alan yüksek katlı yapılar ya da kırsal alanlar aynı iklim özelliğine sahip olsalar bile birbirilerinden farklı sıcaklıklara sahiptir.

“Kentsel alanların iklimini kırsal alanlarla karşılaştırdığımızda; kentsel ortamlar, kırsal alanlara oranla yıllık ortalama sıcaklık açısından 1-2 °C daha sıcaktır. Hatta bazı alanlarda bu sıcaklık farkı 6-12 °C’ ye kadar çıkar. Kentlerde aşırı ısınmaya bağlı termik hava sirkülasyonu gün içerisinde havanın kirlenmesiyle birlikte kent üzerinde bir sis örtüsünün oluşumuna neden olur. Bu örtü gece boyunca kentlerin üzerine çöker. Havanın yatay yönde hareket edememesi, yüksek oranda toz ve nem içermesi; kentsel havanın dayanılmaz ölçüde bunaltıcı olmasına neden olur (Yüksel, 2005).”

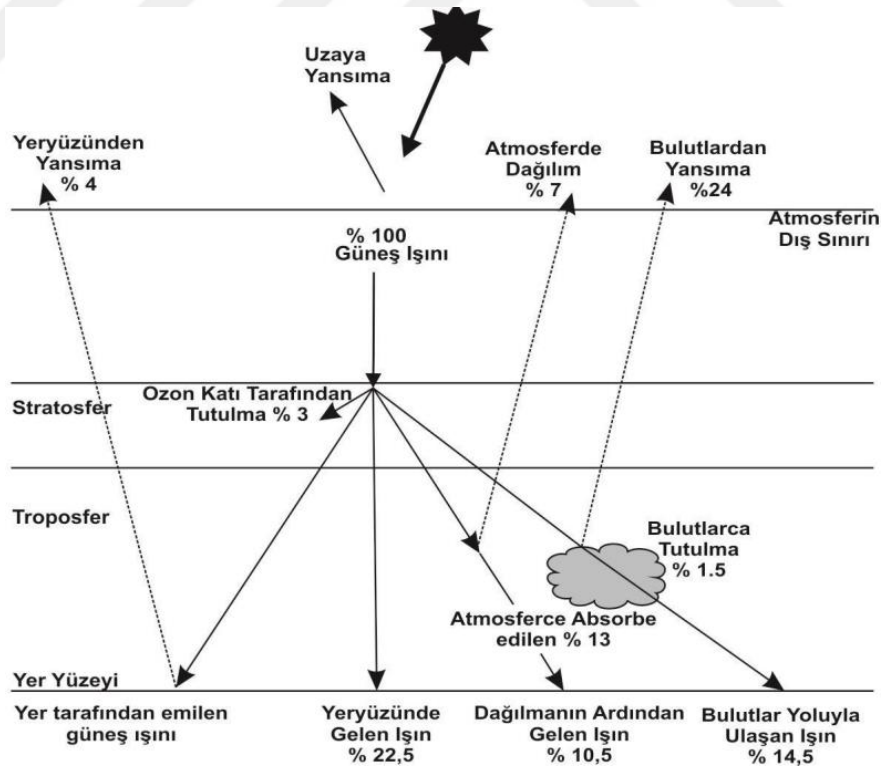
Şekil 2.5.’de görüldüğü üzere, ormanların ve tarım arazilerinin bulunduğu doğal alanlara oranla kentleşme ve yüksek katlı yapıların olduğu alan sıcaklığın en fazla olduğu alan olarak görülmektedir (Şekil 2.5.).



Kaynak: Karakuyu, 2002 (<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/wb.html>)

Şekil 2.5. Şehir ve Kırsal Kesimde Öğleden Sonra Sıcaklıklarının Dağılımı.

“Güneşten gelen radyasyon dünya atmosferine çarptığında, bir kısmı uzaya geri gönderilirken, geri kalan kısım atmosfere girer. Giren enerji % 100 olarak değerlendirildiğinde, bir kısmı atmosferde dağılır (% 7), bir kısmı ise bulutlardan uzaya yansıtılır (% 24), bir kısmı da yerden uzaya yansır (% 4). Buna göre, atmosfere giren enerjinin % 35’i (24+7+4) direkt olarak uzaya yansıtılır. Yansıyan bu % 35’lik kısım, albedo olarak adlandırılır (Şekil 2.6.) (Yılmaz, 2013).”



Kaynak: Yılmaz, 2013

Şekil 2.6. Atmosferin Enerji Bilançosu.

Şekil 2.6. 'da ki tabloyu değerlendirdiğimizde; güneş ışınlarından gelen enerjinin bir kısmı atmosferde bir kısmı da yeryüzünde tutulur. Bu tutulma; ozon katında (%3), bulutlarda (%1.5) ve atmosferde (%13) olup toplam enerji miktarı %17,5 olmaktadır. Yeryüzünde ise; gelen enerjinin %22,5'i yeryüzüne gelir ve tutulur, bulutları geçerek yere ulaşan enerji %14,5 olup atmosferdeki tutulmadan geriye kalan enerji de %10,5'tir. Bu durumda yeryüzüne gelen enerji %47,5'tir. Böylece şekil 2.6.' da yer alan atmosferin enerji bilançosu sonucunda atmosferde tutulan enerji ile yeryüzünde tutulan enerji birbirinden farklı olup, gelen enerjinin büyük bir kısmı yeryüzünde tutulmaktadır.

Bu noktada belirtilmesi gereken atmosfer ve yeryüzü arasındaki sınır tabakada oluşan ısı transfer yöntemleridir. Gelen enerji dağılımının bir sonraki aşaması kondüksiyon yolu ile ısı transferidir. "Kondüksiyonla, ısınan yeryüzüne dokunan atmosfer ısınır ve içerisinde konveksiyon (dikey hava hareketi) başlar. Bu sayede yerdeki enerji atmosfere geçer. Yeryüzündeki su molekülleri de buharlaşarak atmosfere geçer. Atmosferdeki yoğunlaşmaya bağlı olarak içerilerinde sakladıkları gizli ısı da atmosfere enerji aktarımına neden olur. Geriye kalan enerji, yeryüzünden uzun dalga radyasyonu olarak salınır (Yılmaz, 2013)."

Bu açıklamaların sonucunda aynı enerji bilançosuna sahip alanların aynı sıcaklık değerlerine sahip olması beklenirken, günümüzde böyle olmayıp iklim, bitki örtüsü, kentleşme gibi mikro ölçekte değişimlere neden olarak mezo ölçekte kentler de ısı adası oluşumuna neden olmuş hatta kıtasal boyutlara ulaşarak makro ölçekte bir sıcaklık değişikliklerinin meydana gelmesine neden olmuştur.

2.3. Kentsel Isı Adası Oluşum Nedenleri

Kentsel ısı adası oluşumundaki temel etkenler, kentleşme ve nüfus yoğunluğu, hava kirliliği, kentsel yüzey malzemeleri, kent geometrisi, antropojenik ısı, kentteki bitki örtüsünün azalması olarak sıralanabilir.

2.3.1. Kentleşme ve Nüfus Yoğunluğu

"Endüstriyel alandaki gelişmeler ile kentsel alanlardaki yaşam ve çalışma koşulları, kırsal alanlara oranla daha avantajlı olması kentsel alanlara göç edilmesini cazip kılmıştır. Kentte yaşayan nüfus arttıkça, bu nüfusun ihtiyaç duyduğu donatılar artmakta, trafik ve konutların yoğunluğu, sanayi vb. alanlar büyümektedir (Yüksel, 2005)." Özellikle nüfusun yoğun olduğu yerlerde rekabet ve rantın artması ile birlikte arsa fiyatları yükselmiştir. Arsa taban alanlarının yüksek fiyatlı olması yapıların düşeyde ilerlemesine teşvik ederek, yüksek katlı yapıları beraberinde getirmiştir. Yüksek katlı yapılar, kentteki hava akımını engelleyip sıcaklığı artırarak

kent ikliminin değişmesine ve kentsel ısı adalarının oluşmasına neden olan etkenlerden biridir.

2.3.2. Hava Kirliliği

Kentlerde ısı adasının oluşmasında etkili olan bir diğer sorun hava kirliliğidir. Endüstride kullanılan fosil yakıtların yanı sıra, serinleme ve ısıtma amaçlarıyla kullanılan iklimlendirme cihazları ve motorlu taşıt egzozlarından çıkan kirletici gazlar, yüksek oranda çevre kirliliğine neden olan fosil yakıt kullanımı hava kirliliğine neden olmaktadır.

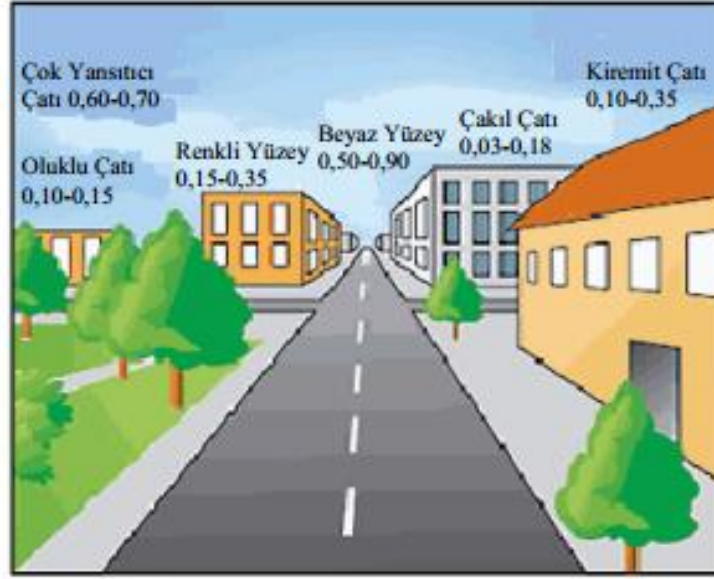
Kentlerde sanayi bölgelerinden çıkan gazlar (kükürt dioksit, karbon dioksit, karbon monoksit, azot bileşikleri, ozon) bir süre havada asılı olarak kalıp hava kirliliğine neden olmaktadır.

2.3.3. Kentsel Yüzey Malzemeleri

Kentlerin büyümesi, arazi kullanımındaki değişimler, yeşil alanların gittikçe azalması, yoğun yüksek katlı yapılar, dar sokaklar, artan trafik yoğunluğu, beton ve asfalt kaldırımlar, fabrikalar, sanayileşme ve kent yüzeyini kaplayan çeşitli kentsel çevre albedoları (güneş yansıtıcıları) küresel düzlemde iklim değişikliklerine neden olmaktadır.

“Kentsel alanlarda toprağın azalması ile gün boyu gelen güneş ışını kentteki yapılar ve yollar tarafından absorbe edilerek gece sıcaklığın artmasına neden olmaktadır. Açık renkli, parlak ve cilalı yüzeylere sahip cisimler, ışınları fazla miktarda yansıttıkları için fazla ısınmazlar. Koyu renkli, mat ve pürüzlü yüzeyli cisimler ise ışınları yansıtmayıp emdikleri için çok ısınırlar (Yüksel, 2005).”

Binaların cephesinde kullanılan malzemeler, çatı yüzeyleri, asfalt yollar ve kaldırımlar farklı ısınma ve soğuma özelliklerine sahip olup; Şekil 2.7.'de çeşitli kentsel yüzey malzemelerinin albedo değerleri gösterilmiştir. Kentlerde kullanılan yüzey malzemeleri ve yüzeyin rengi kentlerde farklı sıcaklık adasının oluşmasına neden olabilmektedir (Şekil 2.7.).



Kaynak: EPA, 2003

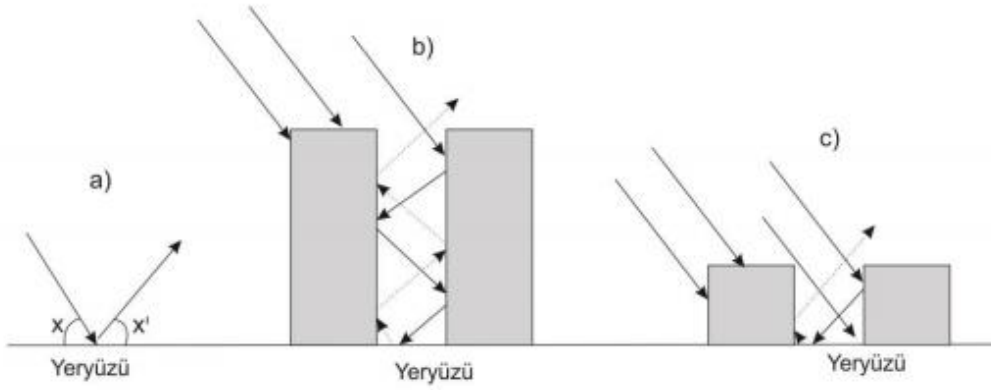
Şekil 2.7. Kentlerdeki Farklı Yüzezlere Ait Albedo Değerleri.

Şehir yüzeylerinde kullanılan asfalt, taş, beton, cam gibi absorbe özelliği yüksek malzemeler koyu renkleri, mat ve pürüzlü yüzeyleri ile tıpkı bir reflektör gibi ısıyı emerek depolarlar. Koyu renkteki bina malzemeleri ile absorpsiyon doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu durum şehirlerdeki yüzey malzemelerinin enerjiyi alma ve depolama süresini artırmaktadır. Şehirlerde albedo değerlerinin düşük olması yüksek net radyasyona neden olmakta ve sıcaklık değerleri artmaktadır (Kılıç ve Kum, 2013).

2.3.4. Kent Geometrisi

“Kent geometrisi; yüksek yapıları ve sokak derinliklerini kapsamakta olup araştırmacılar genellikle bu etkiyi kanyon etkisi olarak da adlandırmaktadır (EPA, 2009).”

Kentlerdeki yapılaşmadan önce tek bir yüzeye sahip alanlar söz konusu iken, yapılaşma ile birlikte birçok yüzey alanları ortaya çıkarak güneş ışınlarının yansıma açısını etkilemiştir. Bu nedenle binaların boyutları, yükseklikleri ve aralarındaki mesafe önemli bir etkidir. Bina formları, uygun geometriye sahip yapılaşmalar, sokak genişliği ve sokağın rüzgar doğrultusu ile ilişkisi kent geometrisini belirlemekte ve kentteki hava sıcaklığını etkilemektedir (Şekil 2.8.).

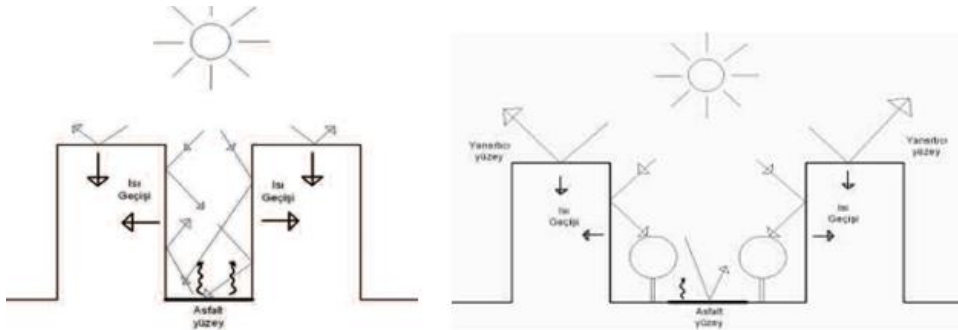


Kaynak: Yılmaz, 2013

Şekil 2.8. Farklı Yüzeylerde Güneş Işınlarnın Geliş-Gidişi.

“Kent geometrisinin (sokak derinlikleri ve yönelimleri gibi) hâkim ve yerel rüzgârları içine almayacak şekilde oluşması, sokaklarda bina cephelerinin sokak derinliği sebebiyle güneşten gelen ısıyı gökyüzüne geri yansıtamamaları, binalarda, yollarda tüm dış mekânlarda kullanılan malzemelerin güneşten gelen enerjiyi depolayan özellikte olmaları ve ortam sıcaklığı düştüğünde ısı yaymaları gibi etkenler kentsel ısı adası oluşmasında başlıca rolü oynarlar (Çelik, 2011).”

“Sokak derinliği oranı, sokağın iki tarafındaki binaların ortalama yüksekliğinin, (Y) sokağın ortalama genişliğine (G) oranıdır. (Y/G) Bu oran arttığında derinlik artıyor demektir. Derin sokaklarda yan yüzeylerin (cephelerin) oran olarak birbirine yakın olması, güneş ışınlarının gökyüzüne geri yansıyamayıp en kesit boyunca tüm yüzeyleri ısıtmasına sebep olur. Sokak derinliği oranının düşük olması ve ağaçlandırma, yansıtıcılığı artırılmış serin çatı kaplama malzemesi ile birlikte en kesit boyunca daha az ısı depolanmasını sağlar. İç mekanlar daha az ısınırken dış mekanlar daha konforlu bir hale gelebilir. Bitkiler hem güneş enerjisini kullanırlar hem de yayarlar, araçlar ve bina cepheleri üzerine gölge verirler (Çelik, 2012; Santamouris, 2011).”



Kaynak: Çelik, 2012

Şekil 2.9. Sokak Derinliği Oranı (Y/G) Yüksek Bir Sokağın En Kesiti.

2.3.5. Antropojenik Isı

Doğada insanoğlunun neden olduğu “antropojenik” olarak isimlendirilen etkiler, kentsel alanlarda nüfusun yoğunluğundan dolayı daha fazla ısı üretir ve enerji tüketimine ihtiyaç duyulur. Motorlu taşıtların kullanılması, iklimlendirme cihazları ve inşaat donatıları gibi insan kaynaklı bu nedenler kentteki sıcaklığının yükselmesine neden olur ve antropojenik ısı olarak adlandırılır.

Yapılan bir araştırmada “insan kaynaklı ısılar, büyük bir şehrin merkezinde, hem gece hem gündüz 2-3°C’ lik bir ısı adası oluşturabilmektedir (Taha, 1997).”

2.3.6. Kentsel Alanlarda Azaltılmış Bitki Örtüsü

Kentsel alanlarda arazi kullanımındaki değişiklikler, kentteki bitki örtüsünün azalmasına neden olabilmektedir. Azalan bitki örtüsü, toprak erozyonu, hava kirliliği, sıcaklık artışı, kentteki gürültü ve toz seviyesi artışına neden olmaktadır.

Kentte yeşil alanların bulunması kentteki hava sıcaklığını düşürmekte etkilidir. “Ağaçlar, kent atmosferinde bulunan NO₂, CO, SO₂, O₃ ve partikül maddeleri tutarak hava kalitesinin iyileştirilmesi konusunda önemli katkılar sağlar. Frankfurt kentinde yapılan bir araştırmada kent çevresinde yer alan ve 50-100 m’ lik bir alanı kaplayan bitkisel alanların hava sıcaklığını 3.5°C ‘ye kadar azalttığı saptanmıştır (Barış, 2014).”

Bitkilerin ve yeşil alanların kentteki gürültüyü azaltması, hava kirliliğini önlemesi, sera etkisini azaltması ve oksijen üretimi sağlaması, kentleşmenin olumlu yönde ilerlemesine ve daha yaşanabilir kentsel alanların oluşmasını sağlamaktadır.

2.4. Kentsel Isı Adası Sınıflandırması

“Kentsel Isı Adaları atmosferin farklı katmanları ve farklı yüzeyleri için farklı özelliklerdedir ve farklı oluşum mekanizmalarına sahiptir. (Bayraktar ve Gerçek, 2014).” Bu nedenle kenti etkileyen ısı adası; kentsel yüzey ısı adası ve kentsel atmosferik ısı adası olmak üzere iki tiptir.

2.4.1. Kentsel Yüzey Isı Adası

Kentsel yüzey ısı adaları, kentteki yüzey sıcaklıkları ile ilgilidir. Kentsel yüzey malzemeleri ve renkleri ısınma ve soğumada etkili olan faktörlerdir. Kullanılan malzemenin rengi, gelen güneş ışınlarını yansıtma ve soğurma özelliğini belirleyebilmektedir. Bu çalışma kapsamında ısı adalarından “kentsel yüzey ısı adası” ele alınacaktır.

“Koyu renkteki nesnelere, gelen ışınları soğurma eğilimindedir. Bu nedenle de ısınma kapasiteleri yüksektir. Açık renkli, parlak ve cilalı nesnelere ise koyu renklerin tersine, gelen ışını yansıtma eğilimindedir ve fazla ısınmazlar (Yılmaz, 2013).”

Kentsel alanlarda bina yüzeylerinin fazla olması, asfalt yollar, kaldırımlar ve kent yüzeylerinde kullanılan malzemeler açısından kırsal alanlardan daha farklı sıcaklıklara sahiptirler. “Sıcak güneşli bir yaz gününde çatılar ve kaldırım gibi kentsel yüzeyler 27-50°C iken, kırsal alanlar, daha gölgeli ve nemli yüzeylere sahip olması nedeniyle genellikle daha serin olmaktadır (EPA, 2009)”.

“Cisimlerin özgül ısıları da sıcaklık dağılışını etkilemektedir. Özgül ısı (ısınmama ısısı) “bir maddenin birim kütesinin sıcaklığını birim derece arttırmak için gerekli olan ısı enerjisi miktarıdır (Anonim, b.t.)” Birim zamanda, birim hacimde, özgül ısıları farklı cisimlere, aynı enerji verildiğinde, özgül ısısı düşük olan maddenin sıcaklığı daha fazla artar. Aynı şekilde ısı kaybetme döneminde de özgül ısısı düşük olan maddeler daha fazla ısı kaybederek çabuk soğur. Bu özelliğe bağlı olarak, yeryüzünde yan yana iki yüzeyin farklı sıcaklık şartlarına sahip olduğu görülebilir (Yılmaz, 2013).”

Kırsal alanlarda toprak, taş yüzeylerin bulunması düşük özgül ısıya sahip olması nedeniyle hızlı ısınma ve soğuma görülmektedir. Kentlerde ise asfalt, tuğla, beton gibi malzemelerin yüksek özgül ısıya sahip olması nedeniyle bu alanlarda sıcaklık yavaş artar ve yavaş düşer. Bu nedenle kent yüzeyinde kullanılan malzemeler ve arazi kullanımındaki değişiklikler sonucunda kırsal alanlardan farklı, yüzey sıcaklıkları ortaya çıkmaktadır.

Kent yüzeyinde kullanılan malzemelerin sıcaklığı etkilemesinde termal iletkenlik ve termal yayılım özellikleri bulunmaktadır. “Termal iletkenlik, maddenin kondüksiyon yoluyla enerji transfer etme kapasitesidir. Termal yayılım ise, maddenin kendi içinde enerji dolaşım kapasitesidir. Bu iki özellik, özgül ısı türevleridir ve özgül ısı ile birleştiklerinde, maddelere enerjiyi hapsedme veya enerjiyi transfer etme kabiliyeti kazandırır (Yılmaz, 2013).”

Tablo 2.1. ‘de görüldüğü üzere kentsel alanlarda termal yayılım ve termal iletkenlik diğer arazi örtülerine göre en yüksek değere sahiptir.

Tablo 2.1. Bazı Arazi Örtülerinin Termal Yayılım ve Termal İletkenlik Özellikleri.

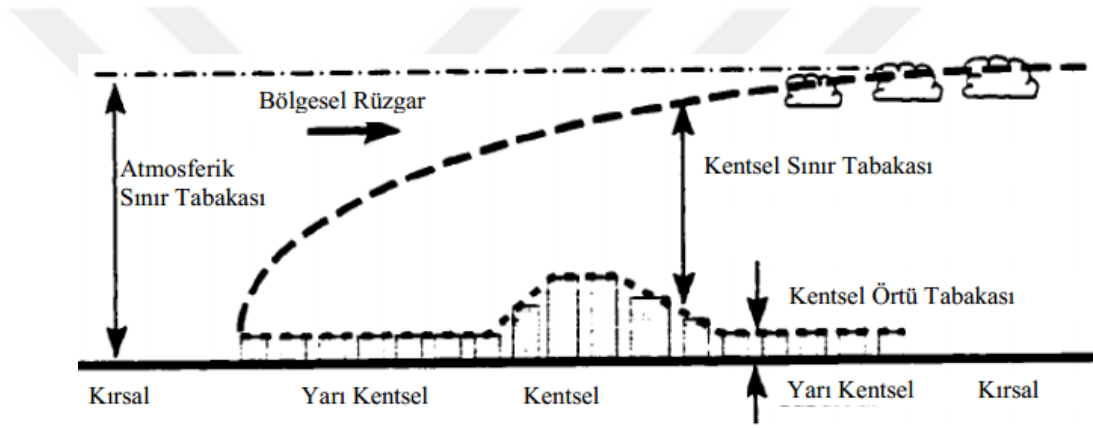
Arazi Örtüsü	Termal Yayılımı (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	Termal İletkenlik (m ² s ⁻¹ x10 ⁻⁶)
Su	0.15	100
Bataklık	0.74	2.2
Kum	0.57	1.05
Karışık Arazi	0.52	1.33
Çayır	0.52	1.33
Fundalık	0.24	0.30
Çalılık	0.52	1.33
Karışık Orman	0.80	2.16
İğne Yapraklı Orman	0.80	2.16
Şehir	1.40	2.93

Kaynak: Yılmaz, 2013 (Schlünzen ve Katzfey, 2003)

“Yüzev sıcaklıklarını uydu görüntüleri ve havadan elde edilen görüntülerle belirlemek mümkün olmaktadır. Yüzev sıcaklıkları belirlenirken farklı bilgisayar programları ya da simülasyonlarla uydu görüntülerinden ya da havadan elde edilen verilerden gerçek 3 boyutlu sıcaklık dağılımları, iki boyutlu sıcaklık dağılımını ya da tek boyutlu yüzev sıcaklığını elde etmek mümkün olmaktadır (Yüksel, 2005).”

2.4.2. Kentsel Atmosferik Isı Adası

“Kentsel alanlarda yoğun yapılaşma ve yeşil alanların azalması sonucu ortaya çıkan iklim farklılaşmalarında, kentteki ya da kentin belli bir bölümündeki hava sıcaklığının belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar bu grupta yer almaktadır (Yüksel, 2005).” Kentsel atmosferik ısı adası iki başlıkta incelenebilir. Birincisi; kentsel örtü tabakası, ikincisi; kentsel sınır tabakası ısı adasıdır.

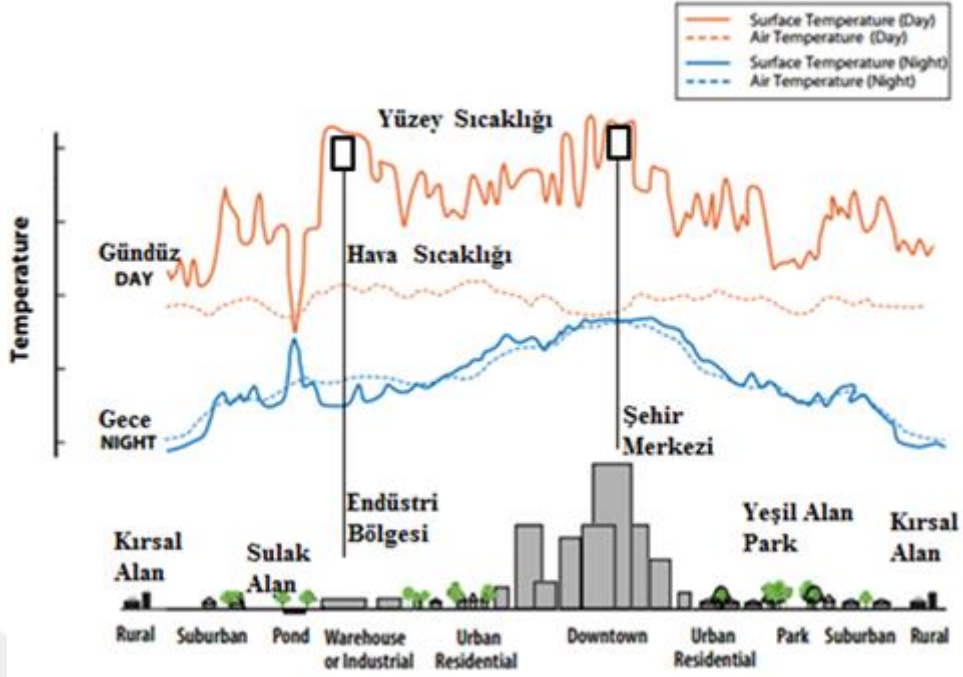


Kaynak: Yüksel, 2005(Stewart 1998)

Şekil 2.10. Kentsel Sınır ve Kentsel Örtü Tabakaları.

Kentsel Örtü Tabakası, “İnsanların yaşadığı hava tabakasında yer alıp binaların çatıları ile yer yüzeyi, binalar arasında kalan alanlar arasındaki bölgeyi içermektedir (EPA, 2009).”

Kentsel Sınır Tabakası, “Kentsel sınır tabakası ise kentsel örtü tabakasının üzerinde yer almaktadır (Yüksel, 2005).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 2.11. Yüzey ve Atmosferik Sıcaklık Değişimleri.

Şekil 2.11.' de görüldüğü üzere yüzey ve atmosferik sıcaklıklar arazinin kullanım alanlarına ve gece-gündüz olaylarına göre değişiklik göstermektedir. Geceleri yüzey ve atmosferik sıcaklıklar; hava sıcaklıkları birbiri ile ilişkiliyken, gündüzleri azalmakta ve bazı yerlerde terse dönmektedir. Bunun sonucunda kentsel ve kırsal alanların farklı sıcaklıklara sahip olması nedeniyle tanımlanan kentsel ısı adası etkisidir.

2.5. Yapılaşma ve Kentsel Isı Adası

Kentlerin büyümesi ve gelişmesi sonucunda, arazi kullanımında değişikliklere ve doğal arazi örtüsünün azalmasına neden olmuştur. Tarım alanı ya da sulak bir alan, orman gibi yüzey örtüsüne sahip olan yerler, yapılaşma ile bu doğal alanların azaltılmasına neden olarak yeni kentsel yüzeyler oluşturmaya başlamıştır.

Kırsal alanlarda geri yansıyan enerji engele takılmaz iken kentlerde yüksek katlı binalar sokak genişlikleri gibi kent geometrisini etkileyen unsurlardan dolayı kentte hapsolmakta ve geri yayılımında gecikmeler olmaktadır. Bunun sonucunda kentlerde iklim değişikliğine neden olarak kent ve kırsal alanlarda önemli ölçüde sıcaklık değişimleri meydana gelmektedir.

Kent geometrisi, sokak genişlikleri, bina cephelerinde kullanılan malzemeler, asfalt yol ve kaldırımlar, antropojenik ısı üreten kaynaklar, aynı bölgede yer alan kent parkları ile yapılaşmanın yoğun olduğu alanlar ile karşılaştırıldığında farklı sıcaklıklara sahip olması kentlerde ki yoğun yapılaşmadan kaynaklanmaktadır.

Kentsel ısı adasını oluşumuna neden olan etkiler (kentleşme ve nüfus yoğunluğu, kentsel yüzey malzemeleri, antropojenik ısı, kent geometrisi, hava kirliliği, kentsel alanlarda azaltılmış bitki örtüsü) bir önceki başlıklarda açıklanmıştır. Bu durumda bu olumsuz etkilerin azaltılması söz konusu olmaktadır.

Günümüzde kentlerin gelişmesi ile yapıları alanların da arttığı görülmektedir. Bu durumda mevcut yapılara müdahale etmek çözüm alternatifi sunmak bağlamında çatı, asfalt yol ve kaldırım yüzeyleri gibi kentsel ısı adası etkisini minimize edecek çalışmalar önem taşımaktadır.

Çatılar, kent yüzeylerinde güneş ışınına maruz kalan en açık yüzeylerdir. Bu nedenle kentsel ısı adası sıcaklıklarının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kentlerdeki mevcut yapıların çatı yüzeylerine müdahale etmek hem pratik hem de çevreci bir etkidir. Çatı yüzeylerinin; yeşil çatılar, çatı bahçeleri ya da serin çatılar elde etmek mümkün olabilmektedir. Bu durumda bitki örtüsüne sahip olan yeşil çatılar ve güneş ışını yansıtan serin malzemeler kullanılması durumunda serin çatılar; güneş enerjisinin direkt ışınlarını çatı yüzeyini koruyarak bölgesel sıcaklıkların oluşmasını aza indirmeyi sağlayabilirler.

Kentsel ısı adası etkisine çözüm alternatifi olarak değerlendirilecek olan yeşil çatı ve serin çatı bir sonraki bölümlerde detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

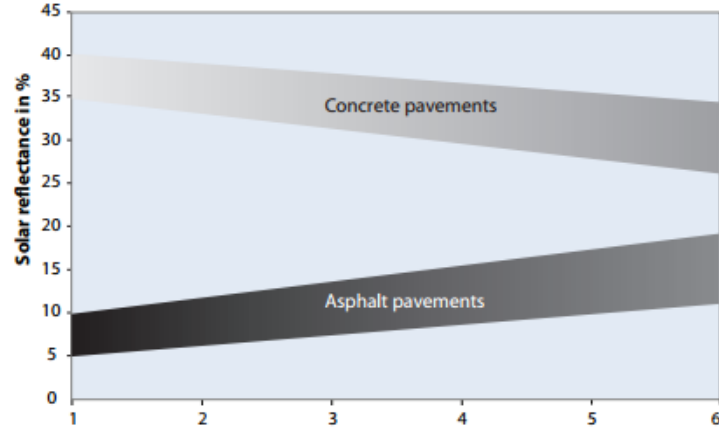
Asfalt Yollar ve Kaldırımlar; Kentlerin büyümesi ile birlikte artan yapılaşma paralelinde asfalt yollar ve kaldırımlar da giderek artmaktadır. Şekil 2.12. 'de asfalt ve beton yolun albedo değerleri gösterilmektedir (Şekil 2.12.). Beşinci bölümde albedo ile ilgili tanımlara yer verilerek detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Asfalt yol eskidikçe albedo değeri artmakta, beton yol eskidikçe albedo değeri azalmaktadır. Bunun nedeni asfaltın bitümden kaynaklı koyu renge sahip olması, betonun ise daha açık renge sahip olmasıdır.

Kaplama Tipi	Albedo Değeri
Yeni asfalt yol	0.05
Eski asfalt yol	0.1 – 0.15
Eski beton yol	0.2 – 0.3
Yeni beton yol	0.3 – 0.5

Kaynak: Engin, 2015

Şekil 2.12. Beton ve Asfalt Yol Albedo Değerleri.

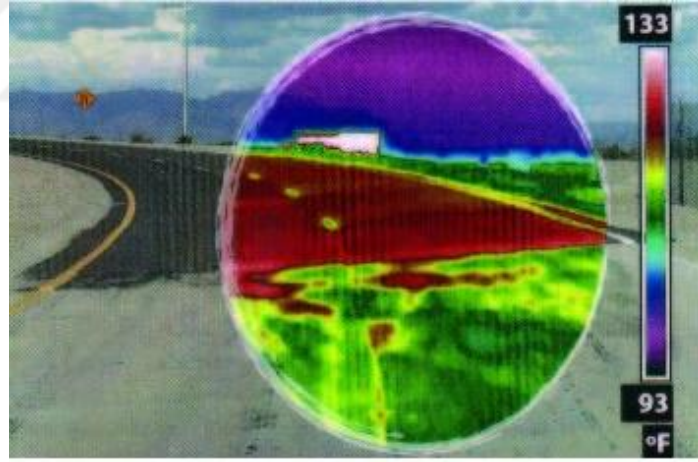
“Albedo değerinin artması ışığın daha fazla yansıtılması anlamına geliyor. Düşük albedo değeri, ışığın daha az yansıtılması yani ısının tutulması demektir. Asfalt yol ısıyı tutarak kentsel ısı ada sıcaklığını artırmaktadır (Engin, 2015).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 2.13. Asfalt ve Beton Kaplamaların Güneş Yansımalarının Karşılaştırılması.

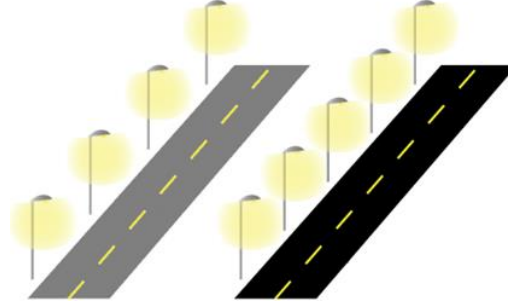
Şekil 2.14’de “beton kaplama ile asfalt kaplamanın birleştiği yerde oluşan termal görüntüyü göstermektedir. Ölçümler Ağustos 2007’de saat 17:00 sularında hafif bulutlu bir havada yapılmıştır. İki kaplama arasındaki sıcaklık farkı yaklaşık 11 °C olarak belirlenmiştir (EUPAVE, 2009).”



Kaynak: EUPAVE, 2009

Şekil 2.14. Beton ve Asfalt Kaplama Arasındaki Sıcaklık Farkı.

Beton yolun daha açık renge sahip olması nedeniyle “yapılan bir araştırmada gece aydınlatmasında beton yolun %24 tasarruf sağladığı tespit edilmiştir (Ashley, 2008).”



Kaynak: Ashley, 2008

Şekil 2.15. Beton ve Asfalt Kaplamada Aydınlatma İhtiyacı.

“Amerika Birleşik Devletleri'nde geleneksel asfalt kaplamalar ile sıcaklıklar yaz aylarında (48-67°C) 120°F' a kadar ulaşmaktadır. Son zamanlarda yüzey sıcaklıklarını ve absorbe edilen ısı miktarını düşüren serin malzemeler ile serin kaldırım yöntemleri geliştirilmeye başlanmıştır (EPA, 2009).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 2.16. Geleneksel Kaldırım Sıcaklıkları.

Şekil 2.17.'de görüldüğü üzere doğrudan mevcut yol veya kaldırım zeminlerinin üzerine yapıştırılarak hazırlanan solar kaldırımlar led aydınlatmalı olup çevre dostu olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 2.17.).



Kaynak: <http://www.wattwaybycolas.com/en/>

Şekil 2.17. Solar Kaldırımlar.

2.6. Bölüm Değerlendirmesi

Sera gazı etkisi ve küresel ısınma doğal nedenler ve / veya yapay nedenlere bağlı ortaya çıkmaktadır. Doğal neden olarak buzulların erimesi, volkanik patlamalar gösterilirken, yapay olarak sayılabilecek insan kaynaklı nedenler: kırsal alanlardan kentlere göç edilmesi, kentleşmenin hızla büyümesi ve beraberinde azalan bitki örtüsü, kentteki nüfus yoğunluğunun artması, daha fazla endüstri üretimine ihtiyaç duyulması olarak sıralanabilir.

- bina cephelerinde kullanılan malzemeler, asfalt yollar ve kaldırımlar, çatı yüzeyleri gibi güneş enerjisini soğurmaya (absorbe etmeye) elverişli malzemeler kullanılması,
- endüstriyel alanlar, motorlu araç kullanımı, ısıtma ve soğutma için kullanılan iklimlendirme cihazları,
- kent geometrisi hava akışını zorlaştıran ve ısı değişimini engelleyen yüksek katlı yapılar, insan aktiviteleri ve kentteki hızlı yapılaşma sonucunda çevresel sorunları ve sıcaklık değişimlerini etkilemiştir.

İnsan aktiviteleri sonucunda; iklim değişikliklerine neden olarak kent ve kırsal alanlarda farklı sıcaklıklar oluşmaya başlamıştır. Bu etkiler sonucunda kentsel ısı adası etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu etkilerin oluşması insan kaynaklı olup, yine bizlerin bu sorunlara çözüm üretebilmek adına her meslek grupları ile çalışmalar yapılmasına teşvik etmiştir.

Solar yollar ve kaldırımlar, asfalt yol yerine beton yollar, serin yollar ve kaldırımlar için geliştirilen yöntemler enerji tasarrufu sağlayarak kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır.

Kentleşmenin ve hızlı yapılaşmanın kentsel ısı adası etkileri küresel iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Bu etkileri sıfırlamak her ne kadar imkansız olsa da azaltmak mümkün olabilmektedir. Kentsel ısı adası etkisini azaltmak için alternatif olanaklar bulunmaktadır. Bunlar;

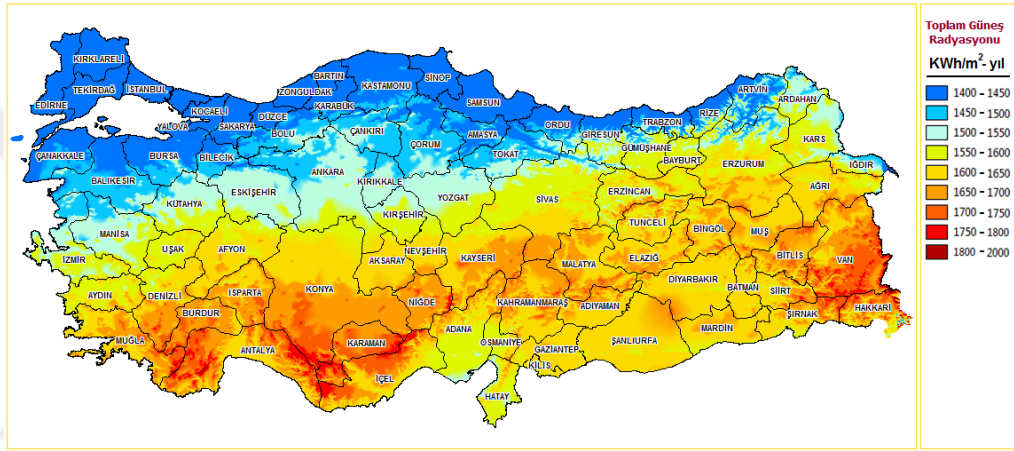
- Kentlerde yönetmelikler yeniden değerlendirilmeli, doğal ortam ile etkisini koparmadan tasarımlar yapılmasını sağlamak,
- Yeni yapılacak olan tasarımlarda ve mevcut yapıların çatı yüzeylerinde yeşil çatı ya da serin çatı olarak değerlendirilmesi ile sağlanabilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında çatıların kentsel ısı adası etkisini azaltabilmek adına çözüm önerileri olarak “yeşil çatı” ve “serin çatı” öngörülmüştür. Bu nedenle bir sonraki bölüm de öncelikle çatı kavramı tanımlanarak; yeşil çatılar ve serin çatılar değerlendirilecektir.

3. BÖLÜM

ÇATI KAVRAMI VE ÇATININ YAPILARA ETKİSİ

“Türkiye’nin yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m²/yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir (Aksungur ve diğ., 2013).” Aşağıda Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyel atlası Şekil 3.1.’de gösterilmiştir (Şekil 3.1.).



Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Şekil 3.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası.

Ülkemizde, istifade edilebilecek güneş enerjisi potansiyeli yeterince değerlendirilemeyip, mikro klima değişikliklerine neden olmakta ve kentsel ısı adaları problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneş enerjisinin yapılı çevrede ısı enerjisine dönüşmesi sonucu ortaya çıkan kentsel ısı adası oluşumunda etkili ve bu çalışmaya konu olan “çatılar” öncelikli olarak tanımlanacak ve çatıların sağlaması gereken görevlere değinilecektir. Tarihsel süreç içerisinde teknolojik ve sosyal yaşamdaki değişimler ile çatıların yapılarla kazandırdığı mimari kimlik ele alınacak; çatılar sürdürülebilirlik açısından değerlendirilecektir.

3.1. Çatı Kavramı

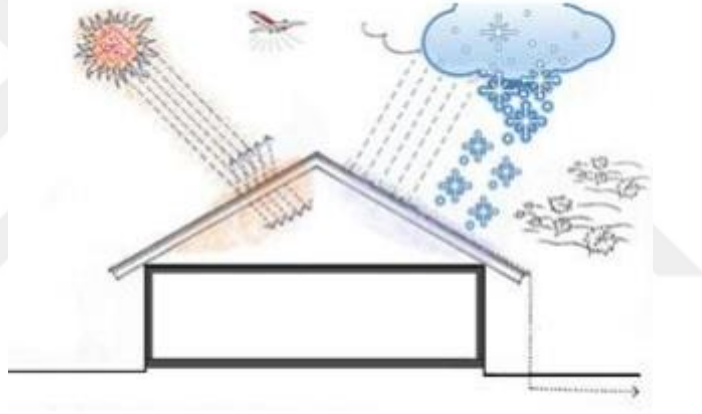
Çatılar, yapıların üst bitişinde yer alarak yapıyı ve içinde yaşayanları atmosfer koşullarından ve diğer dış etkenlerden koruyan; yapının algısında ve kimliğinde önemli etkisi olan yapı elemanıdır.

Çatı kavramı Türk Dil Kurumu sözlüğünde;

- Bir yapının, bir evin damını kuran parçaların bütünü
- Birbirine çatılmış, çakılmış şeylerin bütünü
- Yapının tavanı ile damı arasındaki kullanılan yer
- Barınılan, sığınılan yer,

gibi farklı anlamları da içermektedir. (TDK)

Çatıların ana görevi yapıların üstünü dış ve atmosferik etkilerden korumak ve bu koruma işlevini sağlayan sistemleri taşımaktır.



Kaynak: <http://www.catider.org.tr/index.php?action=page&id=271>

Şekil 3.2. Dış ve Atmosferik Etkenler.

“Çatı, yapının son bitiş katı olması ve tüm yüzeylerinin günün her saatinde doğal etkilere karşı açık olması nedeniyle dış etkenlere daha çok maruz kalmaktadır. Biçimi ve konstrüksiyonu yapının karşı karşıya kaldığı iç ve dış koşullar ile kullanıcı gereksinimlerinin optimizasyonunu sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (Toydemir ve Bulut, 2010:10).”

“Çatı strüktürünün taşınması ve bina taşıyıcı sistemi ile ilişkilendirilmesi gerekliliğiyle *taşıyıcılık*; ısı, ışık, ses ve su gibi iç ve dış ortam fiziksel koşullarının kontrolleri amacıyla *yalıtım*; yapının tasarım konsepti ve bütünselliği içinde *mimari* çatı tasarımının etkileyen en önemli etmenlerdir (Toydemir ve Bulut, 2010: 18).”

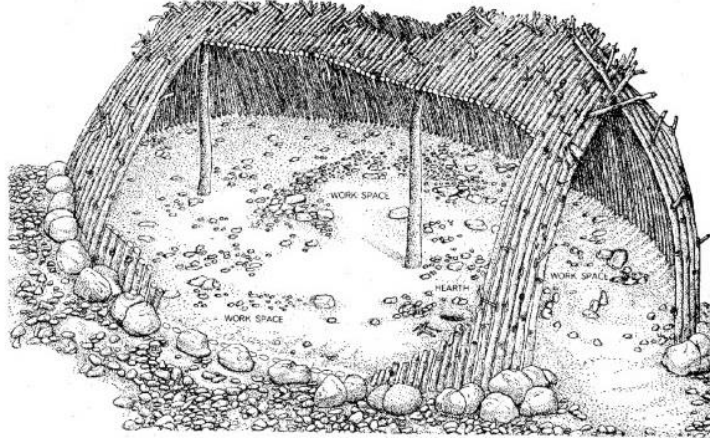
3.2. Tarihsel Süreçte Çatıların Gelişiminin İncelenmesi

Tarihsel süreç içerisinde insanoğlu, korunma ve barınma gereksinmelerini karşılayabilmek için ilk önceleri doğada hazır bulunan mağaralarda yaşayarak daha sonraları basit dal, kamış ve sazlardan kulübeler kurarak dış ortam koşullarından korunmayı sağlamışlardır. Toplumdaki bireyler tarafından, uzmanlık gerektirmeyen basit doğal yapı malzemeleri ile anlaşılması kolay içinde barınabilecekleri yapılar yapılmıştır. Bu geleneksel süreçte ortaya çıkan yapılar doğa ile bir bütünlük içerisinde olup birbirine benzeyen ve uyum içinde olması aynı zamanda da venaküler mimarlığı da yansıtmaktadır.

İnsanların yaşam alanlarındaki sosyal değişiklikler, yaşadıkları toplumun kültürlerine ve yapılarını da bir değişim süreci içine almaktadır. Bu süreçte farklı çatı tiplerinin oluşması, çatılara işlev kazandırılması, gelişen teknoloji ve üretim biçimleri ile çatı sistemlerinde hızlı bir gelişme göstermektedir.

İnsanoğlunun yerleşim süreci Fransa Nice’de bulunan Terra Amata olduğunu görmekteyiz. Şekil 3.3.’de görülen Terra Amata, “Çürümüş ağaç strüktürel elemanların ve çevreye yerleştirilen kayaların bıraktığı deliklerden hareketle yeniden yapılan bu ev bilinen en eski insan-yapımı yerleşimi temsil eder (Roth, 2006:204).”

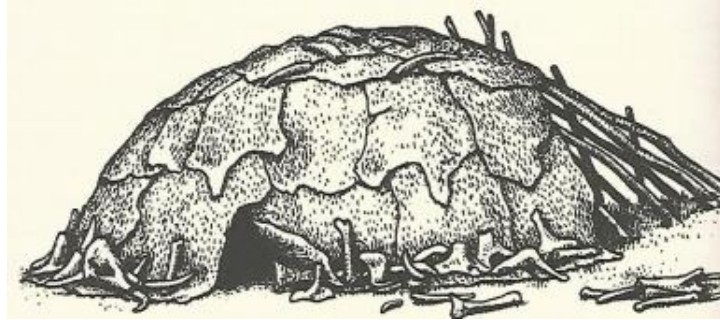
Terra Amata’daki bu basit kulübeler, dış ortam koşullarından korunma ihtiyacını sağlamak için bir çatı örtüsünü gerekli kılmış ve basit ağaç dallarını kullanarak korunmayı sağlamışlardır (Şekil 3.3.).



Kaynak: Roth, 2006:204

Şekil 3.3. Terra Amata, Homo Erectus Yerleşimi, Nice Fransa, IO 400.000-300.000 Dolayları.

Şekil 3.4.’ de görülen Cro Magnon evlerin de çatı örtüsü olarak postlar kullanılmıştır (Şekil 3.4.) “Postlarla örtülmüş ağaç çerçevesiyle olasılıkla kubbe ya da konik biçiminde olan bu evler dipte masif mamut kemikleriyle ve kafataslarıyla kuşaklanmışlardır (Roth, 2006:204).”

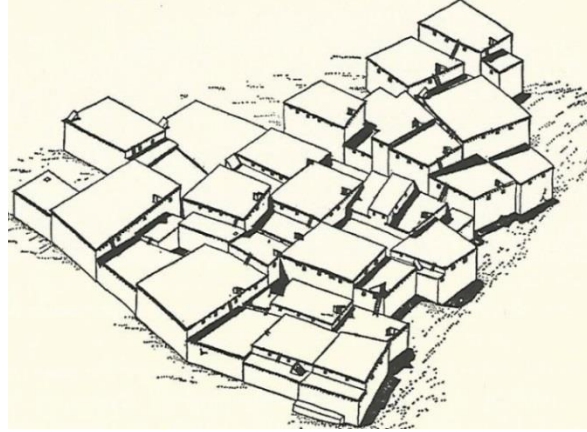


Kaynak:Roth, 2006:206

Şekil 3.4. Cro Magnon Evi, Ukrayna, İÖ 44.000-12.000 Dolayları.

“Kulübe yapım teknolojisinin gelişiminden sonra bir diğer önemli adım tarımın gelişmesine koşut olarak insan yerleşim bölgelerinin genişletilmesi” (Roth, 2006:221). Tarım alanları ile birlikte insanlar yerleşik hayata geçerek yeni bir koloni bölgeler oluşturmuşlardır.

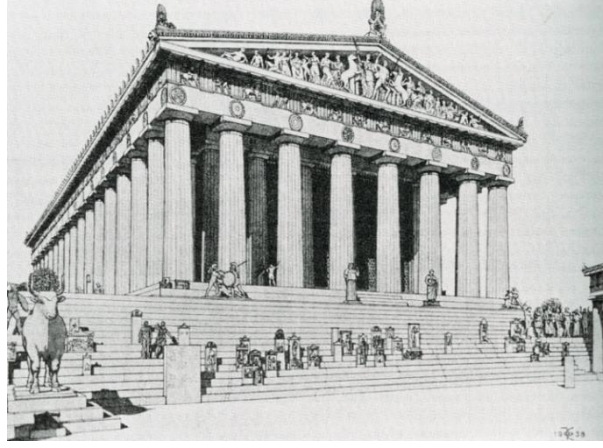
Neolitik dönemde Konya Çatalhöyük’te evlerin duvarları birbirine bitişik ve bitişik duvarlar nedeniyle şehirde sokaklar mevcut değildir. Evler tek katlı olup, eve giriş damda açılan bir delikten merdivenle olmaktadır. Çatı, eve ulaşımı sağlayan giriş kapısı görevini de üstlenmektedir (Şekil 3.5.). “Anadolu’da da geçmişten günümüze dek düz çatıların, damların ahşap kirişlerle geçilerek ve üstleri sıkıştırılmış toprak ile kaplanarak yapıldığı bilinmektedir (Turgay, 2003).”



Kaynak: Roth, 2006: 219

Şekil 3.5. Çatalhöyük, Konya, İÖ 6000 Dolayları.

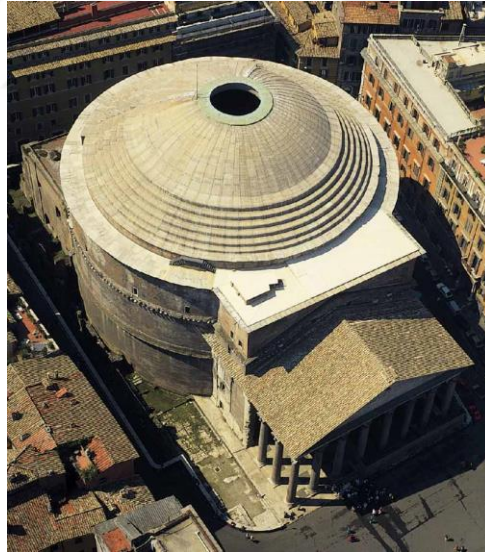
Antik Yunan ve Roma kentlerinde sivil mimaride; dini duygularını ifade eden ve toplumda güçlerini simgeleyecek, kentte nirengi noktaları oluşturacak yapılara ihtiyaç duyulmuştur. Bu yapıların tanımlanmasında çatıların etkin bir rolü bulunmaktadır.



Kaynak:Roth, 2006: 286

Şekil 3.6. Parthenon Tapınağı, M.Ö.490-323, Atina.

Antik Roma kentinde çatılar; saltanat ve gücün simgelediği görkemli yapılar ortaya çıkarak kentte yeni yapı formları oluşmaya başlamıştır. Bu yapı formlarında çatılar hiç kuşkusuz en önemli yapı elamanlarından biri olarak yapıyı tamamlamıştır. Roma mimarisinde de Pantheon Tapınağı beton kubbesi ile ünlü bir yapıdır (Şekil 3.7.). “Romalılar, dünyayı gök kubbeyle örtülmüş bir disk olarak tasvir ettikleri için bu yapı dünya ve tanrıların bu evrenini simgelemektedir (Roth, 2000).”

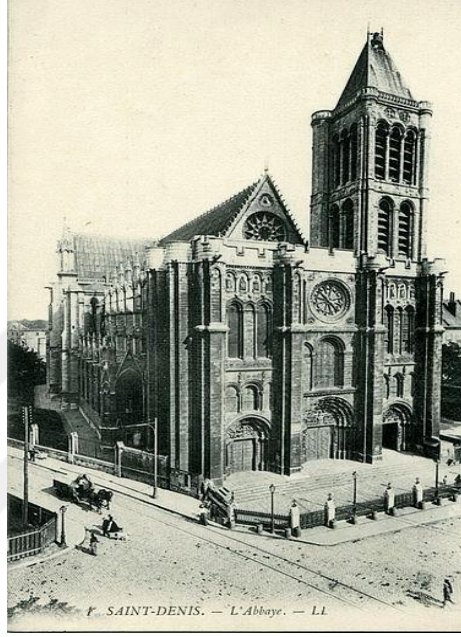


Kaynak: <http://www.crystalinks.com/romepantheon.html>

Şekil 3.7. Pantheon Tapınağı, Roma.

Orta Çağ Sivil Mimarisinde çatılar; koruma ve barınmanın dışında yapılar kazandırdığı güç ve ihtişamı simgeleyen yapı elemanları olarak görmekteyiz. Gotik, Rönesans ve Barok etkileri farklı mimari üsluplara sahip olması nedeniyle çatıların yapıya kazandırdıkları etkileri de farklı olmuştur.

Gotik mimarisinde yapılar Tanrı'ya ulaşmak için yapılmış ve katedraller ön planda tutularak göğe doğru yükselen sivri hatlara sahip yapılar yapılmıştır. Saint Dennis Manastır Kilisesi, sivri kemerler ve kaburgalı tonoz çatıları ile kentte yerini alan görkemli yapıların başlangıcını oluşturduğunu söyleyebiliriz (Şekil 3.8.). “Gotik’ te kullanılan bütün unsurlar (kaburgalar, dayanma ayakları, dayanma kemerleri, sivri kemerler,...), gözü yapı yüzeylerinden göğe doğru kaydıran, tırmandıran ve düşey etkiyi kuvvetlendiren yöndedir (Kaya, 2010).”



Kaynak: https://fr.wikipedia.org/wiki/Basilique_Saint-Denis

Şekil 3.8. Saint- Dennis Manastır Kilisesi,1135-1140, Paris.

Gotik mimarisinde gördüğümüz bazilika tonoz çatılar, Rönesans mimarisinde yerini kubbeli çatılara bırakmıştır. Şekil 3.9.’ da Rönesans’ın ilk mimarlarından biri olan Floransalı Filippo Brunelleschi’nin Santa Maria del Fiore kubbesi ile kent merkezinde her yerden görülebilecek bir heybete sahip olmuştur (Şekil 3.9.). “Rönesans, Gotik’ teki kaburga ve kaburgalı haç tonozu onların dinamik hareketleri dolayısıyla reddetmiş, daha statik etkili olan klasik tonoz ile kubbeyi ele almıştır (Kaya, 2010).”



Kaynak: https://fr.wikiarquitectura.com/index.php/Fichier:Santa_Maria_del_Fiore_Plano_12.jpg,

Şekil 3.9. Santa Maria del Fiore, 1296-1436, Floransa.

Hiç kuşkusuz sosyal yaşamdaki değişimler yapıların mimari kimliklerinde rol oynamaktadır. Barok mimarisinde ise abartılı hacim ve dekorlar kullanarak görkem ve güç etkisi yapılarla kendini göstermiştir.



Kaynak: http://romainbiancoenero.altervista.org/Fontana_Trevi.htm

Şekil 3.10. Trevi Fountain, 1732-1762, Roma.

Vernaküler mimari de ise; geleneksel külah biçimindeki konik kubbeli Harran evleri en eski kubbeli ev geleneğinin örneğidir. Sıcak ilkim bölgesinde yer alan Harran evlerinde konik kubbeli çatılar sıcak mevsimde serin, soğuk mevsimde ise sıcak kalmasını sağlamaktadır (Şekil 3.11.).

“Kubbenin yüksek olması, yaz aylarında içerdeki havanın yükselerek zeminden uzaklaştırılmasını ve kubbe içinde toplanmasını sağlamaktadır. Kubbenin

ucunda bulunan delik ile de, toplanan sıcak hava dışarı atılmaktadır. Kubbe çatı aynı zamanda içerdeki havanın sirkülasyonunu sağlayarak meskenin havalandırılmasını sağlamaktadır. Yaz mevsiminde kümbet evlerin içinde serin bir havanın hâkim olmasına neden olan diğer bir özellik de konik kubbenin bir tarafının genellikle gölgede kalması veya kubbenin sadece yarısının güneş ışınlarına maruz kalmasıdır. Kubbe çatı şekli itibariyle gündüzleri güneş ışınları yeryüzüne dik veya dike yakın gelse bile, ışınlar dik açıyla maruz kalmamaktadır. Geceleri ise kubbenin tamamı serin havanın etkisiyle soğumaktadır (Şahinalp, 2012).”



Kaynak: Baran, 2006

Şekil 3.11. Geleneksel Harran Evleri Konik Kubbeli Çatı.

Modern mimari ile birlikte yapı kütleleri değişim göstererek, “eskiden sadece koruma görevini yerine getiren çatı, günümüzde gelişen ürün teknolojileri ile klasik çatı kalıplarının dışına çıkarak, estetik gereksinimlere de cevap verecek birer yapı elemanı olmuştur. Bu nedenle çatı, her ne kadar binanın üzerini örten bir yapı elemanı olsa da, yapı kavramını bütünleyici; mimari bütünlüğün sağlanmasındaki ana elemanlardan birini oluşturmaktadır (Serdaroğlu, 2008).”

Modern mimarlığın temsilcilerinden Le Corbusier, “Yeni Bir Mimarlığa Doğru Beş Nokta” adını taşıyan bildirisinde ortaya koyduğu ilkeler arasında çatılarda yer almaktadır. Villa Savoye’ de düz çatıların, çatı bahçesi olarak kullanılması ve çatıların işlev kazanması açısından önem taşımakla birlikte bildirisinde belirttiği ilkelere uyum sağlayan bütüncül bir örnektir (Şekil 3.12.).



Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Villa_Savoye

Şekil 3.12. Le Corbusier, Villa Savoye, 1929, Fransa.

“II. Dünya Savaş’ından sonraki dönemde yapı malzemesi biliminde ve inşaat teknolojilerindeki gelişmeler sonucu büyük alanlı yapıların örtülmesinde çatı yüksekliğini artırmayan yeni malzemelerin ortaya çıkmasıyla çatıların rasyonel çözümlere kavuştuğu söylenebilir (Toydemir ve Bulut, 2010:12).”

Finlandiya kökenli, Modernizmin aykırı mimarı olarak tanınan Eero Saarinen, TWA Havalimanı’nı da çatı örtüsü ile yapıya organik bir mimari form kazandırmıştır. Çatı örtüsü ile yapının kanatlarını gökyüzüne açan bir kuşu anımsatma hissi uyandırılmıştır (Şekil 3.13.).



Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Eero_Saarinen

Şekil 3.13. Eero Saarinen, TWA Havalimanı, 1962, ABD.

Postmodern mimarlığın temsilcilerinden olan Robert Venturi, Venturi evinde düz çatı yerine kırma çatı olarak tasarlamıştır (Şekil 3.14.).



Kaynak:<http://www.archdaily.com/62743/ad-classics-vanna-venturi-house-robert-venturi>

Şekil 3.14. Robert Venturi, Venturi Evi, 1964, Pensilvanya.

“Sidney Limanı’nda yer alan 1958, 1973 yılları arasında inşa edilen Opera Binası 20. Yüzyılın en bilinen ikon yapılarından biri olarak kabul edilmektedir. Projenin en dikkat çekici yanı betondan yapılan ve hazır beton kaburgalarla taşınan, yelkeni andıran bir dizi kabuktan oluşan çatısıdır. Bu kısım dokuları ancak yakın mesafeden seçilebilen İsveç karo taşı ile kaplanmıştır (Şekil 3.15.) (Keskinalendar, 2011).”



Kaynak:https://tr.wikipedia.org/wiki/Sidney_Opera_Evi

Şekil 3.15. Jørn Utzon, Sidney Opera Binası, 1973, [Avustralya](#).

Norman Foster havacılık müzesi için tasarladığı "American Air Museum" eğrisel hareketlere sahip olup çatının yapı kimliğine olan etkisi ve çatı örtüsünün mekanı bir bütün olarak tanımlamasında etkili olan örneklerden biridir (Şekil 3.16.).



Kaynak:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:American_Air_Museum_-_Flickr_-_p_a_h.jpg

Şekil 3.16. Foster and Partners, American Air Museum, 1997, İngiltere.

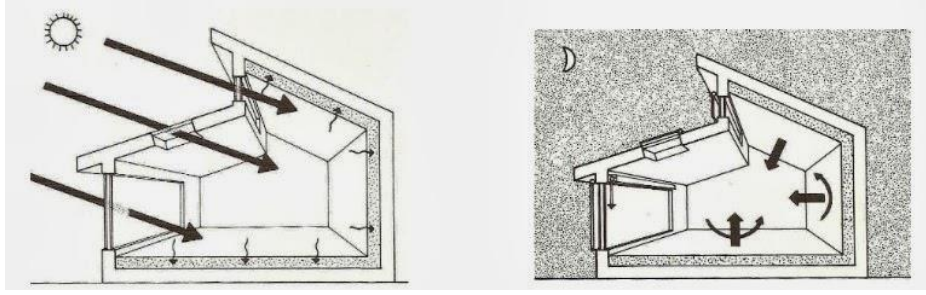
3.3.Sürdürülebilir Çatıların Kentsel Isı Adası Bağlamında Değerlendirilmesi

Yapı kabuğu, sağlaması beklenen konfor koşullarını yerine getirebilmek için iyi tasarlanarak üretilmiş detaylara gereksinim duyar. Aksi halde yapıdan beklenen konfor koşullarının gerçekleştirilebilmesi için giderek artan maliyetler ve neticesinde çevre kirliliği ortaya çıkar. Bu sorunların önüne geçmek amacıyla çatılarda yapılabilecek aktif ve pasif güneş enerjisinden yararlanma sistemleri değerlendirilebilir.

Güneş enerjisinden, toplayıcı-depolayıcı-dağıtıcı ünitelerden oluşan aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinden olan güneş pilleri (fotovoltaik paneller), çatılarda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Güneş pilleri levha ya da çatı kaplaması halinde çatı yüzeylerine uygulanabilen ve elektrik üretimi sağlamak amacıyla tasarlanan entegre sistemlerdir.

Binaya ilişkin tasarım parametrelerine güneş enerjisinden yararlanma açısından en uygun değerler kazandıran pasif çatı çözümleri olarak çatı açıklıkları ve çatı havuzları önerilebilir.

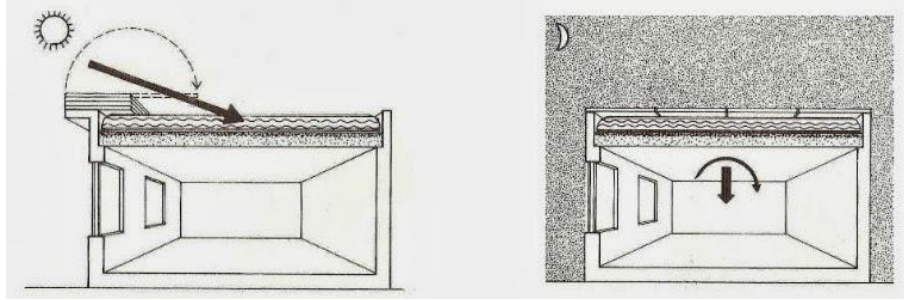
Çatı açıklıkları, “güney cephesinin arsa, topoğrafa özellikleri gibi nedenlerle yetersiz kaldığı durumlarda kullanılması tercih edilen çok iyi doğal havalandırma kaynağıdır. Aşırı ısınma sorunlarına karşı önlem alınmasını da beraberinde gerektirmekle birlikte yatay ya da güneye bakan çatı açıklıklarından yararlanılabilmektedir (Sürdürülebilir Mimaride Kullanılan Pasif Sistemler, Anonim, b.t.).”



Kaynak: <http://surdurulebilir-mimari.blogspot.com.tr/2012/09/surdurulebilir-mimaride-kullanilan-pasif.html>

Şekil 3.17. Çatı Açıklıkları.

Çatı havuzları, “iyi bir termal depolama sistemi olan çatı havuzları ile ısınan binalarda çok iyi bir konfor düzeyinin olduğu söylenmektedir. Genellikle cam, plastik ve fiberglas kaplarda depolanan su, ışınlım ve taşınım yoluyla alttaki mekana kış aylarında ısıtma, yaz aylarında soğutma sağlar. Üstünde de açılıp kapanabilen yalıtım malzemeli bir örtü bulunur (Sürdürülebilir Mimaride Kullanılan Pasif Sistemler, Anonim, b.t.).”



Kaynak: <http://surdurulebilir-mimari.blogspot.com.tr/2012/09/surdurulebilir-mimaride-kullanilan-pasif.html>

Şekil 3.18. Çatı Havuzları.

Diğer pasif güneş enerjisi sistemleri olan yeşil çatılar, çatı bahçeleri ve serin çatılar, çevresel sorunlardan kentsel ısı adası etkisini azaltmak için çözüm alternatifleri olarak değerlendirilebilir.

Günümüzde rant ve arsa fiyatlarının yüksek olması sonucu ortaya çıkan yüksek katlı yapılarda bir prestij ögesi aranarak hem diğer binalardan farklı olması hem de çevre bilincine duyarlı olması beklenmektedir. Bu bağlamda, genellikle kentlerdeki atıl alan olan çatı yüzeylerinin bitkilendirilmesi ya da çatılara işlev kazandırmanın yanı sıra estetik değer kazandırıp, sağlıklı yaşam alanları oluşmasına imkan sağlamaktadır.



Kaynak: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tokyo_rooftop_football.jpg

Şekil 3.19. Tokyo’da Çatı Yüzeyinin Futbol Sahası Olarak Kullanılması.

Bitkilendirilmiş çatı yüzeyleri, estetik değere sahip olan, çevreci yapıların oluşmasına, kullanıcılara rekreasyon alanları oluşturarak dinlenme, eğlenme, yeme-içme mekanlarına olanak sağlaması ve insan sağlığına psikolojik olarak iyi gelmesi, sağlıklı yaşam alanları oluşturmasının yanı sıra sürdürülebilir mimarinin kaçınılmaz bir çözümü olmaktadır.

ABD’nin Manhattan şehrinde bir kilisenin çatısında sebze ve meyve yetiştirilmektedir (Şekil 3.20.).



Kaynak: <http://www.ekoyapidergisi.org/439-new-yorkun-catilarinda-neler-oluyor.html>

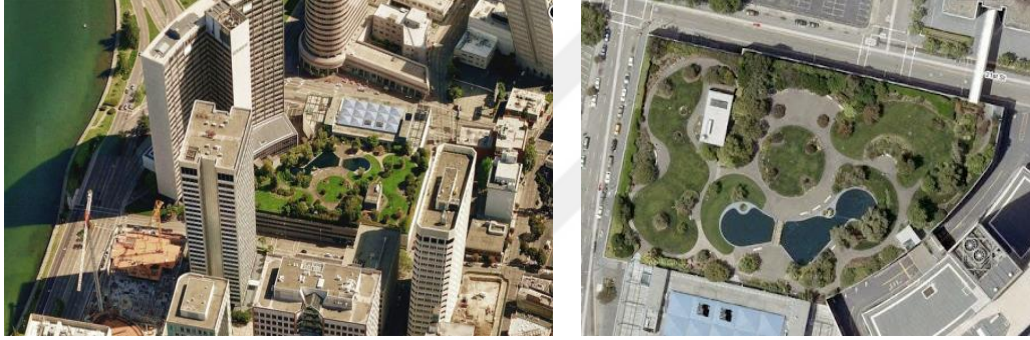
Şekil 3.20. Çatı Yüzeyinin Tarım Alanı Olarak Kullanılması.

Bitkilendirilmiş çatı yüzeyleri, geleneksel çatılara göre ilk maliyeti yüksek fiyatlı olabilmektedir. Ancak bitkilendirilmiş çatıların “geleneksel çatılara göre ömrünün 2-3 kat uzun olmasını sağlayan üzerine ışığın (UV ışınları dahil), sıcaklığın, suyun gelmesini engelleyen koruyucu bir tabaka (Söğüt ve Şenol, 2014)” olması nedeni ile maliyetin zaman içinde kazanca dönüşmesi mümkün söz konusudur. Bir diğer etkisi ise yapıda ısıtma ve serinletme maliyeti bitkilendirilmiş çatı teknolojisi kullanılarak en aza düşürülmeyi hedefler.

Çatı yüzeylerinin bitkilendirilmesi tamamen ya da kısmen olabilmektedir. Çatı yüzeylerinin tamamen bitkilendirilmesi ile yeşil çatılar ortaya çıkmaktadır. Yeşil çatılar, çevreye maksimum düzeyde yarar sağlamak amacıyla bitkilendirilen ve genellikle kullanıcıya kapalı olan çatılardır. Düşük eğimli ve eğimli çatılarda uygulanabilmektedir.

Çatı yüzeylerinin kısmen bitkilendirilmesi ile de çatı bahçeleri ortaya çıkmaktadır. Çatı bahçeleri kullanıcılara açık olup, rekreasyon alanları olarak da kullanılabilir.

Kaliforniya'nın Oakland şehrinde, 1960 yılında tamamlanan Kaiser Center, 5 katlı bir otoparkın üzerinde çatı bahçesi tasarımı yapılarak Avrupa'da bitkilendirilmiş çatı teknolojisinin oluşmasında büyük heves uyandırmıştır. Yapıldığı dönemin en büyük çatı bahçesi olması ve çatı da su ögesi kullanılması aynı zamanda güzel bir manzarası olması ile cezbedici bir yapı olmuştur (Şekil 3.21.).



Kaynak: <https://st11e.wordpress.com/2012/03/28/7-awesome-rooftop-gardens/>

Şekil 3.21. Kaiser Center, Kaliforniya, 1960.

Serin çatılar ise yeni yapılacak olan yapıların tasarım aşamasında karar verilmesi sonucunda ya da mevcut çatı yüzeylerinde serin malzemeler uygulanarak elde edilir. Düşük eğimli ve eğimli çatılarda uygulanabilir. Serin malzemeler düşük eğimli çatılarda beyaz kaplamalar, tek katlı serin membranlar, serin renkli (pigmentler) malzemeler olabilir iken eğimli çatılarda beyaz granüllü şingiller olarak kullanılabilir.

“Serin çatıların kullanımının bina içinde 1-3 °C ’lik sıcaklık düşüşünü sağladığı belirlenmiştir (Çelik, 2012).”

3.4. Bölüm Değerlendirmesi

Tarihsel süreç içerisinde çatı; hem yapıyı hem de insanları dış ve atmosferik etkenlerden korumak amacıyla bir örtü görevi üstlenmiştir.

Bu örtü koruma görevinin yanı sıra koruma işlevini sağlayan taşıyıcılığı sağlamak durumunda olup yapının tanımlanmasına önemli bir yapı elemanı olmuştur.

Antik Yunan ve Roma kentlerinde dini duygular ön planda iken orta çağ mimarisinde gotik rönesans ve barok etkilerinde güç ve ihtişamı gösteren yapılar yapılarak, yapının kazandırmak istediği etki cepheler ve çatı ile sağlanmıştır. Çatıların bu etkilerinin yanı sıra; çevre olayları ve iklimsel etkileri göz önünde bulundurarak ısı ve yalıtım sağlamak amacıyla çatıların bitkilendirilmesi yapılarak sağlanmıştır. Ancak endüstri devrimi ile beraber gelen çevresel sorunlar sonucunda yeni yapılacak olan yapıların ya da mevcut yapıların çatılarını tamamen bitkilendirilmesi öngörülerek yeşil çatı kavramını ortaya çıkarmıştır. Yeşil çatı ile amaç çatı yüzeylerinin tamamen bitkilendirilmesi sağlanarak maksimum düzeyde çevreye yarar sağlamaktır. Bu süreç devam ederken aynı zamanda yapı malzemelerinde ve inşaat teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda yapıların üstünü örten çatıların daha rasyonel çözümler geliştirilerek organik form kazanmasına imkan sağlayan farklı yapı formlarını da doğurmuştur.

Günümüzde çevresel sorunların hissedilir dereceye ulaşması durumunda çatılar yapılar kazandırdığı etkiler ile birlikte sürdürülebilir bir çatı yaklaşımı olarak birlikte değerlendirilmesi söz konusu olmuştur. Çatı yüzeylerinin otopark, çatı bahçesi, spor alanı gibi işlevlerle kullanılması, arazi kullanımı açısından sürdürülebilir bir yaklaşımdır.

Sürdürülebilirlik yaklaşımı, çatı ölçeğinde aktif ve pasif sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Çatılardaki aktif güneş sistemlerine örnek olarak güneş pilleri gösterilebilir. Çatılardaki pasif güneş sistemleri ise çatı açıklıkları, çatı havuzları, bitkilendirilmiş çatılar ve serin çatılardır.

Çatı açıklıkları ve çatı havuzları pasif sistemlerinin uygulamalarında gerekli koşullar ve hassas detaylandırma gibi nedenlerle zorluklar ile karşılaşmaktadır. Diğer pasif çatı sistemleri bitkilendirilmiş çatılar ve serin çatılar, bakımlarının ve uygulanmaları için gerek koşulların nispeten kolaylığı ile daha avantajlıdır.

Yeşil çatı ve serin çatıların çevresel sorunların kentsel ısı adası etkisi oluşumunu azaltmaya yardımcı çözümler olarak kapsamlı bir şekilde sonraki bölümlerde değerlendirilecektir.

4. BÖLÜM

YEŞİL ÇATI

“Yeşil çatı, bir çatı üzerinde yetiştirilen bitkisel bir tabakadır (EPA, 2009).”

Çatı yüzeylerinin bitkilendirilmesi, milattan önceki dönemlerde gerek estetik gerekse çevresel yararlar sağlaması nedeni ile günümüze kadar çeşitli amaçlarla birçok işlevde kullanılmıştır.

Kentlerde yapılaşmanın artması ile yeşil alanlar azalarak yerlerini beton yüzeylere bırakmaya başlamıştır. Bu durumda kaybolan bitki örtüsünü çatı yüzeylerine çıkarmak, kent düzeyinde ekolojik dengeyi sağlamaya yardımcı olmaktadır. Tamamen çevresel yarar sağlamak amacıyla oluşturulan yeşil çatılar günümüz sürdürülebilir yaşam için kaçınılmaz bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

“Dünyada ve ülkemizde çatı bahçesi, yeşil çatı, ekolojik çatı, bitkilendirilmiş çatı, çim çatı, yaşayan çatılar, eko çatı, sürdürülebilir çatı gibi çeşitli isimlerle de anılmakta olan bu sistemlerin, aslında tümü benzer kavramları tanımlamakla birlikte, bu sistemlerin kullanım amaçları, yapısal katmanları ve bitkilendirme özellikleri ayırım noktalarını oluşturmaktadır (Ekşi, 2015).” Yeşil çatılar az eğimli ya da eğimli çatılarda uygulanarak çatının tamamen bitkilendirilmesine dayalı, çevreye en iyi şekilde fayda sağlayan ve az bakım gerektiren bir ortama sahip iken çatı bahçeleri daha çok teras çatılar üzerinde olmakla birlikte kentte rekreasyon alanları oluşturarak ve sürekli bakım isteyen bir ortama sahiptir. Yeşil çatı ve çatı bahçesi bu ayırım özellikleri nedeni ile birbirlerinden farklı olmaktadır. Günümüzde yeşil çatılar sürdürülebilir yapılarda bir sertifikasyon sistemine ihtiyaç duyularak yapılması gereken çevreci bir yaklaşım olmuştur. Aynı zamanda binalara prestij kazandırdığını söylemek de mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda çatı yüzeyi ve katmanlarını özelleştirmesini gerektiren yeşil çatılar ele alınacaktır.

Bu çalışma kapsamında; kentsel ısı adası etkisini azaltmak için yeşil çatı tanımına ve sınıflandırma sistemlerine yer verilerek kentsel ısı adası etkisini dengelemedeki katkısı değerlendirilecektir.

4.1. Yeşil Çatı Tasarımını Etkileyen Unsurlar

Yeşil çatı yüzeylerinin hangi amaçla kullanılacağına karar verilip yeşil çatı tipinin belirlenmesi yapının tasarım aşamasında karar verilmesi gereken bir konudur. “Çünkü binanın bulunduğu yerin mikroklimatik koşulları, binanın çatı alanı ve binanın niteliği (otel, ofis, konut v.s.) gibi özellikler, tasarım aşamasında tasarımcıyı

yönlendirecek ve tasarımcının, çatının teras mı yoksa eğimli mi olması gerektiğine karar vermesine yardımcı olacaktır (Aksoy ve İçmek, 2010).”

Yeşil çatı yüzeyleri için bitki seçimi yaparken, bakım parametreleri o bölgedeki iklim özellikleri, ortam koşulları, rüzgar ve sıcaklık gibi etkenler dikkate alınarak tercih edilmelidir.

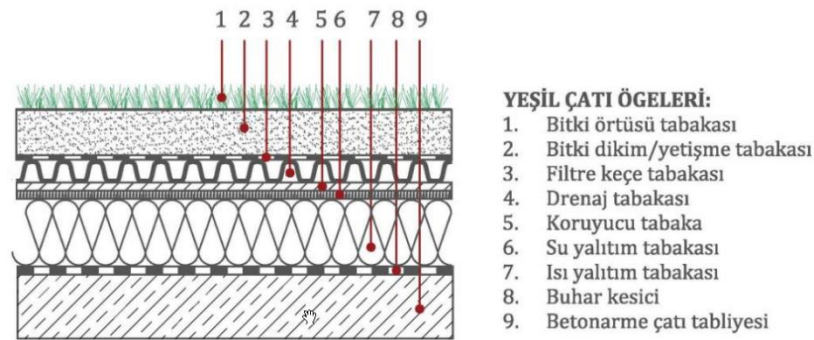
“Uygulanacağı alanın, çatı üzerine gelecek yüklerin taşıma kapasitesi, tasarım aşamasında hesaplanmalıdır. Bu hesaplamalarda yağmur ve kar yağışlarının ağırlığı, bitki toprağının kuru ve suya doymuş hallerinin ağırlığı, insanların kullanıma açık olacaksa, insan yoğunluğu da değerlendirilmelidir (Aksoy ve İçmek, 2010).”

Yeşil çatılarda su tahliyesi önemli olan diğer unsurlardan biridir. “Yeşil çatı sistemine sahip yapılarda yağmur suyu depolanmakta ve geciktirmeli olarak giderlere yönlendirilmektedir. Bu özellik katmanların kalınlığına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu sebepten giderlerin kolay ulaşılabilir olması ve kesinlikle kapatılmaması önemlidir. Aynı şekilde inişlerin de kolay ulaşılabilir şekilde yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir (Bauder, Anonim, b.t).”

“Çatı bahçeleri, genellikle %2 eğimli akıntıya sahip, iyi şekilde yalıtılmış düz çatılara uygulanmaktadır. Düz çatıların performansı ve ömrü, su yalıtımı ve ısı yalıtımı tabakalarının konumu dahil birçok faktöre bağlıdır (Aksoy ve İçmek, 2010).”

4.2. Yeşil Çatıların Sınıflandırılması

Yeşil çatı yüzeyleri, kullanım olanaklarına göre iki alternatif sunmaktadır. Birincisi; kullanıcılara açık olan çatı yüzeylerinin bitkilendirmesi ve rekreasyon alanı olarak kullanılması. İkincisi; tamamen çatı yüzeylerinin bitkilendirilmesidir. Bu nedenle bitkilendirilmiş çatı yüzeyleri işlevleri, yararları, çatı eğimi ve yetiştirme ortamının derinliği gibi özellikleri nedeniyle farklı bitki çatı katmanlarına sahiptir. Aşağıda şekil 4.1’ de görülen tipik bir bitkilendirilmiş çatı yüzeyinin katmanları görülmektedir.



Kaynak: Seçkin, 2016

Şekil 4.1. Yüzeysel Bitkilendirilmiş Standart Bir Yeşil Çatının Yapısal Kesiti

Yeşil çatı yüzeyleri bitki yetiştirme tabakası ve drenaj tabakasının derinliğine göre yoğun bitkilendirilmiş ve seyrek bitkilendirilmiş çatılar olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

4.2.1. Yoğun Bitkilendirilmiş Çatı

Yoğun bitkilendirilmiş çatılar “bitki yetiştirme tabakası 25 cm’den daha derin, çatı eğimi %2 ile %10 arasında, çatı yüzeyi dolaşma, oturma, hoşça vakit geçirme için uygun, yalıtım özellikleri ve yağış suyu düzenlemeleri iyi, bitki çeşitliliği bol ve zengin ve drenaj tabakası 10 cm’den daha derin bir sistemdir (Seçkin, 2016).”

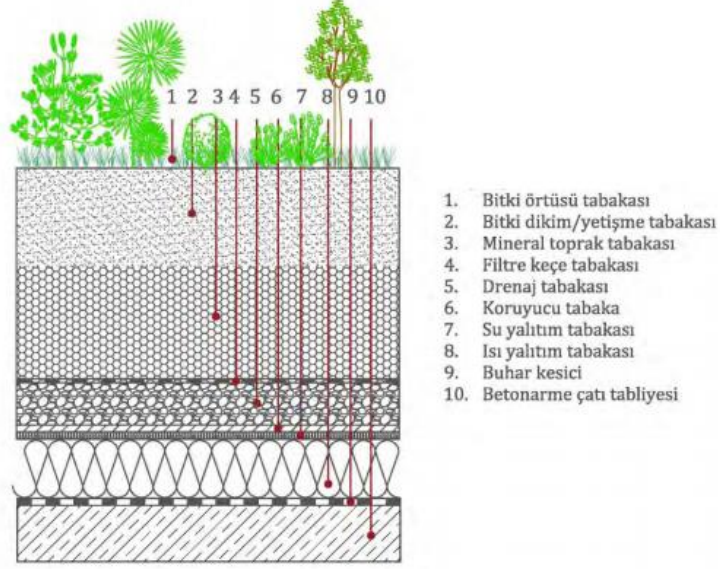
“Bu bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılan bitki türleri sınırsız çeşitlidir. Bitkinin yetişebilmesi için gerekli olan bitki taşıyıcı katman ve drenaj katmanı gibi alt sistemler sağlandığında, çalı tiplerinden ağaç tiplerine kadar tüm bitki türleri tercih edilebilir (Tokaç, 2009).”

Yoğun bitkilendirilmiş çatılar, bitki çeşitliliği açısından esnek olup, sürekli bakım ve uzmanlık isteyen ve aynı zamanda kullanıcılar için rekreasyon alanları oluşturabilen yapıya estetik açıdan görsel etki sağlayan, kent ekolojisini iyileştiren çatı tipidir. Gıda üretimi ve tarımı destekler. Şekil 4.2’de görülen Chicago Botanik Bahçesinde bitki yetiştirme ortamı çatı yüzeyine taşınmıştır.



Kaynak: <http://gardeninggonewild.com/?p=22976>

Şekil 4.2. Chicago Botanik Bahçesi.



Kaynak: Seçkin, 2016

Şekil 4.3. Yoğun Bitkilendirilmiş Bir Çatının Yapısal Kesiti.

4.2.2. Seyrek Bitkilendirilmiş Çatı

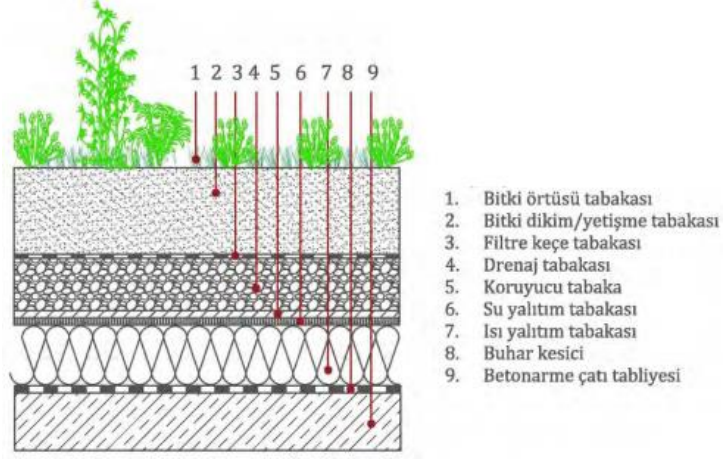
Seyrek bitkilendirilmiş çatı “bitkilendirme emeğin ve üretim bakım giderlerinin en aza indiği çok geniş alanlarda en az ya da hiç bakım olmadan ya da eğik çatılarda sığ topraklar üzerinde oluşturulan bitkilendirmelerdir (Küçükerbaş, 1993).”

“Bu bitkilerin yetişme tabakası derinliği yaklaşık 15-25 cm’ dir. Drenaj tabakası kalınlığı da 3- 5 cm’dir. Çatı eğimi %2 ile %10 arasında değişir (Seçkin, 2016).” Çok fazla bakım ve uzmanlık gerektirmeyen maliyeti yoğun çatılara göre daha az olan bu çatıların yapılış amacı genellikle ekolojik nedenler olarak öne sürülebilir. Bu nedenle kamusal kullanıma açık değildir ve rekreasyon alanları olarak kullanılmazlar.



Kaynak: http://tr.onduline-pro.com/sites/onduline_tr_pro/files/ondugreen_brosur_2016.pdf

Şekil 4.4. Seyrek Bitkilendirilmiş Çatı Örneği.



Kaynak:Seçkin, 2016

Şekil 4.5. Seyrek Bitkilendirilmiş Bir Çatının Yapısal Kesiti.

4.3.Yeşil Çatıların Kentsel Isı Adası Bağlamında Değerlendirilmesi

19. yüzyıl ortalarından itibaren yerkürenin yüzey sıcaklıklarındaki artış ve hızlı bir kentleşmenin getirdiği yapılaşma ile çevresel sorunlar hissedilebilir bir dereceye ulaşmıştır.

Kentsel alanlardaki bitki örtüsü yerini geçirimsiz yüzeylere bırakmaya başlamıştır. Kentlerdeki yoğun yapılaşma, geçirimsiz yüzeylerin artmasına ve gün boyunca güneşten gelen ısıyı biriktirmesine ve gece de serbest bırakarak hava sıcaklığının kırsal alanlara oranla daha sıcak olması kentte ısı adalarının oluşmasına neden olmaktadır.

“Geleneksel çatı yüzeyleri güneş ışığını absorbe ettiği için ısınır. Gündüz absorbe ettiği radyasyonu da gece atmosfere tekrar verir. Geleneksel çatılarda günlük sıcaklık dağılımında çatı daima daha sıcaktır (Söğüt ve Şenol, 214).” Yeşil çatılarda ise; bitkiler sıcak havadaki ısıyı tutar ve nem dengesini sağlayarak havanın ve çatı yüzeyinin aşırı sıcak olmasını engeller.

Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda bitkilendirilmiş çatı yüzeylerinin kentteki ısı adası dengesini sağlamakta önemli ölçüde etkili olduğu ortaya konmuştur. “New York’ta (ABD) yapılan bir modelleme çalışmasında kentsel ölçekte tüm çatıların yarısının yeşil olması durumunda kent ölçeğinde yüzey sıcaklıklarının 0.1-0.8 °C azalacağı belirlenmiştir. Chicago’da yapılan bir çalışmada yazın sıcak günlerde geleneksel çatılardaki sıcaklığın yeşil çatılardan 28°C daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Söğüt ve Şenol, 2014; GLA, 2008).”

1980’li yıllarda yeşil çatıların planlaması, yürütülmesi ve bakımı için geliştirilen standartlar, kuruluşlar bu teknolojinin dünyada da yaygınlaşmasına hız

kazandırmıştır. Almanya’da FLL Standartları (Peyzaj Gelişimi ve Peyzaj İnşaatı Araştırma Kurumu), ABD’ de ASTM (Standartları Geliştirme Organizasyonu), NRCA (Ulusal Çatı Mühendisleri Derneği), USGBC (A.B.D Yeşil Bina Konseyi), Kanada ‘da GRHC (Sağlıklı Kentler için Yeşil Çatılar) ve uluslararası platformda IGRA (Uluslararası Yeşil Çatı Derneği) gibi kuruluşlar bulunmaktadır.

Yeşil çatılar; doğal yaşam alanları oluşturması, hava ve gürültü kirliliğini azaltması, yağmur suyunu tahliye edebilmesini sağlayacak ortam oluşturması, enerji verimliliği sağlaması açısından kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olabilmektedir. Bunun yanı sıra yeşil çatıların yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

“Yeşil çatılar bir çok yoldan binada enerji tasarrufu sağlar. Binanın ısı kazanç ve kayıplarını azaltırlar. Sıcak iklimlerde yazın hava sıcaklığı 35 °C’ a ulaştığı zaman çatı yüzey sıcaklığı 65°C’i bulur. Çatı toprak tabakası ile korunduğu ve bitkilerle gölgelendirildiği zaman yüzey sıcaklığı genellikle ortamdaki hava sıcaklığının üzerine çıkmaz/yükselmez. (Karaosman, 2006).”

“Lawrence Berkeley National Laboratory bilim adamları yaptıkları çalışmalarda gölgeleme amacıyla dikilen ağaç ve diğer bitkilerin binalarda soğuma için yapılan harcamaları % 25’e kadar azalttığını ortaya koymuştur (EPA, 2003).”

“Geleneksel çatılar zayıf izolasyon ve zayıf havalanma nedeniyle klima kullanımını artırır (Söğüt ve Şenol, 214).” Yeşil çatı yüzeylerinde ise “toprak tabakası kışın yapılarda ek bir yalıtım sağlar (Koç ve Gültekin, 2010).” Böylece yeşil çatı yüzeyleri ısı kazançlarını arttırarak enerji tasarrufuna yardımcı olmaktadır.

Yeşil çatılar, kentsel alanlarda doğal yaşam alanların yer alması hem insanlar üzerinde hem de doğada bulunan diğer canlılar üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Kullanıcılar için psikolojik yönde dinlendirici etkisi bulunurken, diğer canlılar içinde doğal yaşam alanları sağlanmaktadır.

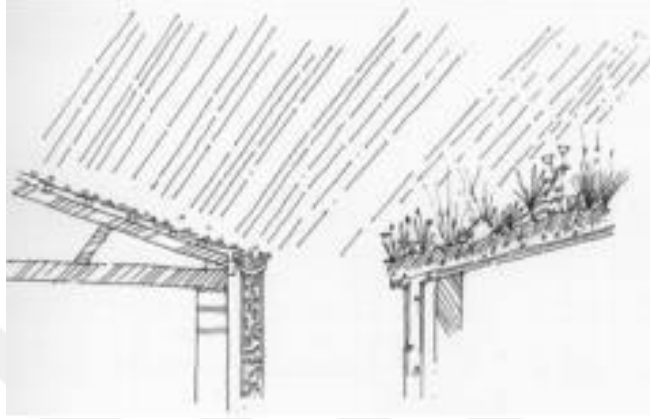
Yeşil çatılar, havadaki tozu ve diğer kirletici etkenleri absorbe eder. “Havanın içindeki tehlikeli karbondioksit gazını emerek dışarıya oksijen gazını verir. Kentin mikro iklimasını olumlu yönde etkiler (Kozan, 2015).”

“Kentte trafik ve kalabalık kaynaklı gürültü, yapılardan ve kentteki sert zemin yüzeylerden yansımaktadır (Dikmen, 2015).” Yeşil çatılar yapılardan ve sert zeminden gelen bu gürültüyü yansıtmak yerine içine alarak azaltıcı bir etki sağlar. “Yeşil ve toprağın çatıda oluşturduğu gözenekli tabaka, bitkiler arasından ses dalgalarını yutmaktadır böylece çatı bir ses yalıtım tabakası görevi üstlenmektedir (Erkul, 2012: Alcazar, 2004).”

Kentlerdeki yoğun yapılaşma ile geçirimsiz yüzeylerin artması, kent yüzeyin betonlaşması, asfalt yollar ve kaldırımlar kentteki alt yapının da yetersiz olması durumunda yağmur suyunun tahliye edilmesini zorlaştırır. Bu durumda yeşil çatı yüzeyleri devreye girmektedir. “Çünkü yağışların büyük bir bölümü çatılara düşer ve

burada kalır, toprak tarafından emilir ve bitkiler tarafından kullanılır ve sonra buharlaşır (Karaosman, 2006).”

Kuzey Carolina Üniversitesi, 'inde yapılan bir araştırmada “10 cm kalınlığında bir substrata (yetiştirme ortamı) sahip bir yeşil çatının, yağmur suyunun % 60'ını tuttuğu tespit edilmiştir (Erkul, 2012; Snodgrass, 2006).



Kaynak: http://chekadeno.com/uploads/ch_n/pdf/3.pdf

Şekil 4.6. Geleneksel Çatı İle Bitkilendirilmiş Çatı Yüzeyin Yağmur Suyu Akış Kıyaslaması.

4.4. Bölüm Değerlendirmesi

Geleneksel çatı yüzeylerinin sadece çatı malzemesi ile kaplanması durumunda çatı membranı gün boyunca güneşten gelen enerjiyi absorbe ederek çatı sıcaklığının artmasına neden olurken, gece ısıma yolu ile bu enerjiyi atmosfere geri verir. Yeşil çatılar, yetiştirme ortamı ve bitki tabakaları sayesinde yaz aylarında çatının aşırı sıcak olmasını önleyerek binaların serin kalmasına ve binadaki serinletme maliyetinin azaltılmasını sağlayabilir. Kış aylarında ise toprak tabakası ek bir yalıtım sağlayarak ısınma maliyetini azaltabilir.

Kentlerde geçirimsiz ve sert yüzeylerin fazla olması sonucunda azalan bitki örtüsünün çatı yüzeylerinde kullanılması, kentteki ısı adası etkisinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir. Bitki örtüsü siyah ya da sert yüzeylerden gece yayılan ısı miktarını azaltarak kentte gece sıcaklıkların dengelenmesinde etkili olabilmektedir. Yazın gündüz saatlerde yeşil çatılar bitki örtüsü sayesinde ısıyı emebilir ve nem seviyesini dengeleyerek sıcaklıkların artmasını engelleyebilir.

Yeşil çatıların, kentsel adası etkisinin azaltılması dışında enerji verimliliği sağlamak, doğal yaşam alanları oluşturmak, hava kirliliği ve gürültü kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olmak gibi işlevleri de bulunmaktadır.

Yeşil çatılar su tahliyesi için de kentsel ölçekte yağmur suyu toplanmasına katkı sağlar. Kentlerdeki sert ve su geçirimsiz yüzeylerin artması sonucunda yağmur suyu toplanması ve tahliyesinde zorluklar yaşanmaktadır. Yeşil çatı sistemine sahip yapılarda yağmur suyu depolanmakta ve geciktirmeli olarak giderlere yönlendirilmektedir. Bu özellik, katmanların kalınlığına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu sebepten giderlerin kolay ulaşılabilir olması ve kesinlikle kapatılmaması önemlidir. Aynı şekilde inişlerin de kolay ulaşılabilir şekilde yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

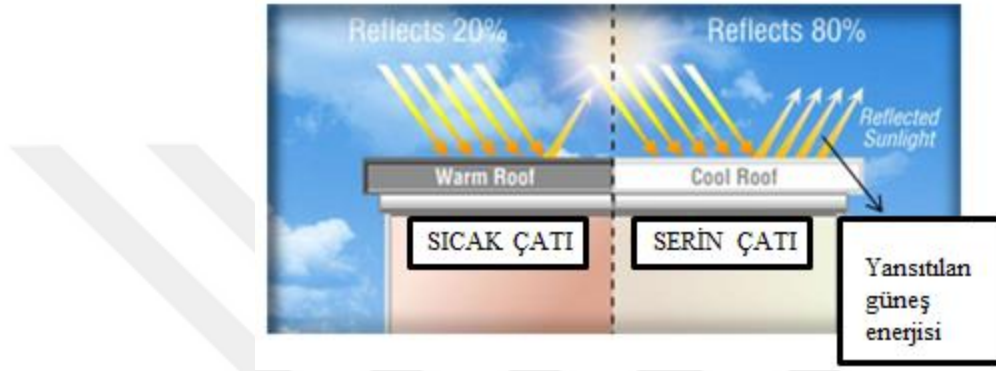
Yeşil çatıların tasarım aşamasında öncelikle iyi bir fizibilite etüdü gerekmektedir. Arazinin konumu, iklimi, arazinin analizi (rüzgar, güneş, bitki örtüsü), kullanılacak bitkisel katmanlar, bakım maliyetleri, fizibilite aşamasında dikkat edilmesi gerekmektedir. Binanın bulunduğu yerin mikroklimatik koşulları, çatı alanı ve binanın fonksiyonu gibi özellikler, çatının teras mı yoksa eğimli çatı mı, seyrek mi yoksa yoğun yeşil çatı mı olması gerektiğine karar vermesine yardımcı olacaktır. Çatının üzerine gelecek yükleri taşımasında, yeşil çatının kullanıcılara açık olup olmayacağı önemli bir karardır ve tasarım aşamasında belirlenmesi gerekmektedir.

5. BÖLÜM

SERİN ÇATILAR

Çatılar bina cephelerinden önce en çok güneş ışınına maruz kalan yüzeylerdir. Bu nedenle çatılardaki ısı emilimi daha yüksek olup kentleri de etkileyerek sıcaklığı arttırmaktadır. Kentteki bu sıcaklığı dağıtarak azaltmak, serin malzemelerin kullanıldığı serin çatılar ile mümkün olabilmektedir.

Şekil 5.1. 'de görülen sıcak ve serin çatıların güneş ışını yansıtma oranları gösterilmiştir.



Kaynak: <http://newscenter.lbl.gov/2011/11/03/cool-roofs-really-can-be-cool/>

Şekil 5.1. Sıcak Çatı ve Serin Çatı Yansıtma Oranları.

Serin çatı malzemelerinin ısı tutma kapasiteleri, geleneksel malzemelere göre daha düşük olabilmektedir. “Geleneksel çatı malzemelerinde çatı yüzeylerindeki sıcaklık 66-85 ° C kadar ulaşarak sıcak yüzeylerin oluşmasına zemin hazırlarlar. Serin çatı malzemeleri ile bu sıcaklıklar 28-33 °C’ye kadar azaltılabilir (EPA, 2009).” Böylece, serin çatı malzemeleri ile üretilen serin çatılar kentsel ısı adası sorununun çözümüne yardımcı olabilir.

“Sıcak iklim bölgelerinde yaşayan insanlar genellikle kendilerini serin tutmak için açık renkli veya beyaz elbise giymeye dikkat ederler. Çünkü koyu renkler ısıyı ve ışığı emer. Yapılarda da bu böyledir. Güneş enerjisini yansıtan malzemelerden oluşan beyaz renkli bir çatı, siyah renkli çatıya göre daha serindir (Cool Roofs, Anonim, b.t.) .

Serin çatılar ve serin malzemeler oldukça yeni bir konu olmakla birlikte literatür araştırmasından sonra ülkemizde ve dünya da yapılan çalışmalar da farklı isimlendirmeler kullanıldığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar “soğuk çatı” bazılarını da “serin çatı” olarak kullanmışlardır. Bu tez çalışması kapsamında kullanılacak olan kavram “serin çatı” olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada geçen “serin çatı”, “serin malzeme” ve “serin renkli çatı” kavramları tanımlanacaktır.

Yapılan literatür taramasında bulunan serin çatı tanımları aşağıda sıralanmıştır:

“Serin çatı, binadan güneş ışınlarını uzak tutmaya yarayan özel bir çatıdır (Çelik, 2012:KoloktroniandWarren, 2011).”

“Serin çatı, güneş ışığını iyi derecede yansıtır ve aynı zamanda çatıyı verimli bir şekilde soğutur. (Cool Roof Rating Council, Anonim, b.t.).”

“Serin çatılar küresel karbon salınımını azaltmak ve iklim değişikliğini dengelemek adına yapılan çalışmalardan en hızlı ve en düşük maliyetli yollarından biridir (Inside Climate News. Anonim, 2010).”

“Serin çatılar, çatı yüzeyine gelen güneş enerjisini yansıtan malzemelerden oluşan çatılardır (Cool Roofs, Anonim, b.t.).”

Bu taramalar neticesinde serin çatılar, serin malzemeler kullanılarak güneş ışınlarını yansıtan, özellikle sıcak iklim bölgelerinde yaz aylarında binanın soğutulmasına yardımcı olarak bina kullanıcılarının enerji ihtiyaçlarını önemli bir ölçüde azaltan sürdürülebilir bir çatı teknolojisi olarak tanımlanabilir.

Yapılan literatür taramasında bulunan serin malzeme tanımı ise aşağıdaki gibidir:

“Serin malzemeler ekonomik ve çevre dostu olarak tanımlanmaktadır. Bunun nedeni, yüzey ve hava sıcaklığını düşürerek kent-mikro iklimini iyileştiren pasif iklimlendirme araçları olmalarıdır (Çelik, 2012).”

Serin renkli malzeme ise tanımı aşağıdaki açıklanabilir:

“Ultraviyole ve Kızılötesi ışınlar gözle görünmezler ve renkler üzerinde hiç bir etkileri yoktur. Ancak, gerek görünür gerek görünmez tüm ışıklar emildikleri nesneyi ısıtırlar. Daha fazla solar enerji emen nesne daha fazla ısınır. Tersine, nesnenin bu tip ışınları yansıtması fazlaysa daha az ısınacaktır.

İki nesne görünürde aynı renkte görünebilir, fakat kızılötesi spektrumda çok farklı yansıtma özelliklerinde olabilirler. Kızılötesi ışınları yansıtan nesne kızılötesi ışınları emenden daha serin kalacaktır. Ve kızılötesi ışık, güneş ışığının tam olarak yarısını kapsadığından ısı birikmesi söz konusu olduğunda, nesnenin kızılötesi ışığı yansıtması renginden daha önemlidir. Bir başka deyişle, bir nesne güneş ışığı altında serin olması için beyaz olmak zorunda değildir.

“Pigmentler, renk vermek için karıştırılmış toz malzemelerdir. Pigmentin rengi görünür ışığı soğurmasına ya da yansımaya bağlı olarak değişir. Binlerce tür pigment bulunmaktadır ve her biri görünür ışığı yansıtma / soğurma özelliğine göre benzersiz renk tonlarındadırlar. Aynı şekilde, her bir pigment farklı şekilde kızılötesi ışığı yansıtma özelliklerindedir. Soğuk pigmentler kızılötesi ışığı yansıtırlar. Sonuç olarak, soğuk pigmentlerin bir kombinasyonu kullanılarak geleneksel pigmentler ile

yapılan aynı renk tonlarından daha büyük ölçüde güneş ışığını yansıtacaklardır (Soğuk Pigmentler, Anonim, 2013).”

Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency-EPA) ve Serin Çatı Derecelendirme Konseyi (Cool Roof Rating Council-CRRC) programları ve teşvikleri ile birçok ülkede serin çatı uygulamalarına dair çalışmalar geliştirilmeye başlanmıştır.



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.2. Kaliforniya Kentinde Serin Çatılar.

5.1. Serin Çatı Oluşumunu Etkileyen Unsurlar

Güneşten gelen ışık enerjisi, beyaz bir yüzeye geldiğinde tüm bileşenleri yansıdığı için soğurulan enerji düşük olur; siyah yüzeye gelen ışık enerjisinin çok önemli miktarı soğurulduğu için ışık yansıması olmaz. Dolayısıyla, soğurulan enerji, siyah yüzeyde ısı olarak depolanır.

Yeryüzünde sıcaklık dağılımını etkileyen ve kentsel ısı adalarının oluşmasına neden olan unsurlar,

- Güneş enerjisi (dalga boyları ve gelme açısı),
- Güneş yansıması,
- Isıl ışınlım

olarak 3 başlıkta ele alınabilir.

5.1.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışınım enerjisidir. Güneş ışınımı değişik dalga boylarında yayılır.

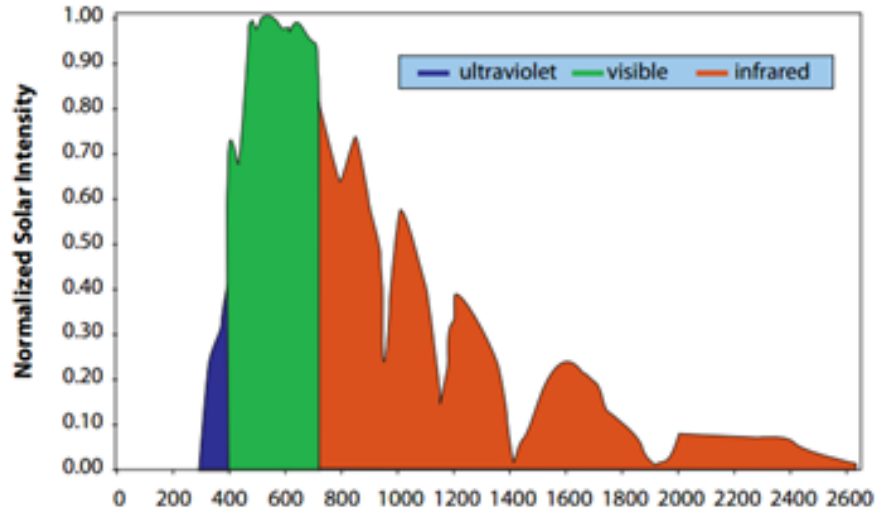
“Işığın hem parçacık hem de dalga olarak hareket edebilme özelliği, dolayısıyla bir dalga boyu vardır. Tasarımcıyı ilgilendiren üç dalga boyu aralığı bulunmaktadır (Çelik, 2012).” Bunlar; morötesi ışınlar (ultraviyole-UV), gözle görülebilir ışınlar ve kızılötesi ışınlar (infrared-IR) olarak her biri farklı yüzdelerle dünyaya ulaşır.

“Güneş enerjisinin %5’i morötesi ışınlar (ultraviyole-UV), %43 gözle görülebilir ışınlar, %52 kızılötesi ışınlar (infrared-IR) olarak yere ulaşır. (EPA, 2009).”

“Yeryüzüne gelen güneş ışınım miktarı ve dalga boyu dağılımı; bulunulan yerin coğrafi enlemine, yükseltisine, meteorolojik karakterine ve atmosfer kirliliğine göre farklılık gösterir (Kültür, 2010).” Bu nedenle her zaman her yerde bu dağılım payları görülmeyebilir.

Çatı yüzeylerinin ya da bina kabuğunun, “yıl boyunca aldığı güneş ışınım miktarı ise; boyutuna, şekline, yüksekliğine ve yüzey özelliklerine bağlıdır (Tavil, 1995).”

Şekil 5.3.’de “açık bir yaz gününde yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi dalga boylarını göstermektedir (EPA, 2009).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.3. Yeryüzüne Ulaşan Güneş Enerjisi Dalga Boyu.

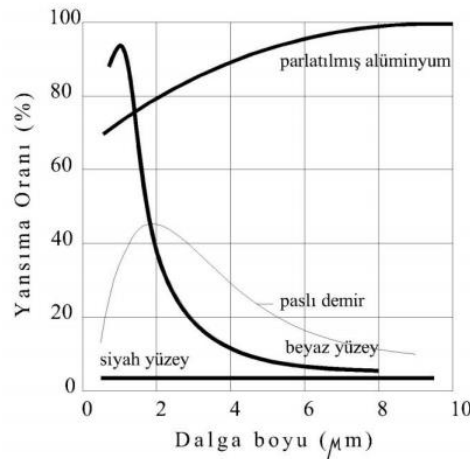
“Güneş enerjisinin yoğunluğu dalga boyu üzerinden yaklaşık olarak 250 ile 2500 nanometre arasında çeşitlilik göstermektedir. Beyaz ya da renkli serin çatı ürünleri görülebilir dalga boyunu yansıtır. Renkli serin çatı ürünleri kızılötesi enerji aralığını yansıtır. (EPA, 2009).”

“Opak yüzeye gelen güneş ışınımının bir kısmı yansır, geri kalanı ise yüzey tarafından emilir. Yüzeyin sıcaklığı; dış ortam sıcaklığının yüzey sıcaklığından fazla olduğu durumda, dış ortam sıcaklığından daha üst seviyeye çıkar ve yüzeyden ortama doğru ısı kaybı meydana gelir. Yüzey sıcaklığının artması, yüzeyin yayınımla kaybettiği enerji miktarını artırır. Yüzey sıcaklığının artması sonucu malzeme bünyesinde ısı depolanır ve ısı akımı meydana gelir. İç yüzeye ulaşan ısı enerjisi; konveksiyon, radyasyon yoluyla iç mekana iletilir (Kültür, 2010; Dilmaç, 1989a).”

Yeryüzünde sıcaklık dağılımını etkileyen önemli parametrelerden biri güneş ışınlarının gelme açısıdır. “Güneş ışınları bir yatay yüzeye ne kadar dik gelirse yüzey tarafından emilme o kadar artar ve dolayısıyla yüzey sıcaklığı artar (Kıncay, 2008).”

5.1.2. Güneş Yansımaları

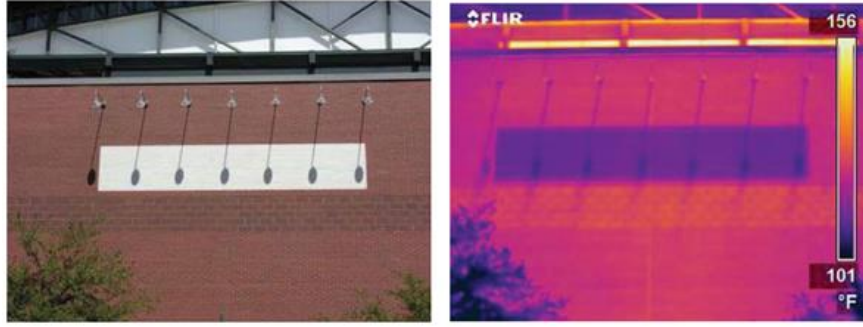
“Güneş yansımaları veya albedo, bir yüzey tarafından yansıtılan güneş enerjisinin yüzdesidir. (EPA, 2009).” “Albedo ya da yansıtılabilirlik (Latince; albus = beyaz), yüzeylerin yansıtma gücü veya bir yüzeyin üzerine düşen elektromanyetik enerjiyi yansıtma kapasitesi olarak tanımlanır. Genel olarak bir malzemenin güneş ışığını yansıtma kapasitesi için kullanılır (Engin, 2015).” Bu durumda yansıtılabilirlik malzeme ve yüzey özellikleri ile ilişkilidir. “Albedo; cismin yüzey dokusuna, rengine ve alanına bağlı olarak değişir (Yansıtılabilirlik, Anonim, b.t.).”



Kaynak: Kültür, 2010; Dilmaç, 1989a

Şekil 5.4. Çeşitli Yüzeylerde Yansıtma Oranlarının Güneş Işınlarının Dalga Boyu İle Değişimi.

Şekil 5.5.'de bina cephesinde tuğla duvarın bir kısmına beyaz şerit uygulanarak termal ölçümle yüzeyin sıcaklık etkisi gösterilmiştir.



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.5. Yüzeyde Albedo - Sıcaklık Etkisi.

Şekil 5.5.'de görüldüğü üzere, albedo yüzey sıcaklığını önemli bir ölçüde etkilemektedir. “Tuğla duvardaki beyaz şeritler yaklaşık 5 -10°F (3-5°C) sıcaklığı düşürmekte olup, diğer tuğla duvara göre daha soğuk olmaktadır (EPA, 2009).”

5.1.3. Isıl Yayım

Çatı yüzeylerinde kullanılan malzemelerin seçimi, güneş ışınımını soğurma (absorbe etme) ve ısıl yayım (radyasyon) açılarından dikkate alınması gereklidir.

“Şekil 5.6.'da, Arizona'da yer alan, geleneksel bitümlü bir çatı uygulamasının sol yarı tarafında gözle görülür dalga boyları, sağ yarı tarafında ise kızılötesi dalga boyları gösterilmiştir. Çatı sıcaklığı neredeyse 175 °F (80 °C)'e ulaşmaktadır. (EPA,2009)”



Kaynak: EPA, 2009

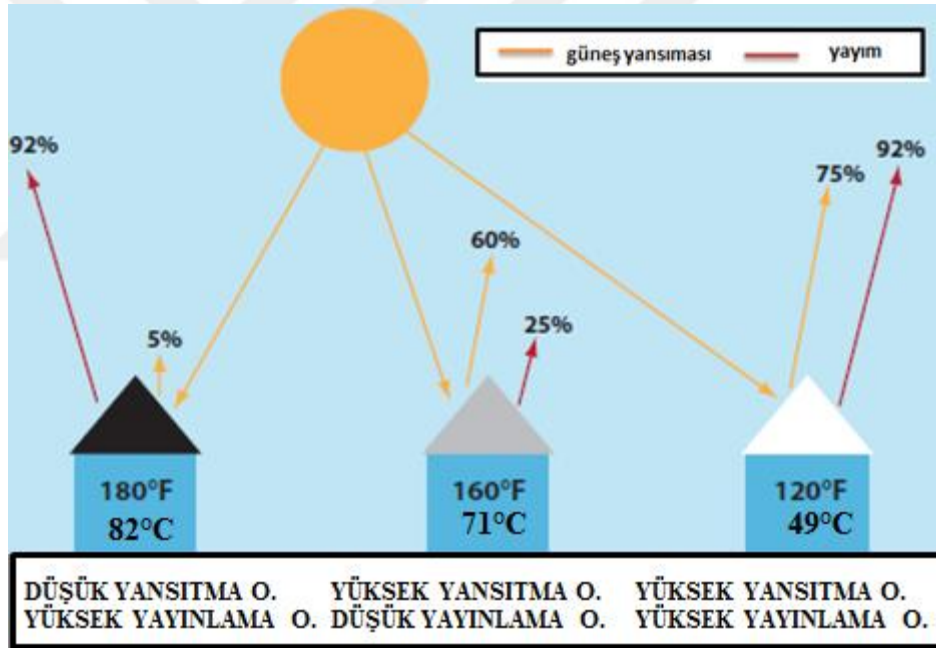
Şekil 5.6. Geleneksel Çatı Sıcaklığı.

Şekil 5.7.'de, farklı yansıtma ve yayma oranlarına sahip koyu renkli, metal ve açık renkli çatı kaplama malzemeleri ile kaplı çatılarda yüzey sıcaklıklarındaki farklılıklar görülmektedir.

“Sıcak güneşli yaz günlerinde koyu renkli çatı güneş enerjisinin %5’ini yansıtır ve sıcaklığın %90’dan fazlasını yayarlar ve absorbe işlemi (çatı altındaki mekanda) 180°F (82°C) kadar ulaşabilir.

Metal çatı ise güneş enerjisinin önemli miktarını yansıtır; 4’te biri civarındaki ısıyı absorbe ederek çatı altındaki mekanda sıcaklık 160°F (71°C) ‘ye kadar çıkabilir.

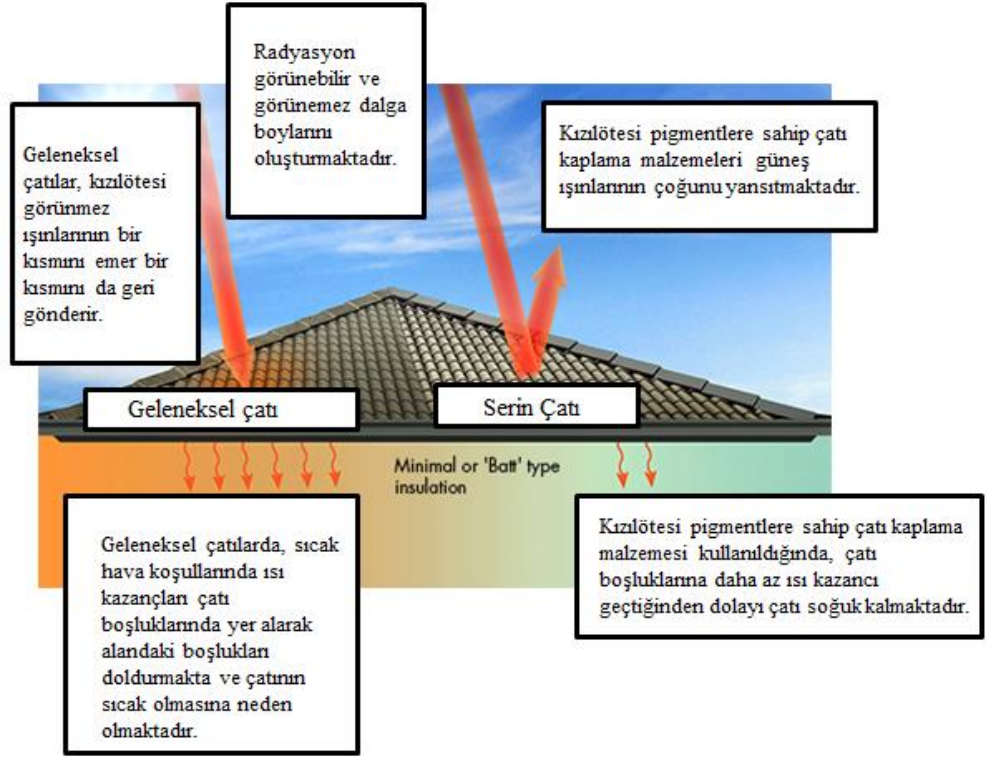
Açık renkli çatıda ise güneş enerjisinin çoğunu yansıtır ve yayabilirler; çatı altındaki mekanda ulaşabilecek en yüksek sıcaklık 120°F (49°C)’dir (EPA, 2009)” Yüksek yansıtma ve yayılma oranlarına (%75 ve %92) sahip açık renkli çatı kaplama malzemelerinin; bahsi geçen iç ortam sıcaklık değerlerini, 49°C’ye kadar düşürebildiği görülmektedir.



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.7. Güneş Işınımı Yansıtma ve Yayılma Oranlarının İç Ortam Sıcaklığına Etkisi.

Engin (2015),“beyaz renkli çatı malzemeleri kullanmak, şehrin albedo (yansıtıcılık) miktarını arttırmak anlamında önemli bir çalışma olabilir. Hatta bu şekilde çatı aksamında yansıtıcı madde kullanarak, gelen güneş ışınlarının dörtte üçünün geri yansıtılabileceği ifade edilmektedir (Engin, 2015).”



Kaynak: <http://www.dulux.com.au/specifier/our-brands/dulux-acratex/fracool/residential>

Şekil 5.8. Serin Çatı ve Geleneksel Çatı Yüzeylerinin Kıyaslaması.

5.2.Serin Çatıların Sınıflandırılması

Serin çatı uygulamalarında, çatının eğimine göre farklı malzemeler kullanılmaktadır.

5.2.1. Düşük Eğimli Serin Çatılarda Serin Malzemeler

Düşük eğimli serin çatılarda beyaz renkli kaplama malzemeleri, serin renkli kaplama malzemeleri, tek katlı serin membranlar uygulanabilmektedir.

5.2.1.1. Beyaz Renkli Kaplama Malzemeleri

“Genellikle, yüzey kaplama işlemleri düşük eğimli çatılar için en çok başvurulan yöntemdir (EPA, 2009).”

“Beyaz renk kesinlikle güneş ışını yansıtıcılığı en fazla olanıdır. Beyaz akrilik boya standart bir kaplama şeklidir. Beyaz kaplamaların yansıtıcılığı %80 ile %90 arasındadır (Çelik, 2012).”



Kaynak: <http://greatwayroofing.com/2013/02/dramatic-difference-energy-saving-cool-roofs/>

Şekil 5.9. Düşük Eğimli Çatıya Sıva Püskürtülmesi.

Şekil 5.9. 'da görüldüğü gibi düşük eğimli bir çatıya sıva püskürtmesi yapılmaktadır. “Sıvalar düşük eğimli çatılarda en iyi uygulanabilen yüzeysel işlemlerdir. Koyu kıvamlı boya kıvamındadır ve yapışması için yosun ve mantar büyümesine engel olmak için kimyasal maddeler barındırır ve yıkanabilir özellikte olup kiri yağmurda akıtır. Yapı sahipleri asfalt, çakıl, metal, tek katlı çeşitli maddeler de dahil olmak üzere mevcut olan geniş alanlı çatılarda da uygulayabilirler (EPA, 2009).”

“Bir çalışmada, Hayderabad (Hindistan) şehir merkezinde mevcut siyah renkli çatıların beyaza dönüştürülmesi ile 20-22 kWh/m²'ye kadar enerji tasarrufu olabileceği hesaplanmıştır. Bu yıllık %14 ile %26 lık enerji tasarrufuna denk gelmektedir. Aynı çalışmada, kaplanmamış beton çatıların beyaz renkli malzeme ile kaplanmasıyla da yıllık 13-14 kWh/m² enerji tasarrufu sağlandığı ve bunun %10 ile %19'luk enerji kullanımı azalışını temsil ettiği saptanmıştır (Çelik, 2012; Xu et al., 2011).”

“Serin çatı kaplamalarında, çimento ve kauçuk olmak üzere iki temel çeşit vardır. Çimento esaslı kaplamalar, çimento parçacıkları içerir. Kauçuk kaplamalar, kırılabilirliği azaltmak ve yapışma özelliğini arttırmak için polimer içerirler. Bazı kaplamalar hem çimento partiküllerini hem de polimerleri içermektedir (EPA, 2009).”

Serin çatıların Fotovoltaik (PV) paneller ile birlikte kullanılması hem çevresel açıdan hem de bina sakinleri açısından önemli bir ölçüde fayda sağlayabilmektedir. “Tükenmeyen temiz enerji kaynaklarından güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik paneller binaların tasarım aşamasında hesaba katılmalıdır (Gemi, 2010).”



Kaynak. http://coolroofs.org/newsletters/CRRC_Winter_2011.html

Şekil 5.10. California Serin Çatı Üzerinde Fotovoltaik Güneş Panelleri Montajı.

Beyaz renkli malzeme ile kaplanan serin çatı ve güneş panellerinin birleşmesi ile büyük ölçüde bir enerji tasarrufu sağlayabilirler. Şekil 5.10.'da görülen bu çalışma Kaliforniya da gerçekleşmiştir.

5.2.1.2. Serin Renkli Kaplama Malzemeleri

“Beyaz renkli kaplama malzemelerin her ne kadar yansıtıcılıkları yüksek olsa da eğimli çatılara ve cephelere uygulandıklarında insan gözünü rahatsız edecek kadar parlak olurlar. Serin renkli malzemelerin en önemli özelliği renge bağlı olarak görünür aralıkta orta ve yüksek emiciliğine sahip olmalarıdır (Çelik, 2012).” Eğer çatı kaplamada geleneksel pigment renkleri kullanılırsa, çatı kızılötesi radyasyonu emecektir. Bu nedenle, geleneksel pigmentler yerine bu amaç için yeni tip pigmentler kullanılmaya başlanmıştır. Bu pigmentler Soğuk Pigmentler (cool pigments) olarak adlandırılır.

Bu pigmentlerin geleneksel pigmentlere göre avantajı güneşten daha az kızılötesi ışınları absorbe etmeleridir(Cool Roofs, Anonim, b.t.) .” “Malzemenin bu davranışı doğru pigmentleri seçmek ile ilgilidir (Çelik, 2012).“Pigmentler, renk vermek için karıştırılmış toz malzemelerdir. Pigmentin rengi görünür ışığı soğurmasına ya da yansımaya bağlı olarak değişir. Binlerce tür pigment bulunmaktadır ve her biri görünür ışığı yansıtma / soğurma özelliğine göre benzersiz renk tonlarındadırlar. Aynı şekilde, her bir pigment farklı şekilde kızılötesi ışığı yansıtma özelliklerindedir. Soğuk pigmentler kızılötesi ışığı yansıtırlar. Sonuç olarak, soğuk pigmentlerin bir kombinasyonu kullanılarak geleneksel pigmentler ile yapılan aynı renk tonlarından daha büyük ölçüde güneş ışığını yansıtacaklardır (Cool Roofs, Anonim, b.t.) .”

Soğuk pigmentler, çatılarda ve kaldırım yüzeylerinde kullanılarak kentlerin serin tutulmasına katkıda bulunur.

5.2.1.3. Tek Katlı Serin Membranlar

“Tek katlı membranlar, düşük eğimli çatılarda prefabrike olarak hazırlanabilir. Malzemeler genellikle yapıştırılmış ya da mekanik olarak tüm çatı yüzeyine yapıştırma ya da ısı kaynağı ile sabitlenerek uygulanmaktadır (EPA, 2009).”



Kaynak: <http://www.mastroofing.com/single-ply-roof-membrane-system.html>

Şekil 5.11. Serin Tek Katlı CSPE Membran.

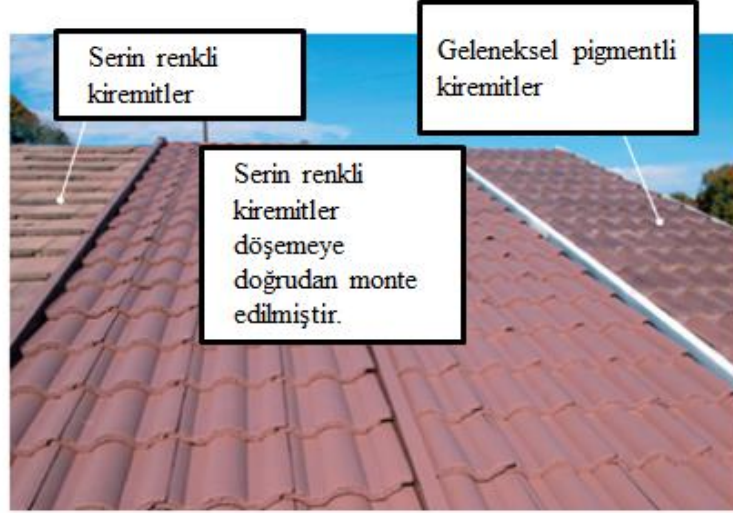
Çatı yüzeylerine müdahale edilmesi söz konusu olduğunda serin çatı alternatifi uygulama ve kentsel ısı adası etkisi açısından tercih edilebilir kolay bir çözüm yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Bu durumda çatı danışmanları, ürün imalatçıları ve mimar gibi kaynaklardan yararlanılmalıdır. Tek katlı serin membranlar, EPDM, CSPE, ve PVC olarak çatı yüzeylerine uygulanabilir.

5.2.2. Eğimli Serin Çatılarda Serin Malzemeler

Eğimli serin çatılarda, asfalt şingiller ve güneş enerjisini yansıtmak için özel pigmentli malzemeler uygulanabilmektedir.

5.2.2.1. Asfalt Şingiller

“Asfalt şingillerde serin malzeme olabilir. Kaplanmış kaya granülleri asfalta yedirilerek elde edilirler. Beyaz granüllü şingillerin %20 ile %30 arasında yansıtıcılıkları mevcuttur(Çelik, 2009).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.12. Geleneksel ve Serin Renkli Kiremit.

Serin çatı malzemeleri geleneksel çatı malzemelerinden genelde ayırt edilemez. Şekil 5.12.'de en sağdaki sıralı evlerde geleneksel çatı malzemesi kullanılmıştır. Diğer iki kiremitte serin pigmentler kullanılmıştır.



Kaynak: URL 4

Şekil 5.13. Eğimli Çatıda BTM Cool Shingle.

Serin renkli metal çatı ürünleri kızılötesi yansıtıcı pigmentlere sahiptir. Yüksek dayanma gücü vardır ve uzun ömürlüdür (EPA, 2009).

Şekil 5.14. 'de görülen dik eğimli çatıda BTM Cool Shingle uygulanmıştır. “Güneşli sıcak yaz günlerinde klasik koyu renkli çatı yüzeyi sıcaklığı ile karşılaştırıldığında, BTM cool shingle kaplı çatılardaki yüzey sıcaklığı daha düşüktür. Uygulama yöntemi, kendinden yapışkanlı bölümü koruyan sökülebilir plastik folyoyu sıyrarak shingle levhadan ayırmak gereklidir. Böylece yapışkanlı bölüm bir alt sıradaki levhaların üzerine tam olarak yapışma sağlar (BTM, Anonim, b.t).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.14. Serin Metal Çatı.

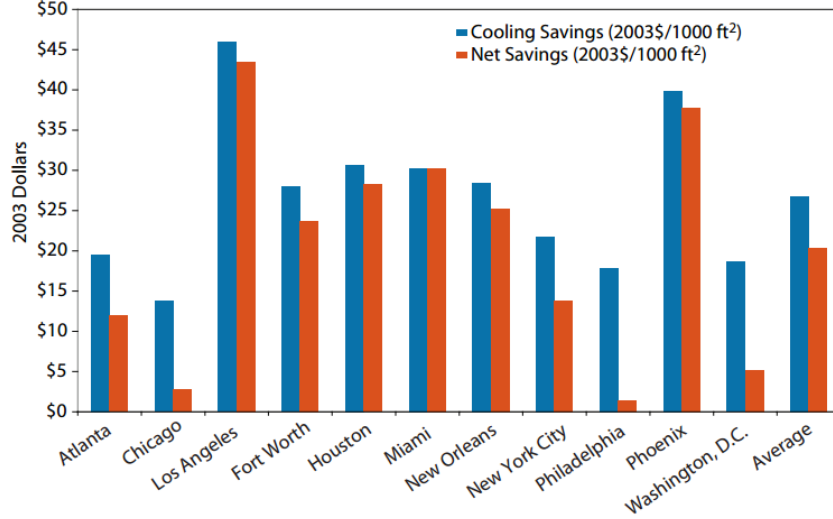
5.3. Serin Çatıların Kentsel Isı Adası Bağlamda Değerlendirilmesi

Çatı yüzeylerinde kullanılan malzemelerin ısı depolama kapasiteleri ve yansıtıcılık özellikleri, kentteki mikro klimayı etkileyen unsurlardan biridir. Bu nedenle en çok güneş ışınına maruz kalmalarından ötürü çatı yüzeylerinde kullanılan malzemelerin ışığı soğurma veya yansıtma özellikleri, bunların neticesinde malzemenin ısı depolama kapasitesi önem taşımaktadır.

Serin çatılar, “Bazı simülasyon çalışmaları aracılığı ile ABD’nin Los Angeles şehrinde bahsedilen gazların salınımının azalması ile 1,5°C ile 2°C arasında kentsel ortalama sıcaklıkta düşüş olabileceği hesaplanmıştır (Çelik, 2012; Taha et al. 1997).”

Serin çatılar binaların soğutma yükünü azaltarak enerji tasarrufu sağlarlar. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde iklimlendirme cihazlarının kullanımını azaltır. “Ortalama enerji tasarrufu %7 ile %15 arasında değişir. (Cool Roof Rating Council, Anonim, b.t.)” Aynı zamanda iklimlendirme cihazlarının az kullanılması sonucunda hava kirliliğini azaltır.

“Serin çatıların kullanımı çeşitli araştırmalara göre tek başına 1-3°C lik iç hava sıcaklığı farkı yaratmaktadır (Çelik, 2016; Synnefa et al., 2007).”



Kaynak: EPA, 2009

Şekil 5.15. Amerika'nın Çeşitli Kentlerinde Serin Çatı İle Sağlanan Net Enerji – Maliyet Tasarrufu.

5.4. Bölüm Değerlendirmesi

Ülkemiz iklim koşullarında binaların ısıtılma enerji gereksinimi kadar soğutulma enerji gereksinimi de önemli bir miktardır. Bu bağlamda, serin çatıların uygulanması ile birlikte yaz aylarındaki soğutma amaçlı enerji sarfiyatı azalır. Böylece azot oksit, sera gazları ve karbondioksit, fosil yakıtların yanması gibi hava kirletici emisyonların azaltılmasında katkıda bulunur.

Isı kazancının yüksek olduğu çatılar, binanın içindeki ısı konforunu da önemli bir ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle özellikle sıcak iklim bölgesinde klima kullanımının artması insan sağlığını da etkilemektedir. Serin çatılar ile binada klima olmadan da içerideki hava sıcaklığı önemli bir ölçüde azaltılabilir. Bu konuda serin çatı uygulamaları ile çatı yüzeyinden kaynaklanan ısınma sorunları ve binalardaki havalandırma olayları çözülebilir.

Ayrıca çatı yüzeylerine doğrudan gelen güneş ışınları, çatı ve çatı malzemelerinin bozulmasına nedeniyle çatı ömrünü kısaltır. Ancak serin çatılar, kullanılan serin malzemelerin aşırı ısınmayı engellemesi sayesinde, ısınma kaynaklı malzeme deformasyonunun da önüne geçilebilir.

Serin çatı yüzeylerin kent iklimlendirmesinde önemli etkileri bulunmaktadır. En basit uygulama olarak mevcut çatı yüzeylerinin beyaz boya ile boyanması olarak gösterilebilir. Bununla birlikte çatı yüzeylerinde serin membranlar ile birlikte fotovoltaik panellerin kullanılması çevreci bir yaklaşım olarak kentlerdeki ısı etkisini azaltmaya yardımcı olmaktadır.

“Açık renkli çatılar birkaç sene içerisinde yansıtıcılıklarını hava koşulları, tozlanma-kirlenme sebebiyle %20 oranında kaybederler. Yansıtıcılık kaybı en çok

birinci senede gerekleŒir. Birçok PVC kaplamalı çatı eğer yosunlaŒma olmadıysa, yıkama ve fırçalama ile baŒlangı performanslarının %80'ine eriŒebilirler (elik, 2012; Liu,2005).”

Serin renkli malzemelerin çatının yanı sıra, bina cephelerinde de uygulanması, kentsel yüzey malzemelerinden kaynaklı ısı adası üzerinde bina cephelerinin etkisini azaltır.



6. BÖLÜM

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuç bölümü; özet, çalışmanın literatüre katkısı, araştırma kısıtları ve geleceğe yönelik çalışma alanları olarak dört alt başlık altında ele alınmıştır.

6.1.Özet

Günümüzün en önemli problemlerinden biri olan çevresel sorunlar insan aktiviteleri ile birlikte her geçen gün artırıcı bir etki olarak hızlanmaktadır. İklim değişikliklerinin yaşanmaya başlaması kentsel ısı adasının oluşumuna neden olan ısı üreten kaynaklar, kentler ve insan aktiviteleri ile daha da artacağı öngörülmektedir. Geleneksel çatı sistemleri yeşil çatılar ve serin çatılara oranla daha sıcak olabileceği üçüncü bölümde anlatılmıştır. Bu noktada çatı yüzeylerinde kullanılan malzemeler önem taşımaktadır. Çatı yüzeylerinin yeşil çatı veya serin çatı olarak uygulanması durumunda kentteki sıcaklığı azaltılacağı öngörülmüştür.

Kentleşme ve arazi kullanımındaki değişiklikler sonucu kentte öncelikle mikro ölçekte çalışmalara başlanarak haritalanmalıdır. Kentsel ısı adası etkisinin yoğun olduğu bölgeler tespit edilerek müdahale edilmesi gerekmektedir. Bu nokta da iyi bir fizibilite çalışması sonucunda çatı yüzeylerinin “yeşil çatı” ya da “serin çatı” olarak uygulanmasına karar verilmelidir.

Yeşil çatılar, çatı membranını güneş ışınlarından ve yüksek sıcaklık değişimlerinden koruyarak çatı membranının ömrünü uzatır. Ağaçlar yaprakları ile gölge etkisi sağlamaktadır. Bu nedenle yeşil çatılar, kentsel ısı adası oluşumunu azaltmaya yardımcı olur. Yeşil çatılar, doğal yaşam alanları oluşturur, hava ve gürültü kirliliğini azaltır. Kentte uygulandıkları bölgelere görsel bir güzellik katmaktadır. Kentteki yeşil alanlar korunmalı ve arttırılmalıdır. Ayrıca bu olumlu etkilerinin yanı sıra yeşil çatıların, çatı yükünü arttırması, ve periyodik aralıklarla yapılan bakım masrafları ve tasarım aşamasında hesap edilmesi gereken önemli noktalardan biridir.

Bina cephelelerinde ve çatı yüzeylerinde ısı depolamasını azaltan malzemeler kullanılmalıdır. Serin çatılar da serin malzemeler kullanarak güneş ışınlarını yansıtılabilen çatı kaplama malzemeleri ile kentsel ısı adası azaltılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken dayanım süreleri, serin malzemelerin yansıtıcılık özellikleridir. Ayrıca yeni malzeme teknolojilerin geliştirilmesi için araştırmalar yapılmalıdır.

Mevcut çatılar üzerinde de uygulanabilen yeşil çatı ve serin çatı sistemlerinin binalarda ısıtma ya da soğutma amaçlı iklimlendirme cihazlarının kullanımını azaltarak aynı zamanda enerji tüketimini ve maliyetin azaltılmasını sağlar.

Çatı yüzeyleri geniş alanlara sahip olup, kentlerde yaşanan bir çok problemlere karşı çözüm üretebilmektedir. Bu nedenle hükümet ve yerel yönetimler çatı yüzeylerinin yeşil çatı ya da serin çatı uygulamalarının yapılması için teşvik etmenin yollarını aranmalıdır. Mevzuat ve imar planları yeniden gözden geçirilmelidir.

6.2. Çalışmanın Literatüre Katkısı

Tez çalışmasına başlamadan önce yapılan literatür taramalarında çevresel sorunlar, sürdürülebilirlik, kentsel ısı adası, çatı, yeşil çatı ve serin çatı gibi birçok çalışmalar incelenmiştir. İncelenen çalışmalarda her meslek grubu çevresel sorunlara karşı önlem alınmaması durumunda geleceğimizin tehdit altında kalacağını vurgulamıştır. Bu nedenle ki sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmış, iklim konferansları gibi sempozyumlar düzenlenmiş ve birçok yüksek lisans tezi, doktora tezi, makale ve bildiriye yer verilerek, çevresel sorunların ciddi bir tehdit olacağı tespiti yapılmıştır.

Bu çalışmada yer verilen başlıklardan; çevresel sorunlar, kentsel ısı adası, çatı, yeşil çatı ile ilgili birçok çalışmalar yer almaktadır. Fakat serin çatı kavramı ülkemizde yeni bir konudur. Bu nedenle yukarıda sayılan başlıklar bir çatı altında toplanarak kentsel ısı adası bağlamında sınırlandırılarak çatı yüzeylerinin yeşil çatı ve serin çatı olarak uygulanması durumunda kentsel ısı adası oluşumunu azaltmak için çözüm olarak önerilmiştir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda yol gösterici olması hedeflenmiştir.

6.3. Araştırma Kısıtları

Bu çalışmada problem olarak belirtilen kentsel ısı adası oluşumuna dikkat çekmek ve kent-yapı ölçeğinde çatı yüzeylerinde pasif güneş enerjisinden yeşil çatı ve serin çatı sistemleri değerlendirilmeye alınmıştır. Bu nedenle öncelikle genel olarak çevresel sorunlar sonucunda insan aktiviteleri ve yapılaşması ile artan kentsel ısı adası etkisi tanımlanmıştır. Kent – yapı ölçeğinde ele alınan çatı yüzeylerine geçmeden önce çatı kavramı tanımlanmış ve çatının gelişim süreçleri içindeki değişimleri hakkında bilgi verilmiştir. Yeşil çatı ve serin çatı ana konuyu oluşturmakla birlikte çatı yüzeylerine uygulanması sonucunda kentsel ısı adası oluşumunu azaltmaya yardımcı çözümler olarak değerlendirilmesi ile bu çalışma sınırlandırılmıştır.

Bu çalışmada;

- Çevresel sorunlar (sera gazı, küresel ısınma, kentsel ısı adası) hakkında bilgilere yer verilmiştir.
- Kentsel ısı adası (kavram tanımlamaları, oluşum nedenleri, sınıflandırma sistemleri ve yapılaşma – kentsel ısı adası) gibi başlıklar hakkında değerlendirilmiştir.
- Çatı kavramı (çatının tarihsel süreçte gelişimi) hakkında bilgiler verilmiştir.
- Yeşil çatı ve serin çatı kentsel ısı adası oluşumunu azaltmaya yardımcı çözümler olarak ele alınmıştır.

6.4. Geleceğe Yönelik Çalışma Alanları

Çalışmanın literatüre katkısında da bahsedilen serin çatıların yeni bir konu olması beraberinde yapılacak olan diğer çalışmalara ışık tutması öngörülmüştür.

Ayrıca ülkemizde serin çatı uygulama örnekleri ve serin çatı malzeme yelpazesi olarak baktığımızda çok az olduğu görülmektedir. Bu nedenle girişimciler, serin çatı kaplama malzemeleri ve serin çatı uygulamasına teşvik edilerek çevresel sorunların azaltılmasına yardımcı olabilirler. Burada dikkat edilmesi gereken bir konu ise malzemelerin yansıtıcılık özellikleri, bakım ve dayanım süreleri iyi araştırılmalıdır. Hem çatı yüzeyleri için hem de bina yüzeyleri için malzemelerin yüksek yansıtıcılığa sahip ve düşük ısı yayma özellikleri ile farklı malzemelerin araştırılması ve geliştirilmesi başka çalışmalara bırakılmıştır.

Yeşil çatılar, serin çatılara oranla günümüzde daha kabul edilmiş bir çatı sistemi olarak yer almaktadır. Dünya’da yeşil çatı uygulamaları ile sıcaklıkların azaldığına dair yapılan çalışmalar sonucunda yeşil çatı standartları geliştirilmiş ve uygulamaları yapılmıştır. Ülkemizde girişimcilerin yeşil çatı ve serin çatı uygulamalarına teşvik edilmeleri gerekmektedir. Ayrıca bu tez çalışmasında da genel bilgi olarak yer verilen solar kaldırımlar, çatı açıklıkları ve çatı havuzları daha detaylı bir şekilde incelenebilir.

KAYNAKÇA

1. Acar, D., (2005). Bursa’da Şehirleşmenin Yağış ve Sıcaklık Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara Üniversitesi. SBE.
2. Akay, A., (1996). Kentsel Mekanlarda Oluşan Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Sürdürülebilir Peyzajın Öneminin Ankara Kenti Örneğinde Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara Üniversitesi. FBE.
3. Aksoy, Y., ve İçmek, S., (2010). Çatı Bahçelerinin Kent Yaşamındaki Yeri ve Önem: İstanbul Kentinden Örnekler. *Çatıder Sempozyum Bildirileri*. İzmir.
4. Aksungur, K.M., Kurban, M. ve Başaran Filik, Ü., (2013). Türkiye'nin Farklı Bölgelerindeki Güneş Işınım Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi. *Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli.
5. Ashley, E., (2008). Environmental and Cost Benefits of High Albedo Concrete. *Concrete In Focus*.
6. Barış, E., M. (2014). Kent Planlaması, Kent Ekosistemi ve Ağaçlar. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası.
7. Bayraktar, T., N., ve Gerçek, D. (2014). Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama İle Tespiti ve Değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği. *5. Uzaktan Algılama Sempozyumu*. İstanbul:2.
8. Bayraktar, T., N., ve Gerçek, D. (2014). Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama İle Tespiti ve Değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği. *5. Uzaktan Algılama Sempozyumu*. İstanbul:2.:Oke, T.R., 1982, Theenergeticbasis of the urban heatisland. *QuarterlyJournal of theRoyalMeteorologicalSociety*, 108(455), 1–24.
9. BAUDER. (t.y.). Yeşil Çatı Sistemleri. <http://www.pys-proaktif.com/Uploads/GenelDosya/2632014142818629.pdf> (23.08.2016)
10. BTM. (t.y.). BTM Shingle Dekoratif Çatı Kaplamaları. <http://www.btm.co/tr/urun/btm-cool-shingle> (20.09.2016).
11. Cool Roof Rating Council.(t.y.).Cool Roofing Information for Home And Building Owners. <http://coolroofs.org/resources/home-building-owners> (12.09.2016).
12. Çabuk, S.,Ö. (2011). Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği. *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi. SBE.
13. Çabuk, S.,Ö. (2011). Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği. *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi. SBE. Paul Watkins, Tom Downing, Claire Handley ve Ruth Butterfield, The Impacts and Costs of Climate Change, European Commission DG Environment, Brussels, 2005. 6-25.
14. Çelik A.,Ç., (2012). Kentsel Isınmaya Çözüm Olarak ‘Serin Çatılar’ ve ‘Serin Malzemeler.’ *Ege Mimarlık Dergisi*. Ocak, İzmir.
15. Çelik A.,Ç., (2012). Kentsel Isınmaya Çözüm Olarak ‘Serin Çatılar’ ve ‘Serin Malzemeler.’ *Ege Mimarlık Dergisi*. Ocak, İzmir: Santamouris M. et al.,

- “Thermal and Air Flow Characteristics in a Deep Pedestrian Canyon under Hot Weather Conditions”, *Atmospheric Environment*, vol. 33 (1999): 4503-4521.
16. Çelik A.,Ç., (2012). Kentsel Isınmaya Çözüm Olarak ‘Serin Çatılar’ ve ‘Serin Malzemeler.’ *Ege Mimarlık Dergisi*. Ocak, İzmir: Koloktroni M. and Warren P.(2011).“Cool Roofs Promotion of Cool Roofs in the EU: WP3 Technical aspect of cool roofs” Technical Guidelines Handbook.
 17. Çelik, A. (2011). *Effect of Urban Geometry on Pedestrian Level Wind Velocity*. Ph.D. thesis in Architecture. Izmir Institute of Technology. İzmir.
 18. Dikmen, Ç., ve Savcı, S., (2015). Sürdürülebilir Yapı Tasarımın Kapsamında Çevre Dostu Yeşil Çatı Uygulamalarının İrdelenmesi. *ISBS*. 214-220
 19. Eken ve diğerleri (t.y.) *Klimatoloji II*. Ankara. DMİ Yayınları.
 20. Erkul, E. (2012). Yeşil Çatı Sistemlerinin Yapım Açısından İrdelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Dokuz Eylül Üniversitesi. FBE: Alcazar, S. S. (2004). Greening The Dwelling: A Life Cycle Energy Analysis of Green Roofs in Residential Buildings. Toronto: University of Toronto, Graduate Department of Civil Engineering, The Degree of Master of Science.
 21. Erkul, E. (2012). Yeşil Çatı Sistemlerinin Yapım Açısından İrdelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Dokuz Eylül Üniversitesi. FBE: Snodgrass, E.C. ve McIntyre, L. (2010). The Green Roof Manual – A Professional Guide to Design, Installation and Maintenance. Portland, London: Timber Press Inc.
 22. Ekşi, M., (2015). Çatı ve Teras Bahçeleri Ders Notları.İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü.
 23. Engin, Y. (2015). Beton ve Çimento. *AlbedoEtkisi : Beton ve Asfalt*. <http://www.betonveçimento.com/beton-2/albedo> (12.09.2016)
 24. EPA. (2003). Cooling Summertime Temperatures . *Strategies To Reduce Heat Islands*.
 25. EPA. (2009). Reducing Urban Heat Islands: Conpendium of Strategies. Cool Roofs.
 26. EUPAVE (2009) - Concrete Roads- A Smart And Sustainable Choice. [http://www.hcia.gr/userfiles/aea43c22-4d84-43de-bb9d-4a6ee06b9a4f/EUP%200908%20Eupave%20\[E1-UK\]%20Concrete%20Roads%20UK.pdf](http://www.hcia.gr/userfiles/aea43c22-4d84-43de-bb9d-4a6ee06b9a4f/EUP%200908%20Eupave%20[E1-UK]%20Concrete%20Roads%20UK.pdf) (16.11.2016).
 27. Gemi, A.,M., (2010). Çevre Dostu Çatılara Örnek Uygulamalı Bir Yaklaşım. *Çatıder Sempozyum Bildirileri*. İzmir
 28. Hasol, D., (2012). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. İstanbul: Yem Yayınevi.
 29. Hoşkara, E., (2007).Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım İçin Stratejik Yönetim Modeli. *Yüksek Lisan Tezi*. İTÜ.FBE.
 30. Inside Climate News. (2010).Report Confirms Cool Roofs Can Offset Carbon Dioxide Emissions and Mitigate Global Warming.
 31. Karaosman, K. S., (2006). Yeşil Çatılar ve Sürdürülebilir Bina Değerlendirme Sistemleri.*Çatıder Sempozyum Bildirileri*. İstanbul.

32. Kaya, K., N., (2010). Avrupa’da Gotik, Rönesans ve Barok MimarilerinÇatı ve Cephe Sistemleri Açısından Karşılaştırılması. *Çatıder Sempozyum Bildirileri*.İzmir.
33. Keskinalemdar, H., (2011). Ekspresyonizm Kavramı ve Mimarlıkta Ekspresyonizm’in Frank Gehry Bağlamında İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*.İTÜ. FBE.
34. Kıncay, O., (2008).
35. Koç, Y., ve Gültekin, B.A.,(2010). Yeşil Çatılar ve Türkiye’deki Uygulamaları. *Çatıder Sempozyum Bildirileri*. İzmir.
36. Kozan, A.,(2015). Çatı Bahçesinin Kent Ekolojisine Etkisi. *Yüksek Lisans Projesi*. Ankara Üniversitesi. Ankara. FBE.
37. Küçükerbaş, E.,V. (1993). Kentlerimize Yeni Yeşil Alanlar:Çatı Bahçeleri. *Ege Mimarlık Dergisi*. İzmir. 1-2: 71-72.
38. Kültür, S. (2010). Çatı Kaplama Malzemesinin Güneş IşınımıYansıtma Performansının Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi. FBE.
39. Kültür, S. (2010). Çatı Kaplama Malzemesinin Güneş IşınımıYansıtma Performansının Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi. FBE. Dilmaç, Ş., (1989a). Güneş Enerjisinin Opak Bina Kabuğu Üzerindeki Etkisi.Yapı Endüstri Merkezi.İstanbul.
40. Liu, K., Baskaran, B., (2003). Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation, NRC-CNRC, *First North American Green RoofInfrastructure Conference, Proceedings*.Chicago.
41. Özmen, T., M., (2009). Sera Gazı - Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*. 458.54, 42-46.
42. Öztürk, K., (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22.1, 47-65.
43. Roth, M., L. (2006). Mimarlığın Öyküsü. 3. Baskı. Kabalcı Yayınevi.
44. Serdaroğlu, D. (2008). Eğimli Çatılarda Yalıtım Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi FBE.
45. Soğuk Pigmentler.(2013). Industrial Paint & Surface. <http://www.ippcm.com/Haber/Soguk-Pigmentler.html>(10.09.2016).
46. Söğüt Z., Şenol D., (2014). "Kentsel Çevre Kapsamında Yeşil Çatı Ve Cephelerin Değerlendirilmesi", 2. Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu, Adıyaman,1-1.
47. Söğüt Z., Şenol D., (2014). "Kentsel Çevre Kapsamında Yeşil Çatı Ve Cephelerin Değerlendirilmesi", 2. Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu, Adıyaman,1 GLA- Greater London Authority, Living Roofs and Walls, Technical Report: Supporting London Plan Policy. 2008.
48. Sürdürülebilir Mimaride Kullanılan Pasif Sistemler. (t.y.). <http://surdurulebilir-mimari.blogspot.com.tr/2012/09/surdurulebilir-mimaride-kullanilan-pasif.html> (12.12.2016)

49. Şahinalp, M., S., (2012). Yok Olmaya Yüz Tutmuş Bir Kırsal Mesken Tipi veya Kültürel Miras: Suruç Kümbet Evleri. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 11(3):881 -916.
50. Seçkin, N.,P., ve Seçkin, Y.,Ç., (2016). Mimari Tasarımda Yeşil Çatıların Gelişimi. *Çatıder Sempozyum Bildirileri*. İstanbul.
51. Taha, H. (1997): Urban Climates and Heat Islands: Albedo, Evapotranspiration and Anthropogenic Heat, *Energy Buildings* 25.99-103.
52. Tavail, A., (1995). Opak Yüzeylerde Güneş Işınımı Etkisinin Yüzey Pürüzlülüğü ile Değişimi. *Doktora Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE.
53. Tuna, M. (2000). Çevresel Sorunların Küreselleşmesi. *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*. 1.2.
54. Turgay, M. (2003). Endüstrileşmiş Çatı Bileşenleri Üzerine İnceleme. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.
55. Tokaç, T., (2009). Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri İçin Tasarım Seçeneklerinin Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İTÜ.FBE.
56. Toydemir, N., ve Bulut, Ü. (2010). Çatılar. 3. Baskı. Yem Yayınevi.
57. Yansıtabilirlik.(t.y.).<https://tr.wikipedia.org/wiki/Yans%C4%B1tabilirlik> (12.09.2016).
58. Yılmaz, E. (2013). Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu. *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi. SBE.
59. Yüksel, Ü. (2005). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. *Doktora Tezi*. Ankara. Ankara Üniversitesi FBE.
60. Yorgancıoğlu, P., (2004). Sürdürülebilir Yapım Kavramının Uygulamaya Aktarılmasındaki Araç,Yöntem ve Yaklaşımlara ilişkin Bir Değerlendirme. *Yüksek Lisans Tezi*. İTÜ. FBE.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ADI VE SOYADI: İnci TOZAM
DOĞUM YERİ VE TARİHİ: Bodrum, 1992
MEDENİ HALİ: Bekar
E- MAİL: inci.tozan@gmail.com
ADRES (İŞ): Bitez Mah. Kanuni Sultan Süleyman Cad. No:93
/A2 Muğla- Bodrum

EĞİTİM DURUMU

2014 – 2016 :İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü

2010 - 2014 :İstanbul Arel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

2006 – 2010: Bodrum Lisesi

YABANCI DİL : İngilizce

İŞ TECRÜBESİ

2014- 2015 Stüdio Hüma / İstanbul-Galata

2015- İnci Tozam Mimarlık / Muğla-Bodrum