

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



HAVA KİRLİLİĞİ VE KÜRESEL ISINMAYI ÖNLEMEDE YEŞİL ÇATILARIN  
ETKİLERİ ÜZERİNE KRİTİK BİR DEĞERLENDİRME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrenci Emir S.DEMİRCİ

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Mimarlık Programı

Ağustos,2019



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



HAVA KİRLİLİĞİ VE KÜRESEL ISINMAYI ÖNLEMEDE YEŞİL ÇATILARIN  
ETKİLERİ ÜZERİNE KRİTİK BİR DEĞERLENDİRME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrenci Emir S.Demirci  
(Y1713.050008)

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Mimarlık Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr.Zülcüf GÜNELİ

Ağustos,2019





T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi**

Enstitümüz Mimarlık Ana Bilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı Y1713.050008 numaralı öğrencisi Emir Sultan DEMİRCİ 'nin "HAVA KİRLİLİĞİ VE KÜRESEL ISINMAYI ÖNLEMEDE YEŞİL ÇATILARIN ETKİLERİ ÜZERİNE KRİTİK BİR DEĞERLENDİRME" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 03.09.2019 tarih ve 2019/17 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ay. birliği ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Öğretim Üyesi Adı Soyadı**

**İmzası**

**Tez Savunma Tarihi : 24/09/2019**

**1) Tez Danışmanı:** Prof. Dr. Zülkaf GÜNELİ

**2) Jüri Üyesi :** Dr. Öğr. Üyesi Gökçen Firdevs YÜCEL CAYMAZ

**3) Jüri Üyesi :** Dr. Öğr. Üyesi Müge ÖZKAN ÖZBEK

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum ‘Hava Kirliliği Ve Küresel Isınmayı Önlemede Yeşil Çatıların Etkileri Üzerine Kritik Bir Değerlendirme’ adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu bunları atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (18/10/2019)

**Emir Sultan DEMİRCİ**







*Aileme,*



## **ÖNSÖZ**

Yapmış olduğum bu yüksek lisans çalışmasında benden yardımlarını esirgemeyerek her konuda bana yardımcı olan çok değerli hocam Prof.Dr.Zülcüf GÜNELİ'ye en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

**Haziran 2019**

**Emir S.DEMİRCİ**





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY .....	xiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Araştırmanın Amacı ve Kapsamı .....	2
1.2 Araştırmanın Yöntemi .....	2
<b>2.SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE YEŞİL ÇATILAR.....</b>	<b>3</b>
2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı ve Önemi.....	3
2.1 Sürdürülebilir Yapı Sertifikaları (BREEAM,LEED) .....	4
<b>3. YEŞİL ÇATILARIN TASARIMSAL ÖZELLİKLERİ VE TÜRLERİ .....</b>	<b>7</b>
3.1 Yeşil Çatı ve Yeşil Bina Kavramı .....	7
3.2 Ekstansif (Seyrek Bitkili) Çatılar .....	10
3.3 İntansif (Yoğun Bitkili) Çatılar .....	12
3.4 Yeşil Çatıların İşlev ve Faydaları .....	14
3.4.1 Çevresel ve Ekolojik Faydaları .....	16
3.4.2 Ekonomik Faydaları .....	17
3.4.3 Sosyal Faydaları .....	19
<b>4.YEŞİL ÇATILARIN ÇEVRESEL ETKİLERİNE ÖRNEKLER .....</b>	<b>21</b>
4.1 Gap Genel Merkezi .....	21
4.2 Acros Binası .....	23
4.3 Nanyang Teknoloji Üniversitesi Sanat Tasarım ve Medya Okulu.....	25
4.4 Meydan Avm.....	26
4.5 Vancouver Kongre Merkezi .....	28
4.6 Chicago Belediye Binası .....	31
4.7 Kanyon Avm .....	33
<b>5. YEŞİL ÇATILARIN ETKİLERİ .....</b>	<b>35</b>
5.1 Hava Kirliliği ve Küresel Isınma Nedir ? Oluşumuna Neden Olan Faktörler Nelerdir?.....	35
5.2 Hava Kirliliğinin ve Küresel Isınmanın Neden Olduğu Çevresel Problemler .	38
5.3 Yeşil Çatıların Hava Kirliliği ve Küresel Isınma İle Mücadelede ki Etkileri ve Önemi .....	43
<b>6. SONUÇ,DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....</b>	<b>49</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>57</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1:Yeşil Çatı Görünümü .....	7
Şekil 3.2:Yeşil Çatı Türleri .....	8
Şekil 3.3:Çatı Türlerine Göre Yeşil Yoğunluğu .....	9
Şekil 3.4:Yeşil Bina Tasarımına Örnek.....	10
Şekil 3.5: Ekstansif Yeşil Çatı Katmanları .....	11
Şekil 3.6:Ekstansif çatıya İngiltereden Örnek .....	12
Şekil 3.7:İntensif çatı katmanları .....	13
Şekil 3.8:İntensif çatıya örnek .....	13
Şekil 3.9:İntansif çatı katmanlar .....	15
Şekil 3.10:Yeşil çatı ısı yalıtımı .....	17
Şekil 3.11:Yeşil çatı tarımı .....	19
Şekil:3.12 :Yeşil Çatıların Rekreasyon Alanı Olarak Kullanımına Örnek .....	20
Şekil 4.1:Gap Genel Merkez Binası .....	21
Şekil 4.2:Yapıya ait havalandırma kesiti .....	22
Şekil 4.3:Acros binası Japonya .....	23
Şekil 4.4:Acros binası Japonya .....	24
Şekil 4.5:Acros binası teras kesiti .....	24
Şekil 4.6:Nanyang Teknoloji Ve Sanat Okulu .....	25
Şekil 4.7:Nanyang Teknoloji Ve Sanat Okulu .....	25
Şekil 4.8:Meydan Avm Genel Görünüm .....	26
Şekil 4.9: Meydan Avm .....	27
Şekil 4.10:Vancouver Kongre Merkezi .....	28
Şekil 4.11:Vancouver Kongre Merkezi Çatısı .....	28
Şekil 4.12:Vancouver Kongre Merkezi Kesit .....	29
Şekil 4.13:Yapının Isıtma-Soğutma-Atık Su Şeması ekosistem ile olan ilişkisi .....	31
Şekil 4.14:Chicago Belediye Binası .....	31
Şekil 4.15:Chicago Belediye Binası Çatısı Plan .....	32
Şekil 4.16:Chicago Belediye Binası Çatısı .....	32
Şekil 4.17:Kanyon Avm .....	32
Şekil 5.1: Hava Kirliliğinin Neden Olan Etmenler .....	36
Şekil 5.2: Hava Kirliliğinin Neticeleri .....	36
Şekil 5.3: Sera Etkisi .....	37
Şekil 5.4: Sanayi döneminde atmosfer üzerindeki insan etkisinin göstergeleri .....	38
Şekil 5.5: Hava Kirliliğinin Etkileri .....	39
Şekil 5.6: Londra'da Yaşanan Ölümcül Sis Felaketi .....	40
Şekil 5.7: Asit Yağmurları Nedeni .....	41
Şekil 5.8: 2050 yılında Dünya .....	42
Şekil 5.9: Su yükselmesinden etkilenecek alanlar .....	43
Şekil 5.10: Şehir merkezi ve Kırsal Alan Isı Farkı .....	44
Şekil 5.11: Toz Fırtınası .....	46

<b>Şekil 5.12: Yüzey sıcaklığı haritası .....</b>	<b>47</b>
<b>Şekil 5.13:Bitki Örtüsü Haritası .....</b>	<b>48</b>





## HAVA KİRLİLİĞİ VE KÜRESEL ISINMAYI ÖNLEMEDE YEŞİL ÇATILARIN ETKİLERİ ÜZERİNE KRİTİK BİR DEĞERLENDİRME

### ÖZET

Özellikle rant odaklı ve plansız büyüyen mega kentlerin bir problemi haline gelen yeşil alan eksikliği dışarıdan yalnızca şehir içinde estetik bir eksiklik gibi görünse de dünya üzerinde yapılan araştırmalara göre yeşil alanların şehiri daha yaşanılabilir daha sürdürülebilir bir yer olarak kılma konusunda faydaları oldukça fazladır. Araştırma konumuz ise kalabalık ve plansız şehirlerin beraberinde getirdiği hava kirliliği ve küresel ısınma neticelerini incelemek, bu doğrultuda yeşil çatıların şehirlerimizi daha sürdürülebilir kılıp kılamayacağı konusunu irdelemektir. Yeşil alanların yerini alan asfalt, beton ve sert zeminler suyun toprakla buluşmasının önüne geçeceği için sel baskınlarına ve büyük çapta maddi hasarlı felaketlere neden olmaktadır. Bu noktada yeşil çatılı yapılar kente estetik bir hareket katmanın yanında sahip oldukları yalıtım sayesinde dolaylı ve doğrudan enerji tasarrufu sağlarken aynı zamanda şehirlerin kargaşasından meydana gelen toz partiküllerini filtrelemektedir. Toprak tabakasının suyu tutmasında yine felaketlerin önüne geçmede büyük önem taşımaktadır. Yeşil çatılar gri suyun tekrar kullanılmasını sağlamaktadır, aynı zamanda yeşil çatı bir su toplama havuzu olarak işlev görebildiğinden küresel çapta yaşanan su problemlerinin önüne geçme konusunda bir önlem olarak kabul edilebilir. Ayrıca yeşil çatı uygulamasına sahip olan yapılar sürdürülebilir yapı sertifikasyon sistemlerinden de yüksek puan almaktadır. Yeşil çatıların sahip olduğu avantajların yanında ilk ön yatırım maliyetinin yüksek olması ve yeterli bilincin olmaması bu uygulamayı sınırlı şekilde görmemize neden olmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Yeşil çatı, yeşil alan, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir sertifikasyon*



# **A CRITICAL EVALUATION OF GREEN ROOFS ON PREVENTING AIR POLLUTION AND GLOBAL WARMING**

## **SUMMARY**

Lack of green spaces in unsystematically growing megacities that are mainly exploited for income may just seem like lack of aesthetics inside a city, however, according to researches green spaces have a plenty of salutary effects for making a city more sustainable and more livable.. The research topic is to examine the consequences of air pollution and global warming in crowded and unsystematic cities, then figuring out whether green roofs can help our cities become more sustainable. Asphalt, concrete and solid grounds that replace green spaces stop water from going underground, to soil and this causes floods and massive disasters. Therefore, as green spaces give cities aesthetically pleasing views they also directly or indirectly save power and filter dust particles that are caused by crowded areas through their insulation systems. Topsoils retain water and this extremely helps thwart disasters. Green roofs provide reutilization of grey waters and they can also be used as a water collecting pool which could be a solution to the water problem that we suffer across the world. Also, Structures that have green roof get much higher points from the DGNB certificates.(certificate for sustainable and green buildings). Green roofs have a lot of benefits for ecosystems but they are not preferred much because of their high costs.

**Key Words:** *Green Roof, Green Place, Sustainability, Sustainable Certification*



## 1. GİRİŞ

Büyük kentlerin hızlı ve düzensiz gelişimi sonucunda yaşam alanları, büyük ölçüde beton ve asfaltla kaplanmıştır. Kent içinde bulunması gereken yeşil alanlar, yerleşim fonksiyonlarının ve iş yerlerinin yoğun baskısına dayanamayarak, yerlerini betonarme yapılara terk etmektedir. Kentsel çevre sorunları birçok kentin temel sorundur. Bu duruma karşı en etkili çözüm yollarından biri, yitirilmiş olan bitki alanlarının, kendilerini yok eden yapıların üzerinde yeniden tasarlanması ve uygulanması, yani çatıların yeşillendirilmesidir.

“Yeşil çatılar bugün çatı bahçelerinin estetik amaçlarının yanı sıra, ekolojik amaçlar için de kullanılan ve “ekolojik çatılar” ya da “yeşil çatılar” olarak adlandırılan tiplerdir. Yeşil çatı kavramı, binaların yaşayan çevreye uyum sağlaması için kullanılan bir kavramdır. Bu yeni ekolojik çatı bahçeleri, binaların yapısal sistemini çok az değiştirerek ya da hiç değiştirmeden, çok fazla sulama ya da bakım gerektirmeden, kentlerdeki çatıları yaşayan bir bitki örtüsüyle kaplamak olarak tanımlanabilir. Bu tip çatı bahçelerinin yapımı oldukça kolaydır ve çevreye önemli faydaları bulunmaktadır” (Worden, 2004). Ticari, endüstriyel ve konutlar gibi çatı alan yüzdesi yüksek olan binaların toprak kullanım oranlarını ve akış hacimlerini düşürmede en etkin yöntem yeşil çatılardır.

Yeşil çatılar kent ve yapı görseline sağladıkları olumlu etki dışında sahip oldukları katmanlar yapıya ses ve ısı izolasyonu sağlar, yangın dayanımını artırır, enerjinin daha etkin mümkün hale getirir, havadaki toz partiküllerinin yutulmasıyla havanın temizlenmesini sağlar, yapının ömrünü uzatır yani kısaca yeşil çatılar ekonomik, sosyal ve ekolojik bir çok avantajı beraberinde getirir. (Koç ve Gültekin 2010).

## **1.1 Araştırmanın Amacı ve Kapsamı**

Her geçen gün artan nüfusun ve bu nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan enerji ihtiyacının büyük çoğunluğu fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Ve bu yakıtların kullanımı aynı anda hem havayı hem toprağı kısacası tüm dünyadaki ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Ekolojik dengenin bozulmasının en büyük etkisini değişen iklim olaylarından anlamaktayız. Kalabalıklaşan şehirler tüm ekolojii tahrib etmekte ve telafisi mümkün olmayan sonuçlara sebep olmaktadır.

Bunca kirliliğın en büyük nedeni ise insanın en temel ihtiyaçlarından biri olan barınma ihtiyacının sürdürülebilir olmaktan çok uzak olan yapım ve kullanım şekilleridir. Sürdürülebilir olmanın amacı sonraki kuşaklardan ödünç aldığımız bu dünyayı daha yaşanılabilir, doğayla daha barışık ve daha çevre bilincine sahip olmaktır. Araştırma kapsamında yeşil çatıların günümüz metropollerinde olan uygun örnekleri üzerinden olumlu ve olumsuz tüm etkileri irdelenmiştir. Elde edilen tüm bilgiler ışığında araştırma konusu sonunda yoğun yapılaşma bölgelerinde yeşil çatıların ne denli tercih edilebilir sürdürülebilir bir önlem olduğu değerlendirilecektir.

Çalışmanın 1. bölümünde sistem üzerine bir giriş yapılarak, 2. bölümde yeşil çatı ve sürdürülebilirlik kavramları, 3. bölümde çatı sistemleri ve teknik özellikleri, 4. bölümde Türkiye ve Dünya'da örnekleri, 5. bölümde ise çevresel etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. 6. bölümde ise yeşil çatı sistemler ile alakalı olarak elde değerlendirme yapılmaya çalışılacaktır

## **1.2 Araştırmanın Yöntemi**

Araştırma yöntemi olarak yeşil çatıların yoğun yapılaşma bölgelerinde ki etkilerini anlayabilmemizi sağlayabilecek tez, makale ve dergiler irdelenmiştir.

Araştırmanın amaç ve kapsamı doğrultusunda, sürdürülebilir mimarlık, tasarım stratejileri, sürdürülebilir çevre, sürdürülebilir yapılar için pasif-aktif sistemler ve tüm bunların değerlendirmesini sağlayan uluslararası sürdürülebilir bina değerlendirme programları vb. konularında detaylı araştırma yapılmıştır.

## **2.SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE YEŞİL ÇATILAR**

Her ne kadar günümüzde değişimi artık gözle görülebilir hale gelse de dünyamız ekosistemi ile barış içerisinde yaşayabilmek mümkündür. Çevre tüm canlıların etkileşim içinde olduğu biyolojik,kültürel ve fiziksel ortamdır.Doğal ve yapay olmak üzere 2'ye ayrılır.Doğal çevrenin diğer adı ekosistemdir.Bu sistemde tüm canlılar etkileşim içindedir.Herhangi bir değişim tüm ekosistemde değişikliğe neden olur.Sistem kendi içerisinde uyumlu bir şekilde işler tüm bu canlı ve cansız varlıklar arasında dengeli bir ilişki bulunur buna "Ekolojik Denge" denir (Erengözgin,2001).Bir takım önlemler ışığı altında ekosistemle barışık yapılar tasarlamak mümkündür. İşte bu durumda yapıların bulunduğu çevreyle ne denli uyum içinde olduğunu ne denli zararlı ne denli zararsız olduğunu denetlenmesi yani sürdürülebilirliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.Sürdürülebilir yapılar temelinden çatısına,yapımından kullanımına tüm aşaması denetlenen ve uygunluğu belirlenen yapılardır.Yeşil çatılar ise sürdürülebilir tedbirlerden yalnızca biri fakat en önemlileri arasında yer almaktadır.

### **2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı ve Önemi**

"Sürdürülebilirlik daimi olabilme yeteneğini korumak demektir.Sürdürülebilirlik 1987 yılı Birleşmiş Millet Çevre ve Kalkınma Komisyonunda ele alınmıştır. Sürdürülebilirliğin temelinde gelecek nesillerde dikkate alınmış,çevreyle daha barışık,daha ekolojik çözümler bulunması amaçlanmıştır.Sürdürülebilir mimarlık genel anlamıyla insanların konuttaki konforlarından ve diğer ihtiyaçlarından ödün vermeden enerjiyi,suyu,alanı ve malzemeyi etkin kullanmak demektir.Bu sistem günümüz gereksinimlerini karşılarken gelecek kuşakları tehlikeye sokmayan bir uygulamadır.

Sürdürülebilir mimarlık yalnızca kaynaklardan maksimum fayda sağlanmasını amaçlamaz aynı zamanda atıkların geri dönüşümünü yapıların kent içerisindeki konumunu ,yapıların alt yapı sistemlerine olan etkisini de kapsar.Sürdürülebilirlikte en önemli madde çevreye verilen zararın minimuma indirilmesidir".(Uysal,2002)

Sürdürülebilirlik kavramı sahip olduğumuz kaynakların hızla ve geri dönüştürülemeyecek şekilde kullanılmasından ötürü çok önemlidir.Sürdürülebilirlik kavramının önemini şu 3 başlık altında özetleyebiliriz.

- İnsan sağlığı,şehirleşme,kontrolsüz nüfus artışı ve akabinde artan hava kirliliği nedeniyle daha yaşanılabilir bir çevre açısından,
- Doğal kaynakların daha verimli tüketilmesi ,
- Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve tüm dışa olan ekonomik bağımlılıktan kurtulmak için.

## **2.2 Sürdürülebilir Yapı Sertifikaları (BREEAM,LEED)**

Yapıların yapı malzemelerinin ne derece sürdürülebilir olduğunu belirleyen ve buna göre yapıları derecelendiren kuruluşlar bulunmaktadır.Bu kuruluşların önde gelenleri İngilteredeki BREEAM ve Amerikadaki LEED kuruluşlarıdır.Bunların yanında Kanadada kurulmuş olan SBTool Avusturalyadaki yeşil bina konseyi tarafından oluşturulan Green Star ,Japonyadaki CASBEE de bulunmaktadır.Çok yaygın olarak bilinmesede diğer kuruluşlar Ecoprofile(Norveç),PromisE(Finlandiya),BEES,Green Mark For Buildings (Singapur).

Çeşitli ülkelerde genellikle o ülkeye özgü sürdürülebilirlik standartları üzerine farklı sürdürülebilir sertifikasyon sistemleri bulunmaktadır.

Bu sertifikasyon sistemleri genel olarak yapıyı,yapı malzemelerini ve yapının çevreyle olan etkileşimi üzerine puanlama yapmaktadır.(Burçak,2014)

- **BREEAM**

İngiltere Yapı Araştırma kurumu tarafından hazırlanan ve bu sertifikasyon sistemi 1990 yılında kullanıma geçmiştir ve ölçütlere dayalı olarak değerlendirme yapan ilk sertifikasyon sistemidir.

BREEAM açılımı “Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu”dur.BREEAM yeni yapıları inceler.

Ofisler,aileler için konutlar,eğitim kurumları,alışveriş merkezleri,sağlık merkezleri,sanayi alanları vb yerlerde çalışma yapmaktadır.Tüm bu yapıları oldukça geniş bir çerçevede inceler ve performansına göre değerlendirir.



BREEAM aynı zamanda İngiltere dışındaki ülkeler içinde bir değerlendirme sistemi hazırlamıştır.Bu sistem aynı zamanda körfez ülkeleri tüm Avrupa ve ülkemizi de kapsar.İstendiği takdirde yapıya özgü değerlendirme ölçütü olan BREEAM Bespoke de hazırlanmaktadır.

BREEAM'e göre bir yapının tüm kriterlerde ki puanların en az % 30'unu toplaması gerekmektedir.BREEAM'in değerlendirmesine göre Pass,Good,Very Good,Excellent ve Outstanding olarak derecelendirilir. (Burçak,2014)

- LEED

Amerikan Yeşil Bina Konseyi (United States Green Building Council - USGBC) tarafından ilk defa 1998'de binaları sertifikalandırmaya başlayan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) değerlendirme sistemi inşaat sektörünün sürdürülebilirlik konusunda kendisini geliştirmesi düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Bunlar arsanın sürdürülebilir olup olmama durumu,yapının su etkinlik durumu,yapının enerjiye olan ihtiyacı ve atmosfere etkisi,yapıda kullanılan malzeme ve kaynakların ne derece sürdürülebilir olduğu ,iç mekan kalitesi ve tasarımsal yenilikler olarak sıralayabiliriz.

Yapının değerlendirmeye tabi tutulabilmesi için ön koşulları sağlaması gerekmektedir.Bu koşullar tasarım ve yapım olmak üzere 2 aşamalıdır ve bu aşamalar internet ortamından sisteme yüklenerek ön değerlendirmeye alınır.Leed yapıları gösterdiği performansa göre Certified,Silver,Gold ve Platinum olarak derecelendirir. (Burçak,2014)



### 3. YEŞİL ÇATILARIN TASARIMSAL ÖZELLİKLERİ VE TÜRLERİ

#### 3.1 Yeşil Çatı ve Yeşil Bina Kavramı

Çatı yapıyı rüzgar,kar,yağmur vb gibi dış etmenlere karşı koruyan bir yapı elemanıdır.Çatılar üzerinde bulunduğu yapıyla bir bütün oluşturduğundan aynı zamanda estetik bir görünümde sahip olmalıdır. Çatılar çeşitli malzemeler kullanılarak inşa edilebilir bunlar beton,ahşap ve çelik olmak üzere 3 çeşit olarak sıralayabiliriz.Standart çatıları yanı sıra sürdürülebilir yapı başlığı altında değerlendirebileceğimiz “yeşil çatılar”da bir diğer çatı türüdür.Yeşil çatılar aynı zamanda ekolojik çatı yada kahverengi çatı olarak da telaffuz edilmektedir.(Şekil 3.1)



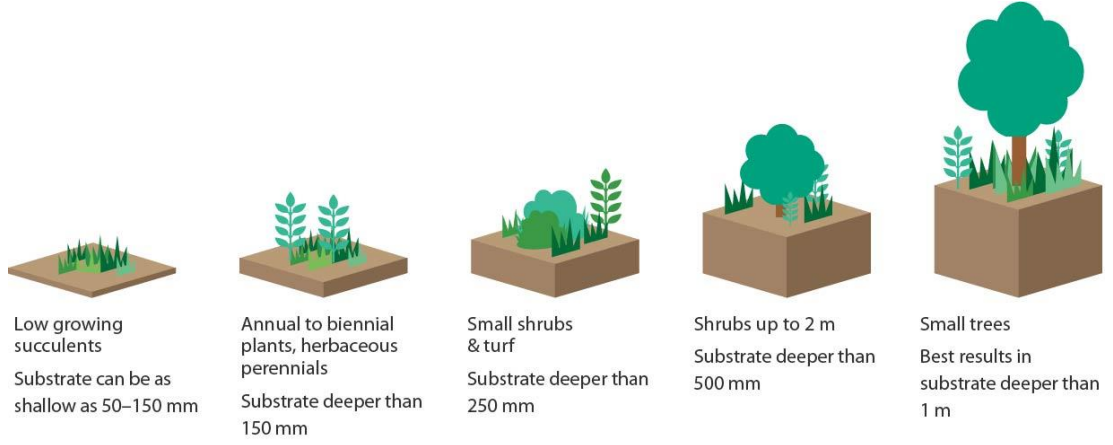
Şekil 3.1:Yeşil Çatı Görünümü (URL-1)

Yeşil çatılar, ilave ağırlığa dayanma gücü olan; su, su buharı ve kökler yoluyla meydana gelen penetrasyona karşı çatıyı koruyan; az yağış sürelerini artırmak için bitkilerin yeterli nemi tutmasını sağlayan fakat gerektiğinde fazla nemi dışarıya atabilen; bitkileri desteklemek için toprak benzeri ayrışan madde sağlayan; iklim bölgesi için uygun, sürdürülebilir bir bitki örtüsünün devamlılığını sağlayan; bina, insanlar ve çevre için birtakım hidrolik, atmosferik, termal ve sosyal fayda sağlayan; alttaki bileşenleri ultraviyole ve termal bozunumdan koruyan sistemlerin bütünüdür. Ayrıca yeşil çatı tanımlarını aşağıdaki şekilde çoğaltabiliriz.

Yeşil çatıların tasarımsal özelliklerini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Yeşil çatının uygulanacağı yapının taşıma kapasitesi, o bölgeye ait iklim şartları, yeşil çatının o bölge üzerindeki etkisi ve tabiki kullanıcı istekleri yeşil çatı tasarımını değiştiren faktörler olarak sayabiliriz. Bu sayılan şartlara göre yeşil çatıları ekstansif (seyrek bitkili) ve intansif (yoğun bitkili) olmak üzere iki başlık altında inceleyebiliriz. Nadiren de olsa her semi-ekstansif (yarı seyrek bitkili) uygulamalı çatılarda yapılmaktadır. (Şekil 3.2, Şekil 3,3)

	Extensive Green Roof	Semi Intensive Green Roof	Intensive Green Roof
<b>Maintenance</b>	Low	Periodically	High
<b>Irrigation</b>	No	Periodically	Regularly
<b>Plant communities</b>	Moss-Sedum-Herbs and Grasses	Grass-Herbs and Shrubs	Lawn or Perennials, Shrubs and Trees
<b>System build-up height</b>	60 - 200 mm	120 - 250 mm	150 - 400 mm on underground garages > 1000 mm
<b>Weight</b>	60 - 150 kg/m <sup>2</sup>	120 - 200 kg/m <sup>2</sup>	180 - 500 kg/m <sup>2</sup>
<b>Costs</b>	Low	Middle	High
<b>Use</b>	Ecological protection layer	Designed Green Roof	Park like garden

**Şekil 3.2: Yeşil Çatı Türleri (URL-2)**



**Şekil 3.3:**Çatı Türlerine Göre Yeşil Yoğunluğu (URL-3)

Avrupa’da yapılan bir araştırmaya göre insanların bir çoğu vakitlerinin çok büyük bir kısmını bina içerisinde geçirmektedir. Bu nedenle ki yaşadığımız yapıların bizimle ve çevreyle olan etkileşimleri iyi değerlendirilmeli malzeme seçimi ve tasarımına özen gösterilmelidir. Ne yazık ki özellikle ülkemiz şehirleri yapıların çevreyle ve insanla olan etkileşimi üzerine değil rant odaklı geliştiğinden yeşil bina ve yeşil çatılar rantsal büyümenin içerisinde alınabilecek çok önemli bir tedbirdir.

Yeşil bina ve buna bağlı olarak yeşil çatılı yapı kavramı yapıların insan sağlığı üzerinde olan etkisini azaltmak ve çevreye daha az zarar vermek düşüncesi sonucunda ortaya çıkmıştır.

Herhangi bir sürdürülebilir tedbire sahip olmayan yapı ve şehirlerin ekolojik sisteme olan etkisini artan ısı adaları ve değişen iklim şartlarıyla dışarıdanda çok kolay bir şekilde gözlemleyebilmekteyiz. Yeşil Bina ve Yeşil Çatılı Binaların Temel Birkaç Hedefi;

- Çevreyle daha bütünleşik ve insan sağlığı açısından daha uygun yapılar..
- Yapının yalnızca yapım sonrası kullanım giderlerini değil yapının arsa üzerinden konumlandırılmasından, malzemenin sermayeye kadar tüm kalemlerin en verimli şekilde kullanımını hedefler..
- Fosil yakıt kullanılarak üretilen enerji kaynakları kullanılmıyorsa geri dönüştürülebilir enerji kaynaklarını kullanmayı amaçlar..

- Ve tabii ki sera gazının neredeyse %50'sinin oluşmasına neden olan yapının inşa ve kullanım sırasında ortaya çıkan bu zararlı gazı minimuma indirmek..
- Atık maddelerin azaltılmasına atıkların yönetiminden depolanmasına ve geri dönüşümüne kadar fırsat vermesi ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanılması
- Yapı iç hava kalitesi oranının sürekli en optimum seviyede kalmasının sağlanması maksimum oranda doğal aydınlatmadan faydalanılmasının sağlanması

Günümüzde inşa edilmiş yeşil bina tasarımı şekil 3.4

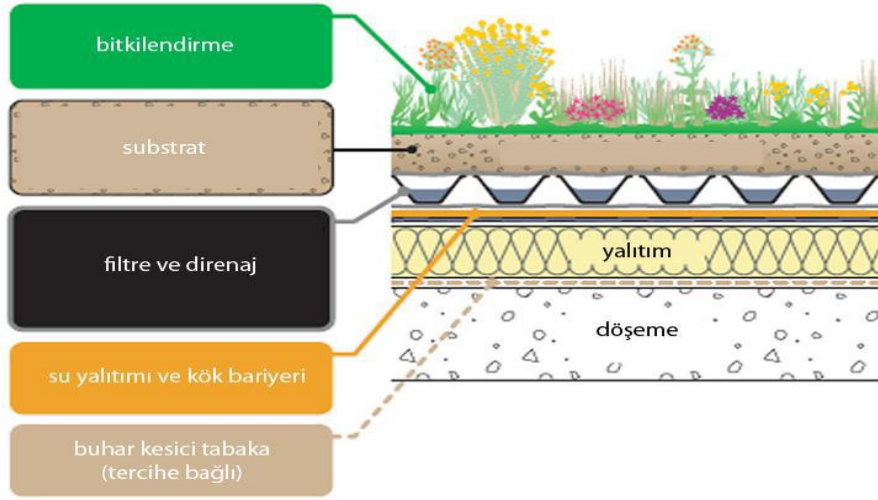


Şekil 3.4:Yeşil Bina Tasarımına Örnek (URL-4)

### 3.2 Ekstansif (Seyrek Bitkili) Çatılar

Seyrek yeşillikli çatılar dünya üzerinde uygulanmış olan örnekleri göz önüne alındığında 10-15 cm toprak derinliğine sahip,intansif çatılara göre daha ucuz,yapıya getirdiği yük açısından daha hafif (50-200kg/m<sup>2</sup> suya doymuş ağırlığı ),ekstra bir sulama ve drenaj sistemi gerektirmeden varlığını devam ettirebilen,bakım gideri neredeyse 0 sayılabilecek çatı türüne denir.Ekstansif çatıların bu özellikleri aynı zamanda istensif çatılar göz önüne alındığında bir avantaj olarak da sayılabilmektedir.

Ekstansif çatıların kurulacağı yapı yüzeyinin doğal drene edilebilmesi adına %1,5-%2 oranında eğime sahip olması gerekmektedir. Ekstansif çatı yüzey tabakası şekil 3.5 deki gibidir.



**Şekil 3.5:** Ekstensif Yeşil Çatı Katmanları (URL-5)

Ekstensif yeşil çatılar, hafif yüklü sistemler olduğu için çatıda herhangi bir güçlendirme işlemi gerektirmemektedirler. Büyük alanlar için tercih edilebilecek sistemlerdir. Eğimli çatılara uygulanabilir olmaları da kullanım alanlarının yaygınlaşmasında etkilidir. Ekstensif yeşil çatılar sık sulama gerektirmeyen dolayısıyla drenaj sistemine de pek ihtiyaç duyulmayan çatılardır. Bitki örtüsü doğal haliyle kendiliğinden büyüyeabilen bitkilerden oluşmaktadır. Ancak bu durum bitki seçiminde sınırlamalara neden olmaktadır. Ayrıca sosyal kullanım alanı olarak uygulamaları olmaması da dezavantajları arasındadır. “Ağaçların üst kısımlarına gelen güneş ışınlarının emiliminde; radyasyonun çoğu buharlaşmaya bağlı soğumayla birlikte gizil ısı akısına dönüşmektedir, böylece toprak yüzeyini ısıtacak güneş radyasyonunun geçişi engellenmekte ve bu şekilde yüzeye yakın bölgelerde hissedilir ısı düşmektedir. Ancak, çayır alanlarının aynı koruyuculuğu yaptığı söylenememektedir. Bu alanlarda gündüz belirgin ısınmanın yanı sıra gece gündüz arasındaki sıcaklık farklarını arttıran gece soğumaları da meydana gelmektedir. Bu noktada şu temel farklılık çok iyi ayırt edilmelidir, çim veya otsu bitkilerin etkisi hiçbir zaman odunsu bitkiler kadar etkin olamamaktadır.

Dolayısıyla, gelişmiş ağaçlar kesilerek yerine oluşturulan çim alanlar iklimsel açıdan negatif yönde etki yaratırken, beton yüzeyler yerine yapılacak olan (çatı ve cephe kaplamaları) gibi daha çok otsu bitkiler ile oluşturulan alanlar iklimsel açıdan pozitif yönde etki yaratmaktadır.(Ekstansif yeşil çatı örneği Şekil 3.6)

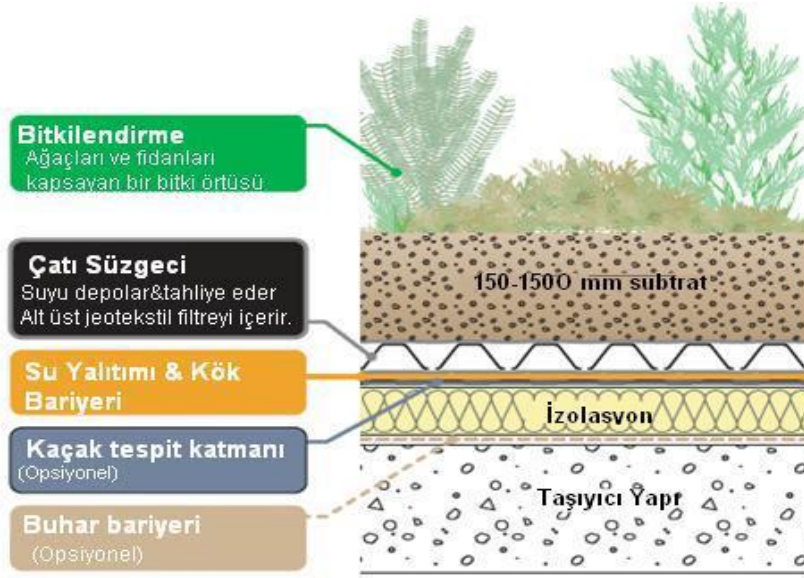


**Şekil 3.6:**Ekstansif çatıya İngiltereden Örnek (URL-6)

### **3.3 İntansif (Yoğun Bitkili) Çatılar**

“Gerçek bir yeşil alan gibi sosyal kullanım alanı olarak kullanılabilen sahip olduğu altyapı ve toprak katmanı dolayısıyla neredeyse her türlü bitkinin kullanıldığı yeşil çatı türüne intansif çatı denir.Genel karakteristiği 15 ile 150 cm arası derinlikteki toprak tabakasına sahip olan bu yeşil çatılar,taşıyıcı sistem üzerine minimum 290kg yük getirdiği kabul edilir.Doğal yeşil alanlar gibi kullanılabildiği için ve hatta yapı üzerinde bulunduğu için yapımından bakımına ve onarım masraflarına kadar bir çok iş kalemi yüksek maliyetlidir.Yoğun bir tabakaya sahip olmasından ötürü uygulandığı yapılarda yüksek ısı dolayısıyla enerji tasarrufu sağlamaktadır.Ayrıca yağmur suyunu tutması sayesinde yapının belirli yerlerinde bu suyun kullanım imkanı vardır”. (İntansif çatı katmanları şekil 3.7)(Erkul,2012)





Şekil 3.7:İntensif çatı katmanları (URL-7)

İntensif çatı yeşillendirmesi, insanların çatıyı geleneksel bir bahçe gibi kullandığı eski tür bahçe çatılara benzer. Bitkilere, aynı yeryüzündeki bahçeler gibi kişisel bazda bakım yapılır. Basit intansif yeşil çatılar, yine de düzenli bakım gerektiren çimenlerle ve yer örtücü küçük bitkilerle kaplıdır, fakat daha ince substratları vardır ve bu yüzden kurulumu daha az maliyet gerektirir.(İntensif çatıya örnek şekil 3.8)



Şekil 3.8:İntensif çatıya örnek (URL-8)

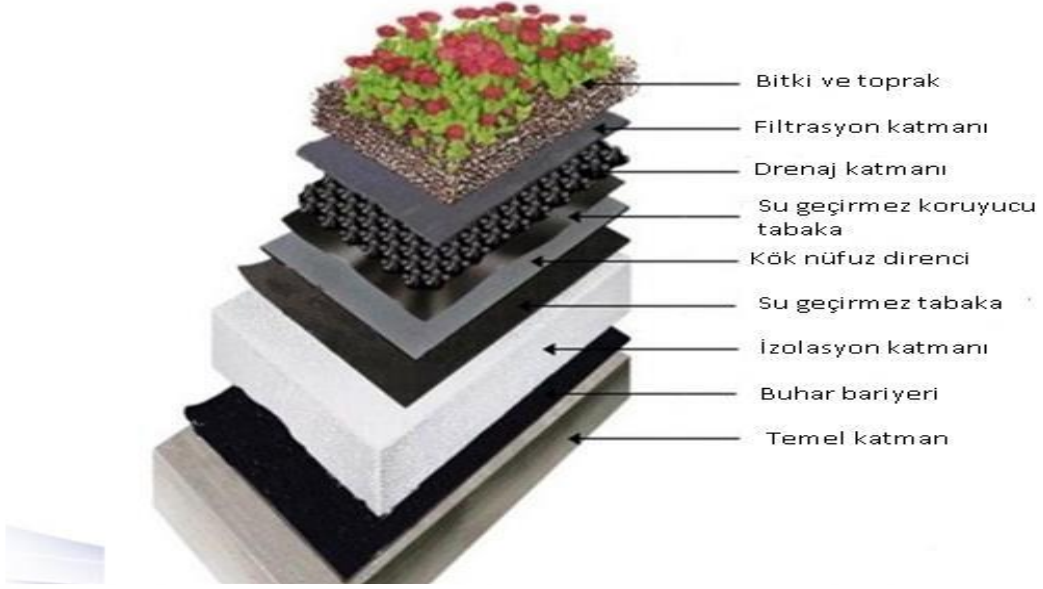
### 3.4 Yeşil Çatıların İşlev ve Faydaları

Yeşil çatılar, bina çatı yüzeyi üzerine monte edilen katmanlar ve bitki örtüsünden oluşan, doğal yoldan su muhafaza etme özelliklerinin yanı sıra, tozun kalkmasını ve yapı içerisine ısı geçişlerini ya da ısı kaçaklarını ciddi oranda azaltabilme özelliğine sahip yapılardır. Ayrıca su tutma özelliği ile altyapı sistemlerinin yükünü de azaltmaya yardımcı olmaktadır. Yeşil çatı sistemleri güzel görüntü dışında ekolojik katkı, su yönetimine katkı, enerji kullanımına katkı gibi özellikleri nedeniyle yaygınlaşma yolunda ilerlemektedir. Yeşil çatı dizaynında katman seçimi çatının performansını etkileyen kritik bir seçimdir. Katmanlar çatının intensif ya da ekstensif olmasına göre boyut, tür, şekil gibi özelliklerinde değişiklik gösterebilir. Yeşil çatılarda kullanılan katmanlar ise detaylı şekilde şekil 3.9 gösterilmiştir.

Yeşil çatıların sahip olduğu katmanlar genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz.

- Yeşil çatı türüne göre ağırlığı destekleyen yapı strüktürü
- Yapıyı yeşil alanın oluşturduğu nem, rutubet ve her türlü sudan gelebilecek zararlara karşı su yalıtımı, buhar önleyici katman
- Bitkinin ihtiyacı olan suyu depolomaya yarayan gözenekli katman
- İnce toprak nedeniyle gözenekli olan yapının tıkanmasını önleyen geosentetik katman
- Seçilen çatı türüne göre yetiştirilecek olan bitkiye uygun bir toprak tabaka

Bu tabaka sistemine en basite indirmemiz gerekirse temel bileşenler olarak çatı strüktürü, su, buhar, nem, kök muhafaza yalıtımı, yeşil çatı türüne göre drenaj sistemi ve toprak katmanından oluşmaktadır.



**Şekil 3.9:**İntansif çatı katmanlar(URL-9)

“GREEN ROOF FOR HEALTHY CITIES” kuruluşunun (Sağlıklı kentler için Yeşil Çatılar) yaptığı araştırmaya göre özellikle büyük kentlerin yüzey alanlarının %75 geçirimsiz yani toprak ile bağlantısı kesilmiş olan alanlardan oluşmaktadır. Hızla kentleşme yağın yağmurun toprak tarafından emilecek alanların yok olmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda yoğun yerleşim bölgelerinde taşıtların neden olduğu zararlı gazları ve tozları filtreleyecek yeşil alanlar kentleşmeyle beraber azaldığı hatta yok edildiği için yeşil çatıların sürdürülebilir kent tasarımı açısından önemli bir işleve sahip olduğu apaçık ortadadır.

Ülkemiz yapı sektörünün bir parçası olarak uygulanan yeşil çatılar yurtdışında bambaşka bir uzmanlık haline gelmiştir.

Bu tip çatıların tercih edildiği yapılarda verimliliği arttırmak ve doğaya verilen zararı azaltabilmek adına yerinden kazılan toprak çatıda kullanılmaktadır. Bu sayede ihtiyaç duyulan toprağın taşınması gibi bir maliyetten tasarruf edilmesi mümkün hale gelmektedir.

### **3.4.1 Çevresel ve Ekolojik Faydaları**

#### **\* Gürültü ve Ses Yalıtımına Etkileri**

Yoğun kent yaşamının neden olduğu gürültü sinir bozucu olmaktan öte birtakım sağlık problemlerinde beraberinde getirmektedir. Sürekli maruz kalınan gürültü psikolojik problemlere, işitme kaybına ve uyku bozukluğuna neden olduğu bilinmektedir.

Yeşil çatılar standart çatılara nazaran gürültünün yapı içerisine girmesine engel olur. Yeşil alanların azlığı ve sert yüzeyler gürültünün sürekli olarak yansımaya neden olur. 3 ile 30hz arası alçak frekanslar toprak tarafından engellenirken, 30-300 hz arası frekanslar ise bitki örtüsü tarafından engellenir. Frankfurt Havaalanı'nda bulunan 10cm derinliğindeki yeşil çatı örtüsünün gürültüyü 5db azalttığı ölçülmüştür. (Koç,2010).

Binaların ve kaldırımların sert yüzeyleri, sesi emmekten çok yansıtmaya meyillidirler. Bu yüzden, yeşil çatı bitkileri ve substratları, bina içlerindeki ses geçişlerini azaltarak emerler. Daha derin substratlar sığ substratlardan daha fazla sesi emerler; bu yüzden intansif çatı sistemleri, gürültü kirliliğini azaltmada daha başarılıdır. Buna rağmen 15cm kadar sığ bir substrat, 40 desibel'e kadar sesi azaltabilir

#### **\* Su ve Atık Su Kullanımına Olan Etkileri**

Büyüyen kentlerle birlikte kaybolan yeşil alanların ortaya çıkardığı problemlerden bir diğeri de toprak zeminin kaybolmasından ötürü yağın yağmurun yalnızca altyapı sistemiyle drene edilmeye çalışması sonucu çoğu zaman altyapı problemleriyle karşılaşmaktadır. Yağışı drene etmeye yetmeyen altyapı sistemi tıkanmakta taşmakta ve zarara neden olmaktadır. Yeşil çatılar ise öncelikle suyun akış hızını yavaşlatarak ve yağışın çok daha geniş bir alanda emilimini sağlayarak altyapı üzerindeki yükü azaltmaktadır.

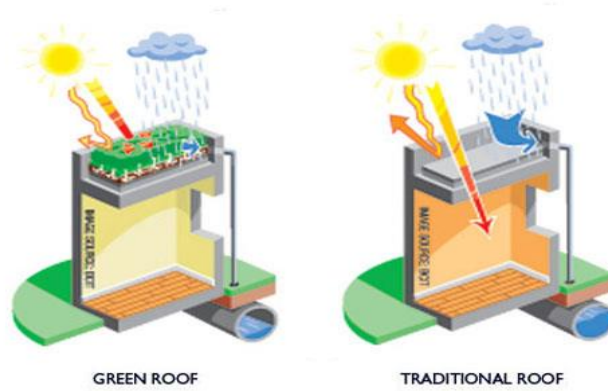
Yapılan gözlem ve araştırmalar göstermektedir ki yağış miktarı ne kadar çok olursa tutulan yağış miktarı o kadar az ne kadar az yağış olursa o denli çok miktarda yağış tutulmaktadır. 25 mm'den düşük yağışlarda yağışın %88'i tutulurken, orta ölçekli yağışlarda (25-76 mm) %54'ten fazlası tutulduğu, büyük ölçekli yağışlarda ise (76 mm'den büyük) %48 oranında yağışın tutulduğu görülmüştür.

Küçük ölçekli yağışlarda yeşil çatıdaki akışın geleneksel çatıya oranla daha az olduğunu ancak büyük ölçekli yağışlarda bu farkın azaldığını belirtmişlerdir .10 mm'den küçük yağışların tamamının yeşil çatıda tutunabildiği ve akışı yaklaşık 10 dk kadar geciktirdiği Simmons vd. tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada gözlenmiştir. Yeşil çatılar bitki örtüsünde yağmur suyunu tutarak drenaj yoğunluğunu azaltmaya yardımcı olur. “20-40 cm arası intensif bitkilendirilmiş bir çatı 10-15 cm yüksekliğinde su tutma kapasitesine sahiptir. Genel olarak kente düşen yağmur suyunun %10-15'inin yeşil çatılarda tutulması mümkündür. 10 cm toprak kalınlığı üzerine düşen yağmurun %50'sini, 20 cm toprak ise %60'ını tutabilmektedir. Bu oran 50 cm toprak kalınlığında %90'a ulaşmaktadır”(Berdtsen,2012)

Yeşil çatı sistemleri aynı zamanda yapılarda kullanılan gri suyun (duş,küvet,lavabo) tekrar kullanılabilmesini sağlamaktadır.Diğer arıtma sistemlerine nazaran daha kısa sürede ve daha az maliyetle arındırılan gri su yapının tuvalet sifonlarında,araç yıkama gibi alanlarında tekrar kullanılabilir.

### 3.4.2 Ekonomik Faydaları

Ülkemizde toplam elektrik tüketiminin yaklaşık %43'ü binalarda kullanılmaktadır. Enerji tüketiminde ilk sırada sanayiler olup ikinci sırayı binalar almaktadır. Binalarda tüketilen enerjinin %65'i ısıtma-soğutma, sıcak su ve havalandırma sistemlerinde, %20'si aydınlatmada, %15'i beyaz eşya ve elektronik eşyalarda kullanılmaktadır. Isınma amaçlı kömür kullanımı ülkemizde 14 milyon ton/yıl civarındadır. Bu amaçla en yüksek tüketim son yıllarda doğalgazdan olup,güneş enerjisi, jeotermal gibi yenilenebilir enerjinin tüketimi de yaygınlaşmaktadır (Koca,2017).Yeşil çatı yalıtımı şekil 3.10.



Şekil 3.10:Yeşil çatı ısı yalıtımı (URL-10)

Standart çatılarda taş, asfalt ve beton yüzeylerin gün boyunca güneşten gelen ısıyı emerek gece de yaymasından dolayı geceleri hava sıcaklığının normalden daha üst seviyelere çıktığı görülmektedir. Bunun sonucu “kent ısı adaları” meydana gelmektedir. Yeşil çatı sistemlerindeki bitki örtüsü, yapıda doğal havalandırma sağlayarak yaptığı gölge etkisiyle havanın soğumasına yardım eder ve yapının daha rahat nefes almasına olanak sağlar. Yeşil çatılardaki bitki örtüsü sağladığı bu gölge etkisiyle ısı adalarının oluşumunun önüne geçmektedir. Ayrıca mevcut toprak tabakası da yapıda yalıtımı sağlamaktadır. Bu durum yapıların ısıtma gereksinimlerini ve ısı kayıplarını %50 oranında azaltabilir .

Sonuçlar çeşitli olsa da, yeşil çatıların çatının altındaki zeminde soğutma için gereken enerjiyi %50 oranında azaltabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur Yeşil çatı, ısının çatıdan gitmesini engeller ve yaz boyunca gölgeleme ve terleme yoluyla binayı serin tutar.

Frankfurt, Almanya’daki Possman Elma Suyu Soğutma ve Depolama Tesisi, donanım maliyetinin yanında ısıtma ve soğutma maliyetinde de tasarruf sağlayarak yeşil çatı sistemine 2-3 yıllık bir sermaye sağladığı bilinmektedir. Yeşil çatı sistemlerinden sonra, ek soğutma kuleleri gereksiz hale geldiği belirtilmiştir.(Olgun,2014)

İtalya’nın Vincenzo Hastanesi tarafından kurulan yeşil çatının termal performansı 2005 yılında Lazzarin tarafından incelenmiş ve analiz edilmiştir. Kuru dönemlerde yeşil çatı yalıtımının geleneksel çatıya kıyasla alttaki odaya giren ısıda yaklaşık %60 oranında tasarruf yaptığı gözlenmiştir .

Yeşil çatılar aynı zamanda bir hobi bahçesi olarak değerlendirildiğinde günlük bazda ihtiyacımız olabilecek sebze ve meyvelerin üretebilme fırsatını bize sunmaktadır.Örneklerde de bahsedildiği üzere Vancouver Kongre Merkez binası çatısında yer alan 400 bin tür bitki ve bal arısı kolonisi ile kongre merkezinin mutfağında kullanılacak olan bal elde edilmektedir.Çatı bitkilendirilmesinin boyutuna bağlı olarak yeşil çatılarda üretilen sebze ve meyveler yerel işletmelerde satılabilmektedirler.(Şekil 3.11)



**Şekil 3.11:**Yeşil çatı tarımı (URL-11)

### **3.4.3 Sosyal Faydaları**

Her yeşil çatı kendi ekosistemini de beraberinde getirir. Yeşil çatılar ekolojik çeşitlilik ve doğal yaşamı korumaya yardımcı olur, kentsel çevre içerisinde yaşam alanı oluştururlar. Yeşil çatılar havayı seyreltiklerinden ötürü doğal ortam etkisinin oluşmasında sağlarlar.

Yeşil çatılar rekreasyon alanı olarak kullanılabilme özelliğine sahiptir. Yeşil çatıların yapımı ile birlikte turizm, eğitim, sağlık ve ofis binalarında kullanıcılara farklı ve yeşil ile içiçe dinlenme mekanları oluşturulmaktadır. Bu durum estetik değerlerin yükselmesine iş veriminin artmasını mümkün kılmaktadır. Bu tip yapılar sahip oldukları estetik katkıdan dolayı daha değerli yapılardır.

“Doğal yaşam çeşitliliği, bitki örtüsünün renkliliği, hareket ve kokuların ölçülebilir olmamasına rağmen insan sağlığına önemli ölçüde katkı sağladığı bilinmektedir. Ağaçlar ve bitkiler insan üzerindeki stresin azalmasına yardımcı olmakla beraber, kan basıncında düşme, kaslarda gevşemeye neden olarak rahatlama sağlamaktadırlar. Yeşil çatılar bu nedenle insanların psikolojik sağlığında pozitif etki yapabilecektir”(Erkul,2012)

Kentsel yapı ve nüfus yoğunluğunun artışı rekreasyon alanı ihtiyacında aynı oranda artması anlamına gelmektedir.” Yeşil çatılar; kent ve çevresine rekreasyon alanları sağlamada önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle yoğunluğun fazla olduğu ve yeşil alanların sınırlı olduğu bölgelerde bu rol oldukça fazla görülmektedir. Barbekü, yemek yeme, güneşlenme, egzersiz, golf gibi birçok aktivite rekreasyon alanlarındaki yeşil alanlarda gerçekleştirilmektedir”.(şekil 3.12)

“İçinde bulunulan ortamın bu fonksiyonlara göre düzenlenmesi yapılabilir. Çatıda ise yeşil bir alana sahip olunmasının avantajı, binanın yüksekliği ve çevresine bağlıdır. Bina eğer yüksek ise zemin düzleminde yer alan yeşil alandan daha fazla güneş ışığına maruz kalabilmektedir. Yoğun bir kent yapılaşmasının içinde ve etrafında yüksek binalar varsa bu binalar tarafından gölgelendirilir” (Learned, 2007).



**Şekil:3.12** :Yeşil Çatıların Rekreasyon Alanı Olarak Kullanımına Örnek (URL-12)

Ayrıca 1984 Pensilvanya’da yapılan bir sağlık araştırması göstermiştir ki ameliyat sonrası hastaların iyileşme sürecinde doğal manzaraya sahip bir grup hasta sıradan bir oda manzarasına sahip diğer hasta grubuna nazaran daha hızlı iyileşme göstermiştir.Aynı zamanda yeşil düzenlemeye sahip manzaralı hastaların buldukları durumdan şikayet etme oranları da diğer hasta grubuna nazaran çok daha az olmuştur.

“Araştırmalar göstermiştir ki, hastane binaları yeşil çatılar için heyecan verici bir potansiyel sunmaktadır. Ayrıca hastanın doğal alan görüşü üzerine daha fazla düşünülmesi ve araştırma yapılmasını gerekli kılmaktadır” (Thomas, 2003).



## 4.YEŞİL ÇATILARIN ÇEVRESEL ETKİLERİNE ÖRNEKLER

### 4.1 Gap Genel Merkezi



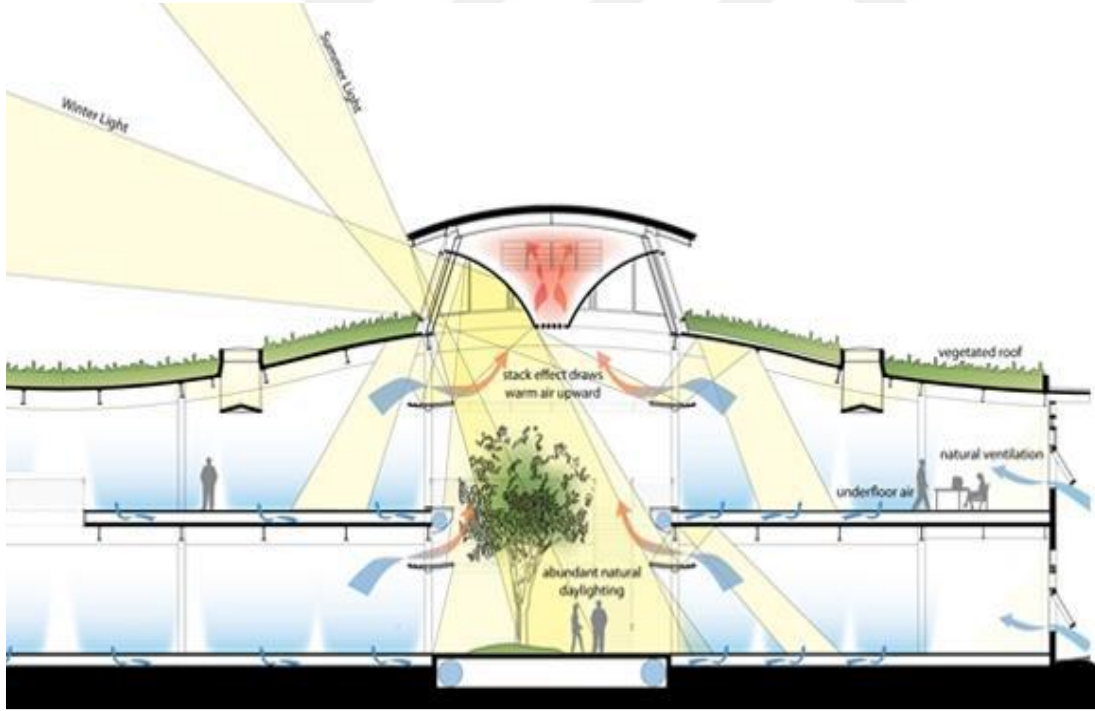
Şekil 4.1:Gap Genel Merkez Binası (URL-13)

Amerika Birleşik Devletlerinin Kaliforniya eyaletinde yer alan ve yapıldığı yıl itibariyle(1994-1997) ekstansif yeşil çatıların ilk örneklerindedir.Yapının bulunduğu bölge İtalya,Yunanistan,İspanya yada Afrikanın kuzey kısımlarının iklimi ile benzer özellik göstermektedir.Toplamda 18bin m2 kapalı alana sahip olan yapının 6bin m2den fazla yeşil çatı alanı bulunmaktadır.(Şekil 4.1)

Dalgalı bir formda tasarlanan çatı yer yer %25 eğime ulaşmaktadır.Bu form Kaliforniya sahil kesiminde bulunan tepelerden esinlenilerek yapılmıştır.Yapı tasarlanırken doğada hiçbirşeyi değiştirmeden inşa etmek fikri ile inşa edilmiştir.

Yapının mimarı “yapı sanki peyzajın altına inşa edilmiş gibi olmalı “ sözü yapının inşa edilirken ekolojik bir yapı olmasına ne denli özen gösterildiğinin bir kanıtıdır.

Bu ekstansif yeşil çatıyı diğerlerinden ayıran bir özellik yapı üzerinde yer alan ve o bölgeye ait olan 12 adet bitki türü ve o bölge şartlarında yetişebilen otlar çatıda kullanılmıştır. Fakat bölgedeki iklim şartlarının değişikliği ve uzun kurak günler nedeniyle normalde sulama sistemi kullanılmayan yeşil çatı türü olan ekstansif çatıda sulama sistemi kullanılmıştır. Hava sıcaklıklarının yüksek derecelerde seyrettiği bu bölgede yapının yeşil çatıya sahip olması yapının özellikle havalandırma ve soğutma için harcanan enerjide büyük tasarruf sağlamıştır. Yapı da yer alan çatı pencereleri yapının içindeki sıcak havanın yükselerek ayrılmasına olanak sağlar. Ayrıca yapı sıcak yaz günlerinde gece saatlerinde soğutulur bu da yapının gün içerisinde daha geç ısınmasına ve istenilen optimum ayarda daha kolay şekilde kalmasına olanak sağlar. Yapıya ait havalandırma kesiti şekil 4.2. Yapı San Francisco havalimanına birkaç km mesafede olmasından ötürü yeşil çatı aynı zamanda uçak gürültüsüne karşıda bir bariyer görevi görmektedir. Yapı sahip olduğu sürdürülebilir sistemler sayesinde aynı boyuttaki herhangi bir yapıya göre %30 daha verimlidir. (Erkul,2012)



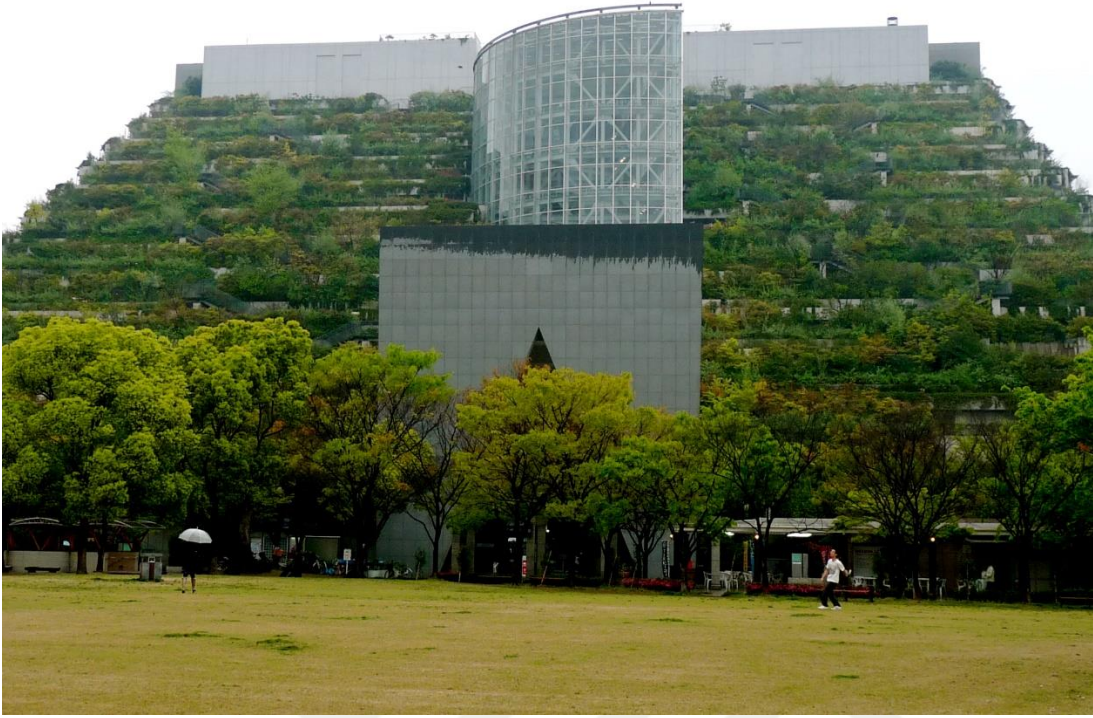
Şekil 4.2: Yapıya ait havalandırma kesiti (URL-14)

## 4.2 Acros Binası

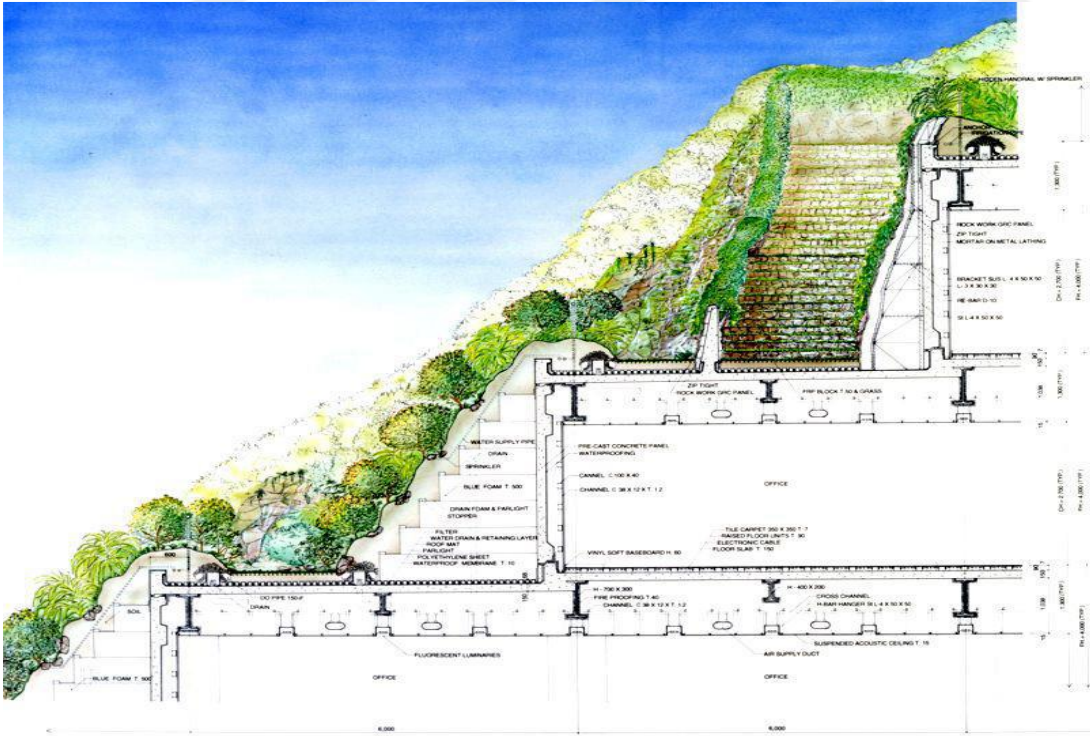


Şekil 4.3:Acros binası Japonya (URL-15)

1993 yılında Japonya'nın Fukuoka kentinde inşa edilen yapı bir konferans, kongre ve kültür yapısıdır. (Şekil 4.3) Yapının yapılması planlanan alan o bölgenin tek yeşil rekreasyon alanıdır. Yapının yeşil alanı yok etme endişesinden ötürü yapının çatısı yeşil alan olarak tasarlanmıştır. Erişilebilir yani kullanıma ve dolaşıma açık olan bu çatı intansif bir çatı örneğidir. 1995 yılında hizmete açılmıştır. Yapı içerisinde müze, tiyatro salonu, konferans tesisleri, devlet ve ofis ofislerin yanı sıra bölgede hizmet veren bir otoparka sahiptir. Bu yapı bu denli fonksiyonel ve işlevsel bir yapısında sürdürülebilir bir yapı olabileceğinin güzel bir örneği olarak durmaktadır. Toplam 10 bin m<sup>2</sup>'ye yakın yeşil alana sahip olan yapı %2'lik bir eğime sahiptir. Bu denli büyük fakat sürdürülebilir fikirden uzak olarak inşa edilen yapıların mikro iklimi etkiledikleri bilinmektedir. Yapılan ölçümlere göre yapı çatı sıcaklığı beton bir yapıya göre 15 derece daha serin olduğu gözlenmiştir. Yağmur suyu üst katlardan alt katlara doğru yapılan drenaj hattını takip ederek tüm katlara ulaşır. Yapının park içinde bir organik bir tepeyi andıran görüntüsü şekil 4.4, şekil 4.5. (Gault, 2009).



Şekil 4.4: Acros binası Japonya (URL-16)



Şekil 4.5: Acros binası teras kesiti (URL-17)

### 4.3 Nanyang Teknoloji Üniversitesi Sanat Tasarım ve Medya Okulu

Singapur Nanyang Teknik Üniversitesi doğa ile teknolojiyi bir arada bulunduran bir proje olarak karşımıza çıkmaktadır.En yüksek 5 katlı olmak üzere iç içe geçmiş 3 bloktan oluşan bu yapı yer yer 45 derecelik eğim açısına ulaşan bir yeşil çatıya sahiptir.Yapının çatısı her ne kadar ekstansif olarak tasarlansada kullanıma açıktır.Yapının tamamı 200dönüme yakın bir yeşil alan içerisinde yer aldığından ötürü yapının tamamı cam cepheyle kaplanarak yeşil ile bütünlük sağlanılmaya çalışmıştır.Yeşil çatılar aynı zamanda, binayı izole ediyor, civardaki havayı serinletiyor ve arazinin sulanması için yağmur suyunu toplamaktadır.(Şekil 4.6)



Şekil 4.6:Nanyang Teknoloji Ve Sanat Okulu (URL-18)



Şekil 4.7:Nanyang Teknoloji Ve Sanat Okulu (URL-19)

Yeşil çatılar kent atmosferinde bulunan NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> ve partikül maddeleri tutarak hava kalitesinin iyileştirilmesi konusunda önemli katkılar sağlar. Yapı etrafında yapılan araştırmaya göre yapı çevresinde yer alan ve 50-100 m' lik bir alanı kaplayan bitkisel alanların hava sıcaklığını 3-5°C 'ye kadar azalttığı saptanmıştır . (Erkul,2012)

#### 4.4 Meydan Avm

Ümraniyede yer alan Meydan Avm 2007 yılında tamamlanmış İstanbulda şehir meydanı fikri ile tasarlanmış bir alışveriş merkezidir.Yapının yeşil çatılı olarak tasarlanmasının bir diğer nedeni ise açık hava aktivite merkezi olarak düşünülmüş olmasıdır.Yapının yeşil çatısı intansif altyapıya sahip ekstansif bir yeşil çatıdır(Şekil 4.8).Bunun nedeni olarak çatı üzerinde yürüyüşün mümkün olabilmesi için yeşil çatı alt yapısının intansif çatıya göre yapılması gerekliliğidir.



Şekil 4.8:Meydan Avm Genel Görünüm (URL-20)

Yaklaşık olarak 30 bin m<sup>2</sup> yeşil çatı bulunmaktadır.Meydan avm sahip olduğu tek alanda toplamdaki yeşil çatı alanı ile dünyanın en büyük yeşil alanlı çatısına sahiptir.Her ne kadar yapının 30bin m<sup>2</sup> yeşil çatısı olsada bunun yarından fazlası eğiminden dolayı erişilemezdir.Bu denli büyük bir yeşil çatının oluşturduğu olumsuzluklara karşı 12cm kalınlığında yalıtım tabakası kullanılmıştır.Özellikle bakım ve sulama gerektiren yeşil çatılardaki bitkilerin salgıladıkları bitki asitleri eğer yeterli yalıtım yapılmaz ise yapıya büyük zarar verebilmektedir.

Meydan avm yalnızca sahip olduğu yeşil çatısı ile değil toprak tabanlı ısı pompası sistemiyle de sürdürülebilir ve ekolojik bir yapı olduğunu kanıtlamaktadır. Hiçbir standart ısıtma veya soğutma sisteminin kullanılmadığı bu yapıda 1.3mkw/saat enerji tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca büyük kütleli yapıların sürdürülebilirliği değerlendirilirken sahip olduğu tasarımın çevreyle uyumluluğu da değerlendirilmektedir. (Şekil 4.9) (Erkul, 2012)



Şekil 4.9: Meydan Avm (URL-21)

Yapı sahip olduğu bu özellikler nedeniyle bir çok ödül almıştır. Aynı zamanda sürdürülebilir yapı karakteristiğine uygun olması açısından yeşil çatı altyapısında Avrupa markalarına muadil olabilecek yerli malzemeler kullanılmıştır. Meydan avm'nin avlusunda ise toprak rengine yakın renkte taşlar kullanılarak doğal görüntü bütünlüğü sağlanılmaya çalışılmıştır. Yoğun yalıtım ve yeşil katmanı sayesinde sıcak yaz günlerinde aşırı derecede ısınmamakta kışın ise ortam ısısı kaybolmamaktadır. Şehrin merkezi konumunda meydan konseptli avm yeşil çatı ile örtülü olması nedeniyle aynı zamanda zehirli hava gazlarını absorbe etmede büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yeşil çatı sayesinde 8 desibellik bir ses azaltımı da sağlanmıştır. (Erkul, 2012)

#### 4.5 Vancouver Kongre Merkezi

Vancouver'da kıyıda yer alan dağ, okyanus ve parklara hakim muhteşem manzaralı Vancouver Kongre ve Sergi Merkezi doğal ekoloji, canlı yerel kültür ve yapılı çevreyi bir araya getirmek için tasarlanmış olup bunların birbirleriyle olan ilişkilerini mimari boyutta vurgulayan bir yapıdır .(şekil 4.10)



Şekil 4.10:Vancouver Kongre Merkezi (URL-22)

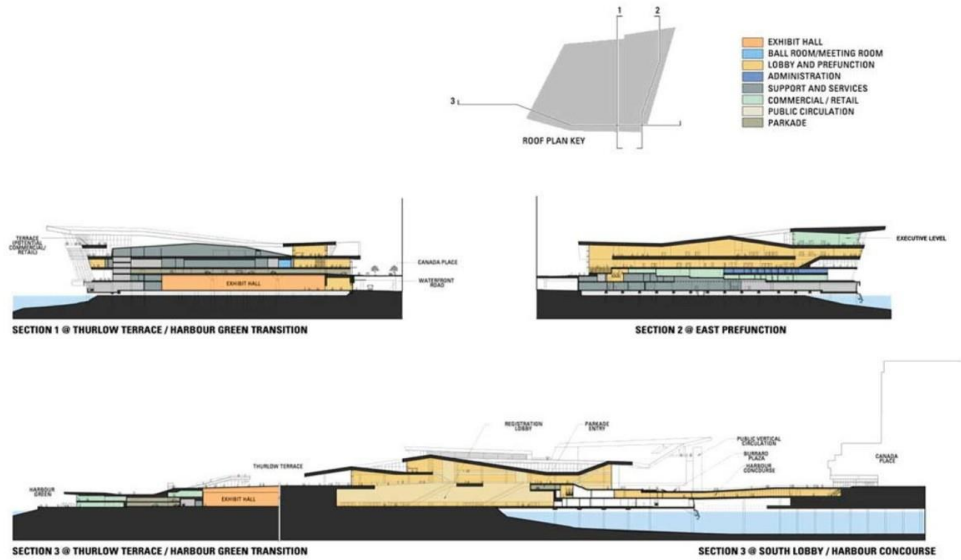
Tasarımı sayesinde üzerine yerleştiği kamusal alanla bütünlük sağlayan merkez, Kanada'nın en büyük ABD'nin ise sanayi dışı en büyük yeşil çatısına sahiptir.Bu boyutta yeşil alanıyla bu alanda örnekleri arasında lider konumdadır.Kanada'nın Britanya Kolumbiyası eyâleti Vancouver'da bulunan Vancouver Kongre Merkezi, adını aldığı şehrin sahil şeridinde yer almakta olup, bulunduğu bölgenin en son ekolojik projesidir.(şekil 4.11)



Şekil 4.11:Vancouver Kongre Merkezi Çatısı (URL-23)



Yeşil çatı peyzaj düzenlemesinde 400.000 den fazla yerli bitki ve ot yer almaktadır. Bu eşsiz ekosistemin yetiştirme ortamı yüksekliği 30,48 cm kadardır. Çatı manzarası "british columbia kıyıları" ndaki karaktere sahip ;kendi kendine yenilenebilen(yaşamını devam ettirebilen) yeşil alan olarak dizayn edilmiştir . Burada 400bin yerli bitki ve yerel plaza restoranı için bal sağlayan her biri 60 binlik 4 koloni arı vardır . Çatıya halkın erişimi yoktur ki bu durum tamamen full fonksiyonlu doğal drenajlı bir ekosistem oluşturmaya olanak sağlar binada oluşan tüm atık sular tuvalet ve sifonlara su sağlamak amaçlı arıtılır ve geri dönüştürülür.Projede yeşil çatı yalıtım aracı olarak düşünülmüş. Bu yeşil örtü ile birlikte yazları ısı artışı %95, kışları da ısı kaybı %26 oranında azalmıştır. Ayrıca projenin LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design) Canada Altın madalyasını almaya hak kazanmıştır.Binada havalandırmadan aydınlatmaya olabildiğince doğal yollar kullanılmaya çalışılmıştır.Bu kapsamda doğal havalandırma için yapı içindeki sensörler çatıdaki havalandırma kapaklarını açarak doğal havalandırma sağlarlar.İçine inşa edilmiş olan tesisin bulundurduğu Canlı çatısı, ısıtmalı ve soğutmalı denizsuyu, su arıtma ve balık habitatları özellikleri bulunmaktadır.(şekil 4.12) (Hemstuck, B. 2010)

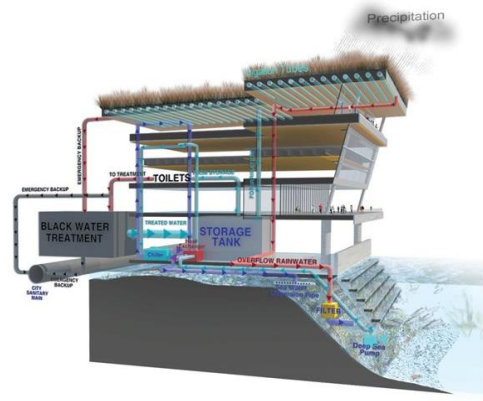
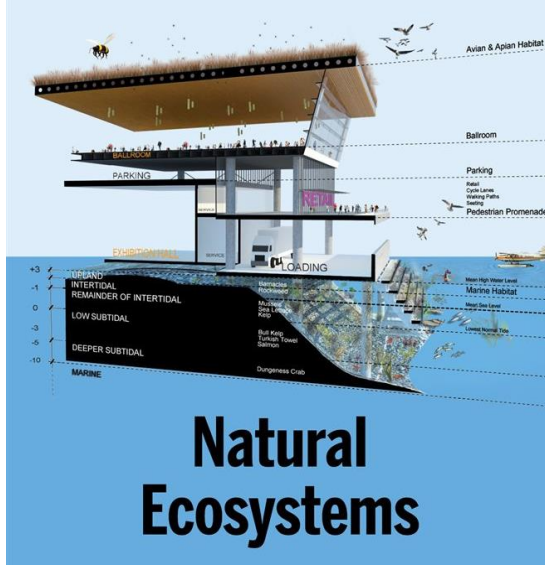


**BUILDING SECTIONS**

**VANCOUVER CONVENTION CENTRE WEST**

**Şekil 4.12: Vancouver Kongre Merkezi Kesit (URL-24)**

Vancouver kıyıları aynı zamanda somon balıklarının da geçiş güzergahı üzerinde yer almaktadır. .Bu durum dikkate alınarak doğal hayata olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için su altı yaşamı düşünülmüş ve binanın kıyıya bakan temel cephesine balıklar için mekan hazırlanmıştır. Diğer ekolojik öğelerin arasında, tuvalet atıklarının arıtılması ve tuzun ayrıştırılması, hemen yanındaki sabit su sıcaklığından faydalanan pompalı ısıtma sistemi, kontrollü güneş enerjisi kullanımı ve enerji etkin eklentileri de içeriyor. Toplanan Douglas köknarı ve Ağiotu gibi yerel malzemeler ise, çevredeki ulaşımın zararlı etkilerini azaltmak amacıyla ahşabın son aşamasında kullanıldı.Projenin% 35lik bir kısmı su üzerinde kazıklar üzerine inşa edilmiş olup, deniz yaşamına tutunmak için kayalık yüzeyler sağlayan 5 beton katmandan oluşan özel tasarlanmış bir deniz habitatı etekle çevrilmiştir. Her bir katman, su derinliğine bağlı olarak ayrı bir biyota kümesini destekleyerek, somon, yengeç, deniz yıldızı, kabuklu deniz hayvanı ve düzinelerce diğer yerli türler de dahil olmak üzere tam bir kıyı ekosistemi oluşturur. Binanın altındaki gelgit dairelerine inşa edilen tüneller, her gün akan ek gelgit habitatları yaratır.Binanın iç metabolizması, girdilerinin çoğunu yenilenebilir kaynaklarından almaktadır. Bir deniz suyu ısı pompası sistemi, örneğin, sıcak aylarda bina için soğutma üretmek ve soğuk aylarda ısıtmak için deniz suyunun sabit sıcaklığından yararlanır ve tipik kongre merkezlerine göre% 60'lık bir enerji kullanımının azaltılmasına katkıda bulunur. Bir su koruma ve yeniden kullanım sistemi, içme suyunu, yaşam suyundan gelen yağmur suyu da dahil olmak üzere binanın tüm atık sularını çevreleyen ve sulama ve diğer gri su ihtiyaçları için geri döndüren bir karasu arıtma tesisi de dahil olmak üzere, su kullanımını % 70 oranında azaltır.(şekil 4.13)



Şekil 4.13:Yapının Isıtma-Soğutma-Atık Su Şeması ve Kıyı ekosistemi ile olan ilişkisi (URL-25)

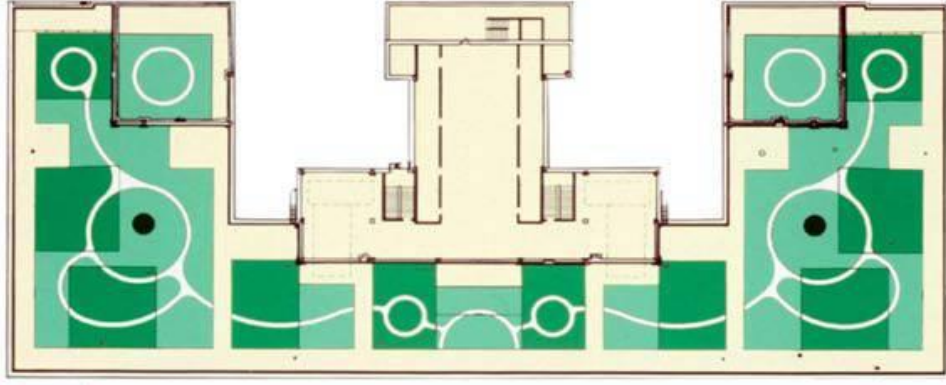
#### 4.6 Chicago Belediye Binası

Şikago Belediye binası şehir merkezinde bulunan 33 katlı bir kamu yapısıdır.Yapıyı diğerlerinden ayıran ve özelleştiren en büyük farkı ise yaklaşık 2bin m2 yeşil çatı alanına sahip olmasıdır.Yapının çatısında ekstansif ve instansif çatı sistemleri birlikte kullanılmaktadır.Bu yapıyı diğerlerinden ayıran bir diğer özelliği ise kentsel ısı adalarının yarattığı problemlere dikkat çekmek amacıyla EPA tarafından finanse edilmiştir.Bu tip yapılar sahip oldukları sert yüzeyler ve yüksek enerji tüketimlerinden ötürü kentsel ısı adasının artmasına mikro ölçekteki iklim değişikliğine neden olmaktadır.Şekil 4.14te yapı ve yeşil çatısı görülmektedir.



Şekil 4.14:Chicago Belediye Binası (URL-26)

Pilot yapı olarak seçilen bu projenin amacı bu tip yoğun şehirleşmenin görüldüğü bölgelerde yeşil çatıların kentsel ısı adasının soğutulmasında ki faydaları hakkında çalışmaktır.(Ni,2009).Projede sık rastlanılmayan bir yeşil çatı sistemi uygulanmıştır.Çatının çoğu bölümü ekstansif olarak tasarlanmıştır birkaç bölümde yarı instansif ve 2 adet bölümde instansif yeşil çatı sistemine yer verilmiştir.135kg/m2 bir ağırlık yapıya ek yük gelmesine neden olmuştur.(şekil 4.15)



**Şekil 4.15:**Chicago Belediye Binası Çatısı Plan (URL-27)

Yapının çatısında kurulan sulama sistemi fazla yağışı iniş borularıyla daha sonra tekrar ihtiyaç anında kullanabilmek adına depolarda muhafaza etmektedir.Çatı damlama sulama sistemi ile sulanmaktadır.Elde edilen veriler ışığında yapının yağmur suyunun %75'ini verimli bir şekilde kullanabildiğini göstermektedir.Yeşil çatı aynı zamanda şehirleşmenin içersinde kaybolan kuş ve böcekler için de bir yaşam alanı oluşturmuştur. (şekil 4.16)



**Şekil 4.16:**Chicago Belediye Binası Çatısı (URL-28)

Üretken bir çatı peyzajı yaratırken, nesli tükenmekte olan bir böceğe yaşam alanı sağlayan bir dizi arı kovanı bile çatıya dahil edilmiştir.Çatı aynı zamanda sağladı ses yalıtımı yanında yıllık 5000 dolar civarında enerji tasarrufuda sağlamıştır. (Hake, 2007).

#### 4.7 Kanyon Avm

İstanbul Avrupa yakasının gökdelen aksı diye tabir edilen eski büyükdere caddesi üzerinde bulunan yapı vadi konseptiyle(şekil 4.17) cadde üzerindeki diğer yapılardan tasarım olarak ayrılmaktadır. Yapıyı özel kılan ise diğer yapılarda ki gibi tamamen kapalı alana sahip olmayıp yarı açık bir tasarıma sahiptir.Yapıyı diğer yapılardan ayırtıran özelliklerinin başında sahip olduğu yeşil çatı gelmektedir.16bin m<sup>2</sup> yeşil çatısı bulunan yapı ayrıyetten diğer sürdürülebilir özelliklerinden dolayı “BREEAM” sertifikasını almıştır.Yapı 2016 yılında en iyi “BREEAM” sertifikasına sahip yapılar kategorisinde ödül kazanmıştır.Aynı zamanda 100 panellik güneş enerji sistemine,kojenerasyon yani elektrik ve ısı enerjisinin birlikte üretilmesini sağlayan sistemde projede yer almaktadır.Ek olarak egzost sistemine karşı karbon filtre sistemide yapının çevreci bir diğer özelliklerinin başında gelir.Yapı İTÜ Enerji Enstitüsü ile çevreci adımlar konusunda sürekli güncel kalabilmek için bir birliktelik içerisinde.



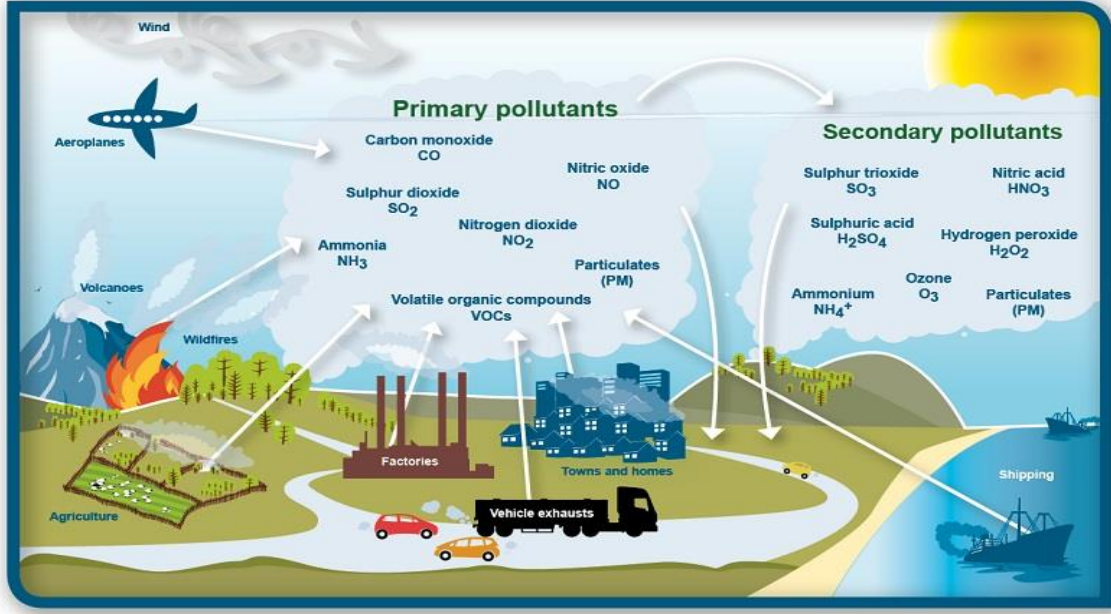
Şekil 4.16:Chicago Belediye Binası Çatısı (URL-29)



## 5. YEŞİL ÇATILARIN ETKİLERİ

### 5.1 Hava Kirliliği ve Küresel Isınma Nedir ? Oluşumuna Neden Olan Faktörler Nelerdir?

Hava kirliliği önemli bir çevre problemi olmakla birlikte atmosferde toz,su buharı,gaz,koku yada duman şeklinde bulunabilir ve bu kirlitici faktörler çoğunluğu insan kaynaklı nedenlerden dolayı artarak en başta insanlara ve diğer canlı varlıklara zarar verici düzeye ulaşması olarak tanımlayabiliriz.Hava kirliliğinin yapay ve doğal olmak üzere 2 temel sebebi bulunmaktadır.Doğal sebeplerden bahsetmek gerekirse bunlar yanardağ patlamaları ve toz fırtınalarıdır.Yanardağ patlamaları sırasında meydana gelen zararlı yanıcı bileşenler havada ki zararları bileşenlerin miktarını arttırmaktadır.Özellikle mevsim geçişleri sırasında meydana gelen toz fırtınalarında hava kirliliğine neden olmaktadır.Yapay nedenler ise tamamen insan faaliyetlerine bağlı olarak ulaşım,kentleşme ve sanayileşmede ucuz fakat zararlı enerji kaynaklarının tercih edilmesinden dolayı meydana gelen hava kirliliğidir.Yapay sebeplerin başlangıcı olarak endüstri devrimini yani yaklaşık olarak 150 yıl öncesi gösterebiliriz.İnsan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan gazların küresel ısınmaya etkisi %13 tarım,%14 ormansızlaşma, %24 endüstriyelleşme ve %49 enerji kullanımı şeklindedir.Sanayileşmede yanlış lokasyon seçilmesi gerekli filtrasyon sistemlerinin kullanılmaması kentleşmede ise ısınma ve aydınlatma için gerekli olan enerji ihtiyacının kömür,petrol vb tamamıyla geridönüşümsüz ve sürdürülebilir olmayan enerji kaynaklarının tercih edilmesi,ulaşımda ise içten yanmalı motorların kullanılması hava kirliliğinin başlıca sebeplerindendir.Özellikle plansız ve rant odaklı büyüyen kentler betonlaşmanın artmasına neden olmaktadır.Bir şehrin sahip olduğu yeşil alanlar o şehrin filtre sistemi gibidir.Fakat yeşil alanların plansız kentleşmenin bir sonucu olarak azalmasıyla hava kirliliğide hızlı bir şekilde artmaktadır.Hava kirliliğine neden olan etmenler şekil 5.1’de ki gibidir.(Özmen,2019)



Şekil 5.1: Hava Kirliliğinin Neden Olan Etmenler (URL-30)

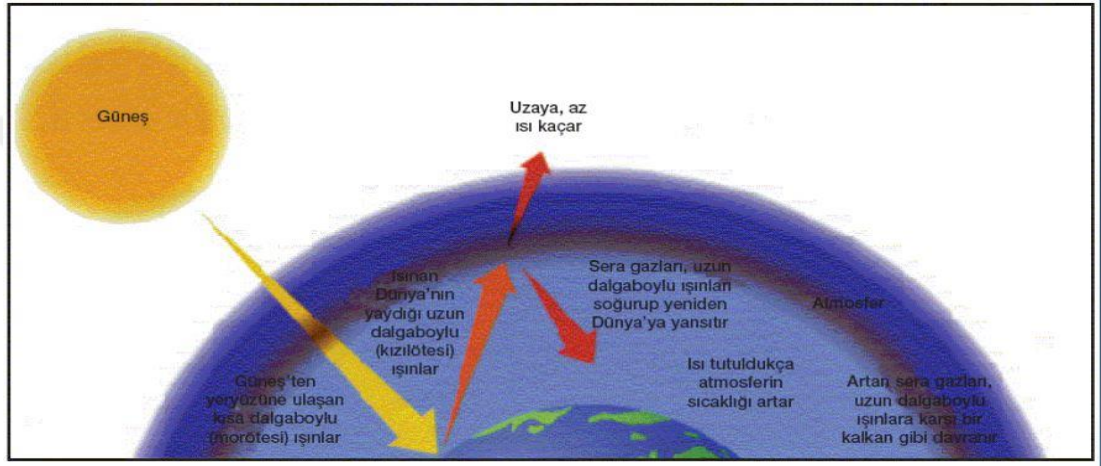
Hava kirliliği birçok problemde beraberinde getirmektedir. Hava kirliliğinin yol açtığı problemler Şekil 5.2’de gösterildiği gibi 4 ana başlık altında toplanabilir.



Şekil 5.2: Hava Kirliliğinin Neticeleri (URL-31)



Hava kirliliğinin tüm neticeleri sonucu insan sağlığı üzerinde doğrudan etkisi olduğu görülmektedir. Günümüzde artan hava kirliliğine ve yaşanan neticelere rağmen alınan tedbirlerin yetersiz olması gelecekte önüne geçilemeyecek problemlerin ve felaketlerin yaşanmasına neden olacaktır. Atmosferimiz çeşitli gazlardan meydana gelmektedir. Güneş ışınları atmosfer tabakasını geçerek yeryüzünü ısıtır atmosferdeki gazlar ( $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $CFC$ ,  $O_3$ ,  $CH_4$ ) yeryüzünde ki ısının bir kısmını ise bu gazlar tarafından tutularak yeryüzünün belli bir sıcaklıkta kalmasına imkan sağlar. Atmosferin bu özelliğine sera etkisi adı verilmektedir şekil 5.3.

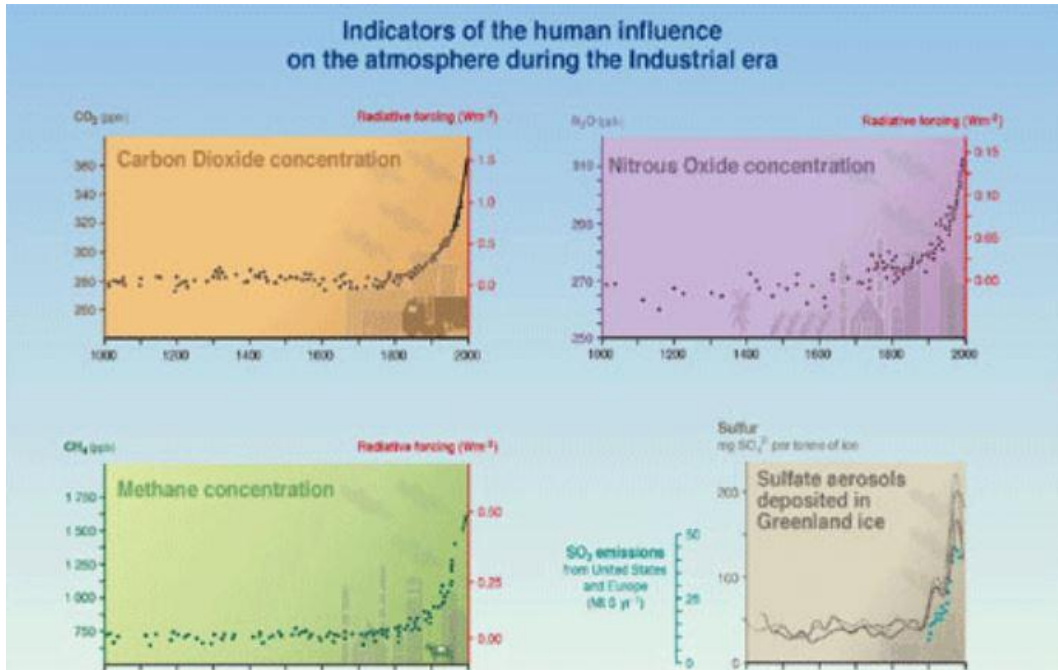


Şekil 5.3: Sera Etkisi (URL-32)

Atmosfer endüstri devriminin getirdiği sanayileşme ve nüfus artışı ile birlikte normal değerlerinin üzerinde zararlı gazlara maruz kalmıştır. Bu zararlı gazlar troposferde yani atmosferin yeryüzüne yakın tabakasında sıcaklığın giderek artmasına sebep olmaktadır. Örneğin tarım alanlarında salınan  $N_2O$  (azot protoksit) gazı  $CO_2$ 'ye göre 300 kat daha zararlı bir gazdır her ne kadar küresel ısınma ve hava kirliliği ile mücadele konusunda yeşil alanların artırılması bir çözüm olarak görülüyor olsa da yanlış tarımsal faaliyetler sonucu alınacak faydadan daha çok zarar verebilmekte mümkün hale gelmektedir. Küresel ısınma yalnızca hissedilen sıcaklıkların artmasıyla sonuçlanan bir olay değildir. Yükselen sıcaklıkla beraber gelen çölleşme, su problemleri, sel felaketleri, iklim değişiklikleri gibi felaketlerin yaşanmasıdır. Küresel ısınma aynı zamanda kutuplarda ki buzların erimesine neden olduğu için deniz ve okyanus sularının yükselmesine ve deniz seviyesine yakın yerleşim bölgelerinin sular altında kalmasıyla sonuçlanacak bir felakete neden olacaktır. (Tabak, 2006).

Kentler yeryüzünün yalnızca %3'ünü kaplamaktadır fakat toplam enerji sarfiyatının ve dolayısıyla zararlı gaz salınımının %75'ini, toplam sera gazının salınımının %80'ine neden olarak küresel ısınma ve hava kirliliğine neden olmaktadır. Küresel ısınma hava kirliliğinin bir neticesi olarak görülebilir. Filtrasyon sisteminden geçmeyen ve havayı kirleten her türlü atık zamanla birikerek sera etkisinde artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hava kirliliği ve küresel ısınmanın meydana getirdiği problemleri ve çözüm önerilerini birlikte değerlendirebiliriz. Sanayi döneminde atmosfer üzerindeki insan etkisinin göstergeleri şekil 5.4.

## 5.2 Hava Kirliliğinin ve Küresel Isınmanın Neden Olduğu Çevresel Problemler



Şekil 5.4: Sanayi döneminde atmosfer üzerindeki insan etkisinin göstergeleri. (URL-33)

Özellikle hava kirliliğine ve dolaylı olarak küresel ısınmaya neden olan çeşitli insan faaliyetlerinden ötürü özellikle endüstri devriminden bu yana büyük çaplı çevresel felaketler yaşanmıştır. 2003 yılı Avrupasında hissedilen sıcaklıkların sağlığı tehdit edecek boyutlara ulaşmasından ötürü 40bin civarı insan ölümü gerçekleşmiştir. Tabi ki küresel ısınma ve hava kirliliğinin onlarca neticesinden yalnızca biri bile ölümlü felaketlerin yaşanmasına neden olabilmektedir.

Bu nedenle doğal ve yapay havalandırma sistemlerinin kurulması, özellikle yaşlı ve hasta insanlara yönelik planlamaların yapılması elzemdir. Değişen iklim şartlarının beraberinde getirdiği aşırı hava olayları sel baskınlarına, kuraklıklara, fırtınalara, kasırgalara ve orman yangını gibi olaylara neden olmaktadır. Tabiki yaşanan her felaket hava kirliliğinin artmasına ve dolaylı olarak küresel ısınmanın hızlanmasına neden olmaktadır. Hava kirliliğinin beraberinde getirdiği sağlık problemleri de bir diğer önlem alınması gereken konunun başında yer almaktadır. (Hava kirliliğinin etkileri şekil 5.5)



**Şekil 5.5:** Hava Kirliliğinin Etkileri (URL-34)

Son yüzyıl dikkate alındığında hava kirliliği sonucu yaşanan sağlık problemlerinde ciddi artışlar olduğunu gözlemlemekteyiz. Hava kirliliğinin artması sonucu özellikle solunum sistemi hastalıkları, kardiyovasküler sistem bozuklukları, sinir sistemi hastalıkları, ürinir ve sindirim sistemi hastalıkları meydana gelmektedir. İklim değişikliğinin neticeleri gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde daha fazla hissedilecektir. Nüfus yoğunluğunun fazla olması, ekonomik imkan ve düzeyin düşük olması, besin tedarikinde güçlükler yaşanması, gelir dağılımında ki eşitsizlikler, mevcut olan sağlığı koruma bilincinin düşük olması ortaya çıkacak olan neticelerin artmasına neden olacaktır.

Hava kirliliğinin neden olduğu çevresel felakete en büyük örneklerden biri Londra'da 1952 yılında yaşanan sis felaketidir. Isınma ve enerji üretiminde kullanılan düşük maliyetli, geridönüşümsüz kaynaklar, ulaşımda insan sağlığı için son derece zararlı olan kurşun içeren yakıtın kullanılması, elektrikli toplu ulaşım araçlarının kaldırılıp mazot ile çalışan araçların kullanımı bu felaketin yaşanmasına neden olmuş ve üst solunum yolu rahatsızlığı gibi benzer rahatsızlıklardan dolayı 1 hafta içinde 5 bin 1 sene içerisinde 12 bin insanın ölümüne yol açmıştır. Olaydan dolayı hastalananların sayısı ise 100 bini bulmuştur. Londra'da yaşanan ölümcül sis felaketi şekil 5.6. (Klein, 2018)



**Şekil 5.6:** Londra'da Yaşanan Ölümcül Sis Felaketi (URL-35)

Hava kirliliğinin neden olduğu bir diğer problem ise asit yağmurlarıdır. Asit yağmurları enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan fosil yakıtlar sonucu meydana gelmektedir. Yakılan fosil yakıtlar azot ve kükürt gazlarını açığa çıkarır bu gazlar bulutlarda ki su buharıyla tepkimeye girmesi sonucu sülfürik asit ve nitrik asit gazlarını meydana getirir ve yağmur, kar yağışı vasıtasıyla yeryüzüne iner. Normal yağış pH seviyesi 7 ile 5,6 arasındır. Fakat bu değerler atmosferdeki kükürt ve azot gazlarının etkisiyle asidik özellik kazanır ve çevresel felakete neden olmaktadır. (Asit yağmurlarının oluşumu şekil 5.7) (Balta ve İlhan ve Rasan 2019).

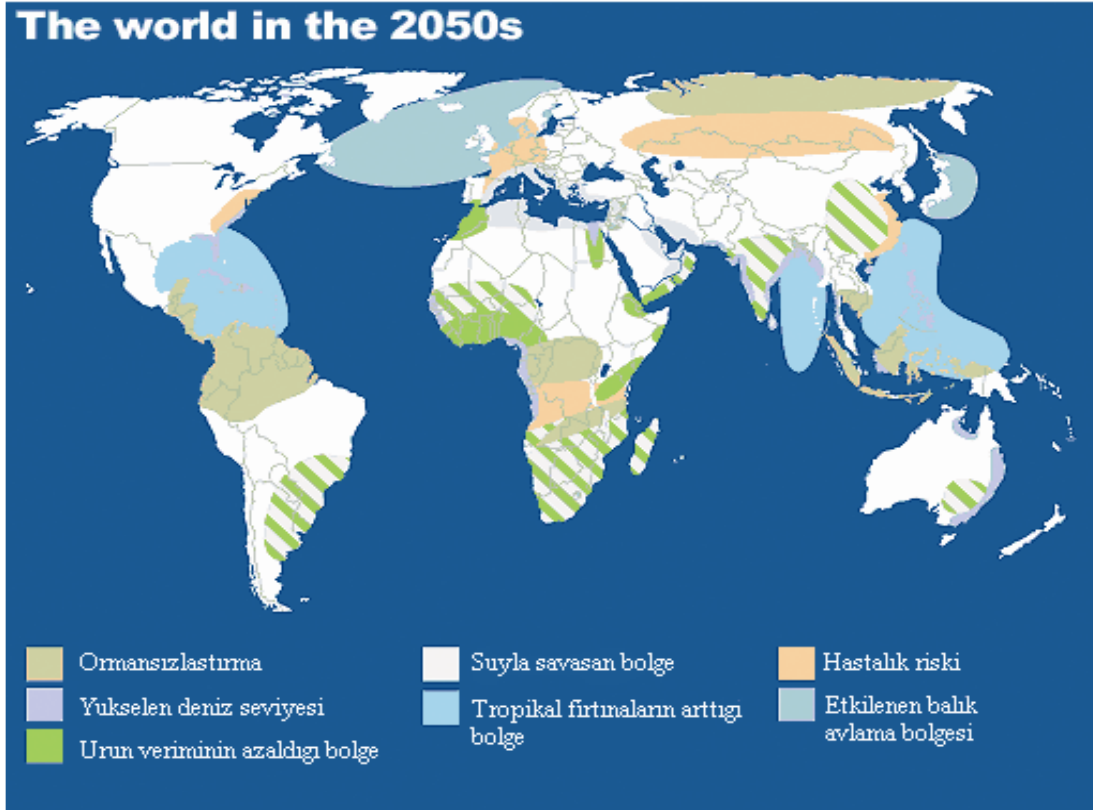


Şekil 5.7: Asit Yağmurları Nedeni (URL-36)

Asit yağmurların toprakla buluşmasının ardından öncelikli olarak toprağın zirai verimi azalır aynı zamanda yağmur ile birlikte toprağa inen zararlı maddeler toprağın yapısını asitik hale getirir bu maddeler aynı zamanda toprakta çözünemediği için besin zinciri yada içme suyu yoluyla bu topraktan beslenen diğer canlıların vücuduna geçmektedirler. Özellikle 4.6ph'dan daha asidik yağmur suları deniz canlılarının yaşamını tehdit etmektedir. Besin zincirinin en üstünde yer alan insanlar için ise asit yağmurlarına mahrum kalan mahsullerin tüketilmesi deri hastalıklarından, guatra, ülser ve kronik bronşite kadar bir çok hastalığa neden olabilmektedir. (Kızıloğlu ve Bilen, 2000). Küresel ısınma bugün günümüz ekosistemini tehdit etmekle birlikte aynı tedbirsizlik ortamı devam ettiği sürece gelecek on yıllarda etkisini ve tehditini arttıracaktır. Önümüzdeki yüzyılda gezegenimiz 1,40-5,80 arası ısınması beklenmektedir. Küresel ısınmanın etkisinin artmasıyla bugün yaşadığımız problemleri çok daha aşırı şekilde görebileceğiz.

Bundan yalnızca 10 yıl kadar sonra özellikle ekvator çevresinde ülkelerde kuraklık etkisini ciddi şekilde göstermeye başlayacak ve su sıkıntıları baş gösterecektir. 2050'li yıllara geldiğimizde ise iklim mültecisi kavramı sıklıkla duyulmaya başlanacak ve verimsiz kurak hale gelen topraklar bölge insanını gıda ihtiyacını karşılayamadığından ötürü insanlar göç etmek zorunda kalacaktır.

Kutup buzullarının hızla erimesi sonucunda birçok sahil şehri sular altında kalacak,orman yangınlarında artış yaşanacaktır.Ekosistem döngüsünün bozulmasından ötürü çıkan orman yangınları,aşırı doğa olayları hava kirliliğinin daha da güçlü bir şekilde hissedilmesine neden olacaktır.Yalnızca 2050 yılına gelindiğinde dünya üzerinde bölgelere göre insanların yaşayacağı problemler resmedilmiştir şekil 5.8.



Şekil 5.8: 2050 yılında Dünya (URL-37)

Bundan 50 yıl sonra ise dünya nüfusunun neredeyse yarısının küresel ısınmanın etkileriyle yoğun mücadelesi içersinde olacağı öngörülmektedir.Ekosistemdeki problemler yalnızca insanları değil bir çok hayvan türünüde etkileyerek hayvan nesillerinin yok olmasına neden olacaktır.Ülkemiz ise 3 tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen yoğun bir kuraklığın etkisi altına girecektir.Deniz ekosistemi küresel ısınmadan en çok etkilenecek alanların başında gelmektedir. Artan nüfus,sanayileşme,ekonomik kalkınma hareketleri yani aslında tüm tüketim alanlarının artması sonucu küresel bazda suya olan talep yılda %1 oranında artmaktadır.

Ne yazık ki küresel su döngüsü anormalleşmeye devam ettiğinden az yağış alan yerler kuraklaşacak yağış alan alanlar ise bol yağışlı alanlara dönüşecektir.Yapılan araştırmalar göstermektedir ki 2050 yılında suya duyulan ihtiyaç %50-60 oranında artacaktır.Bu nedenle balıkçılık ve balıkçılık ekonomisi büyük zarar görecektir.Küresel çapta olduğu gibi ülkemizde daha sıcak ve kurak bir iklim hakim olacaktır.Bu durum haliyle havalandırma ve soğutma için gerekli olan enerji miktarını arttıracaktır.Sıcak günlerin birlikte getirdiği sağlık problemleri çokça hissedilmeye başlanacaktır.Artan kuraklık ve sıcak iklim şartları yer altı su kaynaklarını kurutacak yetersiz sulama nedeniyle tarım faaliyetleri büyük zarar görecektir.Ülkemiz büyük şehirlerinin çoğu deniz kenarında yer almaktadır.Bu şehirler hem turistik,hem sanayi anlamında önemli alanlardır.Deniz ve okyanus sularının yükselmesiyle birlikte kıyı kesimler sular altında kalacaktır.Şekil 5.9'da denizlerin yalnızca 10 metre yükselmesi durumunda sular altında kalabilecek alanlar gösterilmiştir.

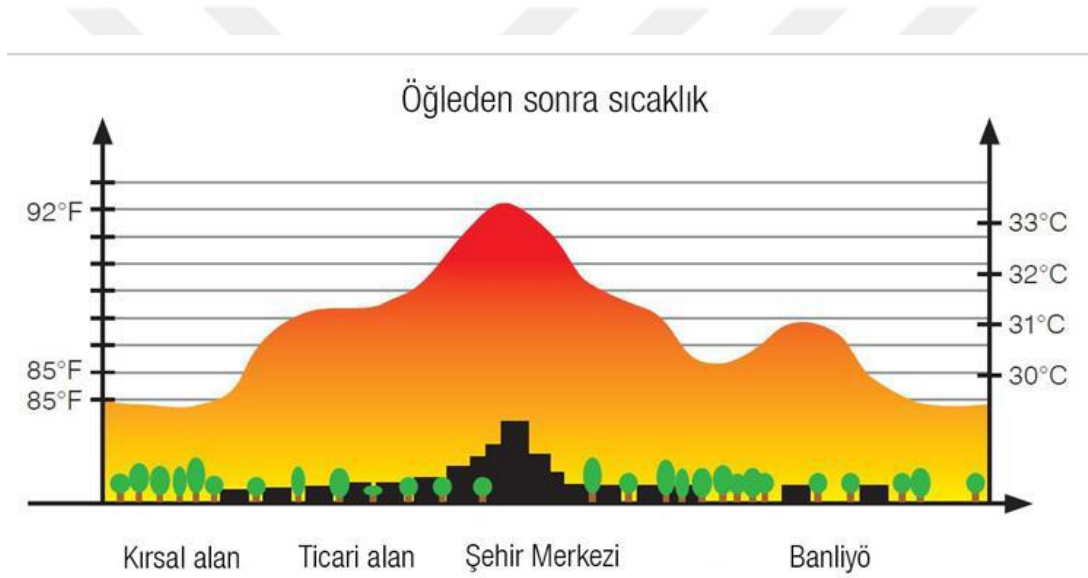


Şekil 5.9: Su yükselmesinden etkilenecek alanlar (URL-38)

### 5.3 Yeşil Çatıların Hava Kirliliği ve Küresel Isınma İle Mücadelede ki Etkileri ve Önemi

Küresel ısınma ve hava kirliliğinin neticelerine karşı alınabilecek en doğal ve en basit yöntem yeşil alanların artırılması bu sayede ekolojik sistem döngüsünün sağlıklı bir şekilde işleyebilmesini mümkün hale getirmektedir.Fakat bu öneri gerçekleşmesi pekte mümkün olmayacağından yeşil alanların yapıların üstünde yer alması bize hem yapıda hem yapının bulunmuş olduğu alanda birçok avantajı beraberinde getirmektedir.

Elbette yapıları yeşil çatı ile kaplamak hava kirliliği ve küresel ısınmanın yaratacağı tüm neticeleri engelleyemez.Küresel ısınma ve hava kirliliği ile alakalı alınacak önlemler öncelikli olarak nüfus yoğunluğu fazla olan kentlerden başlaması elzemdir.Bunun nedeni ise sera etkisine neden olan CO2 emisyonunun %80'lik kısmı kentlerin enerji,ulaşım ve diğer tüm faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.Dünya üzerindeki nüfusun 7 milyara yakın olduğu tahmin edilmekte ve bu nüfusun yarıya yakın bir kısmı küçük ve büyük ölçekli kentlerde yaşamaktadır.Nüfus artışı yeşil alanları yok ederek yerini geçirimsiz sert zemine bırakmaktadır.Değişen iklim koşullarıyla birlikte yaşanan aşırı iklim olayları kent yaşam konforunu etkilemektedir.Kentsel alanlarda ki ısı farklılıkları hissedilebilir düzeydedir(Şekil 5.10)



Şekil 5.10: Şehir merkezi ve Kırsal Alan Isı Farkı (URL-39)

Bitkiler en doğal hava filtre sistemleridir havadaki yabancı ve kirliliğe neden olan partikülleri kendi içerisinde parçalayabilirler.Ayrıca buharlaşma ile dolaylı soğutma sağlayarak yüzey sıcaklıklarını düşürürler,fotokimyasal reaksiyonların oluşumunu engelleyerek hava kirleticilerininide dolaylı olarak azaltılmasında büyük rol oynarlar.Yüzeyin serin kalması hissedilen sıcaklığın azalmasına neden olur bu durum soğutma sistemlerinin daha az kullanılmasına neden olacağı için enerji ihtiyacı ve bununla birlikte enerji maliyetinde azalmış olur.



Yeşil çatıların sağladığı yalıtım ısınma için yakılan geri dönüşümsüz kaynakların kullanımını azaltacağı için NO<sup>x</sup> emisyonunda azalmasına neden olacaktır yalnızca bu yalıtımın getirisi olarak günde 350 tona kadar daha az kömür kullanmak mümkündür.Günde 350ton daha az kömür kullanımı NO<sup>x</sup> kaynaklı sis oluşumunu %10 oranında azaltacaktır.

Chicago'da yapılan bir araştırmada mevcut yeşil çatıların havada ki kirleticileri 85kg/ha'ya kadar önleyebildiği görülmüştür.Bitkilerin en aktif olduğu mayıs ayında filtrasyon sistemi en yüksek seviye ulaşırken Şubat ayında en düşük seviyeye gerilemektedir.Tüm Chicago intansif yeşil çatılar ile kaplanması üzerine yapılan hesaplama göre 2bin ton/ha oranında kirleticinin tutulacağı öngörülmektedir.Tabi ki böyle bir işlemin maliyetini 10 milyarlarca doları bulacaktır.(Koca,2017)Başka bir örnek olarak Washington'da altyapı olarak uygun binaların %20'sine yeşil çatı uygulaması yapılması durumunda 17bin sokak ağacı ile aynı miktarda hava kirliliğinin önlenebilecektir.Ancak yaklaşık olarak 20m<sup>2</sup> bir ekstansif yeşil çatı ile orta boy bir ağaç aynı oranda filtrasyon sağlayabilir.Fakat bu büyüklükteki bir yeşil çatının maliyeti ile orta boy bir ağacın maliyeti karşılaştırılamayacak kadar farklıdır.Tabi ki yeşil çatılar yalnızca filtrasyon sistemi olarak düşünülmemelidir uzun vadede hem yapıya hem çevreye daha fazla olumlu etki getirecektir.25m<sup>2</sup>'lik yaprak yüzeyi insanın bir saatlik O<sup>2</sup> ihtiyacını giderebilmektedir.Ortalama ağaçlı bir cadde de havada 1m<sup>3</sup> hava da 1000 ile 3000 arası toz zerresi bulunabilmektedir tabi ki ağaçsız ve yeşilliksiz sokak yada caddelerde bu sayı 3-4 kat daha fazladır. 2dönüm çim alan 4tona kadar zararlı partikülü tuttabildiği tahmin edilebilmektedir.Tabi ki geniş yapraklı bitkiler otsu bitkilere göre daha fazla toz tutucu özelliğe sahiptirler.Kalabalık şehir ortamında ki hava kırsal bölgelere göre daha kirli olduğundan şehirlerde yeşil alanların önemi daha da artmaktadır.Yeşil çatılar sahip oldukları bitki örtüsüne ve bulunduğu bölgedeki rüzgar durumuna göre m<sup>2</sup> başına 200g ile 2kg arası toz tutabilmektedir.Bitkiler yalnızca karbondioksiti işleme tabi tutmakla kalmayıp aynı zamanda formaldehit,benzen ve havada ki mikropları da yok etmektedirler ve bu sayede soluduğumuz havanın daha sağlıklı olmasını sağlamaktadırlar.Örneğin Boston eğreltiotu bitkisi alerjiye neden olan kimyasalların %90'ına yakın kısmını imha etmektedir.(Koca,2017)

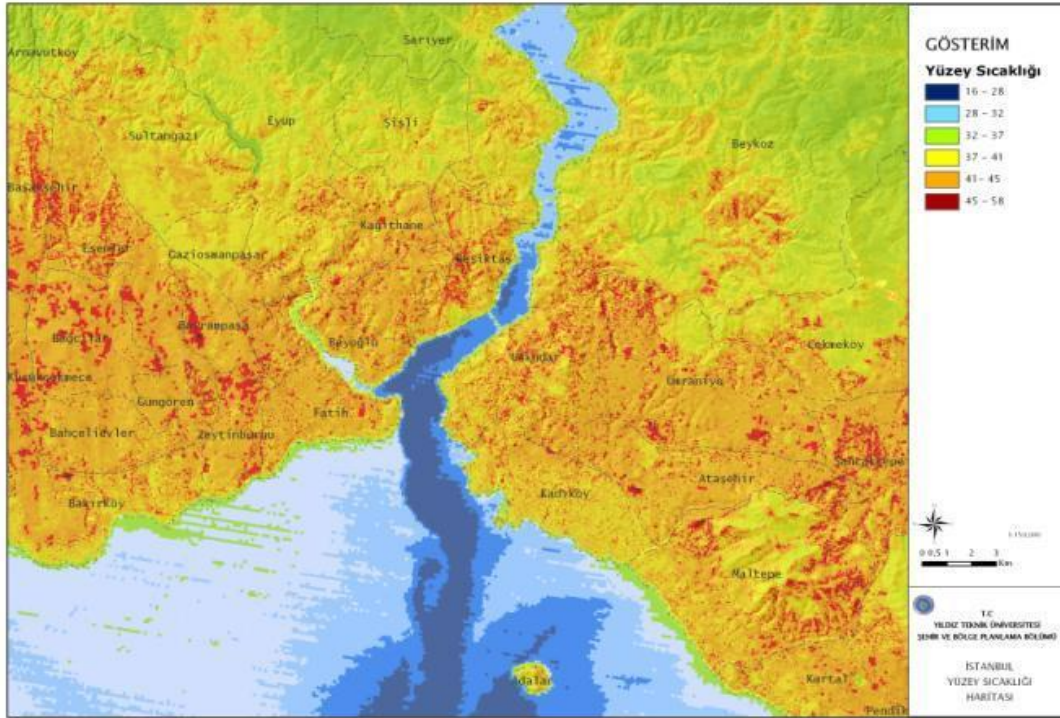
Özellikle deniz kenarında kurulu kentler güçlü rüzgarlara maruz kalırlar bu rüzgarlar kent içine girdiğinde sert yüzeylerde birikmiş olan toz rüzgar ile birlikte taşınır.Yalnızca şehrin tozu değil zaman zaman arap yarımadasından taşınan çöl kumlarında rüzgarlarla birlikte taşınır bu toz insan sağlığı için son derece zararlı olabileceği gibi ciddi rahatsızlıkların oluşmasına neden olur.Çöl tozu fırtınaları ve yağmurları ulaşım,iletişim ve sağlığımızı tehdit ediyor olsa dahi barındırdıkları mineraller sayesinde yeşil alanların gelişimi için büyük katkı sağlamaktadır.Bu durum bize açık ve net olarak yeşil çatılara sahip olan bir kent çöl tozlarının zararlı etkilerinden kurtulurken bizim için bu zararlı durum bitkiler için bir avantaja dönüşebilmektedir.Çöl kumlarının neden olduğu toz felaketleri şekil 5.11.



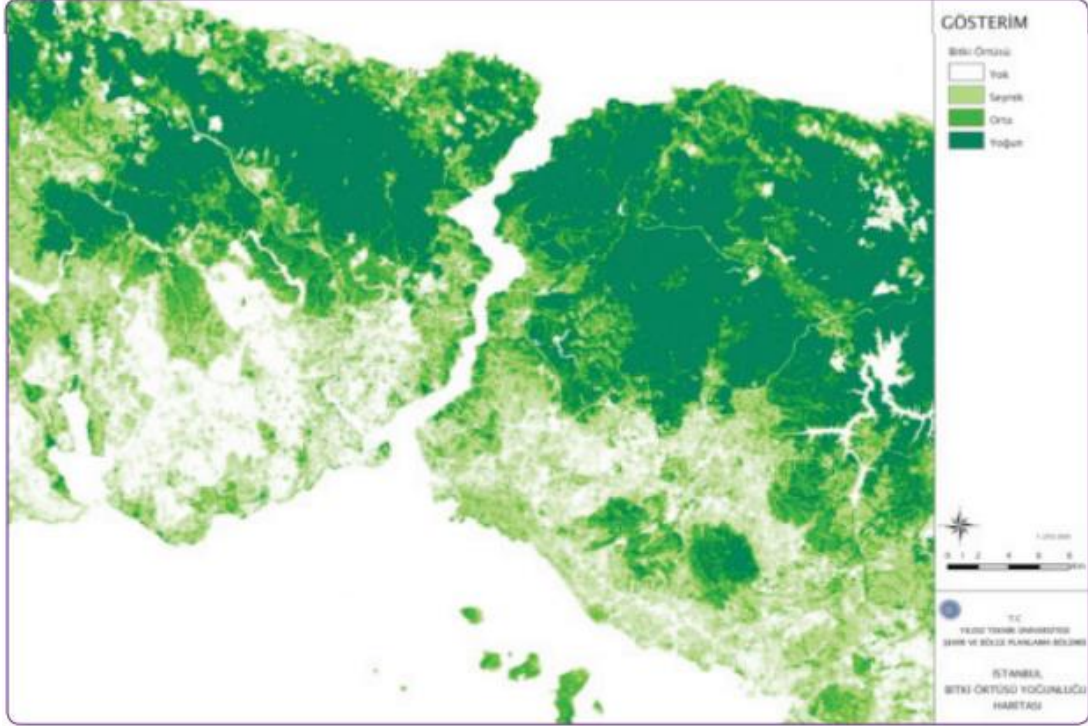
**Şekil 5.11:** Toz Fırtınası (URL-40)

Geleneksel çatı malzemelerinin yüzeyi yaz aylarında özellikle aşırı ısınır ve ısının büyük bir kısmı yapının alt katlarına iletilir.Sert zeminler ve yüzeyler gün içerisinde ısıyı hapseder ve gece ısıyı dağıtırlar bu durum kentin çevresinde bir ısı adası oluşmasına neden olur. Yapılan araştırmaya göre Toronto kentinde ki çatıların yarısının yeşil çatı sistemi ile kaplanması kent merkezinde hissedilir sıcaklığı 2-3°C düşürebileceği tespit edilmiştir.Yeşil çatıların buharlaşma ve yansıtıcılık özelliği hissedilir sıcaklığın düşürülmesinde önemli bir rol oynar.

Ortalama büyüklükte bir ağaç günde 450 litre suyu nem olarak dışarıya salmaktadır. Bu buharlaşma ortalama 900 bin KJ enerjiye eşittir. Bu buharlaşmanın sağladığı soğutmayı elde edebilmek için 10 bin KJ'lık 5 adet klimanın 19 saat boyunca çalışmasına denk olduğunu görmekteyiz. Fakat yapay havalandırma sistemleri yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarını kullanır fakat ağacın suyu neme çevirmesi olayı ise ekolojik sisteme ek bir yük getirmeyeceğinden dolayı çok daha sürdürülebilir bir soğutma sağlamaktadır. Tüm bu kazanımın yalnızca bir yapının çatısında değil de tüm kent boyutunda düşünüldüğünde sağlanan enerji tasarrufu ülkenin enerji sarfiyatında ciddi bir tasarruf kalemi olabileceğini göstermektedir. (Yeang, 2006) Aşağıdaki görsellerde yapılaşmanın olduğu alanlar ve yeşil alanlar resmedilmiştir. Görsellerden anlaşılacağı üzere yeşil alanlardan mahrum kalan alanlarda kentsel ısı adaları oluşmuştur. (Şekil 5.12 ve şekil 5.13)



Şekil 5.12: Yüzey sıcaklığı haritası (URL-41)



Şekil 5.13:Bitki Örtüsü Haritası (URL-42)

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki insanın hayatı boyunca ürettiği hava kirliliğini dengelemek için ortalama 300 ağaç gerekmektedir.Şekil 5.12’de görüldüğü gibi yapılaşmanın yoğunlaştığı bölgede yeşil alanların azaldığı yer yer tamamen yok olduğu görülmektedir.

Yoğun yapılaşma bölgeleri denilince sırasıyla akla bolca sert ve geçirimsiz yüzeyler,yaya ve araç trafiği,trafiğin ve insan popülasyonunun neden olduğu gürültü,rekreasyon alanlarının yetersizliği gelmektedir.Yalnızca otomobiller dünyadaki küresel ısınmanın %21’den sorumludur.1850-1900 yıllar arası egzoz kaynaklı kurşun salımları 20bin ton seviyelerindeyken 1980’lerin sonuna geldiğimizde bu oran 430bin tona kadar çıkmıştır.Ardından gelişen teknoloji sayesinde 2000lerin başında 300bin tona kadar gerilemiştir.Günümüzde artan emisyon standartları neticesinde hibrid otomobiller ve hatta elektrikli otomobillere geçiş başlamıştır.Fakat hiçbir önlem yada gelişme doğal olan önlemlerin yerini alamayacaktır. (Yeang,2006)

## 6. SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Esas olarak çevremizdeki yapaylık ve inorganiklik durumu gün geçtikçe artmaktadır. Bu konuda ele alınan nokta ekotasarımcıların bu durumu dengelemeye çalışması gerektiğidir. İnorganik ve organik içeriği dengelemeye çalışmak bozulmuş olan yaşam çevremizin rehabilitasyonu için son derece önemlidir. Yeşil alanların toplam dünya toprak kütlelerine oranı her ne kadar %40 dolaylarında olsada bu miktar hızla azaldığından ötürü alınabilecek her türlü tedbir büyük önem arz etmektedir. Öyle ki daha yaşanılabilir olması adına tüm yapay çevre doğanın bir parçası gibi görünmelidir. Bitkiler buldukları çevreye fotosentez yoluyla oksijen üretir, karbondioksiti emer, suyun akışını denetler, suyu süzer, ekosistem için besin üretir, havayı filtre ederek hava kalitesini yükseltir. Dengeli bir yapay çevre oluşturmak adına tüm işlevleri çevremize kazandırmamız gerekmektedir. Bu doğrultuda yeşil çatı sistemleri inorganik ve organik dengenin sağlanmasında kullanılabilir en akılcı sistemlerin başında gelmektedir. Yoğun trafiğin ve hava kirliliğinin olduğu kalabalık semtlerde büyük metrekarelere sahip yapıların çatısını yeşil alanlar olarak değerlendirmek yalnızca ısı adası etkisini azaltmayacak aynı zamanda küresel ısınmanın etkilerini de azaltmaya yardımcı olacaktır. Olayın özüne inildiğinde zaman neticelerini felaketler ile yaşadığımız küresel ısınma ve hava kirliliği için alınabilecek en büyük tedbiri denge olarak özetleyebilir 10m yüksekliğinde ve 6m tac genişliğine sahip bir ağacın yılda 160 kg karbondioksiti emebildiği tahmin edilmektedir. Her ne kadar aynı etkiyi sağlayacak bir ağaç popülasyonu ve yeşil çatının maliyeti karşılaştırılmayacak kadar yeşil çatının aleyhine olsada ağaçlar büyüme, gelişim süresince havadaki karbondioksiti emerler. Ağaçların büyüme hızları yavaşladıkça karbondioksiti emme hızları da yavaşlayacaktır. Ağaçlar öldüklerinde ise karbonlarını karbondioksit olarak atmosfere bırakırlar bu durumda ağaçlardan sağlanan yararın sürdürülebilir olması ve sonsuza kadar sürmesi adına yeşil çatı sistemlerinin kullanılması önemlidir. Çünkü yeşil çatıda kullanılan tüm bitkiler sürekli kontrol altında olacağından en verimli halde bir yeşil alan alan popülasyonu sağlamak mümkün olacaktır.

Ayrıca yapılan araştırmalar göstermektedir ki bir ekosistemde ki çeşitlilik sayısı, insan faaliyetleri ve endüstriyel süreçlerin neden olduğu karbondioksit ve nitrojen emisyonunu o kadar iyi bir şekilde absorbe edebilmektedir.

Küçük ve orta ölçekli yapılarda uygulanan yeşil çatı sistemleri yapıyla orantılandığında beklenen etkiyi verebildiği halde yüksek katlı yapılar için aynı etkiyi yakalamak çok daha zor hale gelmektedir. Biyokütlenin dengelenmesi adına yüksek katlı yapı çevresindeki küçük ve orta ölçekli yapılar da yeşil çatı sistemlerinin kullanılması çok büyük önem arz eder. Her ne kadar günümüzde artan çevre bilinciyle birlikte yüksek yapıların bazılarının yeşil yapı sertifikasyonuna sahip olduğunu görsekte bu sertifikasyon sistemlerinin yapının yalnızca kendi içinde değerlendirilmesi sonucunda verildiği gibi bir değerlendirme yapmak mümkündür. Özellikle bu yapıların çevresinde alınacak tedbirler çok daha büyük önem taşımaktadır. Yüksek yapıların cam yüzeyleri ve sert zemin tüm alanları hissedilen sıcaklık artışının artmasına neden olmaktadır. Bu durumu düzeltmek ve dengelemek adına yeşil alan kullanımı arttırmalıyız fakat kalabalık şehirlerdeki alan kıtlığından ötürü bu dengeleme işlemini çevre yapıların sahip olacağı yeşil çatılarla mümkün hale gelebilir. Tamamen kuru olan bir yarı yoğun bitkili yeşil çatı sisteminde şiddetli bir yağışın bile boşaltımı neredeyse 1 saati bulabilmektedir. Yıllık bazda bakıldığında toplam drene edilen yağmur suyu yarı yarıya azalmaktadır. Bu durum alt yapısı özellikle zayıf metropollerde yaşanabilecek bir sel felaketinin önlenmesinde büyük fayda sağlamaktadır. Ayrıca küresel ısınma ve hava kirliliğinin nedenleri yeşil çatılar tarafından zaten absorbe edildiğinden neticelerinin yaratacağı çevresel felaketlerde minimize edilmiş olacaktır.

Bu araştırma konusu istanbul özelinde bir konu olmamakla birlikte istanbul sahip olduğu insan ve araç nüfusu ,sanayileşme ve büyüme oranları diğer plansız şehirlere göre çok daha büyük olduğundan şehrin hava kirliliğine ve küresel ısınmaya olan etkilerini gözlemlemek ve değerlendirmek çok daha kolaydır. Daha çevreci görünebilmek için özellikle yüksek katlı yapılar sertifikasyon sistemlerine başvurmaktadır. Fakat teoride sahip oldukları çevreci özelliklerin uygulamada çokda gerçekçi olmadığı söylenebilir. Bunun en büyük nedeni plansız kentleşmenin içerisinde yer alan yüksek katlı yapılar alt yapıya ve ulaşımaya büyük yük getirmektedir. Sürdürülebilir tedbirler özellikle İstanbul gibi metropolden megalapole doğru evrimleşmiş şehirlerde çok daha büyük önem arz etmektedir.

Toprak ve üzerindeki yeşil alan kaybedilen faunanın geri dönmesine katkı sağlamaktadır.Sertifikalı diğer yüksek yapılar ise çok daha fazla toprak zeminin sert zemine dönmesine neden olmaktadır.Şehrin hakim rüzgar yönlerine etki etmektedir.Bu yapılar ardından kalan az katlı yapılar bu nedenle yaz aylarında yapay soğutma sistemlerini daha çok kullanma ihtiyacı duymaktadır.

Ülkemiz de elbette bir tedbir olarak kişi başına düşen yeşil alan miktarı 3194 sayılı İmar kanunu ile belirlenmiştir.Yapılan en son değişiklikler ile birlikte kişi başı alan 10m<sup>2</sup>/kişi olarak belirtilmiştir.Bu oran gelişmiş ülke statüsündeki ülkelerin çok gerisinde kalmasına rağmen ne yazık ki metropollerimizde bu oranı bile yakalamak mümkün değildir.Örneğin Amerika için belirlenen oran 250/ha yine İngiltere’de 40m<sup>2</sup> standartı benimsenmiştir.Almanya Stuttgart’ta 153m<sup>2</sup>/kişi,İsveç Stockholm’de 107m<sup>2</sup>,Amerika Washington’da 50m<sup>2</sup>’dir.Fakat ülkemiz metropollerinde ise Ankara 2,3m<sup>2</sup>,İstanbul 2,1m<sup>2</sup>,İzmir de ise 2,8m<sup>2</sup>dir.Bu oranlar göz önüne alındığında şehrin yeşil alanlarının çoğunu kaybettiği görülmektedir.Betona dönen yeşil alanların tekrar yeşil alanlara dönüşme ihtimali çok düşük olduğundan belirli m<sup>2</sup> üzerinde kapalı alana sahip konut projelerine yeşil çatı zorunluluğu getirilmesi bir tedbir olarak alınabilir.(Onsekiz,2019)

Sonuç olarak aslında yeşil çatılar bilişsiz,plansız ve yarınları düşünmeden yapılan tüketimlerin,harcamaların neden olduğu problemleri çözmenin onlarca yolundan yalnızca birtanesi olarak düşünülebilir.Yeşil çatı uygulamaları yalnızca yarınları kurtarabilmek için bugünden almamız gereken tedbirlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.Konuda gösterilen veriler ışığında hergeçen gün keşkemekeş durumun giderek daha da arttığı şehirlerde biraz olsun doğal havayı teneffüs edebilmek için yeşil çatılara nedenli muhtaç olduğumuz ortaya koyulmaya çalışılmıştır.Dünya üzerinde ki örnek yapılarda bu tedbirin aslında uygulanabilir bir sistem olduğunu ortaya koymaktadır.





## KAYNAKÇA

- [1] Arslan F., (2014), “Türkiye’de Sürdürülebilir Doğal Kaynak Kullanımı Arayışlarına Bir Örnek: Yeşil Binalar”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2(1), 288-304.
- [2] Çepel, N., 2003: Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri, Tübitak Popüler Bilim Kitaplar.
- [3] Ekşi M., Rowe D. B., (2014), “Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri ve Kentsel Tarım Olanakları”, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye, 3-4 Nisan.
- [4] Emür S.,(2019), "Kentsel Yaşam Kalitesi Bileşenleri Arasında Açık ve Yeşil Alanların Önemi",Erciyes Üniversitesi,Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,Kayseri
- [5] Erkul E.,2012, Yeşil Çatı Sistemlerinin Yapım Açısından İrdelenmesi,Dokuz Eylül Üniversitesi
- [6] Gault M.,2009,Acros Fukuoka's Step GARDEN.
- [7] Hake, A. (2007). Promoting Sustainable Green Roofs Through Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Manhattan, Kansas: Kansas State University, Department of Landscape Architecture, Regional and Community Planning, College of Architecture, Planning and Design, The Degree of Master of Landscape Architecture.
- [8] Hemstuck, B. (2010). Living Roof Case Study; Vancouver Convention Centre. SAB Mag (Sustainable Architecture & Building Magazine), 15 Ağustos 2011, <http://www.sabmagazine.com/blog/2010/03/11/21-living-roof-case-study/>.
- [9] Karaosman S.K., (2002), “ Yeşil Çatıların Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi”, Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu
- [10] Koca A.,(2017),Yeşil Çatı Sistemlerinin Sürdürülebilir Kent Yaşamına Etkilerinin Değerlendirilmesi,Yüksek Lisans Tezi,Gebze Teknik Üniversitesi
- [11] Koç Y.,Gültekin A. B.,2010,Yeşil Çatılar ve Türkiyedeki Uygulamaları,Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu,İzmir
- [12] Klein C.,(2018)"The Great Smog of 1952",1 Haziran 2019", [www.history.com/news/the-killer-fog-that-blanketed-london-60-years-ago](http://www.history.com/news/the-killer-fog-that-blanketed-london-60-years-ago).
- [13] Özmen T.,(2019),”Sera Gazı - Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü”,1 Haziran 2019, [www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154\\_50\\_07.pdf](http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154_50_07.pdf).
- [14] Rowe D.B.,2010,Green Roofs as a Means Of Pollutant Abatement”,Env.Pollution .
- [15] Snodgrass E.C.,2006,Green Roof Plants,A Resource and Planting Guide
- [16] Söğüt Z.,(2014) ,”Kentsel Çevre Kapsamında Yeşil Çatı ve Cephelerin Değerlendirilmesi”,Çukurova Üni,Ziraat Fakültesi,Peyzaj Mimarlığı Bölümü
- [17] Tabak P.,(2006),Küresel Isınma Nedeniyle Suların Yükselmesi Problemine Karşı Konut Mimarisinde Çözüm Önerilerinin Araştırılması,Yıldız Teknik Üniversitesi

- [18] Tokaç, Tufan, 2009: Bitkilendirilmis atı Sistemlerinde Tasarım Seçeneklerinin Gelistirilmesi, Yayınlanmamıs Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [19] Tosun Karakurt, E., 2009: Sürdürülebilirlik Olgusu ve Kentsel Yapıya Etkileri:  
PARADOKS, Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, (e-dergi),  
<http://www.paradoks.org>, ISSN 1305-7979, Yıl:5 Sayı:2
- [20] Uçurum E.,2007,Sürdürülebilirlikte Ekolojik atının İncelenmesi
- [21] Uzun A.,(2015),“Yeşil atı sistemlerinin su ve enerji dengesi açısından değerlendirilmesi”,İ Orman Fakültesi Dergisi
- [22] Worden E.,2004, “Green Roofs in Urban Landscapes”, Env. Horticulture Department
- [23] Yeang K.,(2006),”Ecodesign”,148-161.



## İNTERNET KAYNAKLARI

- [URL-1]:<https://www.emlaknews.com.tr/haberler/catider-yesil-cati-uygulamalarinin-artmasini-destekliyoruz-281852/>, Erişim tarihi,2018
- [URL-2]: <http://educard.info/green-roof-layers>, Erişim Tarihi,2018
- [URL-3]:<http://www.growinggreenguide.org/technical-guide/design-and-planning/plant-selection/green-roofs/> , Erişim Tarihi,2018
- [URL-4]: <https://www.dogadergisi.com/yesil-bina-peyzaj-mimarligi/> , Erişim Tarihi,2018
- [URL-5]: <https://www.pinterest.com/pin/276478864603545000/?lp=true> , Erişim Tarihi ,2018
- [URL-6] : <http://ditoka.com/green-roof-canada#> ,Erişim Tarihi ,2018
- [URL-7 ]: <https://www.pinterest.com/pin/317996423669524395/> ,Erişim Tarihi , 2018
- [URL-8] : <https://blog.dekoresmentha.hu/2012/02/zold-mezot-tetokre.html>,Erişim Tarihi , 2018
- [URL-9 ]: <http://www.josianeguss.com/2013/11/cuidados-no-dimensionamento-e-na.html>,Erişim Tarihi , 2018
- [URL-10]: [http://intermountainroofscapes.com/wp-content/uploads/2015/01/roof\\_types1.jpg](http://intermountainroofscapes.com/wp-content/uploads/2015/01/roof_types1.jpg)
- [URL-11]:<https://www.ntv.com.tr/turkiye/dikey-bahceler-hayat-kurtariyor,lqO5LHyJWEKjdYptAuVXPw> Erişim Tarihi 2019
- [URL-12]:<https://www.greenroofs.com/2010/05/07/gpw-the-american-society-of-landscape-architects-asla-headquarters/> Erişim Tarihi,2019
- [URL-13 ]: <https://www.hydrotechusa.com/projects/901-cherry-avenue-gap>,Erişim Tarihi ,2018
- [URL-14]:<https://www.gabreport.com/cradle-to-cradle-and-beyond/former-gap-offices-in-san-bruno-california> Erişim Tarihi ,2018
- [URL-15]:<http://www.greenroofs.com/blog/2011/08/12/gpw-acros-fukuoka-prefectural-international-hall/> ,Erişim Tarihi ,2018
- [URL-16] : <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>,Erişim Tarihi ,2018
- [URL-17]:<http://www.greenroofs.com/blog/2011/08/12/gpw-acros-fukuoka-prefectural-international-hall/>,Erişim Tarihi,2018
- [URL-18]:<https://designdautore.blogspot.com.tr/2015/02/green-roof-art-school-in-singapore.html#.WsJupIhubIU> ,Erişim Tarihi,2018
- [URL-19]:<https://designdautore.blogspot.com.tr/2015/02/green-roof-art-school-in-singapore.html#.WsJupIhubIU> ,Erişim Tarihi,2018
- [URL-20] : <https://tr.onduline.com/en/our-tools/picture-gallery/ondugreen-references> Erişim Tarihi ,2018
- [URL-21 ]: <http://prosys.com.tr/projeler/meysan-avm/> Erişim Tarihi ,2018
- [URL-22]: <https://www.e-architect.co.uk/canada/vancouver-convention-centre-west> Erişim Tarihi,2019
- [URL-23]: <https://www.e-architect.co.uk/canada/vancouver-convention-centre-west> Erişim Tarihi,2019
- [URL-24]: <https://www.e-architect.co.uk/canada/vancouver-convention-centre-west> Erişim Tarihi,2019
- [URL-25]: <https://www.e-architect.co.uk/canada/vancouver-convention-centre-west> Erişim Tarihi,2019

- [URL-26]:<https://www.kilsanblog.com/yesil-cevreci-ekolojik/yasayan-catilar-yesil-catilar-kahverengi-catilar/>,Erişim Tarihi,2019
- [URL-27]:[https://www.researchgate.net/figure/Chicago-City-Hall-Green-Roof-Systems-Plan-Weston-Solutions-Final-Report-1999\\_fig2\\_257925924](https://www.researchgate.net/figure/Chicago-City-Hall-Green-Roof-Systems-Plan-Weston-Solutions-Final-Report-1999_fig2_257925924) Erişim Tarihi,2019
- [URL-28]:[https://www.researchgate.net/figure/Chicago-City-Hall-Green-Roof-Systems-Plan-Weston-Solutions-Final-Report-1999\\_fig2\\_257925924](https://www.researchgate.net/figure/Chicago-City-Hall-Green-Roof-Systems-Plan-Weston-Solutions-Final-Report-1999_fig2_257925924) Erişim Tarihi,2019
- [URL-30]:<https://facts.net/wp-content/uploads/2015/05/Sources-of-air-pollution.jpg> Erişim Tarihi,2019
- [URL-31]: <http://www.yildiz.edu.tr/~kvarinca/Dosyalar/Yayinlar/dyayin004.pdf> syf,21 Erişim Tarihi,2019
- [URL-32]: <https://www.tech-worm.com/sera-etkisinin-iklim-degisimine-etkileri/> Erişim Tarihi,2019
- [URL-33]: <https://sites.google.com/site/abclimatechange/home/indicators-of-the-human-influence> Erişim Tarihi,2019
- [URL-34]: <http://www.yenigazeteipsala.com/hava-kirliligi-cocuklardaki-astim-tetikliyor-h1464.htm> Erişim Tarihi,2019
- [URL-35]: <https://storia.me/@HyperNova/12-bin-kisininin-yasamini-4swb2t> Erişim Tarihi,2019
- [URL-36]:<https://www.yenibiyoloji.com/wp-content/uploads/2018/04/asit-ya%C4%9Fmurlar%C4%B1-nedir-nas%C4%B1-lu%C5%9Fur-ve-etkileri-nelerdir.jpg> Erişim Tarihi,2019
- [URL-37]:[https://www.google.com/search?biw=1366&bih=625&tbm=isch&sa=1&ei=sqTtXKGBLdD1kwWr\\_bioBw&q=the+world+in+2050s+sea&oq=the+world+in+2050s+sea&gs\\_l=img.3...25260.25936..26315...0.0..0.223.715.0j2j2.....0....1..gws-wiz-img.aRSiN\\_sUxNY#imgrc=uzDuiizu4cSZkM](https://www.google.com/search?biw=1366&bih=625&tbm=isch&sa=1&ei=sqTtXKGBLdD1kwWr_bioBw&q=the+world+in+2050s+sea&oq=the+world+in+2050s+sea&gs_l=img.3...25260.25936..26315...0.0..0.223.715.0j2j2.....0....1..gws-wiz-img.aRSiN_sUxNY#imgrc=uzDuiizu4cSZkM): Erişim Tarihi,2019
- [URL-38]: <http://flood.firetree.net/> Erişim Tarihi,2019
- [URL-39]: <https://www.byggros.com/se/urban-varmeo-urban-heat-island> Erişim Tarihi,2019
- [URL-40]: <https://i.cnnurk.com/ps/cnnurk/75/650x325/5cc2903a61361f24501fc9ce.jpg> Erişim Tarihi,2019
- [URL-41]: [http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON\\_7\\_2\\_116\\_128.pdf](http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_7_2_116_128.pdf) Erişim Tarihi,2019
- [URL-42]: [http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON\\_7\\_2\\_116\\_128.pdf](http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_7_2_116_128.pdf) Erişim Tarihi,2019

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** :Emir Sultan Demirci  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 18.09.1992  
**E-posta** : emir\_demirci@windowlive.com  
**Yabancı Dili** : İngilizce

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık
- **Yükseklisans** : 2019, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık

### MESLEKİ DENEYİM :

- 2014-2016 Misa Mimarlık
- 2017-2018 Eskiz Mimarlık
- 2019-Fama Grup