

Bir "Ekstensif Yeşil Çatının" Nicel Değerlendirilmesi: İÜ Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı Yeşil Çatı Araştırma Projesi Örneği

9 Nisan 2014 | [TEKNİK MAKALE](#)
[121. Sayı \(Nisan 2014\)](#)

Mert Ekşi İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı
Adnan Uzun Işık Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

1. GİRİŞ

Dünyada şehirlerin toplam nüfusu 20. yüzyılın başında 200 milyon kişiyken (dünya nüfusunun %15'i), 21. yüzyılın başında 2,9 milyar kişiye (dünya nüfusunun %50'si) ulaşmıştır [1]. 19. yüzyılın sonlarından itibaren yerkürenin ortalama yüzey sıcaklığındaki artış nedeniyle küresel ısınma gittikçe önem kazanan bir konu olmaktadır.

Kentsel alanlarda oluşan ısı adası etkilerinin azaltılması ve kentte yaşayan insanların daha iyi bir çevrede yaşamasında en önemli bileşen yeşil dokudur [2]. 19 yy. başlarında Kuzey Avrupalı kaşifler, uzun ve soğuk kış aylarında oluşan sert koşullarda yaşayabilmek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bunlardan biri de, çatının toprakla kaplanarak üzerine otlar ve diğer bazı bitkilerle sabitlenmesi ve bu sayede ısı yalıtımı sağlanması amacıyla oluşturulan (sod roofs) çayır örtüsü ile kaplı çatılardır [3]. Ekstensif sistemler, "intensif yeşil çatı sistemlerine" göre daha az bakım gerektirmekte ve daha sığ yetiştirme ortamlarına ihtiyaç duymaktadırlar [4-5].

1960'lı yılların başlarında İsviçre'de geliştirilen modern yeşil çatı teknolojileri, özellikle Almanya ile birlikte birçok ülkede yaygınlaşmıştır [6]. 1980'li yıllardan sonra çatı bahçeleri, bitki örtüsünü kent alanlarına geri getirme fikriyle inşa edilmiştir [7]. Son yıllarda şehirleşmedeki hızlı artış ve küresel ısınma ile ilgili kaygılar nedeniyle yeşil çatılar ile ilgili akademik çalışmalarda artış gözlenmektedir. Özellikle kuzey ülkelerinde yaygın olan yeşil çatıların kullanılması nedeni, yapılaşmayla kaybedilmiş toprak ya da bitkilerle kaplı alanların, binaların üzerinde bir nebze de olsa yaşatılması olarak açıklanabilir. Bu anlayış, ekolojik yapılar ya da ekolojik mimari kavramlarıyla örtüşmektedir.

Modern çatı bahçeleri bitkilendirme tipine ve planlanan alanın kullanımına bağlı olarak intensif ve ekstensif çatı bahçeleri olarak sınıflandırılabilirler [8]. Bu iki sistemin karışımıyla elde edilen çatı bahçeleri ise yarı-intensif çatı bahçeleri olarak sınıflandırılmaktadır.

Yeşil çatı sistemleriyle ilgili akademik çalışmalar, bu sistemlere öncülük etmekte olan Almanya'da başlamıştır. 1970'li yıllarda Kluge'nin yaptığı bitki ağırlıklı çalışmalar göze çarpmaktadır. Özellikle 1990'lı yılların ortasında Alman Peyzaj Araştırma, Geliştirme ve İnşaat Birliği (FLL) bu sistemlerin standartlarını ortaya koymuştur. Bu çalışmaları takiben bitki türlerine yönelik araştırmalar yapılmış ve daha sonra bina ve kent düzeyinde etkilerini ortaya koyan çalışmalar yaygınlaşmıştır. Dünyada bu konuda önemli araştırmalar yapmış ve yapmakta olan birçok araştırma enstitüsü bulunmaktadır. Bu kuruluşlara örnek olarak Kanada'dan BCIT ve York Üniversitesi, ABD'den Michigan State Üniversitesi Hortikültür Bölümü, Penn State Üniversitesi Yeşil Çatı Araştırma Merkezi, Almanya'dan Hannover Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Enstitüsü, FLL (Peyzaj Araştırma, Geliştirme ve Konstrüksiyon Topluluğu), Green Roof Centre Of Excellence-Neubrandenburg Uygulamalı Bilimler Üniversitesi gösterilebilir. Ayrıca 2004 yılından bu yana dünyanın çeşitli şehirlerinde Uluslararası Yeşil Çatı Kongreleri düzenlenmektedir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar yeşil çatıların kentsel ölçekte önemli faydaları olduğunu ortaya çıkarmıştır [9-15].

Yeşil çatılar günümüzde kent ekosistemine getirdikleri bazı yararlar nedeniyle kullanılmaktadırlar. Bu konuda yapılan bilimsel çalışmalarda yeşil çatıların bina ve şehir ölçeğinde bazı faydalarının olduğu ortaya çıkmaktadır. Yeşil çatıların ekolojik, teknik ve sosyal yararları dünyanın birçok yerinde kabul görmektedir [16].

Bunlar;

- Yüzeysel akış kontrolü ve azaltılması
 - Suyun yeniden kullanımına olanak sağlama
 - CO₂ - O₂ değişimi (Sera etkisini azalma)
 - Kentsel biyoçeşitliliğe katkı sağlama
 - Su yalıtımını koruma
 - Yapılarda enerji giderlerinin azaltılması / yapı ısı yalıtımı
 - Ses yalıtımı
 - Elektromanyetik yalıtım
 - Havadaki partiküllerin filtre edilmesi
 - Sıcaklık düşürme / mikro ölçekte kentsel ısı adası etkisinin azaltılması
 - Ekonomik katkılar
 - Kent içerisinde mikroklima yaratma
 - Kentsel drenaj sisteminin yükünü azaltma
 - Suyun filtrasyonu
 - Estetik/görsel etkiler
 - Yaban hayatına barınak sağlama
- olarak sıralanabilir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

İstanbul iklim koşullarında tipik bir ekstensif yeşil çatının deneysel anlamda incelenebilmesi amacıyla 2010 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı bünyesinde yürütülen bilimsel araştırma projesi kapsamında Yeşil Çatı Araştırma Projesi Gözlem İstasyonu (İÜYÇAP) kurulmuştur. 24 m²lik çatı yüzeyine sahip olan deneme alanında kurulan yeşil çatı (YÇ) ve referans çatı (RÇ) sistemleri üzerinde belirlenen ölçümler gerçekleştirilmiştir.

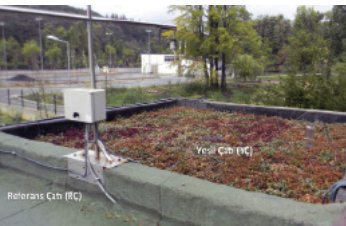
Deneme alanı, İstanbul'un Kuzey kesiminde, Belgrad Ormanları'nın hemen yakınında, deniz seviyesinden yaklaşık 100 metre yukarıda yer almaktadır. Deneme alanı İ.Ü. Orman Fakültesi yerleşkesi içerisinde konumlandırılmıştır (Şekil-1).



Şekil 1. Deneme Alanının (İÜYÇAP) konumu



Şekil 2. Deneme sahasının görünümü



Şekil 3. Çatı yüzeyinin görünümü

2.2 Deneme Sahasının Kurulumu

Çalışma kapsamında, kurulan araştırma istasyonunda 24 m²lik bir çatı üzerinde kurulan yeşil çatı (YÇ) ve referans çatı (RÇ) sistemleri üzerinde belirlenen ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çatı yüzeyi 10,2 m² alana sahip iki çatı oluşacak şekilde birbirinden dikey yönde ayrılmıştır. Bu alanlardan birine tipik bir ekstensif yeşil çatı sistemi (YÇ) kurulmuş, diğerine ise üzeri yeşil arduvaz minerali kaplı su yalıtım örtüsü serilerek, referans çatı (RÇ) sistemi tamamlanmıştır (Şekil 2 ve 3).

Çalışmada kullanılan yeşil çatı sistemi, yurtdışında bulunan deneme sahaları ve yeşil çatı sistemleri hakkında yapılan

araştırmalar sonucu belirlenmiştir. İklimsel özellikler, yeşil çatı sistemlerinin katman dizilişlerinde bazı değişikliklere yol açabilmektedir. Kuzey ülkelerindeki yağış rejimi ile ülkemiz koşulları farklılık göstermektedir. Ilıman iklim kuşağı ile subtropikal iklim kuşağı arasında yer alan Türkiye, coğrafi konumu ve morfolojik özelliklerinden dolayı önemli ölçüde çeşitlilik gösteren bir iklim sistemine sahiptir. Çalışmada belirlenen yeşil çatı sisteminin İstanbul ikliminde sürekliliğinin sağlanması önemlidir.

Akademik çalışmalar, kurak iklimlerde tercih edilecek yeşil çatı sistemlerinin su tutma kapasitesi yüksek, yetiştirme ortamı derin ve kuraklığa toleransı yüksek bitki türlerinden oluşması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yetiştirme ortamındaki derinliğin artması, çatı yüzeyine gelen yükü artıracak gibi aynı zamanda su tutma ve yalıtım etkilerini de artırmaktadır. Yurtdışındaki deneme sahaları incelendiğinde, soğuk bir iklime sahip Kanada’da bulunan BCIT Yeşil Çatı Programı kapsamında kullanılan yeşil çatı sistemi, 75–100 mm’lik bir yetiştirme ortamına sahiptir. Almanya Neubrandenburg Yeşil Çatı Uzmanlık Merkezi’nin araştırma sahalarında 50-100 mm. yetiştirme ortamına sahip deneme sahaları kullanılmıştır. ABD Michigan State Üniversitesi Yeşil Çatı Araştırma Programı’nda kullanılan yetiştirme ortamı 25-100 mm arasında değişiklik gösteren yetiştirme ortamları kullanılmıştır.

Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden elde edilen ve 1974-2004 yıllarını kapsayan 30 yıllık meteorolojik veriler incelendiğinde, araştırma istasyonunun bulunduğu bölgenin İstanbul’da kent içindeki bir ortama göre daha serin, nemli ve yağışlı iklim koşullarına sahip olduğu görülmektedir. İstanbul’un Karadeniz kesimine yakın bir bölge olan Bahçeköy, mevsim normallerinde yıllık ortalama 1176-1268 mm arasında yağış almaktadır. Bu miktar İstanbul ortalamasından (850 mm) yaklaşık 200 mm daha yüksektir.

Yıllık ortalama sıcaklık değerleri de, Bahçeköy’ün İstanbul yıllık hava sıcaklığı ortalamasına (14,6 °C) göre daha serin bir bölge olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular ışığında, çalışmada kullanılan yeşil çatı sistemi 5 ana katmandan oluşmaktadır. Yeşil çatı sisteminin toplam kalınlığı 90-95 mm’dir. Kullanılan yeşil çatı sisteminde, yetiştirme ortamı olarak dünyadaki benzerlerinde olduğu gibi 50-55 mm. kalınlığında tuğla ve kiremit kırığı, pomza ve organik maddeden oluşan özel bir bitki yetiştirme ortamı kullanılmıştır. Bu sistemde, yetiştirme ortamından tahliye edilen fazla su, drenaj levhasına geçerek tutulmakta ve bu suyun fazlası drenaj ortamının altında bulunan su tutucu keçeğe geçmektedir. Her iki ortam suya doyduktan sonra, arda kalan su drenaj tabakası tarafından tahliye edilmektedir. Bu sayede, bitkiler yetiştirme ortamındaki suyla birlikte, alt katmanlarda biriken suyu da buharlaşma yoluyla kullanabilmektedirler.

Araştırma istasyonunda ölçüm işleminin sürekliliğinin sağlanabilmesi için 1,5 KW gücünde fotovoltaik güneş panelleri ve güneş enerjisi sistemi kurulmuştur. Çalışma sırasında elde edilen ölçümler, “İÜYÇAP Veri Kayıt Sistemi’ne otomatik olarak kayıt edilmektedir. Sistemden elde edilen veri tipleri Tablo 1’de belirtilmiştir. Veri kayıt sisteminden elde edilen veriler, günlük (minimum, maksimum, ortalama) ve aylık (minimum, maksimum, ortalama) değerleri içerecek şekilde değerlendirilmiştir.

Çalışma sırasında araştırma istasyonundan elde edilen ölçümler yardımıyla yeşil çatıları etkileyen çevresel bileşenler ile yeşil çatıların binalarla olan ilişkileri hakkında bilgilere ulaşılması hedeflenmiştir. Bunlar;

- Yeşil çatıların yapının ısı yalıtımına olan etkileri, beklenen ve elde edilen enerji tasarrufu
- Yapı ile yeşil çatı arasındaki ısı ve sıcaklık ilişkilerinin ortaya konulması
- Yeşil çatı katmanlarında oluşan sıcaklık etkileri
- Yeşil çatıların kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasındaki etkilerinin belirlenmesi (Kent ortamında güneş yansıtma ve sıcaklık soğurma yeteneklerinin değerlendirilmesi - güneş ışınlarını yansıtma oranları, yüzey sıcaklığı, çevresel faktörlerle ilişkileri)
- Yapının iç ortam kalitesine olan etkileri
- Yeşil çatıların yağış, rüzgar, hava sıcaklığı gibi meteorolojik bileşenlerle olan ilişkileri
- Yeşil çatıların su tutma oranının belirlenmesi
- Tahliye olan su kalitesinin belirlenmesi
- Bitki örtüsünün çatıyı kaplama oranının izlenmesi
- Bulunduğu konumdaki meteorolojik verilerin kaydedilerek, bu değerlerin çatı parametrelerine etkisinin değerlendirilmesidir.

3. SONUÇ

Son yıllarda küresel ısınma ile ilgili gelişen kaygılar, yeşil bina kriterlerinin oluşmasına, ekolojik mimarlık ve sürdürülebilirlik (süreklilik) kavramlarının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Yapılan bilimsel araştırmalar ve sivil toplum faaliyetleri dikkate alındığında, dünyada yeşil çatıların bir kent politikası olarak uygulanması yaklaşımı gittikçe önem kazanmaktadır. Uzun yıllardır Almanya’nın birçok kentinde mevcut olan yeşil çatı politikaları sayesinde, yapılarında yeşil çatı bulunduran kent sakinleri, belediyelerden finansal destek almakta ya da atıksu vergilerinden muaf tutulmaktadır. Aynı zamanda Almanya’nın bazı kentlerinde yeşil çatılar kent ekosisteminde merkezi drenaj sistemleri olarak da görülmektedirler. Kanada’da 2000’li yılların ortalarından itibaren yeşil çatı sektöründeki gelişim ile birlikte 2009 yılında Toronto kenti Kuzey Amerika’da “kentsel yeşil çatı politikasını” yürürlüğe koyan ilk kent olmuştur.

Kurulan araştırma istasyonunda (İÜYÇAP) yeşil çatı sistemlerinin araştırma olanaklarının ülkemiz ölçeğinde geliştirilmesi ve sağlıklı bilimsel veriler elde edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma sırasında elde edilen ilk veriler, yeşil çatıların İstanbul ikliminde bina ve kent düzeyinde bazı yararlarını ortaya koymaktadır. Çalışma süresince yeşil çatının yüzey sıcaklığı en düşük değere sahiptir. Bu durum kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında önemli bir etkidir. Yeşil çatı sistemi üzerinde bulunduğu yapıya belirgin bir ısı yalıtımı sağlamış, altında bulunan katmanları belirgin sıcaklık değişimlerinden korumuştur. Yeşil çatı sistemi yağış sırasında oluşan yüzeysel akış miktarını azaltarak, çatı sisteminden tahliye olan su miktarını 1-5 saat arasında ertelemiştir.

Çalışma sırasında kurulan araştırma istasyonu, İstanbul ikliminde yer alan bir yeşil çatı sistemi üzerinde temel ölçümlerin yapılabilmesi için yeterli boyuttadır. Kullanılan ölçüm sistemleri, detaylı bir veri akışına olanak sağlamaktadır. Tipik bir ekstensif yeşil çatı sisteminin yapıyla ve çevresiyle olan etkileşimleri bu çerçevede belirlenebilmektedir. İlerleyen dönemde, deneme sahasında yapılan veri değerlendirme ve analiz çalışmalarının geliştirilmesi, çeşitliliğin sağlanması ve yeşil çatı sistemlerini oluşturan bileşenlerle ilgili detaylı bilgilere ulaşılması hedeflenmektedir.

Çalışmadan elde edilecek sonuçların, tipik bir ekstensif yeşil çatının İstanbul gibi kentleşme sorunları yaşayan bir şehirde, kent ekosistemine sağlayacağı katkıların belirlenmesine ve bu sistemlerin kentsel politikalar ölçeğinde ele alınarak değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

Tablo 1: İÜYÇAP' Ven Kayıt Sisteminde Edilen Edilen Ven İlişimi

İsim	Adres	Tipi	Etiket	Ölçme Yöntemi	Ölçme Birimi/Oran
1	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
2	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
3	YCI KÜ	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
4	YCI ÇİM	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
5	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
6	YCI YET	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
7	RC 1	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
8	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
9	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
10	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
11	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
12	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
13	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
14	YCI BU YAL	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
15	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
16	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
17	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
18	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
19	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
20	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
21	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
22	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
23	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
24	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
25	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
26	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
27	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
28	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
29	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
30	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
31	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
32	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
33	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü
34	YCI	Yeni Çatma Alanda Baskın Çatı (Yeni Çatma) (Yeni Çatma)	Çatma	%	Temel ölçü

4. KAYNAKLAR

[1] Binyılın Ekosistem Değerlendirme Kurulu Bildirisi, Birleşmiş Milletler, 2005

[2] Ong, B. L., 2003, Green Plot Ratio : an Ecological Measure for Architecture and Urban Planning, Landscape and Urban Planning 63, 2003: 197-211.

[3] Osmundson T., 1999, Roof Gardens: History, Design and Construction, Norton Company, 1999, New York, ISBN: 0-393-73012-3

[4] Dunnett, N. ve Kingsbury, N. 2004, Planting Green Roofs and Living Walls, Timber Press, Oregon, ISBN: 9780881929119

[5] Obendorfer, E. ve diğ., 2007, Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. BioScience. 57(10): 823-834.

[6] Bass B., Baskaran B., 2003, Evaluating Rooftop And Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas, CCAF Impacts and Adaptation Progress Report, Institute for Research in Construction National Research Council, NRCC-46737.

[7] Köhler, M., 2005, Long-term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin. Urban Habitats, 4,1 ISSN: 1541-7115.

[8] Getter, K.L., Rowe, D.B., 2006 The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development. HortScience 41:1276-1285.

[9] Kumar, R. Ve Kaushik, S.C., 2005, Performance Evaluation of Green Roof and Shading for Thermal Protection of Buildings, Building and Environment 40 (2005) 1505-1511.

[10] Santamouris ve diğ., 2007, Investigating and Analysing the Energy and Environmental Performance of an Experimental Green Roof System Installed in a Nursery School Building in Athens, Greece, Energy and Buildings 2001;33(7):719-729.

[11] Fioretti, R., Palla, A., Lanza. L.G., Principi, P., 2010, Green Roof Energy and Water Related Performance in the Mediterranean Climate, Building and Environment, 2010;45(8):1890-1904.

[12] Wong, N.H., Chen, Y., Ong, C.L., Sia, A., 2003, Investigation of Thermal Benefits of Rooftop Garden in the Tropical Environment, Building and Environment 38 (2003) 261-270

[13] Susca T., Gaffin S.R., Osso G.R., 2011, Positive Effects of Vegetation : Urban Heat Island and Green Roofs, Environmental Pollution, 2011:1-8.

[14] Liu, K., 2004, Sustainable Building Envelope – Garden Roof System Performance, RCI Building Envelope Symposium, New Orleans, L.A., 2004:1-14.

[15] Lazzarin, R.M., Castellotti, F., Busato, F., 2005, Experimental Measurements and Numerical Modelling of a Green Roof, Energy and Buildings, 37,12.:1260-1267.

[16] Ngan, G., 2004, Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design. Landscape Architecture Canada Foundation.

[17] Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri, 1974-2004 yılları arasında Bahçeköy Meteoroloji İstasyonu Verileri