

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ ETKİN KENTSEL PEYZAJ TASARIMINDA YAĞMUR SUYU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Esra SERT**

**Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**

**Peyzaj Mimarlığı Programı**

**NİSAN 2013**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ ETKİN KENTSEL PEYZAJ TASARIMINDA YAĞMUR SUYU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Esra SERT  
(502091613)**

**Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**

**Peyzaj Mimarlığı Programı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY**

**NİSAN 2013**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502091613 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Esra SERT** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ENERJİ ETKİN KENTSEL PEYZAJ TASARIMINDA YAĞMUR SUYU** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Doç. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL** .....  
İstanbul Üniversitesi

**Öğr. Gör. Dr. Meltem ERDEM** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **17 Aralık 2012**  
**Savunma Tarihi :**      **5 Nisan 2013**



*Aileme ve yol arkadaşlarıma,*



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca hep yanımda olan, tanımayı bir şans saydığım, bilgi birikiminden faydalanmamız için elinden geleni yapan, destekleyen, üretkenliği, bilimsel çalışmaya, etik ve emekten yana olana tutkusuyla öğrencilerine örnek olan çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Hayriye EŞBAH TUNÇAY'a katkıları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Heyecan ve enerjileriyle tez çalışmamda desteklerini esirgemeyen, çok önemli anlarda çok önemli yönlendirmelerde bulunan, kıymetli hocalarım Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL, Prof. Dr. Beyza ÜSTÜN ve Öğr. Gör. Dr. Meltem ERDEM'e katkı ve destekleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimizde tez süreci boyunca kübiğimizde birlikte üreterek dostluğu ve sevinci paylaşma şansı yakaladığımız arkadaşlarım Aliye Gonca BOZKAYA, Berk HACIAGAĞOĞLU ve İrem ÇİÇEK'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca ve çalışmanın ortaya çıkma sürecinde anlayışlarını esirgemeyen, destek olan ve emeği geçen aileme, ailem saydığım dostlarım Zeynep Ç. ÇINAR ve Büşra BARUTÇU'ya, teknik desteğiyle yanımda olan Erhan EMİR'e, hayatımın önemli bir dönemini paylaştığım Kenan AKIF OGLOU'na ve tüm yol arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Nisan 2013

Esra Sert  
(Mimar)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÖNSÖZ.....                                                                                    | vii |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                             | ix  |
| KISALTMALAR .....                                                                             | xi  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                                            | xv  |
| ÖZET.....                                                                                     | xix |
| SUMMARY .....                                                                                 | xxi |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                | 25  |
| 2. MATERYAL VE METOD.....                                                                     | 29  |
| 3. KENTSEL PEYZAJ VE SU İLİŞKİSİ .....                                                        | 33  |
| 3.1 Doğada ve Kentsel Peyzajda Su.....                                                        | 38  |
| 3.1.1 Doğada su döngüsü .....                                                                 | 38  |
| 3.1.2 Kentte su döngüsü .....                                                                 | 40  |
| 3.2 Kentsel Altyapılar .....                                                                  | 42  |
| 3.2.1 Tanımlar, kavramlar ve tarihsel gelişim süreci .....                                    | 42  |
| 3.2.2 Kentsel bir altyapı olarak peyzaj.....                                                  | 47  |
| 3.2.3 Kentsel peyzajda uygulamalar .....                                                      | 48  |
| 3.3 Kentsel Bir Altyapı Olarak Su Sistemleri .....                                            | 52  |
| 3.3.1 Pasif (doğal) sistemler ile yağmur suyu toplama, depolama ve filtreleme .....           | 54  |
| 3.3.1.1 Yağmur bahçesi (rain garden).....                                                     | 54  |
| 3.3.1.2 Bitkilendirilmiş çöküntü alanları (grass swales / landscape swales) .                 | 64  |
| 3.3.2 Bitkilendirilmiş çatı örtüleri (vegetated roof) .....                                   | 66  |
| 3.3.3 Aktif (yapılandırılmış) sistemler ile yağmur suyu toplama, depolama ve filtreleme ..... | 67  |
| 3.3.3.1 Biyolojik tutulma (bioretention) strüktürleri.....                                    | 67  |
| 3.3.3.2 Yapılandırılmış sulak alanlar (constructed wetlands).....                             | 72  |
| 3.3.3.3 Yağmur tankları ve sarnıçlar (rain tanks, cisterns) .....                             | 76  |
| 4. ENERJİ ETKİN PEYZAJ TASARIMI .....                                                         | 79  |
| 4.1 Enerji Etkin Peyzaj Tasarımına Giriş.....                                                 | 79  |
| 4.2 Arazi Planlaması ve Tasarımı.....                                                         | 82  |
| 4.3 Materyal Seçimi .....                                                                     | 91  |
| 4.3.1 Bitkisel materyal .....                                                                 | 91  |
| 4.3.2 Bitkisel olmayan materyaller .....                                                      | 101 |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                             | 113 |
| 6. SONUÇ.....                                                                                 | 119 |
| KAYNAKLAR .....                                                                               | 123 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                 | 133 |



## KISALTMALAR

|              |                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>ASLA</b>  | : American Society of Landscape Architecture                      |
| <b>BREAM</b> | : Building Research Establishment Environmental Assessment Method |
| <b>CELA</b>  | : Council of Educators in Landscape Architecture                  |
| <b>CLTC</b>  | : California Lighting Technology Center                           |
| <b>CWA</b>   | : Clean Water Act                                                 |
| <b>CSO</b>   | : Combined Sewer Overflow                                         |
| <b>CSS</b>   | : Combined Sewer System                                           |
| <b>DPT</b>   | : Devlet Planlama Teşkilatı                                       |
| <b>EEA</b>   | : European Environment Agency                                     |
| <b>EPA</b>   | : Environmental Protection Agency                                 |
| <b>FOE</b>   | : Friends Of Earth                                                |
| <b>GIS</b>   | : Geographic Information Systems                                  |
| <b>GPS</b>   | : Global Positioning System                                       |
| <b>GATS</b>  | : Hizmet Ticareti Genel Anlaşması                                 |
| <b>IDA</b>   | : International Dark Sky Association                              |
| <b>IESNA</b> | : Illuminating Engineering Society of North America               |
| <b>IWRM</b>  | : Integrated Water Resources Management                           |
| <b>IPCC</b>  | : Intergovernmental Panel on Climate Change                       |
| <b>İSKİ</b>  | : İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi                             |
| <b>LED</b>   | : Lighting Emitting Diode                                         |
| <b>LEED</b>  | : Leadership in Energy and Environmental Design                   |
| <b>LID</b>   | : Low Impact Development                                          |
| <b>LIUDD</b> | : Low Impact Urban Design and Development                         |
| <b>SUDS</b>  | : Sustainable Urban Drainage System                               |
| <b>SSS</b>   | : Sanitary Sewer Sytem                                            |
| <b>SWMM</b>  | : Storm Water Management System                                   |
| <b>TMMOB</b> | : Türkiye Mimar Mühendis Odaları Birliği                          |
| <b>TÜİK</b>  | : Türkiye İstatistik Kurumu                                       |
| <b>UHI</b>   | : Urban Heat Island                                               |
| <b>UNEP</b>  | : Birleşmiş Milletler Çevre Programı                              |
| <b>USEPA</b> | : Sustainable Urban Drainage System                               |
| <b>UN</b>    | : United Nations                                                  |
| <b>WSUD</b>  | : Water Sensitive Urban Design                                    |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 3.1:</b> Biyolojik arıtma sistemlerinin kirletici uzaklaştırma etkinliği ile ilgili güncel bilgileri özetlemektedir (Clar ve diğ., 2007) TTS: askıdaki toplam katı miktarı, TN:toplam nitrojen, TP:toplam fosfor, ağır metaller-Cu:bakır, Pb:kurşun, Zn:çinko, petrol ve makina yağı, patojenik bakteri..... | 61  |
| <b>Çizelge 4.1 :</b> Ekosistem hiyerarşisi ve tasarım stratejisi, Yeang (2006)'dan alınarak Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.....                                                                                                                                                                     | 86  |
| <b>Çizelge 4.2 :</b> Seçilmiş metallerin yayma ve soğurma çarpanları Yeang (2006)'dan alınarak Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.....                                                                                                                                                                  | 104 |
| <b>Çizelge 4.3 :</b> Malzemelerin soğurma çarpanları Yeang (2006)'dan alınarak Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.....                                                                                                                                                                                  | 105 |
| <b>Çizelge 4.4 :</b> Enerji etkin peyzaj tasarımında yağmur suyu ile ilgili metodlar ve altyapı sistemlerinin katkı ve kısıtları (Sert, 2013).....                                                                                                                                                                      | 121 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

- Şekil 3.1** : Suyun karakteristiğine adaptasyon sonucu oluşmuş kültürel peyzaj dokuları (Stokman, 2008). ..... 33
- Şekil 3.2** : Yerleşimde suyun farkındalığı ile oluşmuş kentsel dokular (Stokman, 2008). ..... 33
- Şekil 3.3** : Yerleşimde su ile birlikte yaşama kültürünün unutulmasıyla oluşturulmuş kentsel dokular (Sert, 2013). ..... 34
- Şekil 3.4** : Kentleşme sonucu selsuyu hidrolojisinde meydana gelen değişimler (EPA Low Impact Development Center (2000). ..... 35
- Şekil 3.5** : Kentleşmeden doğan etkiler. Bertrand-Krajewski ve diğ., (2000) yaptığı çalışmadan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. .... 36
- Şekil 3.6** : Doğal su döngüsü: Su doğada katı, sıvı ve gaz halinde bulunmaktadır. Yüzey suları buharlaşır, bulutlarda tutulur ve daha sonra topraktan filtrelenerek akiferlere aktarılırlar. Bitkiler suyu kökleriyle alır ve terleme yoluyla geri bırakırlar. Bütün bu süreçte hidrolojik çevrimdeki su miktarı sabit kalır. Bu döngü sırasında yağmur suyu ile atmosferdeki ve yüzeylerdeki kirler toplanır. Bu kirler yağmur suyu ile bitkilerin ve toprağın üzerine düştüğünde; vejetasyon, kayalar, sedimentler ve toprak biyotası sayesinde temizlenip uzaklaştırılırlar. (Url-8). ..... 40
- Şekil 3.7** : Geçirimlilik ve su döngüsü ilişkisi. Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources (1999)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiş ve yeniden görselleştirilmiştir. 41
- Şekil 3.8** : Birleşik kanalizasyon sistemi (Short ve Short, 2008). ..... 45
- Şekil 3.9** : Ayrık kanalizasyon sistemi (Short ve Short, 2008). ..... 45
- Şekil 3.10** : Hibrit bir sistemin gelişimini anlatan diyagram (Blood, 2006)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. .... 47
- Şekil 3.11** : (a) Rekreasyon ve ulaşım altyapısı arasındaki sınırın bulanıklaştığı bir örnek, Amsterdam (b) drenaj ve yol altyapısı arasındaki sınırın bulanıklaştığı bir örnek, Melbourne. (Blood, 2006). ..... 48
- Şekil 3.12** : Ankara "İncek Life" konutları: suyun ölçeksiz kullanımı (Url-9). ..... 49
- Şekil 3.13** : Ankara "İncek Life" konutları: suyun ölçeksiz, vejetasyondan kopuk, geçirimsiz yüzeyler içinde hapsedilerek kullanımı (Url-9). ..... 49
- Şekil 3.14** : (a) Animasyonlu süs havuzu aydınlatma örneği: suyun enerji etkin olmayan kullanımı (Url-10) (b) kapalı sitelerde suyun peyzajda kullanımı (Url-11). ..... 49
- Şekil 3.15** : (a) Güncel tatil siteleri ve kapalı sitelerde suyun yalnızca"süs" amaçlı kullanıldığı, ekosistemi beslemeye yönelik amacın önemsenmediği örnekler (Url-12) (b) parklarda çok sık rastlanan süs amaçlı su ögesi kullanımı (Url-13). ..... 50

- Şekil 3.16 :** (a) Günümüz kentsel peyzajında su ile yaratılan fonksiyonsuz estetik algısı (Url-14) (b) kentsel peyzajda süs havuzu örneği: suyun geniş geçirimsiz yüzeylerde, vejetasyonsuz kullanımı (Url-15). ..... 50
- Şekil 3.17 :** İstanbul Kanal Projesi (Çılgın Proje): suyun bütün bir kent peyzajında fiziksel, sosyal ve biyolojik anlamda riskli ve radikal projelendirilme örneği, proje önerisinin imajlarında yine beton kanal içinde vejetasyondan kopukluk görüyoruz (Url-16). ..... 51
- Şekil 3.18 :** (a) Newyork'ta bulunan Sunswick deresi beton kanallar içinde (Url-6). (b) Viyana'da kentin kanalizasyon sistemiyle birleştirilmiş Wein nehri (Url-6). ..... 51
- Şekil 3.19 :** Farklı yüzeylerdeki suyun davranışı ile ilgili görsel anlatım. Blood'un (2006) çalışmasından alınmış, Esra Sert (2013) tarafından yorumlanmış, Türkçe'ye çevirilmiştir. .... 53
- Şekil 3.20 :** Kentte yapı izleri ve yollardan oluşan yüzeylerden kentsel akıntıyı yakalama planı, Blood (2006). ..... 56
- Şekil 3.21 :** Bir yapı adası planında farklı yüzeylerin, yüzey akıntılarını toplama, yönlendirme, depolama, iyileştirme ve filtreleme için kurgulanması. Blood'un (2006) çalışmasından alınmış, Esra Sert (2013) tarafından yorumlanmış, Türkçe'ye çevirilmiştir. .... 56
- Şekil 3.22 :** Melbourne'da Sokağın suya duyarlı tasarlanmasını anlatmak amaçlı foto montaj çalışması, Blood, (2006)' dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevirilmiştir. .... 57
- Şekil 3.23 :** Mount tabor ortaokulu yağmur bahçesi planı Portland, Oregon (Url-4). ..... 58
- Şekil 3.24 :** (a) Mount tabor ortaokulu yağmur bahçesi uygulamasından önce (Url-4) (b) uygulamadan sonra okulun avlusu (Url-4). ..... 58
- Şekil 3.25 :** (a) Yağmur bahçesi uygulamasında uygun bitkilendirme (Url-4) (b) detay (Url-4). ..... 59
- Şekil 3.26 :** Esra Sert (2013) tarafından grafik hale getirilmiş Wisconsin'deki 19 kent, kasaba ve köy kurulunun katılımıyla yapılan yağmur bahçesi etkinlik araştırmalarının şematik anlatımı. .... 63
- Şekil 3.27 :** Hugo şehir koridoru yağmur bahçesi projesi. .... 64
- Şekil 3.28 :** (a) Kanalın her iki tarafındaki hemerocallis (zambaklar) suyun filtrelenmesini destekleyicidir Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) Potsdamer platz, berlin'deki su kanalı çevredeki ofis bloklarının çatılarından suyu topluyor Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). ..... 65
- Şekil 3.29 :** Stuttgart, almanya'da bir parkta kanalın üstünden geçen ahşap köprü Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). ..... 66
- Şekil 3.30 :** Washington Tacoma Üniversitesi araştırma tesisinin selsuyu yönetimi (stormwater management) amacıyla bitkilendirilmiş çatısı (Url-5). .... 67
- Şekil 3.31 :** Bu bütüncül tasarım kurgusunu sokak kesitinde anlatan görsel. New York City Department of Design + Construction (2005)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevirilmiştir. .... 69
- Şekil 3.32 :** Araba parkı peyzaj kanalları ile su arıtımı projesi plan (Url-3). ..... 71
- Şekil 3.33 :** Araba parkı peyzaj kanal / sel suyu saksısı kesiti (Url-3). ..... 71
- Şekil 3.34 :** (a) Yoğun yağmur yağışında bitkiler geçici olarak suyun altında kalır (Url-3) (b) yağmursuz günde bitkilendirilmiş kanal ve tampon bitkilendirmesi (Url-3). ..... 72
- Şekil 3.35 :** (a) Toplayıcı sistem ve bitkilendirilmiş kanal bağlantısı (Url-3) (b) yağmursuz günde sel suyu saksısının görünüşü (Url-3). ..... 72

|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.36</b> : Sel suyu saksısı yapım aşamasında (a) toprak tesviyesi (Url-17) (b) beton yan yüzeylerin biçimlenmesi (Url-17) (c) beton hendek ve çökelti (sediment) toplama keçesi (Url-17). ....                                                                                  | 72 |
| <b>Şekil 3.37</b> : HuaXin yerleşim bölgesinin yapılandırılmış sulak alan uygulaması sırasını ve sonrasını gösteren fotoğraflar (Stokman, 2008). ....                                                                                                                                    | 73 |
| <b>Şekil 3.38</b> : HuaXin yerleşim bölgesinin yapılandırılmış sulak alan uygulaması öncesi ve sonrasındaki halini gösterir fotoğraflar (Stokman, 2008). ....                                                                                                                            | 73 |
| <b>Şekil 3.39</b> : Schwerin, Almanya’da Mueber Holz sosyal konut bölgesi için yeni peyzaj altyapısı konstrüksiyonu öneri şeması ve projeden bir fotoğraf (Miehlke, 2007). ....                                                                                                          | 74 |
| <b>Şekil 3.40</b> : Vaziyet planı ve alandan fotoğraflar (Url-18). ....                                                                                                                                                                                                                  | 75 |
| <b>Şekil 3.41</b> : Parkın güneybatı köşesinde göl kavitesinin vejetasyon örtüsü tarafından kuşatıldığını gösteren fotoğraf (Url-18). ....                                                                                                                                               | 75 |
| <b>Şekil 3.42</b> : Öğrenci konutları yağmur iniş detayı, portland, oregon, Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). ....                                                                                                                                                                        | 76 |
| <b>Şekil 3.43</b> : 1990lar’ın öğrenci konutları berlin, almanya, yerleşmenin planlanmasında sürdürülebilirlik konseptini her yerde devam ettiren yağmur iniş, kanal detay ve su drenaj çözümleri görsel olarak da projeyi destekler niteliktedir, Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). .... | 76 |
| <b>Şekil 3.44</b> : (a)1990lar’ın öğrenci konutları Berlin, Almanya, kanal detay Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) yağmur iniş borusunu takiben yağmur suyu toplama tankı Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). ....                                                                        | 77 |
| <b>Şekil 4.1</b> : (a) Yapısal ve bitkisel öğelerle güneşten korunma (b) Rüzgarı yönlendirme. McClenon (1983)’dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından el çizilmiyle aktarılmıştır. ....                                                                                                 | 87 |
| <b>Şekil 4.2</b> : (a)Yansıyan güneş ışığından yararlanma (b) yansıyan ısının azaltılmasında vejetasyon ve topografya (c) topografya yardımıyla sıcak cep oluşturma (d) vejetasyon ve su. McClenon (1983)’dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından el çizilmiyle aktarılmıştır. ....     | 88 |
| <b>Şekil 4.3</b> : (a) Rüzgarı strüktürel eleman kullanımı ile yönlendirme (b) rüzgarı strüktürel eleman kullanımı ile odaklama. McClenon (1983)’dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından el çizilmiyle aktarılmıştır. ....                                                              | 88 |
| <b>Şekil 4.4</b> : Sokak ölçeğinde yapı ölçeğinin küçültülmesi ve güneş ışığından maksimum faydalanma. ....                                                                                                                                                                              | 89 |
| <b>Şekil 4.5</b> : (a) Enerji tasarrufu sağlayan dallanmış bitkilendirme tasarımı (Mollison, 2011) (b) şifalı ot sarmalı – ışık, rüzgar ve drenaj ile ilgili olanaklar sağlamaktadır (Mollison, 2011). ....                                                                              | 90 |
| <b>Şekil 4.6</b> : Bir ağacın gölgesinden faydalanma. ....                                                                                                                                                                                                                               | 92 |
| <b>Şekil 4.7</b> : Yapraklar görünen güneş ışınımını büyük ölçüde absorbe ederler ve görülemeyen kızılötesi ışınımı yansıtır ve iletir (DOE, 2009). ....                                                                                                                                 | 92 |
| <b>Şekil 4.8</b> : Farklı malzemelerden oluşan mekanlarda farklı sıcaklıklar (DOE / GO, 1995). Esra Sert (2013) tarafından yeniden çizilmiş, Türkçe’ye çevrilmiştir. ....                                                                                                                | 93 |
| <b>Şekil 4.9</b> : Kış ve yaz güneşine göre ağaç seçimi (DOE, 2009). ....                                                                                                                                                                                                                | 94 |
| <b>Şekil 4.10</b> : Rüzgar ve bitkilendirme (DOE, 2009). ....                                                                                                                                                                                                                            | 95 |
| <b>Şekil 4.11</b> : Ev ve tarlalar için güneş kapanları (Mollison, 2011). ....                                                                                                                                                                                                           | 95 |
| <b>Şekil 4.12</b> : Malç uygulamaları ve çeşitleri a) Url-19, b) Url-20 c) Url-21. ....                                                                                                                                                                                                  | 97 |
| <b>Şekil 4.13</b> : Gürültünün ağaçlar tarafından yutulması. ....                                                                                                                                                                                                                        | 98 |
| <b>Şekil 4.14</b> : Babil’in asma bahçeleri (Url-1). ....                                                                                                                                                                                                                                | 99 |

|                                                                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.15 :</b> (a) (b) Geleneksel İskandinav mimarisinin bir parçası olan yeşil çatılar (Url-2). .....                                                                                                | 99  |
| <b>Şekil 4.16 :</b> (a) (b) Geleneksel İskandinav mimarisi yeşil çatı kesitleri (Url-2). .....                                                                                                             | 99  |
| <b>Şekil 4.17 :</b> (a) Oaxaca etnobotanik bahçesi (Url-22) (b) çiçekli susuzluğa dayanıklı bitki (Url-22). .....                                                                                          | 101 |
| <b>Şekil 4.18 :</b> Oaxaca etnobotanik bahçesi suya ihtiyacı olmayan bitkilerle tasarım (Url-22). .....                                                                                                    | 101 |
| <b>Şekil 4.19 :</b> (a) İnce çakıllı yüzey Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) çakıl üzerine geri dönüştürülmüş beton Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (c) ocak taşı Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). ..... | 102 |
| <b>Şekil 4.20 :</b> (a) Geçirimli beton yakın görünüş Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) uygulama örneği Dunnet, N. ve Clayden A. (2007). .....                                                           | 103 |
| <b>Şekil 4.21 :</b> (a)Portland kent oditoryumunun granit giriş basamakları (Cook ve Vanderzanden, 2011) (b) eski kiremitlerden bitiş materyali (Cook ve Vanderzanden, 2011). .....                        | 106 |
| <b>Şekil 4.22 :</b> (a) (b) Portland japon bahçesi merdivenler (Cook ve Vanderzanden, 2011). .....                                                                                                         | 106 |
| <b>Şekil 4.23 :</b> (a) (b) Berkshire sulak alan içinde kıvrılarak vistalar sunan ahşap yürüme yolu (Url-23). .....                                                                                        | 108 |
| <b>Şekil 4.24 :</b> (a) (b) Sulak alan içerisinde organik formda, kıvrılarak konumlanmış yürüme yolu (Url-23) (c) yürüme yolu hafif strüktürel çözüm detayı (Url-23). .....                                | 108 |
| <b>Şekil 4.25 :</b> (a) İşçiler bellerine kadar suyun içinde, el kuvveti ve geleneksel metodlarda özveriyle ahşag yürüme yolunu inşa ediyorlar (Url-23) (b) (c) uygulama aşaması detaylar (Url-23). .....  | 109 |
| <b>Şekil 4.26 :</b> (a) Akkor ışık lambası, CFL, HID ve LED'in enerji etkinliği (CLTC, 2008) (b) göz kamaşması açısından riskli ve güvenli açı bölgesi (CLTC, 2008). .....                                 | 111 |
| <b>Şekil 4.27 :</b> (a)Işık yayan diyot (CLTC, 2008) (b)led döşemesi (CLTC, 2008) (c) birden fazla ışık yayan diyot bir araya gelerek LED aydınlatmasını oluşturur (CLTC, 2008). .....                     | 111 |

## ENERJİ ETKİN KENTSEL PEYZAJ TASARIMINDA YAĞMUR SUYU

### ÖZET

Endüstri öncesi tarım ve yapılaşma dokusu temelde topografya ve su dikkate alınarak yapılandırılmıştır ve suya bağımlıdır. 19. yy.'da ve erken 20.yy boyunca endüstriyel – modern anlamda kentlerin biçimlenmesi ise, atık suyun toplanmasını sağlayan kapalı devre kanalizasyon sistemlerinin kurulması ile birlikte ve benzer şekilde kapalı devre çalışan, merkezi olarak kontrol edilen statik altyapı sistemlerine dayanmaktadır. Suyu dikkate alarak gerçekleştirilen yaşama biçimi ve buna eşlik eden yapılaşma örüntüsü artık terk edilmiştir. Nüfus baskısı ile birlikte artan yapılaşma, geçirimsizlik ve izlenen yanlış politikalar sonucu hem atık ve selsuyu miktarı mevcut kentsel altyapı sistemlerinin kaldırabileceğinin çok çok üstündedir hem de su kirliliğini önlemede yetersiz kalmıştır. Özellikle son yıllarda kendini hissettiren yoğun yağışlarla birlikte bu durum daha da belirgin hale gelmiştir. Bir dizi felaket yaşanmıştır ve kentlerde su kaynaklı problemler artmıştır. Gelenen noktada pek çok alanda bu problemlere çözüm bulmak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Su ve kentsel altyapı ile ilgili problemlere çözüm üreten bu pratiklerden birisi de peyzaj mimarlığıdır. Bu tez kapsamında amaçlanan kentsel su altyapı sistemlerine enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yaklaşımlarının koyacağı katkıları irdelemektir. İlk bölümde, kentlerin su sistemleri üzerinden nasıl şekillendiği incelenmiş, doğada ve kentsel peyzajda su döngüsü ve dinamikleri ortaya konmuştur. Kentsel altyapı sistemleri ile ilgili kavramlar ve bu sistemlerin tarihsel gelişimi üzerinde durulmuş, bugün artık kabul gören “kentsel bir altyapı sistemi olarak peyzaj” kurgusundan bahsedilmiştir. Daha sonra günümüzde uygulanan su ile ilgili bazı kentsel peyzaj örnekleri incelenmiştir. Sonraki bölümlerde enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yağmur suyu ile ilgili yöntemler detaylı olarak irdelenmiştir. Aynı bir bölüm olarak yaşanabilir kentsel çevreler oluşturulabilmesi için göz önünde bulundurulması gereken enerji etkin peyzaj tasarımı ilkelerinin tamamına dönük çerçeve belirlenmiştir. Bu ilkeler, bir bütün oluşturarak kavranılması ve uygulanması gerekliliği üzerinden ele alınmıştır. Enerji etkin peyzaj tasarımı oluşturan ana başlıklar olarak belirlenen “arazi planlaması ve tasarım” ile “materyal seçimi” konularının ilke ve bileşenleri yeniden tarif edilmiştir.

Enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yağmur suyu ile ilgili metodlar: “Pasif – Doğal Sistemler ile Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Filtreleme” ve “Aktif – Yapılandırılmış Sistemler ile Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Filtreleme” olarak ikiye ayrılarak detaylandırılmıştır. Söz konusu metodların örnekleri; etkinlik araştırmalarında deneysel çalışmaları da içerecek şekilde incelenmiştir. Kentsel peyzajda yağmur suyunu toplayan, yönlendiren, yavaşlatan ve arıtan metodlar, katkılarını anlamak için dünyadan örnek uygulamalar ile desteklenmiştir. Ayrıca kentsel altyapı sistemlerinin dünyada ve Türkiye’de gelişimini tarihsel olarak anlamak amacıyla literatür çalışması yapılmıştır. Su ve kentsel altyapı sistemleri

özelinde bağlayıcı mevzuat ve işleyiş yine konuyu bütüncül ve çok boyutlu düşünme açısından yol gösterici olmuştur.

Tez kapsamında, enerji etkin kentsel peyzaj tasarımında, yağmur yağışı sonucu oluşan kentsel yüzey akıntı sularının yakalanması, yavaşlatılması, yönlendirilmesi ve arıtılması ile ilgili yöntemleri ortaya koymak ve bu yöntemlerin mevcut kentsel su altyapısına oluşturacağı katkıyı irdelemek hedeflenmiştir. Tezin en önemli çıktısı bugün dünyada gittikçe kabul gören “kentsel peyzajın bir altyapı gibi çalışması” kurgusunun yani kentsel peyzajın “enerji etkin” yapılandırılmasının, kentsel altyapıyı destekleyen dinamik bir organizma çalıştırılmasının ve bu konuda deneyim biriktirilmesinin Türkiye nesnelliğinde de pek çok faydası ve önemi olduğu, fakat bu uygulamaların mevzuat ve işleyiş açısından yönetsel kısıtları barındırdığıdır. Kentlerde su sorunu ölçekler arası düşünmeyi gerektirmektedir ve çalışma kapsamında irdelenen uygulamalar için gerekli yasal, yönetsel, tasarım ve planlamaya dönük önlemlerin alınmasının gerekliliği ile daha fazla vakit kaybetmeden yüzleşilmelidir.

## RAIN WATER IN THE ENERGY EFFICIENT URBAN LANDSCAPE DESIGN

### SUMMARY

Pre-industrial agriculture and settlement patterns were water dependent and mainly designed by deeper understanding of topography and water. In the 19th century and throughout the 20th century, shape of cities, in modern-industrial sense, was structured by building closed loop sewer systems that collect waste water. And similarly, it has been formed based on closed-loop and centrally controlled static infrastructure systems up until now. But today, water dependent life styles are radically changed, and water based settlement patterns are totally abandoned. As a result of these preferences; transportation, building and other implementations that increase impermeability of soil caused huge amount of rain water to run at high speeds in the urban landscapes. As a result of housing demand of increasing population, impermeability of soil, and wrong policies the amount of wastewater and stormwater has become far more than the urban infrastructure systems can handle. These systems have also failed in prevention of water pollution. This have become very remarkable with the intense precipitation resulted by climate changes especially in decades. A series of disasters took place and water based problems have increased (Samsun Flood Disaster 2012, Ayamama Watercourse Flood 2009, Mersin Flood 2001).

Considering the level that cities reached today for the purpose of livable urban environments, it is obvious that both correct understanding of relationships between the natural and the built environments, and gaining experience in this direction are serious needs. Today, people are seeking ways for energy inefficient and sustainable waste water treatment, and implementations that are decreasing CO<sub>2</sub> emission. Considering the ecosystem based approaches in regional and local levels, implementations such as river and wetland restorations, deactivating the dams, and river basin recruitments are faced in some part of the world even if not in a large part of it. In addition to these, it is possible to state several studies that have important potential in rethinking the infrastructure systems in terms of urban landscape. In this frame, these thesis comes up with the hypothesis; **“Landscape has important potential in the formation and development of urban infrastructure in terms of water.”** In this context, the aim of the thesis is to examine the contributions of energy efficient urban landscape design approaches to the problematic urban water infrastructure systems.

As an important contribution to the water related problems in cities, the awareness of the potential of “mutualist relation” between infrastructure systems of streets, runoff water, fresh water and sewage systems has been very important. By this way, the importance of making water infrastructure systems work together with the urban landscape has become undeniable. That is to say, landscape architecture is one of the areas that develop effective solutions in decreasing the negative effects of excessive urbanization, which is the main cause of impermeability of soil, on the urban landscape and aquatic ecosystem. For the purpose of increasing the knowledge on

ecosystem, considering the energy efficiency of landscape areas and rain water in the design will help in both revealing the potential of building awareness on the subject, and in the formation of more livable environments. Furthermore, the function of urban landscape in social meaning will come forward. In other words, such an urban landscape that is multi-functional, dynamic and hybrid can be constructed.

At the first part of the thesis, how the cities are shaped via water systems is examined. The water cycle and its dynamics in nature and urban matrix are introduced. Concepts related to urban infrastructure systems and the historical evolution of these systems are elaborated, and the well accepted “landscape as urban infrastructure” concept is mentioned. After that, some of the water related urban landscape examples that are implemented today are examined. In subsequent chapters, the methods that are used in rain water treatment in energy efficient urban landscape are examined in detail. As a separate section, the framework of all the principles in energy efficient landscape design that should be taken into account for the formation of livable urban environments is determined. These principles are highlighted for being comprehended and implemented as a whole. The energy efficient landscape design section were discussed under two main headings: “land planning and design” and “material selection”. The principles and components of these subjects are redescribed.

The methods in rain water in energy efficient urban landscape design are categorized and elaborated in two groups: “Passive – Collecting Rain Water by Natural Systems, Storage and Filtering” and “ Active – Collecting Rain Water by Structured Systems, Storage and Filtering”. The passive methods consists of the transferring the naturally processed rain water into the loop, and discharging it into the system. The active, structured, methods both cover the structural intervention and storage of the water for reusing it in toilets, irrigation and similar purposes. The examples of so called methods are investigated via efficiency analysis and experimental studies. The methods that collect, direct, decelerate and purify the rain water in urban landscape, are supported with the example implementations from the world in order to understand their contributions. Besides examining the historical development of urban landscape systems in the world and in Turkey, a literature review study is conducted. Water and urban infrastructure related regulations and operations have helped very much in approaching the topic in several directions

The prominent point in the discussion part can be stated as follows: The methods supported with the site and laboratory investigations can result in proper solutions only if there exist proper conditions in which multidisciplinary studies that politically side with the society prevail. And these solutions should be sustainable in accordance with energy efficient landscape design methods. By this way, the methods will correctly and effectively respond to the increasing number of water related problems in cities. There are serious insufficiencies in reaching reliable fresh water and sewage services. Likewise, the so called ‘services’ being reachable by all income groups at the same time could be problematic. For instance, there is no regulation or implementation of İSKİ (İstanbul Water and Sewerage Administration) for the purification and recycle of rain water in urban landscape by any means. There are only a few implementations and regulations related to the collection of rain water, which is in the basin border, in dams and returning it to the city network to be used without invoice. While one of the oldest traditions of human practice, storage of rain water, is being restricted by several policies and pretexts, multi-dimensional thinking and producing solutions accordingly are very necessary.

In Turkey, the infrastructure system is traditionally based only on carrying and transporting the water. The newly adopted waste water purification plants are based on separating only the big pieces in the water, and this is insufficient. The increase in the examples of radical water projects that cause physical, social and biological risks in urban landscape, and the lack of laws and regulations on collecting, redirecting, purifying, and re-functioning the water in urban landscape are the leading limitations. The question of how sewage and water administrations will put the water into service in urban landscapes, and the enforcements of related regulations and operations are binding elements for designers and feasibility of designs.

Water problem covers inter-scale solution alternatives and by this aspect it addresses to a wide area from very simple techniques to changing living habits; and from water and infrastructure policies to the urban planning and water collection and storage methods. And, the whole story plays an important role in climate change. Energy efficient landscape design does not suggest to go back in time, but suggests rethinking in terms of sources and in some specific areas. It is necessary to emphasize for the future of landscape architecture that dealing with the urban water infrastructure will strengthen the practice of landscape architecture. Today, landscape carries meanings beyond being perceived as background, stage and cloth “object” for all the structures. Suggesting the perception of landscape as having important functions and as being a changing organism, in other words, considering it as a “subject”, is unavoidable in Turkey’s conditions also. It is determined that the methods related to rain water in energy efficient urban landscape design investigated in the thesis are successful in both reducing the burden of urban water infrastructure, and providing remarkable environmental and socio-economic benefits. The investigated methods are effective in reducing the surface runoff velocity in urban landscape. It is notable that the methods remarkably contribute to the combined sewer overflows (CSOs) in hydrolic overloading and flow problems, and thus they take an important assistance role in urban infrastructure systems. The methods provide keeping of dissolved ions in water by the body of plants, or reducing the ions by making them accumulate in the deep parts of the rain garden soils. The success rate of the methods in decreasing the heavy metals in flood water is very high (Copper, lead and zinc in the flood water can be removed by more than 90%). The methods are effective in the reduction of the use of petroleum based materials in landscape construction and static infrastructure systems. And thus the methods play important roles in making those structures energy efficient. Having low maintenance costs and aesthetic characteristics is another prominent aspect of the methods related to rain water in energy efficient urban landscape design.

In the search of solutions focused on water problem in urban landscape; there is a need to consider the subject from elements that will be used in the design to historical evolution of water and sewerage systems, and regulations. The most important outcome of the thesis is that the concept of “urban landscape as infrastructure”, in other words, the energy efficient configuration of urban landscape, which is increasingly becoming well accepted in the world, also has several benefits in Turkey. It is important to gain experience in making the urban landscape work as a dynamic organism supporting the urban infrastructure. But at the same time, these implementations have administrative limitations related to regulations and operations. Urban water problem requires inter-scales thinking, and for the aim of putting the methods investigated in the thesis into practice, the necessity of taking

legislation, administration, design and planning related measures should be faced soon.

## 1. GİRİŞ

Kentsel dokunun organizasyonu ile kentsel su altyapı sistemlerinin gelişimi arasında güçlü bir ilişki vardır. Su ile birlikte yaşama ve yaşam alanlarını buna göre biçimlendirme insanlık için tarih boyunca önemli olmuşken, günümüzde su ile birlikte yaşamın anlamı ve atfedilen önem radikal biçimde değişmiştir. Sucul sistemler yapılaşma ve benzeri amaçlarla çoğunlukla gözden çıkarılmış, su döngüsünün bütünlüğü unutulmuştur. İçme, atık ve yağmur suları görünmeyen yüzlerce kilometrelik altyapı ağını oluşturan boru ve tünellerle taşınarak, merkezi olarak kontrol edilen statik sistemlere bağımlı hale gelmiştir (Stokman, 2008). İşte bu tercihler sonucu karşılaşılan ulaşım, yapılaşma ve benzeri amaçları gözeterek geçirimsizliği arttıran uygulamalar bütünü, yağmur suyunun kent peyzajında yüksek miktar ve hızda akıntısına sebep olmaktadır. Buna paralel olarak kısıtlılık ve problemleriyle süregiden mevcut altyapı sistemleri, ani yağışlar ile yüksek miktar ve hızda suyu yönetemez hale gelmiştir. Bütün bu tablonun sonucunda ise; yeraltı su seviyelerinde düşme, nehir koridoru ve setinde erozyon ve kirlilik konsantrasyonu artışları (Novotny ve Olem, 1994), sel felaketleri (Samsun sel felaketi 2012, Ayamama deresi taşkını 2009, Mersin büyük sel taşkını 2001), altyapı sistemlerinde suyun toplanması, dağıtımı, içilebilir ve atık su bakımı için çok fazla enerji tüketimi<sup>1</sup>, su havzalarında fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma<sup>2</sup> ve içilebilir tatlı suyun herkes için erişilebilir olmaması türünden yakıcı problemler ile karşılaşmıştır.

---

<sup>1</sup> EPA (Environmental Protection Agency - Çevre Koruma Ajansı) (2008) kentlerde arazi temizleme (land clearance) ve ormansızlaştırmanın (deforestation) yanında altyapı sistemlerinde; suyun toplanması, dağıtımı, içilebilir ve atık su bakımı için çok fazla enerji tüketildiğini ve bu tüketimin her yıl yaklaşık 116 milyar CO<sub>2</sub>'i atmosfere saldıığını, bu miktarın Amerika'da her yıl küresel ısınma yönünde olumsuz katkı koyan 10 milyon arabanın kirliliği kadar olduğunu iklim değişikliğinde sorumluluk isimli su program stratejisinde belirtmiştir.

<sup>2</sup> Geçirimsizliğin sonuçlarını daha iyi anlamak açısından; kentleşmeyle yayılan geçirimsiz yüzeylerdeki %10-20'lik küçük artışın dahi eşlik ettikleri su havzalarında fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmayla kendini gösterdiğinden bahsetmek mümkündür (Paul ve Mayer, 2001).

Kentlerin bugün geldiği nokta itibariyle yaşanabilir kentsel çevreler için, hem doğal ile yapılı olan arasındaki ilişkiyi doğru anlamanın, hem de bu doğrultuda deneyim biriktirmenin yollarını aramaya her zamankinden çok ihtiyacımız olduğu ortadadır. Bugün artık suyun sürdürülemediği, CO2 salınımını arttıran ve fazla enerji tüketen pratiklerden kurtulmanın yolları aranmaktadır. Bölgesel ve yerel düzeyde ekosistem yaklaşımlı düşünülerek; nehir ve sulak alan restorasyonu, (erken kapitalistleşmiş ülkelerde rastlanan) barajları devre dışı bırakma ve nehir havzaları ıslahı türünden uygulamalar dünyanın büyük bir kısmında olmasa bile bazı yerlerde karşılaşılan uygulamalardır. Bunların dışında kentsel peyzaj üzerinden altyapı sistemlerini yeniden düşünmeye yönelik -önemli potansiyel barındıran- çalışmalardan bahsetmek mümkündür.

Söz konusu tabloda bu tezin hopetizi **“Peyzaj, kentsel altyapının su açısından geliştirilmesi ve oluşturulmasında önemli bir potansiyel barındırmaktadır”** şeklindedir. Bu kapsamda tezin amacı, bugün problemli olan kentsel su altyapı sistemlerine enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yaklaşımlarının koyacağı katkıları irdelemektir. Kentlerde su ile ilgili problemlerin çözümüne önemli bir katkı anlamında; sokakların altyapı sistemleri, yağmur sularının yüzeylerde dolaşarak oluşturduğu akıntı, içilebilir su ve kanalizasyon sistemlerinin birbirleriyle “mutualist ilişki” potansiyelinin farkedilmesi ve böylece kentsel peyzaj ile birlikte çalıştırılmasının önemi artık yadsınamaz bir noktaya gelmiştir. Yani geçirimsizliğin ana belirleyicisi olan aşırı kentleşmenin suçlu ekosistem ve kent peyzajı üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için akıl geliştiren ve çözüm üreten etkili alanlardan biri de peyzaj mimarlığıdır. Ekosisteme yönelik bilgimizi arttırmak amacıyla peyzaj alanlarının enerji etkinliğinin ve yağmur suyunun göz önüne alınarak tasarlanması durumunda hem farkındalık oluşturmaya yönelik potansiyel ortaya çıkmış hem de daha yaşanabilir çevreler oluşturulmuş olacaktır. Ayrıca kentsel peyzajın sosyal anlamda da işlevi olumlu niteliğiyle öne çıkacaktır. Yani aynı anda pek çok işlevi gerçekleştiren, dinamik ve hibrit bir kentsel peyzaj kurgulanabilecektir.

Toparlayacak olursak insanlık bugün bu önemli kaynaklardan biri olan su ile ilgili düşüncelerini kentsel peyzaj ve altyapı sistemleri üzerinden de değiştirmek, yeniden yorumlamak zorunluluğu ile karşı karşıyadır. Su sorunu ölçekler arası çözüm alternatiflerini bünyesinde barındırır ve bu özelliğiyle çok basit tekniklerden, yaşama alışkanlıklarını değiştirmeye, su ve altyapı politikalarından, kentsel planlamaya ve

suyu toplama ve biriktirme yöntemlerine kadar geniş bir alana hitap eder ve iklim değişikliğinde önemli rol oynar. Enerji etkin peyzaj tasarımı kaynaklar açısından ve özel türde bazı alanlarda, eskiye dönüşü değil üzerine yeniden düşünmeyi önermektedir. Kentsel peyzajdaki su sorununa odaklanan çözüm arayışında, konuyu tasarımda kullanılacak elemanlardan, su ve kanalizasyon sisteminin tarihselliği içinde izlenen yollara ve yönetmeliklere kadar uzanan bir çeşitlilikte ele almaya ihtiyaç bulunmaktadır.



## 2. MATERYAL VE METOD

Çalışmanın literatür araştırmasında altı ana materyalden yararlanılmıştır. Topografya, bitkisel ve bitkisel olmayan materyal kullanarak mikroklima yaratmaya yarayan teknikler ile iklim tiplerine göre enerji etkin arazi ve bitkilendirme tasarımı yöntemlerini taramak amacıyla John Ormsbee Simonds'un (1997) "Peyzaj Mimarlığı" (**Landscape Architecture**) kitabından yararlanılmıştır. Enerji etkin arazi planlama ve tasarımına başlamadan önce alanı analiz etmek için yöntem önerisinde bulunan Kenneth Yeang'ın (2006) "Ekotasarım, Ekolojik Tasarım için Klavuz" (**Ecodesign, A Manual for Ecological Design**) kitabındaki ekolojik tarihe bağlı "ekosistem hiyerarşisi" kavramı ve bu kavramı oluşturan 7 kategoriden oluşan hiyerarşiden yararlanılmıştır. Tezdeki temel konulardan birini oluşturan yağmur bahçeleri ile peyzajda yağmur suyu toplama ilkelerini anlama ve örnek uygulama çalışmaları için Heather Kinkade - Levario'un (2007) "Su için Tasarım – Yağmursuyu Toplama, Selsuyu Yakalama ve Suyun Yeniden Kullanımı" (**Design for Water - Rainwater Harvesting, Stormwater Catchment and Alternate Water Reuse**) kitabı ile Nigel Dunnet ve Andy Clayden'in (2007) "Yağmur Bahçeleri: Bahçede ve Peyzajda Suyun Sürdürülebilirliği Yönetimi" (**Rain Gardens: Managing Water Sustainably In The Garden and Designed Landscape**) kitabı yol gösterici olmuştur. Türkiye'deki kentsel altyapı sistemlerini, politikaları tarihsel olarak incelemek için güncel makaleler dışında Gaye Yılmaz'ın (2009) **Suyun Metalaşması: Kıtlığın Nedeni Kıtığa Çare Olabilir Mi?** isimli kitap çalışmasında genel anlamda su meselesi ile ilgili kapitalist sermaye birikim koşullarında kısıt oluşturabilecek koşullar ile ilgili Türkiye'de ve dünyada izlenen uygulamalar ışığında yaptığı çözümlemelerden yararlanılmıştır. Son olarak Jessica Blood'un (2006) "Altyapı Olarak Peyzaj?" (**Landscape As Infrastructure?**) isimli yüksek lisans tez çalışması güncel peyzaj mimarlığı pratiğinin geldiği noktayı tartışmada peyzajın bir altyapı olarak kurgulanması ve çok fonksiyonluluğu ile ilgili faydalanılmış ve Short, L. B., Short, J. R. (2008) "Kentler ve Doğa: Kent ve

Şehirciliğe Eleştirel Giriş” (**Cities and Nature: Critical Introductions to Urbanism and The City**) kitabı ise doğayla ve bütün bir yaşamla kurduğumuz ilişkinin kentlerde görünür olduğu ve farklı gelir gruplarının doğayla ilişkinin uzantısı olan kentler ile ilgili problemlerden farklı oranlarda etkilendiği üzerinden başlattığı tartışmayla katkı sağlamıştır.

Bunların yanında güncel dergilerden **Journal of Hydrology, Landscape and Urban Planning, Journal Of Applied Sciences, Journal Of Hydraulic Engineering, Global Environmental Change, Desalination, Journal Of Environmental Management** ve **Harward Design Magazine** isimli süreli yayınlardan konu ile ilgili literatür taranmıştır. Ayrıca TMMOB rapor metinleri ile çevre birimi konferans metinleri taranmıştır. Çalışmalar sırasında Microsoft Office XP ve Adobe Photoshop CS4 programları çizelge, tablo, şekil ve fotoğrafları sunuşa hazır hale getirmek amacıyla kullanılmıştır. Çalışmada uygulanan metod beş aşamalıdır.

İlk aşamada suyun döngüsünü anlamak için yeryüzündeki döngü sistemi ikiye ayrılmıştır. Doğada ve kentte olmak üzere ikiye ayrılan hidrolojik döngü sistemleri, fiziksel süreçleri ve kentleşme ile birlikte artan sorunları üzerinden güncel makale ve çalışmalardan yararlanılarak incelenmiştir, görsel anlatım ile zenginleştirilmiştir.

Kentlerin; döngü halindeki su sistemleri ile bağlantılı olarak tarih boyunca nasıl şekillendiği kentsel altyapı sistemleri üzerinden irdelenmiştir. Kentsel altyapı ile ilgili kavramlar ve bu sistemlerin dünyada ve Türkiye’de gelişimine odaklanılmıştır. Bugün geline nokta güncel peyzaj mimarlığı teorileri ile de desteklenen “kentsel bir altyapı olarak peyzaj” (landscape as infrastructure) söylemi üzerinden su altyapı sistemi gibi çalışabilecek hibrit peyzaj tasarımı kurgusu incelenmiştir.

Enerji etkin kentsel peyzaj tasarımında yağmur suyunu toplama, yönlendirme, yavaşlatma ve arıtma tasarımı ile ilgili teknikler; strüktürel müdahale ve toplanan suyun daha sonra kullanımı üzerinden, pasif (doğal) ve aktif (yapılandırılmış) sistemler olarak ikiye ayrılarak detaylandırılmıştır. Kentsel yüzey suyu problemleri ile ilgili tasarım teknikleri, bu tekniklerin deneysel çalışma örneklerini de kapsayacak şekilde bir araya getirilerek ortaya konmuştur.

Enerji etkin peyzaj tasarımında ana başlıklar olarak belirlenen “arazi planlaması ve tasarım” ile “materyal seçimi” konularının ilke ve bileşenleri ayrı bir bölümde

detaylandırılarak yeniden tarif edilmiştir. Söz konusu ilke ve bileşenler kaçınılmaz olarak su ile ilgili tasarımın her aşamasında enerji etkin yöntemler sunmaktadır.

Kentsel su altyapısı sistemlerinde mevzuat ve işleyişin bağlayıcılığı göz önünde bulundurularak, güncel peyzaj mimarlığı yaklaşımlarını da içerecek şekilde enerji etkin peyzaj tasarımında su ile ilgili ortaya konulan yöntemler ile bu yöntemlerin fayda ve sınırlılıkları tartışılmıştır.



### 3. KENTSEL PEYZAJ VE SU İLİŞKİSİ

Su ve kent üzerine düşünme ve deneyim biriktirme yeni değildir. Geçmişi çok eskiye dayanır. Örnek vermek gerekirse Roma'lı Mimar Vitruvius'un M.Ö. 1. yy'daki Mimarlık Hakkında On Kitap (*De architectura libri decem*) olarak bilinen yapıtının sekiz tanesi suyun mekan yaratmadaki rolüne adanmıştır (Tjallingii, 1995) ve Roma'daki su kaynakları yönetimine dairdir. Geçmişe baktığımızda (kültürel peyzajların peyzaj ilişkileri yaratması bağlamında) tarımda ve kentleşmede yerleşim örüntüsünün meydana gelişinin, su havzasına ve suyun arazide akışına sıkı sıkıya bağlı olduğundan (Van Buuren / Kerkstra, 1993; Picon, 2005; Shannon, 2007; Stokman, 2008) ve su ile birlikte yaşama ilişkisinin görünür olduğundan bahsedilebilmektedir (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



**Şekil 3.1 :** Suyun karakteristiğine adaptasyon sonucu oluşmuş kültürel peyzaj dokuları (Stokman, 2008).



**Şekil 3.2 :** Yerleşimde suyun farkındalığı ile oluşmuş kentsel dokular (Stokman, 2008).

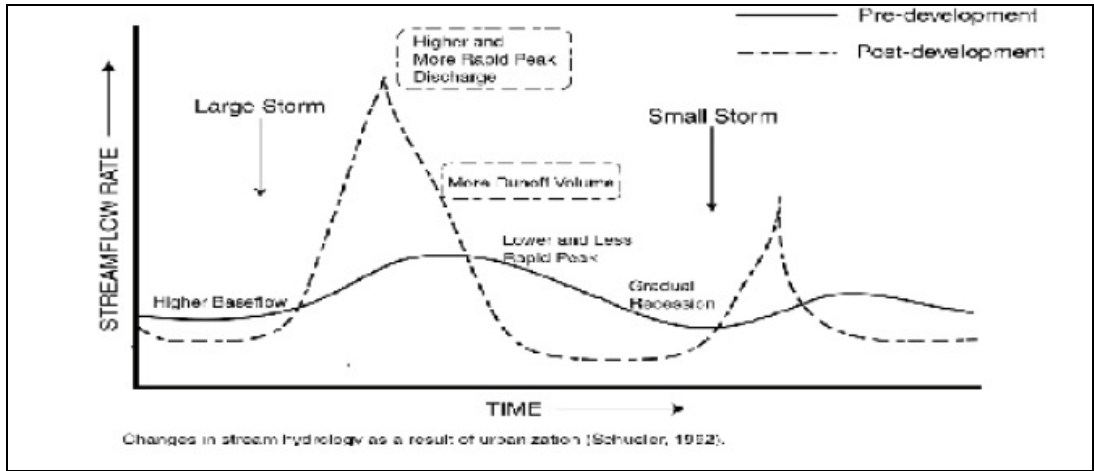


**Şekil 3.3 :** Yerleşimde su ile birlikte yaşama kültürünün unutulmasıyla oluşturulmuş kentsel dokular (Sert, 2013).

Bugün ise su ile birlikte yaşama pratiği terk edilmiştir. Suyun farkındalığı; sucul sistemlerin kanallara hapsedilmesiyle, artan yapılaşma ile kaybolmuştur (Şekil 3.3). Bu problemler hidrolojik döngüyü olumsuz etkilemiştir. Bu etki ve problemlerin geleneksel taşıma / iletim sistemlerinden kaynaklandığının farkındalığı ile birlikte 1970’lerde; biriktirme yaklaşımı, yavaşlatma / geciktirme, tutma ve deşarj odaklanan yaklaşımlarla sonuçlanmıştır (Niemczynowicz, 1999). 1980 ve 90’ larda “sel suyu” su kirliliğinin önemli bir kaynağı olarak belirlenmiştir. Sel suyu yönetimi ise doğal su döngüsü ve ekolojik sistemleri korumak için akıntıyı yavaşlatma ve özellikle yapılandırılmış biyolojik sistemlerin tasarımı ve uygulamasına ağırlık verilmiştir. Pek çok sel suyu iyileştirme metodu denenmiştir ve sel suyunun özellikle “yerel ölçekte” azaltılmasına dönük uygulamalar genel kabul görmüştür. Sokak ölçeğinde uygulamalarda, doğal ve yapılandırılmış biyolojik sistemlerin çevreye duyarlı teknolojilerle birleştirilmiş uygulamaları denenmiştir. 2000’li yılların başlarında bazı İsveç toplulukları yeni yapılaşan kent alanlarında sel suyunun iyileştirilerek yeniden kullanılması için yerel sistemler kurmuşlardır.

Bugünün kentsel su sistemi pratiği ise 1800’lerdeki Amerikan ve Avrupa şehirlerinin kentsel drenaj ve kanalizasyon konseptlerine dayanmaktadır (Delleur, 2003). Pek çok Avrupa kentinde ve diğer doğu ve orta batı Amerikan şehirlerindeki birleşik kanalizasyon sistemlerinde; yağmur suları, endüstriyel atık sular, temizlik maddesi atıkları ve filtrelenmiş sular aynı hattan geçecek şekilde tasarlanmıştır. Bu atık sular çoğunlukla direk iyileştirme tesislerine yönlendirilir, iyileştirme işleminden sonra su kaynağına deşarj edilir. Bu iyileştirme tesislerinin işlevinin sorgulanması gerekliliğinin yanı sıra çok şiddetli yağmur yağışlarında, kar erimelerinde tesislerin kapasitelerinin çok üstüne çıkılmasıyla artık / fazla su iyileştirilmeden borularla birleşik atık su hatlarına direk aktarılır ve doğrudan bir su kaynağına nehir, göl, haliç, deniz vb. dökülmektedir. Bu hatlar yüksek oranda toksik materyal ve virüsel

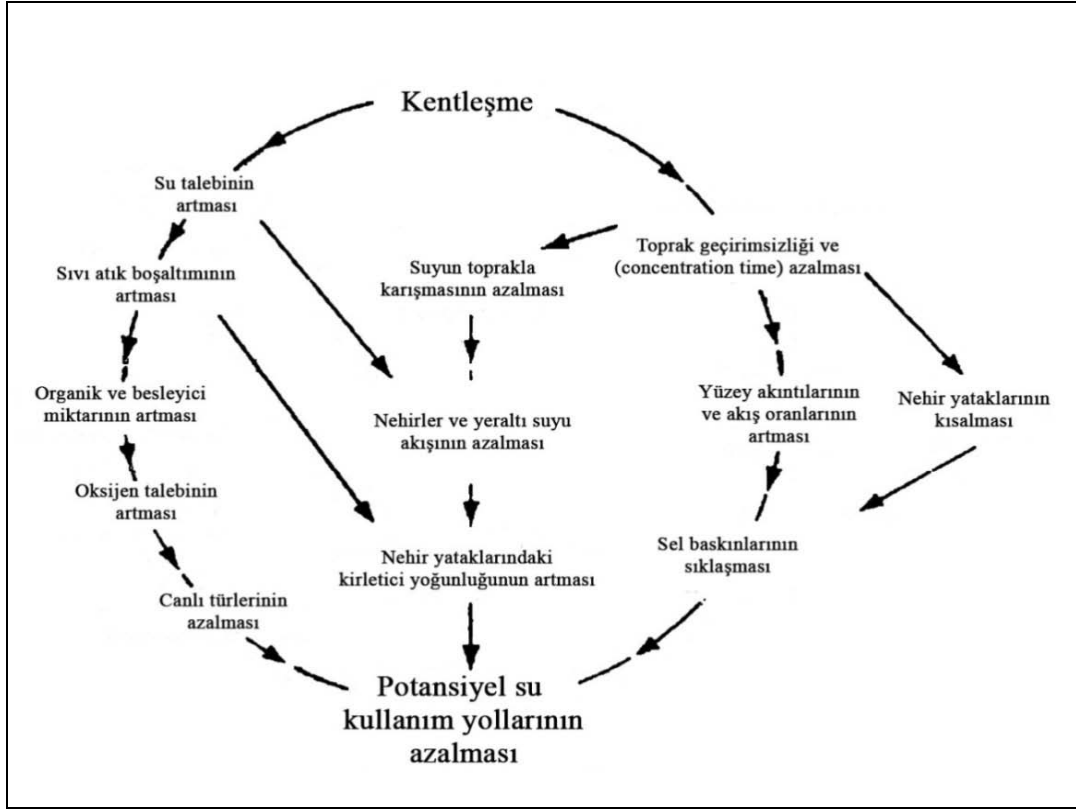
patojenleri su kaynaklarına taşır. Çevre Koruma Ajansı (*Environmental Protection Agency - EPA*) 2002’de bu hatların Amerika’daki 772 şehrin en büyük kirlilik probleminden sorumlu olduğunu belirtmiştir. 20. yy başlarında bazı kentler iyileştirme tesislerine ikincil iyileştirme kabul edilen havalandırma, yüzeysel arıtma (finer infiltration) işlevlerini daha çok bakteri üremesini durdurma amaçlı eklemişlerdir. Bu yöntemlerin suda bulunan hastalık taşıyıcı bakterileri %95’e varan oranlarda yok edebildiği gözlenmiştir fakat ikincil öneriler ve 1972 ‘de yürürlüğe giren CWA’nın<sup>3</sup> (*Clean Water Act*) temel hedefleri göz önüne alındığında o yıllardan bu güne amaçlar hala gerçekleştirilememiştir ve çalışmalar devam etmektedir (Short ve Short, 2008). Dünya genelinde kentleşme sonucu ulaşım aksları, yapılar ve çatılar yoluyla geçirimsiz yüzey miktarı artmış, hidrolik olarak etkin olmayan drenaj sistemleri geliştirilmiş, toprak sıkıştırmaları ve traşlamaları yapılmış, bitki dokusunda bozulmalar meydana gelmiştir (Şekil 3.4, 3.5). Bütün bunların sonucunda da akıntılar (Leopold, 1968 ve Elliott ve Trowsdale, 2007) ve nehir koridoru erozyonu (Hammer, 1972 ve Elliott ve Trowsdale, 2007) artarken, potansiyel taban suyu azalmaktadır (Paul ve Meyer, 2001; Schueler, 1994 ve Elliott ve Trowsdale, 2007).



**Şekil 3.4 :** Kentleşme sonucu selsuyu hidrolojisinde meydana gelen değişimler (EPA Low Impact Development Center (2000)).

<sup>3</sup> CWA - Clean Water Act (Temiz Su Kanunu) 1972 yılında önceki 35 yılın su kirliliği kanunlarına çerçeve oluşturmuştur. Temelde üç ana hedefi vardır: 1) Kirli suların su kaynağına deşarjına son vermek, 2) Tüm suları balıkçılık ve yüzmeye için uygun hale getirmek, 3) Sudaki toksik kirlenimleri yok etmek (Short ve Short, 2008).

Kentleşme aynı zamanda sucul ekosistemin; sedimentler, ağır metaller, hidrokarbonlar, mineraller (yapı maddeleri) ve patojenler tarafından kirletilmesine sebep olmaktadır (Burton ve Pitt, 2001; Hall, 1984 ve Elliott ve Trowsdale, 2007).



**Şekil 3.5 :** Kentleşmeden doğan etkiler. Bertrand-Krajewski ve diğ., (2000) yaptığı çalışmadan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Bütün bu bahsedilen olumsuz etkilerin sonucunda yakın zamanda ekolojik yönelimli yaklaşım (LID, SUDS, green infrasturucture vb.) yeniden gündeme gelmiştir. Yağmur suyunu kanalizasyon iyileştirme tesislerine göndermenin gerçekçi bir ihtiyaç olmadığı, bu işlemin pahalı ve zor olduğu yönündeki farkındalık artmıştır. Gelineen noktada seyreltme, başka bir deyişle atıkları uzaktaki bir nehir ağzına gönderme işlemi de gerçekçi bir çözüm olamamıştır. Çünkü mevcut su sisteminin bünyesi yok edebileceği kirlilik yükünden çok daha fazlasıyla yüklenmektedir. İklim değişikliği ve nüfus artışı koşullarında, suyun kalite ve miktarını korumak gittikçe zorlayıcı hale gelmiştir (Jenerette ve Larsen, 2006; Oki and Kanae, 2006; IPCC, 2007 ve Lim ve diğ., 2010). Kentsel suyun planlanması ve politikaları için “Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi” (*Integrated Water Resource Management - IWRM*) bağlamında bugün artık önerilen; su sağlama, sel suyu drenajı ve atık su sistemi gibi su altyapısı ile ilgili bütün sistemlerin etkin bir yönetimi için bütüncül düşünülmesidir (Andersan ve

Iyaduri, 2003; Petit ve Baron, 2009; Polard ve du Toit, 2009 ve Lim ve diğ., 2010). Buttler ve Parkinson'a (1997) göre gerçek sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi, insanlığın aşırı tüketim üzerine kurduğu sistem nedeniyle idealize edilmiş ve bugünün koşullarını değiştirmeden ulaşılamaz bir hedeftir. Fakat mevcut duruma göre daha sürdürülebilir drenaj sistemleri için akıntı suyunu kirli atık su akıntısından ayırmak, yerel kanalizasyon sistemine endüstriyel atıkları karıştırmaktan kaçınmak, suda atık taşınmasını azaltmak gibi önerilerde bulunmak önemlidir ama bütün bunların ötesinde sistemin değiştiği koşullarda faydalanılması amacıyla deneyim biriktirmek hem hayatidir hem de bilginin aktarımı açısından tutarlılık sergilemektedir. Buttler ve Parkinson bu gözlemi 1990'ların sonlarında yapmışlardır, fakat aradan geçen yaklaşık yirmi yıla rağmen bugün gelinen noktada, su üzerine daha fazla deneyim biriktirme uygulamaları dışında bütüncül bir iyileşme açısından hem Türkiye'de hem de dünyada durum pek fazla değişmemiştir.

Öte yandan 1960' lardan beri son 50 yılın kentsel drenaj alanında önemli değişiklikleri genel olarak sıralayacak olursak:

- Akıntı, iyileştirme, suyu geri kazanma konularının temel argümanlarında yeni bir anlayış ve teori üretimi,
- 1960-70 arası kirlilik ve kanunlarla ilgili kamu farkındalığı, 1971'de "Sel Suyu Yönetimi Modeli" (*Storm Water Management Model- SWMM*) ile tanışma,
- Simulasyon programlarının gelişmesiyle analiz ve performans tahmini yapan model ve programların geliştiği gözlenmiştir.

1980'lerde ise; su kaynakları yönetimine ekosistem yaklaşımli bir modelin kabulü, geri kazanılan sulara drenaj etkilerini anlamının gelişmesi, bütüncül anlamda kentsel drenaj ve atık su sistem bileşenlerinin göz önüne alınması gerekliliğinin kabulü ile drenaj tasarım felsefesinde büyük değişimler gözlenmektedir.

Bu çalışma kapsamında kentsel hidrolojik dinamiklere odaklanılmıştır. Kentteki bütün hidrolojik süreçlerde, kırsala göre daha küçük mekansal ve zamansal ölçekler dikkate alınmalıdır (Niemczynowicz, 1999). Bu da teorisinde, veri toplama ve hesaplama metodlarında kendine özgüllüğü getirmektedir. Bu bilgiler alana özgü olmalıdır. Kent yüzey alanındaki akıntının, kente ve daha büyük çerçevede sucul ekosisteme giderek artan oranda olumsuz etkisi kent hidrolojisi ile ilgilenen pratikler açısından dikkate değerdir. Peyzaj mimarlığı da bu pratikler içinde önemi

azımsanmayacak bir yere sahiptir. Su ile ilgili altyapı sistemleri, kentler büyüdükçe hidrolik yük ve sistemin fonksiyonu yönünden başkalaşmıştır (Niemczynowicz, 1999). Bütün bu komplike sistemi anlamak için gelişmiş hesaplama ve modelleme metodları geliştirilmiştir. Kompleks olan hidrolik ve fiziksel süreçler; en basit konsept modelden, en ileri detayla tasarlanmış matematiksel modele kadar bir çeşitlilikte kanalizasyon sistemini anlamaya yönelik geliştirilmiş pek çok çalışma ile incelenmiştir (Ashley, Huitved - Jacobsen ve Bertrand - Krajevski, 1998; Niemczynowicz, 1999).

Su ile alakalı altyapı maliyetleri çok yüksektir. Hidrolik, çevresel, kentin sosyal fonksiyonunda ve kenti çevreleyen alandaki sucul sistem üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir.

### **3.1 Doğada ve Kentsel Peyzajda Su**

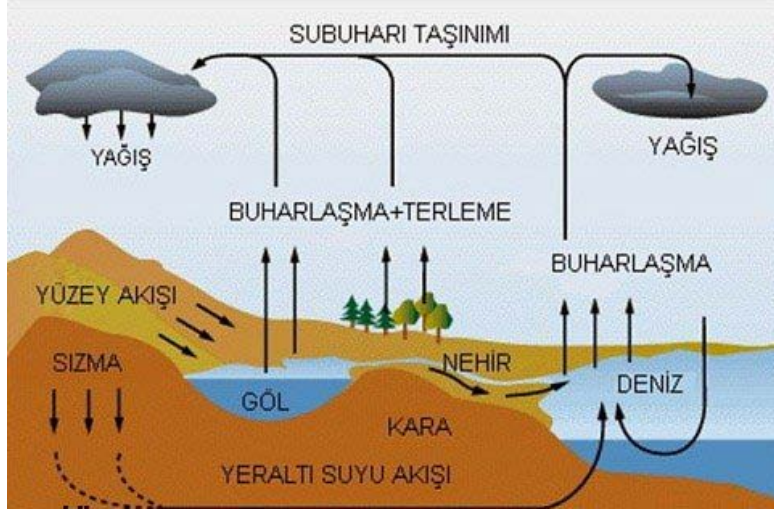
Su tarih boyunca ürünler ve yapı materyallerinin ulaşım yolunu sağlama, sosyal ihtiyaçları karşılamak için açık mekan ağı oluşturma, evsel ve endüstriyel ihtiyaçları sağlama, selsuyu tutulumu ile sulama ve atık sular için bir sistem olarak çalışma gibi önemli kentsel fonksiyonlar üstlenmiştir. Enerji etkin peyzaj tasarımı su başlığı; kentlerin doğal çevreye nasıl eşlik edeceğinin, dahası kent mekanına planlama ve tasarım pratiklerinin nasıl daha uyumlu hale geleceğinin yapılanması ve yönetimi sırasında dikkate alınması gereken hayati önemdeki konulardan biridir.

#### **3.1.1 Doğada su döngüsü**

Suyun doğasında nasıl hareket ettiğini, beslendiğini, döngüsünü ve sucul ekosistemi anlamak için suyun karasal ekosistem ile kurduğu ilişkiye bakalım. Sucul ekosistem ile karasal ekosistem arasındaki kompleks ilişki incelenirken sucul ekosistemin yalnızca insanların peyzajı değiştirmelerinin etkisi altında olmadığını, bu değişikliklerin potansiyel nedeni ve öznesi olduğunu anlamalıyız (Riera ve diğ., 2001). Yeryüzündeki su; bulut üzerindeki küçük su parçacığından okyanuslara kadar olan bir çeşitlilikte iklim ve iklim kontrolünde; özellikle güneş ışınımının düzenlenmesi ve enerji korunumunda derin bir etkiye sahiptir (Robinette ve Gray, 1983). Karalarda meydana gelen büyük iklimsel olayların doğduğu yer okyanuslardır. Çarpan güneş ışınlarının çok büyük bir kısmı büyük su kütlelerinde yutulur ve çok az bir oranda atmosfere geri yansırken, karalarda çok az bir güneş

ışını bile yutulur, depolanır çok fazla miktarda atmosfere geri yansır. Dünya yüzeyinin %71'ini kapsayan suyun, %97.39'u okyanuslardadır ve içmek için uygun değildir. Kalan %2.01'lik içilebilir tatlı su buzullarda, yaklaşık %0.60'sı yeraltı kaynakları başta olmak üzere göllerde ve akarsulardadır (Postel, 2000). Bilim insanları dünya nüfusunun 2050 yılında 9.4 milyar civarında olacağından ve bu çoğunlukta insanın ihtiyaçları için yeterli su kaynağının bulunamayacağından endişe duyuyorlar. Önceleri su kıtlığının artacağı ve 46-52 arası sayıda ülkenin 3 milyar civarında nüfusla su sıkıntısı yaşayacağı, erişemeyeceği belirtilirken (Engelman ve Leroy, 1993) bugün suya erişebilirliğin yanında kalitesine yönelik endişeler artmıştır. Su kaynakları yüzey sularını, yeraltı sularını ve yağmur sularını içerir. Çoğu kentte su ihtiyacının karşılanması en yakındaki nehir, göl, yeraltı suyu veya su havzasından sağlanır. Bu tatlı su ekosisteminin bileşenlerini; nehir ve akarsular, yeraltı suları, göller ve rezervuarlar, sulak alanlar, sahiller ile yağmur suları oluşturur. Bu sistemde yenilenebilir tatlı suyun devinimi yağışlarla sağlanır (Şekil 3.6). Yıllık yağış ortalama 110.000 m<sup>3</sup>'tür. Bunun 70.000 m<sup>3</sup>'ü buharlaşır, 40.000 m<sup>3</sup>'ü akıntılarla taşınır ve bu su bünyesinde topladığı minerallerle birlikte nehirleri, gölleri, yeraltı su rezervlerini yeniden doldurur. Akıntılarla taşınan suyun bugün artık büyük bir kısmı çok hızlı bir şekilde sel akıntıları, su kirliliği, artan yapılaşma ve geçirimsiz yüzeyler, kapatılmış-kurutulmuş-betonlaşmış nehirler ve nehir koridorları-sulak alanlar sebebiyle kaybediliyor ve tuzlu suya karışıyor. Döngü tamamlanamıyor, kısalıyor. Çoğu yerde tatlı su ekosistem ve türleri, karasal ekosistem ve deniz ekosistemine göre çok daha hızlı ve geri dönülmez bir biçimde bozuluyor. Sağlıklı tatlı su ekosistemleri biyoçeşitliliğin sürdürülmesi ve insan refahı için hayati önem taşımaktadır. Başta gıda güvenliği ve ekosistem servisleri tatlı su ekosistemine bağlıdır. Örneğin olağandışı hava olaylarında sulak alanlar yeryüzü için tampon oluştururlar, sünger görevi görürler. (kasırgalar, şiddetli yağışlar vb.) Gıdalarımız başta tatlı su ve toprağa bağımlıdır. Tatlı suyun kullanımı, temizliği, tuzluluğu, topraktaki gübre miktarı ve kullanılan pestisidler birbirine bağlıdır, toprağın ve suyun kalitesini-verimliliğini etkilerler. Geline nokta artık fark edilmiştir ki yüzey ve yeraltı suları birbirlerine bağlıdır ve su döngüsünün bileşenleridir, dolayısıyla tek bir sistem gibi düşünülmelidir. Akıntılarla taşınan suyun bugün artık büyük bir kısmı çok hızlı bir şekilde sel akıntıları, su kirliliği, artan yapılaşma ve geçirimsiz yüzeyler, kapatılmış nehirler ve nehir koridorları ile kurutulmuş sulak alanlar sebebiyle kaybediliyor ve tuzlu suya karışıyor. Döngü tamamlanamıyor,

kısalıyor. Çoğu yerde tatlı su ekosistemleri, karasal ekosistem ve deniz ekosistemine göre çok daha hızlı ve geri dönülmez bir biçimde bozuluyor. Oysa sağlıklı tatlı su ekosistemleri biyoçeşitliliğin sürdürülmesi ve insan refahı için hayati önem taşımaktadır (UNEP, 2006). Kentlerde uygulanacak enerji etkin peyzaj tasarımında “su” özelindeki teknikler ekosisteme yapacağı katkı itibarıyla önemlidir.



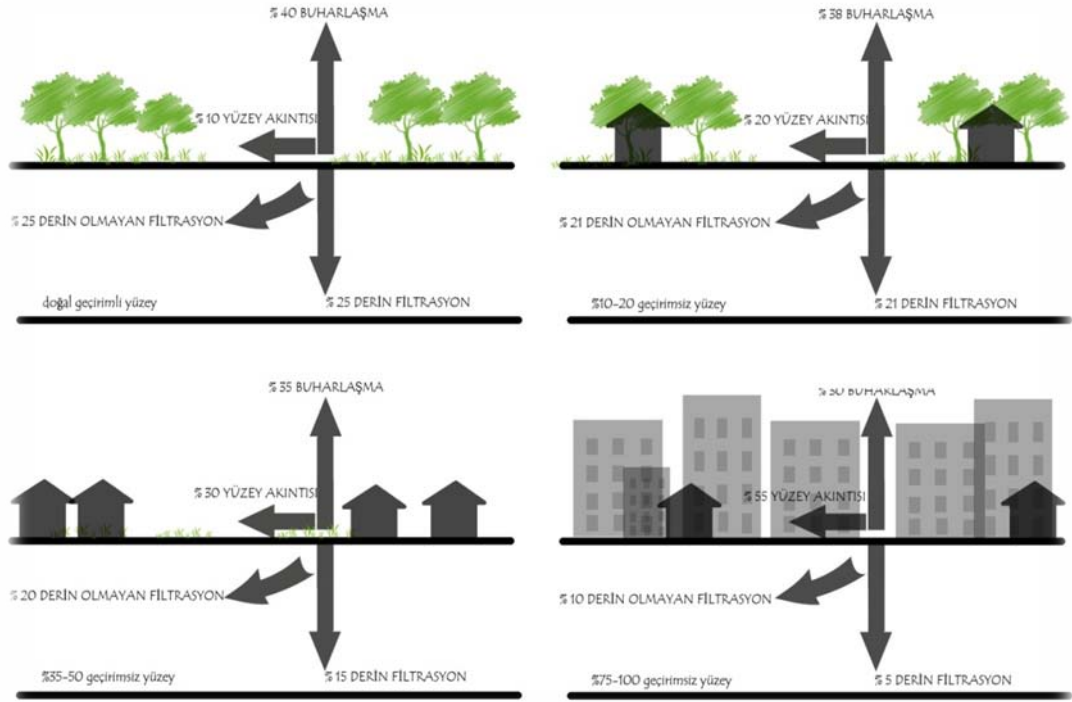
**Şekil 3.6 :** Doğal su döngüsü: Su doğada katı, sıvı ve gaz halinde bulunmaktadır. Yüzey suları buharlaşır, bulutlarda tutulur ve daha sonra topraktan filtrelenerek akiferlere aktarılırlar. Bitkiler suyu kökleriyle alır ve terleme yoluyla geri bırakırlar. Bütün bu süreçte hidrolojik çevrimdeki su miktarı sabit kalır. Bu döngü sırasında yağmur suyu ile atmosferdeki ve yüzeylerdeki kirler toplanır. Bu kirler yağmur suyu ile bitkilerin ve toprağın üzerine düştüğünde; vejetasyon, kayalar, sedimentler ve toprak biyotası sayesinde temizlenip uzaklaştırılırlar. (Url-8)

Doğada ve kentsel peyzajda yağmur hidrolojik döngüdeki suyun ilk formudur. Suyun atmosfer, okyanuslar, peyzaj arasındaki döngüsü yeryüzünde yaşamı mümkün kılmaktadır. Yüzey akıntısı ve buharlaşma yoluyla kaybedilecek suyun yağmur suyu formunda yakalanması tekrar kullanılması veya sucul ekosisteme geri kazandırılması hayati önem taşımaktadır.

### 3.1.2 Kentte su döngüsü

20. yy. başlarında otomobil ile ulaşımın egemenliğine giren yeryüzünde, masif otoban konstrüksiyonları, gittikleri yerlerde aynı zamanda yerleşimleri ve dolayısıyla geçirimsiz yüzeyleri de beraberlerinde götürmüşlerdir. Çalışmalar göstermiştir ki bir alanın insan popülasyon yoğunluğu, geçirimsiz yüzey oranıyla doğrudan ilişkilidir

(Strakowski,1972; Arnold ve diğ.,1996). Geçirimsiz yüzeyin miktarı (peyzajın suya geçirimsiz yüzeyle kaplı olduğu yollar, çatılar, beton yüzeyler vb. alan miktarı) kentsel arazi kullanımının etkilerinde anahtar bir çevresel göstergedir (Schueler, 1994; Arnold ve Gibbons, 1996). Doğal peyzaj geçirimsiz yüzey ile kaplandığında, su döngüsünü bozmakta, suyun iletim ve depolanmasını doğrudan etkilemektedir.



**Şekil 3.7 :** Geçirimsizlik ve su döngüsü ilişkisi. Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources (1999)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiş ve yeniden görselleştirilmiştir.

Yer bilimciler ve su bilimciler tarafından uzun yıllar süren gözlemlerin sonucunda bu döngü ilişkileri anlaşılmıştır. Yukarıda doğal geçirimli yüzey, %10-20, %35-50, %75-100 geçirimsiz yüzeyler ve su döngüsüyle ilişkileri şematik olarak anlatılmaktadır (Şekil 3.7).

Bugün çoğu proje için arazi temizlemesi yapılmakta ve bununla birlikte bitkilendirme ve toprak tamamen tasarımın dışında bırakılıp geçirimsiz yüzeyler yaratılmaktadır. Kentsel alanda günlük sıcaklık farklarının artmasının en önemli sebeplerinden biri düşük terleme ve buharlaşma oranıdır. Geçirimsiz yüzeylerle kaplı kentlerde, daha az yüzey suyu, terleme ve buharlaşma için yüzeyde tutulabilir çünkü su geçirimsiz yüzeylerden hızla drene edilir. Bu da kentsel enerji dengesini etkiler

(Grimmond ve Oke, 1991). Diğer bir geçirimsiz yüzey olan ve arazide yapılaşmaya açılan bölgede ağır makinalar yoluyla sıkıştırılmış toprakta; yüksek kütle yoğunluğu, daha az büyük gözenek, filtreleme ve sızmada azalma ve köklerin toprağa nüfus etmesinde azalma gözlenmektedir (Day ve Bassuk, 1994; Cook ve Vanderzanden, 2011). Geçirimli döşeme uygulaması, geleneksel asfalt döşemeye göre daha maliyetlidir fakat geçirimli döşeme ile daha iyi filtrasyon, yer altı suyu deşarjı, akıntı hacminde azalma ve sel suyunu kirletenlerden arındırma gerçekleşir. Florida Tampa’da mevcut park yerlerinde, işlev değişikliğine gitmeden asfalt geçirimli döşeme ile değiştirilmiş ve yağmur suyunun yalnızca %20’sinden azı akıntı halinde kaybolmaktadır.

### **3.2 Kentsel Altyapılar**

#### **3.2.1 Tanımlar, kavramlar ve tarihsel gelişim süreci**

Kentsel altyapı ve hidrolojinin gelişimi ile ilgili tartışmalar M.Ö. 6000’ lere Suriye ve Fırat nehri boyunca kurulmuş Habuba Kabira’ ya kadar uzanmakta (Delleur, 2003) ve drenaj ile yapılandırılmış ilk kentsel düzenlemenin örneğini oluşturmaktadır (Vallet, 1997). 19. yy’ a gelindiğinde nüfus büyümesiyle dünyanın bütün büyük şehirlerinde büyük kanalizasyon ağları inşa edilmesi gereksinimi artmıştır. Modern anlamda ilk kanalizasyon çalışmaları ise 1843 yılında Hamburg’da başlamıştır. 1847 yılında Londra’da konutlara kanalizasyon bağlantısının sağlanması ile ilgili yönetmelik çalışmaları yapılmıştır. 1855’e kadar Themess nehrine taşınan atıklar Londra’da, Avrupa ve Amerika’da da benzer örneklerde görüldüğü gibi iki kez kolera salgınına neden olmuştur (James ve diğ., 1998; Işık, 2007). Ateşli hastalıklar nedeniyle Amerika’da pek çok insanın ölümünün ardından 1880’de ayrık atık su kanalizasyon sistemlerine geçilmiştir. Yine 1854 yılında Rotterdam Belediyesi’nde inşaat mühendisi olan W. N. Ruse tarafından önerilen eski kenti çevreleyen kanal konstrüksiyonu projesi “Su Projesi” (Water Project) adıyla uygulanmıştır. Proje ile kanal yardımıyla salgın bir hastalık olan kolerayı yayacak sağlıklı şehir suyunun uzaklaştırılması sağlanmıştır.

21. yy’ da drenaj ve kanalizasyon sistemi teknolojileri geliştirilmiştir. Bu sistem ile yağmur suyu ve atık suyun kentsel alandan hızlı bir şekilde atılması hedeflenerek teknik bir mühendislik problemine indirgenmiş, yağmur suyu artık kamusal yaşamda görünür bir tasarım elemanı olma özelliğini kaybetmiştir. Mevcut eğilim bütüncül

düşünölmüş bir altyapı sisteminden uzaktır ve dağınık, birbirinden kopuk sistemlerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Özetleyecek olursak; kentteki su altyapı sistemleri ve bu konudaki kolektif deneyim, insanlığın yerleşik hayata geçişı kadar eskiye dayanmaktadır. Fakat bugün gelinen noktada söz konusu deneyimin sistemin yarattığı koşullar karşısında yetersiz kaldığı ortaya çıkmıştır. Su ve kentsel su altyapısı sistemleri; suyun bütün bir coğrafyaya eşit dağıtılması sorunsalı ile su kaynaklarının kıtlaşması ve suyun metalaşması gibi üst ölçekli problemlerden, kentin bir mahallesinde sel suyunun nasıl yönetilebileceğine uzanan bir yelpazede çeşitli ölçeklerde alternatiflerini üretmeyi, üzerine yeniden düşünmeyi gerektiren son derece önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kentsel su ve altyapı sistemleri; kentsel peyzajın ekosisteme yönelik fonksiyonlarının sağlıklı işemesi ve yaşanabilir kentsel çevreler açısından da önemli bir belirleyicidir. Thompson (2012) “Peyzaj Şehirciliği için On Temel Görüş ve Altı Soru” (Ten Tenets and Six Questions for Landscape Urbanism) isimli makalesini, peyzaj şehirciliği<sup>4</sup> (landscape urbanism) terimini geliştiren Charles Waldheim’in peyzaj şehirciliği için referans manifesto olarak nitelediği “Peyzaj Şehirciliği Okuyucusu” (The Landscape Urbanism Reader) ve “Peyzaj Şehirciliği: Mekanik Peyzaj için El Kitabı” (Landscape Urbanism: A Manuel for the Machinic Landscape) üzerine kurmuştur. Ve Thompson’un çalışmasında on temel görüşten dokuzuncusu tam adı “Peyzaj Doğal ve Yapılandırılmış Sistemler Arasındaki Hibritleşmeyi Destekler” (Landscape Encourages Hybridity Between Natural and Engineered Systems) peyzajın; doğal ve yapılandırılmış sistemlerin arasındaki hibritleşmeyi desteklediği yönündeki madde, peyzaj şehirciliğinde -altyapı ve ekolojik fonksiyon- üzerinedir. Söz konusu dokuzuncu maddede; doğa - kültür ikiliğini; doğal ve tasarlanmış sistem arasındaki hibritleşmeyi desteklemesi açısından peyzaj şehirciliğinde sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerinden (SUDS) ve kentsel alanda bir ilke olarak suyu temizleyen sistemlerden bahsetmektedir. Bütün bunlar için de doğal sistemler ile kent arasındaki ilişkinin farkındalığının bir başlangıç noktası olduğunu belirtir. Elisabeth Mossup ise The Landscape Urbanism Reader’ın içinde (sy. 163-195) “Altyapının Peyzajı” (Landscape of Infrastructure) isimli çalışmasında;

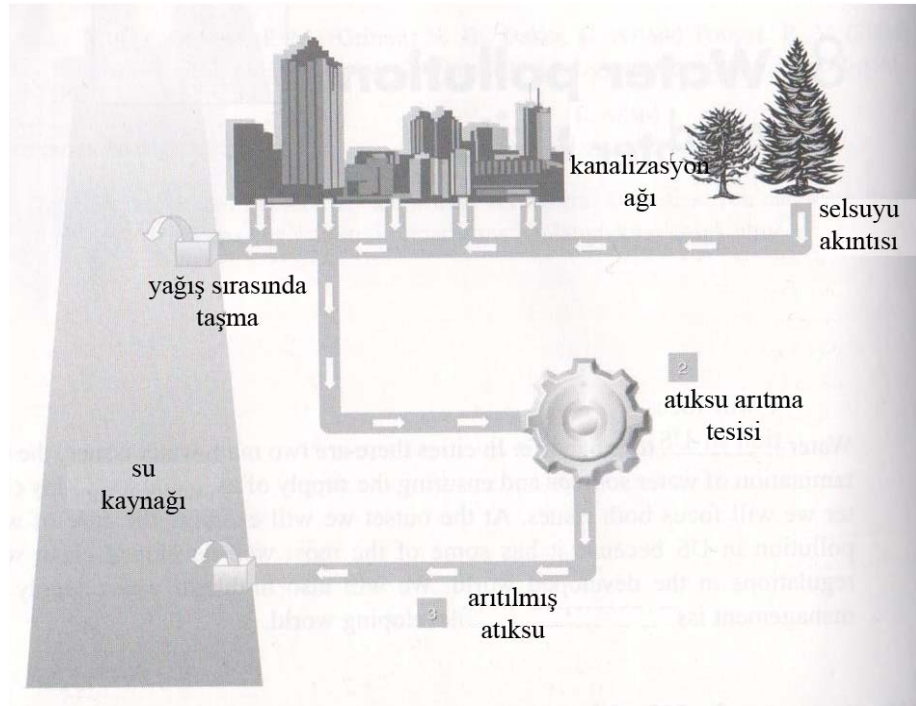
---

<sup>4</sup> Peyzaj Şehirciliği “Landscape Urbanism” temelde Kenneth Frampton’un eleştirel bölgeselciligi, Ian Mcharg’ın bölgesel planlama için sieve-map yaklaşımı, Peter Rowe’un barınma ve şehircilik üstüne yazıları ve Rem Koolhaas’ın programatik mimarlık sorgulamasından yola çıkmıştır. “Landscape Urbanism” terimini Charles Waldheim geliştirmiştir (Thompson, 2012).

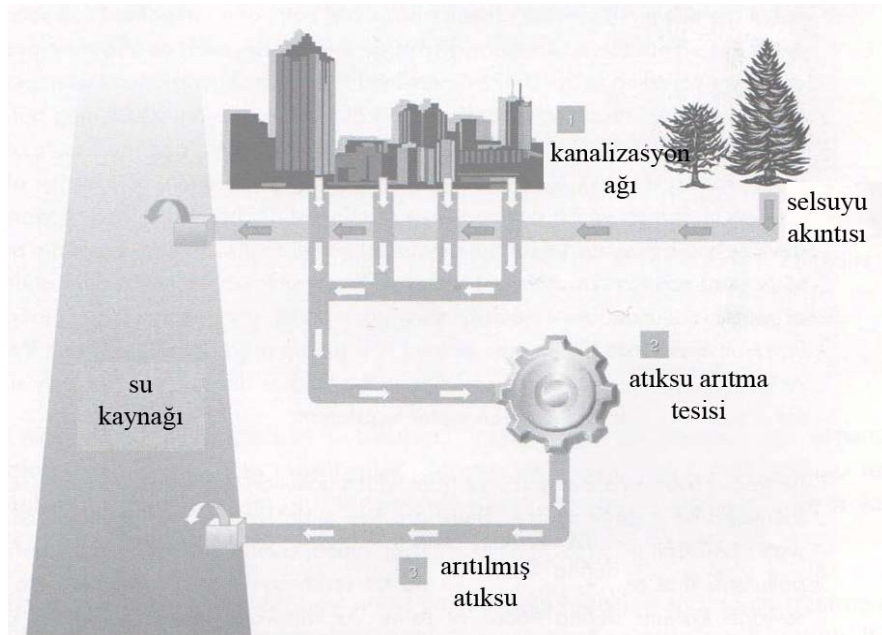
topografya ve hidrolojinin altyapı strüktürüyle ve fiziksel planlamayla, dağıtma ve yakalama havzacıklarının / sistemlerinin kentsel peyzajda yine temel strüktür elemanları olarak kullanılması önermektedir. Yani son dönem peyzaj mimarlığı üzerine yapılan teorik çalışmalarda da bu tez kapsamında ele alınan kentsel yüzey akıntısını çeşitli yöntemlerle yavaşlatarak yönlendirme ve arıtma işlemlerinin kentsel peyzaja ve bütün bir ekosisteme yapacağı katkılar açısından dikkate değer bulunmuş, önerilmiştir.

Kentlerde kanalizasyon sistemleri birleşik (Şekil 3.8) ve ayrık sistem (Şekil 3.9) olmak üzere iki türdür. Ayrık sistemlerde (SSS - Sanitary Sewer System) yağmur suları ile diğer (kanut, endüstri alanı vb.) alanlardan çıkan kanalizasyon sistemi ayrı kurgulanmaktadır. Birleşik sisteminde (CSS - *Combined Sewer System*) ise evsel atık, ticaret, kamu, endüstri vb. alanlardan çıkan atık sular ile yağmur suları kanallarının birleştirilmesiyle oluşturulması söz konusudur.

Türkiye'deki kentlerin pek çoğu ayrık olarak planlanmasına rağmen birleşik olarak uygulanmıştır (Erdin, 2001). Kentin altyapısına dolayısıyla da bütün bir ekosisteme zarar vermesi pahasına boru çaplarının büyük olması sebebiyle ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması vb. nedenlerle ayrık sistem tercih edilmemektedir. Bununla birlikte yağmur sularının ve kentin yüzey akıntılarının kanalizasyon sisteminden sadece ayrık olması bütüncül bir çözüm olmanın uzağındadır. Mevcutta Türkiye'de kanalizasyon sistemleri belirli bir tarihten (1959) sonra ayrık sistem olarak kurgulanmıştır.



**Şekil 3.8 :** Birleşik kanalizasyon sistemi (Short ve Short, 2008).



**Şekil 3.9 :** Ayrık kanalizasyon sistemi (Short ve Short, 2008).

Bununla birlikte, yağmur suyu oluklarının ve cadde ağızlıklarının kanalizasyon sistemine bağlanması sonucunda, iklim değişimiyle birlikte şiddeti artan yağış koşullarında atık suyun hızı artmakta ve varolan sistem bu debi ve yoğunluğu kaldıramayarak kentlerde sel, taşkın felaketleri (*CSO – Combined Sewage Overflow*)

olarak kendini göstermektedir (Toprak, 1999; Erdin, 2001). Oysa 1950'lerde birleşik kanalizasyon sistemleri New York'da yöresel su kirliliğinin ana nedeni olarak tanımlanmıştır, 1990'ların başında ise Çevre Koruma Ajansı (EPA) gelecek yüzyıl için bugün birleşik kanalizasyon sistemine sahip 1200 kentin daha iyi bir çözüm geliştirmesi gerektiğini vurgulamıştır (Torunoğlu, 1991). Türkiye kentlerindeki altyapı ve kanalizasyon sistemleri ile ilgili sayısal veriler Şehir Plancıları Odası tarafından oluşturulan Su Komisyonu Raporunda (2007) şöyle belirtilmiştir:

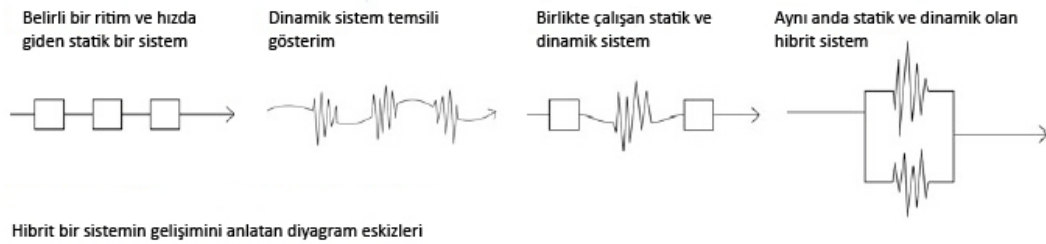
*TUIK 2000 yılı nüfus sayımı verilerine göre, 15 milyon hane halkından konutu içinde tuvaleti olmayanların oranı %17, konutşebeke suyuna bağlı olmayan hane halkı oranı ise %11'dir. TUIK 2004 yılı verilerine göre kanalizasyonşebekesi ile hizmet edilen nüfusun toplam nüfusa oranı %68'dir. Atıksu arıtma tesisi ile hizmet edilen nüfusun toplam nüfusa oranı ise %36'dır. Ayrıca fabrika ve imalathane atık sularının yarısından fazlası arıtılmadan bşta denizler olmak üzere (%82), akarsu ortamına (%8) veşehir kanalizasyonuna (%6) doğrudan verilmektedir. İmalat atık suyuna arıtmaşlëmi uygulamayan sektörlerin başında (%78) metal sanayi gelmektedir. Bu sektörde üretilen atık suların büyük bir kısmı deniz ortamına bırakılmaktadır. İkinci sırada gıda ürünleri ve içecek (%8) sanayi yer almaktadır. Ağırlıklı olarak akarsu ortamınaşehir kanalizasyonuna doğrudan deşarj yapılmaktadır. Üçüncü sırayı kimyasal madde üretimi imalat sanayi (%5) almaktadır. Sektörde atık sular ağırlıklı olarak deniz ortamına şehir şebekesine verilmektedir. Tekstil ürünleri imalat sanayi (%3) atık suları da yine şehir şebekesine ve akarsu ortamına arıtmaşlëmi uygulanmadan uzaklaştırılmaktadır. (TMMOB Şehir Plancıları Odası Su Komisyonu Raporu, 2007)*

Türkiye özelinde İstanbul'da su ve kentsel su altyapısı sistemlerini özetleyecek olursak tesisleşmiş anlamda su yapılarının izlerine Roma İmparatorluğu döneminde rastlanmıştır. Öncelikli amaç tatlı su kaynaklarını kent merkezine getirmenin teknolojisini yaratmak olmuştur. 19.yy 'ın sonlarında belirli gelişmeler yaşanmış, Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren ise çeşitli şirketler eliyle pis su ve yağmur suyunu içeren genel kanalizasyon projeleri yapılmıştır. Bugün gelinen noktada söz konusu atılımlar yetersiz kalmıştır. Birleşik kanalizasyon sistemleri, plansız büyüme ve aşırı kentleşme kaynaklı geçirimsiz yüzey artışı sebebiyle İstanbul'da ve Türkiye'nin pek çok kentinde sucul ekosistem zarar görmekte ve altyapı sistemi çökmektedir. Her geçen gün sel-taşkın haberlerine ve can kayıplarına daha fazla

rastlamaktayız. Bunun bir sebebi hayati önem taşıyan hidrolojik döngüyü; rutin ve dramatik olarak su taşkınlarının kontrol edilmesi, hidro enerji, su sağlamak, sulama vb. alanlarda benzeri görülmemiş dev mühendislik projeleri yoluyla değiştirmekte aranmalıdır (Gleick, 2007). Bugün su ile ilgili sorunların çözümünü dev mühendislik projelerinde aramaktansa; doğadaki daha karmaşık ilişki ağlarını anlamayı ve taklit etmeyi içeren, mikro ve makro ölçekte çözümler üreten, herkesin içme suyu ve kanalizasyon hizmetine güvenli erişimini ve söz konusu hizmetlerin toplumdaki bütün gelir gruplarınca ulaşılabilir olmasını sağlayan bütüncül bir anlayışta aranması gerekmektedir. Son yirmi yıldır bütüncül kentsel su yönetimi ve altyapının sağlıklılaştırılması amacıyla yapılan çalışma ve uygulamalar önceki bölümlerde incelenmiştir.

### 3.2.2 Kentsel bir altyapı olarak peyzaj

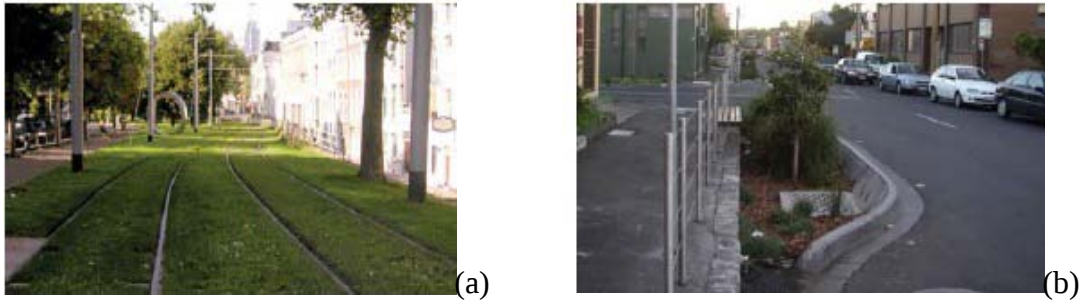
Güncel peyzaj mimarlığı yaklaşımları artık peyzajın; diğer bütün yapılar için bir sahne ve örtü olarak algılanan ve kurgulanan bir “nesne” olmasının ötesine geçtiğini / geçmesi gerektiğini, bizzat kendisinin çeşitli önemli işlevleri bünyesinde barındıran, değişken bir organizma, bir “özne” olarak algılanması / kurgulanması gerektiğini öne sürmektedir. Bu yaklaşım bir dizi benzer yaklaşımı da beraberinde getirmektedir. Bunlardan birisi de peyzajın “kentsel bir altyapı” olarak algılanmasıdır. Kentsel bir altyapı olarak peyzaj “enerji etkin” ve doğal sistemlerin davranış ve ihtiyaçlarına cevap üretebilen, doğal sistemler ile yapıli sistemleri birlikte düşünüp, üstüste çakıştırabilen adeta “hibrit” bir sistem gibi çalışabilen bir kurguyu tarif etmektedir (Şekil3.10).



**Şekil 3.10 :** Hibrit bir sistemin gelişimini anlatan diyagram (Blood, 2006)’dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir.

Geleneksel anlamda bugün kentlerde peyzajın altında saklanmış – örtülmüş altyapı sistemleri; bir ağ oluşturan statik boru sistemleri olarak birbirine bağlıdır. Bu sistem akıntının / akışın hızı ve hacminin kesin tanımlandığı, yapı strüktürünün de ona göre

belirlendiği birbirine bağlı uygulamalardır. Bu bağlılık, emniyet ve sürdürülebilirlik açısından bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar sebebiyle altyapılar artık daha “doğal” dolayısıyla dinamik ve “fonksiyonel” kurgulanmak zorundadır, çünkü artık basitçe çok büyük objelerin peyzaja öylece oturtulduğu rijit sistemler değil, doğanın bazı özelliklerini taklit eden kompleks sistemler gereklidir (Strang, 1995; Blood, 2006). Kentsel peyzaj bu anlamda çeşitli potansiyellere sahiptir. Kentsel peyzajın; hareketleri, akışları ve değişkenliği organize eden kompleks sistemler olduğunu vurgulamak için Blood (2006); valfler, kapılar, kilitler gibi akıntıyı kontrol eden, geçiren, yönlendiren, yavaşlatan sistemler analogisini kullanmıştır. Bir başka örnekte Shane (2003) “Peyzaj Şehirciliğinin Ortaya Çıkışı” isimli makalesinde Waldheim’in peyzaj şehirciliğini; yapılar, altyapısal sistemler ve doğal ekolojiler arasında faaliyette bulunan dokular arası bir disiplin olarak tarifine dikkat çekmiştir.



**Şekil 3.11 :** (a) Rekreasyon ve ulaşım altyapısı arasındaki sınırın bulanıklaştığı bir örnek, Amsterdam (b) drenaj ve yol altyapısı arasındaki sınırın bulanıklaştığı bir örnek, Melbourne. (Blood, 2006).

Özetle; aslında bugün kentsel peyzajlarda; peyzaj ve altyapı arasındaki sınırı bulanıklaştırmak, iki ya da daha fazla sistemin fonksiyonunu üst üste aynı fiziksel mekanda çakıştırmak, peyzajın aslında kentsel bir altyapı olarak kurgulanmasını tariflemektedir (Şekil 3.11). Kentte suyun hareketi, fonksiyonu ve organizasyonu açısından bir su altyapısı gibi çalışan peyzajlar kurgulamak için enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yöntemleri bu anlamda işlevsel metodlar sunmaktadır.

### 3.2.3 Kentsel peyzajda uygulamalar

Türkiye’de kentlerde uygulanmakta olan su ile ilgili güncel peyzaj örnekleri incelendiğinde karşımıza çıkan tablo hem estetik hem de fonksiyonel açıdan son derece yetersizdir. Su; peyzajda yalnızca “süs” ve ferahlatıcı bir “görüntü” elde

edilmesi amacıyla yani bir “obje” olarak kullanılmaktadır. Hibrit peyzajların önerdiği çerçeveden (aynı anda pek çok işlevi yerine getiren ve enerji etkin) çok uzak bir anlayışla birbirine benzeyen örnekler birbiri ardına sıralanmaktadır.



**Şekil 3.12 :** Ankara “İncek Life” konutları: suyun ölçsüz kullanımı (Url-9).



**Şekil 3.13 :** Ankara “İncek Life” konutları: suyun ölçsüz, vejetasyondan kopuk, geçirimsiz yüzeyler içinde hapsedilerek kullanımı (Url-9).



(a)



(b)

**Şekil 3.14 :** (a) Animasyonlu süs havuzu aydınlatma örneği: suyun enerji etkin olmayan kullanımı (Url-10) (b) kapalı sitelerde suyun peyzajda kullanımı (Url-11).



(a)

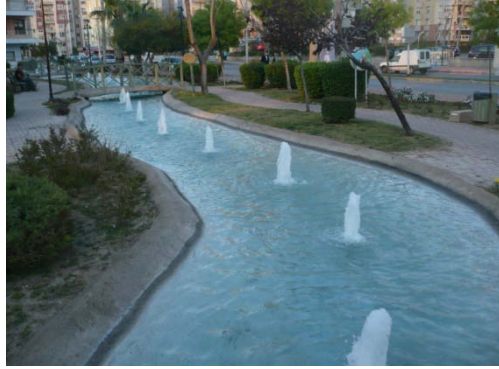


(b)

**Şekil 3.15 :** (a) Güncel tatil siteleri ve kapalı sitelerde suyun yalnızca “süs” amaçlı kullanıldığı, ekosistemi beslemeye yönelik amacın önemsenmediği örnekler (Url-12) (b) parklarda çok sık rastlanan süs amaçlı su ögesi kullanımı (Url-13).



(a)



(b)

**Şekil 3.16 :** (a) Günümüz kentsel peyzajında su ile yaratılan fonksiyonsuz estetik algısı (Url-14) (b) kentsel peyzajda süs havuzu örneği: suyun geniş geçirimsiz yüzeylerde, vejetasyonsuz kullanımı (Url-15).



**Şekil 3.17 :** İstanbul Kanal Projesi (Çılgın Proje): suyun bütün bir kent peyzajında fiziksel, sosyal ve biyolojik anlamda riskli ve radikal projelendirilme örneği, proje önerisinin imajlarında yine beton kanal içinde vejetasyondan kopukluk görüyoruz (Url-16).



(a)



(b)

**Şekil 3.18 :** (a) Newyork'ta bulunan Sunswick deresi beton kanallar içinde (Url-6). (b) Viyana'da kentin kanalizasyon sistemiyle birleştirilmiş Wein nehri (Url-6).

Kent peyzajındaki uygulamalarda ortak özellikler;

- Suyun ölçeksiz kullanılması (Şekil 3.12),
- Suyun vejetasyondan kopuk, geçirimsiz yüzeyler içinde hapsedilerek kullanımının yaygınlığı (Şekil 3.13),
- Suyun yalnızca“süs” amaçlı kullanıldığı, ekosistemi beslemeye yönelik herhangi bir amacın önemslenmemesi (Şekil 3.14, 3.15),

- Çok sık rastlanan animasyonlu süs havuzlarının ve bu havuzlarda kullanılan aydınlatma elemanlarının enerji etkin olmayan kullanımı (Şekil 3.14),
- Suyun peyzajda kullanımında konstrüksiyona dayalı uygulamaların çokluğu ve buna bağlı yoğun enerji tüketimine sebep olması (Şekil 3.16),
- Suyun bütün bir kent peyzajında fiziksel, sosyal ve biyolojik anlamda riskli ve radikal projelendirilmesi örneklerinde artış (Şekil 3.17),
- Dere ve nehirlerin beton kanallar içine hapsedilmesi, üzerlerinin örtülmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.18).

### 3.3 Kentsel Bir Altyapı Olarak Su Sistemleri

Yağmur suyunu yönlendirmek, yavaşlatmak ve arıtmak için kullanılan; yağmur bahçeleri (rain gardens), peyzaj kanalları (landscape swales), yapılandırılmış sulak alanlar (constructed wetlands), bitkilendirilmiş çatı örtüleri (vegetated roofs) vb. pek çok sistem vardır. Bu yöntemlerin suyu yönlendirmedeki temel mantığı ise aşağıdaki grafik anlatımla açıklanmıştır (Şekil 3.19). Son 10-15 yıldır bu anlamda kullanılan teknikler bütünü “Düşük Etkili Tasarım” olarak da adlandırılmaktadır. (Low Impact Development-LID) Topraktaki suyu yeraltı su seviyesi üzerine çıkarabilmek amacıyla yakalamak ve depolamak, sucul ekosistemdeki yeşil su<sup>5</sup> seviyeleri ile toprak nemini arttıran uygulamalardır. (Kinkade-Levario, 2007). Toprağın nemi artınca fazladan yapay sulamaya ihtiyaç ortadan kalkmaktadır. Yağmur suyu yakalama ve yönlendirme uygulamalarında Portland kentindeki uygulamalar (Maunt Tabor Middle School Rain Garden, SW 12<sup>th</sup> Avenue Green Street, Ne Siskiyou Green Street, Tanner Springs Park) iyi örnekler sunmaktadır.

---

<sup>5</sup> Yeryüzündeki su enerji etkin peyzaj tasarımında aşağıdakileri de içeren pek çok şekilde tanımlanmaktadır: Atmosferik Su (atmospheric water): Yağmur ve sis, Mavi Su (blue water): Akiferlerden, nehir ve göllerden sağlanan su, Yeşil Su (green water): Toprak nemi, Sel Suyu - Yağmur Suyu (stormwater): Yeryüzüne düşen yağmur suyu, Gri Su (Graywater): Banyodan (küvet ve duş teknelerinden), çamaşır makinelerinden kaynaklanan atık su, Siyah Su (black water): Tuvalet ve mutfaklardan kaynaklanan atık su, Dönüştürülebilir Su (alternate su): Soğutma kulelerinden sızan, klimadan kaynaklanan yoğunlaşmış su ve laboratuvarlarda ekipmanları soğutmak için daha önceden kullanılmış suyu içeren tipik ekipmanlardan sağlanan su, Geri Kazanılmış Su (reclaim water): Büyük ölçekli sulamaları ve kanalizasyonu içeren iyileştirme sürecinden geçmiş, pek çok yolla yeniden kullanılmak için filtrelenmiş su.



**Şekil 3.19 :** Farklı yüzeylerdeki suyun davranışı ile ilgili görsel anlatım. Blood'un (2006) çalışmasından alınmış, Esra Sert (2013) tarafından yorumlanmış, Türkçe'ye çevirilmiştir.

Ayrıca suyu toplamak, yönlendirmek ve yeniden kullanmaya dönük yöntemler bütününün önemini Pandey ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmada hipotezleriyle savunmaktadır. Hipotezlerinde yapıli çevrenin değiştirilmesiyle ve suya erişimi sağlayan suyu yağmur suyu hasadı metodlarıyla, yeni alanlara göçün ortadan kaldırılabileceğini savunarak anlatmaktadırlar. Yine çalışmada iklim ve kültürlerin sayısız yol ile etkileşim halinde olduğunu, bu etkileşimin sonucunda yaşanan ekstrem iklim olaylarıyla birlikte insan topluluklarının bu duruma göç ederek karşılık verdiklerini belirtmişlerdir. Bunu anlamak için geçmiş paleoklimatoloji kanıtlarını yeniden gözden geçirmişler. Buna göre holosen dönem (son yüz bin yılı kapsayan dönemde) kanıtları ile arkeolojik ve tarihi kayıtları kendi “iklim değişikliği- yağmur suyu hasadı” hipotezlerini test etmek için kullanmışlardır. Yeryüzünün her yerinde bölgeler boyunca ani iklim dalgalanmalarına (kuraklık ve kıtlık gibi) cevap

üretebilmek için yağmur suyu hasadı strüktürleri için tarihsel insan çabasında bir bağıntı / korelasyon gözlemlemiştir.

Kentte suyun hareketi, fonksiyonu ve organizasyonu açısından önerilen metodların; kentsel bir altyapı olarak çalışması üzerinden peyzajdaki su sistemleri bu bölümde “aktif” ve “pasif” olarak ikiye ayrılarak irdelenmiştir.

### **3.3.1 Pasif (doğal) sistemler ile yağmur suyu toplama, depolama ve filtreleme**

Pasif yağmur suyu toplamada; arazi setleme (site grading), geçirgen yüzeyler (permeable surfaces), yönlendiriciler (diverts), bitkiler ile selsuyunu alıkoyarak, arıtarak bu peyzaj elemanlarından ve yöntemlerinden fayda sağlanmaktadır. Pasif yağmur suyu yakalamada ise arazi üzerindeki (on-site runoff) ve arazi dışındaki akıntıyı (off-site flows) yakalamak için kullanılan uygun teknikler “pasif” manasında kullanılmaktadır (Kinkade-Levario, 2007). Söz konusu teknikleri uygulamak amacıyla peyzaj mimarları, mühendisler, planlamacılar vb. pek çok pratik içindeki aklın birlikte, bütüncül bir tasarım anlayışı ile hareket etmesi gerekmektedir.

İçilebilir ve içilemeyen suyu toplamak amacıyla yeşil suyu biriktirmenin, sisi biriktirmenin, yağmur suyunu yakalamanın ve dönüştürülebilir suyu yeniden kullanmanın artırılması gerekmektedir. Su kaynağı olarak tatlı su rezervleri ve mavi suyun kullanımının ilk seçenek olmaktan çıkarılması ve atık olarak tanımlanan suların arıtılarak sucul ekosisteme yeniden kazandırılmasının yollarının aranması önem kazanmıştır.

#### **3.3.1.1 Yağmur bahçesi (rain garden)**

Yeryüzünde tarih boyunca pek çok kültürde yağmur suyu toplanarak kullanılmıştır. Asya, Antik Roma, Orta Doğu, Meksika ve Hindistan’da yağmur suyu toplama kültürünün izlerine rastlamaktayız. Hindistan’da bulunan yağmur suyu yakalamak için geliştirilmiş basit sel taşı (stone-rubble) strüktürlerinin izleri M.Ö. 3000’e uzanmaktadır (John ve Petersen, 1999; Kinkade-Levario, 2007). Yağmur suyu toplanması ya da yağmur suyu hasadının / toplamanın uygulamadaki tanımı, kurak ve yarı-kurak iklimlerde toplama, depolama ve limitsiz amaçlar için kullanılmasına karşı akıntıyı korumaktır (Boers, 1994; Kinkade-Levario, 2007). Yağmur suyu (rain water) yer yüzüne çarptıktan sonra artık yağış suyu / sel suyu (stormwater) olarak tariflenmektedir. Yağmur suyunun en bilinen hasad biçimi çatı yüzeylerinden elde

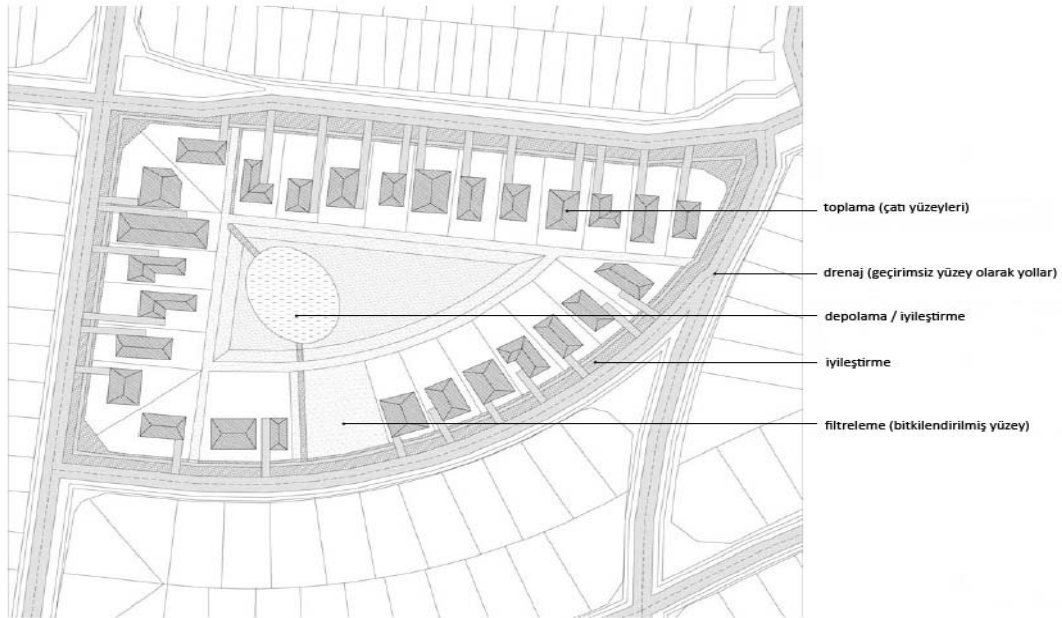
edilmesiyledir fakat asfalt yüzeyler, beton yüzeyler ve araba park yerleri ve benzeri geçirimsiz alanlardan ve peyzajın hatlarını belirlediği yeryüzeyinden de yağış suyu hasadı yapılabilir (Şekil 3.24 – 3.25). Biriktirilen suyun miktarı ise yüzeylerin dokusuna, gözenekliliğine, eğim koşulları ve suyun yakalandığı alan büyüklüğüne göre belirlenmektedir.

Yağmur bahçesi terimi ilk olarak 1980 sonlarında Prince George, Maryland, USA’de biyolojik tutulma (bioretention) konseptinden yola çıkarak Maryland Çevresel Koruma Departmanı tarafından kamusal peyzaj planlama ve tasarımında kullanılmıştır. Yağmur bahçesi fikri ilerleyen yıllarda geliştirilmiştir. Kişisel bahçelerden, büyük kamusal alanlara uzanan çok çeşitli ölçekte uygulanabilecek bir tasarımdır. Bu bahçeler yerin altında ya da üstünde hareketli veya durgun suyun bütün formları ve zengin bitkilendirme ile suyun sağlayabileceği her tür deneyimsel alternatifi sunar. Suyun bir araya getirilmesi, taşınması, depolanması, serbest bırakılması aşamalarını işlevsel ve estetik bir sistem içinde kurgulayarak hangi fırsatları yaratabileceğimiz konusunda düşünmemize ve pratik yapmamıza olanak sağlamaktadır (Şekil 3.20, 3.21, 3.22). Araziyi yağmur bahçesi mantığı ile ele alırsak : Yağmur bahçeleri arazideki farklı kaynaklı yüzey akışına tabii suların (çatılardan gelen, karla eriyen vb.) doğal yollarla toprağa karışmasını sağlar. Bu yolla, kirlenmiş su temizlenebilir. Yağmur bahçesi yapmak için 3 basit adım kabaca şöyle sıralanabilir: 1) peyzajda suyun toplanabileceği geometriler oluşturmak, 2) bu yüzeyleri sert yüzeylere yakın konumlandırmak, 3) kimyasal kullanımını en az gerektiren türleri kullanmak. Bugün şehirler ve yapılar; suyun yeryüzünde dolaşırken izlediği yolları ve çeşitli adımları (suyun doğal döngüsünü) kısaltıyor, yok sayıyor. Suyu çatılardan, kanalizasyonlardan beton kanallara, borulara buradan da nehirlerle, su havzalarına, göllere yönlendiriyor. Suyun filtrelenmesi ve buharlaşıp atmosfere geri kazandırılması aşamalarını atlıyor ve doğal olmayan sel taşkınlarıyla bugün artık daha çok karşılaşıyoruz. Yağmur bahçesi suyun biyolojik arıtılması düşüncesinden yola çıkarak; bir alana veya yüzeye gelişini, hareketini, alanı terk edişini göz önüne alan “yağmur suyu zinciri” içinde yapının kendisinden başlayıp dışındaki en alt seviyeye kadar uzanan alanı tasarlayan kompleks bir sistemdir. Periyodik olarak kuru ya da yaş olması durumu değişkenlik gösteren hatta yılın büyük bir kısmında kuru sayılabilecek yağmur bahçelerinin her bir bileşeninde kullanılan bitki ve materyaller

fonksiyonlarının yanı sıra kendi başlarına birer tasarım nesnesi olarak, peyzajı zenginleştiren öğelerdir.



**Şekil 3.20 :** Kentte yapı izleri ve yollardan oluşan yüzeylerden kentsel akıntıyı yakalama planı, Blood (2006).



**Şekil 3.21 :** Bir yapı adası planında farklı yüzeylerin, yüzey akıntılarını toplama, yönlendirme, depolama, iyileştirme ve filtreleme için kurgulanması. Blood'un (2006) çalışmasından alınmış, Esra Sert (2013) tarafından yorumlanmış, Türkçe'ye çevirilmiştir.



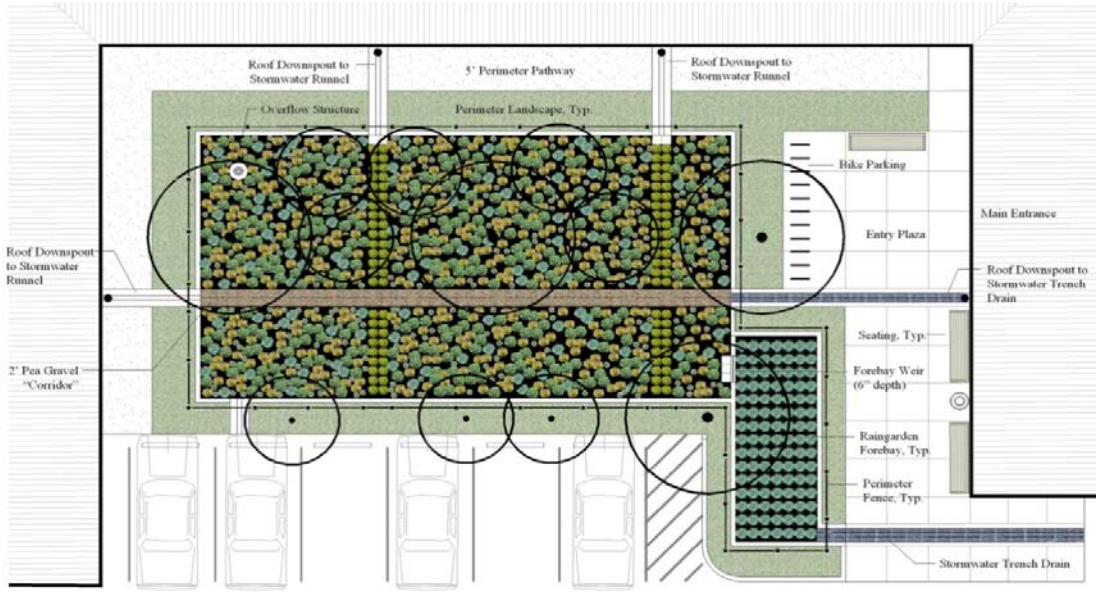
**Şekil 3.22 :** Melbourne’da Sokağın suya duyarlı tasarlanmasını anlatmak amaçlı foto montaj çalışması, Blood, (2006)’ dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe’ye çevirilmiştir.

Yağmur bahçesi uygulamalarında her yere uygulanan değişmez bir boyut olmamakla birlikte kentsel alanlarda büyük strüktürler inşa edebilecek yer olmamasından dolayı genellikle mevcut alanın boyutlarına göre uyarlanmaktadır (Selbig ve Balster, 2010). Bu çalışma kapsamında örneklenen yağmur bahçesinin çevresindeki geçirimsiz yüzey alanına oranları ile arıtma kapasitesi arasındaki ilişkiyi irdeleyen çalışmalar göstermiştir ki, yağmur bahçesi sabit kalıp mevcut geçirimsiz yüzey alanı iki katına bile çıkarıldığında yağmur bahçesi işlevini devam ettirebilmektedir. Ayrıca yağmur suyu ve kentsel akıntı yüksek oranlarda ağır metaller ve diğer kirletenlerden arındırılabilir.

Bu bölüm yağmur bahçesi konseptinin bileşenlerini içeren örnekler, biyolojik süreçler ve saha - laboratuvar çalışmaları ile zenginleştirilecektir.

**“Mount Tabor Middle School Raingarden, Portland, Oregon”** (2007 ASLA Onur Ödülüne sahiptir) örneğine bakacak olursak projede, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi açısından Portland’ ın en başarılı projesi olarak tanımlanan, mevcutta avlusunda tamamen asfalt kaplı bir otopark bulunan okulun bahçesi 2006 yazında yağmur bahçesine dönüştürülerek, yalnızca okulun gri bir mekanını yeşile çevirmekle kalınmamış yakın çevresinin pis su altyapısı problemlerine de çözüm

yaratılmıştır (Şekil 3.23, 3.24, 3.25). Yaklaşık 30.000 m<sup>2</sup> geçirimsiz yüzeyden toplanan 500.000 galon su bu bahçede arıtılmış ve şehre geri kazandırılmıştır. Uygulanan yağmur bahçesinin bir diğer faydası ise; öncesinde okulun güneye bakan sınıflarının sıcak günlerde asfaltın etkisiyle fazla ısınmadan olumsuz yönde çok fazla etkilenirken, yağmur bahçesi uygulamasının ardından bu durumun değişmesi ve sınıfların iklimlendirilmesinde verimli sonuçlar alınmasına katkısıdır. Proje yağmur suyu yönetiminin sayısız fayda sağlaması amacıyla, yapılaşmış bir dokuya aynı zamanda estetik bir müdahaleyle nasıl entegre edilebileceğini gösteren çok başarılı bir peyzaj tasarımı örneğidir.



**Şekil 3.23 :** Mount tabor ortaokulu yağmur bahçesi planı Portland, Oregon (Url-4).

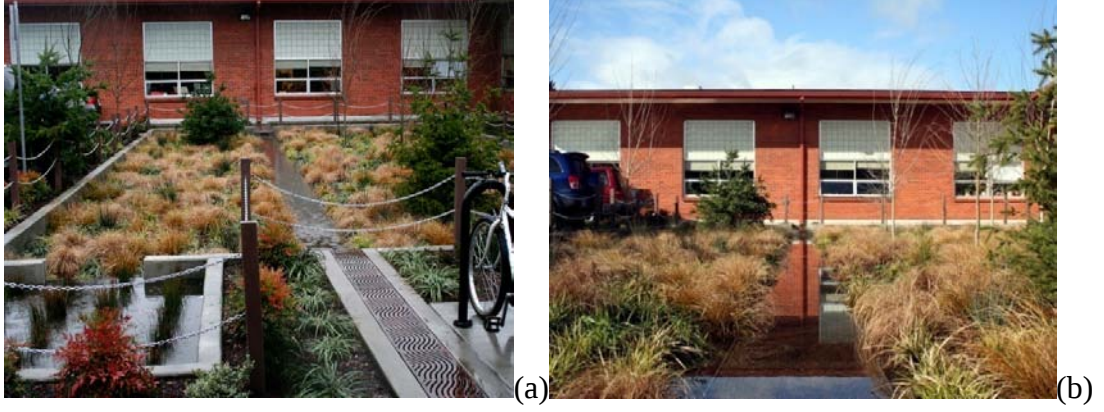


(a)



(b)

**Şekil 3.24 :** (a) Mount tabor ortaokulu yağmur bahçesi uygulamasından önce (Url-4) (b) uygulamadan sonra okulun avlusu (Url-4).



**Şekil 3.25 :** (a)Yağmur bahçesi uygulamasında uygun bitkilendirme (Url-4) (b) detay (Url-4).

### **Yağmur bahçelerinde biyolojik süreç ve döngüler**

Yağmur bahçeleri tasarımında doğada yaşanan süreçlerin tekrarlanmaya çalışılması izlenen bir yoldur. Yağmur bahçelerinde bitkiler ve toprak yoluyla gerçekleşen fiziksel, kimyasal ve biyolojik fonksiyonlar şöyledir:

**Alıkoyma:** yağmur suyunun ya da akıntısının toprak ve bitkiler tarafından yakalanması. Bitki; gövdesi, yaprakları ve malç yardımıyla akıntı ve yağmur suyunu tutar.

**İnfiltrasyon:** En büyük süreçtir, alt dren sistemi olsa da olmasa da oluşur.

**Çökme:** Akıntı yavaşlayıp, göllenme yaptığında partiküller yüzeyde birikirler ve filtreleyen ana gövdeye ulaşmadan önce ilk iyileştirme olur.

**Buharlaştırma:** Güneşin enerjisiyle suyun bir kısmı buhara döner. Biyolojik tutulma, çok sık bir göllenmeye sahiptir.(15-30 cm arası)

**Süzme:** Malç ve toprak boyunca hareket eden partiküllerin filtrelenmesi.

**Emilim:** Su toprak tarafından tutulur ve bitki kökleri tarafından emilir.

**Terleme:** Bitkinin kökleri tarafından alınan suyun %90'ından fazlası su buharı olarak havaya geri döner.

**Terleme ve Buharlaştırma:** Islak geniş yüzeyler boyunca veya bitkiler yoluyla buharlaştırma ile su kaybedilir. Biyolojik tutulma tasarımı bunu maksimize edecek şekilde yapılır.

Sindirim-özümleme: Bitkiler yapı maddelerini alırlar ve büyüme ile diğer süreçler için kullanırlar. Tasarımcı bitkileri belirli bir metalin, maddenin özümlemesi ve araziden uzaklaştırılması için seçebilir.

Nitrifikasyon: Bakteriler yoluyla amonyak ve amonyumun önce nitrite sonra nitrata çevirilmesi sürecidir.

Denitrifikasyon: Nitrifikasyonun tersi süreçlerle azotun gaz haline dönüştürülmesidir.

Çürüme: Canlı organizmaların toprağa karışıp çürüyerek mineralize olması; madde döngüsünü, enerji akışını, doğal sisteme bağlı canlıların yaşamlarını sürdürmelerini, tüm fiziksel ve biyolojik elemanların denge içerisinde işlevlerini sürdürmelerini sağlayan en önemli olgudur.

### **Yağmur bahçelerinin performansı üzerine deneysel çalışmalar**

LID'in etkinliğini değerlendirirken sahip olduğu farklı yöntemlerin sahada veya laboratuvar ortamında yapılan deneylerin sonuçlarından yararlanılmaktadır ve etkinlik ile ilgili çalışmalar hala devam etmektedir. Biyolojik tutulma alan türleri ve uygulamalarına (Ticari ve Endüstriyel Uygulamalar / Konut Uygulamaları) bakacak olursak 1992'den beri pek çok tasarım konsepti ve uygulaması denenmiştir.

**Biyolojik tutulma ile kirleticilerin uzaklaştırılmasının etkinliği** konusunda çalışmalar göstermiştir ki sediment, yapı maddesi (özellikle nitrojen ve fosfor), petrol ve makine yağı ile metaller arazilerde yapılaşmakta olan alanlarda artmıştır. Biyolojik tutulma alanlarının ne kadar kirleteni yok edebildiği ile ilgili veritabanı hala görece azdır. Davis ve diğ. (2001) tarafından yapılan ilk çalışmalar göstermiştir ki, bu sistemler kirletenleri uzaklaştırmak açısından umut vericidirler (Çizelge 3.1). Bu sonuçlar pek çok çalışma ile de doğrulanmıştır (Yu ve diğ., 1999; Dietz ve Clause, 2005; Hunt ve diğ., 2006 ve Ermilio ve Traver, 2006). Yakalanabilen akıntı hacmi ile kalitesi arasındaki ilişki çok güçlüdür. Villanova Biyolojik Tutulma Hücresi yüzeydeki 2,5 cm.'lik akıntıyı yakalayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu haliyle yıllık yağış girdisinde, kirletenlerin ve yüzey sularının yıllık %85'ini uzaklaştırabilmektedir (Heasom ve diğ., 2006 ve Ermilio ve Traver, 2006). Nitrojen ve fosfatın hayli karmaşık döngüsü biyolojik tutulmada en önemli süreçlerdir. "Maryland Üniversitesi'nde selsuyu laboratuvarı çalışması"nda ise; iki biyolojik

tutulma birimi denenmiş, küçük prototip - 2 port depths (76,2x106,68 cm., h=60,96) ve büyük prototip - 3 port various depth levels (304,8x152,4 cm., h=91,44).

**Çizelge 3.1 :** Biyolojik arıtma sistemlerinin kirletici uzaklaştırma etkinliği ile ilgili güncel bilgileri özetlemektedir (Clar ve diğ., 2007) TTS: askıdaki toplam katı miktarı, TN:toplam nitrojen, TP:toplam fosfor, ağır metaller-Cu:bakır, Pb:kurşun, Zn:çinko, petrol ve makina yağı, patojenik bakteri.

| Parameter    | % Removal | Source(s)                                                          |
|--------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|
| TSS          | 97        | Hsieh and Davis, 2005b; UNHSC, 2006<br>Emillio & Traver, 2006      |
| TP           | 35–65     | Davis et al., 2006; Hunt, et al., 2006<br>Emillio, 2005            |
| TN           | 33–66     | NHSC, 2006; Hunt et al., 2006<br>Sharkey, 2006; Davis et al., 2006 |
| Cu           | 36–93     | Emillio, 2005; Davis, et al., 2006                                 |
| Pb           | 24–99     | Emillio, 2005; Davis, et al., 2006                                 |
| Zn           | 31–99     | UNHSC, 2006; Emillio, 2005                                         |
| Oil & Grease | 99        | UNHSC, 2006; Hong, et al., 2006                                    |
| Bacteria     | 70        | Hunt, et al., 2007                                                 |

Her ikisinde de gerektiğinde suyun taşabilmesi için 15,24cmlik fazladan alan var. Toprak, organik malç katmanı ve bitkilendirme konstrüksiyonunun tasarım önerileri doğrultusunda yapılıp yapılmadığının kontrolü. 6 saat boyunca her saat için akıntı miktarı 4,06 cm. kabul edilerek benzetim(simulasyon) yapılmış. 16 benzetim küçük prototip için, 4 benzetim de büyük prototip için yapılmıştır. Bu çalışmada, küçük prototipe 200L. akıntı uygulanırken, büyük prototipe 1000L. uygulanmıştır.

**“Beltway Plaza Mall Parking Lot, Greenbelt” alan çalışması,** Maryland’de Beltway Plaza’da park cebinde konumlanmış mevcut biyolojik tutulma tesisinde yer almıştır. 228,6x 228,6cm.lik biyolojik tutulma alanı çalışmayı yürütmek için kullanılmıştır. 106,6 cm. derinlikte su-akıntı sistem boyunca filtre ediliyor ve 15,24 cm. çapta oluklu altdren borusundan ana sel boşaltım sistemine toplanıyor. Yaklaşık 1000L. Yapay akıntı laboratuarda kullanılabilecek şekilde 6 saatten fazla periyotlar halinde uygulanıyor. Atıksu örnekleri 25-30 dk. aralıklarla ana sel boşaltım havuzunda toplanıyor. Sonuçlara baktığımızda ise küçük prototipte toplam ağır metal uzaklaştırma oranının iyi olduğu gözlemlenmiş; bakır, kurşun, çinko hem yüksek hem alçak seviye akıntıda %90’dan fazla uzaklaştırılmış. (yani ağır metallerde)

Bakır→her ikisinde de %94

Kurşun→Yüksek seviyede %94, alçak seviyede %98

Çinko→her iki seviyede %96

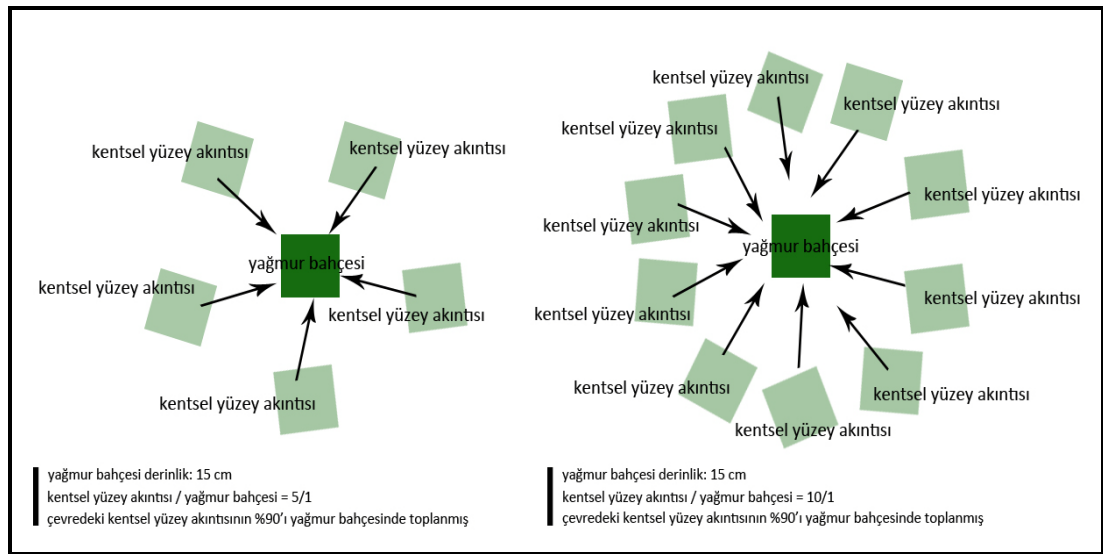
Hem büyük hem küçük prototip için, sonuçlar birbirine yaklaşıp, karşılık gelmektedir. Ağır metaller için uzaklaştırma oranları %100'e yakındır. Akıntıyla sisteme giren suyun metal oranını 2 katına çıkarmak ya da yarıya indirmek sonuçlarda bir değişiklik yapmamıştır. Sadece nitrat oranı büyük prototipte yüksek ve orta seviyelerde negatife düşmüştür, bu da daha önce yakalanmış nitratin nitrifikasyon sürecine girmesi sonucuna bağlanmıştır.

**Toprak çeşidi ve bitkilendirme üzerine araştırmalara** göz attığımızda ise yağmur bahçeleri üzerinden yapılan bir başka çalışmada; yağmur bahçelerinin kullanımının yaygınlaşması, toprak çeşitlerinin filtreleme başarısı ile ilgili belirsizliklerin giderilmesi için, toprak türü (soil amendments) ve boyutlandırma kriterlerine dair bilginin belirlenmesi ve yayılması gerektiği öne sürülmüştür. Amerika Jeolojik Araştırma Organizasyonu (U.S. Geological Survey) ile Wisconsin'deki 19 kent, kasaba ve köy kurulunun katılımıyla yağmur bahçelerinin farklı toprak tipi ve bitki örtüsü kullanılarak selsuyu filtrasyonu etkinliğini ölçmek için bir çalışma yapılmıştır. Biri kum biri kilden oluşan iki farklı toprak tipi ve turf grass ile yerel çayır bitki türlerinden (native prairie species) oluşmuş iki yağmur bahçesi 2003-2008 yılları aralığı boyunca gözlemlenerek karşılaştırılmıştır. Vegetasyon ve toprak tiplerinin depolama kapasitelerindeki farklılıklar ve filtreleme oranları; bitkilerin kök morfolojisi, toprak dokusu ve yüzey altı özellikleri karakterize edilerek anlaşılabilmiştir (Selbig ve Balster, 2010). Çalışmanın sonuçları ise; her bir yağmur bahçesi örneğinde vegetasyon ya da toprak türü ne olursa olsun beş yıllık çalışma boyunca kentsel akıntıyı filtreleme ve depolama yeteneğine sahip olduğunu, median infiltration oranları karşılaştırıldığında, kum olan örneğin killi yapıdaki örnekten daha iyi olduğunu, filtreleme yeteneğinin bahar ve yazın en yüksek oranda seyrettiğini, kışın ise düştüğünü fakat donmaların gözlendiği kış aylarında bile yağmur bahçesinin hidrolik fonksiyonunun dikkate değer bir bozulmaya uğramadığını göstermiştir.

Her iki örnekte (çim ve yerel çayır bitki türü birlikte kullanılmıştır, değişen toprak türüdür) de depolanarak tutulan ve arınan su yeraltı sularına tekrar deşarj edilmektedir. Fakat yıllık yer altı su kaynağına geri gönderilen su miktarı karşılaştırıldığında killi toprak kullanılan yağmur bahçesinin su miktarı, kum kullanılan yağmur bahçesine göre daha fazladır. Toprak gelişimi ve kök morfolojisi

göz önüne alındığında ise yerel çayır bitki türü ve killi toprak kullanılan örnekte kökler yaklaşık 143cm.'e ulaşırken, çim ve yine killi toprak kullanılan örnekte kökler 0,46cm'dir yani kök gelişimi açısından yerel çayır türünün kullanıldığı örnek daha başarılıdır. Toprak solucanı aktivitesi açısından değerlendirildiğinde ise yine ilk örnek daha başarılıdır. Toprak solucanı aktivitesinin önemi ise, suyun ve havanın yatayda toprağın en alt kısımlarına ulaşabilmesinin işareti olmasından kaynaklanmaktadır. Sel suyu filtrasyonu ve depolama kapasitesi açısından da sonucun benzer olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla flora ve faunanın biyolojik aktivitesi açısından analiz edildiğinde çim + killi toprakla yapılandırılmış yağmur bahçesi daha etkindir.

Aşağıda görselleştirilerek anlatılmaya çalışılan ise aynı çalışma kapsamında, aynı derinlikte (h:15cm) yağmur bahçesi örneklerinin farklı oranlarda (5/1, 10/1) kentsel yüzey akıntısına maruz kaldıklarında suyu tutma – depolama kapasiteleri oranının (%90) killi ya da kumlu toprak farketmeksizin değişmediğidir (Şekil 3.26).

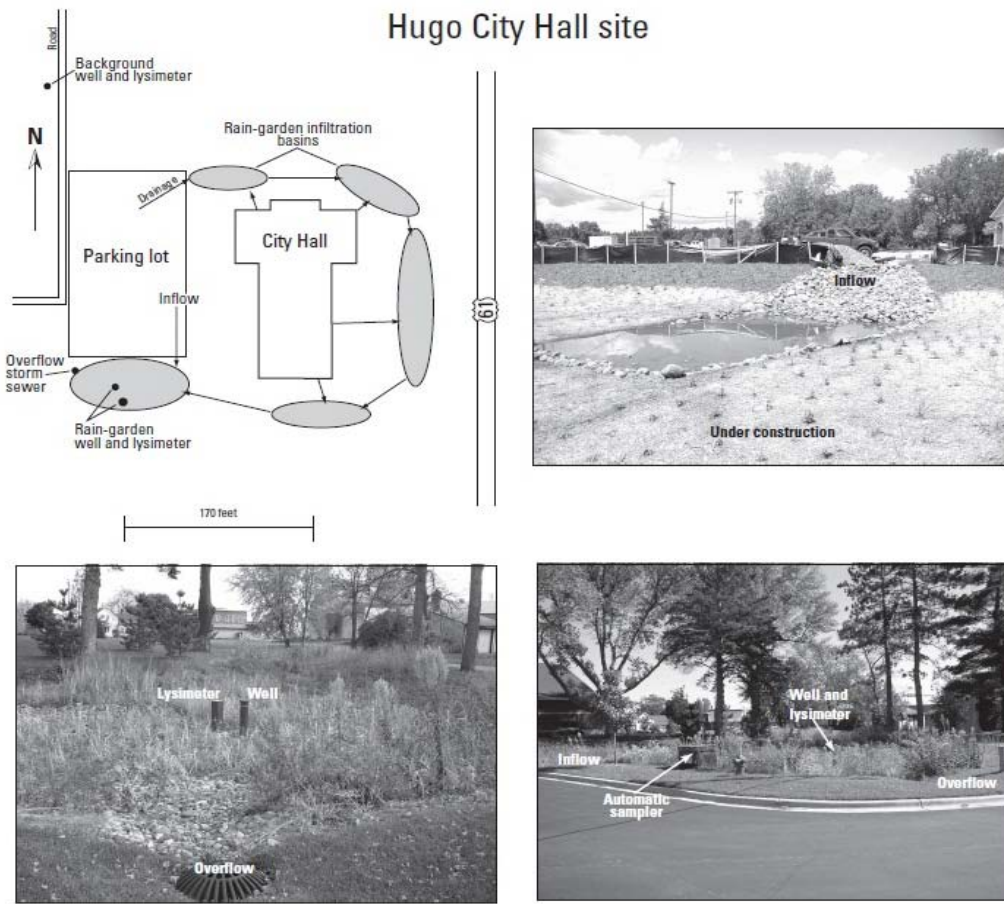


**Şekil 3.26 :** Esra Sert (2013) tarafından grafik hale getirilmiş Wisconsin'deki 19 kent, kasaba ve köy kurulunun katılımıyla yapılan yağmur bahçesi etkinlik araştırmalarının şematik anlatımı.

Yağmur bahçesinde su kalitesi göz önüne alınarak yapılan bir başka çalışma kapsamında "Minnesota, Minneapolis – St. Paul Metropolitan Alanı Örneği"ni Tornes "Bilimsel Araştırmalar Raporu'nda" (2005) çalışmayı şöyle açıklamaktadır;

Çalışma Amerika Jeolojik Araştırma Organizasyonu (U.S. Geological Survey) ile İkiz Kentler Metropolitan Konseyi, Çevre Servisi tarafından yürütülmüştür. Kentteki

yüzey ve yüzey altı su kalitesine etkisini geliştirmek amacıyla Minesotadaki beş yağmur bahçesi üzerinde 2002 – 2004 yılları arası çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada yağmur bahçelerinin çoğu kent çevresindeki yeni yapılan alanlarda konumlandırılmıştır. İki yıl boyunca yağışların normalin altında seyretmesine rağmen sonuçlara göre uygun tasarlanmış yağmur bahçeleri, suyun filtrelenmesini arttırıp, suda çözünmüş iyonların azaltılmasını sağlamıştır. Bu materyaller ya bitki gövdesi tarafından tutulmuş ya da yağmur bahçesinin dip kısmında toprakta birikmiştir. Aşağıdaki örnek Hugo City Hall alanı yağmur bahçesi projesinin görselleridir (Şekil 3.27).



**Şekil 3.27 :** Hugo şehir koridoru yağmur bahçesi projesi.

### 3.3.1.2 Bitkilendirilmiş çöküntü alanları (grass swales / landscape swales)

Bitkilendirilmiş kanallar ve lineer çöküntü alanlarıdır. Yağmur suyunu toplamak ve hareketini yönlendirmek, yönlendirme sırasında yavaşlatmak ve arıtarak bir gölcüğe vb. bir toplanma yerine yönlendirmek amacıyla kullanılırlar. Temel fonksiyonları; akıntının hızını düşürürken bir filtreleme aracı gibi davranmalarıdır (USDOT, 1996; USEPA, 2000). Çökme, tortu birikimi birincil kirletici uzaklaştırma

mekanizmasıdır. Ona eklenen ikincil mekanizmalar da filtreleme ve emilimdir. Çim çöküntü hattındaki ya da arazi üzerindeki akıntının stabilitesi, kanalın uygulandığı toprağın aşınabilirlik karakterine bağlıdır (USDOT, 1996; USEPA, 2000). Eğimi azaltmak ya da yoğun bir örtü sağlamak hem stabiliteyi artırır hem de kirletici uzaklaştırmada etkilidir. Çöküntü alanlar – çim kanallar kullanmak; bordür taşlı – oluklu selsuyu giriş yeri, selsuyu drenaj boru sistemleri kurmaktan daha ucuza mal olmaktadır. Geleneksel strüktürel iletim sistemleri her yenilenen kısım başına 40\$’dan – 50\$’a değişen bir aralıkta bir maliyet getirmektedir. Bu yapılandırılmış çöküntü alanlarından 2 ile 3 kat kadar pahalıdır (Center for Watershed Protection, 1998). Periyodik olarak çökeltilerin temizlenmesi ile biçme en önemli bakım gerekliliklerdir. Derinlik 15cm. özel bahçe vb. alanlarda genişlik 60cm. şehir parkları vb. geniş alanlarda ise 1.2 m dir. Hem kirleticileri uzaklaştırmada hem de akıntı hızının büyüklüğünü azaltmada etkilidirler. Amerika’da yapılmış 3 farklı alandaki analizler benzer sonuçlar vermiştir. Genellikle çöküntü kanallarının performansları yalnızca kanal uzunluğuna değil, aynı zamanda boylamasına eğim ve akıntıyı yavaşlatacak engel setlerinin kullanılması yoluyla daha iyi bir infiltrasyona izin verirler. Öte yandan geçirimsiz yüzeyin azaltılması, yağmur akışından kaynaklı akıntı hacmini büyük ölçüde azaltabilmektedir. Geçirimli döşeme ve bitkilendirilmiş çatılar bu amaca hizmet eden diğer iki metod olarak karşımıza çıkmaktadır. Çim kanallar ya da çöküntü alanları pek çok arazi koşuluna uyumludur ve tasarıma uyarlanabilir, uygulama masrafları ise görece düşüktür (Şekil 3.28, 3.29).



**Şekil 3.28 :** (a) Kanalın her iki tarafındaki hemerocallis (zambaklar) suyun filtrelenmesini destekleyicidir Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) Potsdamer platz, Berlin’deki su kanalı çevredeki ofis bloklarının çatılarından suyu topluyor Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).



**Şekil 3.29 :** Stuttgart, almanya’da bir parkta kanalın üstünden geçen ahşap köprü Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).

### **3.3.2 Bitkilendirilmiş çatı örtüleri (vegetated roof)**

Kentteki selsuyu akıntısını azaltmada ciddi bir yüzdesi olan bitkilendirilmiş çatı örtüleri ya da yeşil çatılar geçirimsiz yüzeyleri azaltmada çok etkilidir. Bitkilendirilmiş çatı örtülerinde basitçe yaklaşık 7,62 cm. alt tabaka, ılıman iklimlerde akıntıyı yıllık %50’den fazla azaltabilmektedir (Miller, 2000; USEPA, 2000). Almanya’daki çalışmalara göre 7,62 cm. alt katman tasarımı maloluş yüzdesinde büyük avantajlar sağlamıştır. Tasarım hidrolik aşırı yüklenmelerde ve akıntı problemlerinde birleşik kanalizasyon taşmalarına (CSOs) karşı dikkate değer katkı sağlamak için geliştirilmelidir. Bitkilendirilmiş çatılar Almanya’da 25 yıldır kullanılmaktadır ve sonuçlar yıllık akıntıyı %50’ye varan oranlarda azaltabilmiştir. Yine Philadelphia projesinde yüksek oranda kentleşmiş bir alanda bu pratik örnek oluşturacak ortamı sağlamaktadır.

Diğer bir örnek Thea Foss kanalının kuzeydoğusunda konumlanan Washington Tacoma Üniversitesi araştırma tesisinin selsuyu yönetimi (stormwater management) amacıyla bitkilendirilmiş çatısında görülmektedir (Şekil 3.30). Tesisin konumlandığı alan, ağır endüstriyel bir bölgededir. Toplam 12.000 metrekare çatıda toplanan yağmur suyu 41.000 galonluk iki adet sarnıçta biriktirildikten sonra; çevrenin ve sıcak yaz günlerinde çatının kendisinin sulanması ile yapının tuvaletlerinde kullanılması için değerlendirilmektedir.



**Şekil 3.30 :** (a) (b) Washington Tacoma Üniversitesi araştırma tesisinin selsuyu yönetimi (stormwater management) amacıyla bitkilendirilmiş çatısı (Url-5).

### **3.3.3 Aktif (yapılandırılmış) sistemler ile yağmur suyu toplama, depolama ve filtreleme**

Aktif (yapılandırılmış) sistemler ile yağmur suyunu toplama, depolama ve filtrelemede pasif sistemlerden farklı olarak strüktürel müdahale devreye girmektedir. Yani strüktürel anlamda tasarlanmış, uygulanmış sistemlerdir. Ayrıca aktif yağmur suyu toplamada su yalnızca yönlendirilmez aynı zamanda daha sonra kullanılmak üzere depolanır.

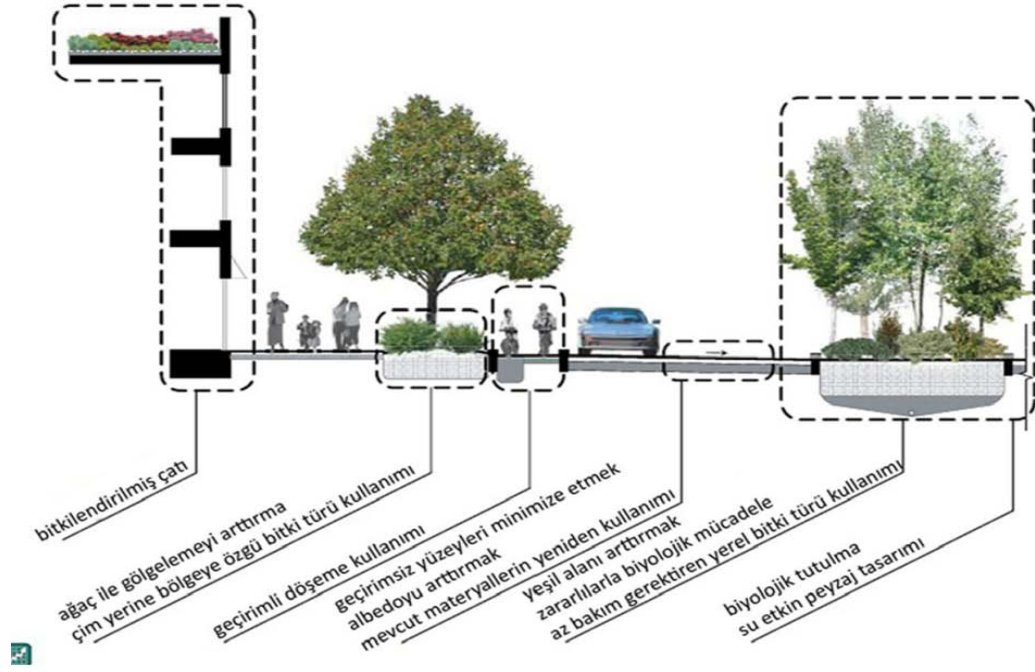
#### **3.3.3.1 Biyolojik tutulma (bioretention) strüktürleri**

Biyolojik tutulma (bioretention); karasal temelli, bitkilerin kimyasal, biyolojik ve fiziksel özellikleri için mikroorganizmaları; selsuyu akıntısının taşıdığı kirletenlerin giderilmesi için ise toprağı kullanan su kalitesi ve nicelik kontrolü pratiğidir. Biyolojik tutulma tasarımında doğada yaşanan süreçlerin, az çok aynı süreçlerle tekrarlanmaya çalışılması izlenen bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır.

İlk biyolojik tutulma tasarım konsepti, karasal, yüksek ve orman sisteminde denenmiştir. O zamandan beri çayır habitatı, bahçe ve süs amaçlı bahçe konseptlerinde uygulanmıştır. Ayrıca biyolojik tutulma konsepti; yeni konut alanlarında, yeni ticaret ve endüstri alanlarında, canlandırma ve akıllı büyüme (smarth growth) projelerinde, selsuyu yönetimi kentsel iyileştirme projelerinde, sokak peyzajı projelerinde, özel konut peyzajlarında, park ve tren yollarında uygulanabilmektedir. Tasarım yapılırken uygulanacak kentin, ilgili mevzuatına, mikropulu-sağlık açısından tehlikeli alanlarına, giriş katlarına, yapı temellerine, mülkiyet hatlarına, drenaj çıkış noktalarına, alt dren borularına, toprak koşullarına,

Çapraz arsa drenajlarına, yeraltı suyuna, minimum derinlik kriterine, mevcut eğime, ağaçlık alanlara, refüj ve trafik adalarına dikkat edilmelidir.

Biyolojik tutulma işlemi; tortu birikimi - çökelme, yüzeyde tutma - soğurma, filtreleme, buharlaşma, iyon değişimi, çürüme (ayırıştırma), bitkisel arıtma, biyolojik arıtma ve depolama süreçlerini içerir. Biyolojik tutulmanın diğer bir özelliğı, akıntıyı kaynağına yakın yerden kontrol etmesidir. Benzer tutulma alanlarının arazi boyunca stratejik yerleştirilmeleri daha kolay yönetilebilen, verimli ve akıntı kontrolünü kaynağından sağlayacak bir uygulama sağlar. Biyolojik tutulma uygulamalarıyla yerleşim öncesi hidrolojinin taklit edilmesi veya en azından yerleşim öncesi koşullara yaklaşılması amaçlanmaktadır. Biyolojik tutulma uygulama ve araştırmaları; mühendislik, hidroloji, hidrolik, toprak bilimi, peyzaj mimarlığı gibi multidisipliner bir alana hitap eder. Biyolojik tutulma, sel suyu yönetiminde düşük etkili gelişimin / yerleşimin bir parçası olarak uygulanmaktadır. Aynı zamanda da biyolojik tutulma tekniğı, yeni bütüncül bir gelişme felsefesi olarak bilinen LID'in geliştirilmesine neden olmuştur. Biyolojik tutulmayı kullanmak sadece suyun kalite ve miktarını kontrol etmekle kalmaz, alana peyzaj çeşitliliğinin pek çok değerini kazandırır. Enerji kullanımını azaltır, hava kalitesini arttırır, kent iklimasını düzenler, yaban yaşam habitatına destek sağlar, yere özgü bir mekan duygusu oluşturur. Öte yandan yeşil bina tasarımı sertifikasyon sisteminde çok yakın zamanda biyolojik tutulma, saha tasarımı ve pratiğı olarak tanımlanıp tercih edilmeye başlanmıştır. Biyolojik tutulma uygulamaları için uygun alan belirlenmesi ve tasarımı, arazi planlama ve tasarımının bileşeni olarak kurgulandığı taktirde konu bütüncül bir anlayışla ele alınmış olacaktır. Bu bütüncül tasarım kurgusunu sokak kesitinde anlatan görsel aşağıdadır (Şekil 3.31).



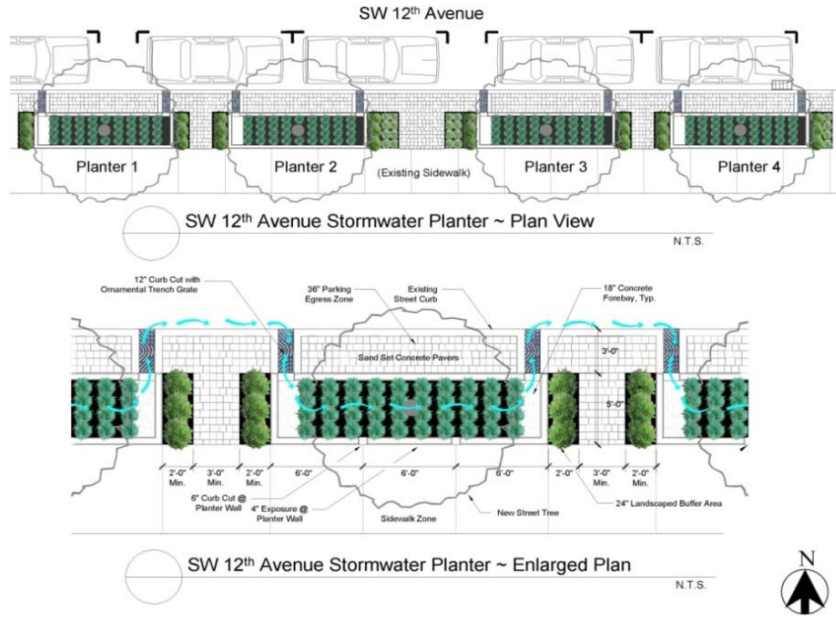
**Şekil 3.31 :** Bu bütüncül tasarım kurgusunu sokak kesitinde anlatan görsel. New York City Department of Design + Construction (2005)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevirilmiştir.

Tasarımcı biyolojik tutulma alanlarını kurgularken; arazi koşullarına, kısıtlarına, arazi kullanımının fonksiyonuna, toprak tipine, sel suyu kirletenlerine, toprak nem koşullarına, uygun deşarja, yeraltı suyu deşarjına, taşkın ve sel koşullarına dikkat etmelidir. Yer altı suyu yeniden yüklemesinin ve taban akıntısının devamlılığını sağlamak, yüzey ve yer altı suyu kirletenlerini uzaklaştırmak, kanal koruması (channel protection), pik akıntı miktarını azaltmak (peak flow reduction) biyolojik tutulma tasarımının amaçları arasındadır. Biyolojik tutulmanın faydaları; akıntı hacminde azalma, filtrasyona tabi olan ve yer altı sularına geri dönen su hacminde artış, akan su kalitesinde artış ve hidrolojik performansta artış olarak kendini göstermektedir. Bazı çalışmaların iddiası ise; biyolojik tutulmanın patojenik bakteri ve ısı kirliliği gibi diğer kirleticileri de etkin olarak azalttığıdır. Standart hale getirilmesi gereken kriterler: yapılaşma olmadan önceki tekrar yüklemeyi sürdürecektir gerekli yıllık yüzey suyu akıntısı hacmi/miktarı, biyolojik tutulma tasarımını tekrar yüklemeyi gerçekleştirecek şekilde yapmak, eğer herhangi bir kirletici girdisi veya doğal toprak örtüsü yeniden yüklemeyi engelleyecekse limitlerin neler olduğunu belirlemektir. Çalışmalara göre biyolojik tutulma metodu ile yağmurun emilmeyerek toprak üstünde kalan kısmını büyük ölçüde azaltmaktadır.

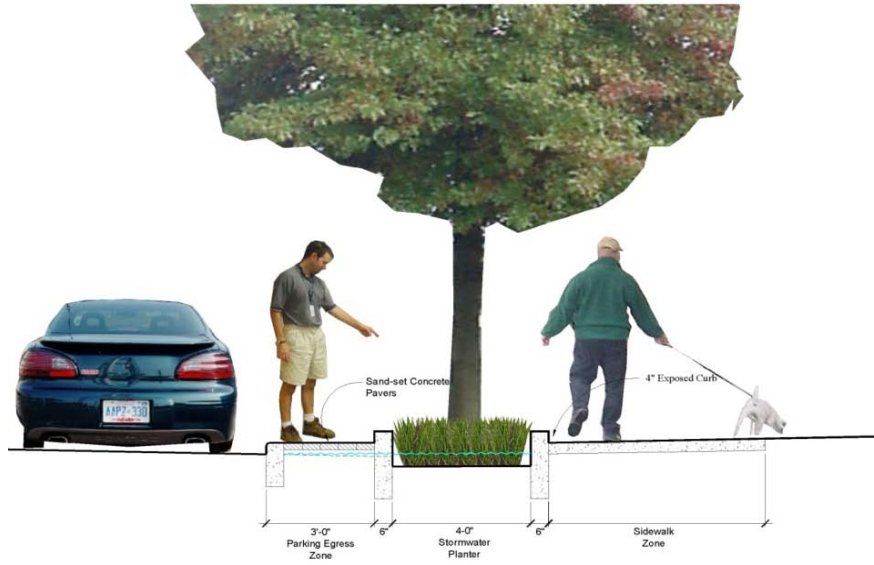
Biyolojik tutulma sistemi; 0,7-1 m kum / toprak / organik madde, yüzeyde bir malç tabakası, pek çok formda bitkilendirme, 15-30 cm.'lik akıntı toplanmasına ve ona eşlik eden giriş, çıkış ve taşkın alanlarını içermektedir.

Sel suyu kontrolü için biyolojik tutulma konstrüksiyonu daha az alan gerektirir, daha ekonomiktir, daha az bakım gerektirir, estetik değeri vardır ve küçük bir alanın akıntısını kaldırabilir. 6 saatin üzerine her saat için ortalama 1,27-1,77 cm. arası tipik bir sağanak olayını kaldırabilir. 2,5-5,1 cm.lik yüzey suyu akıntısı yakalanıp iyileştirilebilir. Villanova Biyolojik Tutulma BMP yapılan çalışmalar göstermiştir ki, 2,5cm.lik yüzey akıntısını yakalayacak şekilde tasarlanmış konstrüksiyonlar yüzey suyuna katılan yağmur suyunun %80'ini uzaklaştırabilmektedir (Ermelio ve Traver; 2006, USEPA, 2000). Hem çözülmüş halde hem de partikül halindeki metaller yüksek bir etkinlikte biyolojik tutulma ile uzaklaştırılabilmektedir. Bakır, çinko, kadmiyum ile ilgili saha ve laboratuvar bilgileri mevcuttur (Davis ve diğ., 2003; Davis, 2007).

**“SW 12<sup>th</sup> Avenue Green Street, Portland, Oregon”** (2006 ASLA Profesyonel Ödülüne sahiptir) mevcut peyzaj alanının suyu arıtan birkilerle tasarlanarak dönüştürülmesiyle oluşturulmuştur ve Portland'ın ilk su odaklı düşünülmüş “sokak tasarım” projesidir (Şekil 3.32, 3.33, 3.34). Kentsel yüzeydeki sel sularının düzenlenen kanallara girişini sağlayan bordür açıklıklar ve özel tasarımlara sahip ızgara sistemleri kullanılmıştır. Ayrıca kumullarla tamburlanmış beton döşeme ünitelerinin kullanımıyla da alanda yaya yoluna ait bölgelerin ayırt edilebilmesi sağlanmıştır. Son olarak da her kanalın çevresinde bir tampon alan oluşturularak suyun bu alanlara giriş hızının düşürülmesi amaçlanmıştır (Şekil 3.35, 3.36). Bu peyzaj tasarımı suyun doğalındaki hidrolojik davranışını taklit eden bir rol üstlenmiştir.



Şekil 3.32 : Araba parkı peyzaj kanalları ile su arıtımı projesi plan (Url-3).



Şekil 3.33 : Araba parkı peyzaj kanal / sel suyu saksısı kesiti (Url-3).



(a)



(b)

**Şekil 3.34 :** (a) Yoğun yağmur yağışında bitkiler geçici olarak suyun altında kalır (Url-3) (b) yağmursuz günde bitkilendirilmiş kanal ve tampon bitkilendirmesi (Url-3).



(a)



(b)

**Şekil 3.35 :** (a) Toplayıcı sistem ve bitkilendirilmiş kanal bağlantısı (Url-3) (b) yağmursuz günde sel suyu saksısının görünüşü (Url-3).



(a)



(b)



(c)

**Şekil 3.36 :** Sel suyu saksısı yapım aşamasında (a) toprak tesviyesi (Url-17) (b) beton yan yüzeylerin biçimlenmesi (Url-17) (c) beton hendek ve çökelti (sediment) toplama keçesi (Url-17).

### 3.3.3.2 Yapılandırılmış sulak alanlar (constructed wetlands)

Sulak alan ekosistemleri zengin biyolojik çeşitlilik ve biyolojik üretim kaynağı olma gücünü bünyelerinde barındırırlar. Sulak alanlar; yeraltındaki dengeyi koruma, erozyon kontrolü, yeraltı suyu boşaltma, rüzgarı engelleme, su baskını kontrolü, atık

ve toksiklerin birikimini önleme, sahil alanları iklim dengesini sağlama, su transferi, rekreasyon ve turizme katılma ve katkının dışında çeşitli bitki ve hayvan türlerine de ev sahipliği yapar. Yapılandırılmış sulak alanlar da kentsel peyzajda şarj edilebilir geçirgen bir yüzey oluşturmaya ve benzer faydaları sağlamaya yaramaktadır. Bu bölümde yapılandırılmış sulak alanlar dünya genelinde birkaç örnek üzerinden incelenecektir.

HuaXin Şangay projesinin tasarımcısı ekolojik mühendislik uzmanı Janisch &Schulz mbH'tır. Altyapıdan yoksun Şangay'ın çeperlerinde bulunan HuaXin yerleşim bölgesinde evsel atıksuların açık kanallardan nehre aktarılıyor olması, artan nüfusla bir süre sonra problem haline gelmiştir. Standart ve maliyeti yüksek metodlara başvuran belediyeye yapılan bir başka öneriyle yapılandırılmış sulak alan projesi gerçekleşmiştir (2003) (Şekil 3.37, 3.38).

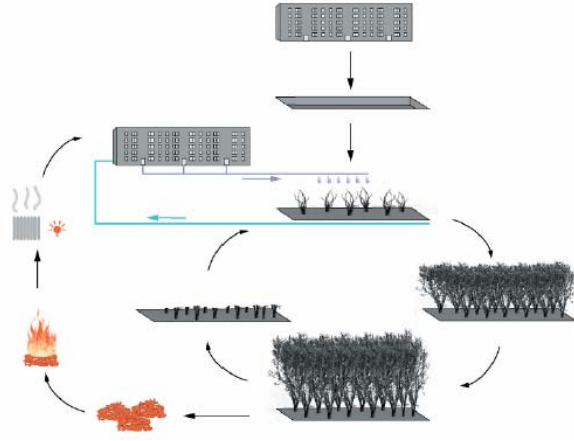


**Şekil 3.37 :** HuaXin yerleşim bölgesinin yapılandırılmış sulak alan uygulaması sırasında ve sonrasında gösteren fotoğraflar (Stokman, 2008).



**Şekil 3.38 :** HuaXin yerleşim bölgesinin yapılandırılmış sulak alan uygulaması öncesi ve sonrasındaki halini gösterir fotoğraflar (Stokman, 2008).

Bir başka örnekte Berit Miehlke isimli bir peyzaj mimarının bitirme projesinde Almanya'nın Schwerin bölgesine getirdiği öneriyle yerleşmenin merkezi altyapıdan bağımsızlaşmasını ve peyzajın suyu arıtan, yönlendiren ve biriktiren bir altyapı gibi çalışmasını sağlamıştır. Projede ayrıca üç- dört yıllık periyotlar ile de söğüt ağaçlarının yakıt olarak kullanımıyla ısınma ihtiyacı karşılanması hedeflenmiştir (2007) (Şekil 3.39).



**Şekil 3.39 :** Schwerin, Almanya'da Mueber Holz sosyal konut bölgesi için yeni peyzaj altyapısı konstrüksiyonu öneri şeması ve projeden bir fotoğraf (Miehlke, 2007).

Çin'in Tianjin şehrinde bulunan Qiaoyuan Parkı yoğun nüfuslu bir kentsel yerleşmenin ortasında ekosistem servislerine yönelik yaklaşım içeren peyzaj restorasyonu örneğidir (2008). Yeniden canlandırıcı / yaratıcı tasarıma deneysel bir örnek sunar (Şekil 3.40, 3.41). Yeniden geliştirme stratejisi; alan topografyası, yeraltı suyu seviyesi, yerel habitat ile doğal ekosistem servislerini dinçleştirmek-iyileştirmek için etkilene sağlar. Projede değerli açık alanlar yeniden aktive edilmiş, sel taşkını kontrol sistemi ve yeraltı suyunu süzme sistemi uygulanmış, toplumu yerel peyzajın güzelliği konusunda eğitmek için çeşitli yerel habitatlar yeniden yapılandırılmış. Proje alanı Tianjin'in en eski ve büyük caddelerinden biri olan Hedong caddesi çevresindeki topluluğun yaşadığı yerde konumlanmış ve (300.000 kişi yaşıyor) avlanma sahasına terkedilmiş yıllar sonra bakımsızlıktan illegal bir çöplük haline gelmiş, sel suyunun kentsel alandan bu alana boşaldığı ve bu alanın toprak ve suyunu bozan, kirlüten 22 hektarlık bir alandır. Bu parkın tasarlanma sebebi; parkın kendi kendine sel taşkını yönetebilmesi, biyolojik çeşitliliği koruması ve onarması, rekreatif aktivitelere olanak sağlamasıdır.



Şekil 3.40 : Vaziyet planı ve alandan fotoğraflar (Url-18).



Şekil 3.41 : Parkın güneybatı köşesinde göl kavitesinin vejetasyon örtüsü tarafından kuşatıldığını gösteren fotoğraf (Url-18).

### 3.3.3.3 Yağmur tankları ve sarnıçlar (rain tanks, cisterns)

Yağmur suyunu; su zinciri, borusu vb. yardımıyla çatıdan yere indirdikten sonra suyun aktığı-iletildiği sistemin çakıllı - bitkilendirilmiş vs. alandan geçerek (genellikle uygulamalarda su direk toplanır) toplama bölümüne doğru aktarıldığı, yürürken döşemede herhangi bir engel oluşturmayacak biçimde detaylandırılabilir, bitkilerin, toprağın ve materyallerin arıtma işlevi ile birlikte düşünülmesi gereken sistemlerdir. Aşağıdaki görsellerde Portland öğrenci konutları ve Almanya’da 1990’larda bir öğrenci konut yerleşkesinde yağmur iniş detayları bulunmaktadır (Şekil 3.42, 3.43).



**Şekil 3.42 :** Öğrenci konutları yağmur iniş detayı, portland, oregon, Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).



**Şekil 3.43 :** 1990lar’ın öğrenci konutları berlin, almanya, yerleşmenin planlanmasında sürdürülebilirlik konseptini her yerde devam ettiren yağmur iniş, kanal detay ve su drenaj çözümleri görsel olarak da projeyi destekler niteliktedir, Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).



(a)



(b)

**Şekil 3.44 :** (a)1990lar'ın öğrenci konutları Berlin, Almanya, kanal detay Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) yağmur iniş borusunu takiben yağmur suyu toplama tankı Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).

Ahşap, metal ya da plastikten yapılmış fiçıların, tankların içilemeyen suyu yalnızca çeşitli kullanımlar amacıyla biriktirdiği yerin altında ya da üstünde bahçede veya yapıya bitişik / içinde olabilen kapalı kendinden sonra suyu iletecek olan açık kanal vb. birlikte düşünülmesi gereken depolama sistemleridir (Şekil 3.44).



## 4. ENERJİ ETKİN PEYZAJ TASARIMI

### 4.1 Enerji Etkin Peyzaj Tasarımına Giriş

İnsanlık tarihinin doğayla sorunlu ilişkisi; çoğu yazarın da belirlediği gibi mekanistik ve antiekolojik dünya görüşünün ortaya çıktığı 15.- 16. yy.'ın bilimsel rönesansından da önce başlamış (Madge, 1993) ve 18.yy' dan 20. yy. ortalarına kadar giden endüstri devrimiyle birlikte artan nüfus, dönüşen toplum ve kentlerle daha problemli bir hal almıştır. 1960'lerden itibaren ise; elindeki teknoloji ve gücü kullanarak tahakküm mantığıyla bugüne kadar gelen toplum ve kent; sürdürülemeyen bir arazi kullanımı geliştirmiştir. Bu arazi kullanımının sonuçları ise iklim dengesinin bozulmasında (aşırı kuraklıklar, seller, tsunamiler vb.), kentsel ısı adası<sup>6</sup> etkisinde, biyoçeşitliliğin kaybında, hidrolojik döngüdeki değişimde, bölgesel iklim değişiminde ve yaşamsal önemi olan ekosistem servislerinin gerilemesinde (Seabrook ve diğ., 2011) görülmektedir. Bütün bu dengesizlik, alt üst oluş ve canlılığı tehdit eden senaryoyu tersine çevirmeye çalışan pratiklerin çabaları genellikle bütünlüklü olmaktan uzak-parçacıdır ve daha çok yapılar üzerinden öneriler ele alınmaktadır. Bu çabalara önemli bir örnek ise yapılar özelinde bir dizi ölçüm ve puanlama yoluyla hesaplanan yeşil bina değerlendirme sistemlerinin 1990'larda (LEED, BREAM vb.) uygulamaya konulmasında görülmektedir. Bu değerlendirme sistemlerinde arazi ve tasarımı ile ilgili bileşenlere odaklanılmamış olması bu değerlendirme sisteminin en büyük eksiğini oluşturmaktadır. 1970'lerden bugüne mimarlık alanında; yeşil, ekolojik, sürdürülebilir, enerji etkin tanımları ilk başlarda yapıların, kullanıcı konforu için daha sağlıklı ortamlar hazırlaması gerektiğini öne süren yaklaşımlarla ortaya çıkmış,

---

<sup>6</sup> Büyük kentlerin iklimleri, onları çevreleyen kırsal bölgelerden kaydadeğer derecede farklıdır. Nüfusu 100.000 ile 1.000.000 arasında değişen metropol alanlarının sıcaklığının çevrelerindeki kırsal bölgelere göre 5-10 dereceye kadar daha fazla olması olgusu "kentsel ısı adası" (Urban Heat Island) olarak tanımlanmaktadır (Landsberg, 1981; Oke, 1981, 1995; Bonan, 2000). Bu terim ilk defa 1810 yılında Luke Howard tarafından Mexico City örneğinde kullanılmıştır (Jauregui, 1984).

sonra mimarının doğayla uyumlu bir ilişki biçimi arama çabasına dönüşmüş, en son olarak da ekoloji ile ilgili tartışmaların sadece çevresel değil toplumsal ve ekonomik boyutlarının olduğu kavramı gündeme gelmiştir (Cıraçoğlu, 2006). 1970’lerdeki enerji krizinde kaynakların tükeneyeceği konusundaki endişeden çok genel olarak enerjinin bedeli ve bu bedelin belirlediği politikalar kaygı sebebi olmuştur. Bu nedenle yapılarda uygulanacak her tür enerji tasarrufu maddi kazanç sağlayacağı için devlet tarafından desteklenirken (Burberry, 1991) yapı yapma eyleminin bizzat kendisinin peyzajda bir iz, damga ve etki anlamına geldiğinin, geçirimsiz yüzey artışına sebep olduğunun çoğunlukla göz ardı edildiğini ve bunun yanında peyzaj pratikleri açısından baktığımızda ise pek az yönetsel destek ve üretimin mevcut olduğunu görmekteyiz. Peyzaj pratiğinde kaynakların tükenmesi sorununa alternatif çözümlerinin yanında, mevcut durumda kaynakların kalitesi ile kalitesini korumaya yönelik işlevler de öne çıkmaktadır. Peyzaj mimarlığı alanında sürdürülebilirlik, enerji etkinliği ve ekoloji ile ilgili üretilen düşünce ve çabaları 1960’lardan günümüze 3 dönemde inceleyecek olursak (Dinep ve Schwab, 2010): 1960-1975 arası mevcut duruma kamunun itiraz ettiği, çevreci hareketin yükseldiği, Carson’un ‘Silent Spring’i yazdığı, Ian McHarg’ın peyzaj planlama tekniği açısından doğal ve kültürel kaynakların peyzaj için dikkate alındığı, çevresel perspektifin öne çıktığı ilk açık ve sistematik kaynak olarak (McHarg, 1995) “Design with Nature” (1969) kitabının önem kazandığı, peyzajı tanımlamak için pasta katmanları yaklaşımının (layer cake model) tasarım metodolojisine girdiği ve bu metodolojinin daha sonra geliştirilen arazi kullanım analizi yapan “GIS” sistemleri için temel kurduğu, modern anlamda yeşil çatı teknolojisinin geliştirildiği yıllardır. 1975-1995 arası yeniden üretim ve yenileyici tasarıma odaklanılan, kaynakların kullanılması fakat yeniden üretilebilmesi, mümkün olduğunca az kullanılması mantığına ağırlık verilen bir dönemdir. Gri suyun yeniden kullanılması, güneş enerjisinin toplanılması ve kullanılması, yeraltı sularının yenilenmesine yönelik çabalar, su kullanımını

minimize eden tasarım biçimini tarifleyen xeriscape<sup>7</sup> dönem anlayışının örneklerindendir. Bu dönemde yine peyzajları geri kazanmak konseptiyle eski endüstriyel alanların rekreasyon amaçlı yeniden tasarlanarak kullanımı ve bölgesel kimlik konsepti çerçevesinde yer için tasarlamak anlayışıyla Michael Hough'un "Out of Place" (1992) isimli kitabı öne çıkan öğelerdir. 1995'den günümüze uzanan dönemin başlarında; yapılı çevrenin ekolojik fonksiyonuna ve ekonomisine metrik yaklaşım tarifleyen Amerika Yeşil Binalar Konseyi tarafından geliştirilmiş "LEED" sertifikasyon sistemi binaları değerlendirmek için uygulamaya konmuştur. 2000 yılında sürdürülebilir tasarım uygulamasında arazi temelli teknik bir odaklanma sağlayan sürdürülebilir konstrüksiyon tasarımında, arazi bileşenlerinin uygulanmasına yönelik enerji etkin yeteneği güçlendiren avantajlar öne çıkarılmıştır. Yine bu dönemde su kaynakları korunumunun dünyada gündeme oturmasıyla suyun deşarjı, filtrelenmesi, suyu yönlendirme metodları ile ekolojik olgu, süreç ve ilişkileri yorumlayan tasarım prensibi aracılığıyla, bu süreçleri doğrudan bilgilenme ve anlama amacıyla açığa çıkaran (Brown, Harkness ve Johnston; 1998) peyzaj tasarımı anlayışının örnekleri son dönemdeki eğilimlerdendir.

Bütün bu eğilimlerin başlıca motivasyonunu oluşturan enerji etkinliği ve enerji korunumu dünyada pek çok ülkenin en önemli gündemidir (Thorone-Holst ve diğ.; 2008, Judi ve Chee; 2009). Peyzajın enerji etkin tasarımının CO2 seviyelerinin düşmesinden, dikkate değer sosyal faydalara, kamusal yaşam kalitesinin artırılmasından, ekosistem zararını azaltmaya ve önlemeye yardımcı olmaya (Seabrook ve diğ.; 2011) kadar sayısız faydası vardır. Enerji etkin peyzaj tasarımı ile; mikro klima düzenlenmesi, su tüketiminin azaltılması ve suyun arıtılarak yeniden kullanılması, peyzaj konstrüksiyonu için kullanılacak petrol kaynaklı materyal kullanımı önlenmesi, gürültü ve hava kirliliği kontrolü, CO2 emisyonunda düşüş, daha az enerji harcandığı için bir anlamda ekonomik tasarruf ve bütün ekosisteme fayda sağlanmaktadır. Mevcut yapılaşmış kentsel peyzajın onarımında, sürdürülebilir

---

<sup>7</sup> Xeriscape kurak iklimli ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda doğa ile uyumlu peyzaj tekniklerine dayanmaktadır (Duffield and Jones 1981; Tunçay 2002; Ertop, 2009). Xeros Yunanca'da kuru anlamına gelir ve peyzaj kelimesinin ingilizce (landscape) birleşiminden oluşmaktadır. "Xeriscape" kavramı ilk kez 1981 yılında Denver Colorado'da Nancy Leavitt tarafından kullanılmıştır (Sovool ve Rosales, 2002) ve ilk xeriscape tanıtım bahçesi 1986 yılında Denver botanik bahçesinde tasarlanmıştır.

kullanımında, kentlerin sokak ölçeğinden başlayarak enerji tüketiminin azaltılmasında ve sağlıklı, iklimsel olarak rahatsız edici olmayan bir çevrede yaşanabilme ihtimalinde yine bu tasarım yöntemi etkilidir.

Bu çalışmada enerji etkin peyzaj tasarımı iki ana başlık altında incelenecektir. Bunlar: “arazi planlaması ve tasarımı” ile “materyal seçimi” isimli başlıklardır. Her bir bölümü kendi içinde detaylandırarak, ilerleyen bölümlerde ise kentleşmenin sucul ekosistem üzerindeki etkisini değiştirmek için akıl geliştiren ve çözüm ortaklarından biri olan peyzaj pratiği açısından enerji etkin peyzaj tasarımında “su” başlığında derinleştirilecektir.

#### **4.2 Arazi Planlaması ve Tasarımı**

Arazi (land); daha büyük bir peyzaj ve ekosistemin parçası olarak var olmaktadır. Bu olgu gözetilerek ele alınan arazinin tasarım ve planlamasında, program ya da proje amacının belirlenmesi kadar peyzajın geniş çevresel rolü de göz önüne alınmalıdır (Russ, 2009). Arazi planlaması ve tasarımında başlıca iki ana eğilim bulunmaktadır. Bunlardan birincisinde, ‘yer’e ait olan kültürel, tarihsel bağ ve özelliklerin korunarak sürdürüldüğü, diğerinde ise arazinin-alanın fiziksel özellik ve örüntülerinin tanımlanarak bunların üzerinden enerji etkinliği yönünde yaklaşım geliştirildiği görülmektedir. Sürdürülebilir ve enerji etkin yaklaşımın temelinde ise arazinin detaylı analizi büyük bir dayanak noktası oluşturmaktadır. Bu bölümde arazi planlama ve tasarımındaki söz konusu eğilimler tarihsel süreçle ilişkileri açısından değerlendirilmekte, ve enerji etkinliği açısından detaylandırılmaktadır.

Birinci eğilimde “yer”e ait olan kültürel, tarihsel bağ ve özelliklerin korunması geleneği; sözkonusu mekanın sürdürülebilmesini sağlamaktadır ve yeni bir kavram değildir. Peyzaj tasarımı genel olarak; bir yerin kendine özgü karakteri ile tarihinden etkilenecek onu koruma ve fonksiyonunu arttırma yoluyla mekan oluşturur. Peyzaj ve mekan yaratma kavramı “Genius Loci” olarak adlandırılan mekanın ruhu konseptiyle 18 yy. şairi Alexandır Pope’dan beri bağlantılandırılmaktadır. Mekan ruhunun korunması konsepti, peyzajda kültürel ve doğal mirasın korunması ve sürdürülebilirliği açısından ele alınmaktadır. 19 yy.’ın önemli işlerinden Olmsted’in Boston’daki “Emerald Necklace” (zümrüt gerdanlık) isimli park sistemi ile Standford Kampüs, Chicago Columbian Sergisi vb. pek çok projesi büyük ölçekli tasarımlardır ve çevreyi, topluluğu anlama, bölgesel ve yerel düşünerek duyarlı bir yerleşim,

konumlandırma ile arazi kullanım ilişkilerini anlamının önünü açan önerilerdir. Olmsted önerisinde, ulaşım altyapısını, drenaj mühendisliğini, sulak alanların ve ekolojik restorasyonun arıtma fonksiyonunu, kamusal parkı ve peyzajı bir araya getirmiştir (Zaitzevsky, 1992; Stokman, 2008). Enerji etkin arazi çalışması, tasarımcıyı yapı materyallerinin doğası, enerjinin akışı ve projenin yaşaması için gerekli malzemeler hakkında teşvik edici ve bilgilendirici olmalıdır.

İkinci eğilimde bahsedilen doğal süreçlerin ve doğadaki dokuların günümüzde kent çevresinde sık sık bir prensip olarak uygulanması ise yalnızca seçenek değil, ihtiyaç ve istek işareti olarak yorumlanmaktadır. Ian Mcharg; 'Design with Nature'(1969) kitabında tasarımcıların doğadaki dokuları, fraktal geometriyi<sup>8</sup> fark etmelerini ve yapıllı çevrenin tasarımında bu örüntüyü kullanmalarını önermektedir. Bir başka örnekte Filozof Wilhelm Diltney sosyal bilim çalışmalarında bir bütünün parçalarını anlayabilmek için, her bir alt parçasına bütünün anlamına göre yaklaşılmaması gerektiğini, böylece bütünün anlamına ancak onu oluşturan parçaları anlayarak ulaşılabileceğini belirtmektedir. Fizikte de geçerli olan bu mantık peyzajda, sürdürülebilir tasarımın alan içi ve dışında çevresini anlamak için önemli bir bileşen olarak kullanılabilir (Dinep ve Schwab, 2010). Yine aynı mantığa dayanarak, tasarım anlayışının geleceğinin doğadaki örüntülerin bilgece yorumlanmasından geçtiğini ve bu sayede pek çok soruna çözüm getirileceğini düşünen Mollison (1991), biyolojik ve toplumsal herhangi bir sistemin kavranması ve üretilmesi söz konusu olduğunda, aynı anda hem parçayı hem bütünü gözetecek hem de aralarındaki ilişkileri sezecek kadar iyi bir gözlemci olmamızı bütün bunları doğanın alfabesiyle kodlayıp ifade etmemizi önermektedir (Akhuy, 2011).

Bilimsel bir konsept olan 'ekoloji' çok yakın bir zamana kadar öncelikli olarak doğal dünyanın gerçekliği olarak çalışılıyordu, insan dünyası ya da fiziksel çevre tasarımı için uygulanmıyordu. Sonra 'insan ekolojisi' kavramının; sosyoloji ve coğrafyada

---

<sup>8</sup> L.F. Richardson kıyı çizgilerini araştırdığı çalışmasında, çizginin geometrik yapısının farklı ölçeklerde dahi birbirini tekrar eden yapıda ve logaritmik bir düzen içinde olduğunu tespit etmiştir. Matematikçi Mandelbrot 1980'lerde bu bulguları kullanarak "fraktal teorisi"ni geliştirmiştir. (Deniz, Tunçay, Küçükerbaş; 2006).Fraktal geometri kendi kendini tekrar eden ama sonsuza kadar küçülen şekilleri, kendine benzer bir cisimde cismi oluşturan parçalar ya da bileşenler cismin bütününcü inceler. Düzensiz ayrıntılar ya da desenler giderek küçülen ölçeklerde yinelenir ve tümüyle soyut nesnelerde sonsuza kadar sürebilir; tam tersi de her parçanın her bir parçası büyütüldüğünde, gene cismin bütününe benzemesi olayıdır.

keşfedilmesiyle (20 yy.) bu kavram fiziksel dünyadan koparılmakta, daha çok ekonomik, politik ve nüfus bilimsel yaklaşımla tanımlanmaktaydı. Frederick Steiner insan ekolojisi kavramının yeniden yorumunu önererek, fiziksel ve sosyal bilimlerin birlikteliğini desteklemektedir. Bir ekolojist olan Richard Forman ve meslektaşları ise bu ayrım bariyerini, geliştirdikleri peyzaj mimarlığı ve arazi kullanım planlaması ile ilgili prensiplerle yıkmışlardır. Etkileşim halindeki ekosistemlerin bir araya gelerek oluşturduğu ve benzer formlarda kendini tekrar eden heterojen bir yeryüzü parçası olarak –peyzaj- tanımlamasını kullanmışlardır (Forman ve Godron,1986).

Russ (2009)’a göre ise enerji etkin arazi tasarım ve planlaması için izlenecek yollar;

- Dikkatli bir yapı yerleşimi ve peyzaj tasarımı ile ısıtma-soğutma yüklerini azaltmak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını arazinin enerji ihtiyacı ve aydınlatması için kullanmak,
- Enerji etkin aydınlatma tasarımı kurgulamak,
- Otomobile bağımlılığı azaltacak şekilde tasarlamak,
- Yeni yeşil alanlar geliştirmek yerine, mevcut yapı ve altyapıyı bu iş için kullanmak,
- Malzeme kullanımını azaltmak ya da etkin malzeme kullanımını arttırmak,
- Düşük etkiye odaklanmak,
- Araziyi ve yapıları yeniden kullanabilmek için daha dayanıklı ve uzun ömürlü tasarlamak,
- Suyun kullanımını ve akıntı halinde boşa akmasını azaltmak,
- Atıkları minimize etmek,
- Tasarımı toplumun algı ve duyarlılıklarına göre geliştirmektir.

Arazinin tasarımında ve fiziksel özelliklerinin analizinde vejetasyon, ekoloji, bakı, eğim, jeoloji, su ve drenaj örüntüsü, bina yerleşimi, altyapı, toprak verileri ve iklim (nemlilik, yağış, ekstrem sıcaklıklar, gece-gündüz sıcaklık farkları, rüzgar sıklığı vb.) başlıca bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirli bir arazideki planlama ve tasarım çalışmasında; önemli arazi bilgilerinin araziye minimum zarar vererek GPS, GIS, uydu verileri, haritalar, Google Earth yardımıyla depolanması, analiz için kullanılması tasarım için standart bir başlangıç tekniğidir. Araziyi gözlemleyerek okuma, analiz için izlenecek ikinci yoldur. Örneğin vejetasyon arazinin karakteri

hakkında önemli bir göstergedir. Kurak bölgede yetişen büyük ağaçlar toprağın derininde bir yerde su kaynağı olduğunu gösterirken, bazı bitki ve ağaç türleri killi toprağı bazıları da asitli toprak varlığını göstermektedirler. Ken Yeang (2006)'ın arazi tasarımı dikkate alınması gereken özelliklerden biri olan ekoloji parametresi ile ilgili önerisinde; herhangi bir alanda tasarıma başlamadan önce alana özgü ekolojik tarihi bir bütün olarak araştırmanın gerekliliğı üzerinde durur, çünkü arazi tasarımı bu yolla mevcut yapısal strüktüre, altyapıya ve fonksiyona nasıl bağlanılacağı ve birlikte çalışılacağını belirlemede sağlıklı bir yöntem önerisi oluşturulabileceğini belirtmektedir. Burada ekolojik tarih; alana özgü geçmişteki insan müdahalesini, güncelde ise devamında gelen etkileri göstermektedir. Yeang 'Ecodesign' (2006) isimli çalışmasında arazinin tasarımına başlamadan önce alanı analiz etmek için ekolojik tarihe bağlı 'ekosistem hiyerarşisi' kavramını önerir ve bu hiyerarşiyi 7 kategoriye ayırmakta ve her biri için bir tasarım stratejisi önermektedir (Çizelge 4.1);

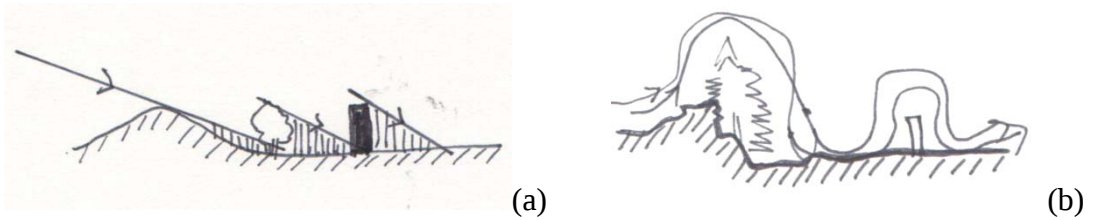
- Ekolojik olarak olgun ekosistemleri (Ecologically mature) barındıran alanlar,
- Ekolojik olarak olgunlaşmamış ekosistemleri (Ecologically immature) barındıran alanlar,
- Ekolojik olarak sadeleşmiş ekosistemleri (Ecologically simplified) barındıran alanlar,
- Karma yapay ekosistemleri (Mixed artificial) barındıran alanlar,
- Monokültür ekosistemleri (Monoculture) barındıran alanlar,
- Kültürsüz yapay ekosistemleri (Zeroculture) barındıran alanlar,
- Bozulmuş ekosistemleri (Contaminated and brownfields) barındıran alanlar.

**Çizelge 4.1 :** Ekosistem hiyerarşisi ve tasarım stratejisi, Yeang (2006)’dan alınarak Esra Sert (2013) tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir.

| <b>Ekosistem Hiyerarşisi</b>    | <b>Mahal Bilgi Gereksinimleri</b>                                                            | <b>Tasarım Stratejisi</b>                                                                                                                                 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ekolojik olarak olgun           | Bütünsel ekosistem analiz haritası<br>Analizde en yüksek detay                               | Koruma<br>Muhafaza etme<br>Yapı yapmaktan kaçınma,<br>(eğer varsa) sadece bölgeye etki etmeyecek alanlarda yapılaşma                                      |
| Ekolojik olarak olgunlaşmamış   | Bütünsel ekosistem analiz haritası                                                           | Koruma<br>Muhafaza etme<br>Bozulmuş, bölgeye en az etki edecek ve ekolojik sonuçlar doğurmayacak alanlarda yapılaşma                                      |
| Ekolojik olarak sadeleşmiş      | Bütünsel ekosistem analiz haritası                                                           | Koruma<br>Muhafaza etme<br>Biyolojik çeşitliliği artırma<br>Az etki edecek alanlarda yapılaşma                                                            |
| Karma yapay                     | Bölgesel ekosistem analiz haritası                                                           | Muhafaza etme<br>Biyolojik çeşitliliği artırma<br>Az etki edecek alanlarda yapılaşma                                                                      |
| Monokültür                      | Bölgesel ekosistem analiz haritası                                                           | Biyolojik çeşitliliği artırma<br>Potansiyel verimsiz ve en az ekolojik etki yapacak alanlarda yapılaşma<br>Ekosistemi ve yaşam alanlarını rehabilite etme |
| Kültürsüz                       | Mevcut ekosistem bileşenlerinin analizi ve haritalanması (su oluşumları, mevcut ağaçlar vb.) | Biyolojik çeşitliliği ve organik kütleyi artırma<br>Ekosistemi yaşam alanlarını rehabilite etme                                                           |
| Bozulmuş ve terkedilmiş alanlar | Bozulmuş ekosistem bileşenlerinin haritası                                                   | Zararın sebeplerini ve bozulmanın kaynağını belirleme<br>Arındırma ve iyileştirme<br>Ekosistemi ve yaşam alanlarını rehabilite etme                       |

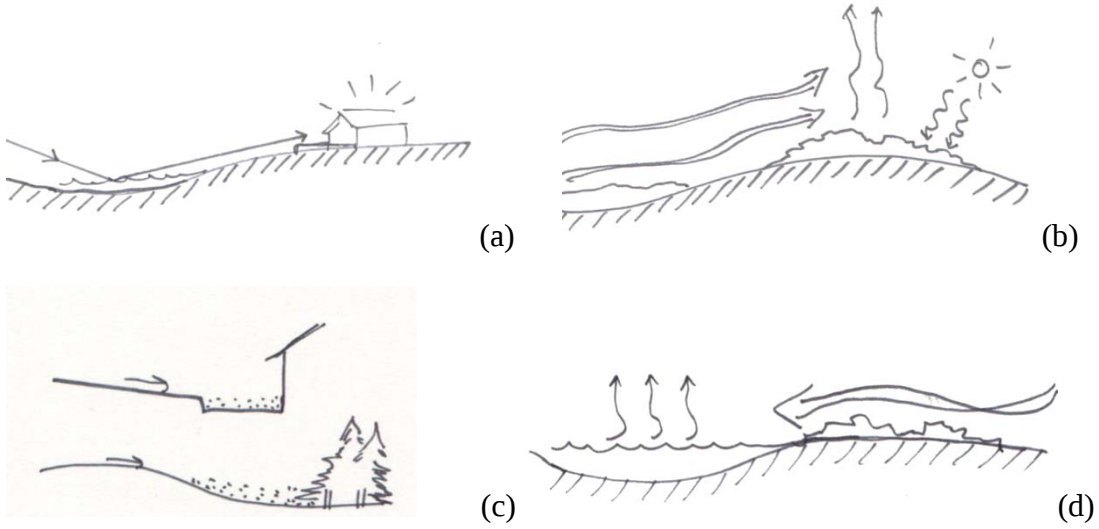
Bu kategorizasyon sonucunda önerilen tasarım stratejileri korumadan, biyoçeşitliliği arttıracak yönelimlere, yapılaşma ya da yapılaşmamaya, arazide nerelere yerleşileceğine ve ekosistem rehabilitasyonuna kadar uzanmaktadır. Arazi tasarım ve planlamasında yöntem olarak ekoloji parametresi bu sınıflandırma ile yol göstericidir.

Planlama ve tasarım yapılacak araziye analiz ederken göz önüne alınacak diğer bir materyal topografyadır. Topografyanın; sahanın mikro kliması, su drenaj örüntüleri, toprak derinliği ve karakteri, erişimi ve görüntüsü üzerinde etkisi vardır (Mollison, 1991). Dikkat edilmesi gereken topografya özellikleri; güneş gören ve gölgelik yamaçlar, tepeler, drenaj hatları, engebeli araziler, iyi ve kötü manzaralar, tepe yükseklikleri ve erozyon riski yüksek alanlardır. Topografya ile oynayarak araziyi mimari bileşenlerle, vejetasyonla, yapılar ve güneş kolektörleriyle birlikte çalıştırarak; tasarımda mikro klima, gürültü, rüzgar örüntüleri vb. özellikler kontrol edilebilmekte ve yönlendirilebilmektedir (Şekil 4.1). Arazi formlarını vejetasyonla birlikte çalıştırarak mikro klima ve enerji etkinliği için kullanmak tek başına arazi formuyla oynamaktan daha iyi sonuçlar vermektedir (McClenon, 1983). Çardak, toprak set, sera, çit duvar, taraça gibi yapısal strüktürler rüzgar hızını ve sıcaklığı değiştirerek arazinin mikro iklimi etkileyebilmektedirler (Şekil 4.2, 4.3). Aşağıda hem strüktürel eleman kullanımı, topografya ile oynama hem de güneş ışığından korunma ve rüzgarı yönlendirme ile ilgili eskizler yer almaktadır.

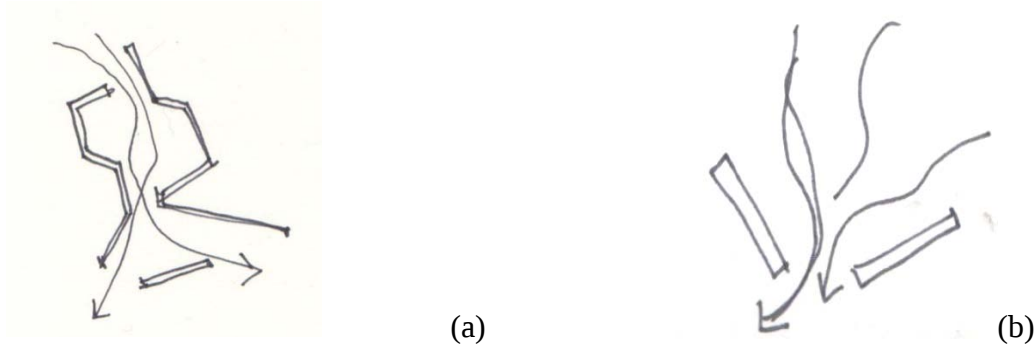


**Şekil 4.1 :** (a) Yapısal ve bitkisel öğelerle güneşten korunma (b) rüzgarı yönlendirme. McClenon (1983)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından el çizilmiyle aktarılmıştır.

Arazi planlaması ve tasarımıyla oluşturulacak uygun yerleşim, mekanik olan ve yapıda oluşturulacak güneş ışığı kontrolü ve enerji korunumu ile ilgili çözümlerden çoğu durumda daha ucuz ve enerji etkinliği açısından da yüksek verimlilik göstermektedir.



**Şekil 4.2 :** (a)Yansıyan güneş ışığından yararlanma (b) yansıyan ısıнын azaltılmasında vejetasyon ve topografya (c) topografya yardımıyla sıcak cep oluşturma (d) vejetasyon ve su. McClenon (1983)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından el çizilmiyle aktarılmıştır.



**Şekil 4.3 :** (a) Rüzgarı strüktürel eleman kullanımı ile yönlendirme (b) rüzgarı strüktürel eleman kullanımı ile odaklama. McClenon (1983)'dan alınmış, Esra Sert (2013) tarafından el çizilmiyle aktarılmıştır.

Enerji etkin arazi tasarımı, güneşin araziye etkisinin, arazinin estetiğinin, yeryüzüyle uyumun maksimize edildiği bir kombinasyonu ifade etmektedir. Yapının yerleşimi, tasarlanmış ve işlevlendirilmiş mekanın konfor ve kalitesini artırırken, araziye negatif etkisini minimize edecek şekilde tasarlanmalıdır. Diğer bir deyişle ısıtma, soğutma ve ışık alma yalnızca yapının kendi bünyesindeki tasarımıyla ilgili değildir, arazi üstündeki yerleşimi ve yönlenmesi ile de ilgilidir. Aşağıdaki örnekte güneşe doğru düşeyde yapı basamaklandırılması sokak ölçeğinde yapının ölçeğini küçülterek, güneş ışınlarının ulaşımını arttırken her bir konut için kullanışlı dış mekan oluşturmaktadır (Zurich, Switzerland) (Şekil 4.4).

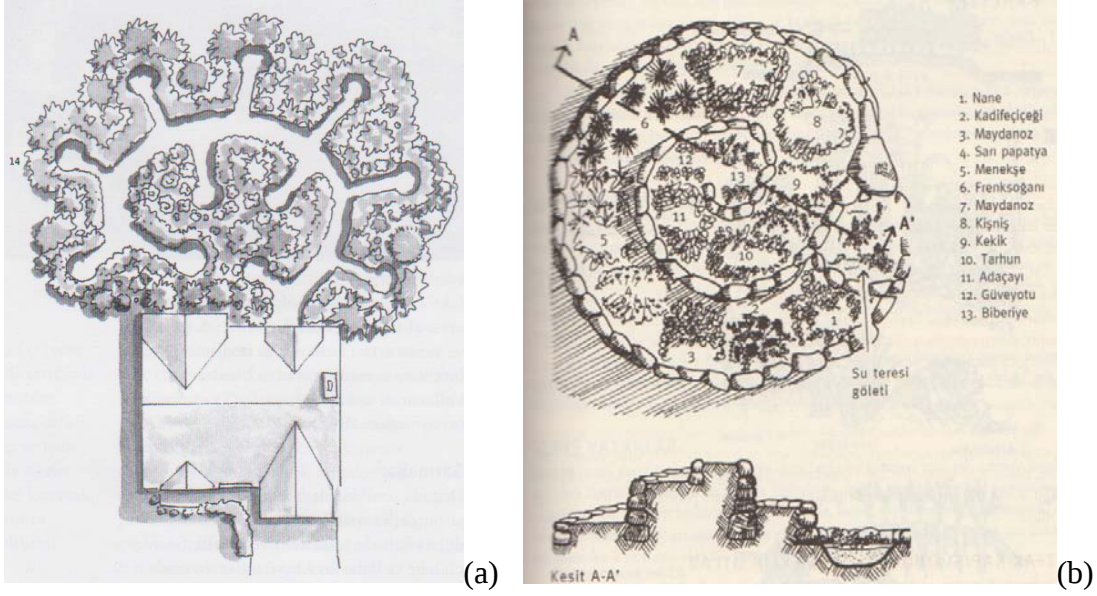


**Şekil 4.4 :** Sokak ölçeğinde yapı ölçeğinin küçültülmesi ve güneş ışığından maksimum faydalanma.

Kuzey bölgelerdeki yapılar, güneşin en yoğun olduğu saatlerde en fazla ışığı alabilecek geniş yüzeyleri, soğuk hava etkisi için de dar yüzeyleri düşünülerek tasarlanmalıdır.

Bakı ve eğim dikkate alınması gereken diğer arazi özellikleridir. Bakı alanın güneşe göre hangi yönde kaldığını ve aldığı güneş miktarına göre saha koşullarını nasıl etkilediğini gösterir. Eğim örneğinde ise hafif eğimli yamaç güneş ışığını elverişli bir açıyla alır, yazları daha sıcak olurken, dik yamaçlar kış ayları için en iyi konum olmaktadır.

Arazinin hidroloji dinamikleri göz önüne alındığında ise; drenajın genel dokusu ve arazide suyun varlığı analiz ve tasarımda anahtar bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, sel suyu drenaj dokuları analiz edilirken sadece söz konusu arazi parçası değil diğer komşu ve daha geniş ölçekteki drenaj örüntüleri de dikkate alınmalıdır. Diğer bir yandan arazide konstrüksiyon uygulamasından önce ve sonra meydana gelecek herhangi bir erozyon ve tortu birikimi yüzey suyu kalitesi ile habitat üzerinde ciddi bir tehdit oluşturabilmektedir. Denizler ve göller gibi büyük su kütleleri yavaş ısındığı ve soğuduğu için çevrelerinin sıcaklığını etkilemektedir. Bu sebeple arazi tasarımı yapılırken eğer çevrede su kütlesi varsa sudan yansıyan ışık da düşünülmelidir. Örnek vermek gerekirse Almanya'daki Main Vadisi'nde dik yamaçlardaki üzümlerin olgunlaşması için nehirden yansıyan güneş ışığından faydalanılmaktadır.



**Şekil 4.5 :** (a) Enerji tasarrufu sağlayan dallanmış bitkilendirme tasarımı (Mollison, 2011) (b) şifalı ot sarmalı – ışık, rüzgar ve drenaj ile ilgili olanaklar sağlamaktadır (Mollison, 2011).

Arazi tasarımına örnek oluşturabilecek yukarıdaki bitkilendirme tasarımında (soldaki) toplama ve dağıtma işlevleri açısından enerji tasarrufu sağlayan bir dallanma söz konusudur (Şekil 4.5 (a)). Yaya yollarının yürüme mesafesini kısaltacak şekilde yerleştirilmiştir. Ekim yapılabilecek alanların konumlandırılmasında ise insan kolunun ulaşabileceği mesafenin gözetildiği bahçede çalışan kişi az yol kat ederek daha geniş bir alana hakim olabilmektedir. Diğer şekil ise (Şekil 4.5 (b)) Bill Mollison’a ait şifalı ot sarmalı tasarımıdır. Bu sistem tek bir fıskiyeyle sulama borusuyla sulanabilmektedir ayrıca sarmal form aracılığıyla ışık alma açısı, rüzgara maruz kalma ve drenaj ile ilgili farklı olanaklar sağlamaktadır.

Başta da belirtildiği gibi arazinin – alanın enerji etkinliği yönünde bir yaklaşımla geliştirilmesi için detaylı bir analizle, fiziksel özellik ve örüntülerinin tanımlanarak; mevcut yapısal strükture, altyapıya ve fonksiyona nasıl bağlanılacağı ve birlikte çalışılacağını belirlemek için sağlıklı bir öneride bulunulabilmektedir.

### **4.3 Materyal Seçimi**

Enerji etkin peyzaj tasarımında arazi planlama ve tasarımından sonra ikinci ana bileşen olarak inceleyeceğimiz materyal seçimi; bitkisel materyal ve bitkisel olmayan materyal seçimi olarak ikiye ayrılmıştır.

#### **4.3.1 Bitkisel materyal**

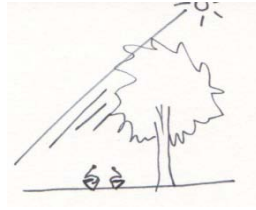
Peyzaj tasarımında bitkisel malzeme açısından enerji etkin peyzaj tasarımının anlaşılması önemlidir. Bu bölümde bitkilendirme; güneş-ısı, rüzgar, su, mekan algısı, fiziki çevre kontrolü, çatı bahçelerinde ve dikey bahçelerde, uygun bakım olarak yedi alt başlıkta sınıflandırılarak incelenmiştir.

#### **Güneş – ısı ve bitkilendirme**

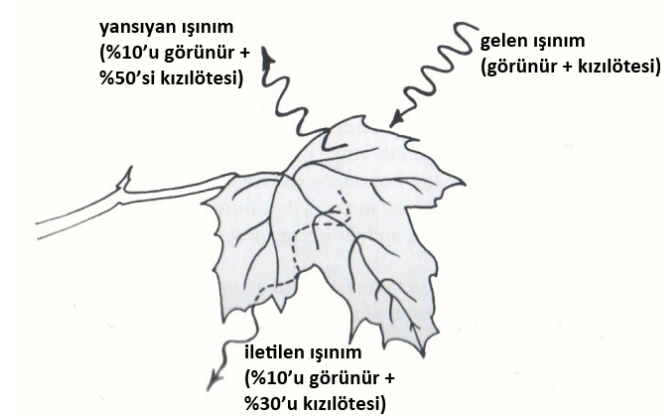
Bitkisel materyal arazinin karakteristiğini büyük ölçüde belirlemenin yanı sıra arazinin nasıl işleyeceğine dair katkı da koymaktadır. Bu materyaller toprağı tutar, klimayı düzenler, rüzgarı kırmada ve sahne oluşturmada kullanılabilirler ve çoğunlukla kullanılan alanın konfor koşullarını belirlerler (Simonds, 1997). Mikroklima; küçük bir mekandaki güneş, karasal radyasyon, rüzgar, hava sıcaklığı, nem ve yağış koşullarıdır (Brown and Gillespie, 1995 ve Panagopoulos, 2008). Alanda uygulaması yapılacak bitki materyalinin seçim ve tasarımında göz önünde bulundurulacak temel bileşenler; mevcuttaki vejetasyon ve yer örtücülerdir. Enerji etkin peyzaj tasarımında her bir bitki materyali önceden belirlenmiş ihtiyaç ve amaçlar doğrultusunda, uygun büyüme koşulları düşünülerek seçilmeli ve yerleştirilmelidirler. Bu seçim ve yerleştirmede bitkiler; çerçeve oluşturmak, saklanmış öğeleri vurgulamak, yaya trafiğini yönlendirmek, dış mekan yaratmak, davet etmek, saklamak, konfor sağlamak, ölçek ve diğer çevresel algıyı yönlendirmek, fiziki çevre kontrolü gibi pek çok özellik ve işlev için kullanılmaktadırlar (Russ, 2009) (Şekil 4.6, 4.7). Bazı mikro iklimciler vejetasyonu, kentin mikro klimasının kontrolü için bir yöntem olarak kullanılması yönünde çalışmaktadırlar (Wilmers, 1990; Alvarez et al., 1991, Picot, 2004 ve Panagopoulos, 2008).

Güneş ve ısı üzerinden tanımlayabileceğimiz ihtiyaç ve amaçlar üzerinden bitki karakteristik ve konumlanmaları aşağıdaki gibidir;

- Yaprak döken ağaçları güney yüzeylere konumlandırarak yazın güneşten korunum, kışın güneşten maksimum faydalanma sağlanabilir,
- Yaprak döken ağaçları güney yüzeylere konumlandırarak yazın güneşten korunum, kışın güneşten maksimum faydalanma sağlanabilir,
- Asma yaprakları gibi sarılcı bitkiler güney cephelerde yatay gölgeleme elemanı olarak kullanılabilirler,
- Alçakta dallanan ve uzun gövdeli her dem yeşiller yapının güneye bakan pencerelerinden kışın güneşi kesmemesi için belirli mesafede yerleştirilmelidirler,
- Yer örtücüler ve küçük çalı grupları kullanılarak yer düzleminden yansıyan ısınn büyük bir kısmı yutulmuş olacaktır,
- Binanın etrafındaki bitki tünelleri (arbors) sıcak havanın bitkinin yaprakları arasından geçerken soğuması ile derecesinin düşürülmesinde, doğal iklimlendirmede



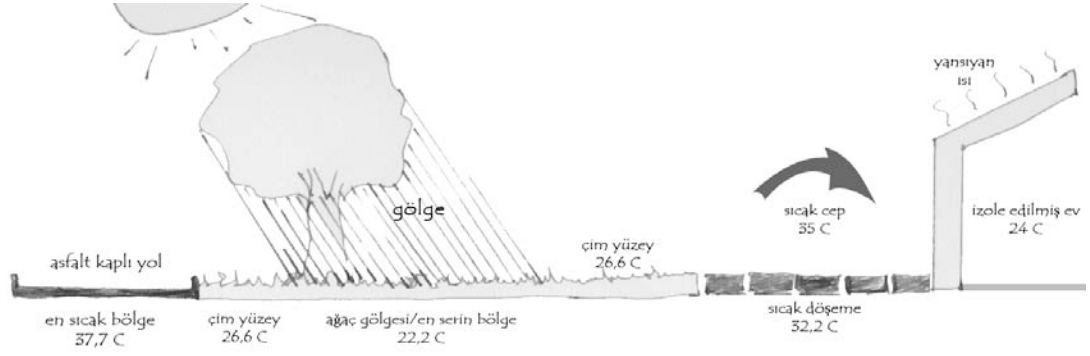
**Şekil 4.6 :** Bir ağacın gölgesinden faydalanma.



**Şekil 4.7 :** Yapraklar görünen güneş ısınnımını büyük ölçüde absorbe ederler ve görülemeyen kızılötesi ısınnımını yansıtır ve iletir DOE (2009)'dan alınmış Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.

Bir bitkilendirme tasarımı önerisinde doğru yerleştirilmiş ağaçlar bir evin ısıtma ve soğutma için harcayacağı enerji tüketimini %25'e kadar azaltmaktadır (DOE; 2009, Judi ve Chee; 2009). Gölgeleme, buharlaşma ve terleme süreciyle ağaçlar çevredeki

hava sıcaklığını yanındaki mekana göre 14 dereceye kadar düşürebilirler. Lawrence Berkeley laboratuvarında yapılan çalışmalar göstermiştir ki ağaçsız bir bölgeye göre ağaçlar yardımıyla gölgelenmiş alan 2-3 derece daha serindir (DOE / GO, 1995) (Şekil 4.8).

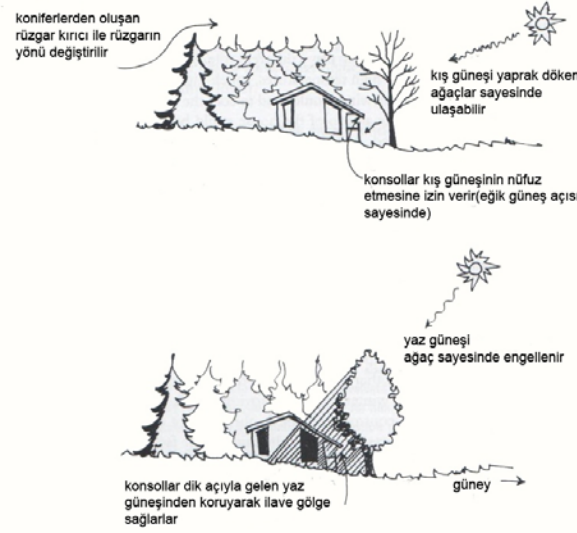


**Şekil 4.8 :** Farklı malzemelerden oluşan mekanlarda farklı sıcaklıklar (DOE / GO, 1995). Esra Sert (2013) tarafından yeniden çizilmiş, Türkçe'ye çevrilmiştir.

Herhangi bir enerji etkin tasarımda ilk adım, güneşin bir yapıya gün boyunca nerelerden geldiği konusunda gözlemler yapmak, iklim bölgesine göre güneş ışığını bloke edecek, ışığın içeri girmesine izin verecek ya da ikisini birden yapacak tasarıma karar vermektir (Yeang, 2006) ve bu ilkeler bitkilendirme tasarımında çevrenin (yapıların, dış mekanların) enerji etkinliğini arttırmada izlenecek bir yol olarak dikkate değerdir. Güneşin izlediği yol ve iklimsel bölgeye göre bitkilendirme tasarımı değişiklik gösterir (Şekil 4.9). Öte taraftan çim alanların ağaçla gölgelenmesi ile soğutma etkinliği artmaktadır örneğin İsrail'deki gibi sıcak-kuru bir iklimde bu yöntemle su tüketimi %50 azaltılabilmektedir (Shahva-Bar, Pearlman ve Erell, 2009). Ayrıca sıcak bir iklimde yazın ortalama boyutlardaki bir akçaağaç bir saatte 190 litre su çıkarır, buharlaşan bu su çevresini serinletir. Çalışmalar göstermiştir ki bir akçaağaç, pek çok başka pozitif etkisinin yanında büyük pencere tipi bir klimanın yaptığı işi yapabilmektedir (Yeang, 2006) ve bu özelliğiyle soğutma için harcanacak enerji miktarının tüketilmemesini sağlayarak enerji etkin bir rol üstlenmiştir. Ama bu ağacın da diğer bir yandan bol su tükettiği hesaplanmalıdır.

Her bir bitki grubunun, enerji etkin peyzaj tasarımında farklı bir işlevi vardır. Yaprak döken ağaçlar ve sarmaşıklar iç ve dışarıdaki yaşam alanlarını kış güneşinin ısıtmasına izin verirken, yazın gölgeli ve iklimsel olarak konforlu alanların oluşmasını sağlarlar. Küçük çalılar ve yer örtücüler ise; ısı ışınlarının yansımaları

engeller ve kentsel ısı adası (UHI) etkisinin azaltılmasına yardımcı olurlar. Yoğun ağaç ve çalılar uygun yönlerde güçlü rüzgarların engellenmesini ve yaz esintilerinin arzu edilen alana ulaşmasını sağlarlar.



**Şekil 4.9 :** Kış ve yaz güneşine göre ağaç seçimi DOE (2009)'dan alınmış Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.

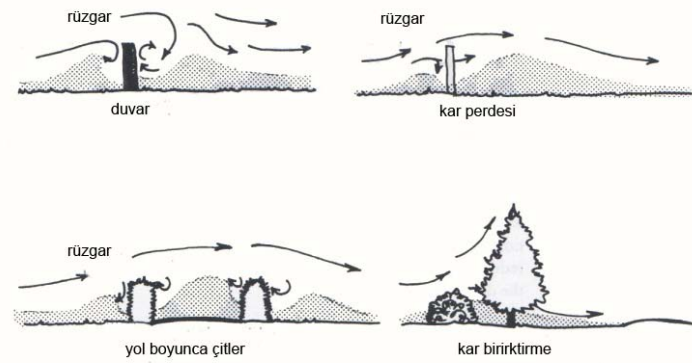
Ağaçları küçük, orta ve büyük diye sınıfladığımızda her sınıfın kendine has özellikleri, yerleştirilmelerinde ve buna bağlı fonksiyonlarında da farklılıklar vardır. Küçük ağaçlar; uzunlukları 7,5 m.'den az olan ağaçlardır, sabah, öğleden sonra ve akşam güneşinin direk yapıya girmesini engellemek için çok uygundurlar. Orta uzunluktaki ağaçlar; 7.5 – 12,2 m. arasındaki ağaçlardır, ekstra gölge sağlarlar ve yapıdan 3 – 4 m. uzakta yerleştirilmelidir. Ayrıca vejetasyon fonksiyonu gereği kentsel ısı adası etkisinin yumuşatılmasında ve sıcaklığın düşmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Oke, 1995 ve Buyantuyev ve Wu, 2010). Sulanmış vejetasyon alanlarının suyu buharlaştırması yoluyla çevredeki ısı düşmektedir. Kanada'da yapılan çalışmalar göstermiştir ki; asma yapraklarının yapının güney ya da batı cephesinde gelişmesine izin verilirse yapı içi sıcaklığı bir ağaç gölgesinde olduğu gibi düşmektedir (Gaudet, 1985 ve Peck ve Callaghan, 1999).

Vejetasyondan arındırılmış toprağın sayısız zararı vardır. Kentsel ısı adası etkisine ve felaketlere (seller vb.) sebep olmaktadır. Kentsel ısı adasının olumsuz etkilerini azaltmak için yapılabilecekler baktığımızda en önemli rolü 'yeşil yüzey miktarı artışının üstlendiğini görmekteyiz. Araştırmalar göstermiştir ki; kentsel yeşil alanı arttırmak gibi kasıtlı olarak yapılan yüzey enerji dengesindeki değişimler kentlerdeki

ekstrem ısı artışlarını yumuşatmada bir yöntemdir (Coutts ve diğ., 2007; Grimmond, 2007; Mitchell ve diğ., 2008; Cao ve diğ., 2010; House-Peters ve Chang, 2011).

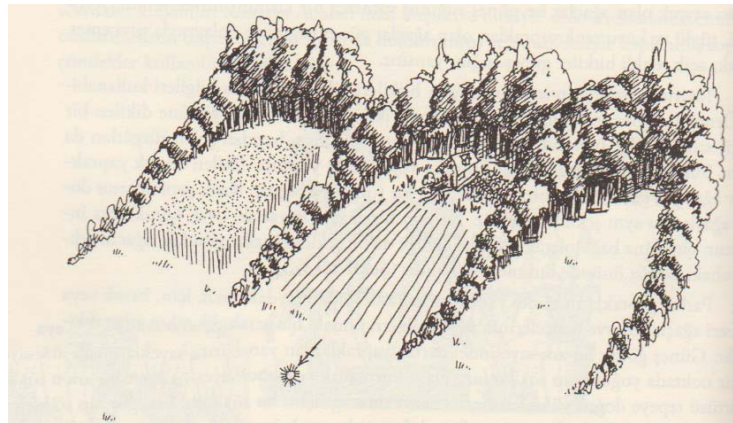
### Rüzgar ve bitkilendirme

Bitkilendirme tasarımı; güneşi, rüzgarı kontrol etmemizi ve gölgelemeyi yönetmemizi sağlamaktadır. Örneğin peyzaj tasarımı, farklı hava akım dokuları oluşturarak rüzgarı, direk veya yönlendirerek mekanda değişim sağlayacak şekilde etkileyebilmektedir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10 :** Rüzgar ve bitkilendirme (DOE, 2009).

Herdem yeşil bitkiler kuzey ve batı yönlerde konumlandırıldığında soğuk kış rüzgarlarını yavaşlatır, yaz güneşinden de korurlar. Kavak ve benzeri ağaçların yapraklarının güneşi yansıtma kapasitesinden de faydalanarak ağaçlar, ev ve tarlaların çevresindeki parabolik eğrinin içine dikildiklerinde hem yükselen sıcak hava tutularak rüzgar kapanı oluşturulmuş, hem de bu form aracılığıyla tepeden aşağı inen soğuk havanın ağaçların etrafında dolaşması, don tehlikesinin en aza indirilmesi sağlanmış olmaktadır (Mollison, 2011) (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11 :** Ev ve tarlalar için güneş kapanları (Mollison, 2011).

## Su ve bitkilendirme

Gelecek düşünülerek enerji etkin peyzajda su tasarımında bugün yapılacak en önemli şeylerden biri temiz suyun çok az miktarda kullanımına yöneltici olmak ve kirlenmiş suyu kentsel yüzeylerde arıtmanın yollarını aramaktır. Az miktarda ya da hiçe yakın su kullanımına olanak veren enerji etkin bitkilendirme tasarımı yöntemlerinden birisi de 'xeriscape' dir. Xeriscape kurak iklimli ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda doğa ile uyumlu peyzaj tekniklerine dayanmaktadır (Duffield and Jones 1981; Tunçay 2002 ve Ertop, 2009). Sulama için ilave su kullanımını azaltan veya ortadan kaldıran bitkilendirme tasarımı tekniğidir. Kurakçıl peyzaj tasarımında iklim koşullarına uygun, yerel bitki türleri kullanılır. Örneğin Arizona gibi çöl olan yerlerde çim ve palmiye ağaçları yerine kuraklığa dayanıklı bitki türleri olan kaktüsler, yerli çöl bitkileri tercih edilmektedir, bu yöntem daha az zaman ve emek gerektirir.

Bitkilendirme tasarımında gereksiz su ve gübre tüketimini azaltmanın yollarından birisi bitkileri ihtiyaçlarına göre gruplandırmadır (Cook ve Vanderzanden, 2011). Bir alanda yürünmeyecek veya oturulmayacaksa, ya da çok eğimli bir yüzeyse çim yerine diğer yer örtücüleri (örneğin sukulent bitkiler) veya küçük boylu çalılar kullanmak da su ve bakım açısından enerji etkin bir yöntemdir. Damla sulama, sabah ve/veya gece gibi uygun sulama deseni ve zamanı, yağmur suyunun toplanması, deniz suyunun arıtılması veya arıtma sularının yeniden sulamada kullanılması, topraktaki nemin dolayısıyla suyun tutulmasını sağlayan malçlama, bahçe sulama sistemlerinin düzenli teknik bakımı peyzaj bakımında su tasarrufuna yönelik olanaklardandır (Karagözel ve Atik 2007 ve Ertop, 2009).

Su ve bitkilendirme konusunda ele alınması gereken bileşenlerden birisi de malç uygulamasıdır (Şekil 4.12). Malç; topraktaki eksik maddeleri tamamlamak ve nemi tutmak gibi işlevler için toprak yüzeyini örtmek amacıyla kullanılan organik madde karışımıdır. Peyzajda kalıcı renk ve desenler oluşturmak için organik ve inorganik malç uygulamaları yapılmaktadır. Malç uygulaması, toprağın nem dengesini koruyarak, kurumayı önleyerek su tüketiminden tasarruf edilmesine katkı koymaktadır. Malç uygulaması su gereksinimini %40'a kadar azaltmaktadır (Yeang, 2006). Ayrıca malçlama; yüzey geçirgenliğinin sürdürülmesinde, toprağın biyolojik aktivitesinin arttırılmasında ve toprak sağlığının korunmasında çok etkilidir (Cook ve Vanderzanden, 2011). Malç hazırlarken kullanılan malzemelerden en bilinenleri;

ağaç kabuğu yongaları, odun talaşı, çam ibreleri, fındık ya da ceviz gibi meyvelerin kabukları, küçük boyutlu çakıl ve ince kıyılmış budama artıklarıdır (Barış, 2007).



**Şekil 4.12 :** Malç uygulamaları ve çeşitleri a) Url-19, b) Url-20 c) Url-21

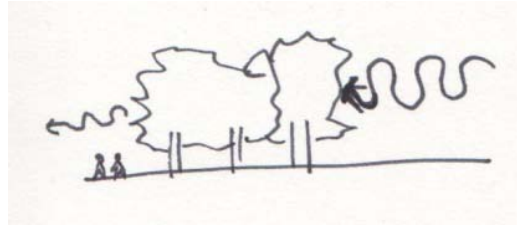
Çim yüzeyler çok su tüketmektedir bu sebeple enerji etkin peyzaj tasarımında çime alternatif oluşturabilecek yerel bitki türleri seçilmelidir. Endemik bitki türleri su ve hava açısından faydalar sağlarken, çim alanlara göre daha uzun dayanırlar ve daha az maliyetlidirler (EPA, 2010). Çim yüzeylere alternatif uygun bitki seçiminin güzel bir uygulama örneği Minnesota’da bulunan St. Louis parkındadır (2010). Parkta bölgede yaşayanlar, yerel yönetim ve üniversite ile yapılan bir çalışmayla çim yüzeyler yerine yerel bitki türleri kullanılmış, yağmur bahçesi uygulamaları, peyzaj kanalları ve ortak bahçe kullanımları gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalarla bakım masrafı azaltıldığı, ekonomik olarak katkı sağlandığı, habitat çeşitliliğinin arttığı belirtilmektedir.

Örneğin Portland’daki yeşil çatıların, belirli bir miktarda yağmur suyunun alıkonulması ve kentin sel suyu yönetim stratejisinin gerekliliklerini karşılayacak performansa erişebilecek uygulamalar yapılması gerekmektedir.

#### **Fiziki çevre kontrolü ve bitkilendirme**

Kentsel yeşil strüktürler buharlaşma yoluyla ortamın serinleşmesini sağlarken, duvar ve yer düzlemini gölgeler, rüzgar hızını kontrol eder ve yönlendirir, havayı yeniler, kirletenleri yutar ve gürültüyü filtrelerler (Bernatzky, 1978; Panagopoulos, 2008). Geleceğin kentsel yerleşmeleri için amaçtan çok bir yönelim öneren yaşanabilir şehir fikri (Lennard ve Lennard; 1987) ve ekolojik şehir fikri (Platt ve diğ.; 1994), sürdürülebilir şehir fikrine doğru evrilmiştir (Roseland; 1998, Newman; 1999). Bu şehir fikrini oluşturan temel bileşen ise çoklu fonksiyon ve faydaları yaygın olarak bilinen kentsel vejetasyondur (Mole ve Young; 1992, Petit ve diğ.; 1995, Jim; 2004).

Akbari ve diğ. (1997) yaptıkları çalışmada Amerika'daki şehirlerde tek katlı yapıların her biri için üç ağaç kullanıldığında soğutma yükleri %17 ile %57 arasında azaldığını belirtmektedir. Bugün dünyada kentler akıllı büyüme (smarth growth) modelinde bitkilendirme konseptiyle, kullanılmayan mevcut yapı stoğunu bitkilendirilerek rekreasyon amaçlı kullanılması için projeler geliştirmektedir. Öte taraftan bitkilendirme için kentteki potansiyel nehir koridoru veya kordon gibi doğrusal yeşil yol alanları artırılmalıdır (Flinka ve Searns, 1993). Rekreasyonel amacın dışında yine bu çabalar fiziki çevre kontrolü için kentte önemli bir yer tutmaktadırlar. Gürültü kontrolü ve koku bariyeri nitelikleri fiziki çevre kontrolü kapsamına girmektedir (Şekil 4.13).



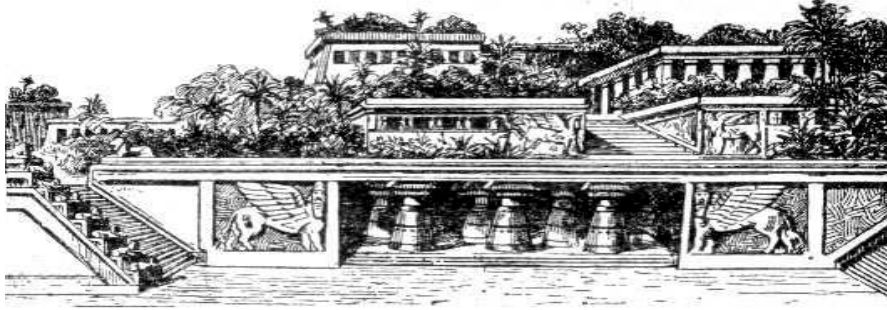
**Şekil 4.13 :** Gürültünün ağaçlar tarafından yutulması.

#### **Çatı bahçelerinde ve dikey bahçelerde bitkilendirme**

Kentlerde yaşayan duvarlar; yeşil duvar, yeşil cephe, dikey bahçe ve biyo duvarlar olarak adlandırılmaktadır. Bütün bu terimler; vejetasyonun direk olarak yapının cephesinde, ya da ayrı bir strüktür sistemiyle kendi başına veya yapı duvarına tutunarak büyümesini tariflemektedir (Loh, 2008). Vejetasyonun; bitki yetiştirme kutusunda kendi başına ayakta duran ya da sulama mekanizmasıyla bitki kafesi sistemine tutturulmasıyla tamamlanan sisteme yaşayan duvar denilmektedir. Çalışmalar dikey bitkilendirme örtüsüne sahip duvarların, kısmen hava cepleri oluşturarak kısmen de yağmur sularının yapının cephesindeki hava boşluklarını su ile doldurmasını engelleyerek yani kuru kalmasını sağlayarak duvarın enerji etkinliğini %8'e kadar arttırdığını göstermiştir (ıslak bir duvarın kuru olana göre izolasyon etkinliği daha azdır) (Yeang, 2006).

Tarihte bilinen ilk yeşil çatı ve dikey bahçenin izleri; Babil'in Asma Bahçeleri'nde (Şekil 4.14) ve Roma İmparatorluğu'nda görülmektedir (Farrar, 1996 ve Peck ve Callaghan, 1999). Ziggurat adı verilen taş tapınaklarda vejetasyon uygulaması M.Ö 2000'lere kadar uzanmaktadır. Viking Çağı'ndan beri Kuzey Atlantik'te yaygın hale

gelen yeşil çatı geleneğinde ise çim ve deniz yosunları; duvarlar ve çatılarda yapı içlerini sert rüzgarlardan, soğuktan ve yağmurdan korumak için kullanılıyorlardı (Donnely, 1992 ve Peck ve Callaghan, 1999) (Şekil 4.15, 4.16).



Şekil 4.14 : Babil'in asma bahçeleri (Url-1).

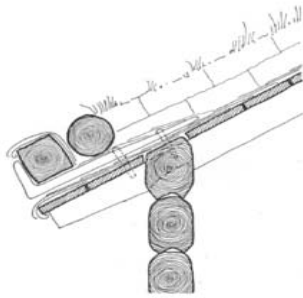


(a)

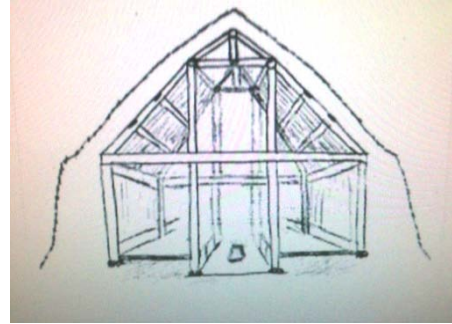


(b)

Şekil 4.15 : (a) (b) Geleneksel İskandinav mimarisinin bir parçası olan yeşil çatılar (Url-2).



(a)



(b)

Şekil 4.16 : (a) (b) Geleneksel İskandinav mimarisi yeşil çatı kesitleri (Url-2).

### Bitkilendirme ve uygun bakım

Bitkilerin bakım eksikliği, kısıtlı kök yayılma alanları, toprak sıkıştırma faaliyetleri, mekanik zararlar ve uygun olmayan toprak kullanımı gibi koşullar nedeniyle sürekli bir yaşam mücadelesi verdiği ve söz konusu koşulların bitkilerin sağlıklı büyümesine zarar verdiği (Bradshaw ve diğ., 1995; Harris ve diğ., 1999 ve Başer, 2010) bilinmekle beraber, uygun bakım hatta daha az bakım gereksinimi ile kotarılabilecek

sağlıklı bitkilendirme için gereken yöntem, başlangıçta yapılacak “doğru tür seçimi” olarak karşımıza çıkmaktadır (Başer, 2010). Enerji etkin bitkilendirme tasarımında belirleyici amaç, bitki topluluklarında minimum su girdisi, gübreleme ve bakım ihtiyacıdır (Cook ve Vanderzanden, 2011). Doğru tür seçiminin en güvenilir yollarından birisi olan yerel bitkilerle oluşturulmuş peyzajlar daha az bakım, su ve besin takviyesi gerektirirler çünkü bu bitkiler arazide hayatta kalmış ve bunu sağlarken yıllar içinde kimi zaman arazinin zor koşullarına göre evrimleşmişlerdir. Toprak özelliklerinin dışında mevsimsel yağışlar, güneş ve gölge dokuları, mikroklima gibi çevresel koşullar bitkilerin büyüme ve gelişmesinde dikkate değer rol oynarlar. Hızlı büyüyen bitki türlerine göre orta hızda büyüyen türler doğal afetler, hastalık ve haşarelere daha dayanıklıdır.

Bitkilendirmede uygun bakım; malç, kompost kullanımı, haşarelerle en az toksik yolla mücadele (örneğin biyolojik böcek kontrolü) ile gerçekleştirilebilir. Toksik madde kaynağı olmalarının dışında böcek ilaçlarının çok büyük bir kısmı geri dönüştürülemeyen kaynaklardan üretilmiştir ve böcek ilacı uygulamaları sırasında kullanılan enerji miktarı da peyzajın enerji etkinliğini azaltmaktadır. Sağlıklı bir peyzaj; stres altındaki güçsüz bir peyzaja göre zararlı böceklerle daha iyi savaşırken, yararlı böceklerden de faydalanmaktadır. Biyolojik böcek kontrolünde koku tuzakları ve yırtıcı böcek kullanımı ile zamanlama çok önemlidir. Toksik olmayan sabun spreyler böcek larvalarında işe yararken, olgun böceklerde işe yaramazlar. Bütün bu karmaşık süreç gözlem yapmayı ve arazi bilgisini gerektirir. Gübreleme için ise; kurak mevsim süresince bitkilere fazla miktarda azotlu gübre vermekten, bitkilerin gelişme için daha fazla suya gereksinim duyacakları düşünülerek kaçınılmalıdır (Barış, 2007; Ertop, 2009). Susuzluğa dayanıklı yerel bitki türleriyle kurakçıl peyzaja iyi bir örnek “Oaxaca’daki Etnobotanik Bahçesi” dir (Şekil 4.17, 4.18).



(a)



(b)

**Şekil 4.17 :** (a) Oaxaca etnobotanik bahçesi (Url-22) (b) çiçekli susuzluğa dayanıklı bitki (Url-22).



**Şekil 4.18 :** Oaxaca etnobotanik bahçesi suya ihtiyacı olmayan bitkilerle tasarım (Url-22).

#### 4.3.2 Bitkisel olmayan materyaller

Peyzaj tasarımında bitkilerin dışında bir mekan düzenlenmesinde bitkilerin dışındaki diğer materyallerde de enerji etkinliğini göz önüne almak önemlidir. Bu bölümde geçirimsizlik ve yüzeyler, albedo, yerel materyal ve malzemenin yeniden kullanımı, malzemeler ve CO2 ilişkisi alt başlıklar halinde irdelenmiştir.

## Geçirimsizlik ve yüzeyler

Geçirimsiz yüzeyler, suyun toprağa geçişini engelleyen herhangi bir malzemeden oluşan yüzeyler olarak tanımlanmaktadır. Geçirimsizlik; temelde arazi yapılaşmasının izini, damgasını ve çatılar ile ulaşım sistemlerinin izini ifade eder. Diğer geçirimsiz yüzey örnekleri ise yürüme yolları, teraslar, araba park yerleri ve sıkıştırılmış topraktan oluşmaktadır. Geçirimsizliğin pek çok olumsuz sonucu vardır. Florida'da yapılan bir çalışma göstermiştir ki; araziye imara açmak bölgenin iklimini, tarım endüstrisini dikkate değer biçimde etkileyecek kadar değiştirmiştir. Florida örneğinde araziye temizleme-ormansızlaştırma, bataklıkları kurutma, nehirlerin rotalarını değiştirme ve kentleşme; ölçülebilir derecede sıcak ve kurak yazlarla, kışları da daha önce görülmemiş biçimde oluşan soğuk hava zararları (turunçgilleri zarara uğratmak vb.) ile sonuçlanmıştır (Faley ve Pielke, 1998).

Geçirimsizlik ve arazi kullanımı ile ilgili, alan bazında-sokak ölçeğinde yapılan tasarımlarla ve planlama ölçeğinde alınan kararlarla, hem kullanıcı konforu sağlanmış hem de kompleks bir sistem olan su döngüsünde su kaynaklarını korumak için kayda değer bir adım atılmış olabilecektir. Kentte kullanılabilecek bazı geçirimli yüzey örnekleri aşağıdadır (Şekil 4.19, 4.20).



**Şekil 4.19 :** (a) İnce çakıllı yüzey Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) çakıl üzerine geri dönüştürülmüş beton Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (c) ocak taşı Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).



**Şekil 4.20 :** (a) Geçirimli beton yakın görünüş Dunnet, N. ve Clayden A. (2007) (b) uygulama örneği Dunnet, N. ve Clayden A. (2007).

Uzun zamandan beri farkedilmiştir ki kentleşmenin yapılı çevrede geçirimsiz yüzey artışına sebep olmasıyla, kentsel su kalitesi ile sucul sistemi değiştiren ve yok eden süreçler de devreye girmiştir. Bu süreçler tortu birikimi ve sucul habitatlardaki minerallerin akıntı aşağı taşınmasında artış ile sonuçlanmıştır. Bütün bu süreçle birlikte suyun döngüsü bozulmuştur. Arazi planlaması ve ekotasarım; yüzey sularının yönetimi ve doğal drenaj dokularının yapılması ile başlamalıdır (Yeang, 2006).

Geçirimsiz yüzeylerin artışı bu yüzeylerden yansıyan ısı miktarında da artışa sebep olur ayrıca geçirimsiz yüzeyden hızla taşınan su buharlaşarak serinletecek vakit bulamaz. Beton ve asfalt yüzeyler gece karanlıkta bile gündüz yüklendikleri ısı ile konforsuzluğa neden olmaktadır.

### **Albedo**

Yapısal strüktür malzemelerinin yansımaya değerlerinin azlığı – çokluğu kentsel ısı adasını etkileyen diğer çok önemli bir faktörü, “albedo”yu belirler. Albedo, cisimlerin aldıkları radyasyonun bir kısmını özelliklerine bağlı olarak yansıtma yetenekleridir. Cisme gelen ışınların yansıtılan miktarının %’si ile ölçülür. Albedosu yüksek malzemeler yüksek yansımaya değerli malzemeler demektir. Yüksek yansımaya değeri, özellikle sıcak iklimlerde malzemeler ve yüzeyler için istenen bir şeydir çünkü ısıyı depolamaz geri yansıtırlar. Yüksek albedolu materyal kullanımıyla, binanın cephesinde ve strüktüründe depolanan güneş ışını miktarı azaltılarak yüzeyler soğuk tutabilmektedir (Taha ve diğ., 1997). Taha ve arkadaşlarının orta enlemde ılıman iklim koşullarında yaptıkları yaptıkları meteorolojik simulasyon çalışmasında, yüzey albedosunu 0,25’den, 0,40’a çıkarınca yaz günü öğleden sonra sıcaklığı 4 derece azaldığını tespit etmişlerdir. Açık renkli beton yüzeyin albedosu

asfalt veya koyu renkli beton yüzeyin albedo değerinden yüksektir (Çizelge 4.2, 4.3). Örneğin gece aydınlatmasında kullanıcı konforu ve aydınlatma masrafları açısından açık renkli beton kullanımı %30 tasarruf sağlar çünkü ışığı yansıtma oranı yüksektir.

**Çizelge 4.2 :** Seçilmiş metallerin yayma ve soğurma çarpanları Yeang (2006)'dan alınarak Esra Sert (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir.

| Malzeme                                                                                                              | Yayma Çarpanı<br>(10-40 C arası) | Soğurma Çarpanı<br>(güneş ışıması) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Asfalt, karbon, arduvaz, boya gibi siyah ametalik yüzeyler                                                           | 0.90-0.98                        | 0.85-0.98                          |
| Kırmızı tuğla ve kiremit, beton ve taş, paslanmış çelik ve demir, koyu renk (kırmızı, kahverengi, yeşil vb.) boyalar | 0.85-0.95                        | 0.65-0.80                          |
| Sarı, bej tuğla ve taş, ateş tuğlası, yanmaz tuğla                                                                   | 0.85-0.95                        | 0.50-0.70                          |
| Beyaz veya açık krem rengi tuğla, kiremit, boya veya kağıt, sıva, kireç                                              | 0.85-0.95                        | 0.30-0.50                          |
| Parlak alüminyum boya; yaldızlı veya bronz boya                                                                      | 0.40-0.60                        | 0.30-0.50                          |
| Cıvalı pirinç, bakır, nikel ve bakır içerikli metal                                                                  | 0.02-0.05                        | 0.30-0.50                          |

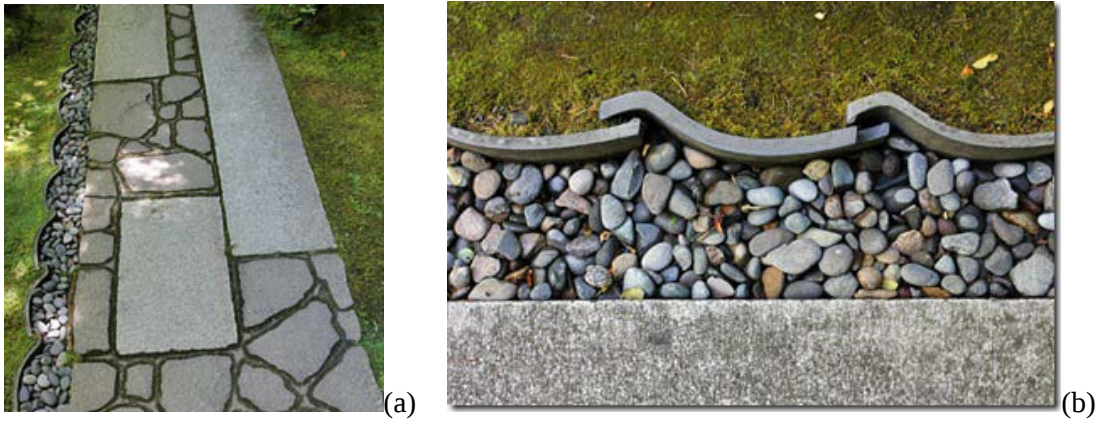
**Çizelge 4.3 :** Malzemelerin soğurma çarpanları Yeang (2006)’dan alınarak Esra Sert (2013) tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir.

| <b>Çeşitli Malzemelerin Güneş Soğurma Çarpanları</b> |      |
|------------------------------------------------------|------|
| Optik düz siyah boya                                 | 0.98 |
| Düz siyah boya                                       | 0.95 |
| Siyah lake                                           | 0.92 |
| Koyu gri boya                                        | 0.91 |
| Siyah beton                                          | 0.91 |
| Koyu mavi lake                                       | 0.91 |
| Siyah yağlı boya                                     | 0.90 |
| Stafford mavi tuğla                                  | 0.89 |
| Koyu yağlı donuk boya                                | 0.89 |
| Koyu kahverengi boya                                 | 0.88 |
| Koyu mavi-gri boya                                   | 0.88 |
| Gökmavisi veya koyu yeşil lake                       | 0.88 |
| Kahverengi beton                                     | 0.85 |
| Orta kahverengi boya                                 | 0.84 |
| Orta açık kahverengi boya                            | 0.80 |
| Kahverengi veya yeşil lake                           | 0.79 |
| Orta paslı boya                                      | 0.78 |
| Açık gri yağlı boya                                  | 0.75 |
| Kırmızı yağlı boya                                   | 0.74 |
| Kırmızı tuğla                                        | 0.70 |
| Renksiz beton                                        | 0.65 |
| Kısmen açık bej tuğla                                | 0.60 |
| Orta soluk yeşil boya                                | 0.59 |
| Orta turuncu boya                                    | 0.58 |
| Orta sarı boya                                       | 0.57 |
| Orta mavi boya                                       | 0.51 |
| Orta Kelly yeşili boya                               | 0.51 |
| Açık yeşil boya                                      | 0.47 |
| Beyaz orta-parlak boya                               | 0.30 |
| Beyaz parlak boya                                    | 0.25 |
| Gümüş boya                                           | 0.25 |
| Beyaz lake                                           | 0.21 |
| Cıvalı alüminyum yansıtıcı levha                     | 0.12 |
| Alüminyumlu polyester film                           | 0.10 |

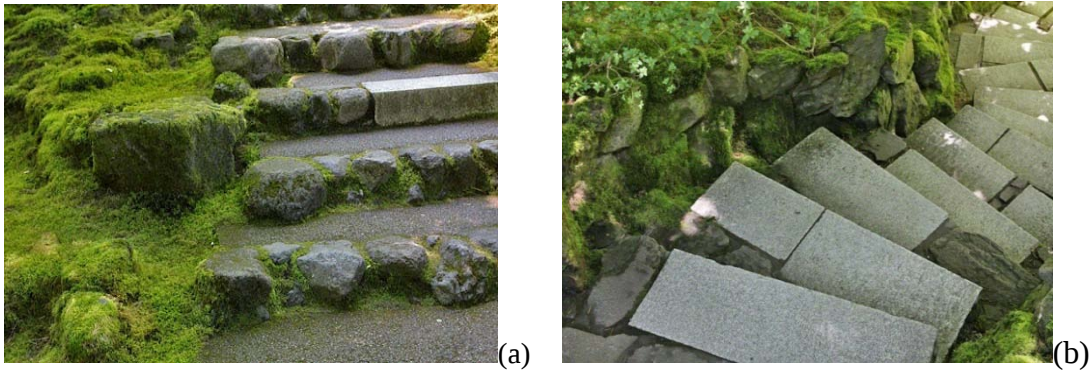
#### **Yerel materyal ve malzemenin yeniden kullanımı**

Arazideki mevcut bitki içermeyen yapısal peyzaj (mevcut taşlar, beton döşemeler, doğal taşlar) yeni yaya yolları, patikalar veya araç yolları yapımında kullanılabilir. Enerji etkinliği açısından bakarsak, mevcut malzemenin kullanılmasıyla yenilerinin uygulama alanına ulaştırılması için harcanacak enerjiden, ve ortaya çıkacak karbon salımından tasarruf edilmiş olur. Ayrıca mevcut materyal atılmak için söküldüğünde gereksiz çöp yığını oluşturulmuş olur ve onun da taşınması için enerji gerekir. Alanda bulunan mevcut malzemeyi tekrara kullanmak hem enerji etkindir hem de yerin ruhunu (genius loci) korumamızı böylece yeri

çevreleyen mevcut fiziksel çevreyle uyumu sağlamaktadır (Cook ve Vanderzanden, 2011). 1967 yılında açılan Portland Japon Bahçesi'nde, renovasyon projesinin bir parçası olarak kaldırılan Portland Kent Oditoryumu'nun granit giriş basamakları projede yürüyüş yolu döşeme malzemesini oluştururken, Japon bahçelerinde bulunan eski çatı kiremitleri bitiş materyali olarak yeniden hayat bulabilmektedir. Bir japon bahçesi tasarımıdır fakat materyalleri Portland'da bulunan yerel malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 4.21, 4.22). Bu tasarımda materyallerin tekrar kullanılmasıyla hem malzemelerin taşınmasından dolayı tüketilecek enerji korunmuş, ekonomik olarak tasarruf sağlanmış, hem de yerin ruhu korunmuştur.



**Şekil 4.21 :** (a)Portland kent oditoryumunun granit giriş basamakları (Cook ve Vanderzanden, 2011) (b) eski kiremitlerden bitiş materyali (Cook ve Vanderzanden, 2011).



**Şekil 4.22 :** (a) (b) Portland japon bahçesi merdivenler (Cook ve Vanderzanden, 2011).

### **Malzemeler ve CO2 ilişkisi**

Peyzaj tasarımında malzemeler ve CO2 arasındaki ilişkiye baktığımızda konstrüksiyon malzeme ve pratiğini göz önüne almak gerekmektedir. Konstrüksiyon; hem çevresel kaynakların en büyük ve son kullanıcılarından hem de en büyük

kirletici kaynaklarından birisidir. Konstrüksiyon pratiklerinin doğal çevre üzerindeki zararlı etkilerini minimize etmeyi amaçlayan tasarımlara olan ilgi giderek artmaktadır (Cole, 1999; Holmes and Hudson, 2000; Ding, 2008). Konstrüksiyonun çevresel etkisi, geri dönüşüm için tasarlanması, yapı materyallerinin eko etiketli olması ve yeşil yapılar yapı profesyonelleri için dünyanın her yerinde ilgi çekmektedir (Johnson, 1993; Cole, 1998; Crawley ve Aho, 1994; Rees, 1999; Ding, 2008).

Pek çok endüstrinin tersine peyzaj konstrüksiyonu hala insan gücüne, işçiliğe ihtiyaç duyar. Kol gücü hem ekonomiktir hem de sınırlı kaynak olduğu durumlarda, özen gösterilmesi gereken saha çalışmalarında (doğal rezerv alanları vb.), düzensiz materyaller kullanılacağı zaman ve sanatsal özen gereken durumlarda etkilidir. İnsan gücünün kullanılmadığı pek çok örnekte ise petrol kaynaklı sürdürülemeyen yakıt tüketen peyzaj ekipmanları, modern iş makineleri kullanılmaktadır. Thompson ve Sorving (2008) peyzaj ekipmanları ve kol gücü açısından şöyle bir karşılaştırma yapmaktadır; modern bir iş makinası 20 (cubic yards) toprağı 200 yard uzağı 2 dakikadan daha az sürede taşımaktadır. Sekiz işçinin aynı işi yapması ise bütün bir günü alır. Makine 0,9 gallon dizel yakıtı ya da 7.560 Btu kullanırken, sekiz işçi 20.000 Btu kullanır. İş makinasında direk kullanılan enerji her ne kadar daha az olsa da çevresel zarar ve indirek maliyet bu eşitsizliği anlamlı ölçüde değiştirir. Makinada kullanılan dizel yenilenemeyen bir enerji kaynağıdır, bu yakıtı çıkarmak için harcanan (sondaj, damıtma, ulaşım vb.) enerji tüketimi normalde tükettiği enerji tüketimine eklenir. Peyzaj tasarımında kullanılan çok basit hammaddeler olan kum veya kaya parçaları çıkartılma, taşınma ve yerleştirme işlemlerinden dolayı bünyelerinde tüketilmiş enerji içerirler. Çelik ve alüminyum kalıpları da çıkartılma, erime, fabrikadan uygulanacak alana ulaşım işlemlerinden ötürü bünyelerinde gömülü belirli bir enerji yüküne sahiptirler. İşçilerin yiyecekleri ve atıkları ise toprakta çözünebilirler ve sürdürülebilirlerdir. Ayrıca iş makinası tonlarca çelik ve diğer enerji yoğun malzemeden oluşur (Thompson ve Sorving, 2008). En uygun enerji kaynak ve biçimini seçmek, uygulama yapılacak alanın özelliğine göre kol emeğine öncelik vermek peyzajın enerji etkinliğinde dikkate değerdir. Buna çok güzel bir örnek olarak 2011 ASLA Profesyoneller kategorisinde Onur Ödülü sahibi “Half-Mile, Hand-Built Line: Berkshire Boardwalk” (Yarım Mil – El Yapımı Hat: Berkshire Ahşap Yol) projesi verilebilir (Şekil 4.23, 4.24).

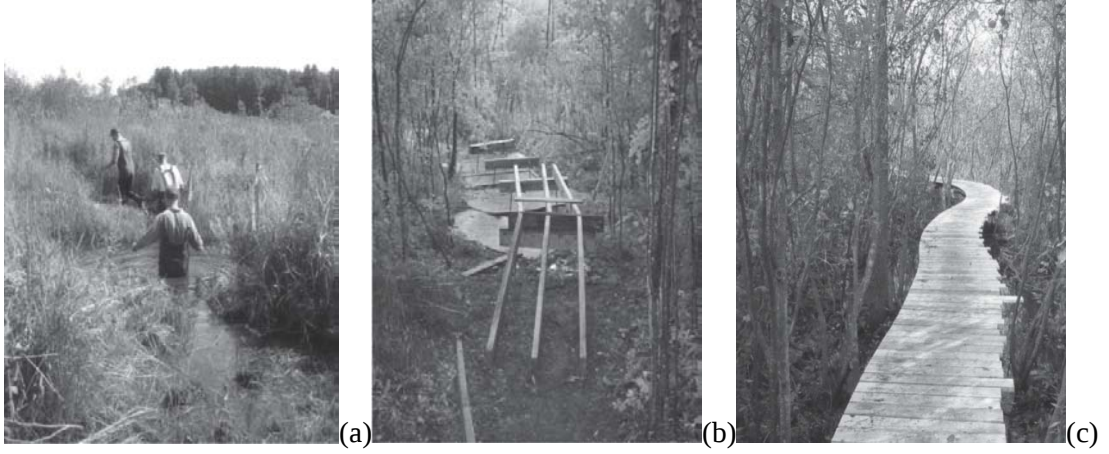


**Şekil 4.23 :** (a) (b) Berkshire sulak alan içinde kıvrılarak vistalar sunan ahşap yürüme yolu (Url-23).



**Şekil 4.24 :** (a) (b) Sulak alan içerisinde organik formda, kıvrılarak konumlanmış yürüme yolu (Url-23) (c) yürüme yolu hafif strüktürel çözüm detayı (Url-23).

Daha önce gidilemeyen, keşfedilmesi dikkate değer olan bir sulak alana yaklaşık 1km. ahşap yürüme yolu; marangozlar tarafından su içinde makina kullanılmadan el ile uygulanmıştır (Şekil 4.25). Projeyi oluşturan iki adet seyir platformu ve yumuşak hatlar verilmiş eğrilerden oluşan, yer yer ağaçların, budakların, sık çalılıkların, çok yıllık bitkilerin ve vahşi yaşam koridorlarının arasından kıvrılarak vistalar sunan yürüme yolu sulak alan içinde keyifli bir yönlendirme oluşturmaktadır. Ahşap platform için yerel, ibreli bir ağaç türü kullanılmıştır.



**Şekil 4.25 :** (a) İşçiler bellerine kadar suyun içinde, el kuvveti ve geleneksel metotlarda özveriyle ahşap yürüme yolunu inşa ediyorlar (Url-23) (b) (c) uygulama aşaması detaylar (Url-23).

Tasarladığımız konstrüksiyonlar doğadaki kaynakların işlevsel kapasitelerini zorlayacak şekilde olmamalıdır. Örnek vermek gerekirse keskin geometrilerle müdahale edilen Mississippi nehrinin felaketle sonuçlanan 1927-1993 akıntıları ve Katrina kasırgasının sebep olduğu felaket dikkat çekicidir. Düzensizlikleri azaltmak habitat çeşitliliğini ve biyolojik çeşitliliği azaltır. 1970’lerden beri ekosistem fonksiyonunu olanaklı hale getiren fraktaller bulunmuştur. Nehir sistemleri, arazi yüzey şekilleri, bütün bitki populasyonları fraktal geometriyi takip ederler.

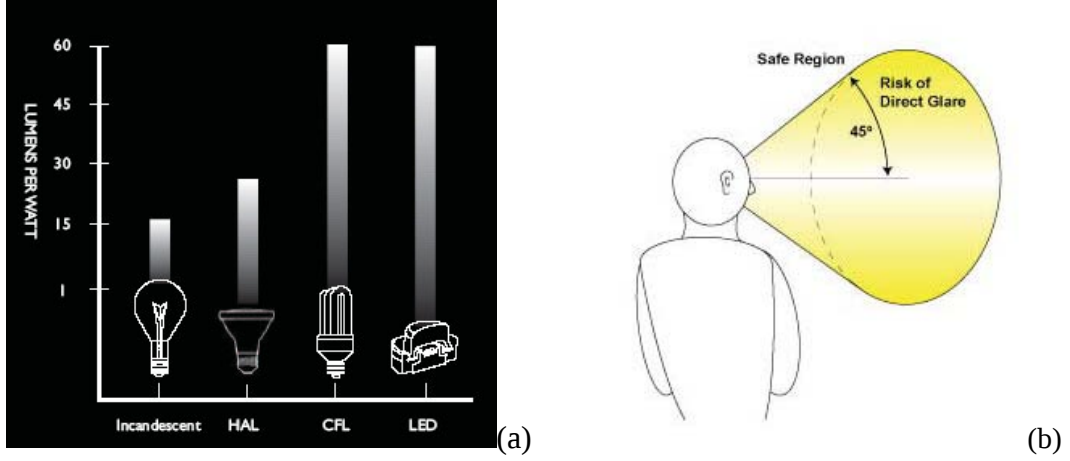
### **Aydınlatma**

Dünyada insanlar yaşam başladığından beri ana ışık kaynağı olarak güneşten faydalanmışlardır. İ.Ö. 70.000’lerde kaya, taş vb. objeleri oyarak ve içlerinde hayvan yağına bulanmış yosunları yakarak ışık elde etmişlerdir ve serüven başlamıştır. O günlerden bu günlere insanlık ışıklandırma konusunda pek çok yol almıştır ve yaşam biçimlerimizin değişmesiyle birlikte artık güneşe göre yaşamayı bıraktığımızı söylemek yanlış olmaz. 1780’de Aime Argand tarafından yağ lambasının taslağı icat edilmiş, 1962’lerde LED (Lighting Emitting Diode – Işık Yayan İki Kutuplu – Diyot Lamba) lambaları geliştirilmiştir. 2000’lerden sonra ise harekete duyarlı ışık sistemleri geliştirilmiştir.

Peyzajdaki aydınlatma tasarımı pek çok elementten oluşur. Bu elementler işlevsellik, güvenlik, estetik değer ve enerji korunumudur. Bugün dünyada peyzaj için aydınlatma tasarımında öne çıkan kavram enerji etkin aydınlatmadır. Bir çok kent aydınlatma konusunda bir takım düzenlemelere giderken, Uluslar arası Işıksız

Gökyüzü Derneği – The International Dark Sky Association (IDA) gibi kurumlar, kentlerde aşırı aydınlatmadan kaçınmanın ve bir alanı aydınlatırken enerji etkin olmanın yollarını aramaktalar. Işık kirliliği; hem direk yapay aydınlatma armatürlerinin yukarıya ve dışa doğru ışık vermesinden, hem de yayılan ışığın, yapılı çevre yüzeyleri ve yer düzleminden yansısıyla oluşmaktadır (Yeang, 2006). Etkileri ise; ışık parıltısı, gökyüzü parıldaması ve yüksek enerji tüketimi ve beraberinde gelen yüksek seragazi üretimidir. Yapılan çalışmalarda ışık kirliliğinin kaynağından yaklaşık 170 km. uzağındaki ekosistemi etkileyebildiği görülmüştür. Sadece Amerika’da 25kw’ lık boşa harcanmış elektrik enerjisi her yıl 19 milyon ton CO2 üretmektedir (Yeang, 2006). Yapay ışık ve beraberinden gelen ısı artışıyla gündüz koşullarını taklit eden mekanların çoğalması sebebiyle pek çok kuş türünün, biyolojik saatleri bozulmaktadır ve geceyi gündüz sanarak davrandıkları ve uyumadıkları gözlenmiştir. Öte taraftan aydınlatma için peyzajda kullanılan akkor lambaların pek çok bitki türünün büyümesini hızlandığı, büyümelerini yazın sonlarına sonbahara kadar uzattığı ve söz konusu bitkilerin sonbahar ayazına maruz kalarak hasar gördükleri gözlenmiştir. Ekolojik çalışmalar göstermiştir ki; sokak lambalarına çok yakın olan “sycamore” türleri uygun zamanda yapraklarını dökmemektedirler (Yeang, 2006).

Özellikle dış mekan aydınlatmasında uygulanan pek çok yanlış vardır. Daha fazla ışık çoğu zaman iddia edilenin tersine daha fazla güvenlik demek değildir. Çalışmalarda; 99 cm uzunluğunda bir mumun verdiği ışığın (3 foot-candles of light) dış mekanda güvenlik sebebiyle kullanımında yeterli olduğu belirtilmektedir. Fakat genellikle uygulanan bunun 3-10 katı kadardır (Yeang, 2006). The IDA, aydınlatılmak istenen objenin direk aydınlatılabilmesi için uygun açı ve yansımalar değerleri önermektedir. Akkor ışık lambaları, CFL, HID, LED arasında yapılan araştırmaya göre; LED daha az enerjiyle daha çok tasarruf yapılmasını sağladığı için enerji etkinliğinde aydınlatma seçeneklerinin içerisinde en iyisi olarak karşımıza çıkmaktadır.



**Şekil 4.26 :** (a) Akkor ışık lambası, CFL, HID ve LED'in enerji etkinliği (CLTC, 2008) (b) göz kamaşması açısından riskli ve güvenli açı bölgesi (CLTC, 2008).



**Şekil 4.27 :** (a)Işık yayan diyot (CLTC, 2008) (b)led döşemesi (CLTC, 2008) (c) birden fazla ışık yayan diyot bir araya gelerek LED aydınlatmasını oluşturur (CLTC, 2008).

Peyzajda enerji etkin aydınlatma tasarımı için diğer bir referans LEED standartlarıdır ve 3 ana bileşenden oluşmaktadır (CLTC, 2008):

- 1) IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) tarafından belirlenen standartlara göre ışık seviyelerini sınırlandırma,
- 2) Doğal salımı, 3500 ışık biriminden fazla olan armatürlerin kullanımını yasaklamak,
- 3) Mülkiyet hattından iki buçuk kat yüksekliğe kadar maksimum armatür montaj yüksekliğini sınırlandırmak.

Peyzaj tasarımında diğer bir aydınlatma sorunu geniş alanların aydınlatılmasıdır. Çoğunlukla bu tip alanları aydınlatmak için projektör kullanılmaktadır. Oysa büyük alanlar projektör kullanılmadan da aydınlatılabilir, LED armatürleri pek çok ebatta bulunabilir, daha yumuşak ya da daha aydınlık bir şekilde karanlık nokta kalmadan

kullanılabilirler. Işıık seviyesi insanların karanlık bir alana baktıklarında rahatsız olmadan gözlerini ayarlayabilecekleri bir seviyede olmalı böylelikle kullanıcı ışıık etkisi ile ilk karşılaşmada savunmasız bırakılmamalıdır. Aydınlatılan alanda hiç karanlık nokta kalmamalıdır. Ayrıca yol şeritlerindeki yanlış ve yukarı doğru yönelmiş aydınlatmayı azaltmak, dış mekanların kullanılmadığı zamanlarda aydınlatmaları zamana duyarlı otomatik bir sistemle kontrol ederek azaltmak veya tamamen kapatmak ışıık kirliliğini azaltarak, enerji etkin aydınlatma tasarımına katkıda bulunmaktadır.

## 5. TARTIŞMA

*“Kent; sosyal, ekonomik, politik bağlantılarla doğal dünyayı somutlaştıran ve yansıtan bir yerdir. Bugün çeşitli sebeplerle yaşanan felaketler, kent ve doğanın bağlantısını görünür kılmaya yardımcı olmaktadır”* (Short ve Short, 2008).

Her gün artan miktarlarda temiz suyu tutmak, depolamak ve yönlendirmek amacıyla daha fazla sayıda barajın, rezervuarın ve beton su kanalının yapılmasına dayanan eski yöntemler ile kentlerde geçirimsiz yüzey artışına sebep olan yoğun yapılaşma faaliyetleri pek çok sebeple yeryüzünde olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır. Başta ekosistemlerin tahribatı olmak üzere, insanların yaşadıkları yerleri terk etmek zorunda kalmaları veya yaşanamaz çevrelerde yaşamaya mecbur bırakılmaları, canlı türlerinin yok olması, tarihi ve kültürel alanların sular altında kalması, artan sel felaketleri, su kaynaklarının kirlenmesi (Gleick, 2007) ve suyun ticarileşmesi uygulanagelen su ile ilgili projelerin insanlığa ve yeryüzüne gizli maliyetlerinin bazılarıdır. Başta ağır metaller ile kimyasalların yoğun tüketildiği imalatların yarattığı kirlilik, bunun yanı sıra fabrikaların çok büyük bir kısmında arıtmanın yapılmaması, yer altı suyunun sanayi ve tarımı sürdürmek amacıyla çok aşırı kullanıma konu olması, dünya nüfusunun yarıdan fazlasının yaşadığı coğrafyada altyapı ve drenaj sistemlerinin bulunmaması ve bütün bunların yol açtığı toprak kayıpları, ormansızlaşma, çölleşme, temiz-içilebilir su kaynaklarını kısıtlayan önemli nedenler arasında sayılmaktadır (Petrella, 2001).

Buraya kadar özetlenenlerden yola çıkarak modern sanayi toplumlarının hidrolojik döngüyü; yaşanan su taşkını kontrol yöntemleri, hidro-elektrik enerji santralleri, su temini, dev su arıtımı tesisleri, sulama alanlarında benzeri görülmemiş dev statik mühendislik projeleri yoluyla değiştirmekte (Gleick, 2007) olduğunu söylemek mümkündür. İleri teknoloji, mühendislik ve kesintisiz elektrik gerektiren projelere dayalı sistemler pahalılıkları nedeniyle geç kapitalistleşmiş ülkelere ya hiç uygulanamamakta ya da uygulandığı taktirde devletler ağır borç yükünün altına girmekte, bağımlılıkları artmakta ve bu yöntemler sürdürülebilir olamamaktadır

(Short ve Short, 2008). Öte yandan yoksul ülkelerin insanları fırtına ve sel felaketlerinden daha fazla etkilenmektedir. Hem erken uyarılmalarını sağlayacak teknolojiye erişememekte veya hızla tahliye edilememekte, hem de uygun altyapıya sahip olmak bir yana herhangi bir altyapı hizmetine dahi erişemeyenler büyük bir kısmı oluşturmaktadır (Stephans ve ark, 1994; Douglas ve diğ., 2009; Muller, 2009). Ayrıca yoksul ülkelere gitmeye gerek yoktur, aynı kentte barınan zengin ve yoksulların felaketlerden etkilenme oranları kabul edildiği üzere büyük farklılıklar göstermektedir. Bu “doğal” felaketlere yakından baktığımızda sosyal süreçlerle yakından ilişkili olduklarını görmek mümkün olmaktadır. “Doğal felaket” terimi hem yaşananların ve sonuçlarının, hem de çözümünün sosyal - ekonomik - politik bağlantısını yalnızca saklamaya yaramaktadır (Short ve Short, 2008). Bu görüşü destekleyen bir başka söylemi Turan (2012); Heynen ve arkadaşlarının (2006) “sürdürülemez kent diye bir şey yoktur, bazıları faydalanırken kimi sosyal gruplarında olumsuz etkilendiği bir dizi kentsel ve çevresel süreç vardır” diyerek, tasarım alanına mal edilen sürdürülebilirlik kavramına Heynen ve diğ.’nın daha geniş bir çerçeveden, sosyo-politik bağlamdan eleştiri getirmesinden bahsederek alıntılanmaktadır.

Bu tartışmada öne sürülen; saha ve laboratuvar çalışmaları ile desteklenen, örnekler üzerinden irdelenen metodların; kentlerde gittikçe artan su kaynaklı problemlere enerji etkin peyzaj tasarımı yöntemleriyle tam anlamı ile doğru ve etkisi sürebilecek çözümleri, ancak politik olarak toplumdan ve multidisipliner çalışmadan yana olan bütüncül bir bakışın hakim olduğu koşullarda üretebileceğidir. Bu görüşü destekleyen bir açıklama da küratörlüğünü Peter Buchanan’ın yaptığı 2000 yılında düzenlenen çevresel sorumluluk ve mimari mükemmellik üzerine New York Mimarlar Birliği tarafından düzenlenen “Yeşilin On İzi” (Ten Shades of Green) isimli serginin ana çıktısını oluşturan “mimari kendi başına kendi kendini sürdüren bir kültür yaratamaz” cümlesiyle özetlenebilir ve bu tez kapsamında öne sürülen, gerek peyzaj mimarlığı gerekse diğer tasarım pratiklerinin genelde “sürdürülebilirliğe”, bu çalışma özelinde de suyun kentsel peyzajda döngüsü ve arıtımına katkısının sınırlılığını tartışmak için sergi; elverişli bir zemini aşağıdaki paragrafta anlatılanlar doğrultusunda sunmaktadır:

*“...Fakat yeşil tasarım yalnızca enerji etkinliği ile ilgili değildir, ayrıca salt bir teknik konu da değildir. En az teknik ve ekoloji kadar önemli olan sosyal, kültürel, psikolojik ve ekonomik boyutların tamamının birbiriyle ilişkisini içerir...”*

Burada tartışılmasında dikkate değer olan, karşı karşıya kaldığımız zorluğun hem kentlerin planlanmasındaki bütüncül düşünceden uzak parçacıl olan hem de politik olarak karşımıza çıkan etmenleridir (Irazabal, 2005; Short ve Short, 2008). Bu kapsamda ülkemizdeki kurumsal altyapıya baktığımızda kentsel peyzajda su ve altyapı ile ilgili mevzuat ve işleyişin sorunlu olduğu görülmektedir. Türkiye’de ilk çevre yasası 1983 yılında çıkarılmıştır ve bu yasa kapsamında çıkarılmış yönetmeliklerden su kaynakları ile ilgili olan 2004 tarihli Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Arslan, 2006; Yılmaz, 2009). Türkiye’deki mevzuat gereği kamu hizmetlerinde idarelerin kar amacı gütmeyen hizmet sunması gerekmekte ve bu mevzuatın dayanağını ise suyun işleyiş ve dış ilişkiler yönünden özel hukuk kurallarına tabi olan iktisadi kamu hizmetleri içinde sayılması oluşturmaktadır (Urhan, 2008; Yılmaz, 2009). Oysa İstanbul’da su altyapısı ile ilgili bir kurum olan “İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi” (İSKİ) ilk önceleri İller Bankası’nın yetkisi kapsamındayken, 1978 yılında su hizmetlerinden (Dünya Bankası’nın içme suyu ve kanalizasyon sektörüne sağladığı kredinin ön koşulu olarak) ayrılarak ortaya çıkmış bir modeldir. Bu modelde su hizmetlerinin ticarileştirilmesi kredi anlaşmalarının bir ön koşulu haline getirilirken; buna bağlı olarak da su ve kanalizasyon hizmetlerinin bir kamu hizmeti olmaktan çıkarılarak ticari birer hizmete dönüştürüldüğü belirtilmektedir (Atalık, 2007; Yılmaz, 2009). Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı (2000 – 2005) Madde 1670’de ise su ve kanalizasyon işletmelerinin özelleştirilmeleri teşvik edilmesi ve belediyelerin denetleme mekanizması haline getirilmesi sağlanmıştır (DPT, 2000).

İçme suyu ve kanalizasyon hizmetine güvenli ve yeterli düzeyde erişimine paralel olarak, söz konusu hizmetlerin toplumdaki bütün gelir gruplarınca ulaşılabilir olması da önemlidir. Bunların yanı sıra İSKİ’nin kentsel peyzajda yağmur suyunun arıtılmasına ve herhangi bir şekilde geri kazandırılmasına dair herhangi bir uygulaması ve yönetmeliği yoktur, yalnızca havza sınırına giren alanlardaki yağmur suyunun barajlarda toplanması ve şehir şebekesine geri verilmesi, kullanıcıya fatura karşılığında kullandırılması ile ilgili bağlayıcı yönetmelik ve uygulamalar

bulunmaktadır (İSKİ Atıksu Arıtma Tesisleri İnşaat Müdürü Celil Aslan ile kişisel görüşme, Ocak 2013).

Kentsel peyzajda uygulanacak enerji etkin peyzaj yöntemlerinin, yağmur suyu ile ilgili teknikleri sonucunda yeniden kullanıma hazır hale getirdiği suyu kanalizasyon ve su idarelerinin kullanıma nasıl dahil edeceği, mevzuat ve işleyişin yaptırımları, sunacağı olanak ve neden olacağı olanaksızlıklar nedeniyle tasarımın uygulanabilirliği ve tasarımcı için bağlayıcı bir konudur.

Çalışmanın bütününde savunulduğu üzere su sorunu özelinde de doğaya ve insan doğasına karşı toplu sorumluluklarımız farklı uzam zamansal ölçekler üzerinden çok daha dinamik ve ortaklaştıran bir evrimsellik içerisinde bağlantılandırılmalıdır (Harvey, 2008). Öte yandan enerji etkin peyzaj tasarımının olanaklarını ortaya çıkarmak ve bu deneyimden gelecek kuşaklara aktarmak üzere faydalanmak gerekir. Ayrıca yeryüzü ve peyzaj sistemlerinin doğal ve sosyal bileşenleriyle ilişki içinde bütüncül planlama ve uygulamaların gerekliliği yönündeki anlayış gittikçe artmaktadır. Peyzaj mimarlığının geleceği açısından da vurgulamak gerekir ki kentsel su altyapısı ile ilgilenmek, peyzaj mimarlığı pratiğini güçlendirecek bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Elizabeth Mossop ve Kangjian Yu'nun “düşük maliyetli peyzajlar” (affordable landscapes) (Mossop, 2005) ve hayatta kalma sanatı için “peyzajları yeniden kazanmak” (Yu, 2006) söylemleriyle, pahalı ayrıcalıklı peyzajlardan, kentleşmeden kaynaklı sorunlara çözüm üreten, çözümün parçası olan peyzajlara doğru değiştirmeyi önermektedirler.

Bu amaçlara ulaşmak için; birleşik yakalama sistemleri (integrated catchment management) (Macleod ve diğ., 2007), birleşik sahil zone yönetimi (Shipman ve Stojanovic, 2007), ekosistem yaklaşımı (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Defra, 2007a) ile bütüncül peyzaj tasarımı (Macfarlane, 1998, 2000; Dolman ve diğ., 2001) gibi pek çok yaklaşım üzerine çalışılmakta ve uygulamalar geliştirilmektedir (Southern, 2011). Ekolojik prensipleri dikkate almayı gerektiren su ile ilgili mekansal planlama ve tasarım stratejileri ile ilgili pek çok farklı tanıma literatürde rastlamak mümkündür. Düşük etkili yerleşim (low impact development) ve yeşil altyapı (green infrastructure) gibi farklı isimlendirilmiş ama içeriği birbirine çok benzeyen sistemlerin alanına giren uygulama ve teknikler bu çalışma kapsamında ortaya konmuştur.

Tez kapsamında kentsel su altyapısına katkısı irdelenen enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı uygulamaları yalnızca teknik bir konu değildir. Bu nedenle tartışılmak istenen; suyun 1970'lere kadar insanlığın ortak malı statüsünde yer alırken, artık ekonomik bir mal olarak değerlendirildiği (Tamer, 2007), mevzuat ve işleyişin yetersizliği ile insanlığın en eski geleneklerinden biri olan yağmur suyu toplamının dahi türlü politikalar ve bahanelerle kısıtlandığı yeryüzü pratiğimizde, çok boyutlu düşünme ve çözüm üretmenin gerekliliğidir.

Burada tartışılan enerji etkin peyzaj tasarımı tekniklerinin üzerine kafa yormamak gerektiği veya önemini yadsımak değil, aksine diğer pratiklere göre dayandığı gelenek ve yöntemleri ile dikkate alınmasının hayati olduğu, söz konusu teknik ve becerileri geliştirmenin, özellikle “su” konusunda deneyimi enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı pratiği aracılığıyla biriktirmenin sayısız faydasını Türkiye’de görünür kılmak, yaygınlaştırmak ve hakkını teslim etmek gerekliliğidir.



## 6. SONUÇ

Hipotezi “Peyzaj, kentsel altyapının su açısından geliştirilmesi ve oluşturulmasında önemli bir potansiyel barındırmaktadır” olan ve bu kapsamda, problemleri olan kentsel su altyapı sistemlerine enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yaklaşımlarının koyacağı katkının irdelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada; katkılar ve kısıtlar tespit edilmiş, öneriler belirlenmiştir. Bugün peyzaj; diğer bütün yapılar için bir arkaplan, sahne ve örtü olarak algılanan ve kurgulanan bir “nesne” olmanın ötesinde bir anlam taşımaktadır. Peyzajın; önemli fonksiyonları olan, değişken bir organizma, bir “özne” olarak algılanması / kurgulanmasını Türkiye koşullarında da önermek kaçınılmazdır. Söz konusu önerinin bir çıktısı da peyzajın ta kendisinin “kentsel bir altyapı” olarak kurgulanmasıdır. Tezde incelenen enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yağmur suyu uygulamalarının; bir alandaki kentsel su altyapısı sisteminin -birleşik ya da ayrık- olmasından bağımsız hem kentsel su altyapısının yükünü hafifletmede hem de dikkate değer çevresel ve sosyo-ekonomik faydalar sağlamada başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kentsel su altyapısı ile ilgilenmek, peyzaj mimarlığı pratiğini güçlendirecek bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yöntemlerinin bütünü ve özelde yağmur suyu ile ilgili metodlarının; kentte, sucul ekosistemde ve yeryüzü genelinde tez kapsamında irdelenen faydalarını on madde halinde sıralayacak olursak;

- 1) Genelde hidrolojik döngünün sağlıklı işlemesi, özelde kentsel altyapı sistemi ve kirlilik yüklerinin hafifletilmesi, dolayısıyla su kaynaklarının korunması.
- 2) Kentlerde sokak peyzajının daha yaşanabilir olması ve kentlinin su döngüsünü yeniden hatırlanması, önerilen metodların ekosisteme yönelik faydaları yönünde farkındalığını artırma potansiyelini barındırması.
- 3) Uygulama açısından irdelendiğinde, bütün bir altyapı sisteminin değiştirilmesi ve arıtma tesislerinin maliyetleri ile karşılaştırıldığında, enerji etkin kentsel peyzaj

tasarımında yağmur suyu ile ilgili metodların daha az maliyet ve bakım gerektirmesi, estetik değere sahip olması.

4) Kentsel peyzajdaki yüzey akıntı hızının azaltılması. Hidrolik aşırı yüklenmelerde ve akıntı problemlerinde birleşik kanalizasyon taşmalarına (CSOs) karşı dikkate değer katkı sağlanması, dolayısıyla kentsel altyapı sistemlerine önemli yardımcı bir görev üstlenmesi.

5) Kentsel akıntıyı filtreleme ve depolama yeteneğine sahip olması. Filtrasyona tabi olan ve yer altı sularına geri dönen su hacminin arttırılması, taşkın gibi felaketlerin önlenmesi.

6) Suda çözünmüş iyonların; bitkinin gövdesi tarafından tutulması ya da yağmur bahçesinin dip kısmında toprakta birikmesi yoluyla azaltılmasının sağlanması. Sel suyu ve akıntısında bulunan ağır metalleri uzaklaştırma oranındaki başarısı. (Bakır, kurşun, çinko sel suyu akıntısında %90'dan daha fazla miktarlarda uzaklaştırılmaktadır)

7) Kentlerin sokak ölçeğinden başlayarak enerji tüketimini azaltma, sağlıklı, iklimsel olarak rahatsız edici olmayan, sosyal anlamda da güçlü çevreler yaratılmasında ve CO2 emisyonunun azaltılmasında yardımcı görev üstlenmesi.

8) Su, karbon gibi önemli döngülerin yeryüzünde işlevlerini devam ettirebilmeleri için desteklenmesi.

9) Kentsel peyzajın gürültü ve hava kirliliğini kontrol etmesi, mikroklimayı düzenlemesi, bitkisel yaşam ve çeşitliliğin desteklemesi.

10) Peyzaj konstrüksiyonu ile statik altyapı sistemleri için kullanılacak petrol kaynaklı materyal kullanımının azaltılmasında dolayısıyla konstrüksiyonların enerji etkin yapılar olmasında etkili olması.

Enerji etkin kentsel peyzaj tasarımı yöntemlerinin bütününün ve özelde yağmur suyu ile ilgili irdelenen metodlarının kentsel su altyapısı sistemine fayda sağlamasının kısıtları bulunmaktadır. Bu kısıtlar; Türkiye özelinde suyu yalnızca taşımak, ulaştırmak üzerinden oluşturulmuş bir altyapı sistemi geleneği, bu sisteme yeni yeni eklenen atıksu arıtma tesislerinin yalnızca büyük parçaları ayırmak üzerinden temellenen yaklaşımının yetersizliği, suyun bütün bir kent peyzajında fiziksel, sosyal ve biyolojik anlamda risk oluşturacak, radikal projelendirilme örneklerinin artması

ve suyu kent peyzajında toplayıp, yönlendirip arıttıktan sonra yeniden kazanmaya yönelik mevzuat ve işleyişin olmamasıdır.

**Çizelge 4.4 :** Enerji etkin peyzaj tasarımında yağmur suyu ile ilgili metodlar ve altyapı sistemlerinin katkı ve kısıtları (Sert, 2013).

| ENERJİ ETKİN KENTSEL PEYZAJ TASARIMINDA YAĞMUR SUYU İLE İLGİLİ METODLAR VE ALTYAPI SİSTEMLERİ                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Katkılar                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kısıtlar                                                                                                                                        |
| Genelde hidrolojik döngünün sağlıklı işlemesi, özelde kentsel altyapı sistemi ve kirlilik yüklerinin hafifletilmesi, dolayısıyla su kaynaklarının korunması.                                                                                                              | Türkiye özelinde suyu yalnızca taşımak, ulaştırmak üzerinden oluşturulmuş bir altyapı sistemi geleneği                                          |
| Kentlerde sokak peyzajının daha yaşanabilir olması ve kentlinin su döngüsünü yeniden hatırlanması, ekosisteme yönelik faydaları farkındalığını artırma                                                                                                                    |                                                                                                                                                 |
| Enerji etkin kentsel peyzaj tasarımında yağmur suyu ile ilgili metodların daha az maliyet ve bakım gerektirmesi, estetik değere sahip olması.                                                                                                                             | Altyapı sistemine yeni yeni eklenen atıksu arıtma tesislerinin yalnızca büyük parçaları ayırmak üzerinden temellenen yaklaşımının yetersizliği. |
| Kentsel peyzajdaki yüzey akıntı hızının azaltılması. Hidrolik aşırı yüklenmelerde ve akıntı problemlerinde birleşik kanalizasyon taşımalarına (CSOs) karşı dikkate değer katkı sağlanması, dolayısıyla kentsel altyapı sistemlerine önemli yardımcı bir görev üstlenmesi. |                                                                                                                                                 |
| Kentsel akıntıyı filtreleme ve depolama yeteneğine sahip olması. Filtrasyona tabi olan ve yer altı sularına geri dönen su hacminin artırılması, taşkın gibi felaketlerin önlenmesi.                                                                                       | suyun bütün bir kent peyzajında fiziksel, sosyal ve biyolojik anlamda risk oluşturacak, radikal projelendirilme örneklerinin artması            |
| Sel suyu ve akıntısında bulunan ağır metalleri uzaklaştırma oranındaki başarısı.                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                 |
| CO2 emisyonunun azaltılmasında yardımcı görev üstlenmesi                                                                                                                                                                                                                  | suyu kent peyzajında toplayıp, yönlendirip arıttıktan sonra yeniden kazanmaya yönelik mevzuat ve işleyişin olmamasıdır                          |
| Su, karbon gibi önemli döngülerin yeryüzünde işlevlerini devam ettirebilmeleri için desteklenmesi.                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                 |
| Kentsel peyzajın gürültü ve hava kirliliğini kontrol etmesi, mikroklimayı düzenlemesi, bitkisel yaşam ve çeşitliliğin desteklemesi.                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |
| Peyzaj konstrüksiyonu ile statik altyapı sistemleri için kullanılacak petrol kaynaklı materyal kullanımının azaltılması                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                 |

Tez kapsamında irdelenen enerji etkin kentsel peyzaj tasarımında yağmur suyu ile ilgili uygulamaların faydaları ve kısıtları göz önüne alındığında öneriler; pek çok işlevi gerçekleştiren, dinamik ve hibrit bir kentsel peyzaj kurgusunun Türkiye’de de uygulanmasına yönelik teorik ve pratik çalışmaların artması, kentsel peyzajın “kentsel bir su altyapısı” olarak çalıştırılmasına yönelik mevzuat ve işleyişin kurgulanması, plan kararlarında peyzaj mimarlarının bu anlamda da desteklenmesi ve teşvik edilmesi ama daha da önemlisi bu kararların uygulanması için toplumcu bir dünya görüşü ve multidisipliner çalışmanın yaygınlaşmasının gerekliliğidir.



## KAYNAKLAR

- Ahern, J.** (2007). Green infrastructure for cities: the spatial dimension. *Cities of the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management* edit by Vladimir Novotny and Paul Brown, IWA Publishing, London,UK, Sf. 267-283, ISBN: 1843391368.
- Akbari, H., Kurn, D. M., Bretz, S. E. ve Hanford, J. W.** (1997). Peak power and cooling energy savings of shade trees. *Energy and Buildings*, Sayı **25**, Sf. 139-148.
- Akhuy, S.** (2011). Permakültür. *Arredemento Mimarlık Dergisi*, Sayı **244**, Sf. 78-95.
- Alaton, İ. A.** (2009). Current situation of urban wastewater treatment plants İn megacity Istanbul. *Desalination*, Sayı **246**, Sf. 409–416.
- Arnold, C. L. ve Gibbons, C. J.** (1996). Impervious surface coverage-the emergence of a key environmental indicator. *APA Journal Spring*, Cilt **62**, Sayı.2, Sf. 243-258.
- Artüz, M. L.** (2004). Marmara denizinin süregelen karasal kökenli kirlenmesinin kökeni ve boyutları, K.K.K. Jan. *Çevre Birimi Konferans Metni*, Sıra:8.
- Aslan, C.** (2013). İSKİ Atıksu Arıtma Tesisleri İnşaat Müdürü ile kişisel görüşme.
- Bakker, K.** (2007). The “commons” versus the “commodity” :alter-globalization, anti-privatization and the human right to water in the global south. *Antipode, A Radical Journal Of Geography*, Cilt **39**, Sayı.3, Sf. 393-570.
- Barış, M. E.** (2007). Kurakçıl peyzaj. *Bilim ve Teknik*, Sayı **478**, Sf. 22-27.
- Barr, S., Gilg, A. ve Shaw, G.** (2011). Citizens, consumers and sustainability: (re)framing environmental practice in an age of climate change. *Global Environmental Change*, Sayı **21**, Sf. 1224-1233.
- Başer, B.** (2010). *Kentsel açık mekanlarda bitki türü seçimi için bir metod önerisi:İstanbul örneği* (doktora tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Bean, E. Z.** (2005). *A field study to evaluate permeable pavement surface infiltrations rates, runoff quantity, runoff quality, and exfiltrate quality* (yüksek lisans tezi), North Carolina State University.

- Bertrand- Krajewski, J., Barraud, S. ve Chocat, B.** (2000). Need for improved methodologies and measurements for sustainable management of urban water systems. *Environmental Impact Assessment Review*, Sayı 20, Sf. 323-331.
- Blood, J.** (2006). *Landscape as infrastructure* (yüksek lisans tezi), School of Architecture + Design Landscape Architecture Department RMIT University.
- Brown, B., Harkness, T., and Johnston,** (1998). Eco-revelatory design: nature constructed / nature revealed proposal. *Landscape Journal*, Sayı 17, Sf. 10-11.
- Buttler, D. ve Parkinson, J.** (1997). Towards sustainable urban drainage. *Water Science and Technology*, Cilt 35, Sayı 9, Sf. 53-63.
- Buyantuyev, A. ve Wu, J.** (2010). Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. *Landscape Ecology*, Sayı 25, Sf. 17-33.
- California Lighting Technology Center** (2008). *Energy Efficient Landscape Lighting*, University of California, Landscape Architecture Department.
- Ciravoğlu, A.** (2006). *Sürdürülebilirlik düşüncesi-mimarlık etkileşimine alternatif bir bakış: "Yer" in çevre bilincine etkisi*, (doktora tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Cook, T. W ve Vanderzanden, A. M.** (2011). *Sustainable Landscape Management Design Construction and Maintenance*. John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-0-470-480-93-9.
- Coombes, P. J. ve Kuczera, G.** (2003). Integrated urban water cycle management: moving towards systems understanding. *Civil, Surveying and Environmental Engineering*, School of Engineering, University of Newcastle, Sf. 1-8.
- David, L. M. ve Sousa, P.** (2008). *SUDS application in catchment retrofitting: suitability for the Lisbon rainfall pattern*. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008.
- Delleur, J. W.** (2003). The evolution of urban hydrology: past, present and future. *Journal of Hydraulic Engineering ASCE*, Sayı 129, Sf. 563-573.
- Deniz, B., Küçükerbaş, E. V. ve Esbah, H.** (2006). Overview of landscape ecology. *Adnan Menderes University, Journal of Faculty of Agriculture, Aydın*, Cilt 3, Sayı 2, Sf. 5-18.

- Dinep, C. ve Schwab, K.** (2010). *Sustainable Site Design- Criteria, Process, and Case Studies for Integrating Site and Region in Landscape Design*. John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-0-470-18783-8.
- Ding, G. K. C.** (2008). Sustainable construction- the role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, Sayı **86**, Sf. 451-464.
- Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., Mclean, L. ve Campbell, J.** (2009). Unjust waters: climate change, flooding and the urban poor in africa. *Adapting Cities to Climate Change, Understanding and Addressing the Development Challenges*, Sf. 201-223, Eds. Bicknell, J., Dodman, D., ve Satterthwaite, Earthscan Publishing.
- DPT** (2000). *Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005*.
- Dunnet, N. ve Clayden A.** (2007). *Rain Gardens: Managing Water Sustainably in The Garden and Designed Landscape*. Timber Press, ISBN: 978-0-88192-826-6.
- Enerji Çalışma Grubu** (2011). *TMMOB Hidroelektrik Santraller Raporu*. Sf.7-89 ISBN: 978-605-01-0174-4.
- Engelman, R. ve LeRoy, P.** (1993). *Sustaining Water-Population and the Future of Renewable Water Supplies*. Washington D.C.: Population Action International.
- Engen, H. V., Kampe, D. ve Tjallingii, S.** (1995). *Hydropolis The Role of Water in Urban Planning*. Proceedings of the International Unesco-IHP Workshop, Wageningen (The Netherlands) and Emcher Region (Germany) March 29- April 2 1993, Backhuys Publishers, Leiden, 1995, ISBN: 90-73348-37-4.
- Environmental Services Division Department of Environmental Resources The Prince George's County, Maryland** (2007). *Bioretention Manual*. Sf. 1-148.
- EPA** (2000). *Low Impact Development A Literature Review*. Sf.1-35.EPA-841-B-00-005.
- Erdin, H. E.** (2001). *Şehir planlamada su ve kanalizasyon sistemleri proje eşiklerinin değerlendirilmesi, İzmir Büyük Şehir bütününde bir deneme*, (yüksek lisans tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Şehir Planlama Anabilim Dalı.
- Elliott, A. H. ve Trowsdale, S. A.** (2007). A review of models for low impact urban stormwater drainage. *Environmental Modelling & Software*, Sayı **22**, Sf. 394-405.

- Forman, R. T. T. ve Godron, M.** (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0471870374.
- Gandy, M.** (2004). Rethinking urban metabolism: water, space and the modern city, *City: Analysis of Urban Trend, Culture, Theory, Policy and Action*, Cilt 8, Sayı 3, Sf. 363-379.
- Givoni, B.** (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 0-471-29177-3.
- Görer, N.** (2001). İçme suyu ve kanalizasyon sektöründe izlenen küresel politikalar üzerine bir değerlendirme. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, Cilt 10, Sayı 2, Sf. 18-30.
- Harvey, D.** (2008). *Umut Mekanları*. Metis Yayınları. Zeynep Gambetti (çev.). ISBN-13:978-975-342-659-6.
- House-Peters, L.A. ve Chang, H.** (2011). Modeling the impact of land use and climate change on neighbourhood-scale evaporation and nighttime cooling: a surface energy balance approach. *Landscape and Urban Planning*, Sayı 103, Sf. 139-155.
- Howe, C., ve Mitchell C. ed.** (2012). *Water Sensitive Cities*. IWA Publishing, London, UK. ISBN: 9781843393641, ISBN: 1843393646.
- Huntington, T. G.** (2006). Evidence for intensification of the global water cycle: review and synthesis. *Journal of Hydrology*, Sayı 319, Sf. 83-95.
- Işık, M. K.** (2007). *Atık su ve içme suyu şebeke hizmetlerinde özelleştirme*, (doktora tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Judi, H. M. ve Chee, S. Y.** (2009). Visualising energy efficiency landscape, world academy of science. *Engineering and Technology*, Sayı 53, Sf. 431-434.
- Karakaya, E. ve Özçağ, M.** (2003). *Türkiye açısından Kyoto Protokolü'nün değerlendirilmesi ve ayrıştırma (decomposition) yöntemi ile CO2 emisyonu belirleyicilerinin analizi*. VII. ODTÜ Ekonomi Konferansı, Ankara.
- Kinkade-Levario, H.** (2007). *Design for Water- Rainwater Harvesting, Stormwater Catchment and Alternate Water Reuse*. New Society Publishers, ISBN: 978-0-86571-580-6.
- Lim, S., Suh, S., Kim, J. ve Park, H. S.** (2010). Urban water infrastructure optimization to reduce environmental impacts and costs, *Journal Of Environmental Management*, Cilt 91, Sayı 3, Sf. 630-637.

- McClenon, C. Edited by: Robinette, G. O.** (1983). *Landscape Planning for Energy Conservation*. Von Nostrand Reinhold Company Inc. ISBN 0-442-22339-0.
- Mengü, G. P. ve Akkuzu, E.** (2008). Küresel su krizi ve su hasadı teknikleri, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 5, Sayı 2, Sf. 75-85.
- Moffat, A. S., Schiler, M. ve The Staff of Green Living** (1994). *Energy Efficient and Environmental Landscaping*. Appropriate Solutions Press, ISBN: 0-9638784-0-9.
- Mollison, B.** (2011). *Permakültüre Giriş*. Egemen Özkan (çev.). Sinek Sekiz Yayınevi, ISBN: 978-605-61475-2-4.
- Mossop, E.** (2006). Landscapes of Infrastructure. *The Landscape Urbansim Reader*, Sf.163-179, Ed. Waldheim, C., New York Princeton Architectural Press.
- Muller, M.** (2009). Adapting to climate change: water management for urban resilience. *Adapting Cities to Climate Change, Understanding and Addressing the Development Challenges*, Sf. 291-307, Eds. Bicknell, J., Dodman, D., ve Satterthwaite, Earthscan Publishing.
- Natural Resources Defence Council** (2009). Water Efficiency Saves Energy: Reducing Global Warming Pollution Through Water Use Strategies.
- Niemczynowicz, J.** (1999). Urban hydrology and water management – present and future challenges. *Urban Water*, Cilt 1, Sayı 1, Sf. 1-14.
- Oğuz, B.** (1998). *Bizans'tan Günümüze İstanbul Suları*. Simurg Kitapçılık ve Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 975-7172-27-8.
- Özbilen, M. V.** (2007). Su ile ilgili mevzuat ve kurumlar. *Planlama*, Cilt 3-4, Sayı 41, Sf.133-137. ISSN 1300-7319.
- Postel, S. L.** (2000). Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecological Applications*, Cilt 10, Sayı 4, Sf. 941-948.
- Prince George's County, Maryland Department of Environmental Resources** (1999). Low-Impact Design Strategies An Integrated Design Approach, Sf. 1-150.
- Rosergrant, M. W.** (1997). Water resources in the twenty-first century: challenges and implications for action, food, agriculture, and the environment discussion paper 20. *International Food Policy Research Institute*. U.S.A.
- Russ, T.H.** (2009). *Site Planning and Design Handbook Second Edition*. McGraw-Hill Books, ISBN: 978-0-07-160558-8.

- Seabrook, L., Mcalpine, C. A., Bowen, M. E.** (2011). Restore, repair or reinvent: options for sustainable landscapes in a changing climate. *Landscape and Urban Planning*, Sayı **100**, Sf. 407-410.
- Shane, G.** (2003). The emergence of “landscape urbanism” reflections on Stalking Detroit, *Harward Design Magazine*, Fall 2003 / Winter 2004, Sayı **19**, Sf. 1-8.
- Shipman, B. ve Stojanovic, T.** (2007). Facts, fictions and failures of integrated coastal zone management in europe. *Coastal Management*, Sayı **35**, Sf. 375-398.
- Short, L. B., Short, J. R.** (2008). *Cities and Nature: Critical Introductions to Urbanism and The City*. Routledge Taylor& Francis Group, ISBN: 978-0-415-35589-6.
- Simonds, J. O.** (1997). *Landscape Architecture*. McGraw-Hill Books, ISBN:0-07-057709-9.
- Sipes, J.** (2010). *Sustainable Solutions for Water Resources- Policies, Planning, Design and Implementation*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-52962-1.
- Southern, A., Lovett, A., O’Riordan, T. ve Watkinson, A.** (2011). Sustainable landscape governance:lessons from a cstchment based study in whole landscape design. *Landscape and Urban Planning*, Sayı **101**, Sf. 179-189.
- Stokman, A.** (2008). *Water purificative landscapes - constructed ecologies and contemporary urbanism*. Proceedings of the 45th World Congress of the International Federation of Landscape Architects IFLA 2008, Wageningen, Baluwdruk / Techne Press, Sf. 51-61.
- Swyngedouw, E. ve Heynen, N. C.** (2003). Urban political ecology, justice and the politics of scale. *Antipode A Radical Journal Of Geography Special Issue*, ISI Journal Citation Reports, Sf. 898-918.
- Taha, H.** (1997). Urban climates and heat islands: albedo, evatranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*, Sayı **25**, Sf. 99-103.
- Thompson, I. H.** (2012). Ten tenets and six questions for landscape urbanism. *Landscape Research*, Cilt **37**, Sayı 1, Sf. 7-26.
- Thompson, W. ve Sorving, K.** (2008). *Sustainable Landscape Construction- A Guide to Green Building Outdoors*. Island Press ISBN: 978-1-59726-142-5.

- Tunçay, A. A. ve Esbah, H.** (2006). Understanding the effects of historic land use pattern on an urbanized stream corridor. *Journal of Applied Sciences*, Cilt, 6, Sayı 8, Sf. 1873-1881.
- Turan, B. Y.** (2012). Dönüşen İstanbul'un yeni peyzajlarında tasarımın politik ekolojisi. *TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi Aylık Dergisi Büyük Projeler*, Sayı 28, Sf. 113-119.
- Türkeş, M. ve Kılıç, G.** (2004). Avrupa birliği'nin iklim değışikliği politikaları ve önlemleri. *Çevre, Bilim ve Teknoloji Teknik Dergi*, Sayı 2, Sf. 35-52.
- U.S. Department of Energy (DOE)**, (1995). Landscaping for Energy Efficiency. DOE/GO-10095-046 FS 220.
- Wahl, D. C. ve Baxter, S.** (2008). The designer's role in facilitating sustainable solutions. *Massachusetts Institute of Technology Design Issues*, Cilt 24, Sayı 2, Sf. 72-82.
- Waldheim, C.** (2006). *The Landscape Urbanism Reader*. New York Princeton Architectural Press, ISBN 13: 978-1-56898-439-1, ISBN 10:1-56898-439-1.
- Walsh, S. E., Soranno, P. A. ve Rutledge, D. T.** (2003). Lakes, wetlands and streams as predictors of land use / cover distribution. *Environmental Management*, Cilt 31, Sayı 2, Sf. 198-214.
- Werthmann, C.** (2007). *Green Roof-A Case Study, Michael Van Valkenburgh Associates' Design for the Headquarters of the American Society of Landscape Architects (ASLA)*. Princeton Architectural Press, ISBN 978-1-56898-685-2.
- World Water Assesment Programme** (2006). *Water, A Shared Responsibility*. The United Nations World Water Development Report 2.
- Yeang, K.** (2006). *Ecodesign, A Manual for Ecological Design*. John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 983-2726-40-9.
- Yılmaz, G.** (2009). *Suyun Metalaşması: Kıtılığın Nedeni Kıtılığa Çare Olabilir Mi? Sosyal Araştırmalar Vakfı*, ISBN: 978-605-89715-6-1.
- Url-1** <<http://dusunmekvepaylasmak.blogspot.com/2012/11/babil-yedi-harika-asma-bahce.html>>, alındığı tarih: 01.12.2012.
- Url-2** <[http://yapiguncesi.blogspot.com/2011\\_02\\_01\\_archive.html](http://yapiguncesi.blogspot.com/2011_02_01_archive.html)>, alındığı tarih: 30.11.2012.
- Url-3** <<http://asla.org/awards/2006/06winners/341.html>>, alındığı tarih: 28.09.2012.
- Url-4** <[http://www.asla.org/awards/2007/07winners/517\\_nna.html](http://www.asla.org/awards/2007/07winners/517_nna.html)>, alındığı tarih: 20.08.2012.

- Url-5**<<http://www.greenroofs.org/index.php/component/content/article/19mainmenu/pages/awards-of-excellence/249-center-for-urban-waters>>, alındığı tarih: 20.03.2013.
- Url-6**<<http://environment.nationalgeographic.com/environment/photos/underground-rivers/>>, alındığı tarih: 22.03.2013.
- Url-7** <<http://www.subbrit.org.uk/>>, alındığı tarih: 22.03.2013.
- Url-8**<<http://www.renkliweb.com/wp-content/uploads/buharla%C5%9Fma.jpg>>, alındığı tarih: 10.04.2013.
- Url-9** <<http://www.inceklife.com/DisMekan.aspx>>, alındığı tarih: 10.04.2013.
- Url-10**<<http://www.mnphavuz.com/wp-content/uploads/2011/04/animasyonlu-sus-havuzu-01.jpg>>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-11**<<http://www.gunsu.com.tr/TR/sus-havuzlari?m=4>>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-12**<<http://www.santekhavuz.com/uploadimg/urun/sushavuz/sus-havuz1.png>>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-13**<[http://www.cagdashavuzaritim.com/upload/SusHavuz\(2\).jpg](http://www.cagdashavuzaritim.com/upload/SusHavuz(2).jpg)>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-14** <<http://www.santekhavuz.com/page.php?ID=14>>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-15**<<http://tibagrup.blogspot.com/2012/11/fiskiye-ve-sus-havuzlari.html>>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-16**<<http://img846.imageshack.us/img846/9792/03d.jpg>>, alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-17**<<http://www.portlandoregon.gov/bes/article/167503>>, alındığı tarih: 12.04.2013.
- Url-18**<<http://www.turenscape.com/paper/paper.php?id=362>>, alındığı tarih: 09.03.2013.
- Url-19**<[http://www.landcareassociates.com/images/materials/mulch/large/MULCH\\_DARK\\_BLEND.jpg](http://www.landcareassociates.com/images/materials/mulch/large/MULCH_DARK_BLEND.jpg)>, alındığı tarih: 09.03.2013.
- Url-20**<<http://www.buzick.com/productimages/mulch.jpg>>, alındığı tarih: 10.04.2013.

**Url-21**<<http://vernierlandscape.files.wordpress.com/2011/04/mulch-types.jpg>>, alındığı tarih:10.04.2013.

**Url-22**<<http://www.cmic.org/26congreso/oaxaca-garden-big-overhead-.jpg>>, alındığı tarih:10.04.2013.

**Url-23**<<http://www.asla.org/2011awards/351.html>>, alındığı tarih:11.04.2013.



## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Esra SERT

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Kayseri 03.05.1985

**Adres:** Hasanpaşa Mah. Faik Bey Sok. No:1, Erler Apt. Daire: 3, KADIKÖY.

**E-Posta:** esrasert85@gmail.com

**Lisans:** Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

### **Mesleki Deneyim:**

AYYAPI; 2010; Crea Studio; 09 /2008 – 11 /2009.

### **Ödüller:**

- Afyonkarahisar Belediyesi Afyonkarahisar Cumhuriyet Meydanı ve Çevresi Ulusal Mimarlık ve Kentsel Tasarım Fikir Proje Yarışması-Satın Alma Ödülü; 2011.
- İzmit Sahili Peyzaj ve Kentsel Tasarım Proje Yarışması-Mansiyon Ödülü; 2010.

### **Yayın Listesi:**

- **Sert, E.** (2012). Kapitalizm Kısılcacında Doğayı Dönüştüren Mimarlık ve Peyzaj Mimarlığı Pratiklerinin Karşılaştırılması, *7. Karaburun Bilim Kongresi* 6-9 Eylül 2012, Karaburun, İzmir.
- Tokus, M., **Sert, E.**, Akyol, M., Demir, S. ve Esbah, H. (2011). Landscape Ecology and Aesthetics: Case of Halic, Istanbul, *Eclas Conference* 7-10 September, Sheffield, UK.
- **Sert, E.** ve Esbah, H. (2013). Kentsel Altyapı Bağlamında Dönüşen Peyzaj, *TMMOB Peyzaj Mimarlığı 5. Kongresi* 14-17 Kasım 2013, Adana (kabul edilmiş bildirisi).