ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ ALANINDA TEORİ VE ARAŞTIRMALAR

HAZİRAN 2022

EDİTÖR
PROF. DR. TANER AKAR

SERÜVEN YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi
Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2022
ISBN • 978-625-7721-93-6

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.
The right to publish this book belongs to Serüven Publishing.
Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Yalı Mahallesi İstikbal Caddesi No:6
Güzelbahçe / İZMİR
Telefon / Phone: 05437675765
web: www.seruvenyayinevi.com
e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar

Haziran 2022

Editör

Prof. Dr. Taner AKAR

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

İÇ MEKAN SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCLİĞİNDE SULAMA UYGULAMALARI

Özlem AKAT SARAÇOĞLU 1

Hülya AKAT 1

Handan ÇAKAR 1

Bölüm 2

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE PEYZAJ MİMARLIĞI ÇALIŞMALARI

Melda KÖSE 19

Handan ÇAKAR 19

Özlem AKAT SARAÇOĞLU 19

Bölüm 3

SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KISITLI SULAMA UYGULAMALARI

Rabia KÜÇÜK 37

Erdem KÜÇÜK 37

Bölüm 1

İÇ MEKAN SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCLİĞİNDE SULAMA UYGULAMALARI

Özlem AKAT SARAÇOĞLU[1]

Hülya AKAT[2]

Handan ÇAKAR[3]

1 Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, ozlem.akat@ege.edu.tr, Orcid No: 0000-0003-1680-783X

2 Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ortaca Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, ahulya@mu.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-0927-8530

3 Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, handan.cakar@ege.edu.tr, Orcid No: 0000-0001-7209-5545

Giriş

Başarılı bir iç mekan süs bitkisi yetiştirebilmek için öncelikle bitkinin bulunduğu ortamın yetiştiricilik açısından farklı bir ortam olduğunun bilinmesi önemlidir. Bu nedenle ortamın olanaklar ölçüsünde bitkinin istediği optimum ortam şartlarına yaklaştırılması yetiştiricilikte başarı şansını artıracaktır.

Özellikle endüstrileşme ve kentleşmenin artışı sonucunda, yapılaşmanın artmasıyla birlikte kısıtlı bahçe alanları, iç mekanlarda bitki kullanımına olan talebi giderek artırmıştır (Akat ve ark., 2017). Günümüzde insanlar zamanlarının %80-%90'ını kapalı mekanlarda geçirmekte, fiziksel ve zihinsel olarak sağlıklı olan doğal çevreyle etkileşme fırsatları sınırlanmaktadır. Bu da son zamanlarda iç mekan süs bitkilerine olan ilgiyi daha da artırmaktadır (Han ve Ruan, 2019). Özellikle, yoğun iş yaşamı, insanları doğadan koparan bir kültürün parçasıyla özdeşleşen şehir yaşantısı, kentleşme olgusu beraberinde yeşile olan özlemi artırmaktadır. İnsanlar yeşile olan gereksinimlerini karşılamak üzere bulundukları ortama adapte ettikleri bitkilerle bir ölçüde bu özlemi gidermektedirler. Ayrıca, son yıllarda yapılan bazı araştırmalara göre, iç mekan süs bitkilerinin bulunduğu ortamlardaki çalışanların soğuk algınlığı, baş ağrısı, yorgunluk ve baş dönmesi, öksürük ve kuru cilt gibi bazı hastalıkları daha az yaşadıkları görülmüş, bu ortamdaki çalışanların iç mekan bitkisi bulunmayan ortamlardaki çalışanlara göre çok daha fazla enerjik bir yapıya sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu da iç mekan süs bitkilerinin insanların sağlık ve moralleri üzerinde iyileştirici etkisi olduğunun bir göstergesidir (Anonim, 2022a).

İç mekan bitkilerinin sağlıklı gelişebilmeleri ve estetik görünüşlerini koruyabilmeleri için bazı bakım işlemleri gerekmektedir. Bunlar; saksı değiştirme, saksı harcı hazırlığı, sulama, gübreleme, budama, temizleme, havalandırma, destek sağlama, bitkilerin sıcaklık, ışık ve oransal nem ihtiyaçlarını karşılama ana başlıkları altında toplanabilir (Bayçin-Korkut, 1998; Alp ve ark., 2011). Bu bakım işlemlerinin herhangi birinin ya da birkaçının tam anlamıyla karşılanamaması durumunda bitkilerin estetik görünümünde bozulmalar ve gelişimde gerilemelerle karşılaşılmaktadır.

Son yıllarda iç mekan bitki yetiştiriciliğinde genellikle saksılar içerisinde toprağa alternatif katı ortamların karışımından oluşan, içeriğinde toprak bulunmayan topraksız harç karışımları tercih edilmektedir (Demirbaş, 2010). İç mekan bitki yetiştiriciliği, açık alanda gerçekleştirilen geleneksel tarım olarak ifade edilen topraklı yetiştiricilikle kıyaslandığında, iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinin saksıda ve çoğunlukla topraksız ortamlarda gerçekleştirilmesinden dolayı kullanılan saksıların hacimleri sınırlıdır. Buna bağlı olarak ortam kök hacminin çok küçük olması nede-

niyle de bitkilerin sınırlı bir kök sistemi vardır (Sonneveld, 2000; Akat Saraçoğlu; 2021). Bu yüzden bitkiler, genellikle kurak dönemlerde yaptıkları gibi, nemi aramak için toprağın derinliklerine inemezler (Anonim, 2022b). Dolayısıyla bu sınırlı ortamda, en önemli tarımsal girdilerden biri olan sulanmanın önemi bir kat daha artmaktadır. Sulama uygulama prosedürü ve kalitesi açısından bitki yetiştiriciliğindeki en önemli etken çevre faktörüdür. İç mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde yapılan kültürel işlemler içerisinde başarısızlığa sebep olabilen ve en çok hata yapılan uygulama sulamadır. Genellikle de karşılaşılan hata aşırı sulama uygulamalarıdır. Bu nedenle, iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde başarılı bir yetiştiriciliğin temel şartı, doğru sulama uygulamasıdır. Bunun için, iç mekanlarda yetişen bitkiler ile birlikte bulunduğu tüm ortam koşulları bir bütün olarak değerlendirilerek sulamaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İç Mekan Süs Bitkilerinin Sulaması

İnsanların karşılaştığı en büyük zorluklardan biri, bitkileri ne zaman sulayacaklarını ve ne kadar su vereceklerini bilememeleridir. Dolayısıyla, genellikle uygulamalarda saksıdaki bitkilere uygulanan sulama suyu miktarı gereğinden az ya da çok olmaktadır. Genel olarak bitkilere verilmesi gereken su miktarı tüm saksı harcını nemlendirmek için yeterli olmalı ve saksı harcı içerisindeki çözünür tuzları saksı dışına taşımak için fazladan bir miktar daha verilmesi gerekmektedir. Bitkilere verilen suyun çoğu günün en sıcak saatlerinde buharlaşır. Bu nedenle, özellikle direk güneş ışığına maruz kalan iç mekan süs bitkilerinin sulama uygulamaları için de diğer bitkilerde olduğu gibi en kötü zaman güneşin yoğun etkili olduğu gündüz saatleridir. Sulama esnasında yapraklara temas eden su damlacıkları bitkilerin güneş tarafından yakılma olasılığını artıracaktır. Akşam saatleri daha serindir. Ancak, sulama esnasında yapraklara temas eden su damlacıklarının gece boyunca kalması mantar sorunlarının gelişme olasılığını artırır. Bu nedenle sabahın erken saatleri genellikle iç mekan süs bitkilerinin sulanması için en iyi zaman olarak kabul edilmektedir (Varış, 2017; Anonim, 2022b).

İç mekan süs bitkilerine uygulanan sulama suyu miktarı, gereksinim duyulan miktardan çok olduğunda; su saksıların alt tarafında bulunan drenaj deliklerinden dışarı çıkarak taşmakta ve saksı harç karışımı içesindeki tanecikler arasında bulunması gereken oksijenin (hava) yerini doldurmaktadır. Bu durum süs bitkisinin dekoratif görüntüsünü ve kalitesini bozmakta, bitki gelişimini geriletmektedir. Oluşan yeni sürgünler daha büyük, ancak içerdiği yüksek su nedeniyle daha yumuşak dokulu ve daha uzun boylu olmaktadır. Ancak, bu durum istenmeyen sonuçlar doğurmaktadır. Çünkü bünyesinde oldukça fazla su bulunduran bu süs bitkileri yoğun ışık ya da kuru iç mekan ortam şartlarında kolayca pörsüme eğilimi gösterdikleri gibi, alım-satım esansındaki nakliye işlemlerinde de daya-

nıksızlık göstermektedirler. Ayrıca, saksı ortamı kaynaklı bitki hastalıklarında artışlar başlar, kökler zarar görerek su ve besin almakta güçlükler yaşar, bitkilerde pörsümeler, pişkinleşmeler ve bodurlaşmalar gözlenir. Çiçekli bitkilerin çiçeklerinde mantari hastalıkların görülmesi, yapraklarında çürümeler, sararmalar, kıvrılmalar, yaprak uçlarında kahverengileşmeler, genç ve yaşlı yapraklarının dökülmesi gibi fiziksel deformasyonlar ile çeşitli besin maddesi noksanlıkları ortaya çıkmaktadır. Eğer bitkilere uygulanan su miktarı azaltılmazsa, bu durum bitki ölümüyle sonuçlanabilmektedir (Çelik, 2013; Varış, 2017). İç mekan süs bitkilerine uygulanan sulama suyu miktarı gereksinim duyulan miktardan az olduğunda ise; bitki su ve bitki besin elementi stresine girerek gelişmesi yavaşlamakta, büyüme düzensizleşerek bitkilerin bodurlaşmasına neden olmaktadır. Daha ilerleyen aşamada ise bitkilerin yaprakları sararmaktadır. Süs bitkilerinde solma veya pörsümeler başlar, fotosentez hızı azalır, büyüme yavaşlar, boğum araları kısalır, çiçekler dökülür. Bu durumun devam etmesi aşırı su eksikliği durumdur. Bunun sonucunda ise iç mekan süs bitkilerinin alt yaprak kenarlarında kahverengileşme ve yanıklıklar görülmektedir. Yaşlı yapraklar dökülür, bitkinin genel yapısı deforme olur. Eğer gerekli müdahale yapılmazsa bitkiler ölür (Karaşahin, 2011; Çelik, 2013; Varış, 2017).

İç mekan süs bitkilerinde, sulama suyunun gereğinden az ya da çok uygulanmasının görünür benzer etkisi, bitkilerin solgunluk göstermesi olarak ifade edilebilir. Bu nedenle iç mekan süs bitkilerine yönelik gerçekleştirilen sulama uygulamalarının ne sıklıkta yapılacağı ve bitkilere ne kadar su uygulanacağı aşağıdaki koşullar dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir.

İç Mekan Süs Bitkilerinin Gereksinim Duyduğu Sulama Suyu Miktarını Etkileyen Etmenler:

Saksılı iç mekan süs bitkilerinin gereksinim duyduğu sulama suyu miktarı bir takım koşullara bağlı olarak değişim göstermektedir. Bunlar;

- Bitkinin bulunduğu ortamın nemi ve sıcaklığı,
- Bitkinin türü ve boyutu,
- Bitkinin içinde bulunduğu saksının büyüklüğü,
- Saksı ortamı harcının nemi,
- Bitkinin bulunduğu ortamdaki ışığın yoğunluğu (Çelik, 2013)

Ortamın nemi ve sıcaklığı:

Bitkinin tutulduğu iç mekanın oransal nemi düşükse, terleme düzeyi ve su gereksinimi artmaktadır. Eğer, ortamda sıcak ve kuru hava esintisi fazla ise bitkilerin sulama suyu ihtiyacı artmaktadır. Yaz aylarında, iç mekan ortamında sıcaklık ve ışık miktarında da artış olmaktadır (Davison,

2022). Dolayısıyla yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddetinin olumsuz etkilerini, bitki etrafındaki atmosferin ortam nemini yükselterek azaltmak mümkün olabilmektedir. Eğer, ortamdaki sıcaklık düşükse, bitkilerin terleme düzeyi düşeceğinden su gereksinimleri de azalmaktadır. Kışın iç mekanlarda, sıcaklık ve ışık şiddeti az olduğundan terleme ve su ihtiyacı azdır, buna bağlı olarak bitkilerin sulama suyu miktarları da daha azdır (Anonim, 2022c).

Bitki türü:

Tüm bitkilerde olduğu gibi iç mekan süs bitkileri de su gereksinimleri bakımından benzer değildir. Su gereksinimi, ışık tercihi ile birlikte genellikle değişim gösterir. Genellikle büyük ya da çok ince yapıya sahip yaprakları olan bitkiler ve ince yüzey köklü bitkiler suyu sap ve yapraklarında depolayabilen etli yaprakları olan bitkilere oranla daha fazla sulama gereksinimi duyarlar (Davison, 2022, Anonim, 2022d). Örneğin, kaktüs ve sukulent grubu bitkiler palmiyeler, eğreltiler ve sıklamenlere göre daha az suya ihtiyaç duymaktadırlar (Alp ve ark., 2011). Etli yapraklı bir başka bitki olan *Opuntia* sp. gibi yüksek ışığı tercih eden *Kroton* daha sık sulamaya ihtiyaç duyar. Her bitki türünün de benzer ışık gereksinimleri varken su gereksinimleri birbirlerinden farlılık göstermektedir. Çiçekli bitkilerin su gereksinimleri aynı boyuttaki yapraklı bitkilere kıyasla daha fazladır (Bayçin-Korkut, 1998; Çelik, 2013). Ayrıca, çiçekli ve hızlı büyüme aşamasındaki bitkilerin dinlenme (dormansi) aşamasındaki bitkilere kıyasla daha çabuk saksı harcı kuruduğu için bu bitkilerde sık sulamaya gereksinim duyulur (Davison, 2022).

Bitki boyutu:

Büyük boyutlu iç mekan süs bitkileri, daha küçük boyutlu bitkilere kıyasla daha fazla sulama suyuna ihtiyaç duyarlar (Çelik, 2013; Davison, 2022).

Saksı büyüklüğü:

Yetiştiriciliğin gerçekleştirildiği saksı hacminin küçük olması sulama sıklığını artırır. Yetişme ortamı hava koşulları ve bitki büyüklüğüne bağlı olarak değişmekle birlikte, bitkiler ne kadar küçük saksılarda yetiştiriliyorsa o kadar sık sulama gerekli olabilmektedir. Bunun yanında, saksının hammaddesi de verilen suyun buharlaşma miktarı üzerinde önemlidir. Örneğin, verilen sulama suyunun hiç işlenmemiş gözenekli yapılı kil saksıların kenarlarından buharlaşması, plastik ya da sırlı yapıya sahip seramik saksılara oranla çok daha fazladır (Davison, 2022).

Saksı ortamı harcının nemi:

Yetiştirme ortamındaki mevcut su varlığı geçekleştirilmesi planlanan sulama sıklığını etkiler. Yine ortamın su tutma kapasitesi sulama sıklığı

ile yakından ilişkilidir. Farklı saksı harcı karışımları farklı sulama uygulaması gerektirir. Ağır ince dokulu ve bünyesinde fazla miktarda turba yosunu (torf) içeren ağır (ince) yapılı saksı harcı karışımları, yapısında ağaç kabuğu, kum ve perlit içeren daha gevşek yapıya sahip hafif (kaba) yapılı karışımlara oranla bünyelerinde yüksek su (nem) tutarlar (Davison, 2022).

Işık yoğunluğu:

Yüksek ışık altındaki bitkilerde, düşük ışık altındaki bitkilere kıyasla yapraklardan terleme (transpirasyon) ve saksı içerisindeki harç yüzeyinden (evaporasyon) buharlaşma yoluyla daha fazla su kaybı oluşacağı için bu bitkilerin, çok daha fazla su gereksinimi ve dolayısıyla daha fazla sulamaya ihtiyaçları olmaktadır (Boztok, 1997).

İç Mekan Süs Bitkilerinin Sulamasında Kullanılan Sulama Suyunun Kalitesi

İyi bir sulama suyunun toplam tuzluluk miktarı Ec=0.75 dS/m'den az olmalıdır. Eğer sulama suyu tuzlu ise mutlaka tuz düzeyi düşürülmelidir. Sulama suyunun içerdiği bor iyonları 0,55 ppm'den fazla ise, bu suyun iç mekan süs bitkilerinin sulamasında kullanılması önerilmez (Demirbaş, 2010). Soğuk, oksijen miktarı yetersiz olan, tuzlu ve kireçli sulama suları iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılmaz. Ayrıca saksılı süs bitkileri yağmur suyundan hoşlanırlar (Alp ve ark., 2011). Salon bitkisi olarak tanımladığımız bu bitkilerin su ihtiyaçları kapalı ortamlarda çeşmeden karşılanmaktadır. Belediyelerce şehir şebekesi sularına yoğun klorlama yapıldığı düşünülürse, yoğun klorlanan şehir sularıyla sulama yapıldığında, bitkilerin zarar görmesi oldukça yüksektir (Demirbaş, 2010). Özellikle; kardeşkanı bitkisi (*Dracaena*), kurdela bitkisi (*Cordyline*), maranta (*Maranta*) ve Kalatya (*Calathea*) gibi klor ve flora karşı duyarlı bitkilerde sulama suyunun içerdiği yüksek düzeydeki bu iki element nedeniyle sulama suyunun kalitesi sorun oluşturabilmektedir. İç mekan süs bitkilerinin sulamasında iyi kaliteli sulama suyunun kullanılması çok önemlidir. Bu nedenle flor ve klor duyarlılığı olan iç mekan süs bitkileri için, kullanılacak suyun birkaç gün bekletilerek, uygulamadan önce sudaki klor ve florun salınması sağlanabilmektedir. Peyzaj düzenlemelerinde, süs havuzu kenarlarında, su sıçramaları nedeniyle zarar görmesi muhtemel olan klor ve flora duyarlı bitkiler kullanılmamalıdır. Bunun yerine, hassas bitkiler uzağa taşınarak, kapalı havuz kenarına su sıçramalarını önlemek amacıyla duyarlı olmayan uzun lineer yapraklı bitkiler tercih edilmelidir (Pennisi, 2020). Aechmea (*Aechmea fasciata*), açelya (*Rhododendron simsii*), kamelya (*Camelia japonica*), ortanca (*Hydrangea macrophylla*) gardenya (*Gardenia jasminoides*), japon şemsiyesi (*Cycperus alternifolius*) gibi bitkilerin kalsiyum ve klor içeriği yüksek olan sulama suyu ile sulanmamaları gerekir. Bu bitkiler için yağmur suyu ya da destile suyun kullanılması

önerilir (Bayçin-Korkut, 1998; Veliağagil, 1998).

Sulamalar düzenlenirken genel olarak bitkilerin toprak nem isteği göz önünde bulundurulmalıdır. İç mekan süs bitkilerinin ihtiyaç duyduğu su miktarı, gelişme dönemi süresince aktif büyüme döneminde daha fazla miktarda olacak şekilde uygulanmalıdır. Bitkiler etkin gelişme dönemlerinde dinlenme dönemine göre suya daha çok gereksinim duyar (Alp ve ark., 2011). Bitkilerin dinlenme dönemine girdiği periyotta ise gereksinim duydukları su miktarı daha az olduğu için, bu dönemde bitkilere daha az miktarlarda su uygulanmalıdır. Bitkilerin bulunduğu salon, oda, lobi gibi kapalı ortamlar açık bahçe şartları ya da sera şartlarındaki gibi bitki yetiştiriciliği açısından optimum koşullar oluşturmadığı için gelişim yavaş olduğundan bitkilere uygulanan su miktarı azaltılmalıdır. Bitkinin yetiştirildiği saksı harcının nem içeriği tarla kapasitesi düzeyinde kalmalıdır. Saksı ortamına ilişkin nem düzeyi doyma noktasına çıkarılacak kadar nemli ya da solma noktasına inecek kadar kuru duruma getirilmemelidir. Bunu sağlayabilmek için, saksı içerindeki bitki sık aralıklarla az miktarlarda su uygulamasına tabi tutulmalıdır (Bayçin Korkut, 1998; Boztok, 1997; Demirbaş, 2010).

Birkaç istisna dışında, saksı içerisindeki harca dokunulduğunda kuru hissi veriyorsa iç mekan süs bitkilerinin sulanması gerekmektedir. Bitkilerin bulunduğu saksı içi neminin elle kontrol edilmesi yöntemi, harcın su içeriği hakkında kabaca bir fikir edinilmesini sağlayacaktır. Ancak, saksı harcının kuruma hızına bağlı olarak sulama sıklığı da değişmektedir. Bu durum, saksı kuruma hızı ile sulama sıklığı arasındaki ilişkiye göre iç mekan süs bitkilerinin sulamalarının düzenleneceği anlamına gelmektedir. Bu amaçla, saksı yüzeyinin altında kalan kısımların da kuru olduğundan emin olmak için saksının 1-2 cm içerisine kadar parmak uçları sokularak harç nemi kontrol edilmelidir. Daha sağlıklı sonuçlar elde etmek amacıyla basit, ucuz ve kullanımı kolay saksı tipi nemölçer adını verdiğimiz sulama sensörleri (göstergeleri) satın alınarak kullanılabilir (Şekil 1). Bunun yanı sıra, ortak bitkilerin veri tabanını içeren ve belirli bitki su ihtiyacını mevcut toprak nemi ile entegre eden bilgisayar destekli daha kapsamlı nem ölçme cihazları da piyasada bulunmaktadır. Ancak bunlar daha çok ticari iç mekan süs bitkileri üretimi yapan firmalarda fazla sayıdaki bitkilerin sulaması için geliştirilmiş sistemlerdir (Anonim, 2022e).

Şekil 1. *Saksı tipi nem ölçer (Kaynak: URL 1)*

Başka bir yöntem ise saksının ağırlığından hareket ederek, saksı su içeriği hakkında kabaca fikir sahibi olunmasıdır. Bu işlem ancak, ufak boyutlu saksılarda yetişen iç mekan süs bitkilerinde daha kolaylıkla uygulanabilir.

İç mekanlarda bitkiler, toplu olarak birlikte bulunmadıkları ve sayıca çok olmadıkları için, bir sulama sitemi kurulamayacağı gibi bir program dahilinde sulama yapılması da olanaklı değildir. Bu nedenlerle bitkilerin sulamasına yönelik daha pratik çözümlere yönelerek, bu doğrultuda sulama yapılması gerekmektedir. Bu amaçla temel olarak;

1. Üstten sulama

2. Dipten (alttan) sulama olmak üzere iki teknikten faydalanılmaktadır (Varış, 2017).

Üsten sulama uygulamasında; oda sıcaklığına sahip dinlendirilmiş iyi kaliteli su, olabildiğince bitki yaprakları ıslatılmadan saksı drenaj deliklerinden çıkış sağlanıncaya kadar uç kısmında su püskürten bir aparat bulunan bir kap ya da süzgeçli kova yardımıyla (Şekil 2) saksı içerisindeki yetiştirme harcına verilir. Sulamadan bir saat sonra saksı altında bulunan drenaj tabağında biriken drene olan su boşaltılarak ortamdan uzaklaştırılır (Çelik, 2013; Bayçin Korkut, 1998).

Şekil 2. *İç mekan süs bitkilerinin üstten sulamasında kullanılan süzgeçli su kovası (Kaynak: Orijinal Resim, Özlem Akat Saraçoğlu)*

Dipten (alttan) sulama ise bitkinin bulunduğu saksının, kendinden daha büyük başka bir kap, kova ya da doğrudan lavabo içerisine doldurulan oda sıcaklığındaki suyun içerisine daldırılıp çıkarılması esasına dayanır. Burada drenaj deliklerinden çıkan havanın su yüzeyinde kabarcıklar oluşturması beklenir. Su yüzeyinde hava kabacıklarının çıkışı durduğu anda tüm saksı içerisindeki harç kitlesinin tamamen sulandığı anlaşılmaktadır. Saksı su dolu ortamdan çıkarılarak, fazla suyun drene olması için saksı altı drenaj tabağı üzerine alınır (Çelik, 2013). Burada yarım saat bekletildikten sonra tabak içerisinde biriken drene olan su ortamdan uzaklaştırılır. İkinci bir sulamaya kadar saksı harcının tamamen kuru olması gerekmektedir. Bu teknik daldırma-kurutma tekniği olarak da isimlendirilmektedir. Ayrıca, sadece yaz aylarında ve drenaj sorunu olmayan, geniş çalı formu yapıya sahip saksılı bitkilerde uygulanması önerilen bir tekniktir (Veliağagil, 1998). Saksılı ev bitkilerinin sulamasında en uygun, çabuk, kolay ve etkin sulama tekniği, sulama kabıyla üstten sulamadır. Bitkiler su stresine girmeden, solma veya pörsüme görülmeden, hemen önce sulanmalıdır. Bitkilere verilen suyun, %10-20'sinin drenajı sağlayacak şekilde verilmesi gerekmektedir. Eğer tabaktaki suyun tamamı, kök ortamı tarafından emilmişse, saksıya tekrar su verilip %10-20 drenaj sağlanıp, saksı altındaki tabak hemen boşaltılmalıdır. Bu sulama; fazla su tutmayan ve çabuk drene olan, ağaç kabuğu ya da iri hindistan cevizi lifi (cocopeat) parçalarına dikilmiş, alttan sulama gerektiren orkideler dışında, tüm iç mekan süs bitkileri için kullanılabilir. Kök ortamının nem durumu kontrol edilmeden, drenaj noktasına kadar periyodik sulama yapılması (2-3 günde bir su verilmesi), kök ortamını sürekli ıslak tutacağından, kök çürüklüğü nedeniyle bitki kayıpları yaşanabilmektedir. Bitki besin elementlerinin yıkanarak ortamdan uzaklaşmaması amacıyla drenaj gerçekleştirilmeksizin sulama uygulamalarının yapılması yanlıştır. Bitkiler, kök bölgesi ortamından ihtiyaç duyduğu bitki besin elementlerini almaktadır. Bitki tarafından

alınamayan besin elementleri ise kök bölgesi ortamında birikerek tuzluluğun yükselmesine ve kullanılmayan elementlerinin toksik düzeye yükselmesiyle bitkilerin zarar görmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle, her sulamada verilen suyun %10-20' sinin drenajla kök bölgesi ortamından uzaklaştırılması gerekmektedir (Varış.2017).

Bitkileri homojen sulamanın en iyi yolu, uzun, dar ağızlı süzgeçli bir sulama kabı kullanmaktır. Ancak, sulama sırasında kovanın uç kısmındaki süzgeç çıkartılarak suyun doğrudan bitki kök bölgesine verilmesi sağlanarak yaprakların ve çiçeklerin ıslanması engellenmelidir. Böylece, hastalık oluşma riski önlenir (Anonim, 2022e). Ayrıca yetiştiriciliğin yürütüldüğü saksılar içerisindeki ortam açık alandaki zemin toprağından daha hızlı kurumaktadır. Saksı toprağı tipik olarak bahçe toprağından daha hafif ve daha az kompakttır. Bu nedenle saksı içerisindeki nem daha hızlı buharlaşmaktadır. Bu durumda bitki su eksikliği çekmektedir. Bu eksiği gidermek amacıyla bitkilere çok fazla su verilmesi ise köklerin çürümesine, bitki zararlıları ve hastalıkları oluşmasına neden olmaktadır (Anonim, 2022b). Bu soruna yönelik mevcut çözümler, saksı içerisindeki harç ortamı kuruduğunda bitkileri otomatik olarak sulamak ya da bitkilerin sürekli sulandığı damla sulama bazlı yöntemlere odaklanmaktır. Bunu başarmak için toprağın nem seviyesini, sıcaklığını ve bitkinin etrafındaki havanın nemini elde etmek için çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Bunun yanında, optimum zamanı ayarlamak için bulut teknolojileri ve derin öğrenme teknikleri kullanılmaktadır. Alınan veriler zaman serisi verileri olduğundan, bitkileri sulamak için en uygun zamanı tahmin etmek için bilgisayarlı modelleme tekniklerine başvurulmaktadır. Elde edilen değerler daha sonra programı satın alan kullanıcıya mobil uygulama üzerinden gönderilir. Bu çözüm yolu ile insanların bitkilerinin sağlığı konusunda endişelenmelerine gerek kalmadan bitki yetiştiriciliğinden keyif almaları sağlanmaktadır (Srithar et al., 2021). Bunun yanında, saksılı bitkilerin sulamasında tüm tekniklerin modernize edildiği sistemler de kullanılmaktadır. Bütün olumsuzlukları önlemeye yönelik olarak "saksılı bitkiler için kapillar sulama ve gübreleme sistemi" geliştirilmiştir. Yöntemin esası saksıların altında, besin elementleri ilave edilmiş şekilde hazır bulunan sulama suyunu ozmoz ve kapillarite ile su tutma ve iletme kapasitesi yüksek polipropilen malzemeden imal edilen mikro lifli jeotekstil materyal aracılığıyla saksı ortamına iletmektir. Böylece bitkilerin gereksinim duyduğu su ve bitki besin elementleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu zamanda ve miktarda uygulanabilmektedir. Bu sistemle işgücü ya da enerji kaynağı kullanılmaksızın uzun zaman kapalı kalan ve insan müdahalesi bulunmayan iç mekanlarda bile rahatlıkla bitkilerin kendi kendine sulanabilmesi mümkün olabilmektedir (Karaşahin, 2011).

İç mekan Süs Bitkilerinin Sulamasında Kullanılan Teknikler

Fitil Sulama Tekniği

Fitil sulama tekniği hem iç hem de dış mekan saksılı süs bitkilerinin sulama uygulamalarında kullanılan basit bir tekniktir (Şekil 3). Bu teknikte fitilin bir ucu bitkinin yetiştirildiği saksı içerisine, diğer ucu ise bir su kaynağı haznesine konulmaktadır. Fitil, saksı içi harcı kuruduğunda hazneden saksı harcına su çekebilecek emici özelliğe sahip bir malzemeden yapılmıştır. Genelde pamuk malzeme tercih edilmekle beraber pamuk malzemenin çabuk çürümesi nedeniyle naylon kompozit elyaf malzemeye daha çok yönelim gösterilmektedir (Anonim, 2022f). Birbirine yakında bulunan birden fazla saksı için fitil sulama tekniğinden kolaylıkla faydalanılabilmektedir. Her bir saksıdaki fitiller, ortak bir su kaynağını paylaşacak şekilde tasarlanmaktadır. Basit ve ucuza mal edilerek, 2 litrelik plastik pet şişelerin geri dönüştürülmesiyle de fitil sulama tekniği oluşturulabilmektedir. Fitil malzemesi, saksı harcı ortama doldurulmadan önce saksı içerisine yerleştirildiği gibi, süs bitkisi saksı içerisine dikildikten sonra da saksıya konulabilmektedir. Sağlıklı bir kök gelişimi için sulama suyunun bitki kökleri tarafından alınabilmesi gerekmektedir. Bunun için de fitil malzemenin saksı içerisine yerleştirilmeden önce tamamen ıslak olması ve saksının alt derinliklerine kadar yerleştirilmesi önemlidir (Anonim, 2022b).

Şekil 3. *Fitil sulama tekniği (Kaynak: URL 2, URL3)*

Şişe ile Sulama Tekniği

Şişe sulama tekniğinde, kılcal ve yerçekimi hareketi prensibi ile sulama suyunu yavaşça saksı harcı ortamına vermek ve bitki harcı ortamını gübrelemek amacıyla ile küçük bir su deposu kullanır (Şekil 4). Sulama küreleri ticari olarak mevcuttur, ancak aynı etki cam veya plastik şişelerle de elde edilebilir. Fitil sulama tekniğine benzer şekilde, şişe sulamada da bitkinin neme ihtiyacı olduğu için sulama suyu yavaşça saksı harcı ortamı tarafından emilir. Soda veya şarap şişesi malzemelerinin geri dönüştü-

rülmesiyle sulama yapılabilmektedir. Bu amaçla sivri uçlu şişelerden en iyi sonuç alınmaktadır. Şişe ile sulama tekniğinde şişe suyla doldurulur ve bitkinin tabanına yakın bir şekilde toprağa ters çevrilir. Zamanla şişe içerisindeki sulama suyu düzeyi azaldıkça tekrar doldurularak, düzenli olarak kontrol edilmelidir. Şişe sulama tekniğinde, bitkilerin yetiştirildiği saksıların daha derinlerine ulaşabildiği ve sulamayı gerçekleştirecek şişeyi dik tutmada denge sağlayabildiği için uzun ve sivrilen boyunları nedeniyle geri dönüştürülmüş şarap şişelerinin kullanması tavsiye edilir. Eğer bu amaçla geri dönüştürülmüş plastik bir şişe kullanılacaksa, şişe ucunun saksı içerisinde bitki kök bölgesine inebilmesi için bir şişe ucundan ya da şişe çivisinden yararlanılmalıdır (Şekil 5). Söz konusu şişe çivisi ek stabilite sağladığı gibi saksı içerisindeki harca yerleştirilmeden önce tüm suyun dökülmesini önlemek için şişenin açılmasını da engelleyecektir (Anonim, 2022b).

Şekil 4. *İç mekan süs bitkileri sulamasında kullanılan sulama küreleri (Kaynak: URL 4)*

Boru Tipi Derin Kök Sulama

Derin kök sulama yöntemi balkonlardaki, teraslardaki ve tüm iç mekanlardaki iç mekan saksılı süs bitkilerinde kullanabilmektedir. Bu sulama tekniğinin çalışma prensibinde, bitkinin hemen yanına ve kök civarına yakın olacak şekilde delikli bir PVC boru ya da delikli bir pet şişe yerleştirilmektedir (Şekil 5). Daha sonra üstten verilen su alt kısımda, saksı harcına gömülü olan boru veya pet şişe üzerindeki deliklerden yavaş yavaş süzülerek ve doğrudan bitkinin köküne ulaşmaktadır (Anonim, 2022b). Batırma çubuğunun üzerinde farklı büyüklüklerde delikler olursa, suyun toprağa geçme olasılığı yüksek ve deliklerin tıkanma riski az olmaktadır. Sulama suyunu taşıyan boruya dışarından yabancı madde, toz ya da böcek gibi istenmeyen maddelerin girmesini engellemek için üst kısmının mutlaka kapalı olması ya da takılıp çıkartılan kapaklara sahip olması ge-

rekmektedir. Kök bölgesine yerleştirilen batırma çubukları, yetiştiricilik yapılan saksının derinliğine ve bitki kök derinliğine bağlı olarak farklı uzunluklara sahiptir (Anonim, 2022g).

Şekil 5. *İç mekan süs bitkileri sulamasında kullanılan boru tipi derin kök sulama sistemi (Kaynak: URL 5)*

Otomatik Damla Sulama Kitleri

Saksılı süs bitkileri için damla sulama sistemleri büyük ve karmaşık sistemlerden birkaç bitkiden oluşan basit sistemlere kadar çeşitlilik gösterir. Basit bir kapalı mekan otomatik damla sulama sistemi, zamanlayıcı takılı bir pompadan ibarettir. Bu sistem, kurulumu ve kullanımı oldukça kolay olan çevre dostu bir sistemdir (Anonim, 2022h). Programlama seçenekleri oldukça basittir. Hangi sıklıkta ne kadar süreyle sulama uygulaması yapılacağına karar verilerek sulamalar programlanmaktadır. Bu yöntem, dijital sulama sisteminde bulunan bir pompa ve sulama zamanlayıcısı ile depodaki su korunarak, bitkilerin dekoratif görüntüsü bozulmadan yetiştiricilik yapılabilen verimli bir yöntemdir. Haznedeki mevcut su az miktarda ve kontrollü olarak bitki kök ortamına verildiği için tasarruf sağlanmaktadır. Saksılı iç mekan süs bitkilerini geleneksel diğer sulama tekniklerine kıyasla daha hassas ve verimli bir şekilde, doğru miktarda sulamak için damlatıcılardan yararlanılarak suyun bitki kök bölgesine pompalanması esası ile çalışır. İç mekan bitkileri sulamasında kullanılan akıllı otomatik zamanlayıcılı damla sulama sistemi özellikle evden uzun süreli uzaklaşıldığında, bitki kayıplarının önüne geçmeyi amaçlayan üstün özelliklere sahip son teknoloji ürünü sistemlerdendir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu eve dönünceye kadarki süre boyunca yetecek şekilde bir su kaynağı sağlamayı gerektirir (Anonim, 2022f). Bu sulama tekniğinde, pompa ve zamanlayıcı akıllı sulama sistemi bünyesinde birleştirilmiştir. Bu şekilde dijital zamanlayıcı sayesinde bitkiler uygun görülen sıklıkta sulanarak su stresi-

ne girmeksizin programlı bir şekilde otomatik olarak sulanabilmektedir. Saksı yüzeyinden buharlaşma kayıpları azaltılmaktadır. Böylece yabani otların ve diğer zararlıların gelişimine neden olan saksı harcı ortam nemi azaltılabilmektedir (Anonim, 2022b).

***Şekil 6**. İç mekan süs bitkileri sulamasında kullanılan otomatik damla sulama sistemleri (Kaynak: URL 6, URL 7)*

Kılcal Paspaslar (matlar)

Bitkilere su sağlamak amacıyla higroskopik malzemeden yapılmış kılcal paspaslardır (matlardır). Otomatik damla sulama sistemine kıyasla daha ucuzdur. Kılcal paspaslar ya da matlar da fitil sulama tekniğinin prensibine benzer bir şekilde çalışmaktadır. Tek fark fitil yerine kılcal paspas/mat yardımıyla sulama suyu bitki kök bölgesine dağıtılmaktadır. Ancak iç mekanlarda, bu tekniğin kullanılması durumunda saksıların bulunduğu masa yüzey neminin bozulmaması için, bu tekniğin kullanıldığı alanlarda paspasların/matların altına plastik örtü döşenmesi gerekmektedir. Sulama suyu, ozmoz ve kapillarite ile su tutma ve iletme kapasitesi yüksek higroskopik malzemeden imal edilen mikro lifli jeotekstil materyal aracılığıyla saksı ortamına iletilmektedir. Böylece bitkilerin gereksinim duyduğu su ve bitki besin elementleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu zamanda ve miktarda uygulanabilmektedir. Bu sistemle işgücü ya da enerji kaynağı kullanılmaksızın uzun zaman kapalı kalan ve insan müdahalesi bulunmayan iç mekanlarda bile rahatlıkla bitkilerin kendi kendine sulanabilmesi mümkün olabilmektedir (Karaşahin, 2011). Bunların yapısı derin palet ve küçük bir iç tepsi ile kapiller paspastan/matdan oluşur (Şekil 7). İç mekan bitkileri için geliştirilmiş otomasyonu sağlanmış kılcal matlar bulunmaktadır.

Şekil 7. *İç mekan süs bitkileri sulamasında kullanılan kılcal paspaslar/matlar (Kaynak: URL 8)*

Akıllı Saksılar

Akıllı saksı ismiyle bilinen, kendini kendini sulayan veya bakım istemeyen bu saksılar, tatil dönemlerinde iç mekan süs bitkilerinin sulanmasında kullanılmaktadır. Ancak, akıllı saksıların kış aylarında kullanılması, özellikle bitki kök bölgesi ortamının sürekli nemli tutulmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bu saksı yapılarında drenaj delikleri bulunmadığından, EC (elektriksel geçirgenliğin) düzeyinin yükselmemesine dikkat edilmelidir. Bu saksılarla yapılan sıvı gübreleme işlemlerinde en düşük seviyede bitki besin elementi kullanılmana dikkat edilmelidir (Varış, 2017).

Şekil 8. *İç mekan süs bitkileri sulamasında kullanılan akıllı saksılar (Kaynak: URL 9)*

Sonuçlar

Sonuç olarak iç mekan süs bitkileri sulama uygulamalarında dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

- Her sulama uygulamasında, iç mekan süs bitkilerine verilen suyun %10-20' sinin drene olarak kök bölgesi ortamından uzaklaştırılması sağlanmalıdır.

- Saksı ortamına ilişkin nem düzeyi doyma noktasına çıkarılacak kadar nemli ya da solma noktasına inecek kadar kuru duruma getirilmemelidir.

- Saksıların dibinde yoğun tuz içeren sulama suyunun birikmesini önlemek için, iç mekan süs bitkisi yetiştiriciliğinin drenaj çıkış delikleri bulunan saksılarda yapılması gerekmektedir.

- Süs bitkisinin yetiştirildiği saksı harcını yeterli düzeyde nemli tutabilmek için; bitkinin tutulduğu iç mekan şartları kadar yetiştirilen bitkininin türü, cinsi, büyüklüğü, yaşı, bitkinin gelişme evresi, saksı harcının mevcut nemi, yetiştiriciliğin yapıldığı saksının büyüklüğü, yetiştiriciliğin yapıldığı mevsim gibi çevre koşullarını da dikkate alarak süs bitkisinin gereksinim duyduğu kadar sulama suyu verilmelidir.

Etli yapıya sahip yaprakları bulunan kaktüs ve sukulent grubu süs bitkilerinde, yetiştiriciliğin yapıldığı saksı harcı tamamen kuruduğunda sulamalar yapılmalı ve sulama uygulamaları daha az sıklıkta gerçekleştirilmelidir (Anonim, 2022d).

Bitki büyümesinin daha yavaş olduğu ve sıcaklıkların daha düşük olduğu kış aylarında sulama sıklığını azaltılmalıdır.

Sulamalar düzenlenirken genel olarak bitkilerin saksı harcı nem isteği göz önünde bulundurulmalıdır. Saksı harcı içeriğindeki yüksek nem düzeyinin önlenebilmesi için saksı drenaj deliklerinden çıkan ve saksı tabaklarına boşalarak biriken su boşaltılmalıdır.

Yumuşak, tüylü yapıya sahip yaprakları bulunan etli yapraklı iç mekan bitkileri, kaktüsler ve sukulent grubu iç mekan süs bitkilerinin yapraklarına ve gövdelerine sulama uygulamaları sırasında su değdirilmemelidir. Ancak, çoğu bromeliad grubu bitkilerde ise sulama uygulaması, bitkinin merkezinde bulunan konik yapıdaki brakte (farklılaşmış) yaprak içerisine suyun verilmesi şeklinde yapılmalıdır (Anonim, 2022d).

- İç mekanlarda yetiştirilen bitki türünün ihtiyaç duyduğu suyun kalitesinin de iyi bilinmesi oldukça önemlidir. İç mekan süs bitkilerinin sulamasında iyi kaliteli sulama sularının kullanılması çok önemlidir. Soğuk, oksijen miktarı yetersiz olan, tuzlu, florlu, klorlu ve kireçli sulama suları iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılmaz. Bazı süs bitkileri bitkilerin özel istekleri bulunmaktadır. Bitkilerin bu istekleri bilinerek karşılanacak şekilde sulamaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Akat, H., Şahin, O., Demirkan, Ç.G. ve Akat Saraçoğlu, Ö. (2017). *Süs Bitkisi Üretim Teknikleri* (Ed. İ. Yokaş). Ankara: Efil Yayınevi, 146 s.

Akat Saraçoğlu, Ö. (2021). The potantial of jute (*Corchorus olitorius* L.), a geotexile material, under saline soilless culture conditions in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 20 (1), 397-411.

Alp, Ş., Onat, İ., Kupik, M. (2011). *Süs Bitkisi Üretim Teknikleri ve Bakım İstekleri*. http://www.ana-doluparkbahceler.com/kitap.php?kitap=sus-bitkileri-uretim-ve-bakimi (Erişim tarihi: 28.04.2022)

Anonim, (2022a). https://www.sweetbushinc.com/blogs/blog/113036-importance-of-indoor-plants-and-plant-caring-tips#.YmHRBrhBzIU (Erişim tarihi: 25.04.2022)

Anonim, (2022b). https://www.notsomodern.com/automatic-watering-potted-plants/n (Erişim tarihi: 28.04.2022)

Anonim, (2022c). https://www.ankara.bel.tr/files/9614/3826/3682/Salon_Bitkileri.pdf (Erişim tarihi: 28.04.2022)

Anonim, (2022d). Beginner's guide to watering indoor plants (loveproperty.com) (Erişim tarihi: 28.04.2022)

Anonim, (2022e). https://pss.uvm.edu/ppp/articles/hseplant.html (Erişim tarihi: 30.04.2022)

Anonim, (2022f). https://www.plantmaid.com/best-indoor-plant-watering-systems-for-holidays/ (Erişim tarihi: 01.05.2022)

Anonim, (2022g). https://mevsimlikcicekbakimi.blogspot.com/p/ipyontemi-ile-sulama-seyahate-ckan.html (Erişim tarihi: 03.05.2022)

Anonim, (2022h). 10 Best Automatic Watering Systems for Indoor Plants – Planet Renewed (Erişim tarihi: 15.05.2022)

Bayçin-Korkut, A. (1998). *Çiçek Yetiştiriciliği.* İstanbul: Hasat Yayıncılık Yayınları.

Boztok, Ş. (1997). *Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Temel İlkeler*. Yalova: Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 27.

Çelik, H. (2013). *Süs Bitkileri ve Peyzaj. (İç Mekân Süs Bitkileri, Tek Yıllık Bahçe Çiçekleri ve Peyzaj)* Genişletilmiş II. Baskı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 54, Samsun, 201s.

Davison, E. (2022). *İnterior Plants: Selection and Care, Cooperative Extension.* Tuscon, Arizona. https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1025.pdf (Erişim tarihi: 10.05.2022)

Demirbaş, A.R. (2010). *Süs Bitkileri Yetiştiriciliği*. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/sus_bitkileri_yetistiriciligi.pdf (Erişim tarihi: 30.03.2022)

Han, K.T. & Ruan L.W. (2019). Effects of Indoor Plants on Self-Reported Perceptions: A Systemic Review. *Sustainability,* 11(16), 4506.

Karaşahin, M. (2011). Saksılı bitkilerin Açık Alanda Kapillar Yöntem İle Sulanmasında Su İletim Sayısı ve Toprak Yapısının Su Tüketimi Üzerine Etkileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(4),1-8.

Pennisi, B.V. (2020). Growing Indoor Plants with Success. University of Georgia Extension, *Bulletin* 1318, 26 p.

Sonneveld, C. (2000). *Effects of Salinity on Substrate Grown Vegetables and Ornamentals in Greenhouse Horticulture*. Doctoral Thesis (Ph.D. Dissertation), Wageningen University, The Netherlands.

Srithar, V.K., Vishal Vinod, K., Mona Sweata, S.K., Karthika Gurubarani, M. & Abirami, K. (2021). A Smart Plant Watering System for Indoor Plants with Optimum Time Prediction for Watering. In: Inventive Systems and Control. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 204. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-1395-1_34

URL-1, https://www.trendyol.com/mutlu-saksi/akilli-saksi-nem-olcer-p-88195029 (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-2, MUCIAKIE 4/5/6/8mm 5 100m kendini sulama fitil kablosu ekici Pot DIY otomatik yavaş salınımlı esneklik cihazı sulama sistemi|Watering Kits| - AliExpress (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-3, https://img.lybadvice.com/img/outdoors-gardening/322/Watering-Plants-While-on-Vacation_16.jpg (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-4, Bitki sulama ampul kendi kendine sulama cihazı Pot otomatik Houseplant saksı ampul küre bahçe sulama sistemi için bitki 3/6 adet| | - AliExpress (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-5, https://mevsimlikcicekbakimi.blogspot.com/p/ipyontemi-ile-sulama-seyahate-ckan.html (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-6, https://www.plantmaid.com/best-indoor-plant-watering-systems-for-holidays/ (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-7, https://tr.celtic-hearts.com/10616-best-automatic-watering-system-for-indoor-plants.html (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-8, İç mekan bitkilerinin otomatik sulama sistemi. Kapalı su bitkileri nasıl yapılır (fehrplays.com) (Erişim tarihi: 16.05.2022)

URL-9, Saksı ve Ekiciler: aliexpress'te ücretsiz gönderimle Saksı ve Ekiciler satın alın (Erişim tarihi: 16.05.2022)

Varış, S. (2017). S*aksılı Bitkilerde Sulama Bilimi ve Sanatı.* Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi, 10 Mayıs 2017. https://www.plantdergisi.com/prof-dr-servet-varis/saksili-bitkilerde-sulama-bilimi-ve-sanati.html (Erişim tarihi: 16.05.2022)

Veliağagil, H.T. (1998). *Salon Bitkileri*. Ankara: Nurol Matbaacılık, 6. Basım.

Bölüm 2

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE PEYZAJ MİMARLIĞI ÇALIŞMALARI

Melda KÖSE[1]

Handan ÇAKAR[2]

Özlem AKAT SARAÇOĞLU [3]

1 Öğr. Gör, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, melda.kose@ege.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-7822-0199

2 Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, handan.cakar@ege.edu.tr, Orcid No: 0000-0001-7209-5545

3 Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, ozlem.akat@ege.edu.tr, Orcid No: 0000-0003-1680-783X

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte; kentleşme, sanayileşme ve insan ihtiyaçları da çeşitlenerek artmaya başlamıştır. Bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için doğal kaynaklardan aşırı ve düzensiz faydalanılmaya başlanmış ve bunun sonucunda da toprak ve su kaynaklarının zarar görmesi, sel, çığ, erozyon şeklinde oluşan felaketler, yaban hayatının zarar görmesi, türlerin doğadan kaybolmasıyla biyolojik çeşitliliğin azalması, orman ekosistemlerindeki tahribatlar gibi onarılması güç hatta geri dönüşümü olmayan zararlar meydana gelmiştir. Özellikle enerji alanındaki gereksinim nedeniyle sanayi devriminden itibaren giderek artan bir hızla kullanılmaya başlanan fosil yakıtlar, ulaştırma ve tarım faaliyetlerine bağlı oluşan kirlilik, ormanlardan izinsiz faydalanma ve arazi kullanım değişikliği gibi faaliyetler atmosferde yoğunluğu giderek artan sera gazı birikimine sebep olmuştur. Atmosferde yoğun bir şekilde biriken sera gazları ise, insanoğlunun tarih boyunca karşılaştığı en büyük ölçekli, en karmaşık ve en ciddi tehdit olarak küresel iklim değişikliğini ortaya çıkarmıştır (IPCC, 2014).

İklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının atmosferde bulunan miktarı sera gazı emisyonu olarak ifade edilmektedir. Sera gazı emisyonu, büyük oranda kentlerdeki insan faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir. Sera gazı emisyonlarında büyük rolü olan ormansızlaşma ve arazi kullanımı değişikliğinin yoğun olarak yaşandığı yerler olarak görülen kentlerin, aynı zamanda bu olumsuzlukları ortadan kaldıracak çözümün de odak noktası olduğu bilinmektedir.

Kentlerin ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan insanlar için cazibe merkezi haline gelmesiyle birlikte kentlerin nüfusu hızla artmıştır. Nüfusun kentlerde yoğunlaşmasıyla birlikte de iklim değişikliğinin belirtilen etkileri, özellikle kentlerde bir takım olumsuzluklar ortaya çıkartmıştır. İklim değişikliğinden kaynaklı aşırı hava olayları sonucunda kentlerde mülkler ve altyapı sistemleri zarar görmekte, arıtma ve güvenilir içme suyuna erişimde güçlükler yaşanmakta ve kentlerdeki yaşam kalitesi aksi yönde etkilenmektedir. IPCC tarafından yapılan gelecek senaryolarında iklim değişikliği kaynaklı afetlerde niceliksel artışların yanı sıra sıklık ve şiddet bakımından da artışlar olacağı bilimsel olarak ortaya konulmuştur (IPCC, 2014; IPCC, 2016).

Kentler, bulundukları alanların sınırlarını zorlayarak etrafındaki doğal çevre için de tehdit oluşturmaya başlamışlardır. İklimsel koşulların değişmesiyle birlikte de flora ve faunanın da değişeceği ve gelecek nesillerin bugünkü doğal çevreden çok daha farklı bir çevreyle karşılaşması kaçınılmaz olacağı ifade edilmektedir (NCA, 2018). Bu bağlamda gelecekte kentlerin iklim değişikliğine dayanıklı, değişen çevresel etkilere uyarlanabilir,

enerji etkin bütüncül peyzaj planlama ve tasarım yaklaşımlarıyla, karbon emisyonunu azaltan ya da sıfıra indiren kendi kendine yetebilen yaşam çevrelerini hayata geçiren düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

İklim değişikliği ile mücadelede uluslararası toplumlar tarafından birçok çalışma gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Ancak bu çabaların başarıya ulaşabilmesi için sera gazı emisyonlarının azaltılması (özellikle iklim değişikliğine sebep olan insan faaliyetlerinin yoğun olduğu kentlerde), iklim değişikliğinin etkilerine karşı uyum sağlanması ve oluşabilecek risk analizlerinin yapılması önem arz etmektedir. Bunlarla birlikte kentlerin tekrardan planlama ve tasarım çalışmalarıyla önemle ele alınması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliğine yönelik azaltım ve uyum faaliyetleri kapsamındaki çalışmaların olumlu sonuçlar vermesi açısından büyük öneme sahip konumda bulunan kentler, yeniliklerin ve büyümenin ana merkezi olarak görülmektedir (EEA, 2016). Fakat kentler aynı zamanda yüksek seviyede enerjinin harcandığı merkezlerdir ve yoğun olarak sera gazı ve atık üretmektedirler. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gittikçe daha fazla miktarda enerji (ulaşım, imalat, ışıklandırma, klima tesisatı, vs.) tüketilmektedir.

Birleşmiş Milletler (BM)'in 2016 yılında yayınladığı HABİTAT Dünya Kentleri Raporu'nda %54'ü kentlerde yaşayan dünya nüfusunun, toplamda 7 milyar kişiye ulaştığı belirtilmiştir. Kentlerdeki nüfus oranının 2050 yılında %70'e çıkacağı tahmin edilen bu raporda ayrıca, dünyadaki enerji tüketiminin yaklaşık %75'inden ve küresel sera gazı emisyonlarının da %70'inden kentlerin sorumlu olduğu belirtilmiştir (UN-Habitat, 2016). Sonuç olarak kentler, iklim değişikliğine sebep olmakla beraber aynı zamanda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine de en çok maruz kalan yerler olmaktadır.

Bu çalışmada iklim değişikliği ile mücadelede kentlerdeki peyzaj mimarlığı çalışmalarının öneminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda iklim değişikliğiyle mücadele temelinde enerji etkin yönetime dayalı ve ekolojik yaklaşımı benimseyen kentsel planlama ve tasarım alanında ülkemizde ve dünyada uygulanmış çalışmalar incelenmiştir. Sonuç olarak yoğun kentleşmenin yaşandığı yerlerde küresel ve yerel ölçekteki çevresel tehditlerin önüne geçebilecek bütüncül planlama ve tasarım yaklaşımlarının ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. İklim Değişikliği ve Peyzaj Mimarlığı

Kısa dalgalı güneş ışınları ile ısınan yeryüzünün geceleri yaydığı uzun dalgalı sıcaklık enerjisinin büyük bir bölümü, atmosferde belirli miktarlarda bulunan doğal sera gazları tarafından tutularak yeryüzünün soğuması engellenmektedir. Milyonlarca yıldır yerküredeki aşırı soğumanın engellenmesi ve ısı dengesinin düzenlenmesi, atmosferdeki doğal sera

gazları sayesinde sağlanmaktadır ve bu doğal süreç "Sera Etkisi" olarak adlandırılmıştır. Ancak, sera gazlarının küçük bir kısmı doğal yollarla oluşurken, %90'a yakın kısmı insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır (Engin, 2010). Fosil yakıt kullanımı başta olmak üzere, doğanın bir sınırı yokmuş gibi düşünülerek gelişmeye yönelik gerçekleştirilen tüm insan faaliyetleri atmosferde biriken sera gazı miktarının artmasına ve dolayısıyla yerkürenin sıcaklığının yükselmesine neden olmaktadır (Uncu, 2019). İnsan faaliyetleri sonucu oluşan başta karbondioksit olmak üzere karbonmonoksit, metan, azotdioksit, su buharı gibi sera gazları atmosferde fazla miktarda birikerek, ışınım dengesinde değişime neden olmakta ve böylece yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasına yol açarak iklim sistemini etkilemektedir. İklim, genellikle uzun dönemde gözlemlenen yağış, sıcaklık, nem, rüzgâr gibi tanımlamalar kullanılarak ifade edilmektedir. Tüm canlıların yaşamsal koşullarını şekillendiren iklim kavramı, küçük ölçekli bileşenler arasındaki etkileşim ve geri beslenim mekanizmaları ile ortaya çıkan dinamik ve büyük ölçekli bir sistemi ifade etmektedir (Erlat, 2009). İklim, yerkürenin 4.5 milyar yıllık jeolojik tarihi boyunca birçok kez değişmiştir. Jeolojik dönemlerde deniz seviyesindeki değişimler ve buzul hareketleri iklim sisteminde, kıtalar coğrafyası ve ekolojik sistemlerde kalıcı değişimlere neden olmuştur (Türkeş, 2003). Karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen bu doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı bir şekilde küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan değişiklikler, iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (BMİDÇS, 2002). IPCC, iklim değişikliğini doğal faktörler ve/veya insan faaliyetleri sonucunda iklim sisteminde meydana gelen değişim olarak tanımlamaktadır (IPCC, 2016).

Genel olarak iklim değişikliği, yüzyıllar veya daha uzun dönemlerde iklim elemanlarında görülen değişimlerin küresel boyutta artış veya azalış yönündeki eğilimler olarak görülmesidir. Ancak, son zamanlarda bu iklim elemanlarındaki değişimin hızlı ve ani olmasının sebebinin sanayi devriminden itibaren insan faaliyetlerinden kaynaklandığı bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur.

İklim değişikliğine neden olan atmosferdeki sera gazlarının etkileri, içerisindeki gaz oranlarına ve miktarlarına, atmosferde kalma sürelerine ve sıcaklığı tutma kapasitelerine bağlıdır. Örnek olarak kızıl ötesi ışınları tutma bakımından metan, karbondioksite oranla daha yüksek kapasiteye sahiptir. Metanın küresel ısınma potansiyeli karbondioksitin yirmi bir katı olmasına rağmen, karbondioksit en fazla üretilen sera gazı olması sebebiyle sera etkisinin ana nedenini oluşturmaktadır (Dulkadiroğlu, 2018).

İklim değişikliğinin başlıca nedeni fosil yakıt kullanımıdır. Atmosferdeki karbon emisyonunun en büyük nedenini fosil yakıtların (petrol, kömür ve doğal gaz gibi) ekonomik ve sosyal hayatın hemen hemen tüm

alanlarında yaygın olarak kullanımı oluşturmaktadır. Fosil yakıtlardan üretilen enerji en çok sanayi üretimi, ulaşım, aydınlatma, ısıtma ve soğutma alanlarında kullanılmaktadır. Son yıllardaki yenilenebilir kaynakların enerji üretimindeki payında artış olmasına rağmen, halen temel enerji kaynağı olarak fosil yakıt kullanımı devam etmektedir (Uncu, 2019).

Karbon emisyonuna sebep olan diğer faaliyetler ise:

— Yeşil alanların kaybı ve ormansızlaşma,

— Geniş ölçekli sanayileşmiş tarım ve hayvancılık faaliyetleri,

— Sürdürülebilir olmayan yapılaşma ve kentleşme (Uncu, 2019).

Günümüzde iklim değişikliği, yerküremizin karşı karşıya kaldığı en ciddi tehlike olarak görülmektedir. Son yüzyılda yeryüzü sıcaklığında ortalama yaklaşık 1°C artış yaşanmış ve bu artış zaman geçtikçe daha da hızlanmıştır. Bunun sonucunda buzullarda erimelerin başlamasıyla birlikte, deniz seviyelerinde yükselmeler başlamış, aşırı hava olaylarının hem sayısı hem şiddeti artmış, sıcak hava dalgaları çok daha sık bir şekilde meydana gelmeye başlamıştır. Ayrıca, su taşkınları ve sellerin yanı sıra kuraklık oluşması ve su varlığının azalması, biyoçeşitliliğin azalması, gıda krizi gibi birçok felaket de ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliği insanlarla birlikte flora ve fauna üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. 2030-2052 yılları arasındaki sıcaklık artışının 1,5°C civarında tutulamaması durumunda, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin katlanarak artacağı tahmin edilmektedir (Uncu, 2019).

Peyzaj mimarlığı, 21. yüzyılın ana dinamikleri olan iklim değişikliği, doğal afetler ve küresel kentleşme konularını içermektedir. Peyzaj mimarları, birbirleriyle ilişkili olan bu konulara bilimsel, bütüncül bakış açısı ve hayal gücü ile hitap edebilmektedir. Günümüzde peyzajdan ekolojik hizmetler sistemi, sosyal ilişkilerin bir ifadesi, tasarlanmış açık alan ile yabanıl alanlar arasında bir denge unsuru ve belirli bir alandaki yaşamı ifade eden kompleks (doğal ve insan-temelli ekosistemler mozaiğinden oluşan) sosyo-ekolojik bir sistem olarak bahsedilmektedir (Yörüklü, 2021).

Kırsal ve kentsel peyzaj alanları kent ve yöre halkına birçok yarar sağlamakta ve bu nedenle, iklim değişikliğinin bu alanlar üzerine olan etkilerinin araştırılması, değerlendirilmesi ve peyzaj dirençliliğini arttırmaya yönelik holistik stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Melnick vd., 2016).

Bu bağlamda, Peyzaj Mimarlığı, küresel iklim değişikliğinin ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel alandaki olumsuz etkilerini azaltma ve uyum sürecinde aktif görev alması gereken bir meslek disiplini olarak karşımıza çıkmaktadır (Landscape Institute, 2008).

Peyzaj mimarları ise bilimsel ve sanatsal ilkeleri birleştirerek doğal alanların ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve insanlar için daha sağlıklı ve yaşanılabilir mekanların planlanması ve tasarlanmasını sağlamaktadırlar (Landscape Institute, 2008). Bu sebeple, mevcut ekosistemlerin korunmasına yardımda bulunmak, hasar görenleri onarmak ve kaybedilenleri yeniden oluşturmak için önemli bir konuma sahiptirler. Bu çerçevede, Peyzaj Mimarları peyzaj planlama ve tasarım çalışmaları ile küresel iklim değişikliğiyle mücadeleye önemli katkı sağlayabilirler (Çetinkaya ve Uzun, 2014).

Küresel iklim değişikliklerin başlıca sorumlusu kentler olduğu gibi yereldeki etkilerinin en belirgin yaşanacağı yerlerin de kentler olacağı belirtilmektedir (Uncu, 2019). İklim değişikliğinin etkilerine karşı daha hazırlıklı bir kent oluşturabilmek için yeşil altyapı ve ekosistem servisleri ele alınmalı, arazi örtüsü değişimi, kentleşme ve iklim değişikliği ile ilgili ayrıntılı modeller üretilmelidir (PAD, 2019). Bu doğrultuda, kentsel değişimler için ekolojik, kültürel ve bölgesel sonuçlar araştırılmalıdır.

Şehirler şehir planlama ve peyzaj tasarımları yardımıyla toplumun talep ettiği düzeye dönüştürülebilmektedir. Kentsel yenilenmede benimsenmesi gereken yaklaşım kapsayıcı ve yenilikçi olmalıdır. Ancak bu şekilde şehirler uzun süredir uğraştıkları iklim değişikliği azaltım ve uyum çalışmalarını hayata geçirebilecektir. Böylece geleceğin şehirleri ve peyzajları giderek değişen çevresel etkilere karşı daha dayanıklı ve uyum gösterebilir hale gelebilecektir (Yörüklü, 2021).

NASA'ya göre yeryüzünün en büyük 40 kenti, CO_2 emisyonlarının üçte birinden sorumludur. Bu koşullar sonucunda oluşacak olayların (sellerin ve kuraklıkların daha sık ve yoğun bir biçimde yaşanması, yüksek sıcaklıklar, yağış düzeyleri ve şekillerindeki değişiklikler ya da şiddetli hava olayları) yaşam ortamlarını, ekosistemleri ve ülke ekonomilerini etkilemesi beklenmektedir (EEA, 2016). Lancet Countdown 2020 raporuna göre; 2019'da, 468 küresel kent merkezinin yalnızca 42'si (% 9), özellikle beş başkent dahil olmak üzere, çok yüksek ile olağanüstü yüksek yeşil alan seviyelerine sahiplerdir. Endişe verici bir şekilde, 156 milyondan fazla insana ev sahipliği yapan ve 21 başkenti de içeren 49 (% 10) kent merkezi, çok düşük kentsel yeşil alan seviyeleri ile dikkat çekmektedir. Bu durum kentlerin, iklim değişikliğinde azaltım ve uyum çalışmalarındaki yetersizliğini ortaya koymaktadır. Çünkü kentler iklim değişikliğiyle ilgili sorunların yanında aynı zamanda çözümün de anahtarıdır. Medeniyetin, yatırımların ve yeniliklerin merkezi olmaları sebebiyle kentler içerdikleri pratikler dolayısıyla iklim değişikliğinin en baş sorumlusu olarak görülmektedir (Uncu, 2019). Bu verilerden yola çıkarak iklim değişikliği azaltım ve uyum çalışmalarında hem kırsal hem de kentsel peyzaj çalışmalarının önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

3. İklim Değişikliği İle Mücadelede Peyzaj Mimarlığı Çalışmaları

3.1. Dünyada İklim Değişikliği ile Mücadele Bağlamında Yapılan Örnek Çalışmalar

3.1.1. Cheonggyecheon, Seul-Kore

Cheonggyecheon Nehri Restorasyonu olarak adlandırılan proje, 2002 ile 2005 yılları arasında uygulanmıştır. Günde 170.000'den fazla araç taşıyan 10 şeritli karayolu kaldırılmış ve bu cadde, özel araç kullanımı yerine toplu taşıma kullanımını ve çevre açısından daha sürdürülebilir, yaya odaklı kamusal alana dönüştürülmüştür (Kırkık Aydemir vd., 2018). Saatte 118 mm'lik yağışı kaldırabilecek nitelikte tasarlanan proje ile bölgenin sel baskınlarını önleyebilecek bir hale gelmesi de amaçlanmıştır. 2003-2008 yılları arasında biyoçeşitliliğin yaklaşık yüzde 600 gibi bir oranla arttığı belirtilmiştir. Birçok bitki, kuş, balık ve böcek türü alana yerleştiği ifade edilmiştir. Hem yeşil alan hem de sulak alan olarak tasarlanan proje, kentsel ısı adası etkisini azaltmakla birlikte kenti iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı da dirençli hale getirmiştir. Ayrıca, trafikten kaynaklanan kirliliğin kaybolması, kentin havasının tazelenmesi ve bölgede sağlıklı mekan oluşması projenin kente kazandırdığı en önemli sonuçlar olarak gösterilmektedir (Kırkık Aydemir vd., 2018).

Şekil 1. *Cheonggyecheon Nehri Restorasyon Projesi öncesi ve sonrası (URL-1, 2022)*

3.1.2. Ang Mo Kio Park, Bishan - Singapur

Singapur'daki en uzun nehir olan Kallang Nehri, şehir merkezinden yaklaşık on kilometre boyunca akmaktadır. 2007 ve 2010 yılları arasında yapılan projenin temel amacı, beton kanalın kapasitesini artırmak ve mevcut parkı, suya duyarlı bir kentsel tasarım yaklaşımı ile yakındaki mahallelerle tam entegre işlevsel bir parka dönüştürmektir. 62 hektar büyüklüğündeki park, biyoremediasyon ve toprak biyomühendisliğinin, oldukça kentleşmiş bir tropik şehirde yağmur suyunu ve taşkınları yönetmek için etkili bir şekilde kullanılabilecek teknikler olduğunu göstermektedir. Bu

özelliklerinin yanında Bishan-Ang Mo Kio Park malzemeleri geri dönüştürerek sadece bir eğlence merkezi değil, aynı zamanda eğitici ve ekolojik bir merkez de olmaktadır. Parkta, oluşturulan nehir suyunu ve akıntıyı arındıran 15 farklı hücre ve dört terastan oluşan yapay bir sulak alan bulunmaktadır (PUB, 2014). Bu sayede, nehir doğallaştırılmış ve buradaki biyolojik çeşitlilik arttırılmıştır. Parkın bu şekilde yeniden tasarlanmasıyla birlikte biyoçeşitliliğin %30 arttığı ifade edilmektedir. Parkta şu anda 60'tan fazla kır çiçeği türü, 50'den fazla kuş türü ve bazıları bir doğa rezervinin dışında nadiren görülen 20'den fazla yusufçuk türü bulunmaktadır. Su samurları gibi daha büyük faunalar da nehirde tespit edilmiştir. Nehir sadece parka daha iyi entegre edilmekle kalmamış, aynı zamanda park, insanları Singapur'un flora ve faunasıyla bütünleştirmeye de hizmet eder duruma getirmiştir (Hauber, 2014).

3.1.3. Tanner Springs Park, Portland- Amerika

Proje alanı, 1800'lerin sonlarında Willamette Nehri'nin doğal bir kolu olan sulak alandı. 1890 yılı civarında sulak alanlar kurutulmuş, sanayi ve demiryolu gelişimindeki artışa yol açmak için ekosistem bozulmuştur. Projenin temel amacı sadece yağmur suyu yönetimi sağlamak değil, aynı zamanda sahanın bir zamanlar akarsulardan beslenen sulak alan özelliklerini de eski haline getirmektir. Bu proje bölgedeki bozulan ekolojik alanları ve habitatı tekrar hayata döndürmeyi hedeflemektedir. Tanner Springs Park'ın yeni tasarımında yağmur suyu, çevredeki sokak ve yollardaki geçirimsiz yüzeylerden ziyade parka akarak doğal bir temizleme sistemi içinde kentsel sulak alan oluşumunu sağlamaktadır. Park günümüzde, yağmur sularının verimli bir şekilde arıtıldığı ve yönetildiği bir kentsel sulak alan parkı haline gelmiştir (Land8, 2015).

3.1.4. Freiburg - Almanya

Freiburg'da, Almanya'nın yeşil şehri olma hedefinden yola çıkarak iklim koruma politikası ile sera gazı emisyonlarının sebep olduğu küresel ısınma karşısında alınması gereken önlemler ile modern yönetim düzeneklerinin özelliği olan bilimsel temelli bir yaklaşımla şehrin planlanması amaçlanmıştır (Türe, 2020). Freiburg'da toplu taşıma ve bisiklet yolları gibi sürdürülebilir şehir olma özelliğine uygun birçok alt yapı çalışması yapılmış, enerji verimliliği benimsenmiş ve yeşil alanlar özenle korunmuştur. Freiburg'da hemen her yapının çatısı güneş panelleri ile kaplanmış ve güneş enerjisinin yanında biyokütle ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları da kullanılmıştır (Coates, 2013). Freiburg'un neredeyse yarısının yeşil alan ve park olduğu ve nüfusun %70'nin toplu taşıma kullandığı belirtilmektedir. Freiburg şehir yönetimi iklim değişikliği sorununu bir politika olarak benimsemekte ve ekonominin bir yan kolu olarak biçimlendirmektedir (Şallı, 2016).

3.1.5. The High Line Park, Manhattan-Amerika

1930'larda Newyork, Manhattan'da inşa edilen Highline, antrepo taşımacılığının yapıldığı metro yolu olarak kullanılırken, 1950'lerde taşımacılık işlerinin durulmasıyla birlikte Highline metro yolu atıl duruma düşmüştür. 1999 yılında yıkımı planlanan alandaki çalışmalar, 'Friendly High Line' adıyla Newyork tarihindeki en başarılı kamusal organizasyon olarak başlatılmıştır. Bu alana yeniden işlev kazandırarak farkındalık yaratmak istenilen projede, proje alanı Newyork şehir konseyi ve özel sektör işbirliği ile yenilenmiştir. 'The rail to trail' metrodan patikaya konseptiyle dönüşüm çalışmaları büyük hız kazanmıştır (Farley, 2009). 2006 – 2014 yılları arasında yapımı 3 aşamada tamamlanan park, 2,5 km uzunluğundaki alanı kapsamaktadır. Projedeki yükseltilmiş şekilde olan metro yolu hattı içerdiği yaya yürüme yolları, görsel vistaları, sosyal ve kültürel aktiviteleri ile Newyork'un cazibe noktası niteliği taşımaktadır. High Line, 500'den fazla bitki ve ağaç türüne sahip olmakla birlikte herkese açık çeşitli topluluk programlarına, sanat eserlerine ve faaliyetlere ev sahipliği yapmaktadır. Kentin merkezinde kullanılmayan alanın bu şekilde birçok bitki türüne ev sahipliği yapmasıyla birlikte biyoçeşitlilik arttırılmaya ve kentsel ısı ada etkisi azaltılmaya çalışılmıştır. Parkın, kentin yaşayan parçası haline gelerek kentlinin rekreasyonel ve ulaşım ihtiyacını karşılamasıyla birlikte proje hedeflerine ulaşılmıştır (Hansen, 2013).

3.1.6. EcoCity, Tübingen - Almanya

Almanya'nın Tübingen kentinin nüfusunun hızlı artmasıyla birlikte arazi kullanım miktarının azaltılarak çevredeki dokunun korunması adına bir strateji geliştirmek, kent için bir ihtiyaç haline gelmişti. Bu bağlamda Tübingen'de Eko-Kent projesi hayata geçirilmiştir. Tübingen-Derendingen'deki Eko-Kent projesi "sanayi bölgesi", "yoğunlaştırma bölgeleri" ve "yeşil alanlar" olmak üzere 3 farklı alana odaklanmıştır: (Ecocity, 2017).

Amaç, karma kullanımlı, yüksek yoğunluklu ve araba azaltıcı ulaşım konseptleri dahil olmak üzere bölgenin kentsel karakterini, yeni bir kenar geliştirme türü yaratmak için transit yönelim ve gelişmiş peyzaj, su ve enerji konseptleriyle bütünleştirmektir (Ecocity, 2017).

3.1.7. Mill River Park and Greenway, Stamford - Amerika

Mill River Parkı, şehrin ekolojik ve sosyal dokusunu koruyan önemli bir parktır. Projenin temel amacı, yeşil altyapı teknikleriyle ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilir bir park inşa etmekti. Bu doğrultuda planlanan parkta 2007 ve 2012 yılları arasında 13 hektarlık alanda ve akarsu boyunca yerli çalılar ve ağaç türleri kullanılmıştır (ASLA, 2015). Aktif kentsel yaşamı yeniden tanımlamak için bir model olan park, konut, kurumsal ve ticari büyüme ve ekonomik sürdürülebilirlik için bir

katalizör görevi üstlenmiştir. Baraj oluşturma, kanal açma, kirlilik enkazı ve alüvyon birikmesiyle tıkanan Mill River, Connecticut, Stamford şehir merkezi için önemli bir sel riski oluşturmaktaydı. Bu tehdidi azaltmak için, iki beton barajın kaldırılmasıyla sonuçlanan bir proje yürütülerek, nehrin 1600'lerden beri ilk kez serbestçe akması sağlanmış oldu. Bu yeşil altyapı projesi, yalnızca habitat rehabilitasyonu ve sel riskini azaltmakla kalmadı, aynı zamanda çevredeki park alanını geliştirme ve şehir merkezini sahille birleştirme fırsatı vererek bölgenin bir bütün olarak canlanmasını sağladı.

Bugün, yenilenen nehrin kenarı, doğal koruyucu bir taşkın yatağını andırmakta ve bu sayede iklim değişikliğinden kaynaklı ani yağışların çevredeki sokaklarda ve mahallelerde oluşabilecek taşkın riskini azaltmaktadır. Bir zamanlar yakındaki sokaklara taşma tehdidi oluşturan nehir, artık fırtına olaylarında su hacminin dalgalanmasını kaldırabilecek duruma gelmiştir. Günümüzde nehir kıvrımlı yapısıyla yürüyüş yolları, dinlenme alanları ve diğer park olanaklarının arasından geçerken insanlar ve vahşi yaşam için huzurlu ve uyarıcı bir ortam oluşturmaktadır.

Master planın gelecekteki aşamalarını uygulamaya yönelik planlar, kent ve çevre için karşılıklı faydalar sağlamak adına kentsel ve ekolojik birlikte yaşamanın gerekli olduğunun kabulünü teyit etmektedir. Bu projeyle birlikte yerli bitkilerin ve vahşi yaşamın bu şehir merkezine geri dönmeye devam edeceği, ekolojik olarak sürdürülebilir yeşil altyapının gelecek nesiller için şehre hizmet edeceği belirtilmektedir.

Şekil 2. *Mill River Park and Greenway projesinin uygulanmadan ve uygulandıktan sonraki görselleri (URL-2, 2022)*

3.1.8. Padova-İtalya

Son 30 yılda belediye topraklarının % 49,3'ünün kentleştiği Padova'daki en büyük sorunlardan biri toprak geçirgenliğinin ciddi derecede azalması olarak görülmektedir. Bu sorun, şehrin çevre koşullarını olumsuz etkilemekte ve iklim değişikliğinden kaynaklı sıcak hava dalgaları, fırtına ve sel gibi olayların sonuçlarını da kötüleştirmektedir. Bu bağlamda, Padova şehri, 1999'dan itibaren kentteki yol ağaçları hakkında bilgi toplamaktadır. 2013'ten bu yana, veri toplama, genel yeşil alanların (şehir

parkları ve bahçeleri) içinde gelişmekte olan ağaçları da içermektedir. Veriler, mobil cihazlar ve kağıt formları kullanılarak eğitimli ve deneyimli araştırmacılar tarafından toplanmakta ve tüm kayıtlar doğruluk açısından kontrol edilmektedir. Her ağaç türü popülasyonunun büyüklüğü ile birleştirilen bu bilgiler, hava kalitesi düzenlemesi ve mikro iklim düzenlemesi gibi hizmetler için sağlam tahminler sunmaktadır. Veriler, arazi örtüsü ve arazi kullanımı üzerine tek başına modellerin doğrulanması ve böylece belirsizliğin azaltılmasına yardımcı olmak için de kullanışlı olmaktadır. Veritabanı, aynı zamanda daha uzun vadeli bir perspektifte Padova kentsel yeşil altyapısının gelecekteki gelişimini planlamak için de güçlü bir araç haline gelebilmektedir. Bu bağlamda, kent ağaçları kentsel yeşil altyapının temel bir bileşeni olmakta ve özellikle en yoğun yerleşim alanlarında vatandaşlara temel ekosistem hizmetleri sağlamaktadır. Şehirde belediye tarafından yönetilen 40.000'den fazla kamu ağacı bulunmakta bunların tümü, yapısal özellikleri ve yönetim müdahaleleri hakkında sürekli güncellenen bilgileri toplayan bir CBS veri tabanına işlenmektedir. CBS veri tabanında elde edilen haritalar ile kamusal ağaçların şehirdeki, karbon tutma potansiyelini, biyoçeşitliliğini ve ekosistem hizmetlerini göstermeye olanak sağlanmıştır (Oppla, 2019).

3.2. Türkiye'de İklim Değişikliği İle Mücadele Bağlamında Yapılan Örnek Çalışmalar

3.2.1. Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP), Ankara

Ankara'da, Çankaya Belediyesi'nin karbon emisyonlarını azaltma hedefi için Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP) geliştirilmiş ve hayata geçirilmesi amaçlanmıştır. Çankaya Belediyesi'nin bu plan kapsamında "iklim" ve "enerji" alanında 2015 yılından itibaren hayata geçirdiği ya da çalışma aşamasında olan konular özetle şunlardır:

Başkanlar Sözleşmesi: 2008 yılında Avrupa Komisyonu'nun kabul ettiği ve sürdürülebilir enerji politikalarının uygulanmasında yerel yönetimlerin çabalarını desteklemek için başlatılan Başkanlar Sözleşmesi'ne Çankaya Belediye Başkanının attığı imzayla dahil olunmuştur. İtalya'nın az nüfuslu Orsomarso kasabasından, yüksek nüfusa sahip Paris kentine kadar Avrupa'daki 6 bin 297 belediye tarafından imzalanan ve bu açıdan 200 milyon Avrupalı'nın hayatına dokunan Başkanlar Sözleşmesi'nin hedefi 2020 yılına kadar karbondioksit emisyon oranını en az %20 azaltmaktır. Çankaya Belediyesi ise attığı imzayla bu rakamın da üstünü taahhüt ederek en az %25 hedefini önüne koymaktadır.

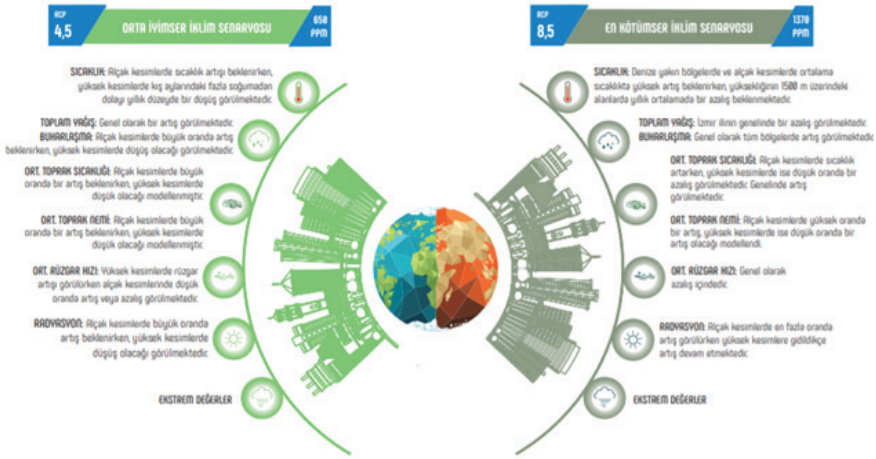
İklim Değişikliğine Uyumda Yağmur Hasadı: Projenin hedefi, iklim değişikliğine uyum kapsamında hem Türkiye ve AB arasında işbirliği geliştirmek hem de sivil toplum diyaloğunu teşvik eden bilgi ve deneyim paylaşımına dair ortam oluşturmaktır (PAD, 2019). Projede, İç Anadolu

Bölgesi gibi kuraklıktan en çok etkilenen coğrafyalardan biri içerisinde bulunan Ankara'da, kırsal ve kentsel alanlarda yağmur hasadı yoluyla yağmur suyunu tutarak farklı alanlardaki su gereksinimlerini karşılayabilecek çözüm önerileri çalışmaları gerçekleştirilmiş ve yağmur hasadı konusunda farkındalık oluşturulmuştur. Belediyeler uygulama yöntemlerini yerinde öğrenerek yağmur hasadı konusundaki uygulamalarını hızlandırmış, Çankaya İlçesinde yaşayan köylülere, yağmur hasadını yoluyla nasıl sulama yapabilecekleri konusunda teknik bilgi vermişlerdir. Çiftçiler edindikleri bu teknik bilgilerle ilk uygulamaları kendi bahçelerinde yapmışlardır. Çankaya Belediyesi ayrıca projeye ilişkin ilçe genelinde 500'e yakın parkta su tutmaya yönelik peyzaj alanlarının oluşturulmasının ve toprakta suyun depolanmasını sağlayacak teknik ve fiziki dönüşümlerin temellerini atmaktadır (Sivil Toplum Diyoloğu, 2017).

Avrupa Bisiklet Meydan okuması (Eurpoean Cycling Challenge): Günlük yaşamda bisiklet kullanımını teşvik etmek ve atmosfere salınan karbondioksit oranını düşürmek için İtalya'nın Bologna Belediyesi tarafından organize edilen European Cycling Challenge, 2015 yılında 15 ülkeden 39 kentin katılımıyla gerçekleşmiştir. Mayıs ayı içerisinde yapılan sürüşlerin toplandığı ve böylece kentlerin sıralamalarının belirlendiği ECC'de bu sene 26.020 katılımcı 2.487.258 km bisiklet sürmüştür. Çankaya Belediyesi'nin de bu organizasyonda 33.823 km ile yaklaşık olarak 6.800 kilo karbon emisyonundan tasarruf edilmesi konusunda katkısı bulunmuştur (Çankaya Belediyesi, 2015).

3.2.2. Dirençli Kentler için Bir Çerçeve: Yeşil Odaklı Uyarlama Projesi, İzmir

Proje kapsamında, İzmir ili ve çevresinde 2050 ve 2100 yıllarına ait iyimser ve kötümser iklim senaryoları için iklim modellerinin oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen İzmir'in Balçova ilçesi için kentsel yeşil altyapı sistemi haritalandırılmış, alan kullanım ve değişim modelleri oluşturulmuş (Şekil 3) ve kent için düzenleyici kentsel ekosistem hizmetleri hesaplanarak haritalandırılmıştır (PAD, 2019). Yapılan tüm haritalandırmalar, modellemeler ve analizler sonucu İzmir ikliminin gelecekte nasıl şekilleneceği ve iklim değişikliğine uyumlu bir kent olabilmesi için neler yapılması gerektiğine dair öneriler geliştirilmiştir (PAD, 2019).



***Şekil 3**. İzmir 2050-2100 İklim Senaryoları (URL-3, 2022)*

3.2.3. Urban GreenUP, İzmir

URBAN GreenUP, Avrupa Birliği'nin Ufuk 2020 programı kapsamında desteklenen ve yeşil altyapı stratejisi ile paralel olarak uygulanan bir projedir.

"Doğa Esaslı Çözümlerle Kentlerin Yeniden Doğallaştırılması için Yeni Stratejiler" isimli bu projede; kent planlarının geliştirilmesi ve uygulanması, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, biyoçeşitliliğin arttırılması, su yönetiminin geliştirilmesi, kentsel ısı ada etkisinin azaltılması, yeşil koridorların oluşturulması, yüzey suyunun yeraltı suyu ile karışmasını sağlamak için geçirgen yüzeyler oluşturulması, bisiklet yolu ağının genişletilmesi ve aynı zamanda yenilikçi doğa esaslı çözümler yoluyla kentlerin sürdürülebilirliğinin arttırılması amaçlanmaktadır.

2020 yılında 41.000 m^2'lik bir alana yayılan yeşil kuşak Mavişehir Peynircioğlu Çayı Ekolojik Koridoru açılmış (Şekil 4), alana 1.150 ağaç, 250.000 çalı ve Akdeniz iklimine uygun yer örtüsü dikilmiş, iklim duyarlı seralar ve güneş panelleri yapılmış (Şekil 5), arıların ve böceklerin polen toplamasına izin veren on tozlayıcı ev eklenmiştir (Urban GreenUP, 2020).

Şekil 4. *Peynircioğlu Deresi doğallaştırma uygulaması (URL-4, 2022)*

Şekil 5. *İklim duyarlı seralar ve güneş panelleri (URL-5, 2022)*

4. Sonuçlar

İklim değişikliği, tüm canlıların yaşamını tehdit eden çağımızın en önemli çevresel sorunu olarak kabul edilen önemli bir konu olmakta ve birçok farklı meslek disiplinlerinin çalışma konusu içerisinde yer almaktadır.

Yaşanan iklim değişikliği; neden olduğu zincirleme etkilerle birlikte kentli nüfusun yaşamı için önemli olan geçim kaynakları, temiz su ve sağlık gibi bütün alanlarda olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Gerek enerji verimliliği gerekse yenilenebilir enerji alanlarında henüz tam anlamıyla değerlendirmeye alınmayan büyük bir potansiyel bulunmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik düşük ya da sıfır maliyetli önlemlerin, iklim değişik-

liği ile mücadele doğrultusunda önemli bir rol oynaması gerekmektedir. Bununla birlikte sera gazı emisyonlarından büyük ölçüde sorumlu olan kentlerin değişerek dönüştürülmesiyle birlikte iklim değişikliğiyle mücadelede etkili çözümler ortaya çıkacaktır.

Ulaşım, sanayi ve enerji üretiminde enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanımının azaltılması ayrıca, karbon tutucu yutak alanların büyütülmesi ve karbondioksit emilim kapasitelerinin arttırılması sera gazı emisyonlarının azalmasına yardımcı olacaktadır.

Sera gazı emisyonlarının günümüzdeki düzeyde ya da üzerinde olması durumunda, yerkürede daha fazla ısınma yaşanacağı ve 20. yüzyılda iklim sisteminde gözlenen değişikliklere 21. yüzyıl süresince daha yoğun şekilde maruz kalınacağı ön görülmektedir. İklim süreçleri ve geri beslemeleri ile bağlantılı zaman ölçeklerinin çok değişik ve uzun olması nedeniyle sera gazı birikimleri belirli bir düzeyde durdurulsa bile etkiler yüzyıllarca sürebilecektir. Bunun sonucunda toplumlar olumsuz yönde etkilenecek ve kalkınmanın önünde büyük bir engel oluşacaktır. Bu nedenle, uluslararası topluma insan kaynaklı sera gazı emisyonlarındaki artışla bağlantılı iklim riskini önlemeye yönelik önemli görevler yüklenmektedir.

Öngörülen iklim değişikliklerinin ve bu değişikliklere bağlı doğal ekosistemler, sosyo-ekonomi ve insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için en önemli yol insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltılması ve yutakların çoğaltılması olarak görülmektedir (Türkeş, 2003). Bu bağlamda bu çalışma içerisinde incelenen örneklerle sera gazı emisyonlarını azaltmaya ya da denetlemeye yönelik kentlerin yapılandırma ve iyileştirilmesinde, doğa ile uyumlu, kentsel ısı ada etkisini azaltıcı, sürdürülebilir kentsel tasarımı destekleyici, karbon nötr yaklaşımlarını benimseyen, ekolojik yeşil odaklı kentsel çalışmaların iklim değişikliği ile mücadeledeki önemi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, iklim değişikliğine karşı kentleri daha dirençli hale getiren uygulamaların yerel yönetimlerce hayata geçirilmesinin bir zorunluluk olduğu ortaya çıkmaktadır.

İklim değişikliğinin sebepleri ve etkileri hakkındaki bilimsel kanıtlar doğrultusunda, küresel iklim değişikliğinin insanlar ve çevre için çok büyük bir tehdit oluşturduğunun bilinciyle hareket edilmelidir. Bu doğrultuda, kentleri iklim değişikliğine daha dirençli hale getirecek kentsel peyzaj rehberlerinin hazırlanması, enerji etkin peyzaj projelerinin yaşama geçirilmesi uygulanmasının zorunluluk haline getirilmesi büyük önem taşımaktadır (Yörüklü, 2021). Peyzaj mimarlarının, toplumları daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir çevreyle birlikte daha yaşanılabilir bir gelecek yönlendirebilecek eğitim, öğretim ve becerilere sahip olmaları iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir role sahip olduklarını göstermektedir.

KAYNAKÇA

ASLA, (2015). 2015 Asla Professional Awards: Mill River Park and Greenway. American Society of Landscape Architects. https://www.asla.org/2015awards/95842.html (Erişim tarihi: 24.04.2022).

BMİDÇS, (2002). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. https://enerji.gov.tr// Media/Dizin/EVCED/tr/ÇevreVeİklim/İklimDeğişikliği/BirleşmişMilletlerİklimDeğişikliğiÇerçeveSözleşmesi/Belgeler/Çerçeve_Sözleşmesi.pdf (Erişim tarihi: 12.05.2022).

Coates, G.C. (2013). The Sustainable Urban District of Vauban In Freiburg- Germany. *Int. Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 8(4), 265-275.

Çankaya Belediyesi, (2015). İklim ve Enerji Çalışmaları. https://www.cankaya.bel.tr/pages/3392/ Iklim-ve-Enerji-Calismalari/ (Erişim tarihi: 20.04.2022).

Çetinkaya, G ve Uzun, O. (2014). *Peyzaj Planlama*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye'de Elektrik Üretiminin Sera Emisyonları Açısından İncelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 7(1), 67-74.

Ecocity, (2017). A Beter Place To Live. Book1. http://szerep.sze.hu/JaDoX_Portlets/displayContent? docId=34032&secId=604 (Erişim tarihi: 17.05.2022).

EEA, (2016). Urban Adaptation to climate change in Europe 2016. European Environment Agency. http://www.eea.europa.eu/ publications/urban-adaptation-2016 (Erişim tarihi: 20.05.2022).

Engin, B. (2010). İklim Değişikliği İle Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi,* 0(2), 71-82.

Erlat, E. (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 155.

Farley, L. (2009). Urban Simulation Techonologies and High Line, Joint Design and Development (GSD 7411) and Independent Study.

Hansen, R.P. (2013). Critique of the New York City High Line Project, www.placefocus.com/~ placefoc/images/assignments/NYC%20Hi%20Line.pdf (Erişim tarihi: 22.04.2022).

Hauber, G. (2014). It Takes a City to Raise a River Park`. My Liveable City, 54–61.

IPCC, (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf, (Erişim Tarihi: 03.04.2022).

IPCC, (2016). Publication and Data Reports. http:/www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ and_data_reports.shtml, (Erişim tarihi: 19.04.2022).

Kırkık Aydemir, P., Yılmazsoy, B. K. ve Turgay, T. (2018). Sürdürülebilir Mimari ve Yeşil Tasarım İle Kentsel Yenileme. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 7(1), 29-41.

Landscape Institute. (2008). Landscape architecture and the challenge of climate change. Landscape Insti-tute Position statement. Londan, UK. https://landscapewpstor-age01.blob.core.windows. net/www-landscapeinstitute-org/2016/03/LIClimateChangePosi-tionStatement.pdf (Erişim tarihi: 22.04.2022).

Land8, (2015). Tanner Springs Park, an Oasis in the Middle of the City. https://land8.com/tanner-springs-park-an-oasis-in-the-middle-of-the-city/ (Erişim tarihi: 24.04.2022).

Melnick, R.Z., Malinay, V., Kerr, N.P. and Lewis, A. (2016). Study of climate change impacts on cultural landscapes in the Pacific West Region, National Park Service. Cultural Landscape Guidance Docu-ments. Cultural Landscape Research Group, University of Oregon. Eugene, Oregon. 28 Ekim 2020 tarihinde https://irma.nps.gov/DataStore/DownloadFile/598396

NCA, (2018). The National Climate Assessment, overwiew- Fourth National Climate Assessment (Globalchange.gov). (Erişim tarihi: 20.04.2022).

Oppla, (2019). Biophysical Analysis of Public Trees in Padova: Biodiversity and Ecosystem Services. https://oppla.eu/casestudy/19221 (Erişim tarihi: 20.05.2022).

PAD (Peyzaj Araştırmaları Derneği), (2019). İklim Değişikliğine Dirençli Kentler için bir Çerçeve: Yeşil Odaklı Uyarlama Kılavuzu, İzmir. http://pad.org.tr/iklim-1.pdf (Erişim tarihi: 20.05.2022).

PUB, (2014). Active, Beautiful, Clean Waters Design Guidelines. Singapore Public Utilities Board. http://www.pub.gov.sg/abcwaters/abcwatersdesignguidelines/Documents/ABC_DG_2014.pdf (Erişim tarihi: 17.05.2022).

Sivil Toplum Diyaloğu, (2017). Yağmur Hasadı. https://siviltoplumdiyalogu.org/project/yagmur-hasadi/ (Erişim tarihi: 11.05.2022).

Şallı, S, (2016). Freiburg Şehir Yönetiminde İklim Korumacı Uygulamalar Üzerine Bir Derleme. *Sayıştay Dergisi,* 103.

The Lancet, (2020). The 2020 Report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2932290-X (Erişim tarihi: 30.04.2022).

Türe, E. (2020). Avrupanın Güneş Başkenti Yeşil Şehir Freiburg. https://temizenerji.org/2020/09/25/ prof-dr-engin-turenin-kaleminden-avrupanin-gunes-baskenti-yesil-sehir-freiburg (Erişim tarihi: 20.05.2022).

Türkeş, M. (2003). Sera Gazı Salımlarının Azaltılması İçin Sürdürülebilir Teknolojik ve Davranışsal Seçenekler. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: ÇEVRE BİLİM ve TEKNOLOJİ Küresel-leşmenin Yansımaları. Bildiriler Kitabı, 267-285, Ankara.

Uncu, B.A. (2019). İklim İçin Kentler Yerel Yönetimlerde İklim Eylem Planı. https://world.350.org/ iklimicinkentler/files/2019/05/350_booklet_2.pdf?_ga=2.267942030.1079094581.1654064095-569414386.1654064095 (Erişim tarihi: 15.05.2022).

UN-Habitat. (2016). World cities report, wcr.unhabitat.org/ (Erişim tarihi: 10.04.2022)

Urban GreenUP. (2017). Report on the Diagnosis of İzmir. https://www.urbangreenup.eu/cities/ front-runners/izmir.kl. (Erişim tarihi: 05.05.2022)

URL-1, https://listelist.com/cheonggyecheon-projesi/ (Erişim tarihi: 03.04.2022)

URL-2, www.placefocus.com/~placefoc/images/assignments/NYC%20Hi%20Line.pdf (Erişim tarihi: 03.04.2022)

URL-3, https://www.urbangreenup.eu/izmir/urban-greenup-in-izmir.kl (Erişim tarihi: 20.05.2022).

URL-4, https://www.urbangreenup.eu/cities/front-runners/izmir.kl#lg=1&slide=0 (Erişim tarihi: 03.04.2022)

URL-5, https://www.urbangreenup.eu/cities/front-runners/izmir.kl#lg=1&slide=10 (Erişim tarihi: 03.04.2022)

Yörüklü, N. (2021). İklim Değişikliği ve Küresel Isınma İçin Peyzaj Mimarlığı Stratejileri: İklim Değişikliği Politikaları Peyzaj Beyanı. *PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*, 3(1), 43-55.

Bölüm 3

SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KISITLI SULAMA UYGULAMALARI

Rabia KÜÇÜK[1]

Erdem KÜÇÜK[2]

1 Dr. Öğr. Üyesi, Dr. Öğr. Üyesi Rabia KÜÇÜK Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, e-mail:rabia.kucuk@ozal.edu.tr ORCİD İD: 0000-0001-6772-7448

2 Ziraat Yüksek Mühendisi Erdem KÜÇÜK, TARSİM.e-mail:erdemkucuk44@gmail.com ORCİD İD: 0000-0002-9713-996X

1.GİRİŞ

Ülkemizde sebze yetiştiriciliği açıkta ve örtüaltında yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Örtüaltında sofralık taze tüketime yönelik mevsim dışı veya turfanda üretim yapılırken, açıkta sofralık ve sanayilik sebze üretimi bölgesel farklılar oluşturarak yapılmaktadır. Sebzeler ülkemizde tarım ürünleri içerisinde ihracat payı yüksek olan grup içerisinde bulunmaktadır. Sebze ürünlerinin üretim miktarı 2021 yılında bir önceki yıla göre %1,8 artarak yaklaşık 31,8 milyon ton olmuştur. Türkiye bu üretim miktarı ile Dünya'da sebze üretiminde büyük bir paya sahip ülkeler arasında 4. sırada yer almaktadır (Tüik 2021). Tarımsal üretimde bu denli önemli bir paya sahip olan sebze yetiştiriciliğinin geliştirilmesi ülkenin yerli ve milli değerlerine katkı sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda biyotik ve abiyotik stress faktörlerine karşı alınan önlemler ilerki süreçlerde sürdürülebilir tarıma katkı sağlayacaktır. Bu stres faktörleri bitkisel üretimde su eksikliği gibi iklimsel reaksiyonların oluşturduğu abiyotik stres şartlarını tetikleyerek verimde olumsuz sonuçların doğmasına sebep olmaktadır.

Kuraklıkla birlikte su kısıntısı, bitki gelişimini etkileyen önemli bir stres faktörüdür. Sulama, bitki yetişme dönemi yağışın az olduğu sıcak bölgelerde tarımsal üretimi artırma açısından en önemli faktörlerdendir. Sulama bitkinin gelişmesi için doğal yollarla sulama yetersiz kaldığında, çevre sorunu yaratmadan toprağa verilmesi gereken su şeklinde tanımlanmaktadır. Bilindiği üzere bitkiler bitki besin elementlerini toprak içinden suda erimiş olarak kökleri aracılığıyla bitki bünyesine iletirler. Toprakta yeterince veya fazlasıyla gerekli olan besin elementi olsa bile, toprak nemi istenilen derecede değilse, bitki bu besin maddelerinden faydalanamaz. Bu duruma karşın "bol su bol ürün" mantığıyla da yapılan sulamaların bitkiye yarardan çok zarar oluşturacağı bilinmelidir (Şener, 1993).

Yirmi birinci yüzyılın en önemli sorunlarından birisinin su sıkıntısı olduğu ve hayati önem taşıyan bu sorunun çözümü için su kullanımının etkin bir şekilde yapılması ve yönetilmesi gerektiği açık bir şekilde belirtilmektedir. Azalan ve kalitesi bozulan su kaynaklarımız dünyanın her yerinde sanayi, tarım ve çevre için ciddi endişelere sebep olmaktadır. Yeryüzünde bulunan toplam su miktarı 1.4 milyar km^3 'tür. Bu oranın % 2.5'i nehir ve göllerde tatlı su olarak, % 97.5'i ise okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Dünyada bulunan mevcut su kaynakların yaklaşık %70'i genel olarak bitkisel üretimde kullanılmaktadır (DSİ, 2018).

Yeryüzünde mevcut su kaynaklarının gitgide kısıtlı duruma gelmesi tarımla uğraşan insanları da çeşitli arayışlar içerisinde olmasına sebep olmaktadır. Son yüzyılda daha etkin bir su yönetiminin önemi herkes tara-

fından fark edilmiştir. Bu yöndeki çabaların sonucunda da, suyun bitkiye uygun bir şekilde uygulandığı mikro sulama sistemleri geliştirilmiştir. Su kıtlığına bağlı olarak, mikro sulama sistemleri çiftçinin ilgisini çekmiş ve çiftçiler bu yöntemi tercih etmeye başlamışlardır (Dalvi ve ark. 1995). Toprak ve su kaynakları en uygun şekliyle kullanılarak su israfını önleyen yöntemlerin yanında bitki kök bölgesinde uzun dönem suyun hapsonulmasını sağlayan tekniklerin geliştirilmesi de su kaynaklarımızın geleceği açısından önemlidir (Kanber ve ark. 2005). Bu bakış acısıyla sebze yetiştriciliğinde farklı su kısıtı uygulamaları ile optimum su düzyeninin tespit edilmesi, sürdürülebilir su ve toprak kaynaklarının kullanım etkinliğinin arttırılması açısından önem arz etmektedir.

2. Kısıtlı Sulama

Kısıtlı sulama, yetiştiriciliği yapılan bitkilere ihtiyacından daha az suyun toprağa verilmesidir. Bu bağlamda kısıtlı sulama çalışmaları ile su kullanım etkinliğinin artırılması ve birim su ile daha fazla arazinin sulanmasına imkân sağlanmaktadır (Chai ve ark. 2016). Kısıtlı sulama çalışmalarında sulama suyunun miktarı, su stresi sepebiyle ortaya çıkan ürün ve kalite azalmasıyla meydana gelen gelir azalışı ile birlikte üretim girdi fiyatlarından yapılan tasarrufun birbirine denk olana kadar ancak azaltılabilinir. Kısıtlı sulama çalışmalarından sağlanacak yararın arttırılabilmesi için en uygun kısıtlı sulama stratejisi ile birlikte optimum bir zamanlama ve miktar planlaması önemlidir. Ülkemizde, iklim değişikliğinin en önemli çıktılarından biri olan su kaynaklarında hissedileceği ve bu sebepten dolayı su kaynaklarının etkili kullanımı, Türkiye gibi tarımsal üretim yapan ülkelerde kendini daha ciddi bir şekilde hissettirecektir.

Sulama suyu miktarının yetersiz ancak sulanabilecek arazinin fazla ve sulama suyunun pahalığı gibi durumlarda, daha modern bir sulama teknolojisinin seçilmesinin yanı sıra, kısıtlı sulama uygulamaları da uygulanabilir. Kısıtlı sulamada, bitkisel üretimde max ürünün üretilmesi yerine, uygulanacak sulama suyu miktarında kısıntı yaparak bir miktar ürün azalmasına izin verilmekte olup aynı suyla daha fazla alanın sulanması ve birim sudan daha fazla kazanç sağlanması mümkün olmaktadır (Tekinel ve Kanber 1979).

Kısıtlı sulama uygulamaları sonucunda faydanın artırılabilmesi için en uygun stratejinin belirlenmesi önemlidr. Bu stratejiye bağlı olarak sulama konusu, sulanacak arazi miktarı, ekoloji ve toprak yapısı gibi şartlar yetiştirilecek olan bitki türünün bitki gelişim kriterlerine göre uygun kısıntılı sulama planının ayarlanmasında ciddi adımların atılması etkili olacaktır. Max su kullanma randımanı için duyarlı dönemde tam sulama; diğer dönemlerde ise kısıtlı sulama yapılmalıdır.

3. Sebze Yetiştiriciliğinde Kısıtlı Sulama Uygulamaları

Küresel ısınmanın beraberinde getirdiği, su kaynaklarının önemi ve sürdürülebilirliği günümüzde kat be kat artmaktadır. Böylece, günümüz araştırmaların çoğu kuraklık, su stresi ve yüksek sıcaklıklara dayanıklılık ve toleransı kapsamında yoğunlaşmıştır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar bitki besin maddelerinin bitki köklerinin yanında genellikle arbusküler mikorhizal fungus (AMF), olarak isimlendirilen, simbiyotik olarak yaşayan ve fazla miktarda hif üreten funguslar aracılığıyla alındığı belirlenmiştir (Ortaş ve ark. 1999). Arbusküler mikorhizal fungus uygulamalarının kuraklık stresi şartlarında bitkisel organların oluşumunu pozitif yönde gelişimini arttırdığına ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır (Marulanda ve ark. 2003; Aroca ve ark. 2008, Ulukapı ve ark. 2020). Bu kapsamda yapılan bazı araştırmalar şöyle ki Krishna (2018), *Glomus coronatum* uygulanmış farklı biber çeşitlerinde kökler tarafından suyun emiliminin arttığını ve AMF'nin bitki gelişimini teşvik ederek arttırdığını, fakat biber çeşitlerin duyarlılık seviyelerinin değişkenlik gösterdiğini tespit netmiştir. Arbusküler mikorhizal fungus, kök gelişimini ve bitki besin elementi alımını artırarak, bitkilerin gelişimine katkıda bulunmakta ve stres ortamlarında gelişmesine yardım etmektedir. Bu bağlamda Ulukapı ve ark. (2020), çalışmış oldukları kısıtlı sulama calışmasında arbusküler mikorhizal fungus etkinliğini biber yetiştiriciliğinde şöyle değerlendirmişlerdir**.** Sonuç olarak arbusküler mikorhizal fungus denenen ve denenmeyen bitkilerin tamamında I75 sulama seviyesinin hem bitki gelişimini hem de pomolojik parametreler bakımından en iyi sonuçların verdiğini belirleyerek I75 sulama seviyesinin bitki yetiştirme sezonunda yeterli olduğu sonuçuna ulaşmışlardır.

Ulukapı ve Kaçar (2020), iki farklı alabaş çeşidinde (Korist F1, Kolibri F1) farklı dört sulama konusu uygulayarak (I100, I75, I50, I25) Kolibri F1 çeşidinde en fazla yumru ağırlığını ortalama 369,59 g/adet ile I75 sulama konusundaki bitkilerden elde etmişlerdir. Korist F1 çeşidinde ise en fazla yumru ağırlığı ortalama 362,25 g/adet ile I100 konulu sulama çalışmasından elde edildiğini, fakat yapılan analiz sonuçlarının I100 ve I75 sulama uygulamaları arasında istatistiki anlamda bir fark olmadığını Antalya ekolojisinde 4-6 yetiştirme sezonunda alabaş yetiştirciliği için I75 sulama uygulaması yaparak %25 oranında kısıtlı sulama yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Akın ve ark. (2020), hıyar yetiştiriciliğinde birim alandan daha fazla verim alınabilmesi için bitki kök bölgesine uygulanan mikorizanın bitki aktif kök bölgesinin daha iyi ve etkin gelişmesini sağlayarak topraktan suyun daha iyi ve daha etkin kullanımını sağlamaktadır. Bu bağlamda sudan daha fazla yararlan kökler sayesinde verimde önemli artışlar elde

edileceğini bununla beraber suyun kısıtlı olduğu zamanlarda da mikoriza uygulamasının yapılmasıyla verimde önemli artışların sağlandığını rapor etmişlerdir. Uygulanan sulama uygulamalarından optimum su ihtiyacının ⅔'ünün verilmesiyle arbusküler mikorhizal fungus uygulamasıyla verimde %25 oranında daha fazla verim elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Samancıoğlu ve ark. (2016), kuraklık stresinin etkilerini en aza indirmek amacıyla farklı sulama kısıtlamaları oluşturarak yetiştirilen lahana fidelerinde bitki gelişimini arttıran rizobakterilerin (PGPR) yararlı etkilerini tespit etmek için yürüttükleri çalışmalarında, serada yapılan uygulamalr kapsamında dört farklı sulama seviyesi (1, 3/4, 1/2 ve 1/4) oluşturmuşlardır. Çalışmada uygulanan bakteriler, su kısıtlanmasında fitohormon ve amino asit birikimini arttırmış fakat membran bütünlüğünü ve lipit peroksidasyonunu azalttığını bildirmişlerdir. Böylece önceden yapılan PGPR uygulamalarının stresin negatif etkisine karşı toleransın yükseltilmesinde kullanılabileceğini saptamışlardır.

Büyüme dönemine bağlı olarak, artan miktarlardaki sulama suyu genellikle verimi artırır ancak meyve kalitesi olumsuz etkilenir. Yapılan araştırmada farklı sulama aralıklarının suda çözünebilir kuru madde yüzdesini etkilemediği, ancak artan miktarlardaki sulama suyu miktarlarının brixi düşürdüğü tespit edilmiştir. İtalya'da domateste yapılan bir araştırma sonucunda en yüksek verim (82.8 t/ha) dikimden meyve bağlamaya ve meyve bağlamadan hasata kadar olan gelişme evresinde, uygulanması gereken sulama suyu miktarının %100'ünü alan konudan elde edilmiştir. Ancak bu değer uygulanması gereken sulama suyu miktarının %75'ini ilk gelişim döneminde ya da her iki gelişim döneminde uygulanmasının kısıtlı sulama suyunun %75'lik alan konunun değeri ile istatistiki olarak çok farklı sonuçlar oluşturmadığını bildirmiştir. Bu doğrultuda en yüksek brix değeri en düşük miktarda sulama suyu alan uygulamadan elde edilmiş, buna bağlı olarak sulama suyu miktarı ve brix arasında negatif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (Colla ve ark. 1998). Üç farklı pan katsayısı kullanılarak yapılan bir çalışmada, artan miktarlardaki sulama suyu uygulamalarında brix ve pH değerleri azalmış, buna karşılık renk ve meyve iriliği değerleri artmıştır (Sanders ve ark. 1989).

Akçay 2001'de yapmış olduğu çalışmasında iki farklı dikim ve iki farklı sulama ile dört farklı pan katsayısı (Pk1:0,35; Pk2:0,70; Pk3:1,05; Pk4:1,40) kullanarak on altı sulama konusu üzerinde çalışmıştır. Sanayi domatesinde önemli kalite parametrelerinden bazıları üzerine sulamanın etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonuçuna göre; sanayilik domates yetiştiriciliğinde en yüksek verimin çift sıra dikimde, damla sulamayla sulanan ve pan katsayısının 1.05 alındığı K11 konusundan sırasıyla 5132.1 kg/da ve 5678.8 kg/da olarak alındığını belirlemiştir. Yapılan varyans analiz-

leri sonucunda su düzeylerindeki değişimin sanayi domatesinde verimi etkilediğini bildirmiştir.

Açık arazi şartlarında yüksek sıcaklık ve kuraklık stresleri eş güdümlü olarak genellikle ortaya çıkan ve sıklıkla bitki büyüme ve gelişimini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerdir. Çömlekçioğlu ve Şimşek (2014), yüksek sıcaklık şartları altında, oluşan toplam buharlaşmanın % 133 (T133), % 100 (T100) ve % 66 (T66)'sının uygulandığı üç sulama düzeyi ile birlikte çiçeklere 0, 25 ve 50 ppm GA3 (Giberellik Asit) uygulaması çalışmışlardır. Bu bağlamda çalışmanın sonucunda yüksek sıcaklık ve kuraklık sebebiyle tutmayan meyveler ve düşen ürün miktarının hem sulama konuları hem de GA3 muamelesiyle ciddi oranda telafi edildiğini, ayrıca en fazla sulama seviyesinde bile GA3 uygulamalarının üründe önemli artışlar oluşturduğunu rapor etmişlerdir.

Bilgen ve ark. (2018) turşuluk hıyarda verim ve su kullanım etkinliğini (WUE), üç farklı düzeyde (I100, I75, I50) sulama konusu belirleyerek su stresi koşulları altında farklı malç uygulamalarıyla belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda farklı malç malzemelerinin ve farklı sulama çalışmalarının örtüaltı ve açık tarla şartlarında toprakta nem muhafazası sağlayarak su kullanım randımanını yükseltiğini bildirmişlerdir. Böylece malç uygulamalarının bitkilerde vegatatif gelişmeyi arttırarak tam sulamadan ziyade %75 sulama konusunda %25 kısıt yaparak daha fazla ürün alınabileceğini bildirmişlerdir.

Aynı amaç doğrultusunda Nimah (2007), yapmış olduğu çalışmasında hıyarda çeşitli malç malzemelerinde su stresi konuları uygulamış ve malçlı uygulamalarda en yüksek WUE (su kullanım etkinliği) değerini bildirmiştir.

Karipçin ve Şatır (2016), arbüsküler mikorizal fungusların (AMF) su stresi şartlarında üretilen marul bitkisinde verim ve bazı besin elementi içeriklerine etkilerini araştırmak için yaptıkları çalışmalarında, tam sulama konusunun marul yetiştiriciliğinde verim ve diğer verim kriterlerini pozitif yönde etkilediğini, sulamanın artışıyla yapraklardaki azot ve demir miktarınında tam sulama konusundaki mikoriza uygulamalarında olduğunu bildirmiştir. Pıtır (2015), Jalapeno biber çeşidi ile alakalı yaptığı bir çalışmasında, su eksikliğinde oluşan kuraklık stresinin Jalapeno biber çeşidinde bitkisel parametrelerini genel olarak negatif yönde etkilendiğini saptamıştır.

Gençoğlan ve ark. (2006)'nın kırmızı acı biber yetiştiriciliğinde (*Capsicum Annuum* L.) kısıtlı sulamanın bitkilerdeki tepkisini belirlemek için 5 farklı su seviyesi uygulamışlardır. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça meyve sayısı ve meyve kuru ağırlığında azalmalar tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlarda kısıntılı sulamanın kırmızıbiber meyve sayısına,

kuru ağırlığına ve kırmızı kuru biber verimine etkisini negatif anlamda istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır.

Showemimo ve Olarewaju (2007), tatlı biberde kuraklık tolerans endekslerini araştırdıkları çalışmada 4 ayrı sulama rejimi (kontrol, 3, 7 ve 14 günlük sulama aralığı) uygulamışlardır. Alınan sonuçlarda şiddetli kuraklık stresi koşullarında yaprak sayısı, dal sayısı, çiçek tomurcuk sayısı, bitki boyu, meyve ağırlığı ve sayısında azalmalar tespit etmişlerdir.

Gadissa ve Chemeda (2009), farklı seviyelerde uygulanan damla sulama ve ekim yöntemlerinin yeşilbiberin verim ve verim unsurlarında oluşan farklılıkları araştırmışlardır. Araştırmacılar denemede 3 sulama seviyesi (1/2, 3/4 ve 1) ve 2 ekim yöntemi (normal ve çift sıralı ekim) uygulamış; meyve sayısı, primer ve sekonder dal sayısı ve bitki boyu üzerindeki etkileri incelemişlerdir. Elde edilen bulgularda, uygulanan su düzeyi azaldıkça verim ve verim unsurlarında azalmalar olduğu ve bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Ruiz-Lau ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada su stresinin Habanero biber bitkisine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, yaprak su potansiyelinin, bitki boyunun ve kök kuru ağırlığının azaldığı görülmüş olup yedi günde bir su uygulanan bitkilerin kontrol grubuna kıyasla taze ve kuru sürgün ağırlığında önemli farklılıklar olmadığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, dokuz günde bir sulama uygulanan bitkilerde, kuru ağırlık değerlerindeki farklılığı önemli bulunmazken, bitki yaş ağırlığındaki azalmaları önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar uyguladıkları her iki su kısıtı sonrasında da kök kuru ağırlığının azaldığını, bunun da su stresi koşulları altında, Habanero biber bitkilerinin köklere daha az fotoasimilat gönderimi sayesinde yer üstü biyokütle üretiminin etkilenmediği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, sonuçlarda meyve sayısı ve meyve ağırlığında önemli bir etki olmadığı ve uygulamalar arasında da önemli farklılıkların bulunmadığını bildirmişlerdir.

Ahmed ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada kısıtlı sulama uygulanan, topraksız kültürde yetiştirilen acı biberin büyüme, verim, C vitamini içeriği ve sulama suyu kullanım verimini etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada acı biber bitkisi kullanılmış ve bitki su ihtiyacına göre 4 farklı oranda sulama suyu (% 100, % 85, % 70, % 55) uygulanmıştır. Yapılan uygulamalar neticesinde su stresinin biber bitkisinde vejatatif gelişmeyi azalttığını rapor etmişlerdir.

Mardani ve ark. (2017), biber bitkisinin kuraklık stresine verdiği fizyolojik tepkileri araştırmışlardır. Çalışmada 4 farklı düzeyde (kontrol, % 80, % 60 ve % 40) sulama suyu uygulamışlardır. Uygulamalar neticesinde kuraklık arttıkça meyve veriminde, meyve sayısı, meyve ağırlığı, yaş ve kuru kök ağırlığı, kök bölgesi hacmi, kök uzunluğu ve su kullanım et-

kinliği değerlerinde azalmalar görmüştür. Fakat % 80 su uygulaması ile kontrol grubu sonuçları arasındaki farkı önemsiz bulmuştur. Bu nedenle, sınırlı su kaynağına sahip alanlarda su kullanımının planlanması için, bitkinin ihtiyacı olan su oranını % 20 civarında azaltılabileceği sonucuna varmışlardır.

Yıldırım (2012), kısıtlı su uygulaması koşullarında su stresi indeksi ile verim ilişkisinin belirlenmesi çalışmasında materyal olarak Bafra Demre hibrit biber çeşidi kullanmıştır. Denemede % 100, % 70, % 30 ve % 0 olmak üzere 4 farklı sulama suyu uygulamıştır. Araştırmacı, biber bitkisinde gerçekleştirdiği su stresi indeksi ile verim ilişkisinin tespit edilmesi çalışmasında en yüksek yaprak alan indeks değeri % 100 sulama yapılan konuda elde etmiştir. Ayrıca farklı sulama suyu konularında meyve verimi, meyve boyu, meyve et kalınlığı ve meyve çapındaki farklılığı önemli bulmuştur.

Işık (2012) yaptığı çalışmada yaptığı çalışmada materyal olarak Kapya cinsi biber (Capsicum annuum L.) bitkisi kullandığı araştırmasında % 100, % 80, % 60, % 40 ,% 20 ve % 0 olmak üzere 6 farklı sulama düzeyi uygulamıştır. Araştırma sonuçlarında en yüksek su kullanım randımanı % 60 oranında su uygulanan bitkilerde olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca sulama düzeyinin azalması ile birlikte meyve sayısında artış olurken ortalama meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve çapında azalma olduğunu gözlemlemiştir. Araştırma sonuçlarında yapılan kuraklık çalışması sonucunda sulama miktarı azaldıkça suda çözülebilir kuru madde miktarında artış olduğunu bildirmiştir.

Demirel ve ark. (2012), tarafından Çanakkale yöresinde yürütülen araştırmada yarı kurak iklim bölgesinde farklı sulama düzeylerinin yetiştirilen salçalık biberde verim ve kalite özelliklerine etkisini araştırarak, damla sulama sistemiyle kurulan deneme parsellerinde 4 farklı sulama konusu (% 100, % 66, % 33, % 0) uygulanmışlardır. Denemede alınan sonuçlara bakıldığında ph değerlerinde herhangi bir fark bulamazlarken kalite kriterlerinde (meyve çapı, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve et kalınlığı, SÇKM) istatistiksel olarak önemli farklar bulmuşlardır.

Yıldırım ve ark. (1994), üç farklı sulama yöntemiyle yapmış oldukları çalışmaslarında 60 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30, %40 ve %50'si kullanıldığında başlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, sulama yöntemleri ve sulamaya karar verilecek zamandaki nem düzeylerinin meyve verimini etkilediklerini, en fazla verimin damla sulama yönteminden elde edildiğini ve bu yöntemde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Bracy ve ark. (1995) ABD'de damla sulama sistemiyle yapılan bir

araştırmada biber verimine sulamanın ve gübrelemenin etkisini araştırmışlardır. Uygulanan azot dozlarının yanında sulama suyu konusunu optimum ve optimumun iki katı olarak uygulamışlardır. Araştırma kapsamında uygulanan azot miktarının artışıyla verim artmasına rağmen optimum suyun iki katının bitkiye verilmesinin verim üzerinde istatiksel anlamda bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Çoşkan ve Şenyiğit (2018), marul bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmalarında vermikompost dozlarının (VM25-VM50), sulama konularını ise tam sulama (1), buharlaşan suyun 1/2, 3/4, 1/4 ve 0 oranında eklendiği uygulamaları da kısıtlı sulama konusu olarak belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak vermikompost dozları arasında VM25, besin alımını hızlandırırken, VM50 bitkilerin besin maddesi içeriğini azaltarak tam sulama uygulamasının iz elementi alınımı için uygun olmadığını %75'lik sulama düzeyinin daha fazla iz elementi alımını sağladığını tespit etmişlerdir. Bu durumda solucan gübresinin çok fazla oranda içinde bulundurduğu bitki gelişimini düzenleyici bakterilerin su stresini tolere ettiği anlamına gelmektedir. Benzer biçimde Saberi ve ark. (2015) süs bitkilerine uyguladığı solucan gübresinin su stresi koşullarına karşı dayanımını artırdığını bildirmişlerdir. Rashtbarı ve ark. (2012) su stresi karşısında bu pozitif tepkinin vermikompostun bitkilere besin elementi sağlamasıyla beraber, solucanlar tarafından etkilenen toprak canlı florasının yapısı ve aktivitesi, mineralizasyonu, toprak enzimatik hareketliliği ve bazı bitkisel hormonların oluşumları ile ilgili olabileceğini bildirmiştir.

Çalışkan ve ark. (2018) sekiz farklı fasulye çeşidinde tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının tohum kalite kriterleri üzerinde meydana getirdiği farklılığı belirlemeye çalışmışlardır. Kısıtlı sulama muamelelerinden üretilen tohumların, değerlendirilen tüm tohum kalite parametreleri açısından daha düşük değerler aldığı ve generatif dönemde oluşabilecek su kısıtlamalarının tohum kalitesini kötü yönde etkileyeceğini, generatif dönemdeki topraktaki su kapasitesinin %50'nin altında sulama yapılmamasını rapor etmişlerdir.

Çebi ve ark. (2018), farklı tuzluluk oranlarında ve farklı sulama konularında yapılan sulamaların domateste pazarlanabilir meyve verimine ve su kullanım etkinliği üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında en fazla verimi T1S2, T2S2 ve T1S3 uygulama konularından, en düşük verimi ise T4S1 uygulamasından elde ederek sulama suyu tuzluluğunun artmasının her sulama seviyesine bağlı olarak su kullanım randımanında da (WUE) düşüşlere sebeb olduğunu rapor etmişlerdir.

Dere (2021), kuraklık stresi oluşturuluş bir denemede sıvı bakteri uygulamalarının domates bitkisi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütmüş olduğu çalışmasında uygulamaları kontrol, kuraklık stresi, bak-

teri, kuraklık stresi+bakteri ve kuraklık stresi olarak da %100 ve %50 sulama konusu olarak belirlemiştir. Çalışmada sonucunda kuraklık stresi altında yetiştirilen domates çeşitlerinde (Falcon- Tom 29) bakteri ugulamalarının kuraklık ve su stresi karşında bitki gelişimine olumlu yönde katkı sağladığı ve bitkiyi bu zararlanmalara karşı koruyarak stresin olumsuz etkisini azalttığını belirlemiştir.

Duraktekin ve ark. (2018), Çukurova Bölgesinde, damla sulama uygulamalarıyla farklı seviyelerde sulanan karpuz bitkisinde verim ve bitki su tüketiminin belirlenmesi amacıyla 6 farklı sulama konusu üzerinde çalışarak en yüksek verimi tam sulama (TS) konusunda 92.6 t ha^{-1}, en düşük verimi ise PRD50 konusunda 70.5 t ha^{-1} elde etmişlerdir. Bu çalışma kapsamında karpuzda su kısıntısının olmadığı zaman dilimlerinde Tam sulama, su kısıntısının hallerde ise KS75 su seviyesini önermişlerdir.

Yazgan ve ark. (2006), yüksek plastik tünelde yetiştirilen baş salatanın sulama dönemlerinin tespit edilmesi için yaptıkları çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın %150, %100 ve %50 oranında sulama suyunu üç ve altı günlük aralıklarla uygulamışlardır. Üç günlük aralıklarla yapılan sulamalarda baş salata ağırlığının daha yüksek olduğunu, ancak sulama suyu miktarının bitki ağırlıklarında ise istatiksel derecede anlamlılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Kanburoğlu ve ark. (2018), Trakya Bölgesinde sera domates yetiştiriciliği ile ilgili yapmış oldukları kısıntılı sulama çalışmasında dört sulama suyu tuzluluğu; T1: 0.38 dS m-1, T2: 1.10 dS m-1, T3: 2.50 dS m-1, T4: 5.00 dSm-1 ile üç sulama konusu belirlemişlerdir. Profilde eksilen nemi belirlemek için toprağın (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ve 60-100 cm) farklı boyutlarına nem sensörlerini yerleştirmişlerdir. En fazla ürünün T1S2, T2S2 ve T1S3 uygulamalarından, en düşük ürünün ise T4S1 uygulamasından alındığını, sulama suyu tuzluluğu yükseldikçe her sulama seviyesinde verim ve pazarlanabilir verime göre su kullanım randımanının (WUE) düştüğünü belirlemişlerdir.

Yıldız M. (2020), yapmış olduğu araştırmasında üç farklı gama ışın dozları uygulayarak (25, 50 ve 100 Gy) Gina ve Romano fasulye çeşitlerinde kısıtlı sulama koşullarında ışınlamanın etkisini araştırmıştır. İklim odası şartlarında yetiştirilen fidelere %100 (kontrol) ve %50 su kısıtı uygulamış, Romano ve Gina çeşitlerinde düşük dozda gama ışını uygulamalarının, stressiz şartlarda bitkisel özelliklerde pozitif etkileşimler ortaya çıkardığını belirlemiştir.

Söylemez ve ark. (2020), perlit ve kokopit ortamlarında yetiştirilen patlıcanın kök bölgesine kağıt ve jüt arasına polimer yerleştirilmesi ile elde edilen “waterpad” isimli ticari ürünün verim ve bazı kalite kriterleri üzerine etkilerini tespit etmek için patlıcanda farklı sulama seviyelerinde

(S1: %100, S2: %75 ve S3: %50) sulama yapmışlardır. Sonuç olarak sulama düzeylerinin azalması ile gövde çapının azaldığını belirtmişlerdir. Waterpad kullanımının incelenen özellikler açısından önemsiz olduğunu, ama kokopit ortamının verim ve meyve miktarını arttırdığını saptamışlardır.

Gür 2019'da kuraklık stresi altında biber fidelerinde Metil amin (MA) uygulamalarının morfolojik, pomolojik ve biyokimyasal parametreleri üzerine etkisini tespit etmek için kuraklık stresi olarak dört farklı sulama konusu belirlemiş ve bu çalışmalara metil amin uygulaması (0, 2.5 mM) yapmıştır. Deneme sonucunda, MA uygulaması kuraklık stresi koşullarında biberde bitki gelişimini teşvik etmiş ve doku elektrik iletkenliği (DEİ), hidrojen peroksit H_2O_2 ve MDA Malondialdehid içeriğini kontrole göre azaltığını belirterek, metil amin uygulamasının kuraklık stresinin biber bitkisine verdiği zararı olabildiğince azalttığını tespit etmiştir.

Mirabad ve ark. (2013)'ün kavunda farklı seviyelerde sulama uygulamalarının (evepotransprasyonun %60, %80 ve %100'ü); verim, şeker içeriği ve bitki gelişimi parametreleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda kısıtlı sulama uygulamalarının sulama seviyeleriyle doğru orantılı olarak bitki gelişim özelliklerini olumlu yönde etkilendiğini rapor etmişlerdir.

Shi ve ark. (2013) poliamin uygulamaları, stres faktörlerinden olan kuraklık ve tuzluluğun bitkiler üzerindeki zararını azaltığın bunun nedenini ise antioksidan enzimlerin ve stresle ilgili diğer birkaç protein önemli ölçüde miktarlarını arttırdığıyla ilişkilendirmişlerdir. Minocha ve ark. (2014), poliaminlerin stres koşullarındaki rolünü büyük olasılıkla, membranlarla doğrudan etkileşimlerinden, oksidan aktivitesinin azaltılmasından, uyumlu osmolit veya iyonik özellik olarak işlev görmesinden dolayı kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Xu and Leskovar (2014), iki yıl süren bir arazi denemesinde, lahanada kısıtlı sulama uyulamalarının bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Sebze yetiştiriciğindeki en önemli problemlerden biri de hastalık ve zararlıların bitki gelişine olumsuz etkileridir. Bu kapsamda yapılan bir çalışmada damla sulama ile sulanan parsellerin karık sulama yöntemiyle yapılan uygulamalara göre hastalık oranında düşüşlerin olduğunu ve ayrıca karık sulamanın kullanıldığı her sıra bir sıra atlayarak yapılan kısmi karık sulama yöntemine göre daha fazla ve daha şiddetli olarak kök çürüklüğü hastalığının oluşmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. (Ristaino ve Johnston (1999). Benzer şekilde Rista ve ark. (1995)' de damla sulama sistemiyle su verilen biber parsellerinde, karık sulama yöntemine göre daha az kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici*) hastalığının görüldüğünü bildirmiştir.

4. Sonuç

Dünya nüfusun hızla artması, buna rağmen su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle insanların suya ulaşması ve ihtiyacı her geçen gün hızla artmaktadır. Bu bağlamda var olan su kaynaklarımızın çoğu tuzluluk nedeniyle içme suyu olarak kullanıma, tarımsal sulamaya ve endüstriyel kullanıma elverişli değildir. Buna karşılık tatlı su hayatın, sağlık ve üretkenliğin ilk şartıdır. Su kaynaklarının bilinçli bir şekilde korunması, iyileştirilmesi, günümüz ve gelecek nesiller yararına en iyi haliyle değerlendirilmesiyle olabilir. Bunun için birim alandan birim su ile maksimum faydaya ulaşabilmek için, bitkilerin su ihtiyaçlarının doğru bilinmesi ile su kullanım randımanlarının potimum düzeyde belirlenmesi ile bitkisel üretimde randımanı arttırabiliriz.

Sulamada istenilen randımanı alabilmek için, şartlara uygun sulama şeklinin seçilmesi, bu yöntem için gerekli olan sisteminin projelendirilmesi, kurulumu, sistemin yetiştircilik şartlarına uygunluğu ve bitkinin gelişimi için ihtiyaç duyduğu suyun verilmesiı gibi işlemlerin zamanında yapılması gerekir. Bu bağlamda tarımda suyun rasyonel biçimde kullanılması, tasarruf sağlayan, su kayıplarını en aza düşüren, çevreyi ve doğayı koruyan, verim miktar ve kalitesinde artışlar sağlayan basınçlı sulama sistemlerinin kullanılması ile sağlanabilir.

Küresel ısınmayla ortaya çıkan kuraklık stresi dünya genelinde bitkisel üretimi olumsuz yönde etkileyerek ciddi sorunlara sebep olmaktadır. Kuraklıkla oluşan bitkisel üretimdeki bu olumsuz yöndeki gidişatın önlenmesi açısından tedbirlerin alınması ve bitki gelişimini teşvik edici alternatif yöntemlerin ve sistemlerin birbirleriyle enteğre olarak kullanılması büyük önem taşımaktadır. Tarım faaliyetlerinin “sürdürülebilirlik” ilkesi doğrultusunda değerlendirilmesi için öncelikle kaynakların verimli ve etkili bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Tarımsal sulamanın aşırı kaynak tüketiminden kaçınılarak yapılması son derece önemlidir.

KAYNAKÇA

Ahmed, A. F,, Yu, H., Yang, X. ve Jiang, W. (2014). Eksik sulama büyümeyi, verimi, C vitamini içeriğini ve sulama suyunun topraksız kültürde yetişen acı biber kullanım etkinliğini etkiler. *HortScience*, 49 (6): 722-728.

Akçay, S. M. (2001). Farklı sulama programı ve bitki sıklığı uygulamalarının sanayi domatesinde kalite kriterleri üzerine etkisi (*Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*).

Akın, S., Şimşek, M., Sarıoğlu, A. & Keskiner, A.D.(2020). Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyelerinin geç dönemde yetiştirilen hıyarın verim ve verim bileşenleri üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2):241-249.DOI: 10.29050/harranziraat.66067.

Aroca R, Verniery P, Ruiz-Lozano JM. (2008). Mycorrhizal and non-mycorrhizalLactuca sativa plants exhibit contrasting responses to exogenous ABA duringdrought stress and recovery. Journal of Experimental Botany, 59: 2029–2041.

Bilgen, G. K., Özbahçe, A., Yeter, T., Görgişen, C., Alsan, P. B., ve Avağ K. (2018). Farklı sulama seviyeleri ve malç uygulamalarında turşuluk hıyarın verim su ilişkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 328-339.

Bracy, R.P., Ediling, R.J., Moser, E.B., 1995. DripIrrigation Management and Fertilization of Bell Pepper in a Humid Area, Proceedings of the Fifth Microirrigation Congress, pp. 181-185, Orlonda, Florida, USA.

Colla, G., Casa, R., Lo Cascıo, B., Saccardo, F., Leonı, C., Temperını, O., (1998). Response of Processing Tomato to Water Regime and Fertilization in Central Italy, Proceedings of the 6th International ISHS Symposium on the Processing Tomato and the Workshop on Irrigation and Fertigation of Processing Tomato, s.160-161, Pamplona/SPAIN, 25-29 May 1998.

Çalışkan, S., Aytekin, R. İ., Yağız, A. K., ve Yavuz, C. (2018). Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* l.) çeşitlerinde tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının tane kalitesi üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, *6*(12), 1853-1859.

Çebi, U. K., Özer S., Altıntaş, S., Yurtseven, E., & Öztürk, O. (2018). Farklı sulama suyu kalitesi ve su düzeylerinin serada yetiştirilen domates bitkisinin verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *22*(1), 33-46.

Demirel, K., Genç, L., Genç, L., ve Saçan, M. (2012). Yarı kurak koşullarda farklı sulama düzeylerinin salçalık biberde (Capsicum annum cv. Kapija) verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *9*(2), 7-15.

Dere, S. (2021). Kuraklık Stresi Koşullarında Bakteri Uygulamasının Domates Bitkileri Üzerine Etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *10*(1), 52-62.

DSİ (2018). https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/972.

Duraktekin, G., Çolak, Y. B., Günsu, A. T. A. Ğ., Özfidaner, M., Baydar, A., ve Gönen, E. (2018). Karpuzda Kısıntılı Sulamanın Verim ve Su Kullanım Randımanın Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 218-222.

Gadissa, T., ve Chemeda, D. (2009). Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (Cap*sicum annuum* L.) in Bako, Ethiopia. *Agricultural Water Management,* 96(11): 1673-1678

Gençoğlan, C., Akıncı, İ. E., Uçan, K., Akıncı, S., Gençoğlan, S., (2006). Response of red hot pepper plant (*Capsicum annuum* L.) to the deficit irrigation. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 19 (1): 131-138.

Gür A., (2019).Kurak Koşullarda Yetiştirilen Biber Fidelerinde Metil Amin Uygulamalarinin Bitki Gelişimi İle Bazi Fizyolojik Ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Işık, F., (2012). Minirhizotron Kamera İle Elde Edilen Kök Yoğunluğu Görüntüleri Esas Alınarak Yapılan Sulamaların Biberin Kök Gelişimi, Verim ve Su Kullanım Randımanlarına Etkisi (Yüksek lisans tezi). ÇOMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Kanber, R. Çullu, M.A. Kendirli, B. Antepli, S. Yılmaz, N. (2005). Sulama, Drenaj Ve Tuzluluk, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri*: 213–251, Ankara

Karipçin M.Z., Şatır N.Y., (2016). Su Stresi Koşullarında Marul Sebzesinin Verim Ve Besin İçeriğine Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF)"un etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 406-413

Mardani, S., Tabatabaei, SH, Pessarakli, M., ve Zareabyaneh, H. (2017). Biber bitkisinin (*Capsicum annuum* L.) kuraklık stresine verdiği fizyolojik tepkiler. *Bitki besleme dergisi*, 40 (10): 1453-1464.

Marulanda A, Azcón R, Ruiz-Lozano JM. (2003). Contribution of six arbuscular mycorrhizal fungal isolates to water uptake by *Lactuca sativa* L. plants underdrought stress. *Physiologia Plantarum*, 119. 526–533

Mirabad, A. A., Lotfi, M., & Roozban, M. R. (2013). Impact of water-deficit stress on growth, yield and sugar content of Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, *6*(10), 605-609.

Nimah, M.N., (2007). Cucumber yield under regular deficit irrigation and mulching treatments, *Acta Hort*., 731 .

Pıtır, M., (2015). Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.

Rashtbari, M., Alikhani, H.,A., Ghorchiani, M., (2012). Effect of Vermicompost and Municipal Solid Waste Compost on Growth and Yield of Canola un-

der Drought Stress Conditions. *International Journal of Agriculture:* Research and Review. Vol., 2 (4), 395-402.

Rista, L.M., Sillon, M., Fornasero, L., (1995). Effect of Different Irrigation Strategies on The Mortality of Pepper by Phytophthora Capsici Leonian in Greenhouses, *Horticultural Argantina*, 14: 37. 44-51.

Ristaino, J. B., Johnston, S. A., 1999. Ecologically Based Approaches to Management of Phytophthora Blight on Bell Pepper. Plant Dis., 83: 1080-1089.

Ruiz-Lau, N., Medine-Lara, F., Minero-García, Y., Zamudio-Moreno, E., GuzánAntonio, A., Echevarría-Machado, I., Martínez-Estévez, M., (2011). Su eksikliği *Capsicum chinense* jacq'in meyvelerinde kapsaikinoidlerin birikimini etkiler. *HortScience*, 46 (3): 487-492.

Saberi, M., Nezhad, F., M., Etemadi, N-A., 2015. Interactive Effects of Vermicompost and Salicylic Acid on Chlorophyll and Carotenoid Contents of Petunia Hybrid Under Drought Stress. *J Earth Environ Health Sci; 1:52-7*

Samancıoğlu, A. , Yıldırım, E. & Şahin, Ü. (2016). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri Uygulamalarının Farklı Sulama Seviyelerinde Yetiştirilen Lahanada Fide Gelişimi, Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (3) , 332-338.

Sanders, D. C., Howell, T. A., Hıle, M. M. S., Hodges, L., Meek, D., Phene, C. J., (1989), Yield and Quality of Processing Tomato in Response to Irrigation Rate and Schedule, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1989, 114:6, 904-908; 19 ref.

Shi, H., Ye, T. ve Chan, Z., (2013). Comparative Proteomic and Physiological Analyses Reveal The Protective Effect of Exogenous Polyamines in The Bermuda Grass (*Cynodon dactylon*) Response to Salt and Drought Stresses, *Journal of Proteome Research*, 12, 4807-4829.

Showemimo, F.A., Olarewaju, J.D., (2007). Tatlı Biberde Kuraklık Toleransı İndeksleri (*Capsicum annuum* L.). Int J Plant Breed Genet, 1 (1): 29-33.

Söylemez, S., Pakyurek, A.Y., & Esin, Ş. (2020). Kısıtlı Sulama Koşullarında Yetiştirilen Hıyarın Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Waterpad Polimer Uygulamasının Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7*(4): 1031–1042, 2020

Tekinel, O. ve R. Kanber, (1979). Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. *Tarsus Bölge Toprak Su Araş Ens. Md. Yayınları*: 98/48, Tarsus, 39s.

Ulukapı, K., & Kaçar, Y. (2020). The Effects of Water Deficiency on Plant and Tuber Growth of Kohlrabi (*Brassica oleracea* L. var gongylodes). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *8*(2), 416-420.

Xu, C., & Leskovar, D. I. (2014). Growth, Physiology And Yield Responses of Cabbage to Deficit İrrigation. *Horticultural Science*, 41(3), 138-146.

Yazgan, S., Ayas, S., Büyükcangöz, H., (2006). Örtü Altında Yetiştirilen Baş Salatanın *(Lactuca sativa* var. Olenka) Sulama Zamanın Planlanması. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9 (1): 88–91.

Yıldırım, D., (2012). Sera Koşullarında Biberin Bitki Su Stresi İndeksi ile Verim İlişkisinin Belirlenmesi (yüksek lisans tezi). OMÜ, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun

Yıldırım, O., Yanmaz, R., Aldemir, D., Atak, H., (1994). Damla Yöntemiyle Sulanan Biber Bitkisinde Uygun Sulama Aralığı ve Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın* No:1372, Ankara

Yıldız, M. (2020). Taze fasulye çeşitlerinde farklı düşük doz gama (60Co) ışını uygulamalarının kısıtlı sulama koşulunda etkilerinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).