

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İç Mekân Dikey Bahçe Örneklerinin Işık ve Sıcaklık ile İlişkisi

Kübra ÖZTÜRK BİLGİÇ

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Nisan, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

İç Mekân Dikey Bahçe Örneklerinin Işık ve Sıcaklık ile İlişkisi

Kübra ÖZTÜRK BİLGİÇ

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi 29/04/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Hakan ALPHAN (Danışman)
: Prof. Dr. Elif BOZDOĞAN SERT
: Doç. Dr. Kâmil ERKEN

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 14788

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Dikey Bahçelerin Tarihçesi ve Kullanımı	2
1.2. Dikey Bahçelerin Kentsel Yaşama Katkıları	7
1.3. İç Mimarlık ve Çevre Tasarımında Dikey Bahçe Uygulamalarının Değerlendirilmesi ve Teknik Esasları	15
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	21
2.1. Dikey Bahçelerle İlgili Bazı Çalışmalar	21
2.2. <i>Crassulaceae</i> Familyası ile İlgili Bazı Çalışmalar	23
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Bitkisel Materyalin Özellikleri.....	27
3.2. Yetiştirme Ortamının Özellikleri	31
3.3. Yöntem.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	37
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	57
EKLER.....	59

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İç Mekân Dikey Bahçe Örneklerinin Işık ve Sıcaklık ile İlişkisi

Kübra ÖZTÜRK BİLGİÇ

Danışman: Prof. Dr. Hakan ALPHAN

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

ÖZ

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü iç mekanlarında dikey bahçelerde kullanılabilecek *Crassulaceae* familyası bireylerinin tür bazında ortaya konulmasını hedeflemektedir. Bu amaçla, kuzey ve güney cephelerde kurulan dikey bahçe sistemlerinde *Crassula perforata* ve *Crassula ovata* cv. ‘Gollum’ tür/kültivarı bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan bitkisel materyalin iç mekânda farklı ışık ve sıcaklık koşullarında ortaya koydukları büyüme özellikleri belirlenmiştir. Böylece, iç mekân yaşam kalitesini artırma özelliğine sahip olan dikey bahçelerde kullanılabilecek türler konusunda öneriler geliştirilmiştir. Söz konusu bitkiler, Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü iç mekânında kurulan dikey bahçelere dikilmiştir. Bu bahçelerin eni 94 cm yüksekliği 52 cm’dir. Her pano 3 tekerrürlü olacak şekilde toplam 192 adet bitkiden oluşmaktadır. Bitkisel materyalin büyüme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 17 Mart 2022- 19 Eylül 2022 tarihleri arasında gözlemler yapılmıştır. Çalışma sonucunda düşük sıcaklık ve ışık koşullarında her iki türünde en iyi gelişimi sağladığı ve dikey bahçelerde kullanımının uygun olabileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın iç mekanlarda dikey bahçe uygulamalarına yol göstereceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dikey bahçe, İç Mekân, *Crassula perforata*, *Crassula ovata* cv. “Gollum”

The Relationship of Indoor Vertical Garden Examples with Light and Temperature

Kübra ÖZTÜRK BİLGİÇ

Advisor: Prof. Dr. Hakan ALPHAN

Department of Landscape Architecture

ABSTRACT

This study aims to reveal the individuals of the Crassulaceae family, on a species basis, that can be used in vertical gardens in the interior spaces of Çukurova University Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture. For this purpose, *Crassula perforata* and *Crassula ovata* cv. in vertical garden systems established on the north and south facades. 'Gollum' species/cultivar was used as plant material. The growth characteristics of the plant material used in the study under different light and temperature conditions indoors were determined. Thus, suggestions have been developed regarding the species that can be used in vertical gardens that have the ability to increase the quality of indoor life. The plants in question were planted in vertical gardens established in the interior of Çukurova University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture. The width of these gardens is 94 cm and the height is 52 cm. Each panel consists of a total of 192 plants, with 3 repetitions. Observations were made between 17 March 2022 and 19 September 2022 to determine the growth characteristics of plant material. As a result of the study, it was revealed that both types provide the best growth in low temperature and light conditions and that they may be suitable for use in vertical gardens. It is thought that this study will lead to vertical garden applications in indoor spaces.

Keywords: Vertical Garden, Indoor, *Crassula perforata*, *Crassula ovata* cv. “Gollum”

İTHAF

Bu tez, Yüksek Lisansa başladığım ilk danışmanım ve bana bir danışmandan çok aile olan, maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen ve çok zamansız aramızdan ayrılan Peyzaj Mimarlığı camiasının çok değerli hocası Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT'e ithaf edilmiştir.



TEŞEKKÜR

Tez çalışma konumun belirlenmesi ve başlatılmasında maddi ve manevi tüm olanak ve yardımlarını esirgemeyen ilk danışmanım çok değerli hocam Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT'e teşekkür ederim. Zamansız kaybımızdan sonra Yüksek Lisans eğitimime devam etmemde ve tezimi tamamlamamda büyük emeği olan, her zaman yanımda olduğunu bildiğim ve benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Hakan ALPHAN'a teşekkür ederim. Tezimin her aşamasında, her koşulda desteklerini esirgemeyen ve çalışmamda büyük emeği olan çok değerli hocam Prof. Dr. Elif BOZDOĞAN SERT'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu zamana kadar maddi ve manevi destekleri ile hep yanımda olan motivasyonum düştüğünde beni tekrar ayağa kaldıran kıymetli annem Semra ÖZTÜRK'e, babam Necati ÖZTÜRK'e ve kardeşim İsmail ÖZTÜRK'e sonsuz sevgiler ve teşekkür ederim. Başım her sıkıştığında ve tez yazım sürecimde kaybettiğim gücümü toparlamamda büyük emeği olan, gece ve gündüz her aramamda yanımda olduğunu hissettiren çok kıymetli Emine AKBULUT ÖZTÜRK'e teşekkür ederim. Maddi ve manevi destekleri ile yürekleri hep yanımda olan, derdimde, üzüntümde ve sevincimde beni yalnız bırakmayan çok değerli eşim Zafer BİLGİÇ'e, annem Pervin BİLGİÇ'e, babam Turgut BİLGİÇ'e kardeşlerim Nur BİLGİÇ ve Efe BİLGİÇ'e teşekkür ederim.

Deneme alanı olarak ofislerini kullanmama müsaade eden, çalışmamın ölçüm ve bakım aşamalarında benimle aynı heyecanı paylaşıp, çalışmamı destekleyen bölüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim. Gözlem sürecinde elde ettiğim sayısal verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ve sonuca ulaşmamda büyük katkısı olan B.T.Ü Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği bölümü öğretim üyelerinden değerli hocalarım Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY'a ve Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ'a, Peyzaj Mimarlığı bölümü öğretim üyesi değerli hocam Dr. Kâmil ERKEN'e teşekkür ederim.

Yüksek Lisans çalışma sürecime maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje ID: 14788) teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Crassulaceae familyasının dünyadaki cinsleri (Balcı, 2009)	27
Çizelge 3.2. Çalışma planı	32
Çizelge 3.3. Güney cephe dikey bahçe yerleşimi.....	33
Çizelge 3.4. Kuzey cephe dikey bahçe yerleşimi.....	34
Çizelge 4.1. <i>Crassula perforata</i> türünün kuzey cephe ölçüm veri ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet)	39
Çizelge 4.2. <i>Crassula perforata</i> türünün güney cephe ölçüm değer ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet)	40
Çizelge 4.3. <i>Crassula perforata</i> türünün SPSS veri analizi	41
Çizelge 4.4. <i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum” türünün kuzey cephe ölçüm değer ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet).....	43
Çizelge 4.5. <i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum” türünün güney cephe ölçüm değer ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet).....	46
Çizelge 4.6. <i>Crassula ovata</i> cv. 'Gollum' türünün SPSS veri analizi	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dikey bahçelerin pasif iklimlendirme aracı olarak kullanım şekilleri.....	1
Şekil 1.2. Babil'in asma bahçeleri.....	3
Şekil 1.3. MS 600-MS 1500 yılları arasında Orta Çağ bahçeleri sırasında inşa edilen Prag Kalesi.....	3
Şekil 1.4. İzlanda çim evler	4
Şekil 1.5. Roma (İtalya) kentinde rönesans mimarisi tarzında inşa edilen yeşil duvar örneği	5
Şekil 1.6. Stanley Hart White'ın ilk yeşil duvar taslağı, 1932	5
Şekil 1.7. Stanley Hart White'ın botanik tuğla ve dikey bahçe çizimleri	6
Şekil 1.8. İç mekânda hava kalitesinin artmasına katkı sağlayan sistemin çalışma prensibi.....	8
Şekil 1.9. Kişiyi özel kapalı alanda dikey bahçe uygulama örneği.....	9
Şekil 1.10. İç mekân CO ₂ konsantrasyon seviyesi değişimi	9
Şekil 1.11. Dikey bahçeyi soğutma ünitesi olarak kullanabilmenin en etkili yöntem (Davis ve Ramirez, 2016)	11
Şekil 1.12. Bitki kaplı bir yapı kabuğu termal kamera görüntüsü.....	12
Şekil 1.13. Drew okul bina cephesinde uygulanan dikey bahçe görünümü.....	13
Şekil 1.14. Patrick Blanc tarafından tasarlanan Ballymore Group tesis binasında dikey bahçe örneği, Leamouth Yarımadası,	14
Şekil 1.15. Kuveyt Alışveriş Merkezi, Dikey Bahçe uygulama örneği	14
Şekil 1.16. Robinsons Festival City'de, yeşil sütunlar	15
Şekil 1.17. Dikey bahçe uygulama teknikleri	16
Şekil 1.18. Dikey Bahçe Uygulama Sistemleri	17
Şekil 1.19. Dikey bahçe modüler-panel sistem uygulama örneği	17
Şekil 1.20. Dikey bahçe keçe sistemi uygulama örneği	18
Şekil 1.21. Dikey bahçe metal çit sistemi uygulama örneği,	18
Şekil 1.22. Dikey bahçe Hidroponik Sistem uygulama örneği,	19
Şekil 3.1. Çalışma alanı lokasyonu.....	25
Şekil 3.2. Kuzey ve güney cephe ofislerinde kurulan dikey bahçe denemeleri.....	26
Şekil 3.3. Dikey Bahçe Pano Sistemi	26
Şekil 3.4. Crassulaceae familyasının dünyadaki yayılış haritası	27
Şekil 3.5. <i>Crassula perforata</i> (Yeşim Bitkisi)	29
Şekil 3.6. <i>Crassula ovata</i> , a = Çiçek detayı, b = Karpelleri ve erkek organları gösterecek şekilde kesitli taçlı çiçek detayı, c: Karpel yumurtalıkları gösterecek şekilde kesitli, d: Karpel, e: Ercik, f: Petal, g: Yaprak, h: Yumurtalıklar	30
Şekil 3.7. <i>Crassula ovata</i> cv. 'Gollum' (Shrek Kulağı- Para Ağacı-Yeşim Bitkisi)	30
Şekil 3.8. Deneme sürecinde bitkiler için kullanılan yetiştirme ortamları.....	31

Şekil 3.9. Dikey bahçe pano alt taban.....	32
Şekil 3.10. Dikey bahçe pano cepleri.....	33
Şekil 3.11. El Tipi Dijital Termometre ve El Tipi Lutron Lx-101 Lux Meter (Işık Yoğunluğu Ölçer).....	34
Şekil 3.12. Bitki sulama işlemi	35
Şekil 3.13. Kuzey ve güney cephe ofislerinde dikey bahçe yerleşimi	35
Şekil 3.14. Kuzey ve güney cephe ofislerinde dikey bahçe yerleşimi	36
Şekil 3.15. Kuzey ve güney cephelerde dikey bahçe yerleşimi	36



SİMGELER VE KISALTMALAR

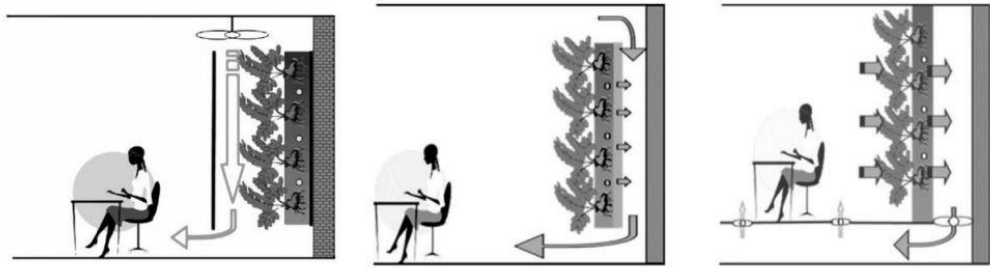
µg	:	Mikrogram
AI	:	Alt Işık
BB	:	Bitki Boyu
C	:	Karbon
CAM	:	Crassulaceae Asit Metabolizması
cm	:	Santimetre
Cg	:	<i>Crassula ovata</i> cv. ‘‘Gollum’’
CO ₂	:	Karbondioksit
Cp	:	<i>Crassula perforata</i>
gr	:	Gram
IST	:	Sıcaklık Değeri
m	:	Metre
mL	:	Mililitre
ppm	:	Milyonda bir birim
SS	:	Sürgün Sayısı
TÇ	:	Taç Çapı
ÜI	:	Üst Işık

1. GİRİŞ

Dünya genelinde şehirleşmenin yanı sıra nüfus artışı ve doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması iklim krizini beraberinde getirmiştir. Hızla büyüyen kentlerde beton yüzeylerin artması bitki örtüsündeki azalmalara ve ısı dengesinin bozulmasına yol açmıştır. İklim krizi ve doğanın dengesinin bozulmasına karşı tasarımcılar, yeni yapı ve mekanlarda sürdürülebilirlik kavramını esas alarak yeşil alan oranını artırmak suretiyle çözüm ortaya koymayı hedeflemişlerdir (Kalay ve Özen, 2021).

Tasarımlarda kullanılan bitkilerin işlevselliğini ve sürdürülebilirliğini artırabilmek amacıyla türün kentsel ortamda oluşturacağı katkılar ön planda tutulmuştur. Bu kapsamda bitkilerin kullanıldığı alana göre hava kalitesi ve ısı dengesini sağlayarak iklimlendirme, gölgeleme, güneş radyasyonuna karşı koruma, buharlaşmalı soğutma, gürültüyü azaltarak sesi perdeleme, bina üzerindeki rüzgâr etkisini azaltma gibi problemlere çözüm getirebildiği bilinmektedir. Aynı zamanda insan psikolojisi üzerinde oluşturduğu pozitif etkenleri de farklı araştırmalarla ortaya konulmuştur (Davis ve Hirmer, 2015). Bu nedenle kentsel alanda ağaçla kapalı alanların miktarı kentlerin yaşam kalitesi ve sürdürülebilirliğinin önemli bir göstergesi haline gelmiştir (Şenol, 2015). Kentsel yaşam kalitesinin artmasında dolayısıyla kentsel çevrenin iyileştirilmesinde yeşil çatılar, yeşil duvar/cepheler yani dikey bahçeler de önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Bayramoğlu ve ark., 2020).

Dikey bahçeler sürdürülebilir olmaları, ekonomiye ve enerji verimliliğine katkı sağlaması, dayanıklı ve kolay bakım olanakları ile kullanılan ürünlerin geri dönüşüm olanağı sağlaması nedeniyle sağlıklı bir çevre oluşturmada çok önemli bir yere sahiptir. Pasif iklimlendirme aracı olarak da kullanılabilen dikey bahçeler, özellikle iç mekanlarda sürdürülebilir tasarımların ortaya konulmasında etkilidir (Şekil 1.1) (Davis ve Hirmer, 2015).



Şekil 1.1. Dikey bahçelerin pasif iklimlendirme aracı olarak kullanım şekilleri (Davis ve Hirmer, 2015).

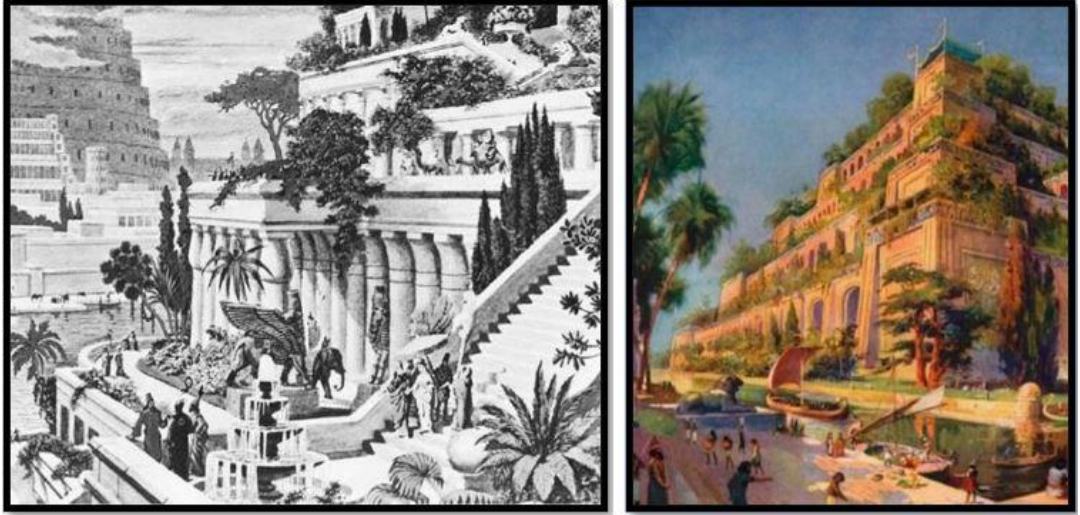
Dikey bahçelerin pasif iklimlendirme aracı olarak kullanımında üç farklı yöntem uygulanabilir. Bu yöntemler; kullanılan bitki yapraklarının üzerinden hava akışının sağlanması, havayı dikey bahçenin alt tabakasına yönlendirerek alt tabakadan hava akışının sağlanması ve dikey bahçeyle sabitlenen duvar arasında boşluk bırakarak hava akışını dikey bahçenin arka kısmından

sağlamaktır (Davis ve Hirmer, 2015). İç mekânlarda sürdürülebilir bitkisel tasarımların ortaya konulmasında dikkat edilmesi gereken özellikler bulunmaktadır. Tercih edilen bitki türünün olumsuz koşullara dayanıklı olması, bulunduğu yaşam ortamında iyi gelişim göstermesi ve herdemyeşil özellikte olması dikkat edilmesi gereken önemli parametreler arasında yer almaktadır. İç mekanlarda kullanılan bitki türlerinin estetik ve fonksiyonel özellikleri ile ekonomik katkıları dikkate alınmaktadır. Tüm bu katkılar göz önünde bulundurulduğunda dikey bahçelerin dış mekânlar kadar iç mekanların da vazgeçilmez tasarım elemanı olarak kullanıldığı görülmektedir (Saki ve Küçükali, 2020).

1.1 Dikey Bahçelerin Tarihçesi ve Kullanımı

İnsanoğlu en temel ihtiyacı olan barınma için ilk olarak ağaç gövdelerini ve yeryüzü oluşumlarını kullanarak kendi inşa ettiği mekânları ortaya çıkarmıştır. Bu mekânlar günümüzde barınma ihtiyacı için ‘konut’ ve konutun bir parçası olarak ‘bahçe’ olarak şekillenmektedir. Bahçe kavramı tarihsel süreçte yerleşik düzene geçilmesinden itibaren mimari tasarımlar, kültürel etkileşimler ile gelişmiştir. İnsanların sahip olduğu kültürel unsurlar ve ekolojik istekler bahçenin şekillenmesinde etkili olmuştur. Yapı ile iç içe olan bahçe tasarımları farklı toplumlarda kültürlerin etkisiyle değişim gösterirken; bahçede dikey düzen temel bir unsur olmuştur (Kalay ve Özen,2021). Dikey bahçe; düşey yüzeyde bulunan bitki örtüsü olarak tanımlanabilmektedir. 2500 yıl önce Babil Kralı II. Nebuchadnezzar tarafından inşa edilen ve dünyanın yedinci harikası olarak kabul edilen Babil’in Asma Bahçeleri dikey bahçe uygulamasının başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Babil’in Asma Bahçeleri, M.Ö. 600 ile 800 yılları arasında inşa edilmiştir. Bahçe, kavramı o yıllarda çitle çevrilerek kişiye özel alanlar olarak sınırlandırılıp, ihtiyaçlar doğrultusunda ekim-dikim işlemleri yapılan toprak parçası olarak tanımlanmıştır.

M.Ö. 10.000 yıllarında insanların açık alanları kapatmaya başlamasıyla Batı Asya çiftçiliğe, yerleşime ve bahçeciliğe başlamıştır. İlk şehir yerleşimleri burada görülmüştür. Bahçe evriminin bu seyri, Kaliforniya kıyılarına ulaşmadan önce 4000 yıl boyunca kuzeye ve batıya doğru ilerlemiştir. Bahçelerin oluşumunda sosyal, sanatsal ve felsefi faktörlerin yanı sıra doğu ve batı gelenekleri de bu süreçte birleşmeye başlamıştır. Bahçe kavramına göre dış mekân tasarımı için toprak zemin biçimi, dikey yapılar, yatay yapılar, bitki örtüsü, su kaynağı ve iklim unsurları değerlendirilmiştir (Şekil 1.2) (Moghaddam, 2022).



Şekil 1.2. Babil'in asma bahçeleri (Mogheddamm, 2022)

Bu yüzyıllarda dikey bahçeler bina duvarlarını ve avluları gölgelemek, yapıları rüzgârdan korumak ve tarım bitkisi yetiştirmek amacıyla yapı kabuğunda kullanılmıştır. Bu dönemde bahçeler krallar ve soylular tarafından yaşam alanlarına eklenerek oluşturduğu estetik görünümle tören ve geçitlerde kullanılmıştır (Şekil 1.3) (Mogheddamm, 2022).



Şekil 1.3. MS 600-MS 1500 yılları arasında Orta Çağ bahçeleri sırasında inşa edilen Prag Kalesi (Mogheddamm, 2022)

Tarihte ilk dikey bahçe uygulamalarının Mısırlılar tarafından yapıldığı düşünülmektedir. Tales Tapınağı'nda M.Ö. 1500 yılına ait rölyeflerde üzümün kamelyalara sabitlenerek kullanıldığına rastlanmıştır. Viking'lerin yaşam alanlarının duvar ve çatılarını çim ile kapladıkları hatta Roma döneminde esnafların balkonlarında yetiştirdikleri çeşitli sarmaşıklar ile Roma mozolelerini süsledikleri bilinmektedir. Bunun en güzel örneklerine Pompei şehrinde rastlamak mümkündür. Hindistan'dan İspanya'ya, Meksika'dan Rusya'ya kadar 16. ve 18. yüzyıllar arasında, dikey bahçe örneklerine rastlanmaktadır (Kalay ve Özen, 2021).

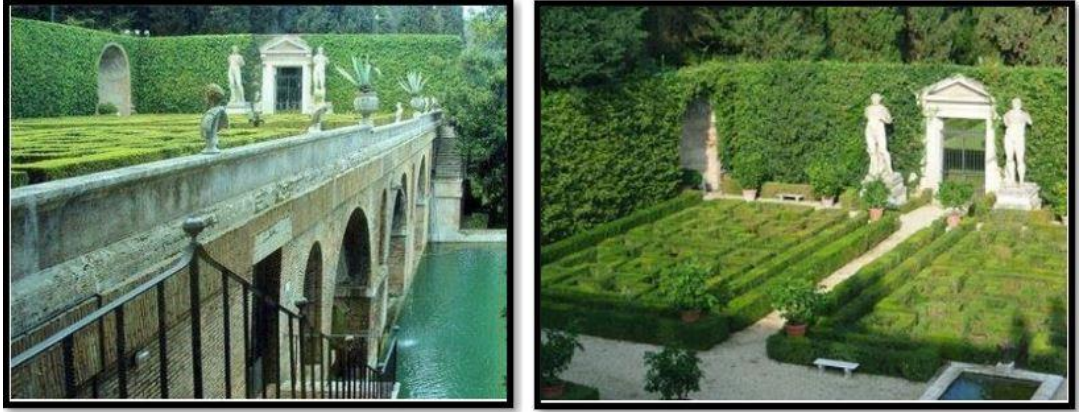


Şekil 1.4. İzlanda çim evler (Mogheddham, 2022)

Şekil 1.4'te görüldüğü gibi 18. yüzyılın başlarında Vikingler ve birçok kuzey ülkesi cephe ve çatılarda, çim veya toprağın çim ve köklerden oluşan üst tabakasını yapıda aşırı soğuklara karşı daha fazla koruma sağlayabilmek için kullanmıştır (Mogheddham, 2022).

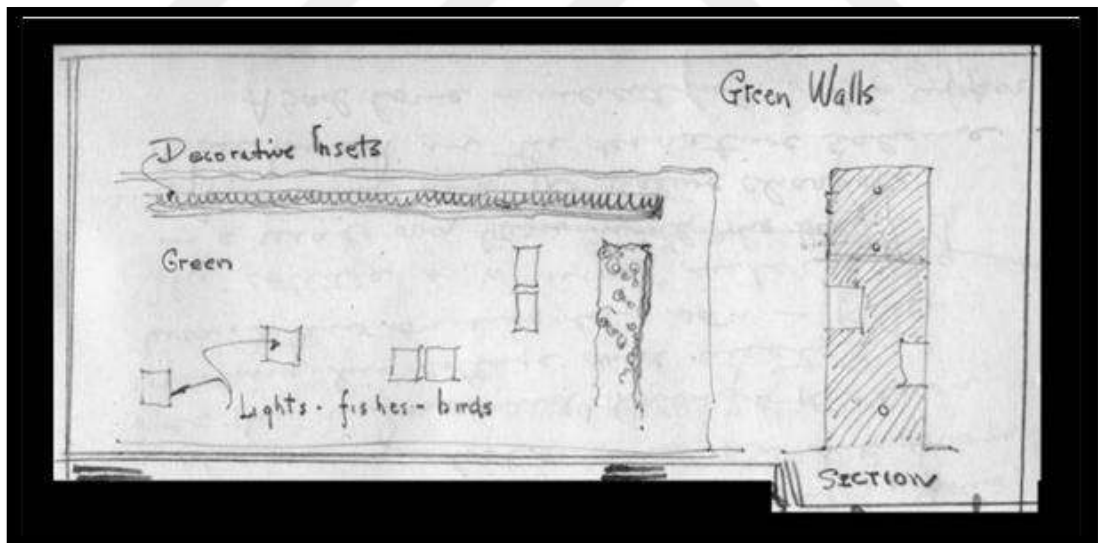
Rönesans dönemindeki 1350-1650 yılları arasındaki bahçe tasarımı tarihinde, yapıların cephelerinde dikey bitkilendirmenin uygulaması görülmektedir. Örneğin Villa Madama, 1518 yılında İtalya'nın Roma kenti dışında Raphael tarafından inşa edilen ilk yüksek formda görülen Rönesans villalarından biridir (Şekil 1.4). Yapı tasarımı, Rönesans sanatı ihtişamının zirvesi olarak kabul edilmiş, ince işlemlerinde barok tarzından esinlenilmiştir (Mogheddham, 2022).

M.Ö. 600 yılından 17. Yüzyıla kadar Akdeniz ülkelerinde kullanılan çardaklar ve villa duvarlarında kullanılan sarılıcı bitkiler insanların yaşamlarında yer almaya başlamıştır. Bu dönemlerde kutsal olarak kabul edilen sarılıcı güller bitki yetiştiriciliği yapan çiftçiler tarafından getirilerek kale ve malikânelerin iç mekânlarında kullanılmaya başlamıştır (Saki ve Küçükali, 2020).



Şekil 1.5. Roma (İtalya) kentinde rönesans mimarisi tarzında inşa edilen yeşil duvar örneği (Mogheddami, 2022)

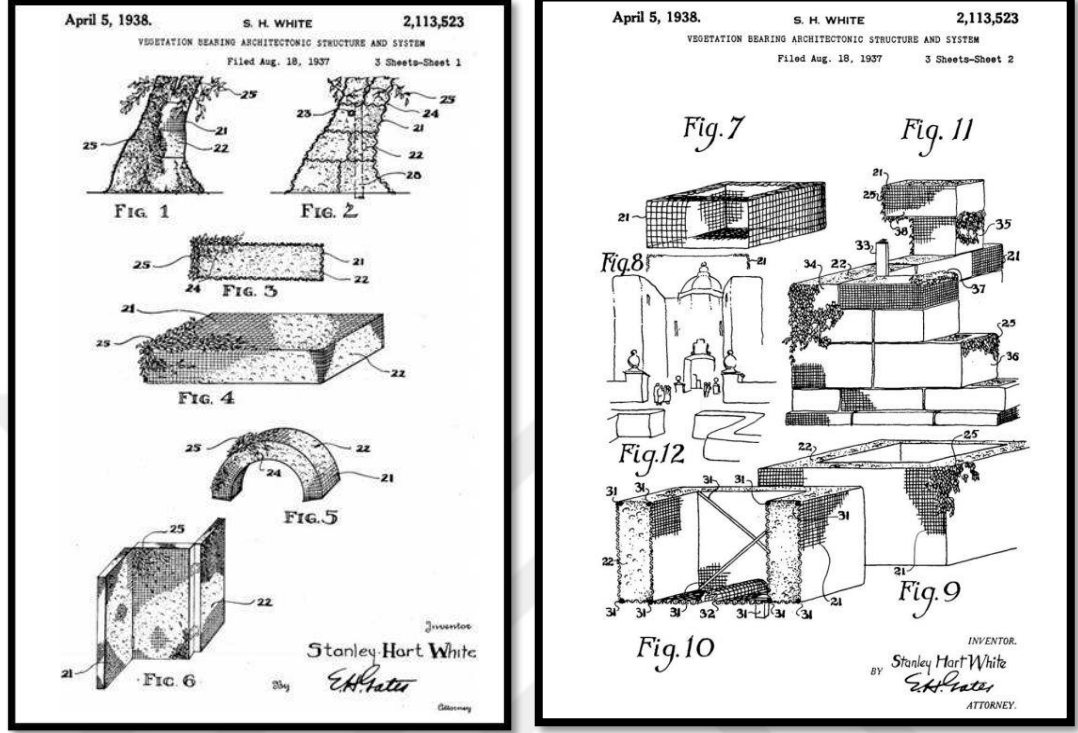
Tarihte sarılıcı-tırmanıcı bitki türlerinin doğadaki canlı veya cansız materyallere sarılarak dikey yönde gelişme ve yayılma göstermesi sonucu kullanımlarına yönelik yeni bakış açıları ve farklı uygulama teknikleri ortaya çıkmıştır. 1932 yılında Illinois Üniversitesi'nde Peyzaj Mimarlığı alanında Profesör Stanley Hart White, istenilen herhangi bir yüksekliğe kadar modüler bir sistem oluşturup bitkileri tuğla gibi örüp dikey bahçe oluşturma fikrini ortaya atarak “botanik tuğla” kavramı ile dikey bahçelere öncülük yapmıştır (Gür ve Kahraman, 2022).



Şekil 1.6. Stanley Hart White'in ilk yeşil duvar taslağı, 1932 (Hindle ve Richard, (2012)

1932 yılında ilk yeşil duvar çizimini gerçekleştiren Stanley Hart White, bir duvar kesiti ve cephe görünüşünü tasarlamıştır. Tasarım, bitkilendirme yapılacak şekilde duvarın yüksekliğini, dekoratif iç kısımları, ışık kaynağını alacak boşlukları ve yaban hayatı için oluşturulan duvar boşluklarını göstermektedir. Duvar kesit taslağı, sulama sistemi ve kompozisyon elemanları için boşluklarla yapılandırılmış toprak dolu bir duvar modelinde oluşturulmuştur (Şekil 1.6). White'ın botanik tuğlalar adı verdiği ölçeklenebilir, bitki taşıyan arkitektonik yapılara ilişkin vizyonu modüler

bina ve inşaat teknikleri ilkelerini benimsemektedir. Botanik tuğlalar, bahçelerde kullanıldığı gibi yapılara entegre etmek amaçlanmış ve mimari projelerde hasar görmüş alanı gizleme, dekorasyon gibi amaçlarla kullanılmıştır.



Şekil 1.7. Stanley Hart White'in botanik tuğla ve dikey bahçe çizimleri (Hindle ve Richard,2012)

White'ın önerdiği uygulamalar ve tasarımlar, sürdürülebilir bir teknoloji olarak bitkiyle entegre edilmiş mimari yapıların kullanımına dikkat çekmiştir. (Şekil 1.7) (Hindle ve Richard, 2012).

Kayalara, ağaçlara ve benzer yüzeylere tutunarak dikey yönde büyüyen bitkilerin hareketlerinden esinlenen Fransız botanikçi Patrick Blanc yapı yüzeylerinde dikey bahçe olgusunu kentsel yaşama entegre etmiştir. Patrick Blanc modern mimari ile dikey bahçe ilişkisini günümüz bakış açısı ve detaylarıyla tasarlamayı amaçlamıştır. 1960 yıllarının sonlarına doğru tropikal akvaryumlar için filtre olarak dikey bahçeleri bilimsel anlamda tanımlayıp iç mekân ve dış mekânda kullanılacak şekilde geliştirerek doğa ile mimarlığı modern anlamda birleştirmiştir (Gür ve Kahraman, 2022). Günümüzde ise artan nüfusa bağlı olarak gelişen şehir hayatında konut ihtiyacını karşılayabilmek ve alandan tasarruf edebilmek amacıyla yatay yerleşimler yerine dikey konutlar tasarlanıp uygulanmaya başlanmıştır. Bu sebeple betonarme yapılarda, kent ekolojisini ve kentsel yaşam kalitesini iyileştirebilmek için en önemli mekanizmalardan biri olarak dikey bahçeler kullanılmaktadır. Dikey bahçeler kentteki çevre ve yaşam kalitesini artırmasının yanı sıra çevresel maliyeti düşürerek olumlu sosyo-fizyolojik etkilerde göstermektedir. Dikey bahçeler yeşil cepheler ve yeşil duvarlar olarak iki şekilde uygulanabilmektedir (Kalay ve Özen, 2021).

Yeşil cepheler, bina yapısına ve cephesine uygun farklı bitki örtüsü ya da tırmanıcı bitkilerle tasarlanarak oluşturulan dikey bahçe sistemleridir. Sistem, doğrudan duvar üzerindeki tırmanıcı bitkilerle tel-halat gibi destekleyici ağ sistemleriyle desteklenerek yapılar üzerinde gelişmesi esası ile tasarlanmaktadır. Bitki kökleri toprakta olup, bitki bina boyunca yukarı doğru büyümektedir. Saksılı bitkiler ve bitkilendirilmiş duvarlar şeklinde uygulanabilir. Yeşil cephelerin duvara temaslı-temassız, toprakta-saksıda olmak üzere farklı uygulama teknikleri bulunmaktadır (Kalay ve Özen, 2021).

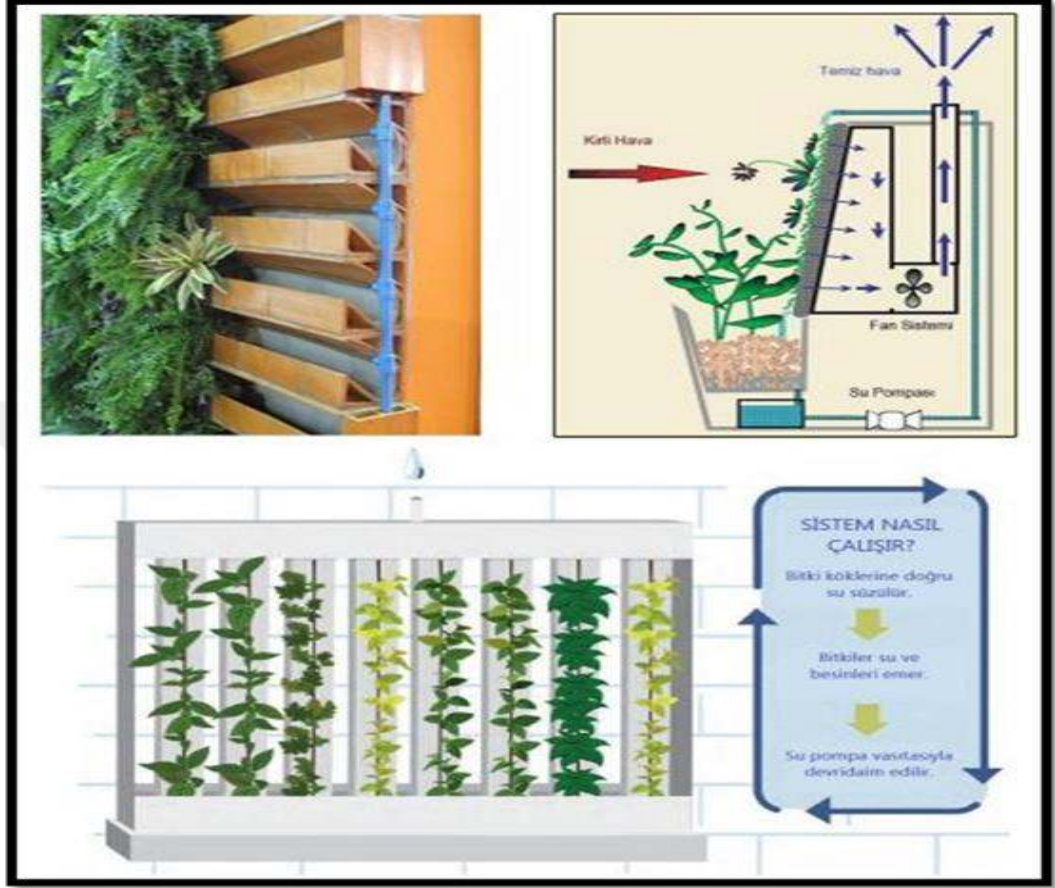
Yeşil duvarlar, biyolojik duvarlar olarak da adlandırılmaktadır. Yeşil duvarlar bitkilendirilmiş paneller ve dikey modüllerde bitki örtülerinin birleştirilmiş halidir. Bu sistemde kullanılacak alana ve bitkiye göre plastik kaplar, tekstil ürünlerinden oluşturulan torbalar ve sulama sistemleri kullanılarak bitki örtüsü ve bitkinin gelişme ortamı oluşturulmaktadır. Kullanılan bitkilerin gelişme ortamını fiziksel olarak desteklemek için sentetik kumaş ve ceplerden oluşan iki katman oluşturulur. Oluşturulan katmanlar, süreç içerisinde oluşacak nem yoğunluğuna karşı korumak için su geçirmez astarla desteklenir. Bitkilere ulaşacak besinler aşağıdan yukarı doğru hareket eden sulama sistemiyle bitkilere eşit olarak dağıtılmaktadır (Kalay ve Özen, 2021).

1.2. Dikey Bahçelerin Kentsel Yaşama Katkıları

Dünyada hızla artan nüfus sebebiyle insanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için birçok temel ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda bilinçsizce tüketilen enerji kaynakları, yanlış kentleşme gibi etkenler küresel ısınmayı da beraberinde getirmiştir. Ekonomik kaygı nedeniyle kırsal alandan kent yaşamına artan göçler ile kentlerin beton yığınına dönüşmesi kaçınılmaz bir durum ortaya çıkarmaktadır. Bu durum, aynı zamanda kentsel açık-kapalı yeşil alan sistemlerine zarar vermektedir. Yeşil alanların zarar görmesi, insanların yaşam kalitesinin yanı sıra kentsel biyoçeşitliliğin de zarar vermiştir. Oysa ki, kentsel yeşil alanların korunması ile yaşam kalitesinin artması ve insan psikolojisi üzerinde olumlu etki oluşması sağlanacaktır (Gür ve Kahraman, 2022), (Kalay ve Özen, 2021).

Kentsel yaşam alanlarında yeşil dokunun miktarının artırılmasının yanı sıra alternatif yeşil alanlar oluşturulması stratejik çözüm önerileri arasında yer almaktadır. Bu kapsamda, dünya ölçeğinde kabul gören en önemli yeşil stratejiler arasında dikey bahçeler ve çatı bahçeleri bulunmaktadır. Dikey bahçeler, duvarlara yaşam sunan bir mekanizma olarak kabul edilmektedir. Bu alanlar, kentsel yaşam alanlarında ekolojik, ekonomik ve sosyal açılardan pek çok katkı sunmaktadır (Gür ve Kahraman, 2022). Ekolojik katkılar arasında; enerji tüketimini azaltması ve enerji verimliliğini artırması, su tüketimini azaltması, gürültü kirliliğini azaltması, iç-dış hava kalitesini artırması, biyolojik çeşitliliği desteklemesi yer almaktadır (Başdoğan ve Çıg, 2016). İç ve dış mekanlarda kullanılan dikey bahçeler kullanıldığı alanda hava kalitesini artırmaktadır. Dikey bahçelerde kullanılan bitkisel materyaller yapraklarında bulunan stomalar sayesinde toz partiküllerini tutarak hava kalitesini artırmakta; hava akış hızını etkileyerek ısıtma-soğutma enerji

sarfiyatını azaltmaktadır. Yapılan bir araştırmada 20 metrekairelik bir dikey bahçenin barındırdığı bitkiler sayesinde, orta boylu bir ağaç kadar havadan karbondioksiti temizleyerek oksijen üretebildiği gözlemlenmiştir (Şekil 1.9) (Kalay ve Özen, 2021).

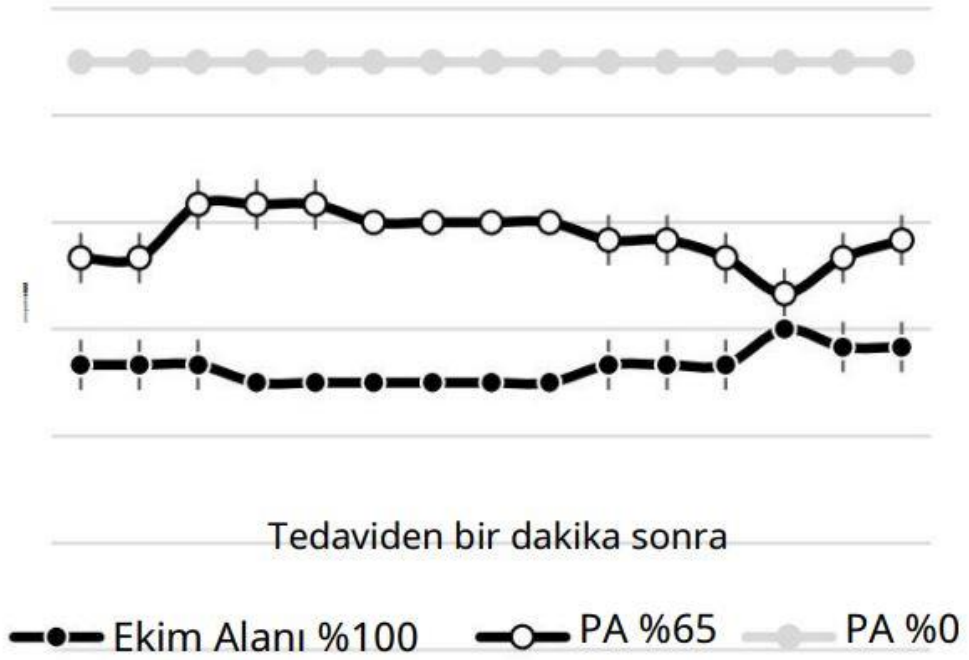


Şekil 1.8. İç mekânda hava kalitesinin artmasına katkı sağlayan sistemin çalışma prensibi (Kalay ve Özen, 2021)

Kişiyi özel 4 m² bir alanda 3 adet sağır duvar üzerine 2x1,5 m ölçülerinde dikey bahçeler kurularak yapılan denemede; kapalı alan hissini azaltmak için açık kalan boşluklar cam kapılarla kapatılıp sıcaklık ve nem oranını sabit tutabilmek adına çeşitli cihazlarla çalışma alanı desteklenmiştir.



Şekil 1.9. Kişiyeye özel kapalı alanda dikey bahçe uygulama örneği (Choi, 2021)



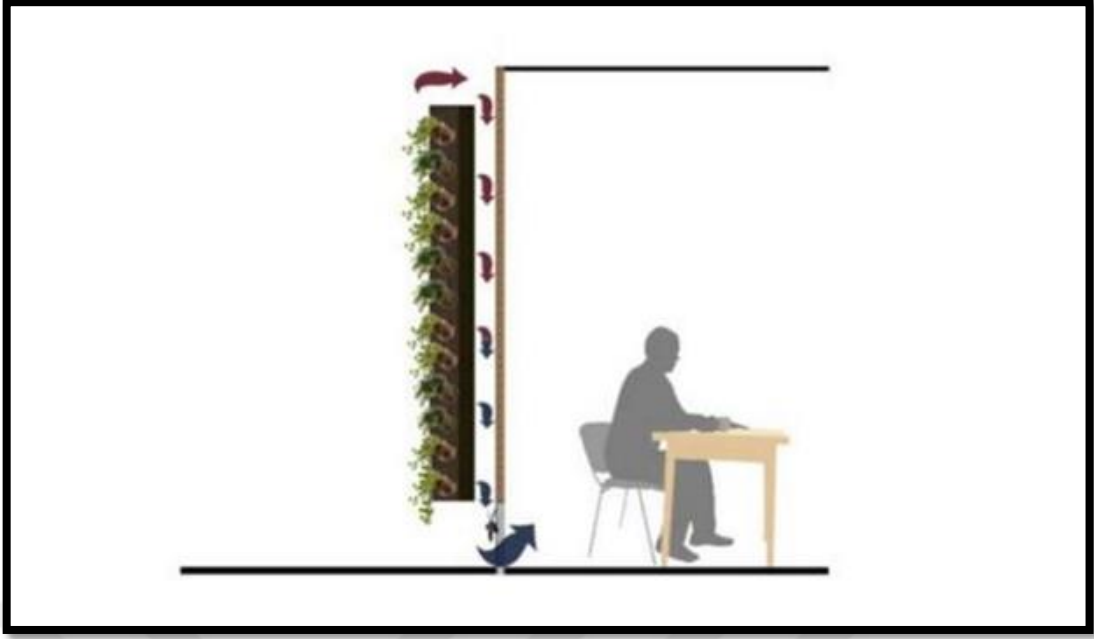
Şekil 1.10. İç mekân CO₂ konsantrasyon seviyesi değişimi (Choi,2021)

Şekil 1.9’da kişiyeye özel kurulan iç mekân dikey bahçe uygulamasında bitki alanına göre hava kalitesindeki değişimler ölçülmüş ve bahçe kurulmadan önce havadaki CO₂ konsantrasyonu 1000 ppm iken bitkilendirilmiş alanın %65 ve %100’e çıkarılması sonucu CO₂ konsantrasyonun 300 ppm kadar azaldığı gözlenmiştir (Şekil 1.10) (Choi, 2021).

Dikey bahçe sistemlerinin kullanılacağı alana göre bitki yoğunluğunun artmasıyla doğru orantılı hava kalitesi de artış göstermektedir. Dikey bahçelerde kullanılan bitkilerin tek işlevi hem iç hem dış mekanda karbondioksit oranını azaltıp, havaya oksijen sağlamak değildir. Bu işlev ile birlikte pasif iklimlendirme olarak elektronik pusu (electrosmog) azaltma ve yapraklarıyla oluşturdıkları terleme sonucu havanın nem oranını artırıp ısıyı düşürerek havayı soğutma etkileride vardır. Patric Blanc'a göre uzun ömürlü yeşil duvarlar için su döngüsünün düzenli olması esastır; aksi taktirde bitkiler bulundukları yüzeyde kökleri vasıtasıyla su arayışına çıkarlar ve bu da bulundukları duvar yüzeylerinde tahribata yol açar. Dikey bahçe sisteminde genellikle bitkilerin su ihtiyacı damla sulama yöntemiyle karşılanmakta ve fazla su tüketiminin önüne geçilmektedir. Dikey bahçeleri sulamada kullanılan su, buhara dönüşerek havayı serinletirerek iç ve dış mekanlarda hava kalitesini etkiler (Kalay ve Özen, 2021; Gür ve Kahraman, 2022).

Davis ve Ramirez (2016)'nın bildirdiğine göre Ekvador Universidad Católica Mimarlık, Tasarım ve Sanat Fakültesi bina yüzeyine 1,5 m genişliğinde ve 2,8 m yüksekliğinde, 0.45x0.45 m ölçülerinde ve 10 cm kalınlığında modüler bir sistem kullanarak dikey bahçe kurulmuştur. Kurulan dikey bahçenin aktif bir soğutma klima ünitesi olarak işlevi incelenmiştir. Oluşturulan dikey bahçe 3 modül genişliğinde ve 5 modül yüksekliğinde, toplam 15 modül olarak kurulmuştur. Uygulamada kullanılan modüller, 5 cm açıklıkları olan bir çelik ağdan oluşturulmuş ve saksı toprağı, hindistancevizi yongaları ve sfagnum yosunundan oluşan bir alt tabaka karışımı ile doldurulmuştur. Modüller, binaya bağlı metal bir destek yapısına sabitlenmiştir. Alt tabaka karışımı, bitkilerin nemi tutabilmesini, modüllerin hafif olmasını ve bitkiler için besin maddeleri içerdiğinden hidroponik sisteme ihtiyaç duyulmamıştır. Çalışmada, a) dikey bahçedeki bitkilerin yaprakları üzerinden hava akıtarak, b) havayı dikey bahçe alt tabakasından akmaya zorlayarak, ve c) hava akışını bahçenin arkasına alarak üç uygulama denemişlerdir. Yapılan incelemelere göre a ve b denemeleri başarısız olmuş c denemesi olumlu sonuç vermiştir. Modüller arasındaki boşluklar kapatılarak, dikey bahçe ve bina yüzeyi arasında 5 cm hava boşluğu bırakılmıştır. Bu yöntemle havanın yalnızca bahçenin arkasından akması sağlanmıştır (Şekil 1.11). Yapılan incelemede ortam sıcaklığının 2 °C düştüğü gözlemlenmiştir.

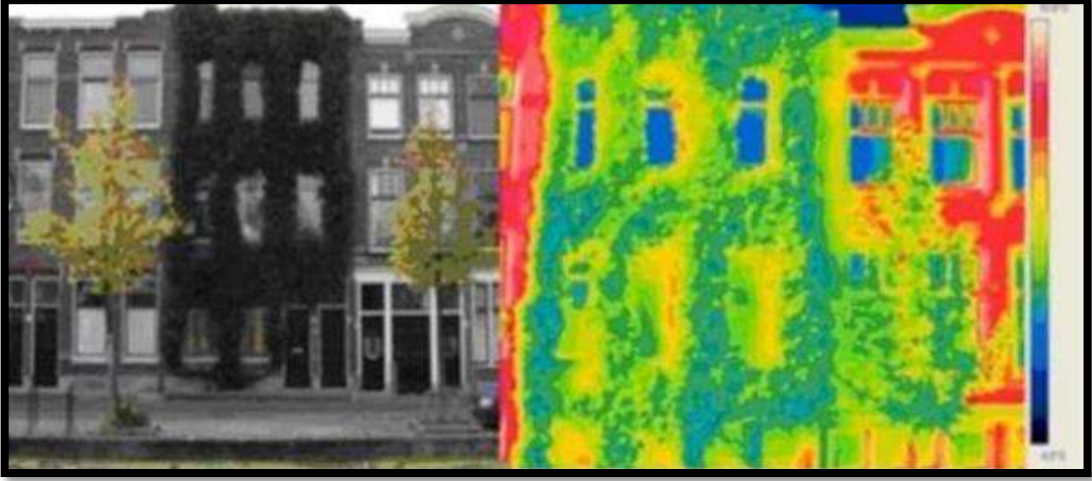
Şekil 1.11'de gösterilen örnek uygulamada havanın dikey bahçe arkasındaki altlık ile bahçenin yüzey arasındaki boşlukta sirkülasyonu sağlanarak, nemli alt tabaka ile teması sayesinde hava soğutulur ve nemlendirilir. Bu yöntemle uygulanan dikey bahçe sıcak ve kuru iklimlerde geleneksel klima ünitelerine karşı düşük enerjili bir alternatif olarak evaporatif soğutucu görevinde kullanılabilir (Davis ve Ramirez, 2016).



Şekil 1.11. Dikey bahçeyi soğutma ünitesi olarak kullanabilmenin en etkili yöntem (Davis ve Ramirez, 2016)

Dikey bahçe projeleri mimarı tasarım projesiyle eş zamanlı olarak tasarlanmaktadır. Bunun nedenleri arasında detay çözümlerlerinin ortaya konulmasında yapı strüktürü ile birlikte hareket edilmesi yer almaktadır. Bu sayede bina yüzeyinde kabuk olarak tasarlanan dikey bahçeler, kullanılan sistem katmanları ve bitkiler sayesinde doğrudan gelen güneş ışığını emerek bina yüzeyinde oluşan ısı emilimini azaltabilecek ve ısı geçişlerini en düşük düzeye indirecektir. Dolayısıyla dikey bahçeler ısı izolasyonu sağlamada önemli bir görev üstlenmiş olacaktır (Şekil. 1.12) (Kalay ve Özen, 2021).

Yağmur suyu yönetimiyle sulama sistemlerinin oluşturulması ve su giderinin azaltılarak hem ekolojik hem de ekonomik katkı sunması, bina yüzeylerinde oluşan ısı adası üzerindeki etkilere katkısı (Şekil 1.12), rüzgar hızını kesmesi ve iyi oluşturulmuş bir dikey bahçe ile şiddetli yağmur sularının tutulması sayesinde bina yüzeyine suyun ulaşması engellenerek bina kabuğunun daha uzun süreli ve sağlıklı kullanılması sağlanarak iç-dış mekan bakım ve enerji tasarrufu dikey bahçelerin ekonomik katkıları arasında yer almaktadır. Bunların yanı sıra yeşil alanların azalması sonucu günümüzde peyzaj tasarım ve uygulama yapılan yeni yapıların maddi değerinin arttığı gözlenmektedir (Başdoğan ve Çığ, 2016).



Şekil 1.12. Bitki kaplı bir yapı kabuğu termal kamera görüntüsü (Kalay ve Özen, 2021)

İç mekân ve dış mekanlarda bitki kullanımının kentsel yaşama kattığı faydaların yanı sıra kullanıcılar üzerinde pozitif psikolojik etkileri ve insan sağlığında iyi yönde etkilediği birçok çalışmada yer almaktadır (Selim, 2021). Günlük yaşantısının %80-90'ını iç mekanda geçirmek zorunda kalan insanoğlu, dış mekandan iç mekana bitki kullanımını taşıyarak doğanın verdiği pozitif enerjiyi iç mekanlara yansıtmaya başlamıştır. Bu da insanların iç mekanlarda doğanın yansımalarıyla kendilerini daha mutlu, huzurlu ve konforlu hissetmelerine olanak sağlamıştır. İç mekanlarda bitki tasarımında kullanılan bitkiler ile renk, doku, form, ölçü gibi tasarımsal özelliklerden yararlanılarak her yaş grubuna uygun mekanlarda bitki tasarımıyla daha çekici mekanlar oluşturulabilmektedir (Selim, 2021). İç mekanlarda direkt saksılarda bitki kullanmak yerine teknolojinin ve tasarım materyallerinin gelişmesiyle, yüksek dekoratif değere sahip dikey bahçe kullanımı yaygınlaşarak kentsel peyzajda estetik niteliği arttırdığı, rekreasyon alanlarını teşvik ettiği ve herkes için erişilebilir alanlar olması nedeniyle psikolojik sağlığa katkıda bulunduğu, pozitif yönde etkiler oluşturarak stres ve kaygıyı azalttığı düşünülmektedir (Hong ve ark., 2019).

İç mekanlardan biri olan ofis ortamında bitki kullanımının kişi üzerindeki psikolojik ve sağlık açısından etkilerini gözlemlemek için 1995-96 yıllarında Norveç'te bir petrol şirketinde 59 ofis çalışanının katıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bir bahar dönemi bitki kullanılarak bir bahar döneminde bitkilerin kullanılmadığı ortamın kişiler üzerinde bıraktıkları etkiler gözlemlenmiştir. Nöropsikolojik semptomlar, mukoza semptomları ve cilt semptomlarından oluşan 12 soruluk ankette bitki kullanılmayan dönemde ortalama puan 7.1 iken bitki kullanılan dönemde 5.6'ya kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Bitkilerin bulunduğu ofis ortamında çalışanların yorgunluk hissinin %37 oranında düştüğü, boğaz kuruması, kaşıntı gibi sağlık problemlerinin %23 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Veiersted ve Sandvik, 1998). İç mekanda bitki kullanımının artmasıyla insanların dünya genelinde özellikle iç mekanlarda iyileştirici bahçeler adı altında yaşam stresini azaltmaya ve sağlığa katkılarına yönelik bitki kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Özellikle farklı hasta gruplarının tedavi gördüğü hastane, yaşlı bakım evi, zihinsel ve fiziksel özürli

bireylerin tedavi gördükleri rehabilitasyon merkezleri, ve psikiyatri merkezleri vb kuruluşlarda iyileştirici bahçe kullanımı artmaktadır. Örneğin; doğayla temasın çocuk gelişiminde, duygularını ve duyularını olumlu yönde etkilediği, kişilik gelişmelerine pozitif etki ettiği ve çocukta özgüven, özsaygı, özgünük durumlarında pozitif artış olduğu gözlemlenmiştir. Yaşlı kullanıcıların bahçe etkeniyle daha fazla sosyalleşebildiği ve yeşil alanlar içerisinde yapılan egzersizlerin kalp sağlığına daha iyi geldiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Hastanede tedavi gören bireylerin doğa manzarası izleyerek beklediği süreçte doğa manzarasından bir ağrı kesici kadar etki gördükleri aynı zamanda çalışanlar ve ziyaretçilerinde daha huzurlu ve sakin oldukları gözlemlenmiştir (Bulut ve Göktuğ, 2006).

Dikey bahçe projeleri mimarı tasarım projesiyle eş zamanlı olarak tasarlanmaktadır. Bunun nedenleri arasında detay çözümlemelerinin ortaya konulmasında yapı strüktürü ile birlikte hareket edilmesi yer almaktadır (Şekil 1.13 ve Şekil 1.14). Bu sayede bina yüzeyinde kabuk olarak tasarlanan dikey bahçeler, kullanılan sistem katmanları ve bitkiler sayesinde doğrudan gelen güneş ışığını emerek bina yüzeyinde oluşan ısı emilimini azaltabilecek ve ısı geçişlerini en düşük düzeye indirecektir. Dolayısıyla dikey bahçeler ısı izolasyonu sağlamada önemli bir görev üstlenmiş olacaktır (Kalay ve Özen, 2021).



Şekil 1.13. Drew okul bina cephesinde uygulanan dikey bahçe görünümü (<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>)



Şekil 1.14. Patrick Blanc tarafından tasarlanan Ballymore Group tesis binasında dikey bahçe örneği, Leamouth Yarımadası, (<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>)



Şekil 1.15. Kuveyt Alışveriş Merkezi, Dikey Bahçe uygulama örneği((<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>)

Dikey bahçeler aynı zamanda açık ve kapalı alanlarda ses perdesi olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.15). Dikey bahçe sistemi uygulamalarında kullanılan bitki ve toprak katmanları ile keçe, hava boşluğu, sulama kanalları gibi altyapı sistemleri ses frekanslarının emilmesini ve yansıtılmasını sağlayarak gürültü kirliliğinin önüne geçebilmektedir. Bitki hücrelerinde bulunan selüloz, karbonhidrat yapılı organik bir moleküldür. Günümüzde yalıtımın ana malzemesini oluşturan, akustik sünger malzemelerinin bir çoğunun üretiminde kullanılmaktadır. Gelişen mimari ve teknoloji yapısal ve bitkisel materyalin fonksiyonel olarak kullanımına da olanak sağlamaktadır (Şekil 16). Bu kapsamda bitkiler mekanda ses akustiğini sağlayarak önemli bir fonksiyon ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda dikey bahçelerin yaşanabilir bir çevre-mekan oluştururken yapay akustik ürünler yerine tercih edilmesi halinde maliyeti azaltabileceği de söylenmektedir (Saki, 2020).



Şekil 1.16. Robinsons Festival City'de, yeşil sütunlar (Patrick Blanc ,2017)

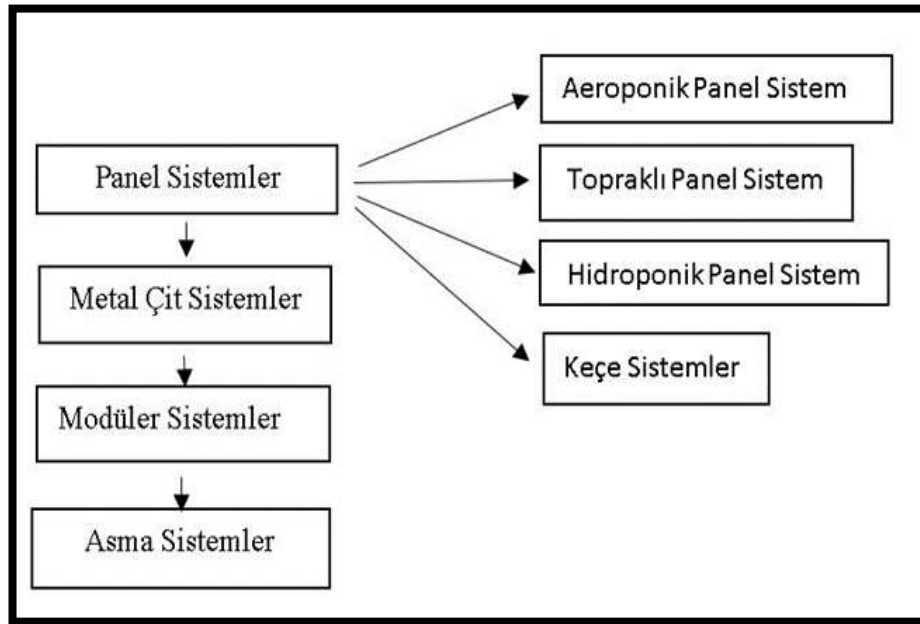
1.3. İç Mimarlık ve Çevre Tasarımında Dikey Bahçe Uygulamalarının Değerlendirilmesi ve Teknik Esasları

Dikey bahçe uygulaması için en az 1 m² alan içerisinde birden fazla çeşit bitki kullanılabilir. Uygulanacak alanda öncelikli olarak fiziksel boyutlar; binanın dış yüzey özellikleri, kurulacak sistemin konstrüksiyon malzeme bilgileri, iklimsel özellikler ve zemin yapısı unsurlarının dikkate alınması gerekmektedir. İç mekânda dikey bahçe kullanımının nedenleri arasında da hava kalitesini artırması, ses akustiğini sağlaması, estetik katkısı ön planda yer almaktadır. Bu nedenle sistemin

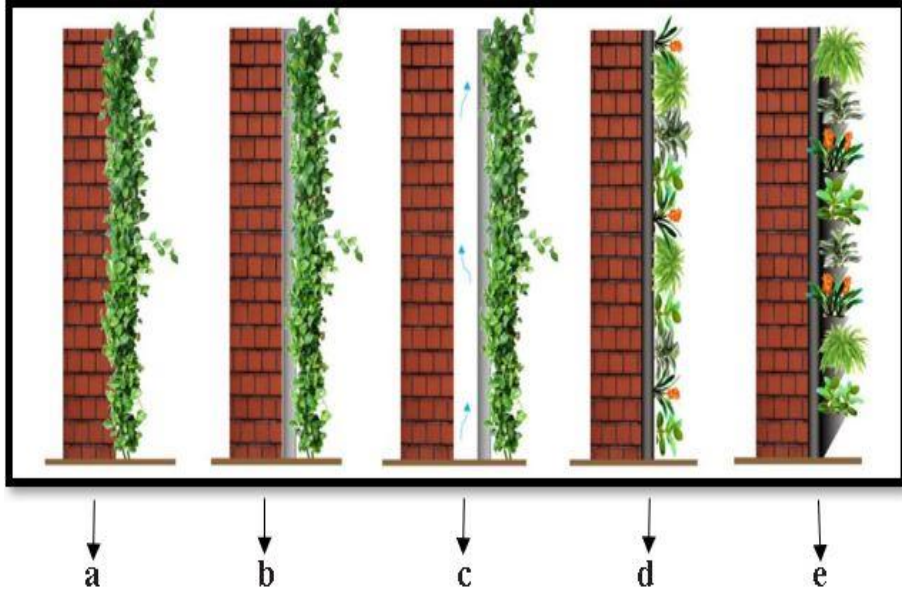
sürdürülebilirliğinin sağlanmasında bitkisel ve yapısal malzemelerin doğru seçimi oldukça önemlidir (Saki ve Küçükali, 2020).

Aynı zamanda dikey bahçeler, kullanılan yapının atık sularından damla sulama sistemiyle yararlanabilir. Özellikle yapı kabuklarında bulunan dikey bahçeler damla sulamanın yanı sıra yağmur sularından gerekli su ihtiyacını karşılayabilmektedir. Dikey bahçeler, yapı kabuğunda yağmur suyunun şiddetli etkisini azaltır ve su emilimi olmayan bölgelerde birikerek su taşkınlarına sebep olabilecek durumlarda bitkilerin eşit oranda suyu emerek buharlaştırması sonucu su taşkınlarının önüne geçmek amaçlı kullanılabilir. Tasarım aşamasında kullanılacak dikey bahçe ile yapı tasarımı entegre edildiğinde kullanılacak atık su ve yağmur suyu ile sulama sayesinde su kullanımı azaltılır ve su kaynakları korunmuş olur (Kalay ve Özen, 2021; Gür ve Kahraman, 2022).

Dikey bahçe uygulamalarında bir veya birden fazla bitki türü kullanılabilir. Sürekli sistemlerde geotekstil membran nedeniyle alt tabakaya ihtiyaç duyulmaz ve sulama sistemi hidroponik tekniklerle uygulanır. Sulama sistemi kurulması ve ekstra besin ihtiyaçlarıyla modüler uygulanan yaşayan duvarların daha maliyetli olduğu görülmektedir. Ancak yaşayan duvarların yeşil cephelere göre avantajlarından birisi hasarlı bitki bireylerinin değiştirilmesi ve mekanizmanın sürekli olarak canlılığının devam etmesini kolaylıkla sağlayabilmektedir. Uygulama tekniklerine göre dikey bahçeler dört ana grupta incelenebilir (Şekil 1.17) (Gür ve Kahraman, 2022). Dikey bahçe sistemleri topraklı veya topraksız panel sistemleri, metal çit sistemleri, modüler sistem ve asma sistem üzerine dikey bahçe uygulamalarını içermektedir. Bu sistemler daha çok bina cephelerinde uygulanmakta ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında bakım işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Başdoğan ve Çığ, 2016).

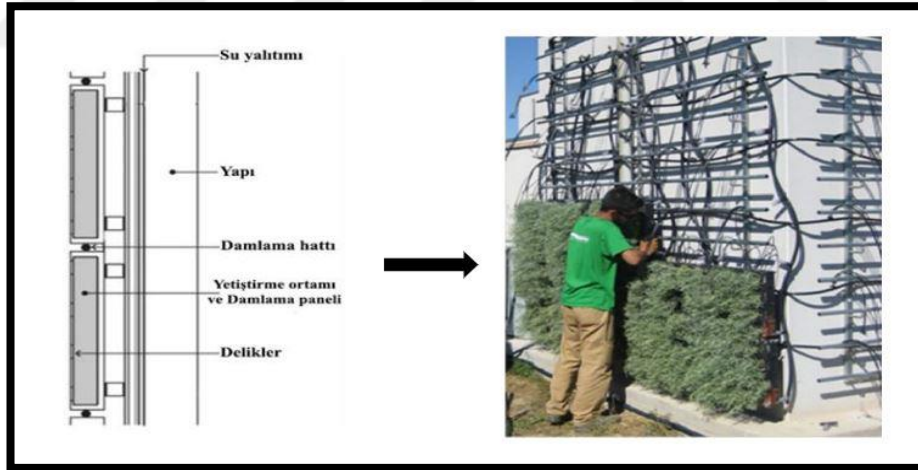


Şekil 1.17. Dikey bahçe uygulama teknikleri (Gür ve Kahraman,2022)



Şekil 1.18. Dikey Bahçe Uygulama Sistemleri (Hernandez ve ark., 2022)

Şekil 18’de dikey bahçe sisteminin uygulama seçenekleri görülmektedir. Buna göre;” a” doğrudan yeşil cephe, “b” dolaylı yeşil cephe, “c” hava kanallı yeşil cephe, “d” sürdürülebilir yaşayan duvar, “e” modüler yaşayan duvar uygulamasını örneklemektedir. Bu kapsamda duvara doğrudan veya destek yardımıyla tırmanabilen türlerin kullanıldığı görülmektedir.



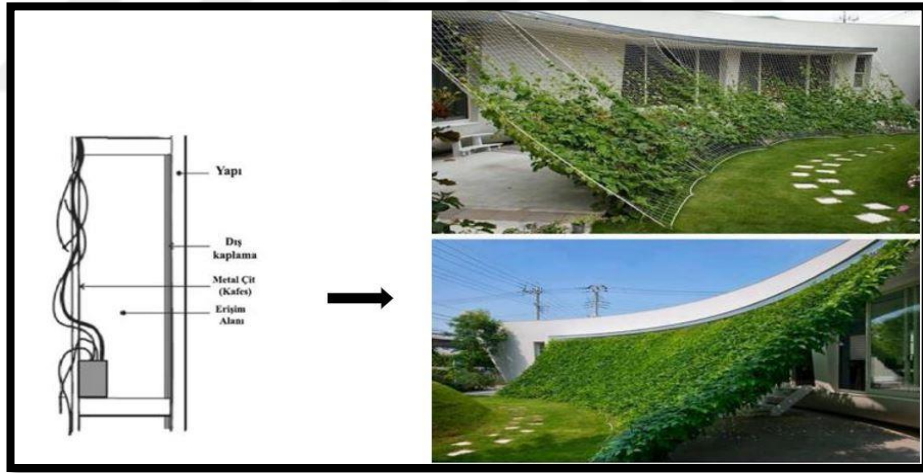
Şekil 1.19. Dikey bahçe modüler-panel sistem uygulama örneği (Gür ve Kahraman,2022)

Şekil 1.19’da kurulan sistem, paneller halinde, içlerinde toprak bulunduran, modüler saksılar ile oluşturulmuştur. Genelde damla sulama yöntemi kullanılan bu sistemlerin bazı uygulamalarında fazla sulama suyunun geri dönüşümü için hazneler bulunmaktadır (Gür ve Kahraman, 2022).



Şekil 1.20. Dikey bahçe keçe sistemi uygulama örneği (Gür ve Kahraman,2022)

Şekil 1.20’de bir düzlem üzerinde keçeden oluşturulmuş cepler içerisinde toprak bulunduran sistemler şeklinde dikey bahçe uygulaması örneklendirilmiştir. Bu sistemlerde keçe tercih edilmesinin en büyük etkenlerinden biri su tutma kapasitesinin yüksek olmasıdır. Keçe sisteminin uygulamasında genellikle damla sulama sistemi kullanılır. Fazla gelen suyun tekrar kullanımı için sisteme ek hazneler yerleştirilebilir (Gür ve Kahraman, 2022).



Şekil 1.21. Dikey bahçe metal çit sistemi uygulama örneği, (Gür ve Kahraman,2022)

Metal çit sistemleri geleneksel olarak kurulan ve en çok tercih edilen uygulamalardan biridir. Bu sistemler genellikle dış mekan duvarlarını, balkonları, avluları vb. alanlarda ayırıcı veya perdelemek amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 26’da uygulama örneği gösterilen metal çitler her tasarım çizgisine uyum sağlayabilir ve uygulanabilir. Bu sistemde kullanılan bitkiler doğrudan toprağa dikilerek veya saksılar içerisinde kullanılır. Bu sistemde bitkilerin büyümesi ve kullanıldığı yüzeyi kaplaması zaman alabilmektedir (Şekil 1.21) (Gür ve Kahraman, 2022).



Şekil 1.22. Dikey bahçe Hidroponik Sistem uygulama örneği, (Gür ve Kahraman, 2022)

Hidroponik sistemler ise, panel sistemler içerisinde toprak kullanılmadan, bitki köklerinin sadece beslenmesini sağlayacak bitki besin çözeltisinin içerisine yerleştirilmesi şeklinde uygulanan sistemlerdir. Uygulama esnasında ve uygulamanın devamlılığı konusunda kolay hareket ettirilebilmesi avantaj olarak görülürken; ortamdaki su düzeyi, iklim ve bazı etmenlere göre değişiklik gösterebileceğinden yüksek bakım ihtiyacı olumsuz bir özellik olarak değerlendirilmektedir (Şekil 1.22), (Gür ve Kahraman, 2022).



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Teknoloji ve mimari tasarımın gelişmesiyle sürdürülebilir yapılar inşa etmek önem kazanmıştır. Widiastuti ve ark., (2016); Davis, (2018); Abdülaziz ve ark., (2018); Kalay ve Özen, (2021) incelenen çalışmalarında, yapı kabuklarında ve iç mekanlarda dikey yerleşimde bitki kullanımının etkenlerini irdelemişlerdir. Bayramoğlu ve ark., (2020) dikey bahçelerin işlevselliğinin yanı sıra estetik açıdan gözlemde bulunmuş ve peyzaj değerini vurgulamıştır. Perini ve Rosasco, (2016), yaptığı çalışmada dikey bahçelerin ekonomik boyutlarını araştırarak dikey bahçelerin ihtiyaç duyduğu ekolojik istekleri ve bakım maliyetleriyle sürdürülebilirliğini irdelemiştir. Blanc, (2015), dikey bahçe uygulamasında birden fazla bitki türünü bir arada kullanarak estetik bir görüntü elde etmenin beraberinde biyoçeşitliliğin arttığına dikkat çekmiş ve yaptığı birçok farklı dikey bahçe tasarımında önerisini örneklendirmiştir. Ekren, (2017), çalışmasında dikey bahçelerin estetik görünümünün yanı sıra avantajları ve risklerini konu edinmiştir.

2.1. Dikey Bahçelerle İlgili Bazı Çalışmalar

Blanc, (2015), 'vertical Gardens new challenges' adlı çalışmasında dikey bahçe sisteminin faydalarının yanı sıra uygulamada birçok farklı bitki türünün bir arada kullanarak biyoçeşitliliği artırmada bir etken olduğunu savunmaktadır. Bitki formu, rengi, dokusu gibi etkenleri tasarımda birleştirip bir arada kullanıldığında yatayda yaşayamayacak bitki türlerini dikey yetiştirme ortamında yaşatmış ve birçok farklı tasarımıyla dikey bahçe kullanıcılarına ilham olmuştur.

Widiastuti ve ark., (2016), 'Performance evaluation of vertical gardens' adlı çalışmalarında dikey bahçelerin kullanıldığı ortamdaki termal performansı üzerine inceleme yapmışlardır. Deney Endonezya'nın Semarang kentindeki Pertamina şube ofis binasında kısmi dikey bahçe uygulanarak yapılmıştır. Binada belirlenen cephenin bir kısmı dikey bahçeyle kaplanırken bir kısmı beton görüntüsünde bırakılıp iki yüzey üzerinde sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda, dikey bahçe bulunan yüzeyin iç mekânı çıplak yüzeye göre daha düşük sıcaklıkta gözlemlenmiştir. Hava sıcaklığı arttıkça boş olan yüzeyde sıcaklığın arttığı, dikey bahçe uygulanan duvarda ise bitkiler sayesinde yaklaşık 2-3 °C ısıyı azalttığı ve iç mekân havasını serinlettiği doğrulanmış ve iklimlendirme olarak yapılarda dikey bahçe kullanımının önemi vurgulanmıştır.

Perini ve Rosasco, (2016), 'Is greening the building envelope economically sustainable? An analysis to evaluate the advantages of economy of scope of vertical greening systems and green roofs' adlı çalışmalarında kentsel çevre koşullarının iyileştirilmesinde dikey bahçe kullanımının önemine dikkat çekilmiştir. Bu çalışmada bir ofis binasında kurulan dikey bahçelerin ve yeşil çatıların sürdürülebilirliğini sağlamak açısından ekonomik boyutu araştırılmış ve fazla bakım gerektirmediğinden farklı sistemlerde uygulanabilirliğine dikkat çekilmiştir.

Ekren, (2017), 'dikey bahçelerin avantajları ve riskleri' adlı çalışmasında dikey bahçe uygulamasının ses izolasyonu, ısı adası etkisini azaltma, enerji verimliliği, hava kalitesini artırma

gibi avantajlarını konu edinirken maliyet ve bakım şartlarını bilmeden bilinçsiz uygulama yapımında sadece estetik amaçlı kullanıma yöneldiğini vurgulamıştır. Bu da dikey bahçe kullanımının yaygınlaşmasında olumsuz bir faktör olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda dikey bahçelerin kentsel alanlarda özellikle enerji verimliliğini artırmakta ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli bir etken olduğu ortaya konmuştur.

Davis, (2018), 'beyond green façades: active air-cooling vertical gardens' adlı çalışmasında dikey bahçelerin hava soğutma ünitesi olarak kullanılabilirliğini incelemiştir. Çalışma Ekvador'un Quite kentinde bir binada dikey bahçe kurularak gerçekleştirilmiştir. Deney süresince sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı gibi parametreler ölçülmüş ve yapılan ölçümler sonucunda aktif bir dikey bahçenin hava sıcaklığı ortalama 8,1 °C-14,3 °C düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma yapılar ve iç mekanlarda iklimlendirme aracı olarak dikey bahçe kullanımını vurgulamaktadır.

Abdülaziz ve ark., (2018), 'overcoming indoor air pollutants by using wall gardens – carbon dioxide study case' adlı çalışmalarında ofis ortamında kurulan dikey bahçelerin iç mekandaki CO₂ gibi hava kirleticilerin üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Kurulan denemede Syngonium ve Pothus bitkileri tercih edilmiştir. Sekiz farklı ofiste 13 hafta boyunca çalışanların çalışma saatleri boyunca ölçüm yapılmış ve yapılan ölçümler sonucunda dikey bahçe kurulu ofislerde CO₂ oranının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Hava kalitesine etki etmesinin yanı sıra çalışanların üzerinde pozitif etki yaratması yapılan anketler sonucunda doğrulanmıştır. Çalışmada dikey bahçe uygulama maliyetinin düşük olması, estetik görüntü sağlaması, iç mekân hava kalitesini iyileştirmesi gibi etkenler göz önünde bulundurularak özellikle iç mekânda dikey bahçe kullanımını yaygınlaştırmak ve tanıtmak amaçlanmıştır.

Bayramoğlu ve ark., (2020), 'dikey bahçe tasarımının estetik ve işlevsel boyutu' adlı çalışmalarında kentleşmenin ve iklim değişikliğinin doğa üzerinde sebep olduğu olumsuzlukları azaltmak için sürdürülebilir yaklaşım ile dikey bahçeleri konu almıştır. Yeşil duvar olması önerilen bir duvarın peyzaj değeri açısından incelenerek tasarımın peyzaj değeri açısından önemi ve ekolojik isteklerinin önemi vurgulanmıştır.

Kalay ve Özen, (2021), 'dikey bahçe uygulamalarının yaşanabilir çevreye sunduğu katkılar' adlı çalışmalarında dikey bahçelerin yaşanabilir çevreye sunduğu katkılara ve dikey bahçe uygulamalarında oluşabilecek dezavantajlara değinmişlerdir. Bu çalışma günümüzde artan betonlaşma sonucu yapılar ve iç mekanlarda doğadan uzaklaşmış olmamıza çözüm olarak dikey bahçeleri sunmaktadır. Gelişen teknoloji ve tasarım materyalleri ile dikey bahçelerin mimari tasarımlarda daha yaygın bir şekilde uygulanabilir olmasıyla doğaya bir parça yakınlaşma imkânı sunduğunu savunmaktadır. İç mekanlarda ve yapı kabuklarında tüm yüzeylerde uygulanabilen dikey bahçe sistemleriyle, bitkilerle kaplı doğal ve canlı yüzeyler oluşturularak, çevreye duyarlı yapılar inşa edilebilmesinde ve yaşanan alanlara doğanın taşınabildiği görülmüştür. Ünlü bir botanikçi olan Patrick Blanc 'ın, doğadaki bitkilerin kendi bulundukları ekosistem içinde nasıl bir ortamda yaşadıklarını, birbirleriyle olan etkileşimleri içinde bu yaşamı nasıl sürdürdüklerini inceleyerek ve

aynı zamanda farklı türde bitkilerin birbirleriyle yaşayabilme yeteneklerini gözlemleyerek edindiği bilgiler ile dikey bahçe düzenlemeleri yapmaya başlamış ve bu tasarımlarının oluşumunu çeşitli projelerde yönlendirmiştir.

Bu çalışmada dikey bahçe tasarımlarının farklı sistem detaylarına ve farklı iklimsel özelliklere sahip olduğu görülmüş, aynı zamanda bu tasarımların tasarım yaklaşımları açısından birbirini taklit ve tekrar etmeyen, benzersiz tasarımlar olduğu gözlemlenmiştir. Yeşil duvar tasarımlarının kullanıldığı mekanlarda, enerji ve su tüketimi, ısı izolasyonu, gürültü kirliliği, hava kalitesi, biyoçeşitlilik, estetik kazanımlar ve tüm bunların ispatı sayılabilecek yeşil bina sertifikasyonu sistemleri bazında da ciddi iyileştirmeler sağlayarak çevresel ve mekânsal sürdürülebilirliğe sağlamış olduğu katkılar ortaya konmuştur. Mekânın kullanıcılarına sağladığı yaşam konforunun sürekliliği açısından sürdürülebilirliğe katkı sağlayan tüm bu kategorilere yönelik müdahalenin erken tasarım aşamalarında gerçekleşmesinin oldukça önem taşıdığı vurgulanmıştır.

2.2. Crassulaceae Familyası ile İlgili Bazı Çalışmalar

Sarı, (2021), ‘Türkiye Florasında Yayılış Gösteren Crassulaceae Familyasından Bazı Türlerin Peyzaj ve Süs Bitkileri Bakımından İncelenmesi’ çalışmasında, günümüzün en büyük sorunlarından biri olan iklim değişikliği, bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal durumunu etkilediğine dikkat çekmiştir. Kuraklığın artması sonucu su kaynaklarının daha kontrollü kullanılması gerektiği ve peyzaj alanlarında su ve bakım ihtiyacı az olan bitki seçimleri yapılmasının önemini vurgulayarak, bu doğrultuda peyzaj uygulamalarında ‘‘ Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi ‘‘ başlığı altında, ‘‘ Suyun Akılcı Kullanımı’’, ‘‘ Az Su Kullanımı’’ ve ‘‘Doğal Peyzaj Düzenleme’’ gibi yeni peyzaj düzenleme kavramlarından bahsetmiştir. Bu başlıklar doğrultusunda Kurakçıl Peyzaj uygulamaları en verimli planlama prensiplerini içerdiği araştırmalar arasında yer almaktadır. Sukkulent bitkiler, susuzluğa dayanıklı olması ve bakım isteklerinin az olması sebebiyle özellikle kurakçıl peyzaj uygulamalarında öncelikli tercih edilen türler arasındadır. Peyzaj tasarım ve uygulamalarında popülerliği artan sukkulent türlerin birçoğunu barındıran *Crassulaceae* familyası Anadolu coğrafyasında geniş bir yayılış gösterdiği bilinmektedir. Farklı iklim tiplerine sahip olması sebebiyle üç farklı floristik bölgeye sahip Türkiye’de 3.649’u endemik olmak üzere 11.707 bitki taksonunun bulunduğu yapılan araştırmalar arasında yer almaktadır. Çalışma alanı kapsamında incelenen türler estetik özelliklerin yanı sıra, fonksiyonel özellikleri olan, yenebilir, tıbbi ve aromatik bitkilerin kentsel alanlarda ve iç mekanlarda kullanım potansiyelini artırmak ve sukkulent türünün kentsel ekosistemlerde daha fazla kullanım alanı bulması için önemini vurgulamayı amaçlamıştır (Sarı,2021).

Rezgallah, (2017), ‘‘ *Crassulaceae* Familyasına Ait Bazı Türlerin Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi ‘‘ adlı çalışmasında *Crassulaceae* familyasına ait *Sedum* ve *Sempervivum* gibi bazı türlerin etanol ekstraktlarının, belirli bir miktarda pozitif ve negatif bakteri ile eş zamanlı bir mantara maruz bırakarak türün, antimikrobiyal etkinliğini disk difüzyon ve minimum inhibitör konsantrasyonu testleri ile araştırmayı amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar, bitki ekstraktlarının

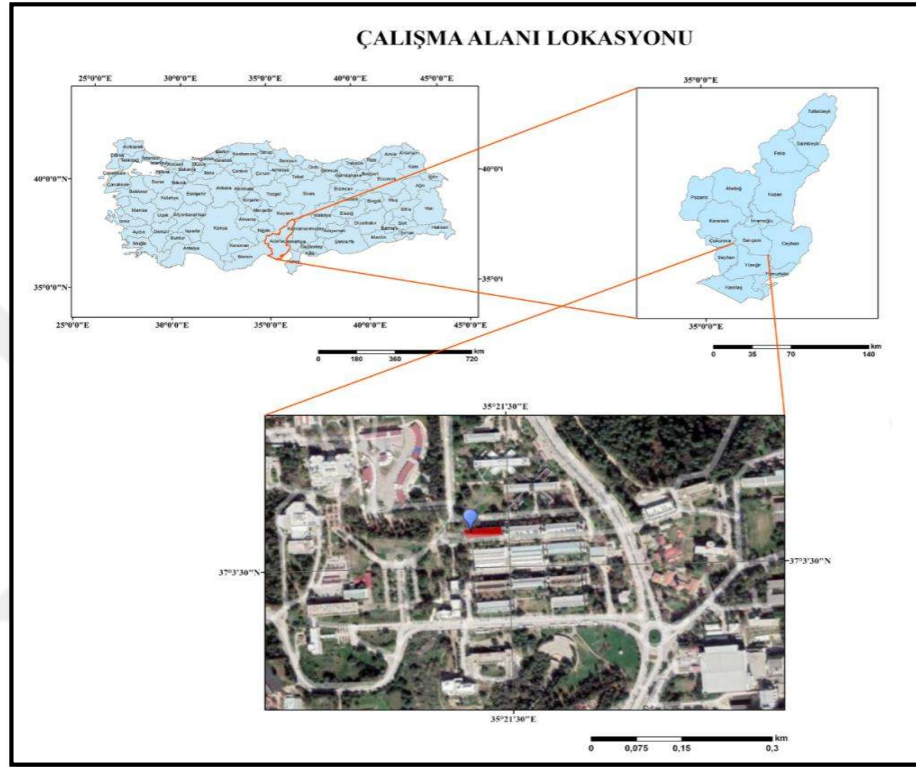
Candida albicans, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* gibi mikroorganizmalara karşı farklı seviyelerde inhibisyon zonları oluşturduğunu göstermiştir. Gözlem sürecinde bitki ekstraktlarının en yüksek tepkisi, *Sedum pallidum* ekstraktından elde edilen 5,0 µg/mL minimum inhibitör konsantrasyonu ile *Salmonella infantis* ve *Salmonella typhimurium*'a karşı gözlenmiştir. Bu çalışma, *Crassulaceae* familyasının antimikrobiyal potansiyelini ortaya koymanın yanı sıra ilaç geliştirme ve üretme çalışmaları için yeni kaynaklar sunarak familyanın bazı türlerinin ekonomik ölçütler göz önünde bulundurularak tıbbi amaçla kullanılabileceğini desteklemektedir (Rezgallah, 2017).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma 2022 yılında Adana ilinin Sarıçam ilçesi $37^{\circ} 2' 2.2380''$ ve $35^{\circ} 20' 52.1268''$ koordinatlarında yerleşkesi bulunan Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı binasına ait kuzey ve güney cephelerde seçilen iki iç mekân ofiste gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanı lokasyonu

Deneme gözlemlerine 17 Mart 2022 tarihinde başlanarak 19 Temmuz 2022'de ilk oturum gözlemleri tamamlanmıştır. Denemenin kurulduğu her oda yaklaşık 19 m^2 alandan oluşmaktadır. Odaların üç tarafı sağır duvarla çevrili olup tek cephelerinde pencere açıklığı bulunmaktadır. Güney cephede bulunan odanın yaklaşık $3,25 \times 1,80 \text{ cm}$ genişliğinde güney yöneye bakan, kuzey cephede ise aynı ölçülere sahip kuzey yöneye bakan bir pencere açıklığı bulunmaktadır. Doğal ışık yoğunluğundan yararlanabilmek adına Dikey bahçe formatında hazırlanan deneme panoları mekânların pencere kenarında bulunan sağır duvarlarına yerleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kuzey ve güney cephe ofislerinde kurulan dikey bahçe denemeleri



Şekil 3.3. Dikey Bahçe Pano Sistemi

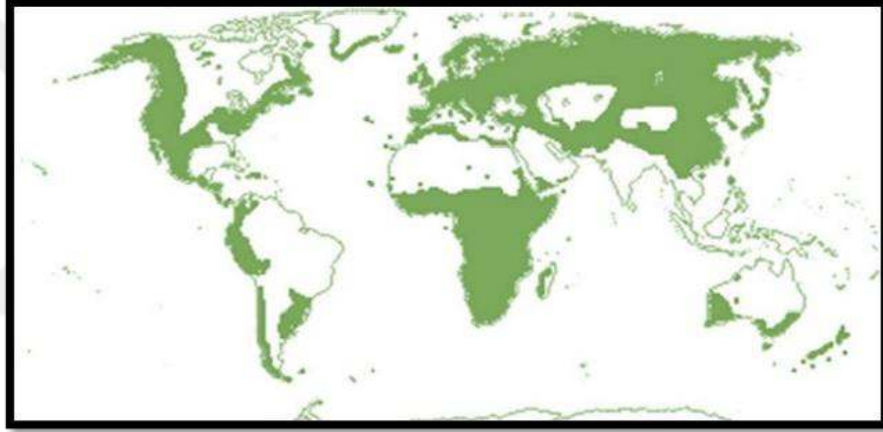
Dikey bahçe formatında hazırlanan panoların boyu 94 cm yüksekliği 52cm'dir. Her pano 3 parselden oluşmakta ve her parsel 4x4 bitki yerleştirilerek toplamda 192 adet bitki kullanılmıştır. Bitki cepleri en fazla 8 cm çapında bir saksıyı yerleştirecek şekilde bölünerek hazırlanmıştır. Günümüzde kurulan dikey bahçe bitki ceplerinde çoğunlukla keçe kumaş tercih edilirken denemede

bitki cepleri, organik olması, su emiciliğinin yüksek oranda olması, hızlı kuruması ve nemi tutması gibi özelliklere sahip olduğundan pamuklu kumaş tercih edilmiştir (Şekil 3.3).

3.1.1. Bitkisel Materyalin Özellikleri

Yürütülen bu çalışmada yetiştiriciliği yapılan sukkulentler arasından *Crassulaceae* (Damkoruğugiller) familyasına ait *Crassula perforata* ve *Crassula ovata* cv. ‘Gollum’ türleri dikey bahçelerin oluşturulmasında katkılarının belirlenmesi amacıyla bitki materyal olarak seçilmiştir.

Çalışmada incelenen *Crassulaceae* (Damkoruğugiller) familyası dünyada en çok kuzey yarım kürede yayılış göstermektedir (Şekil 3.4). Güney Afrika’nın Greater Cape Floristik bölgesinde 46 yıl önce ortaya çıkmıştır. Suyun sınırlı olduğu kurak ve soğuk habitatlarda yaşayan türlere sahiptir. *Crassulaceae* familyası küçük tek yıllık bitkiler, çok yıllık otsular, çalılar ve ağaçlara kadar birçok tür çeşidine sahiptir. Toplam 35 cins ve yaklaşık 1410 türden oluşmaktadır (Sarı,2021), (Çizelge 3.1).



Şekil 3.4. Crassulaceae familyasının dünyadaki yayılış haritası (Sarı,2021)

Çizelge 3.1. Crassulaceae familyasının dünyadaki cinsleri (Balcı, 2009)

Crassulaceae Familyasının Dünyadaki Cinsleri			
<i>Adromischus</i>	<i>Aeonium</i>	<i>Aichryson</i>	<i>Chiastophyllum</i>
<i>Cotyledon</i>	<i>Crassula</i>	<i>Diamorpha</i>	<i>Dudleya</i>
<i>Echeveria</i>	<i>Graptopetalum</i>	<i>Greenovia</i>	<i>Hylotelephium</i>
<i>Hypagophyllum</i>	<i>Jovibarba</i>	<i>Kalanchoe</i>	<i>Lenophyllum</i>
<i>Monanthes</i>	<i>Orostachys</i>	<i>Pachyphyllum</i>	<i>Perrierosedum</i>
<i>Phedimus</i>	<i>Pistirinia</i>	<i>Prometheum</i>	<i>Pseudosedum</i>
<i>Rhodiola</i>	<i>Rosularia</i>	<i>Sedum</i>	<i>Sempervivum</i>
<i>Thompsonella</i>	<i>Tylecodon</i>	<i>Umbilicus</i>	<i>Villadia</i>

Geniş *Crassulaceae* familyasının en iyi temsilcisi olarak bilinen *Crassula* cinsi ekvatorun altından ve Güney Afrika’da yayılım göstermektedir. Bazı türleri doğal yaşam alanlarında 10-12 m yüksekliğe kadar boylanabilmektedir (Green, 1947). *Crassula* cinsi, küçük yosun benzeri yıllık bitkilerden *Crassula ovata* gibi boy uzunlukları ve gelişme farklılıkları gösteren en çeşitli etli yapıya sahip cinslerden biridir. Yaklaşık 300’den fazla *Crassula* türü olduğu bilinmektedir. Yaklaşık 150

tanisinin Güney Afrika'da görüldüğü ve burada yaygın olarak görünen ancak yarı kurak, kışı yağışlı bölgelerde yoğunlaştığı bilinmektedir. Güney Afrika'da yayılım gösteren *Crassula* Afrika'nın ötesinde Avrupa, Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda ve güney adalarına kadar uzanırlar. Yeşim bitkilerinin, *Crassulacean* asit metabolizması veya CAM olarak bilinen, fotosentez göreviyle yapraklarından su kaybını azaltması gibi özel bir yöntemi vardır (Malan ve Notten, 2005).

İlk olarak bu familyada tespit edilen *Crassulacean* asit metabolizması-CAM özellikle karbon (C) tutulması yönünden çok önemli bulunmuş ve CAM bitkilerinin önemini tüm dünyada artırmıştır. CAM bitkileri ya da CAM fotosentezi, bazı fotosentetik bitkilerde görülen bir karbon tutulması yolu olarak tanımlanır. Genellikle sukkulent yapıda olan bu bitkiler, karanlıkta özellikle geceleri açılan stomalarından CO₂ 'i içeri alırlar. En önemli özellikleri stomaların gündüzleri kapalı, geceleri açık olması sayesinde stomalar yoluyla gündüz buhar halinde su kaybını minimuma indirmektedir (Şenol, 2015).

Crassula 'da stomaların gece açık kaldığı sürede CO₂ 'yi organik yeşim asitleri formunda depolar. Gün içerisinde bu asitler parçalanır ve açığa çıkan CO₂, fotosentetik süreçte yeniden kullanılır. Bu sayede çok daha az su kaybederler ve gündüz saatlerinde normal şekilde fotosentez yaparlar. Aşırı kurak dönemlerde geceleri stomalarını bile açmayarak ve hücrelerindeki CO₂'yi yeniden çevrime sokacaklar. Bu durumda hiç gelişme gösteremeyebilirler ancak hücreler sağlıklı tutulabilir; buna CAM boşta kalma adı verilmektedir. *Crassula* cinsi, bir CAM bitkisi olmasının yanı sıra, su depolayan etli gövdelere ve ona kuraklıklarda hayatta kalma yeteneği sağlayan yapraklara ve şişmiş köklere sahip olmasının yanı sıra, bu yeşim bitkisi aynı zamanda kök salabildiği için darbelere karşı dayanıklıdır. Koparılan herhangi bir sap parçasından veya yapraktan çoğaltılabilir (Green, 1947).

Sukkulentler (etli bitkiler), kuraklık ve yüksek sıcaklık gibi olumsuz çevre koşullarına yaşam biçimleriyle uyum sağlayan bitkilerdir. Sık dikimli, kuvvetli kök sistemi, bodur ve çalı-kümbet gibi gelişmesi ve rejenerasyon yeteneğinin olması ayrıca bakım maliyetini düşürerek uygulamalarda tercih edilmesi popülerliğini artırmaktadır. Bu özelliklerinin yanı sıra yapraklarının biçim ve dokusu, yaprak renginin grimsi yeşil tonlarında olması bu bitkileri estetik açıdan da ilgi çekici bir duruma getirmektedir (Önder ve Polat, 2009).

Ülkemiz florasında doğal olarak bulunan sukkulentler arasında en fazla tür sayısı *Crassulaceae* familyasına aittir. Süs bitkisi olarak kullanımı yaygın bir familyadır. Türkiye'de *Crassulaceae* familyası, 8 cins ve 79 türe ait toplam 93 taksona sahip ve endemik tür sayısı açısından önemli bir değer taşımaktadır (Sarı,2021). Türkiye florasındaki *Crassulaceae* familyası bitkilerinin yaprakları karşılıklı veya alması, bazen rozetsi formdadır. Bölünmemiş ve kulakçısız olmasının yanı sıra salkımlarındaki çiçekler başak veya salkım şeklindedir. Işınsal yapıda ve hermafroditlerdir. *Crassulaceae* familyasında bazı türler sağlık alanında da kullanılmaktadır (Balcı,2009).

***Crassula perforata* (Yeşim Bitkisi)**

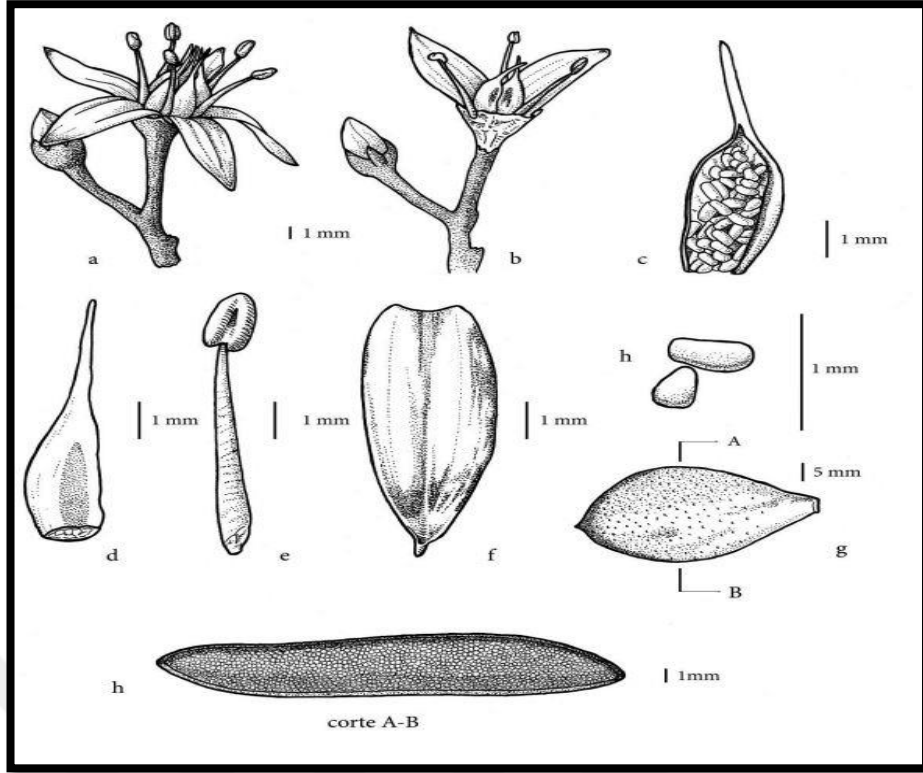
Crassulaceae familyasına ait yeşim bitkisi olarak bilinen *C. perforata*, yaprakları küçük, üçgen ve sivri uçlu, yeşil, kenarları kırmızı tüylü ve ince gövdelere çiftler halinde takılmış gibi görünen yapıda bir türdür (Green, 1947). Rozet yaprak dizilimine ve saçak köklere sahip *Crassula perforata*, yaprakları üçgen formda, mat koyu yeşil rengiyle dikkat çeken, yaprakları etli ve üzerinde hafif grimsi desenlere sahiptir. Rozet yaprak dizilimi ile gölgelenme sağladığı için gövde kısmında nemi yoğun tutabildiği gözlemlenmiştir. (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *Crassula perforata* (Yeşim Bitkisi)

***Crassula ovata* cv. ‘Gollum’ (Para Ağacı)**

Crassula ovata ilk olarak 1768’de İngiltere’de tanımlanmıştır. Tür adını cinsin etli yapısına atıfta bulunarak, kalın veya yağlı anlamına gelen latince *crassus* kelimesinden esinlenerek almıştır. Tür adı *ovata* bitkinin yaprak formunu benzeterek yumurta şeklinde anlamına gelir. *Crassula ovata* cv. “Gollum” KwaZulu-Natal vadisinde çalılık bitki örtüsünün önemli bir unsurudur. Yaşam alanı olarak Willowmore’dan Doğu Londra’ya ve kuzeye doğru Queenstown ve KwaZulu-Natal’a kadar yamaçlarda ve kayalıklarda yetişmektedir. Kış ve ilkbahar aylarında parlak, koyu gri- yeşil oval etli yaprakları ve ağaç formunda olan türü 1-3 m boylarında gür dallara sahip yaprak dökmeyen bir çalı formundadır. Gövdesi sağlam, dalları kısa ama orantılıdır (Şekil 3.6) (Malan ve Notten, 2005).



Şekil 3.6. *Crassula ovata*, a = Çiçek detayı, b = Karpelleri ve erkek organları gösterecek şekilde kesitli taçlı çiçek detayı, c: Karpel yumurtalıkları gösterecek şekilde kesitli, d: Karpel, e: Ercik, f: Petal, g: Yaprak, h: Yumurtalıklar (Guiltot ve Puche, 2010)

Crassula ovata cv “Gollum” İspanya’da yaygın olarak yetişmektedir. Türev yaprakları etli, dokusu pürüzsüz ve boru şeklinde olup geliştikçe trompeti andıran bir görünüme sahip olur. Parlak koyu yeşil renginde ve uç kısımları kırmızımsı bir çerçeveye çevrilidir. Dalları uçlara doğru kümeleşir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. *Crassula ovata* cv. ‘Gollum’ (Shrek Kulağı- Para Ağacı-Yeşim Bitkisi)

3.2. Yetiştirme Ortamının Özellikleri

Deneme kurulması aşamasında bitkisel materyal üç ortam içerisinde yetiştirilmiştir. Bu ortamlar bitkinin büyümesi sürecinde birbirinin ardı sıra bitki ceplerine yerleştirilerek kullanılmıştır. Öncelikle, bitkiler çapı 5 cm olan saksılar içerisinde seradan temin edildiği ortamında bitki ceplerine yerleştirilmiştir. İkinci olarak; 50 gr yanmış hayvan gübresi ve 150 gr kırmızı toprak karıştırılıp elendikten sonra içerisine ponza taşı karıştırılarak 11x7 cm ölçülerinde poşetlere yerleştirilmiştir. Üçüncü olarak; bitkiler çapı 8 cm olan saksılara %40 torf, %20 milli kum, %15perlit, %10 humus, %15 topraktan oluşan karışıma dikilerek ceplere yerleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.8. Deneme sürecinde bitkiler için kullanılan yetiştirme ortamları

3.3. Yöntem

Bu çalışma 5 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada materyal hakkında uluslararası literatür taraması yapılmıştır. İkinci aşamada bitki türü seçilerek belirlenen bitkilere uygun deneme ortamının hazırlanması ve kurulumu sağlanmıştır. Üçüncü aşamada belirli periyotlarla deneme ortamının ışık, sıcaklık, nem ve karbondioksit değerleriyle gözlemlenen bitkilerin, boy, çap, sürgün sayısı boy, çap, sürgün sayısı ölçümleri yapılarak kayıt altına alınmıştır. Dördüncü aşamada yapılan ölçümler sonucunda elde edilen istatistiksel verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Beşinci aşamada ise ulaşılan verilerin kaynak olarak kullanılabilmesi için yazımı gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.2. Çalışma planı

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yapılacak İşler												
Kavramsal çerçevenin oluşturulması												
Denemenin kurulması												
Verilerin toplanması												
İstatistiksel değerlendirmelerin yapılması												
Tez yazımı												

Çalışma 4+4 toplam sekiz ay olmak üzere iki gözlem aşamasından oluşmaktadır. İlk aşamada Mersin'in Tarsus ilçesinde bulunan özel bir seradan temin edilen sukkulentler için Ç.Ü.M.F. Peyzaj Mimarlığı bölüm binasında belirlenen Kuzey ve Güney cephelerdeki ofislere ikişer adet hazırlanan toplamda dört adet dikey bahçe panolarının montajı yapılmıştır. Ahşap panonun arkasına su geçirgenliğini azaltmak amacıyla alüminyum folyo kullanılmıştır (Şekil 3.9). Arkalığın üzerine bitkilerin büyüme oranları ve sulama işleminden sonra bir miktar suyu tutabilmesi göz önünde bulundurularak pamuklu kumaştan bitki cepleri dikilerek dikey bahçe formatı oluşturulmuştur (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Dikey bahçe pano alt taban



Şekil 3.10. Dikey bahçe pano cepleri

Kullanılacak dört adet pano için tesadüf parselleri deneme deseni oluşturularak her parsele yerleştirilecek bitki türü için kura sistemi uygulanmıştır. Kurada **Cp** (*Crassula perforata*) ve **Cg** (*Crassula ovata* cv. ‘Gollum’) kısaltmalarını kullanarak 17 Mart 2022 tarihinde homojen olarak bitki yerleşimi yapılmıştır (Çizelge 3.3 ve 3.4).

Çizelge 3.3. Güney cephe dikey bahçe yerleşimi

1. Dikey Bahçe (Güney Cephe)		
Cg (<i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum”) 1.Tekerrür	Cp (<i>Crassula perforata</i>) 1.Tekerrür	Cg (<i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum”) 2.Tekerrür
2. Dikey Bahçe (Güney Cephe)		
Cg (<i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum”) 1.Tekerrür	Cp (<i>Crassula perforata</i>) 2.Tekerrür	Cp (<i>Crassula perforata</i>) 3.Tekerrür

Çizelge 3.4. Kuzey cephe dikey bahçe yerleşimi

1. Dikey Bahçe (Kuzey Cephe)		
Cg (<i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum”) 1.Tekerrür	Cg (<i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum”) 2.Tekerrür	Cp (<i>Crassula perforata</i>) 1.Tekerrür
2. Dikey Bahçe (Güney Cephe)		
Cp (<i>Crassula perforata</i>) 2.Tekerrür	Cp (<i>Crassula perforata</i>) 3.Tekerrür	Cg (<i>Crassula ovata</i> cv. “Gollum”) 3.Tekerrür

Dikey bahçe panosuna yerleştirilen bitkilerin saksı çapı 5.5 cm’dir. Yaş toprağa sahipken ortalama hacimleri hassas terazi ile ölçümü yapılmıştır. Yerleşimi yapılan bitkilerin bulunduğu mekanlarda 10-15 gün süreyle ışık yoğunluğunun yüksek olduğu saatlere dikkat edilerek güneşin tam tepede konumlandığı saat 12.00-13.00 aralığında kuzey ve güney cephelerde sıcaklık ve ışık ölçümleri yapılmıştır. Aynı süreçte bitkilerin boy, çap ve sürgün sayılarında ölçülmüştür. Bitkilerin boy ve çaplarını ölçerken metre, sıcaklık ölçümünde YCOM’un el tipi dijital termometresi, ışık yoğunluğunda ise Lutron Lx-101 Lux Metresi kullanılmıştır (Şekil 3.11). Bitki bakımında sulama işlemi, her hafta toprak kontrolleri yapıldıktan sonra bitkinin su ihtiyacına göre düzenli olarak şırınga ile yapılmıştır (Şekil 3.12). Zaman ve bakı ile çalışmada dikkate alınan parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için SPSS programına ölçüm verileri eklenerek pearson korelasyon yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 3.11. El Tipi Dijital Termometre ve El Tipi Lutron Lx-101 Lux Meter (Işık Yoğunluğu Ölçer)



Şekil 3.12. Bitki sulama işlemi



Şekil 3.13. Kuzey ve güney cephe ofislerinde dikey bahçe yerleşimi



Şekil 3.14. Kuzey ve güney cephe ofislerinde dikey bahçe yerleşimi



Şekil 3.15. Kuzey ve güney cephelerde dikey bahçe yerleşimi

Gözlem sürecinde bitki boyu, çapı ve sürgün sayısının yanı sıra ışık değerleri her parselin üst ve alt köşelerinden sıcaklık değerleri ise her parselin orta noktasından ölçülmüştür. Yapılan tüm ölçümler gözlem kayıt formuna aktarılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma, *Crassula perforata* ve *Crassula ovata* cv. ‘‘Gollum’’ türünün ışık ve sıcaklık koşullarına nasıl tepki verdiğini ve gelişim sürecine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Kuzey ve güney iki cephede de yapılan sıcaklık ve ışık ölçümleri güneşin en tepede olduğu saat 12.00 ve 14.00 aralıklarında ölçülmüştür. Bitkiler, kuzey ve güney cephe ofislerinde pencere kenarında bulunan duvarlara dikey panolarda yerleştirilerek doğal ışığı daha çok alması sağlanmıştır. Mart ayından Eylül ayına kadar yedi ay boyunca, panoların her parsel köşelerine yansıyan alt ışık (AI) ve üst ışık (Üİ) değerleri ile parsellerin orta noktalarından sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ayrıca, bitkilerin bitki boyu (BB), taç çapı (TÇ) ve sürgün sayısı (SS) gibi büyüme parametreleri de eş zamanlı kaydedilmiştir.

Crassula perforata türünün büyüme parametrelerinin ışık ve sıcaklık koşullarına kuzey cephede nasıl tepki verdiğine bakıldığında Çizelge 4.1’e göre, ışık ve sıcaklık değerlerinin, bitki boyu, taç çapı ve sürgün sayısı üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir.

Üİ değeri, ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda Eylül ayında en düşük (88,67 Lux), mayıs ayında en yüksek (199,5 Lux) olarak elde edilmiştir. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 7 Nisan 2022 tarihinde elde edilen üst ışık değeri en düşük düzeyde (61 Lux) olarak belirlenmiştir. En yüksek üst ışık değeri ise 18 Haziran 2022 tarihinde yapılan (236,67 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. Üİ değeri ve AI ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Işık kaynağı arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermiştir. Bu, *Crassula perforata* türünün yüksek ışıktaki daha iyi gelişim gösterdiği ve az ışık aldığı zamanlarda gelişiminin yavaşladığını göstermektedir.

Aynı cephede AI değer ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda; Eylül ayında en düşük (83,67 Lux) seviyede; haziran ayında ise en yüksek (218,89 Lux) seviyede ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 28 Haziran 2022 tarihinde elde edilen alt ışık değeri en düşük düzeyde (83,33 Lux) olarak belirlenmiştir. En yüksek alt ışık değeri ise 18 Haziran 2022 tarihinde yapılan (253,33 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. Bu durum kuzey cephedeki bitkilerin ortalamalarına bakıldığında Eylül ayında en düşük; Mayıs ve haziran aylarında en yüksek düzeyde alt ışık aldığını göstermektedir. Bitkilerin gelişim sürecinde AI değeri ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Yani, alt ışık yoğunluğu arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı eş zamanlı artmaktadır. Işık parametresinin, *Crassula perforata* türüne etkisi ve her açıdan ışığı almasının önemli olduğunu göstermektedir.

Sıcaklık (ISI) değeri ortalamalara göre, Nisan ayında en düşük (23,43 °C), ağustos ayında en yüksek seviyede (28,75 °C) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 18 Nisan 2022 tarihinde en düşük (22,05 °C), 29 Ağustos 2022 tarihinde ise en yüksek (29,75 °C) olarak ölçülmüştür. Bu durum kuzey cephesindeki bitkilerin yaz aylarında daha yüksek sıcaklıklara maruz

kaldığını, bahar aylarında ise daha düşük sıcaklıklara maruz kaldığını gösterir. Sıcaklık değeri ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu ölçümler doğrultusunda söylenebilir.

Yani, sıcaklık arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermektedir. Bu, *Crassula perforata* türünün gelişimi üzerinde ısı parametresinin önemli bir etken olduğunu göstermektedir.

Bitki boyu ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (10,64 cm), Eylül ayında en yüksek (12,92 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm verileri değerlendirildiğinde ise; en düşük 17 Mart 2022 Tarihinde 9,89 cm, en yüksek 16 Eylül 2022 tarihinde 12,92 cm olarak ölçülmüştür. Çalışma boyunca *Crassula perforata* türünün bitki boyunun sürekli olarak artış gösterdiği ortaya konulmuştur. Bitki boyu mart ayından itibaren 3,03 cm artmıştır.

Taç çapı ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (6,24 cm), Ağustos ve Eylül ayında en yüksek (8,02 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; en düşük 17 Mart 2022 tarihinde 5,69 cm, 14-29 Ağustos ve 16 Eylül 2022 tarihinde 8,02 cm olarak ölçülmüştür. Gözlem sürecine bakıldığında, *Crassula perforata* türünün bitki taç çapı sürekli olarak artış göstermiş ve deneme sürecinin başından sonuna 2,33 cm taç çapı artış göstermiştir.

Sürgün sayısı ortalama değerlere göre, en düşük mart ayında 9 adet olarak sayılmıştır. Sonrasında mayıs ayından eylül ayına kadar 10 adet olarak sabit sayıda kalmıştır. Tüm veriler incelendiğinde 17 Mart 2022 tarihinden 16 Eylül 2022 tarihine kadar 1 adet sürgün sayısı artış göstermiştir (Çizelge 4. 1).

Çizelge 4.1. *Crassula perforata* türünün kuzey cephe ölçüm veri ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet)

	17.Mar	28.Mar	7.Nis	18.Nis	28.Nis	11.May	23.May	5.Haz	18.Haz	28.Haz	8.Tem	19.Tem	14.Ağu	29.Ağu	16.Eyl
ÜI	166,67	128,33	61,00	128,33	148,00	164,00	235,00	235,00	236,67	84,00	145,00	96,67	135,00	120,67	88,67
Ort	147,5			112,44		199,5			185,22		120,83		127,83		88,67
AI	216,67	143,33	85,00	178,00	155,00	185,00	245,00	320,00	253,33	83,33	131,33	106,67	146,67	130,00	83,67
Ort	180			139,33		215			218,89		119		138,33		83,67
ISI	24,4	24,25	24,9	22,05	23,35	23,3	25,1	27,15	27,05	27,9	28,1	28,3	27,75	29,75	26,75
Ort	24,32			23,43		24,2			27,36		28,2		28,75		26,75
BB	9,89	11,39	11,83	11,94	11,98	12,08	12,52	12,71	12,79	12,79	12,79	12,79	12,88	12,92	12,92
Ort	10,64			11,92		12,30			12,76		12,79		12,90		12,92
TÇ	5,69	6,79	7,22	7,52	7,59	7,63	7,75	7,77	7,84	7,86	7,99	8,01	8,02	8,02	8,02
Ort	6,24			7,44		7,69			7,83		8,00		8,02		8,02
SS	8,33	8,67	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33
Ort	8,5			9,33		9,33			9,33		9,33		9,33		9,33

Crassula perforata türünün büyüme parametrelerinin ışık ve sıcaklık koşullarına güney cephede nasıl tepki verdiğine bakıldığında Çizelge 4.2'ye göre, ışık ve sıcaklık değerlerinin, bitki boyu, taç çapı ve sürgün sayısı üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir.

ÜI değeri, ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda temmuz ayında en düşük (173,33 Lux), mart ayında en yüksek (496,33 Lux) olarak elde edilmiştir. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 28 Nisan 2022 tarihinde elde edilen üst ışık değeri en düşük düzeyde (122 Lux) olarak belirlenmiştir. En yüksek üst ışık değeri ise 17 Mart 2022 tarihinde yapılan (621,67 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. ÜI değeri ve AI ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Işık kaynağı arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermiştir. Bu, *Crassula perforata* türünün yüksek ışıktaki daha iyi gelişim gösterdiği ve az ışık aldığı zamanlarda gelişiminin yavaşladığını göstermektedir.

Aynı cephede AI değer ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda; temmuz ayında en düşük (190,5 Lux) seviyede; mart ayında ise en yüksek (482,5 Lux) seviyede ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 8 Temmuz 2022 tarihinde elde edilen alt ışık değeri en düşük düzeyde (165,00 Lux) olarak elde edilmiştir. En yüksek alt ışık değeri ise 17 Mart 2022 tarihinde yapılan (588,33 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. Bu durum güney cephedeki bitkilerin ortalama değerlerine bakıldığında temmuz ayında en düşük; Mart ve mayıs aylarında en yüksek düzeyde alt ışık aldığını göstermektedir. AI değeri ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında negatif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Alt ışık arttıkça, özellikle alt köşe sırada konumlandırılan bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı azalmaktadır. Bu gözlem sonucunda, *Crassula perforata* türünün alt ışığa toleranslı olmadığını ve alt ışık fazlalığında büyümesinin yavaşladığını gösterir.

Sıcaklık (ISI) değeri ortalamalara göre, Nisan ayında en düşük (23,23 °C), ağustos ayında en yüksek seviyede (29,5 °C) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 18 Nisan 2022 tarihinde en düşük (22,7 °C), 29 Ağustos 2022 tarihinde ise en yüksek (29,75 °C) olarak ölçülmüştür. Bu durum güney cephesindeki bitkilerin yaz aylarında daha yüksek sıcaklıklara maruz kaldığını, bahar aylarında ise daha düşük sıcaklıklara maruz kaldığını gösterir. Sıcaklık değeri ile

BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu ölçümler doğrultusunda söylenebilir. Yani, sıcaklık arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermektedir. Bu, *Crassula perforata* türünün sıcaklıklara karşı toleranslı olduğunu ve sıcaklık düştüğünde büyümesinin yavaşladığını gösterir.

Bitki boyu ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (11,73 cm), temmuz ayından eylül ayına kadar en yüksek (13,71 cm) olarak aynı değerde ölçülmüştür. Tüm ölçüm verileri değerlendirildiğinde ise; en düşük 28 Mart 2022 Tarihinde 11,27 cm, en yüksek 8 Temmuz 2022 tarihinden gözlem sürecinin sonuna kadar (13,71 cm) olarak ölçülmüştür. Çalışma boyunca *Crassula perforata* türünün bitki boyunun sürekli olarak artış gösterdiği ortaya konulmuştur. Bitki boyu mart ayından itibaren (2,44 cm) artmıştır.

Taç çapı ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (6,59 cm), Eylül ayında en yüksek (8,20 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; en düşük 17 Mart 2022 tarihinde (6,06 cm), Eylül ayında (8,20 cm) olarak ölçülmüştür. Gözlem sürecine bakıldığında, *Crassula perforata* türünün bitki taç çapı sürekli olarak artış göstermiş ve deneme sürecinin başından sonuna (2,14 cm) taç çapı artış göstermiştir.

Sürgün sayısı ortalama değerlere göre, en düşük mart ayında (8,00 adet) olarak sayılmıştır. Sonrasında mayıs ayından Eylül ayına kadar (9,00 adet) olarak sabit sayıda kalmıştır. Tüm veriler incelendiğinde 17 Mart 2022 tarihinden 16 Eylül 2022 tarihine kadar (1,00 adet) sürgün sayısı artış göstermiştir (Çizelge 4. 2).

Çizelge 4.2. *Crassula perforata* türünün güney cephe ölçüm değer ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet)

	17.Mar	28.Mar	7.Nis	18.Nis	28.Nis	11.May	23.May	5.Haz	18.Haz	28.Haz	8.Tem	19.Tem	14.Ağu	29.Ağu	16.Eyl
ÜI	621,67	375,00	217,00	203,33	122,00	233,33	270,33	278,33	180,00	143,33	158,33	188,33	216,67	243,33	226,67
Ort	496,33			180,78		251,83		200,56			173,33		230		226,67
AI	588,33	376,67	289,33	226,00	168,67	288,33	314,67	287,67	226,67	176,67	165,00	216,00	235,00	255,00	260,00
Ort	482,5			228		301,5		230,33			190,5		245		260
ISI	24,1	23,75	23,9	22,7	23,1	23,6	25,4	27	26,7	27,5	27,85	28,1	29,25	29,75	23,4
Ort	23,9			23,23		24,5		27,06			27,9		29,5		23,4
BB	11,27	12,20	12,48	12,57	12,66	12,80	13,03	13,40	13,67	13,69	13,71	13,71	13,71	13,71	13,71
Ort	11,73			12,57		12,92		13,58			13,71		13,71		13,71
TÇ	6,06	7,12	7,28	7,34	7,48	7,54	7,69	7,88	7,98	8,10	8,15	8,18	8,18	8,20	8,20
Ort	6,59			7,37		7,61		7,99			8,16		8,19		8,20
SS	7,33	8,67	8,67	8,67	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Ort	8			8,78		9		9			9		9		9

İstatistik analizler sonucunda belirtilen ortalama değerler ve standart sapmalar Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. *Crassula perforata* türünün SPSS veri analizi

		Correlations						
		ZAMAN	BAKI	CP_BB	CP_TÇ	CP_SS	CP_ÜST_IŞIK	CP_ALT_IŞIK
ZAMAN	Pearson Correlation	1	,000	,708**	,782**	,351**	-,299**	-,330**
	Sig. (2-tailed)		1,000	,000	,000	,001	,004	,002
	N	90	90	90	90	90	90	90
BAKI	Pearson Correlation	,000	1	-,433**	-,087	,415**	-,453**	-,467**
	Sig. (2-tailed)	1,000		,000	,417	,000	,000	,000
	N	90	90	90	90	90	90	90
CP_BB	Pearson Correlation	,708**	-,433**	1	,793**	,101	-,057	-,033
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,344	,594	,755
	N	90	90	90	90	90	90	90
CP_TÇ	Pearson Correlation	,782**	-,087	,793**	1	,575**	-,296**	-,282**
	Sig. (2-tailed)	,000	,417	,000		,000	,005	,007
	N	90	90	90	90	90	90	90
CP_SS	Pearson Correlation	,351**	,415**	,101	,575**	1	-,389**	-,378**
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,344	,000		,000	,000
	N	90	90	90	90	90	90	90
CP_ÜST_IŞIK	Pearson Correlation	-,299**	-,453**	-,057	-,296**	-,389**	1	,918**
	Sig. (2-tailed)	,004	,000	,594	,005	,000		,000
	N	90	90	90	90	90	90	90
CP_ALT_IŞIK	Pearson Correlation	-,330**	-,467**	-,033	-,282**	-,378**	,918**	1
	Sig. (2-tailed)	,002	,000	,755	,007	,000	,000	
	N	90	90	90	90	90	90	90

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Crassula ovata cv. “Gollum” türünün büyüme parametrelerinin ışık ve sıcaklık koşullarına kuzey cephede nasıl tepki verdiğine bakıldığında Çizelge 4.4’e göre, ışık ve sıcaklık değerlerinin, bitki boyu, taç çapı ve sürgün sayısı üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir.

Üİ değeri, ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda eylül ayında en düşük (91,00 Lux), haziran ayında en yüksek (186,67 Lux) olarak elde edilmiştir. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 19 Temmuz 2022 tarihinde elde edilen üst ışık değeri en düşük düzeyde (86,00 Lux) olarak belirlenmiştir. En yüksek üst ışık değeri ise 18 Haziran 2022 tarihinde yapılan (265,00 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. Üİ değeri ve AI ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Işık kaynağı arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermiştir.

AI değeri ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda; eylül ayında en düşük (92,33 Lux) seviyede; mayıs ayında ise en yüksek (188,5 Lux) seviyede ölçülmüştür. Tüm ölçümler incelendiğinde ise; 16 Eylül 2022 tarihinde elde edilen alt ışık değeri en düşük düzeyde (92,33 Lux) olarak elde edilmiştir. En yüksek alt ışık değeri ise 18 Haziran 2022 tarihinde yapılan (245,00 Lux)

ölçüm ile elde edilmiştir. Bu durum kuzey cephedeki bitkilerin ortalama değerleri incelendiğinde, Eylül ayında en düşük; Mayıs ve haziran aylarında en yüksek düzeyde ışık aldığını göstermektedir. Sıcaklık (ISI) değeri ortalamalara göre, Nisan ayında en düşük (23,35 °C), ağustos ayında en yüksek seviyede (28,37 °C) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 18 Nisan 2022 tarihinde en düşük (21,8 °C), 29 Ağustos 2022 tarihinde ise en yüksek (29 °C) olarak ölçülmüştür. Bu durum kuzey cephesindeki bitkilerin yaz aylarında daha yüksek sıcaklıklara maruz kaldığını, bahar aylarında ise daha düşük sıcaklıklara maruz kaldığını gösterir. Sıcaklık değeri ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu ölçümler doğrultusunda söylenebilir. Yani, sıcaklık arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermektedir. Bu, *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün sıcaklıklara karşı toleranslı olduğunu ve sıcaklık düştüğünde büyümesinin yavaşladığını gösterir.

Bitki boyu ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (16,85 cm), eylül ayında en yüksek (53,57 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm veriler değerlendirildiğinde ise; en düşük 17 Mart 2022 Tarihinde (7,59 cm), en yüksek 16 Eylül 2022 tarihinde (53,57 cm) olarak ölçülmüştür. Çalışma boyunca *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün bitki boyunun sürekli olarak artış gösterdiği ortaya konulmuştur. Bitki boyu mart ayından itibaren (45,98 cm) artmıştır.

Taç çapı ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (5,70 cm), ağustos ve eylül ayında en yüksek (7,76 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; en düşük 17 Mart 2022 tarihinde (4,73 cm), en yüksek Ağustos ve Eylül aylarında (64,45 cm) olarak ölçülmüştür. Gözlem sürecine bakıldığında, *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün bitki taç çapı sürekli olarak artış göstermiş ve deneme sürecinin başından sonuna (2,06 cm) taç çapı artış göstermiştir.

Sürgün sayısı ortalama değerlere göre, en düşük 23 Mayıs 2022 tarihine kadar (2,00 adet) olarak sayılmıştır. Sonrasında Eylül ayına kadar (3,00 adet) olarak sabit sayıda kalmıştır. Tüm veriler incelendiğinde 17 Mart 2022 tarihinden 16 Eylül 2022 tarihine kadar 1 adet sürgün sayısı artış göstermiştir (Çizelge 4. 4).

Çizelge 4.4. *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün kuzey cephe ölçüm değer ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet)

	17.Mar	28.Mar	7.Nis	18.Nis	28.Nis	11.May	23.May	5.Haz	18.Haz	28.Haz	8.Tem	19.Tem	14.Ağu	29.Ağu	16.Eyl
ÜI	139,67	111,67	112,00	137,33	121,00	153,33	200,00	201,67	265,00	93,33	143,33	86,00	135,00	121,67	91,00
Ort	125,67		123,44			176,67		186,67			114,67		128,33		91
AI	168,33	116,67	116,00	163,33	131,33	155,33	221,67	215,00	245,00	102,33	103,33	101,15	154,67	121,67	92,33
Ort	142,5		136,89			188,5		187,44			102,24		138,17		92,33
ISI	24,35	24,2	24,8	21,8	23,45	22,9	25	27,1	27,05	27,9	27,75	28,1	27,75	29	23,4
Ort	24,27		23,35			23,95		27,35			27,92		23,4		28,37
BB	7,59	26,11	28,78	29,37	30,45	31,25	34,12	36,86	38,90	39,20	39,46	39,90	48,97	52,98	53,57
Ort	16,85		29,53			32,69		38,32			39,68		50,97		53,57
TÇ	4,73	6,67	7,03	7,27	7,31	7,41	7,46	7,57	7,61	7,65	7,72	7,74	7,76	7,76	7,76
Ort	5,70		7,20			7,43		7,61			7,73		7,76		7,76
SS	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,67	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ort	2		2			2,33		3			3		3		3

Crassula ovata cv. “Gollum” türünün büyüme parametrelerinin ışık ve sıcaklık koşullarına güney cephede nasıl tepki verdiği bakıldığında Çizelge 4.5’e göre, ışık ve sıcaklık değerlerinin, bitki boyu, taç çapı ve sürgün sayısı üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir.

ÜI değeri, ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda temmuz ayında en düşük (170 Lux), mart ayında en yüksek (348 Lux) olarak elde edilmiştir. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 28 Haziran 2022 tarihinde elde edilen üst ışık değeri en düşük düzeyde (141,67 Lux) olarak belirlenmiştir. En yüksek üst ışık değeri ise 28 Mart 2022 tarihinde yapılan (418,33 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. ÜI değeri ve AI ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Işık kaynağı arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermiştir. Bu, *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün yüksek ışıktaki daha iyi gelişim gösterdiği ve az ışık aldığı zamanlarda gelişiminin yavaşladığını göstermektedir.

AI değeri ortalamalar göz önünde bulundurulduğunda; Nisan ayında en düşük (212,8 Lux) seviyede; mart ayında ise en yüksek (311,7 Lux) seviyede ölçülmüştür. Tüm ölçümler değerlendirildiğinde ise; 28 Haziran 2022 tarihinde elde edilen alt ışık değeri en düşük düzeyde (168,33 Lux) olarak belirlenmiştir. En yüksek alt ışık değeri ise 28 Mart 2022 tarihinde yapılan (375,00 Lux) ölçüm ile elde edilmiştir. Bu durum güney cephedeki bitkilerin ortalama değerlerine bakıldığında, Nisan ayında en düşük; Mart ve haziran aylarında en yüksek düzeyde ışık aldığını göstermektedir. AI değeri ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında negatif bir korelasyon olduğu söylenebilir. Ölçümlere göre, alt ışık arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısının azaldığı görülmektedir. Bu doğrultuda, *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün alt ışığa toleranslı olmadığını ve alt ışık fazlalığında büyümesinin yavaşladığını gösterir.

Sıcaklık (ISI) değeri ortalamalara göre, mart ayında en düşük (23,1 °C), ağustos ayında en yüksek seviyede (29,5 °C) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; 28 Mart 2022 tarihinde en düşük (22,3 °C), 29 Ağustos 2022 tarihinde ise en yüksek (29,75 °C) olarak ölçülmüştür. Bu durum güney cephesindeki bitkilerin yaz aylarında daha yüksek sıcaklıklara maruz kaldığını, bahar aylarında ise daha düşük sıcaklıklara maruz kaldığını gösterir. Sıcaklık değeri ile BB, TÇ ve SS değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu ölçümler doğrultusunda söylenebilir. Yani, sıcaklık arttıkça, bitkilerin boyu, taç çapı ve sürgün sayısı da artış göstermektedir. Bu, *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün sıcaklıklara karşı toleranslı olduğunu ve sıcaklık düştüğünde büyümesinin yavaşladığını gösterir.

Bitki boyu ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (11,36 cm), Eylül ayında en yüksek (44,26 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm verileri değerlendirildiğinde ise; en düşük 17 Mart 2022 Tarihinde (7,24 cm), en yüksek 16 Eylül 2022 tarihinde (44,26 cm) olarak ölçülmüştür. Çalışma boyunca *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün bitki boyunun sürekli olarak artış gösterdiği ortaya konulmuştur. Bitki boyu mart ayından itibaren (37,02 cm) artmıştır.

Taç çapı ortalama değerlere göre, mart ayında en düşük (5,80 cm), Ağustos ve Eylül ayında en yüksek (7,66 cm) olarak ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri incelendiğinde ise; en düşük 17 Mart

2022 tarihinde (5,30 cm), en yüksek Ağustos ve Eylül aylarında (7,66 cm) olarak ölçülmüştür. Gözlem sürecine bakıldığında, *Crassula ovata* cv. ‘‘Gollum’’ türünün bitki ta çapı sürekli olarak artış göstermiş ve deneme sürecinin başından sonuna (2,36 cm) ta çapı artış göstermiştir.

Sürgün sayısı ortalama değerlere göre, en düşük 23 Mayıs 2022 tarihine kadar (2,00 adet) olarak sayılmıştır. Sonrasında Eylül ayına kadar (3,00 adet) olarak sabit sayıda kalmıştır. Tüm veriler incelendiğinde 17 Mart 2022 tarihinden 16 Eylül 2022 tarihine kadar 1 adet sürgün sayısı artış göstermiştir (Çizelge 4. 5).



Çizelge 4.5. *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün güney cephe ölçüm değer ortalamaları, ÜI-AI (Lux), ISI (°C), BB (cm), TÇ (cm), SS (adet)

	17.Mar	28.Mar	7.Nis	18.Nis	28.Nis	11.May	23.May	5.Haz	18.Haz	28.Haz	8.Tem	19.Tem	14.Ağu	29.Ağu	16.Eyl
ÜI	277,67	418,33	276,67	189,33	172,67	283,33	261,00	260,00	196,67	141,67	183,33	156,67	211,67	241,67	197,67
Ort	348		212,8			272,17		199,44			170		226,6		197,67
AI	247,33	375,00	274,33	211,67	178,33	295,33	308,33	291,67	196,67	168,33	201,67	198,33	227,19	257,00	204,00
Ort	311,7		196,6			221,44		301,83			218,8		242,09		204
ISI	23,90	22,3	23,90	22,70	25,40	22,75	23,75	26,95	26,50	26,90	27,85	28,15	29,25	29,75	28,40
Ort	23,1		24			23,2		26,7			28		29,5		28,4
BB	7,24	15,49	17,50	18,81	18,96	19,79	25,47	26,77	28,14	28,98	30,58	30,58	41,32	44,26	44,26
Ort	11,36		18,43			22,63		27,96			30,58		42,79		44,26
TÇ	5,30	6,29	6,60	6,79	7,02	7,07	7,14	7,30	7,39	7,46	7,54	7,54	7,66	7,66	7,66
Ort	5,80		6,81			7,10		7,38			7,54		7,66		7,66
SS	2,00	2,00	2,00	2,00	2,67	2,67	2,67	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ort	2		2,22			2,67		3			3		3		3

İstatistik analizler sonucunda belirtilen ortalama değerler ve standart sapmalar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. *Crassula ovata* cv. 'Gollum' türünün SPSS veri analizi

		Correlations						
		ZAMAN	BAKI	CG_BB	CG_TÇ	CG_SS	CG_ÜST_IŞIK	CG_ALT_IŞIK
ZAMAN	Pearson	1	,000	,743**	,725**	,868**	-,269*	-,232*
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		1,000	,000	,000	,000	,010	,028
	N	90	90	90	90	90	90	90
BAKI	Pearson	,000	1	,522**	,134	-,173	-,573**	-,616**
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	1,000		,000	,207	,103	,000	,000
	N	90	90	90	90	90	90	90
CG_BB	Pearson	,743**	,522**	1	,732**	,593**	-,455**	-,450**
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	90	90	90	90	90	90	90
CG_TÇ	Pearson	,725**	,134	,732**	1	,650**	-,247*	-,246*
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	,000	,207	,000		,000	,019	,019
	N	90	90	90	90	90	90	90
CG_SS	Pearson	,868**	-,173	,593**	,650**	1	-,122	-,046
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	,000	,103	,000	,000		,253	,670
	N	90	90	90	90	90	90	90
CG_ÜST_IŞIK	Pearson	-,269*	-	-,455**	-,247*	-,122	1	,890**
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	,010	,000	,000	,019	,253		,000
	N	90	90	90	90	90	90	90
CG_ALT_IŞIK	Pearson	-,232*	-	-,450**	-,246*	-,046	,890**	1
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)	,028	,000	,000	,019	,670	,000	
	N	90	90	90	90	90	90	90

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünya genelinde şehirleşme ve nüfus artışı sonucu beton yüzeyler artmakta; yeşil doku ise azalmaktadır. Kentsel alanda yeşil alanların azalması ısı dengesinin bozulmasına ve sonuç olarak iklim krizine yol açmıştır. Bu durum kentlerin tasarlanmasında sürdürülebilirlik kavramını esas alan çözüm önerilerinin ortaya konulmasını sağlamıştır. Dünyanın pek çok kentinde yerel yönetimler yeşil odaklı stratejiler geliştirerek kentlerin daha yaşanabilir alanlar olması hususunda çalışmalar yapmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda konunun öneminin anlaşılması ile özellikle bina dış yüzeylerinde dikey bahçe oluşturarak yeşil dokunun arttırılmasına katkı sağlayan uygulamalar ile bilimsel çalışmalar artış göstermiştir. Dikey bahçeler hem dış mekanlarda hem de iç mekanlarda kullanım alanı bulmaktadır. Çevre kalitesinin artmasında önemli görevler üstlenen bu uygulamalara pek çok alanda rastlanmaktadır.

Bu çalışma, 17 Mart 2022-16 Eylül 2022 tarihleri arasında Adana Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde farklı cephelerde (kuzey/güney) bulunan iki ofiste iki bitki türü (*Crassula perforata* ve *Crassula ovata* cv. "Gollum") ile oluşturulan dikey bahçelerden oluşmaktadır. Bu türlerin dikey bahçe oluşturmadaki katkılarının belirlenmesini hedefleyen çalışmada ışık (alt ışık: AI; üst ışık: ÜI) ve sıcaklık değerleri ile bitki boyu, bitki çapı, sürgün sayısı ölçümleri yapılmıştır.

Bu kapsamda çalışmaya ait sonuçlar bitki esas alınarak her iki cephede tüm parametreler açısından değerlendirilmiştir. Bu aşamada ışık ve sıcaklık verilerinden de yararlanılmıştır.

Crassula perforata türüne ait veriler kuzey cephe açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Kuzey cephede ölçülen ışık verileri değerlendirildiğinde üst ışık 61 Lux ile 236,67 Lux arasında; alt ışık 83,67 Lux ile 253,33 Lux arasında elde edilmiştir. Sıcaklık değerleri 22,05°C ile 29,75°C arasındadır.

Bitki boyu, 9,89 cm ile 12,92 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki boyunun 3,03 cm artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Taç çapı, 5,69 cm ile 8,02 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki taç çapında 2,33 cm'lik artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Sürgün sayısı, 8,33 adet ile 9,33 adet arasında değişim göstermiştir. Sürgün sayısı yalnız 1 adet artmıştır.

Crassula perforata türüne ait veriler güney cephe açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Güney cephede ölçülen ışık verileri değerlendirildiğinde üst ışık 122,00 Lux ile 621,67 Lux arasında; alt ışık 165,00 Lux ile 588,33 Lux arasında elde edilmiştir. Sıcaklık değerleri 22,7°C ile 29,75°C arasındadır.

Crassula perforata türüne ait veriler güney cephe açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Bitki boyu, 11,27 cm ile 13,71 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki boyunun 2,44 cm artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Taç çapı, 6,06 cm ile 8,20 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki taç çapında 2,14 cm'lik artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Sürgün sayısı, 7,33 adet ile 9,00 adet arasında değişim göstermiştir. Sürgün sayısı yalnız 1,67 adet artmıştır.

Crassula perforata türüne ait tüm veriler değerlendirildiğinde bitki boyunun kuzey cephede 0,59 cm daha uzun olduğu; bitki taç çapının aynı şekilde kuzey cephede 0,19 cm daha geniş olduğu görülmektedir. Ancak, sürgün sayısı açısından değerlendirme yapıldığında güney cephede artış daha yüksektir. Her iki cephede yapılan ışık ölçüm verileri güney cephede ışık düzeyinin daha yüksek; sıcaklık verilerinin ise benzer düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumda kuzey cephede daha iyi gelişim gösterdiği saptanan *C. perforata* türünün büyümesinde ışık faktörü etkili olup; düşük ışık düzeyine ihtiyaç duymaktadır.

Crassula ovata cv. “Gollum” türüne ait veriler kuzey cephe açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Kuzey cephede ölçülen ışık verileri değerlendirildiğinde üst ışık 86,00 Lux ile 265,00 Lux arasında; alt ışık 92,33 Lux ile 245,00 Lux arasında elde edilmiştir. Sıcaklık değerleri 21,8°C ile 29,00°C arasındadır.

Bitki boyu, 7,59 cm ile 53,57 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki boyunun 45,98 cm artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Taç çapı, 4,73 cm ile 7,76 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki taç çapında 3,03 cm'lik artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Sürgün sayısı, 2,00 adet ile 3,00 adet arasında değişim göstermiştir. Sürgün sayısı yalnız 1 adet artmıştır.

Crassula ovata cv. “Gollum” türüne ait veriler güney cephe açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Güney cephede ölçülen ışık verileri değerlendirildiğinde üst ışık 141,67 Lux ile 418,33 Lux arasında; alt ışık 168,33 Lux ile 375,00 Lux arasında elde edilmiştir. Sıcaklık değerleri 22,3°C ile 29,75°C arasındadır.

Bitki boyu, 7,24 cm ile 44,26 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki boyunun 37,02 cm artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Taç çapı, 5,30 cm ile 7,66 cm arasında değişim göstermiştir. Bu durumda bitki taç çapında 2,36 cm’lik artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Sürgün sayısı, 2,00 adet ile 3,00 adet arasında değişim göstermiştir. Sürgün sayısı yalnız 1 adet artmıştır.

Crassula ovata cv. “Gollum” türüne ait tüm veriler değerlendirildiğinde bitki boyunun kuzey cephede 8,96 cm daha uzun olduğu; bitki taç çapının aynı şekilde kuzey cephede 0,67 cm daha geniş olduğu görülmektedir. Ancak, sürgün sayısı açısından değerlendirme yapıldığında her iki cephede gelişimin aynı olup; değişmediği görülmektedir. Her iki cephede yapılan ışık ve sıcaklık ölçüm verilerine göre güney cephede ışık ve sıcaklık düzeyi daha yüksek elde edilmiştir. Bu durumda kuzey cephede daha iyi gelişim gösterdiği saptanan *Crassula ovata* cv. “Gollum” türünün büyümesinde düşük ışık düzeyi ve düşük sıcaklık isteği etkilidir.

Elde edilen veriler her iki bitki türünün iç mekânda oluşturulan dikey bahçe uygulamalarında kullanılabileceğinin bir göstergesidir. Bu kapsamda Çukurova Üniversitesi birimlerinde ve diğer tüm kamu kurumlarının iç mekanlarında dikey bahçelerin oluşturulması ve kuzey cepheler başta olmak üzere diğer tüm cephelerde kullanımı önerilmektedir.

İç mekânda çevre kalitesinin artmasında çok önemli görevler üstlenen dikey bahçe uygulamalarında *Crassula* cinsine ait iki türün de gelişimlerinin olumlu yönde değiştiği görülmektedir. Bu nedenle su ve ışık isteği düşük olan her iki türün dikey bahçelerde kullanılabileceği saptanmıştır. Ancak, konu ile ilgili araştırmaların cins ve türler bazında arttırılması gerektiği öngörülmektedir. Bunun nedeni bitkisel materyal odaklı bilimsel çalışmaların yetersiz olmasıdır. Bu nedenle, bu çalışmanın yenilikçi bakış açısı ile geliştirilen uygulamalara örnek teşkil etmesi ve bundan sonra yapılacak araştırma çalışmalarına ışık tutması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abd-elaziz ve ark., (2018), Overcoming Indoor Air Pollutants by Using Wall Gardens- Carbon Dioxide Study Case, Alex University, Agriculture Faculty, Cilt:3, Sayfa: 203-213.
- Başdoğan, G. Ve Çığ, A., 2016. Ecological- Social- Economical Impacts of Vertical Gardens in the Sustainable City Model. Department of Landscape Architecture, Agriculture Faculty, Yuzuncu Yıl University, Van. Department of Landscape Architecture, Agriculture Faculty, Siirt University, Siirt. Yüzüncü Yıl Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt:26, Sayı: 3, Sayfa: 430-438. 2016.
- Bayramoğlu, E., Bekar, M. Ve Kurdoğlu, B.Ç., 2020. Dikey Bahçe Tasarımın Estetik ve İşlevsel Boyutu: KTÜ Kanuni Kampüs. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:21, Sayı: 2, Sayfa: 223-230. ISSN: 2146- 1880.
- Blanc, P., 2015. Vertical Gardens, the new Challenges – in J. Briz et al. (Eds) Green Cities in the world, 2nd Ed. 330-355. Chapter, July 2018. <https://www.researchgate.net/publication/326111248>
- Bulut, Y. Ve Göktuğ, T.H., 2006. Sağlık Bulma Yönünde Çevresel Bir Etken Olarak İyileştirme Bahçeleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, Cilt:23, Sayı: 2, Sayfa: 9- 15.
- Choi, J., (2021). The Selection of Plants for indoor garden and the Environmental improvement effects. President of Landscape Urbanism co., ltd. International Journal of Advanced Culture Technology Vol.9 No.1 129-135 (2021).
- Davis, M.J.M, Ramirez, F. Ve Perez, M.E., 2016. More than just a Green Façade: vertical gardens as active air conditioning units. Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes (FADA), Pontificia Universidad Católica de Ecuador (PUCE), Av, 12 de October 1076 y Roca, Quito Ecuador. Evolution Engineering, Design and Energy Systems Ltd. 5 Silver Terrace, Exeter EX4 4JE, UK, Independent Researcher and Vertical Garden Designer, Quito Ecuador. International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, Procedia Engineering, 145 (2016) 1250-1257.
- Davis, M.M. ve Hirmer, S., 2015. The potential fot vertical gardens as evaporative coolers: An adaptation of the ‘Penman Monteith Equation’. Evolution Engineering, Design and Energy Systems, UK, University of Cambridge, Department of Engineering for Sustainable Development, UK. Building and Environmet 92 (2015) 135- 141p, March (2015).

- Ekren, E., 2017. Advantages and Risks of Vertical Gardens. Ankara University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Ankara. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:19, Sayı:1, Sayfa: 51-57. ISSN: 1302- 0943.
- Green, G.G., 1947. Crassulas. The Cactus and Succulent Journal of Great Britain, Vol.9, No.1, pp.8-9, 11-12, January (1947).
- Guillot, D. Ve Puche, C., 2010. Nuevas citas de Crassula ovata Lam. y sus cultivares en la Peninsula Iberica. Fundacon Oroiberico.C/. Mayor 6. 44113. Noguera de Albarracin (Teruel), Institutio Catalana d'Historial Natural, Carrer del Came, 47;08001 Barcelona. Bouteloua 7: 29- 36 (XII- 2010). ISSN 1988- 4257.
- Gür, N. Ve Kahraman, Ö., 2022. Dikey Bahçelerin Kentsel Biyoçeşitliliğe Etkisi. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt:10, Sayı:1, Sayfa: 342-355. Çanakkale.
- Hindle, R. L., (2012). A vertical garden: origins of the Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938). Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes, 32:2, 99-110.
- <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>. Erişim Tarihi, 24 Ocak 2024.
- Kalay, F. Ve Sarıman Özen, E., 2021. Dikey Bahçe Uygulamalarının Yaşanabilir Çevreye Sunduğu Katkıları. Mimar Sinan Güzel sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul. Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, Cilt:4, Sayı:2, Sayfa:64-77.
- Malan, C. Ve Notten, A., 2005. Kirstenbosch Nationalş Botanical Garden. Crassula ovata/ Plantz Africa. pza.sanbi.org. Erişim tarihi: 14/12/2016. May (2005).
- Moghaddam, F.B., 2022. Ways to Improve Living Conditions by Applying Green Façades in Buildings Refurbishment at Semi- Arid Climate. Universitat Politcnica De Catalunya Barcelona Tech. UrbanVertical Garden. Doctoral Dissertation.
- Önder ve Polat, (2009). Kentsel Açık- Yeşil Alanların Kent Yaşamındaki Yeri ve Önemi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü. Kentsel Peyzaj Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri, 19 Mayıs 2012, Konya.
- Perini ve Rosasco, (2016). Is greening the building envelope economically sustainable? An analysis to evaluate the advantages of economy of scope of vertical greening systems and green roofs. Dipartimento di Scienze per l' Architecture, Università degli Studi di Genova, Genoa 16123, Italy.
- Rezgallah, R. Y.M., (2017). Crassulaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

- Saki, S. Ve Küçükali, U.F., 2020. İç Mimarlık ve Çevre Tasarımında Dikey Bahçe Uygulamalarının Değerlendirilmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü. ABMYO Dergisi, Sayı: 60, Sayfa:407-416, İstanbul, 2020.
- Saki, S., 2020. İç Mimarlık ve Çevre Tasarımında Dikey Bahçe Uygulamalarının Değerlendirilmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü. Yüksek lisans Tezi, Mayıs (2020).
- Sarı, D., 2021. Türkiye Florasında Yayılış Gösteren Crassulaceae Familyasından Bazı Türlerin peyzaj ve Süs Bitkisi Nitelikleri Akımından İncelenmesi. Artvin Çorum Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler. Sayı:1, Sayfa: 291-314.
- Şenol, D., 2015. Kozan Kalesinde Kayalıklarda Yetişen Sukkulentlerin Dikey Bahçelerde Kullanım Olanakları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü. Yüksek lisans Tezi.
- Widiastuti, R., Budi, W.S., Prianto, E., 2016. Performance Evaluation Of Vertical Gardens. Mühendislik Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Matematik ve Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Diponegoro Üniversitesi, Endonezya. Uluslararası Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Dergisi, Cilt:5, Sayı: 1, Sayfa: 13-20. Mart 2016.



ÖZGEÇMİŞ

Kübra ÖZTÜRK BİLGİÇ. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2015 yılında başladığı Kayseri Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü’nden 2019 yılında mezun oldu. 2020 yılında Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladı ve halen eğitimini devam ettirmektedir.

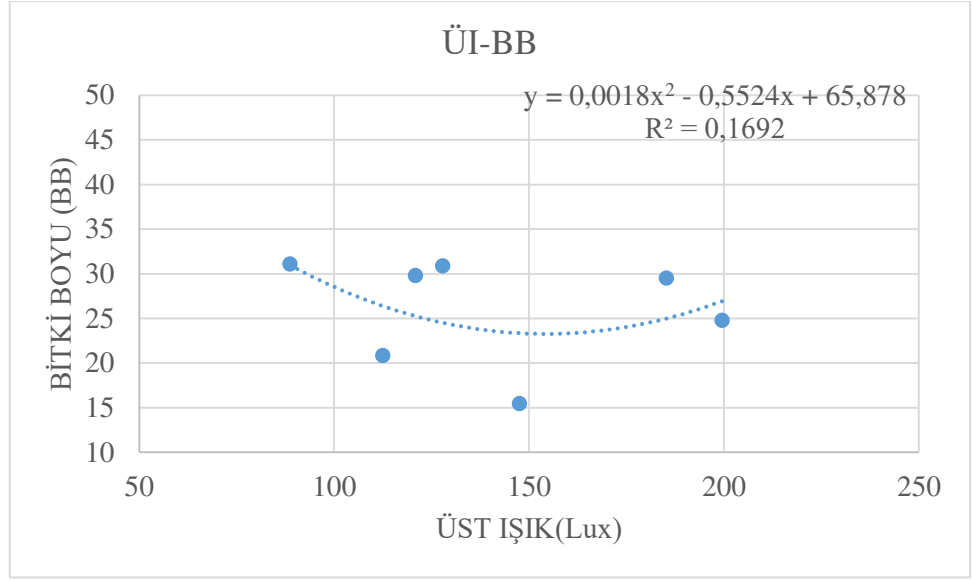




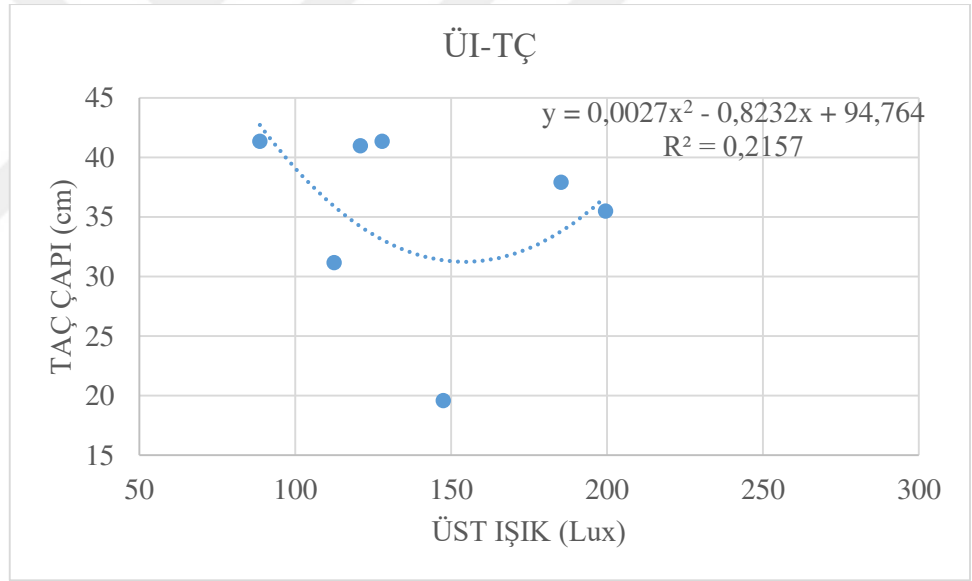


EKLER

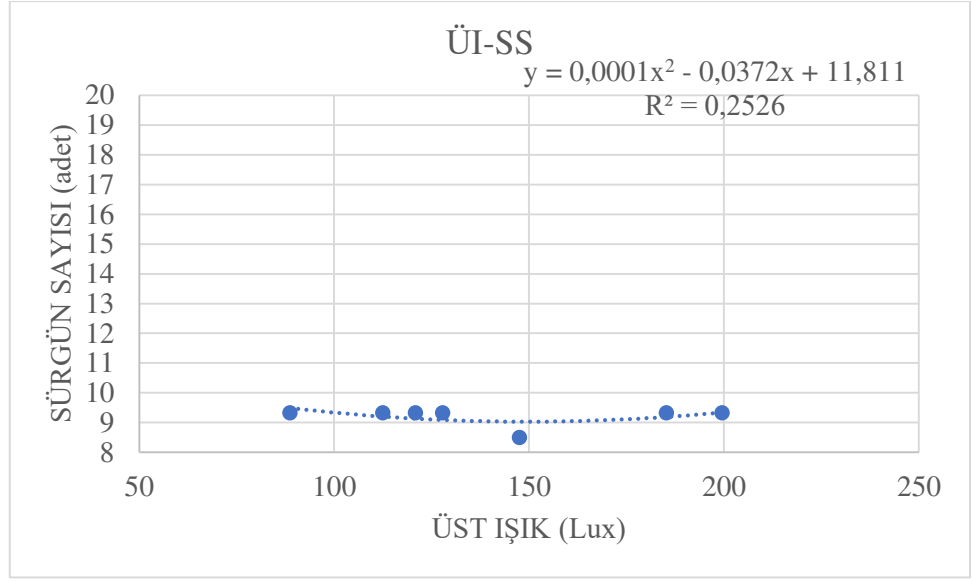




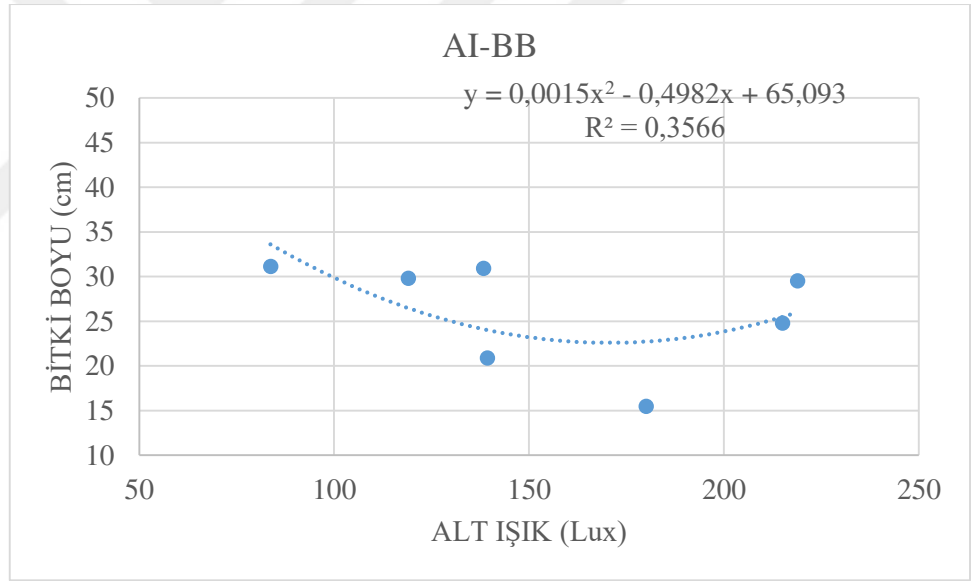
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki boyuna etkisi



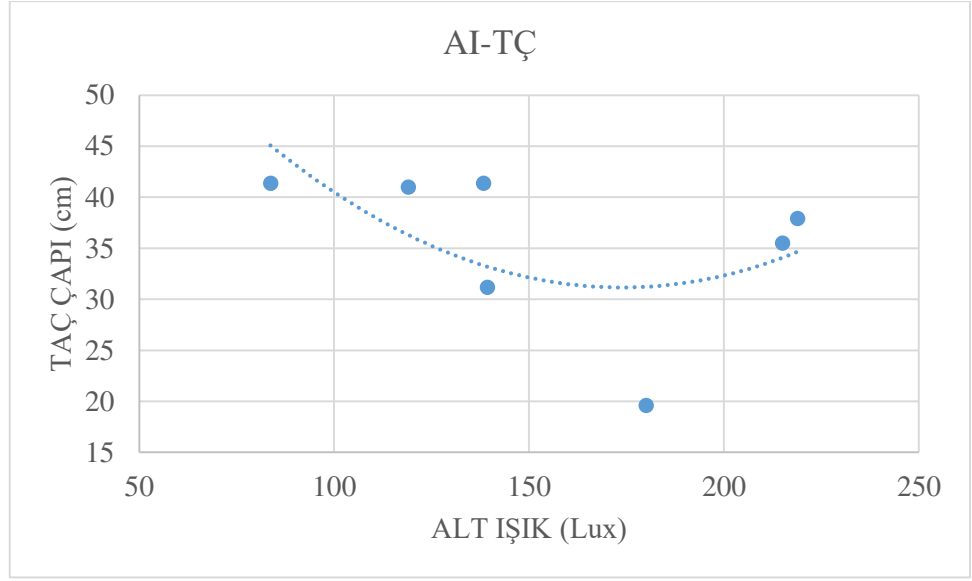
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın taç boyuna etkisi



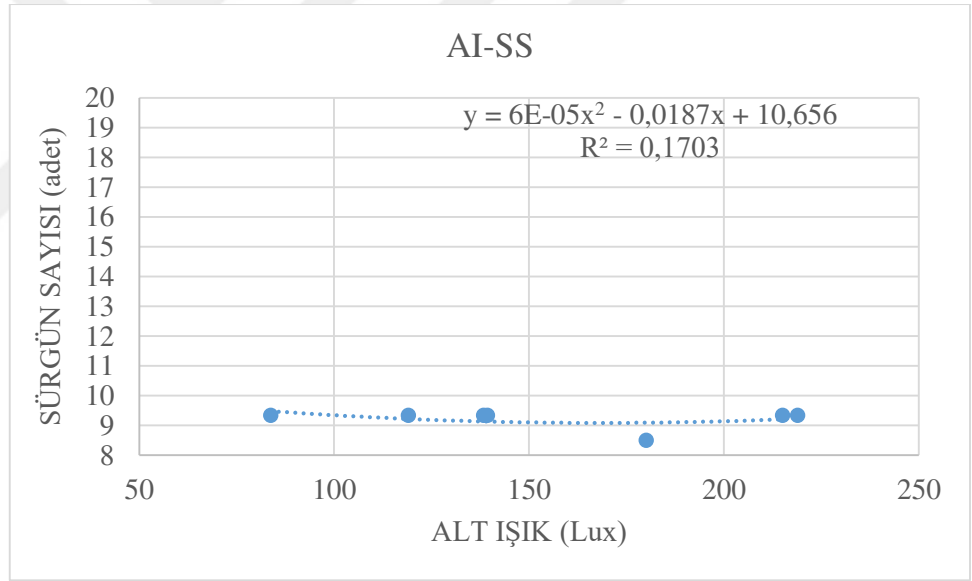
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın sürgün sayısına etkisi



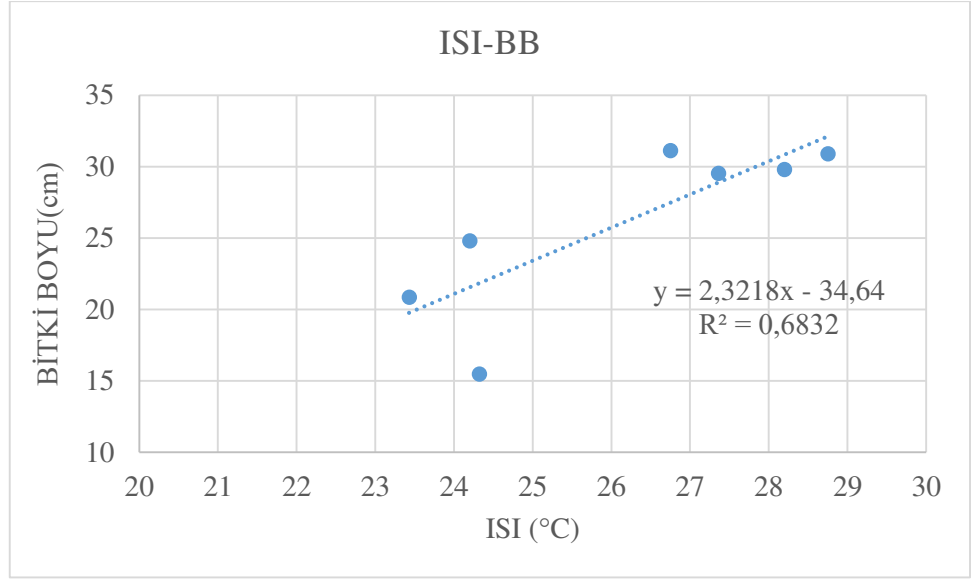
Kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın *Crassula perforata* türünün bitki boyuna etkisi



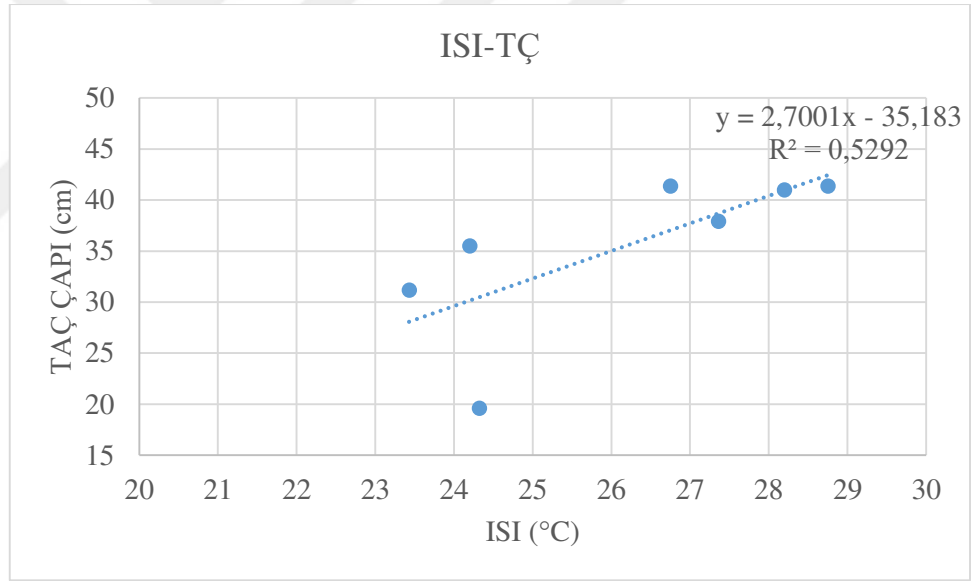
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın taç çapına etkisi



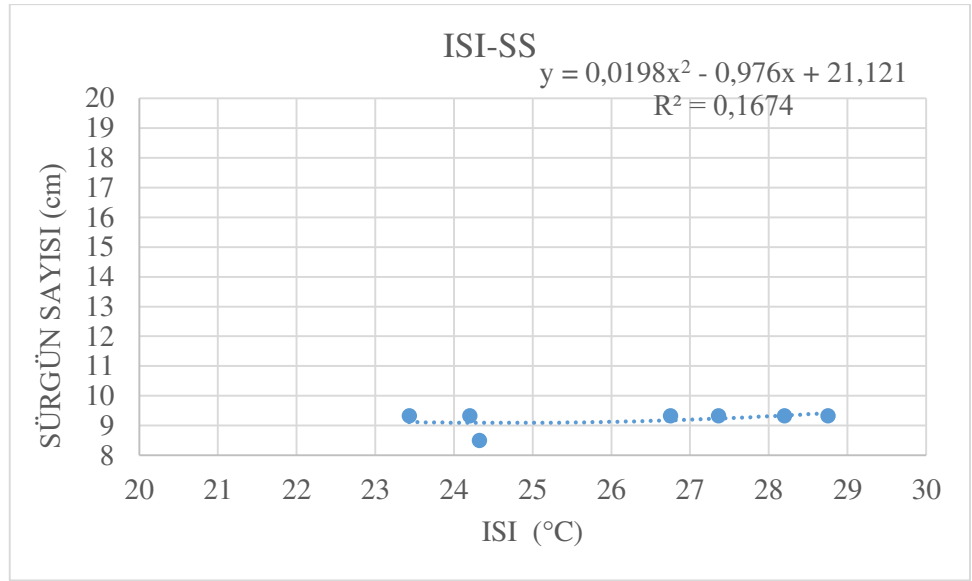
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın sürgün sayısına etkisi



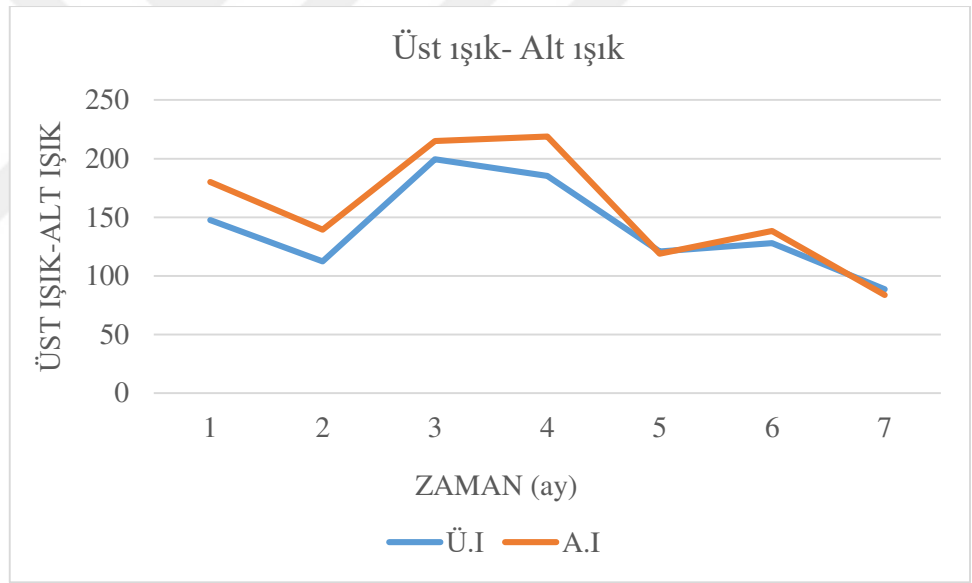
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki boyuna etkisi



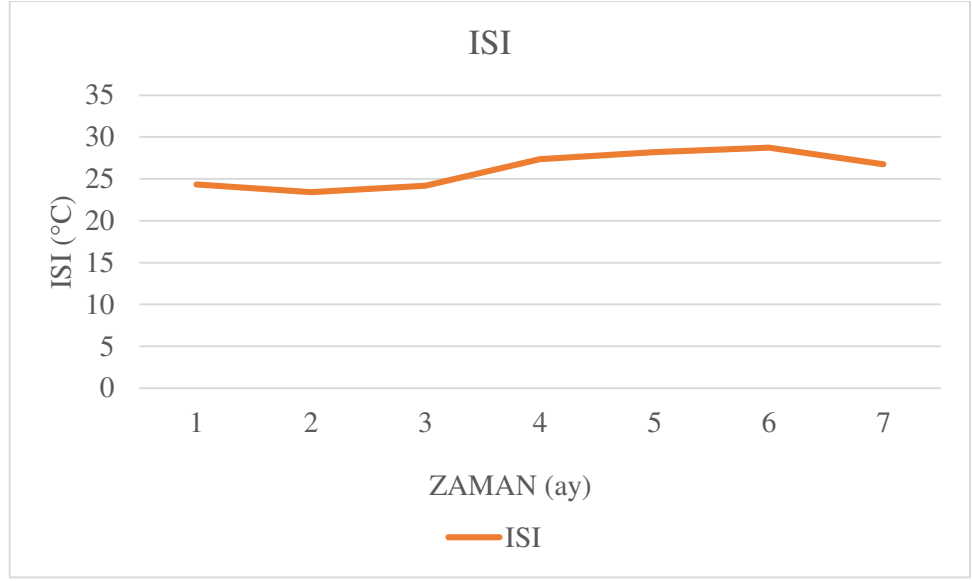
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki taç çapına etkisi.



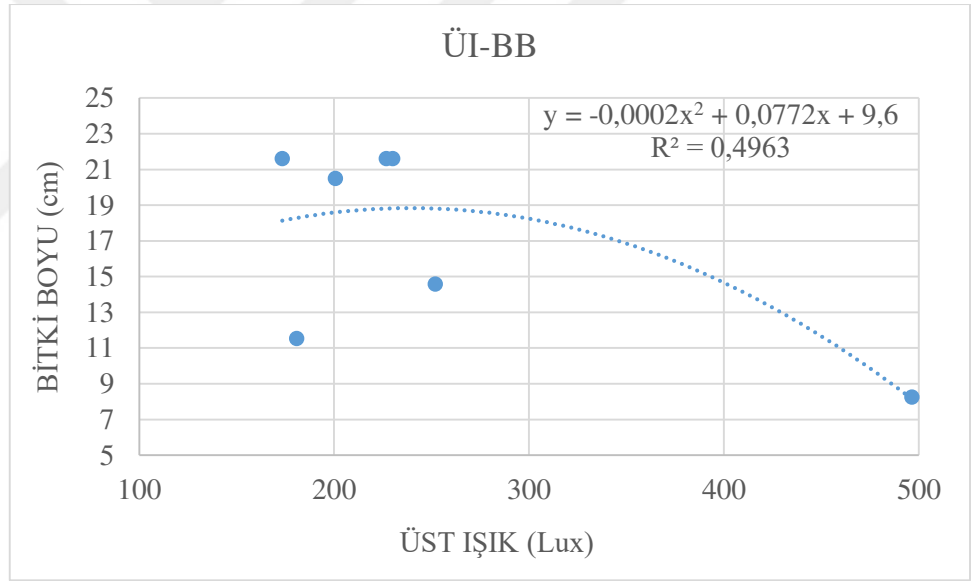
Crassula perforata türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki sürgün sayısına etkisi



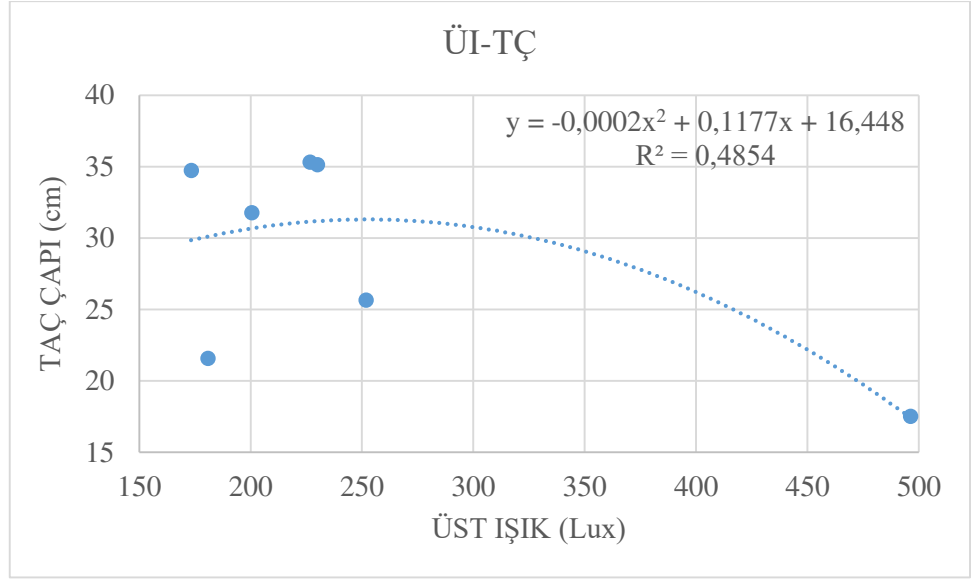
Crassula perforata türünün kuzey cephe gözlem sürecinde üst ışık ve alt ışık değer ilişkisi



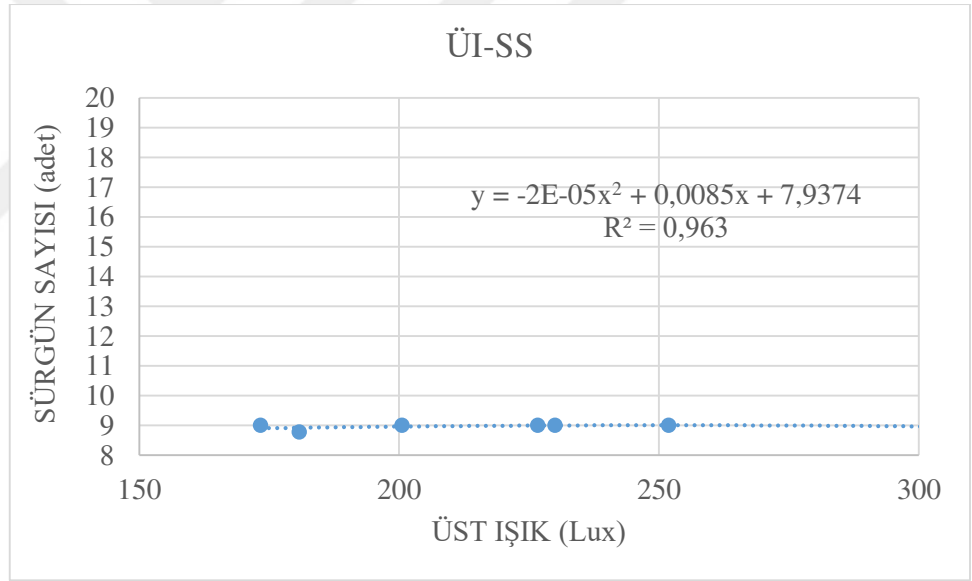
Crassula perforata türünün kuzey cephe gözlem sürecinde bitki ölçüm parametrelerinde sıcaklığın etkisi



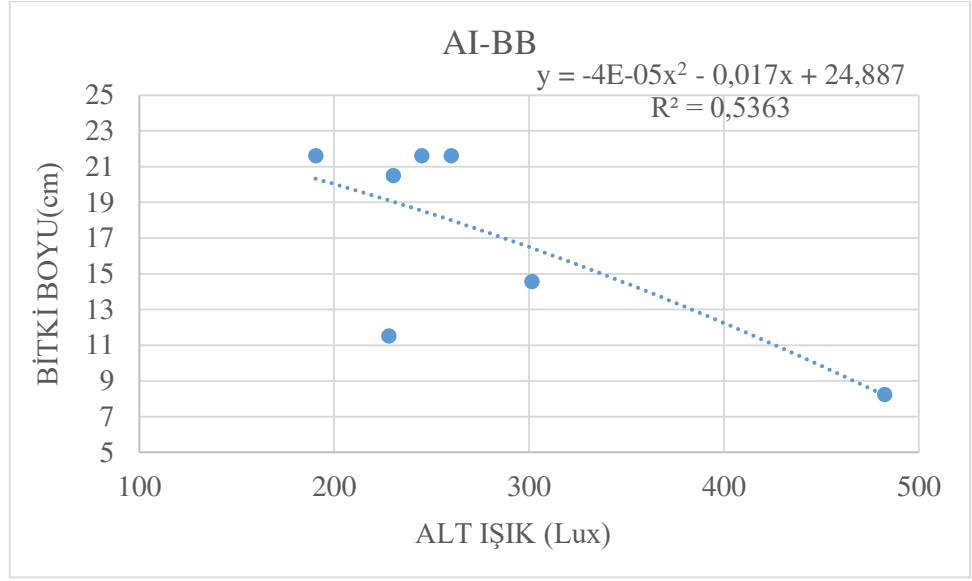
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki boyuna etkisi



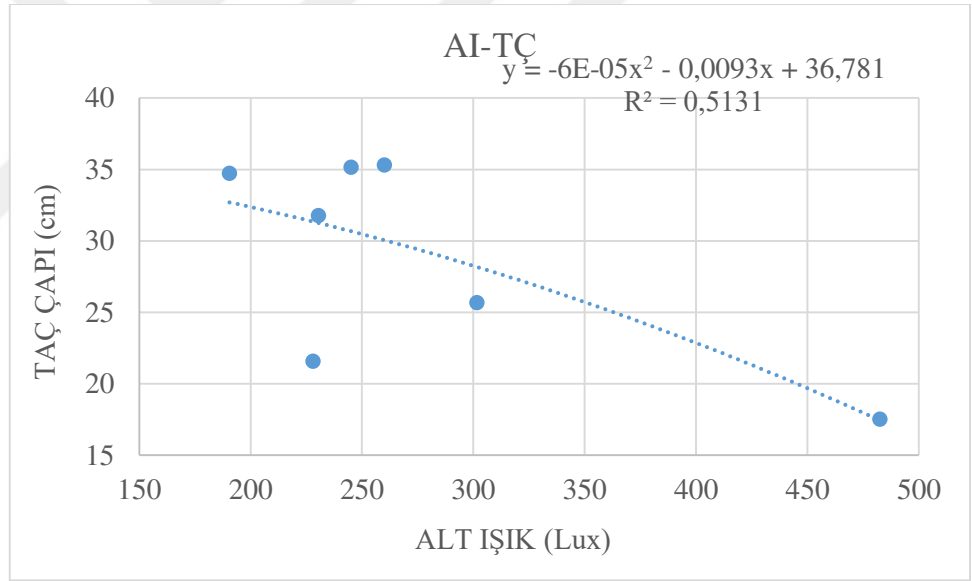
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki taç çapına etkisi



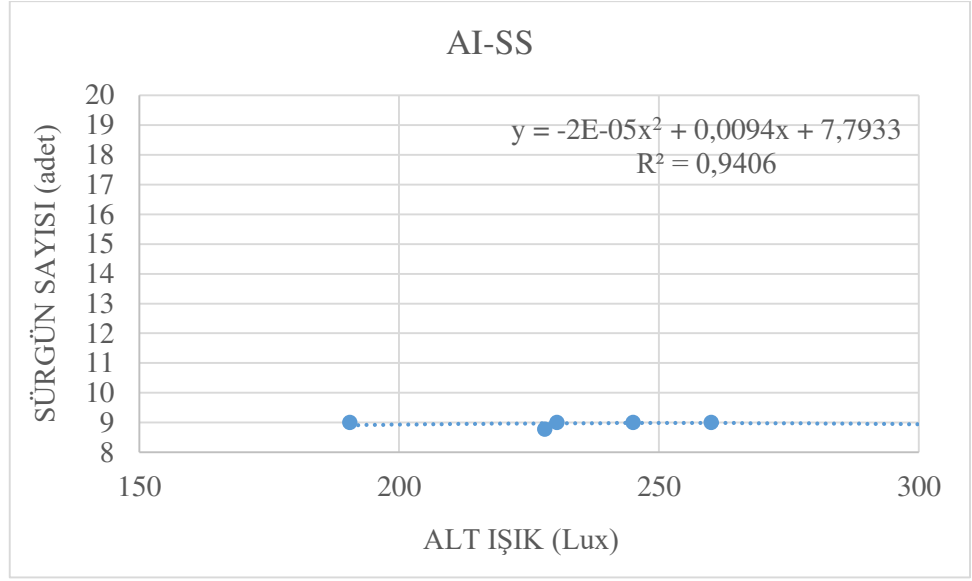
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki sürgün sayısına etkisi



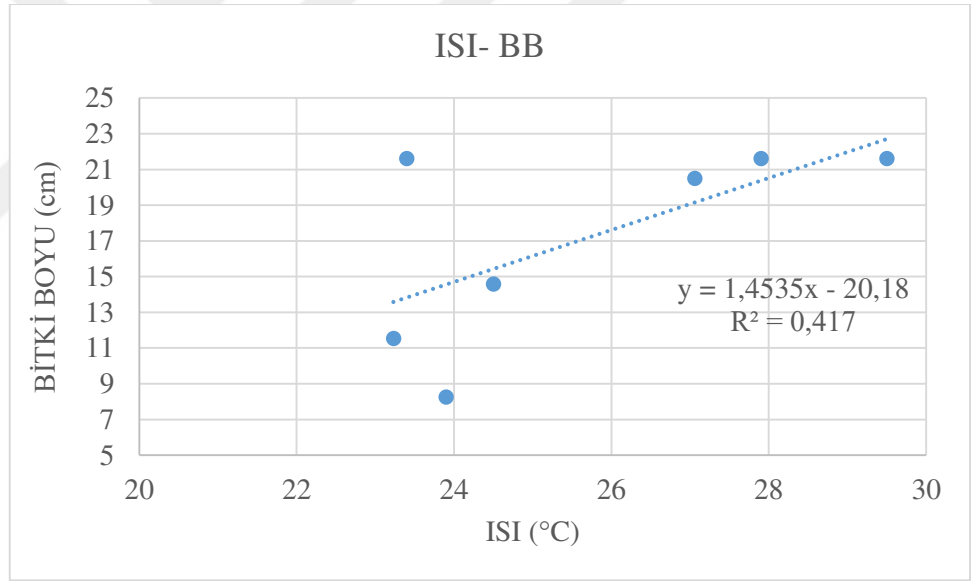
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki boyuna etkisi



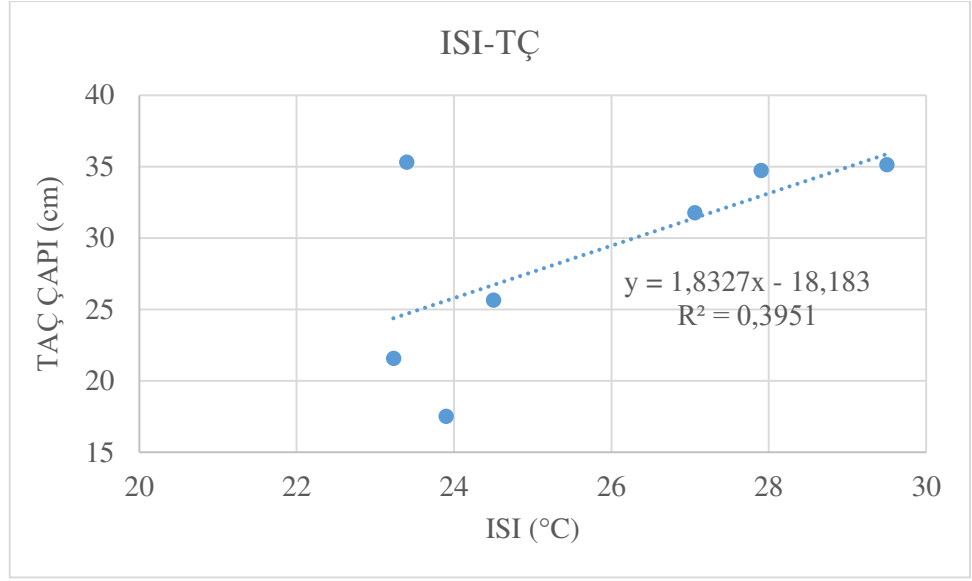
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki taç çapına etkisi



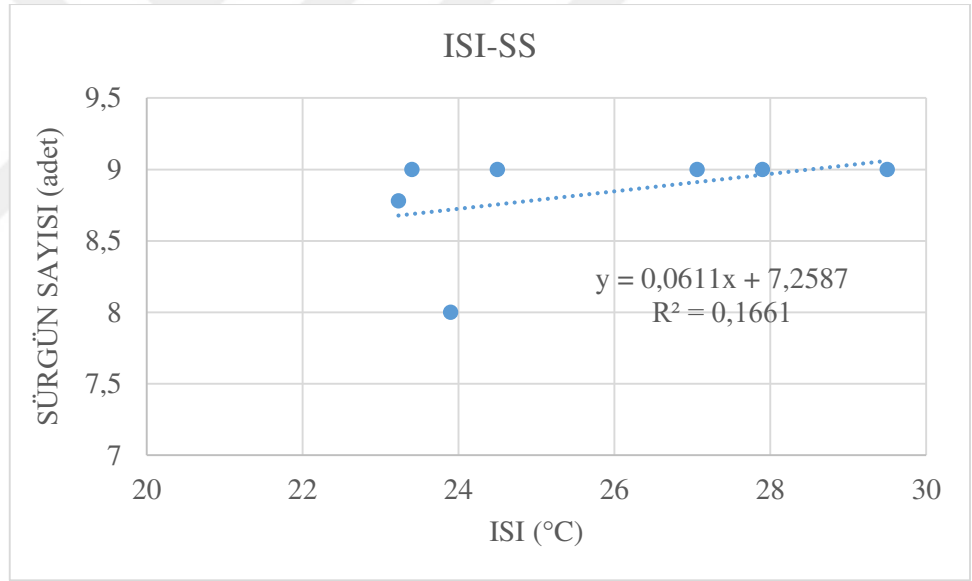
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki sürgün sayısına etkisi



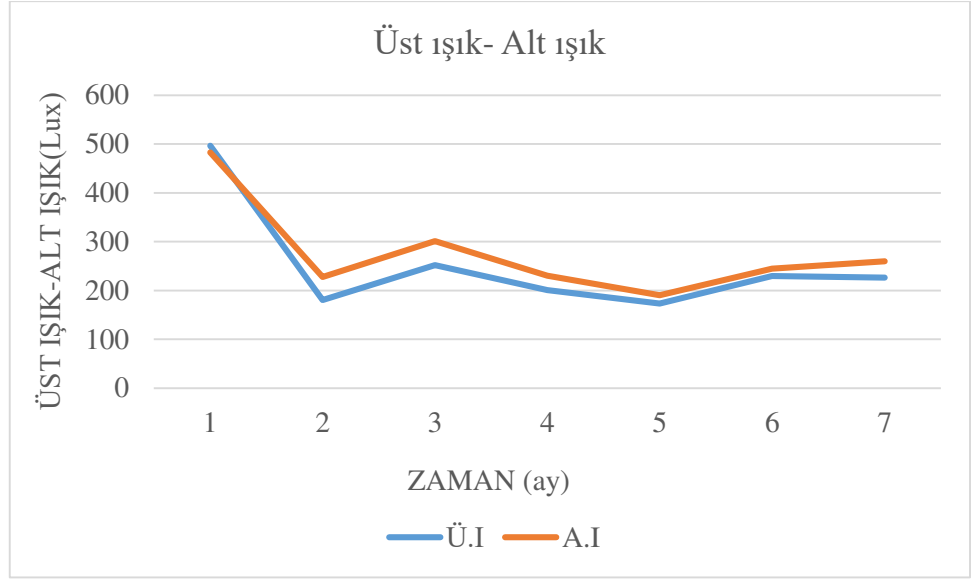
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki boyuna etkisi



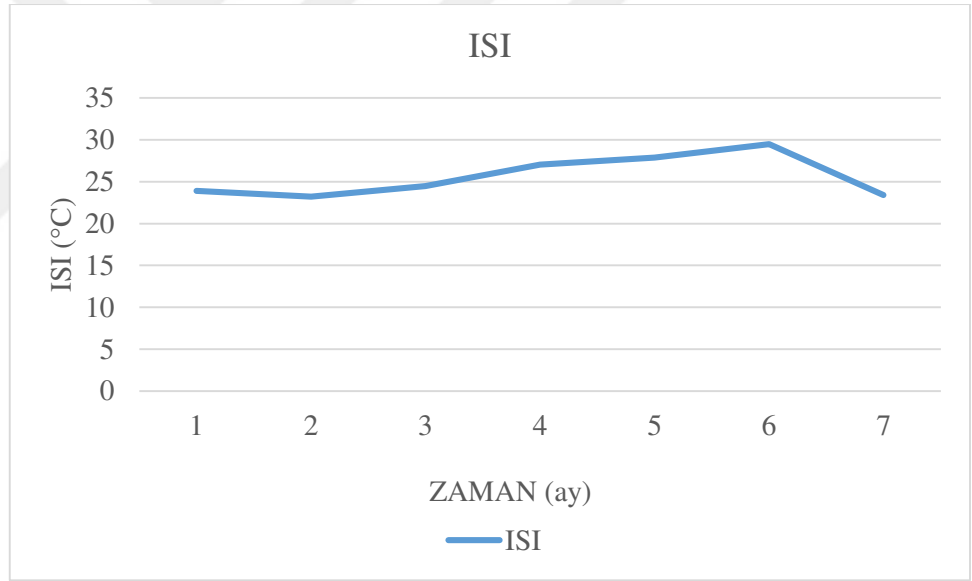
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki taç çapına etkisi



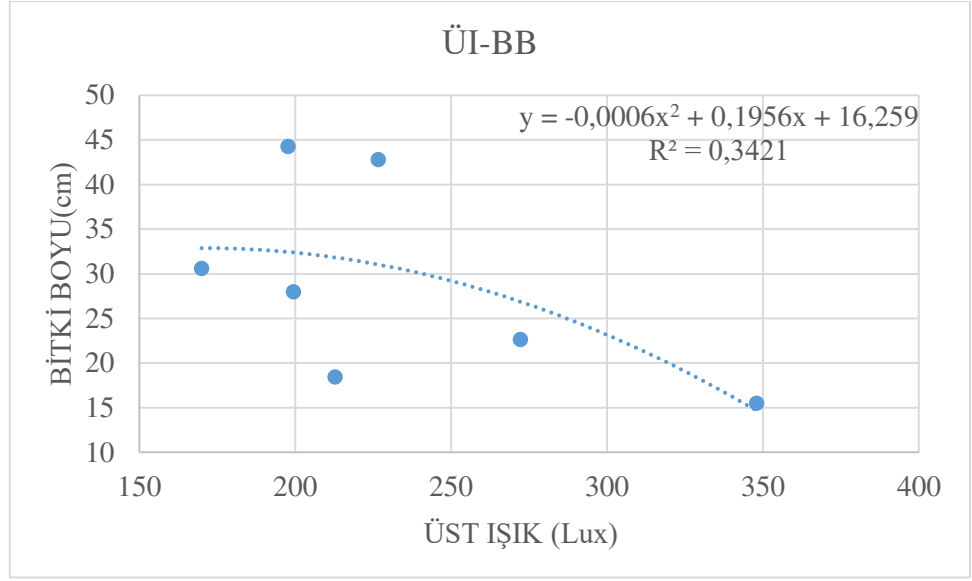
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki sürgün sayısına etkisi



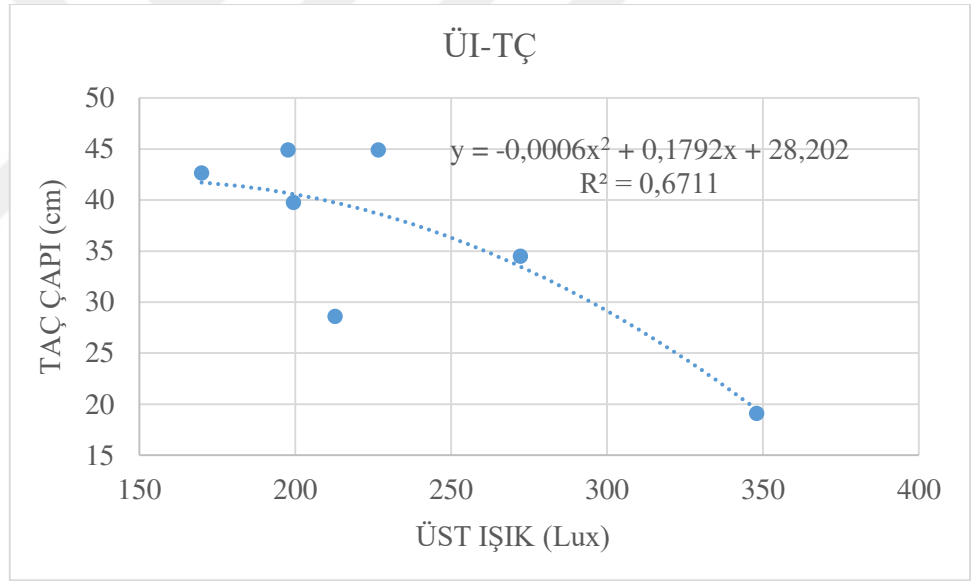
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ışık parametresinin bitki boyuna etkisi



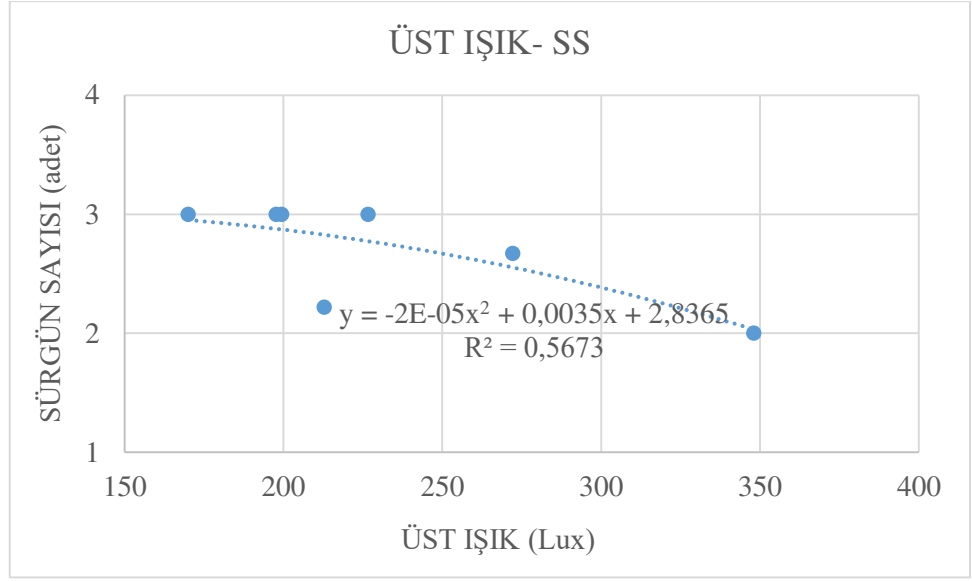
Crassula perforata türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresi



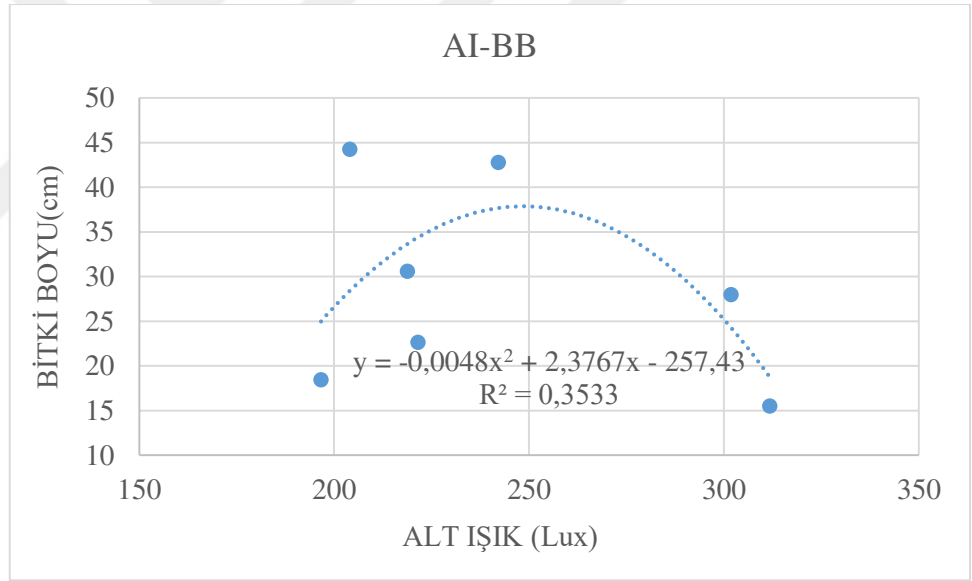
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki boyuna etkisi



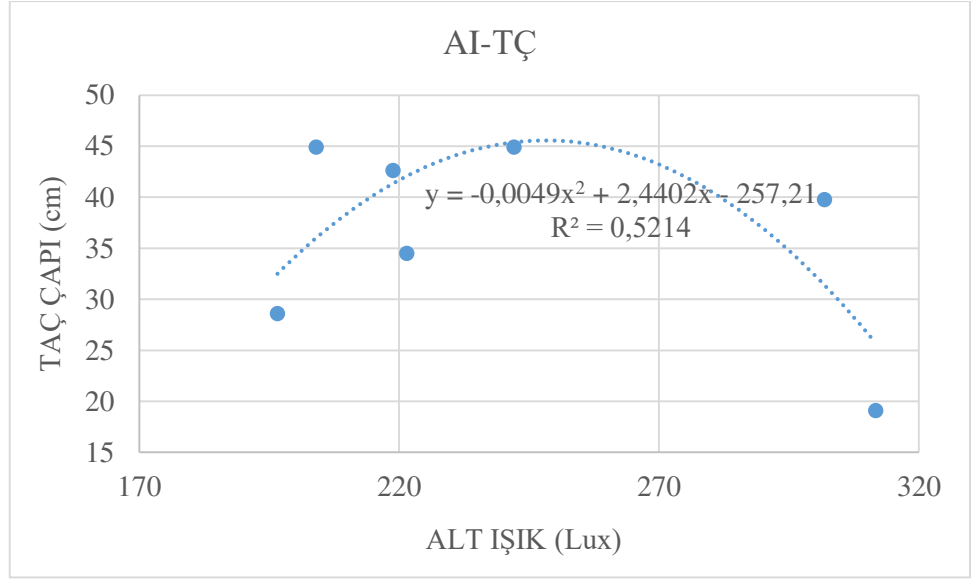
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki taç çapına etkisi



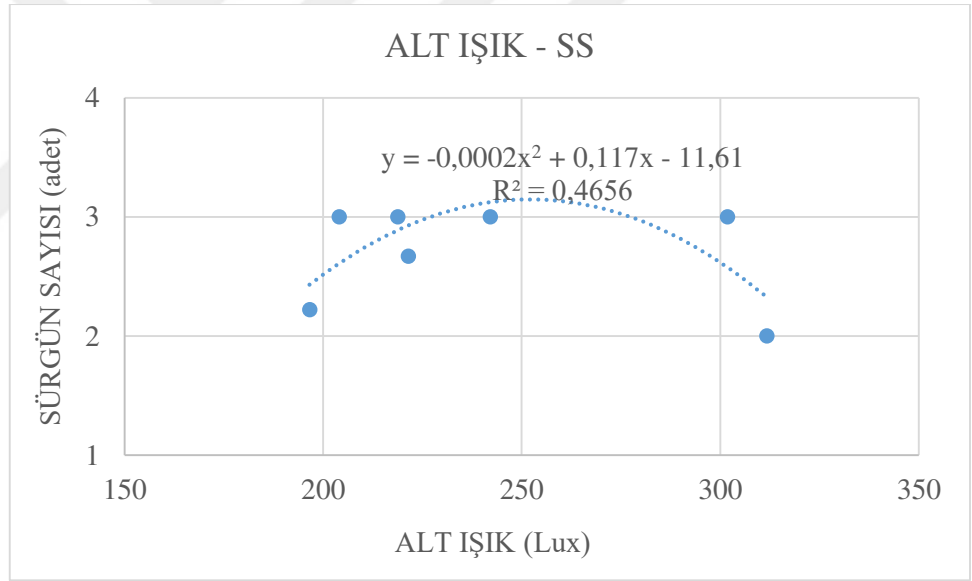
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki sürgün sayısına etkisi



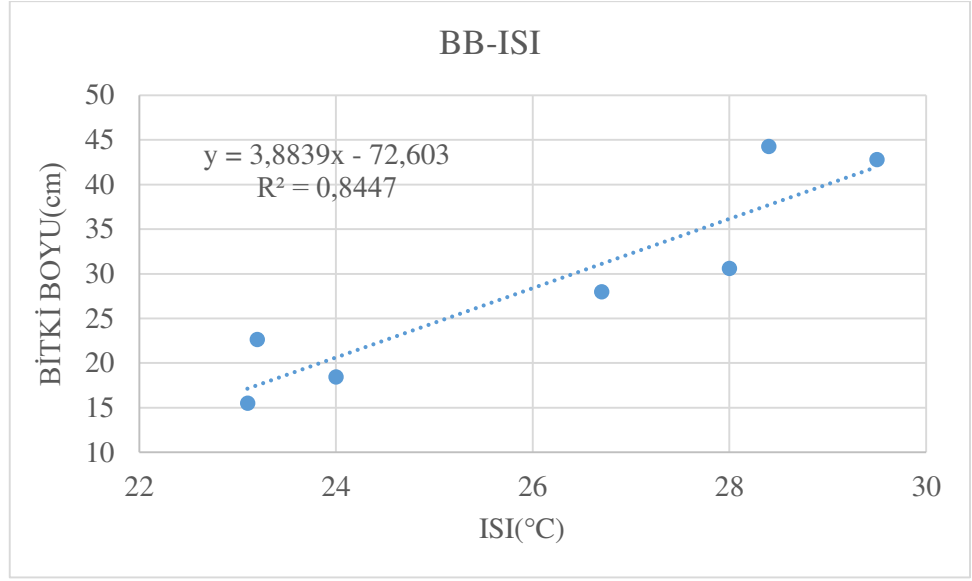
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki boyuna etkisi



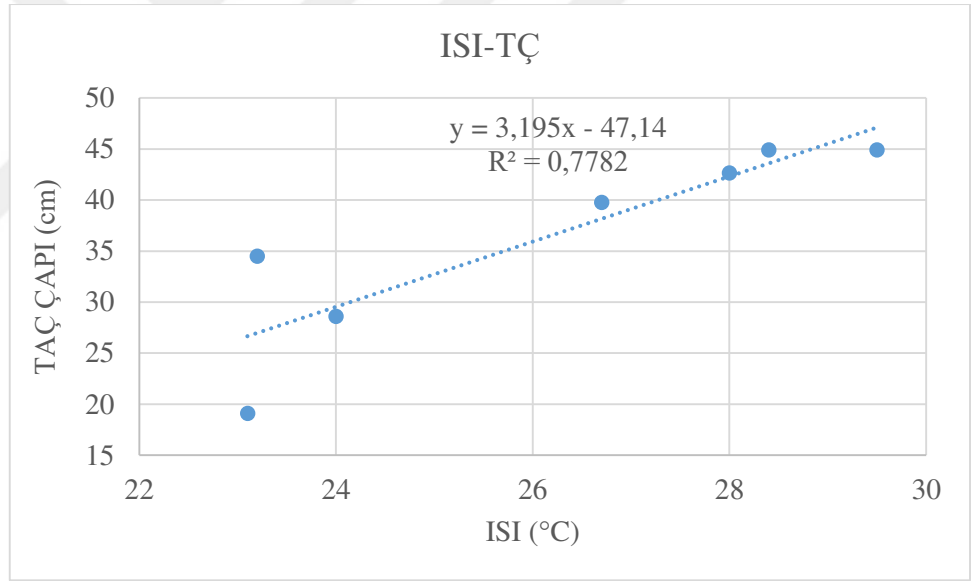
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki taç çapına etkisi



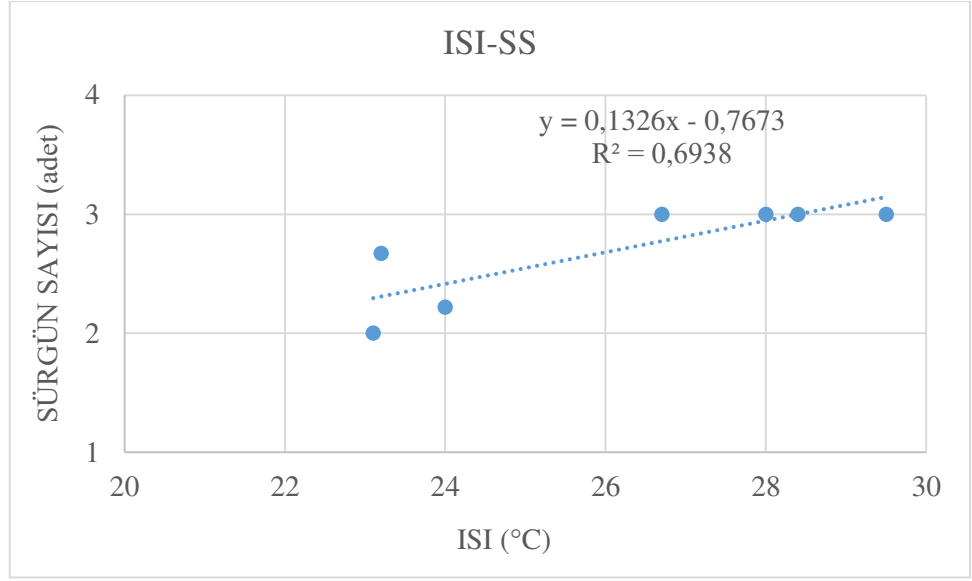
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki sürgün sayısına etkisi



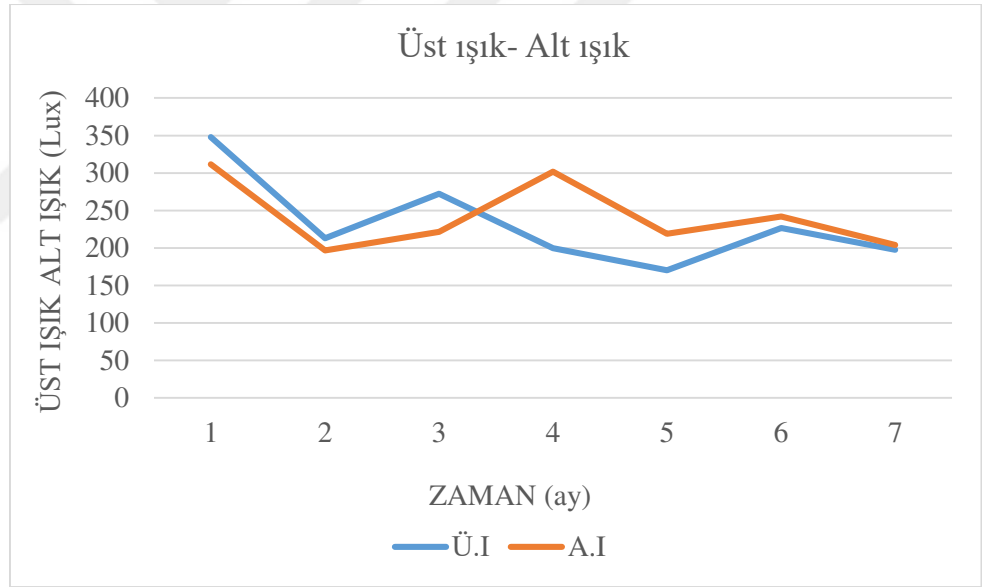
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki boyuna etkisi



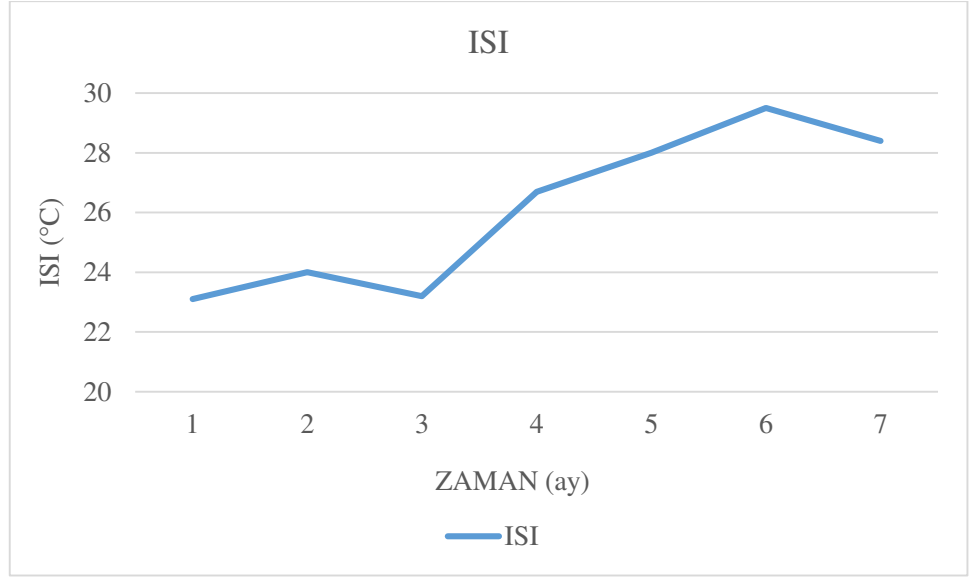
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki taç çapına etkisi



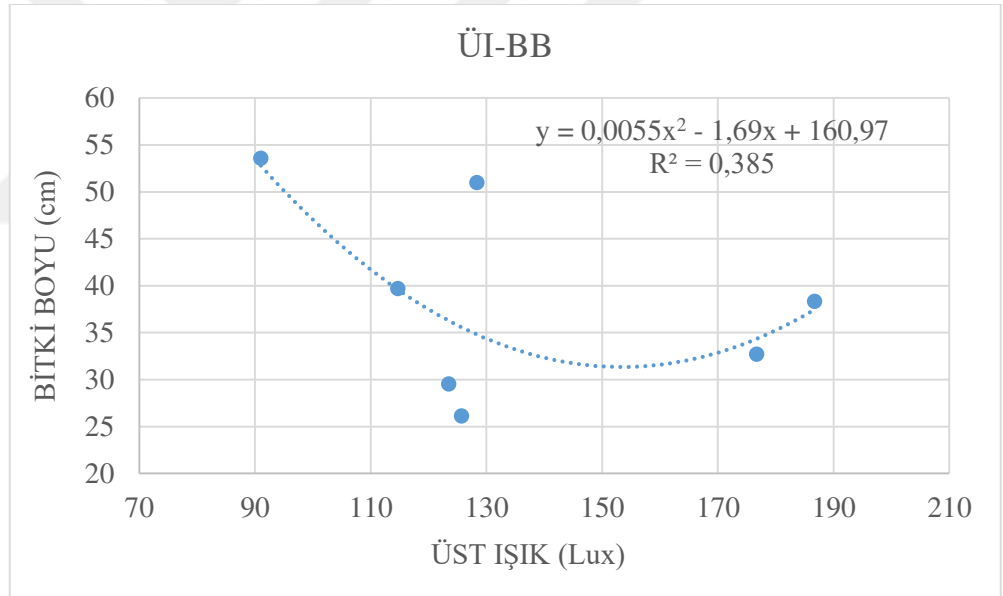
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki sürgün sayısına etkisi



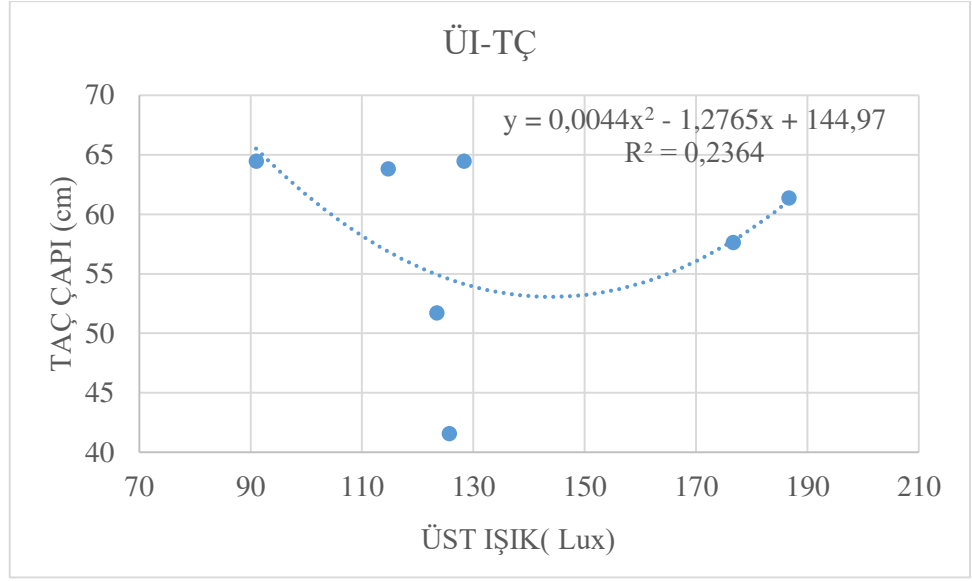
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ışıık parametresinin bitki boyuna etkisi



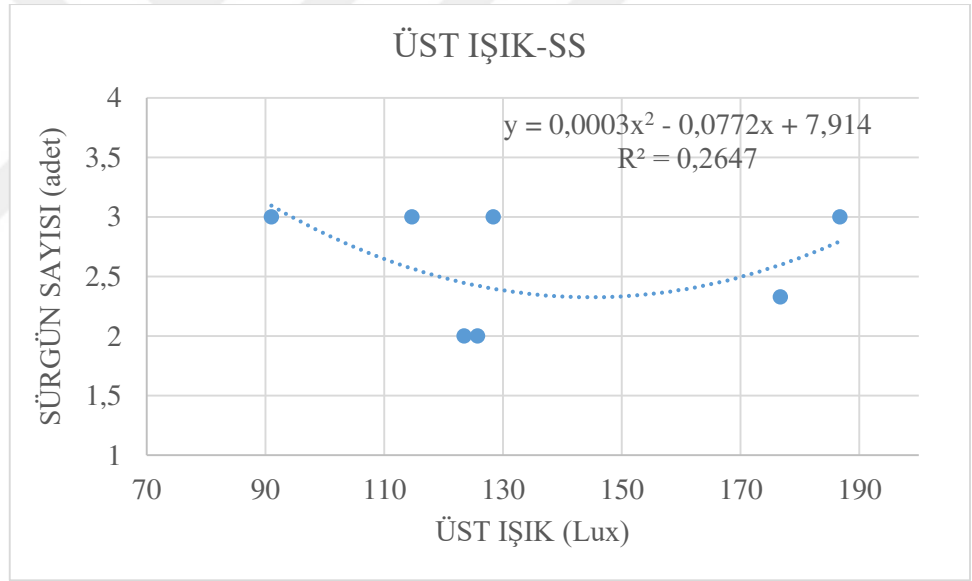
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, güney cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresi



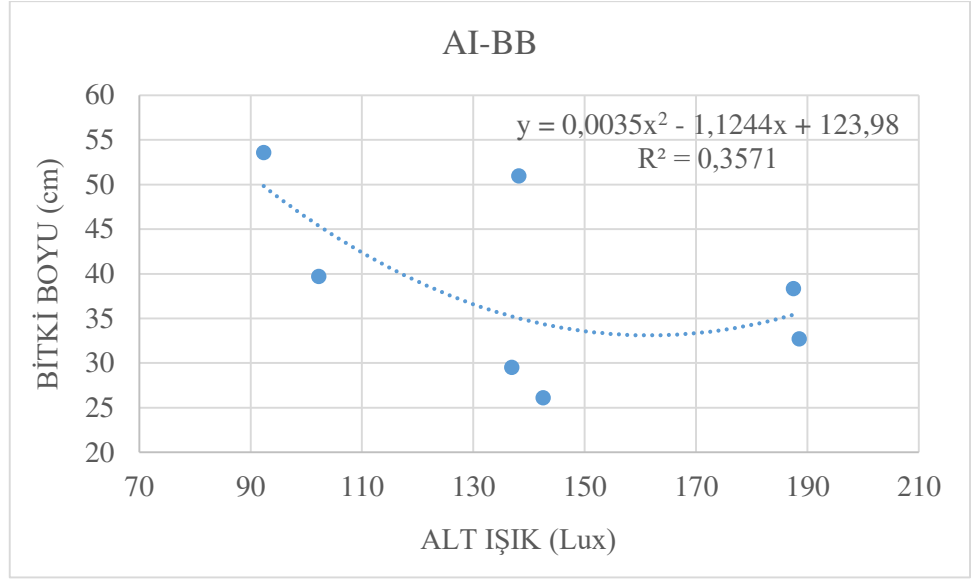
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki boyuna etkisi



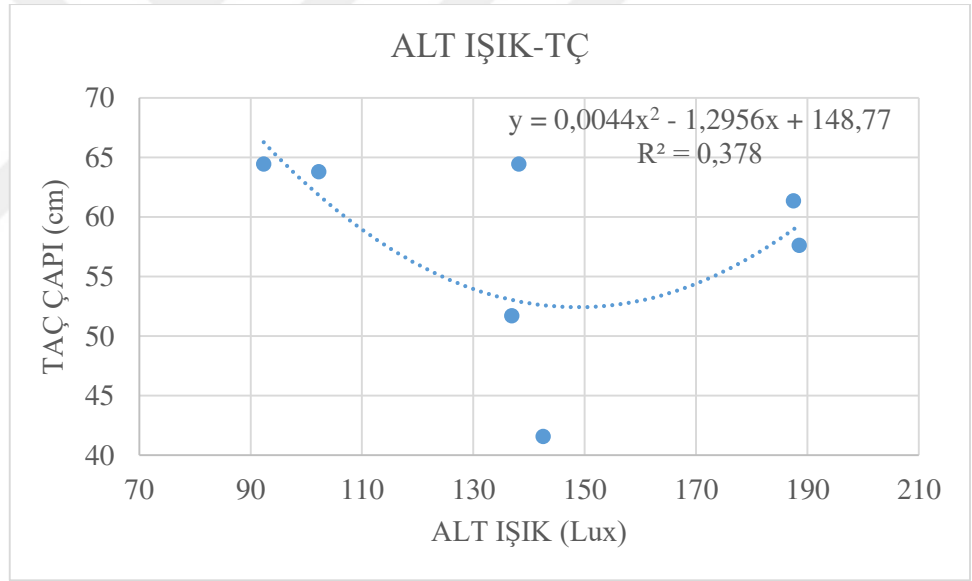
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki taç çapına etkisi



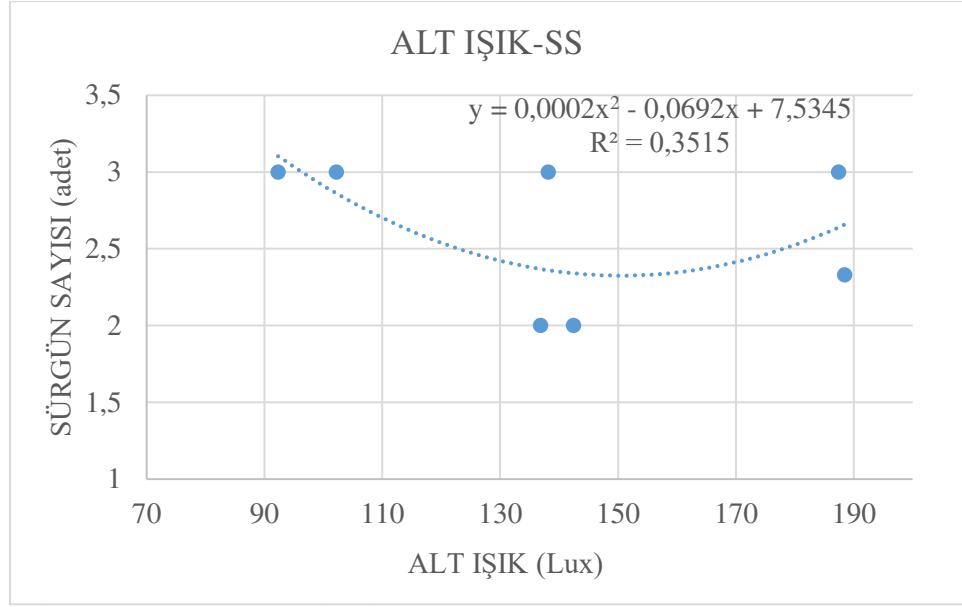
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, üst ışığın bitki sürgün sayısına etkisi



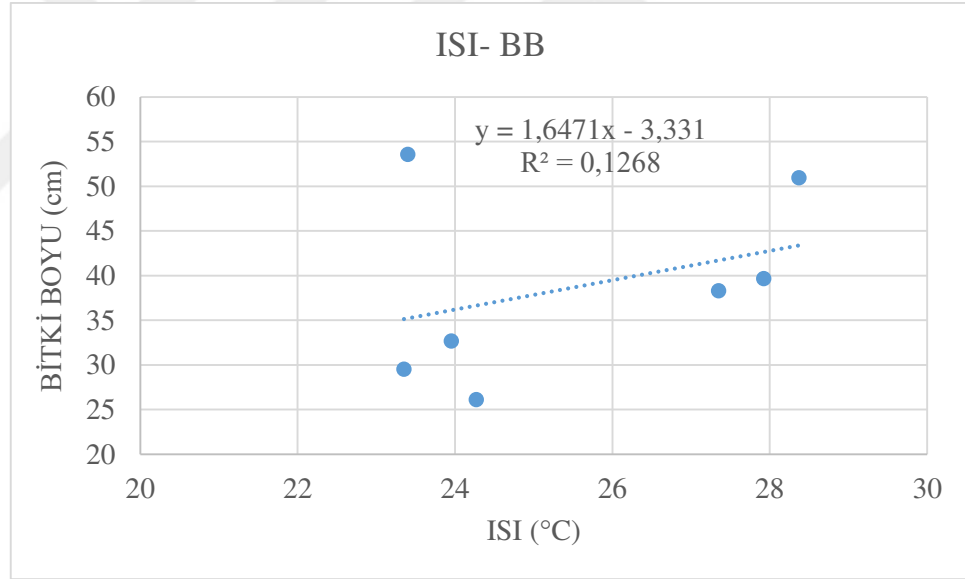
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki boyuna etkisi



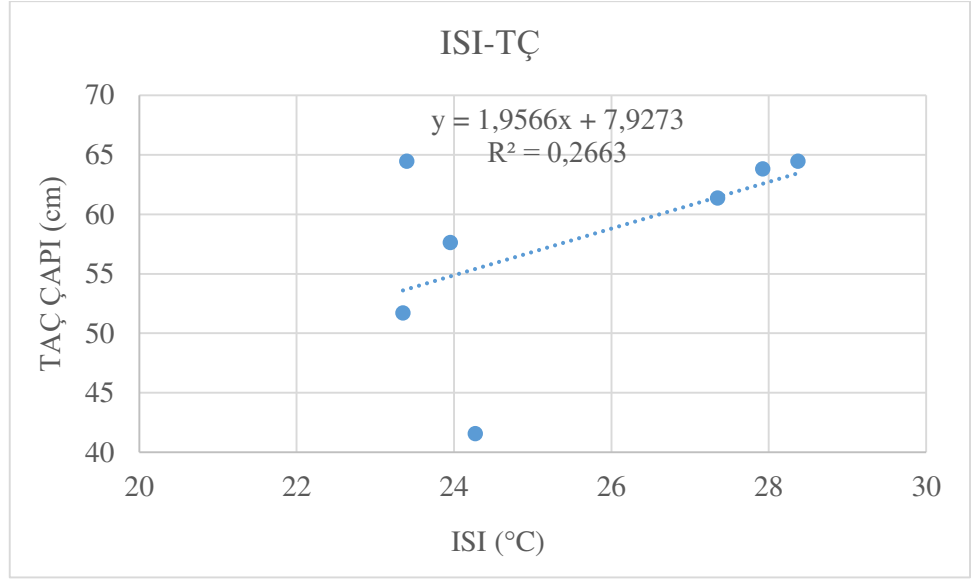
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki taç çapına etkisi



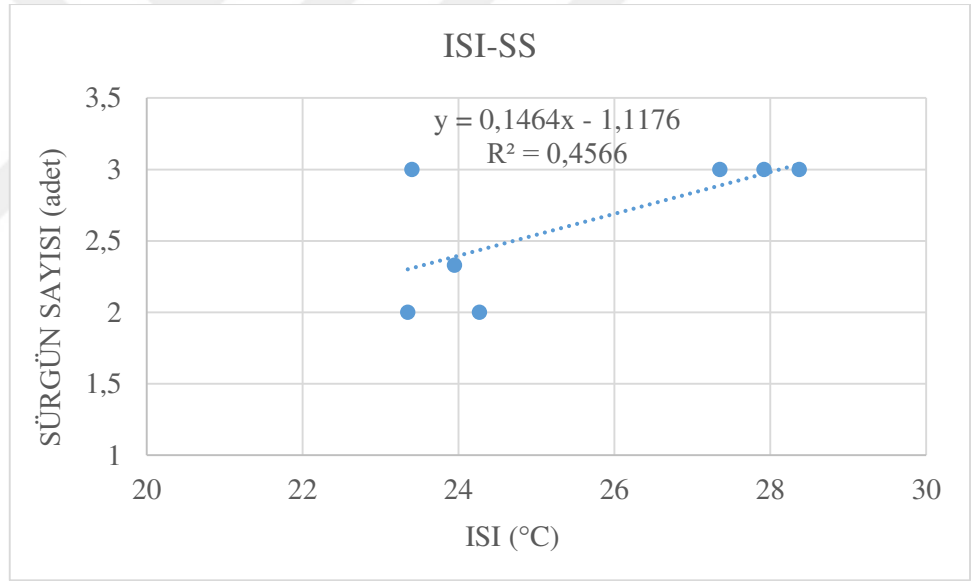
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, alt ışığın bitki sürgün sayısına etkisi



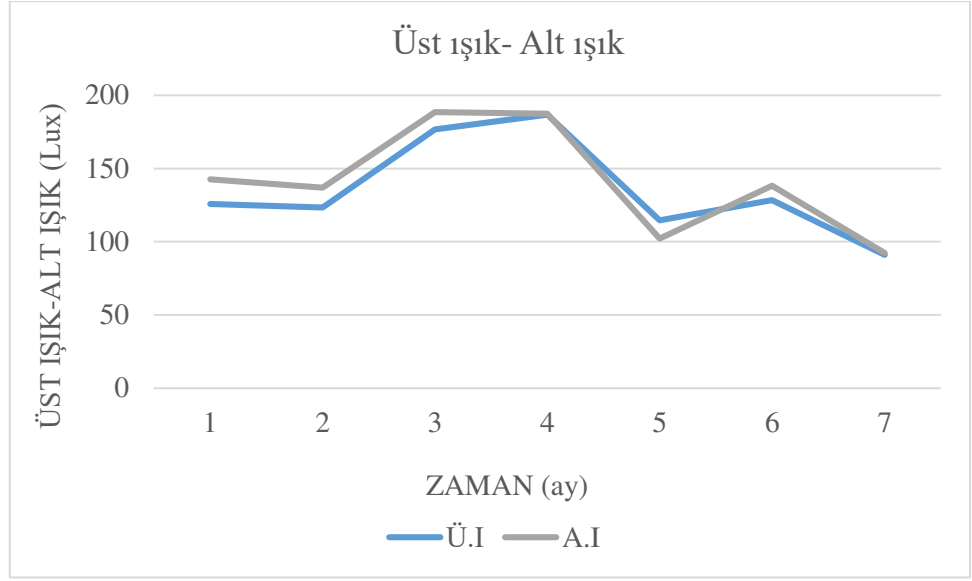
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki boyuna etkisi



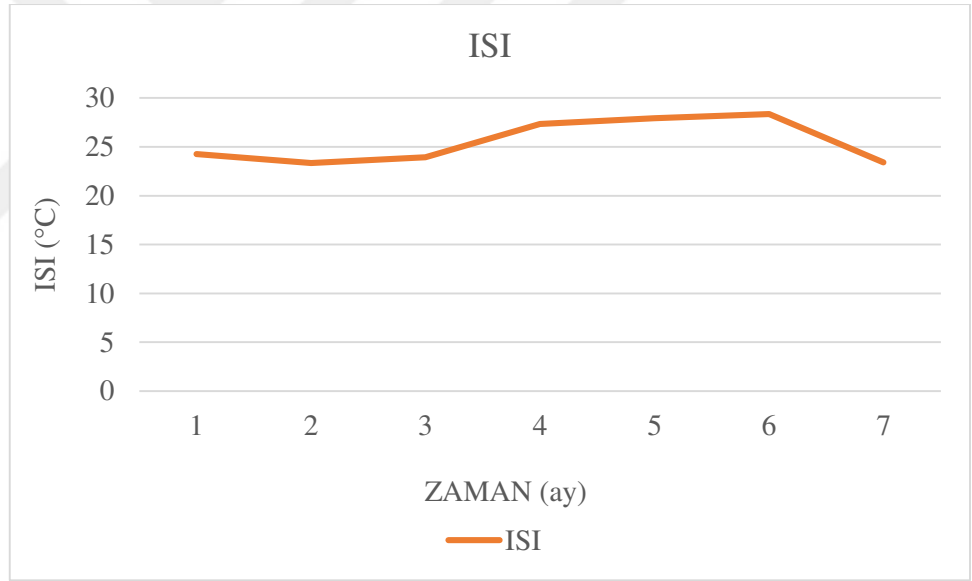
Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki taç çapına etkisi



Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresinin bitki sürgün sayısına etkisi



Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ışık parametresinin bitki boyuna etkisi



Crassula ovata cv. 'Gollum' türünün, kuzey cephe dikey bahçe deneme gözlem sürecinde, ısı parametresi