

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

*Nandina domestica* (CENNET BAMBUSU) VE  
*Loropetalum chinense* (ÇİN PÜSKÜLÜ)  
TÜRLERİNİN MİKROÇOĞALTIM ÇALIŞMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Neslihan BABALI

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Taki DEMİR

Temmuz 2020

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Neslihan BABALI

24.06.2020

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sırasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile beni yönlendiren, gerek laboratuvar çalışmalarında gerek akademik çalışmada her aşamada desteklerini esirgemeyen saygıdeğer Danışman Hocam Prof. Dr. Taki DEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İstatistiksel analizlerde bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Ferzat TURAN'a, laboratuvar çalışmalarında bilgi ve deneyiminden yararlandığım Zafer KINALI'ya teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarından dolayı Feyime İNAN, Ülkü ŞANTAFLIOĞLU, Sühandan GÜNGÖR, Tuğba AVKAN ve Betül Erva ŞİŞKO'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim süresince en büyük desteği veren sevgili eşim Yakup BABALI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                           |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| TEŞEKKÜR.....                                                                                             | i     |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                         | ii    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....                                                                     | vi    |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                                                    | viii  |
| TABLOLAR LİSTESİ .....                                                                                    | xi    |
| ÖZET .....                                                                                                | xiii  |
| SUMMARY .....                                                                                             | xiiiv |
|                                                                                                           |       |
| BÖLÜM 1.                                                                                                  |       |
| GİRİŞ .....                                                                                               | 1     |
|                                                                                                           |       |
| BÖLÜM 2.                                                                                                  |       |
| LİTERATÜR ÖZETİ .....                                                                                     | 5     |
| 2.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) Bitkisinin Genel Özellikleri..                             | 5     |
| 2.1.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) ile yapılan doku<br>kültürü çalışmaları.....             | 8     |
| 2.1.1.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) ile yapılan <i>ex</i><br><i>vitro</i> çalışmaları..... | 8     |
| 2.1.1.2. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) ile yapılan <i>in</i><br><i>vitro</i> çalışmaları..... | 9     |
| 2.1.2. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) ile yapılan diğer<br>çalışmalar.....                     | 10    |
| 2.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) Bitkisinin Genel Özellikleri....                           | 13    |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) ile yapılan doku kültürü çalışmaları.....      | 16 |
| 2.2.1.1. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) ile yapılan <i>ex vitro</i> çalışmaları..... | 16 |
| 2.2.1.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) ile yapılan <i>in vitro</i> çalışmaları..... | 17 |
| 2.2.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) ile yapılan diğer çalışmaları.....             | 18 |
| 2.3. Diğer Süs Bitkileri İle Yapılan Mikroçoğaltım Çalışmaları .....                            | 19 |

### BÖLÜM 3.

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| MATERYAL VE YÖNTEM .....                        | 23 |
| 3.1. Materyal .....                             | 23 |
| 3.1.1. Bitkisel materyal.....                   | 23 |
| 3.2. Yöntem.....                                | 23 |
| 3.2.1. Kullanılan araç-gereçler.....            | 23 |
| 3.2.2. Doku kültürü aşamaları.....              | 23 |
| 3.2.2.1. Ekipman sterilizasyonu.....            | 23 |
| 3.2.2.2. Besi ortam hazırlanması.....           | 24 |
| 3.2.2.3. Eksplant sterilizasyonu.....           | 25 |
| 3.2.2.4. Sürgün çoğaltımı.....                  | 26 |
| 3.2.2.5. Sürgün uzaması.....                    | 27 |
| 3.2.2.6. Sürgün köklenmesi.....                 | 28 |
| 3.2.2.7. Ön iklimlendirme (Aklimatizasyon)..... | 28 |
| 3.2.3. İstatistiksel Analiz.....                | 28 |

### BÖLÜM 4.

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| ARAŞTIRMA BULGULARI .....                                                     | 29 |
| 4.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) Mikroçoğaltım Çalışmaları..... | 29 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) besi ortam denemeleri.....          | 29 |
| 4.1.1.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) sürgün gelişimi.....              | 29 |
| 4.1.1.2. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) bitki gelişimi.....               | 31 |
| 4.1.2. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) oksin denemeleri.....               | 37 |
| 4.1.3. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) sürgün uzaması ve köklendirme ..... | 44 |
| 4.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) Mikroçoğaltım Çalışmaları.....        | 45 |
| 4.2.1. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) besi ortam denemeleri.....          | 45 |
| 4.2.1.1. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) sürgün gelişimi.....              | 45 |
| 4.2.1.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) bitki gelişimi.....               | 48 |
| 4.2.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) sürgün uzaması ve köklendirme ..... | 53 |

## BÖLÜM 5.

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| TARTIŞMA VE SONUÇ.....                                                        | 55 |
| 5.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) Mikroçoğaltım Çalışmaları..... | 55 |
| 5.1.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) besi ortam denemeleri.....   | 55 |
| 5.1.1.1. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) sürgün gelişimi.....       | 56 |
| 5.1.1.2. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) bitki gelişimi.....        | 57 |
| 5.1.2. <i>Nandina domestica</i> (Cennet Bambusu) oksin denemeleri.....        | 58 |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) Mikroçoğaltım Çalışmaları..... | 61 |
| 5.2.1. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) besi ortam denemeleri...     | 61 |
| 5.2.1.1. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) sürgün gelişimi..          | 61 |
| 5.2.1.2. <i>Loropetalum chinense</i> (Çin Püskülü) bitki gelişimi....         | 63 |
| KAYNAKLAR.....                                                                | 67 |
| EKLER.....                                                                    | 74 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                 | 75 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|           |                                       |
|-----------|---------------------------------------|
| ABD       | : Amerika Birleşik Devletleri         |
| Atm       | : Atmosfer                            |
| BA        | : 6-Benziladenin                      |
| BAP       | : 6-Benzilaminopurin                  |
| CAT       | : Katalaz                             |
| cm        | : Santimetre                          |
| dk        | : Dakika                              |
| DKW       | : Driver-Kuniyuki                     |
| DKW-Mod   | : Driver-Kuniyuki ortamından modifiye |
| DNA       | : Deoksiribonükleik asit              |
| F         | : Frekans                             |
| GA3       | : Giberellik asit                     |
| gr        | : Gram                                |
| H/H       | : Hacim-Hacim                         |
| IAA       | : İndol-3-asetik asit                 |
| IBA       | : İndol-3-bütirik asit                |
| K.O.      | : Kareler ortalaması                  |
| Kg        | : Kilogram                            |
| L         | : Litre                               |
| <i>L.</i> | : <i>Loropetalum</i>                  |
| mg        | : Miligram                            |
| mL        | : Mililitre                           |
| mm        | : Milimetre                           |
| MS        | : Murashige-Skoog                     |
| MS-Mod    | : Murashige-Skoog ortamından modifiye |

|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| N         | : Normal                                             |
| <i>N.</i> | : <i>Nandina</i>                                     |
| NAA       | : 1-Naftalin asetik asit                             |
| NACPEC    | : Kuzey Amerika Çin Bitkileri Araştırma Konsorsiyumu |
| POD       | : Peroksidaz                                         |
| ppm       | : Milyonda bir birim                                 |
| PVA       | : Polivinil hidrojel                                 |
| QL        | : Quoirin-Lepoivre Medium besi ortamı                |
| r         | : Devir                                              |
| RAPD      | : Rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA                |
| S.D.      | : Serbestlik derecesi                                |
| TDZ       | : Thidiazuran                                        |
| USDA      | : Amerika Birleşik Devletleri Ziraat Dairesi         |
| V.K.      | : Varyasyon kaynakları                               |
| WPM       | : Woody Plant Medium besi ortamı                     |
| $\beta$   | : Beta                                               |
| %         | : Yüzde                                              |
| °C        | : Santigrat derece                                   |
| 2ip       | : N6-(2-İzopentil)adenine                            |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. <i>Nandina domestica</i> .....                                                                       | 5  |
| Şekil 2.2. <i>Nandina domestica</i> 'nın peyzajda kullanımı .....                                               | 6  |
| Şekil 2.3. <i>Nandina domestica</i> 'nın çiçekleri (a) ve meyveleri (b).....                                    | 7  |
| Şekil 2.4. <i>Loropetalum chinense</i> .....                                                                    | 14 |
| Şekil 2.5. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin peyzajda kullanımı (Anonim,2019).....                               | 15 |
| Şekil 2.6. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin çiçekleri (Anonim, 2019).....                                       | 15 |
| Şekil 3.7. Sterilizasyon aşamaları .....                                                                        | 26 |
| Şekil 3.8. Bitki doku kültürü laboratuvarı deneme serası.....                                                   | 28 |
| Şekil 4.9. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün sayısı grafiği.....         | 30 |
| Şekil 4.10. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün gelişim grafiği.....       | 31 |
| Şekil 4.11. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı ortamlardaki gövde boyu gelişim grafiği                        | 33 |
| Şekil 4.12. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı ortamlardaki kallus çapı gelişim grafiği.                      | 33 |
| Şekil 4.13. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı ortamlardaki 45 günlük gövde boyu gelişim grafiği.....         | 35 |
| Şekil 4.14. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı ortamlardaki 45 günlük kallus çapı gelişim grafiği.....        | 36 |
| Şekil 4.15. <i>Nandina domestica</i> MS besi ortamında görünümü.....                                            | 37 |
| Şekil 4.16. <i>Nandina domestica</i> MS-Mod besi ortamında görünümü.....                                        | 37 |
| Şekil 4.17. <i>Nandina domestica</i> DKW besi ortamında görünümü.....                                           | 37 |
| Şekil 4.18. <i>Nandina domestica</i> DKW-Mod besi ortamında görünümü.....                                       | 37 |
| Şekil 4.19. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki gövde boyu gelişim grafiği.....      | 39 |
| Şekil 4.20. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki gövde kalınlığı gelişim grafiği..... | 40 |

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.21. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki kallus çapı gelişim grafiği.....            | 40 |
| Şekil 4.22. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki eksplant başına sürgün sayısı grafiği.....  | 41 |
| Şekil 4.23. <i>Nandina domestica</i> 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki eksplant başına sürgün gelişim grafiği..... | 42 |
| Şekil 4.24. <i>Nandina domestica</i> N1 (1,00 mg/L BAP) ortamında görünümü.....                                        | 43 |
| Şekil 4.25. <i>Nandina domestica</i> N2 (1,00 mg/L BAP + 0,01 mg/L IBA) ortamında görünümü.....                        | 43 |
| Şekil 4.26. <i>Nandina domestica</i> N3 (1,00 mg/L BAP + 0,01 mg/L NAA) ortamında görünümü.....                        | 43 |
| Şekil 4.27. <i>Nandina domestica</i> N4 (1,00 mg/L BAP + 0,05 mg/L IBA) ortamında görünümü.....                        | 43 |
| Şekil 4.28. <i>Nandina domestica</i> N5 (1,00 mg/L BAP + 0,05 mg/L NAA) ortamında görünümü.....                        | 43 |
| Şekil 4.29. <i>Nandina domestica</i> N6 (1,00 mg/L BAP + 0,10 mg/L IBA) ortamında görünümü.....                        | 43 |
| Şekil 4.30. <i>Nandina domestica</i> N7 (1,00 mg/L BAP + 0,10 mg/L NAA) ortamında görünümü.....                        | 44 |
| Şekil 4.31. <i>Nandina domestica</i> N8 (1,00 mg/L BAP + 0,20 mg/L IBA) ortamında görünümü.....                        | 44 |
| Şekil 4.32. <i>Nandina domestica</i> N9 (1,00 mg/L BAP + 0,20 mg/L NAA) ortamında görünümü.....                        | 44 |
| Şekil 4.33. <i>Nandina domestica</i> ön iklimlendirme çalışması.....                                                   | 45 |
| Şekil 4.34. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün sayısı grafiği.....            | 47 |
| Şekil 4.35. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün gelişim grafiği.....           | 47 |
| Şekil 4.36. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin farklı ortamlardaki bitki boyu grafiği.....                               | 49 |
| Şekil 4.37. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin farklı ortamlardaki yaprak sayısı grafiği....                             | 50 |
| Şekil 4.38. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin farklı ortamlardaki 45 günlük gövde boyu gelişim grafiği.....             | 51 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.39. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin farklı ortamlardaki 45 günlük yaprak sayı grafiği..... | 53 |
| Şekil 4.40. <i>Loropetalum chinense</i> MS besi ortamında görünümü.....                             | 54 |
| Şekil 4.41. <i>Loropetalum chinense</i> MS-Mod besi ortamında görünümü.....                         | 54 |
| Şekil 4.42. <i>Loropetalum chinense</i> DKW besi ortamında görünümü.....                            | 54 |
| Şekil 4.43. <i>Loropetalum chinense</i> DKW-Mod besi ortamında görünümü.....                        | 54 |
| Şekil 4.44. <i>Loropetalum chinense</i> ön iklimlendirme çalışması.....                             | 55 |



## TABLolar LİSTESİ

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.1. Besi ortamları ve içerikleri (mg/L).....                                                                                          | 24 |
| Tablo 3.2. <i>Nandina domestica</i> mikroçoğaltım besı ortamları.....                                                                        | 27 |
| Tablo 4.3. <i>Nandina domestica</i> besı ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi.....                      | 29 |
| Tablo 4.4. <i>Nandina domestica</i> besı ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimi.....                                            | 30 |
| Tablo 4.5. <i>Nandina domestica</i> besı ortam denemelerinde bitki gelişimine ait varyans analizi .....                                      | 32 |
| Tablo 4.6. <i>Nandina domestica</i> besı ortam denemelerinde bitki gelişimi.....                                                             | 32 |
| Tablo 4.7. <i>Nandina domestica</i> 'nın günlere göre bitki gövde boyu gelişimine ortamların etkisi.....                                     | 34 |
| Tablo 4.8. <i>Nandina domestica</i> 'nın günlere göre bitki kallus çapı gelişimine ortamların etkisi.....                                    | 35 |
| Tablo 4.9. <i>Nandina domestica</i> mikroçoğaltım denemelerinde bitki gelişimi ve eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi..... | 38 |
| Tablo 4.10. <i>Nandina domestica</i> mikroçoğaltım denemelerinde bitki gelişimi.....                                                         | 38 |
| Tablo 4.11. <i>Loropetalum chinense</i> besı ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi.....                  | 46 |
| Tablo 4.12. <i>Loropetalum chinense</i> besı ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimi.....                                        | 46 |
| Tablo 4.13. <i>Loropetalum chinense</i> besı ortam denemelerinde bitki gelişimine ait varyans analizi.....                                   | 48 |
| Tablo 4.14. <i>Loropetalum chinense</i> besı ortam denemelerinde bitki gelişimi.....                                                         | 48 |
| Tablo 4.15. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin günlere göre bitki gövde boyu gelişimine ortamların etkisi.....                                 | 50 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.17. <i>Loropetalum chinense</i> 'nin günlere göre yaprak sayısı gelişimine<br>ortamların etkisi..... | 51 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



## ÖZET

Anahtar kelimeler: *Nandina domestica*, Cennet Bambusu, *Loropetalum chinense*, Çin Püskülü, mikroçoğaltım, klonal çoğaltım, bitki doku kültürü

Süs bitkisi olarak ülkemizde son yıllarda yaygın olarak kullanılan ve gelenekesel yöntemlerle üretimi zor olan *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ve *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) bitkilerinin mikroçoğaltım protokolleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla her iki bitki için doku kültürü çalışmalarında yaygın kullanılan MS ve DKW besi ortamları ile bitkilerin toprak istekleri göz önünde bulundurularak MS besi ortamının modifiye edilmesi ile hazırlanan MS-Mod ve DKW besi ortamının modifiye edilmesi hazırlanan DKW-Mod besi ortamları kullanılmıştır.

Besi ortamı denemelerinde *Nandina domestica* çoğaltımı için en uygun ortamın 1,00 mg/L BAP içeren MS-Mod besi ortamı olduğu belirlenmiştir. Belirlenen MS-Mod besi ortamına farklı konsantrasyonlarda IBA (0,01, 0,05, 0,10, 0,20 mg/L) ve NAA (0,01, 0,05, 0,10, 0,20 mg/L) eklenerek oksinlerin *Nandina domestica* çoğalmasına etkileri de incelenmiştir. Eksplant başına sürgün sayısının 1,00 mg/L BAP ve 0,01 mg/L IBA içeren MS-Mod ortamında olduğu belirlenmiştir.

*Loropetalum chinense* için 1,00 mg/L BAP içeren DKW besi ortamının mikroçoğaltım için en uygun ortam olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Ayrıca 1,00 mg/L BAP içeren MS-Mod besi ortamının da mikroçoğaltımda kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ve *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) bitkileri için standart ortamlar dışında da mikroçoğaltım için kullanılabilecek besi ortamları tespit edilmiştir. Her iki bitki için de mikroçoğaltım için uygun prosedür oluşturulmuştur.

## **STUDIES ON MICROPROPAGATION OF *Nandina domestica* (HEAVENLY BAMBOO) AND *Loropetalum chinense* (CHINESE FRINGE FLOWER)**

### **SUMMARY**

Keywords: *Nandina domestica*, Heavenly Bamboo, *Loropetalum chinense*, Chinese Fringe Flower, micropropagation, clonal propagation, plant tissue culture

As an ornamental plant, it is aimed to develop micropropagation protocols of *Nandina domestica* (Heavenly Bamboo) and *Loropetalum chinense* (Chinese Fringe Flower) plants, which are widely used in our country in recent years and which are difficult to produce with traditional methods. For this purpose, MS and DKW medium which are used commonly; MS-Mod and DKW-Mod medium which are prepared considering the soil requirements of the plants were used for both plants.

It was determined that the most suitable medium for *Nandina domestica* propagation was MS-Mod medium containing 1,00 mg / L BAP in the media. IBA (0,01, 0,05, 0,10, 0,20 mg / L) and NAA (0,01, 0,05, 0,10, 0,20 mg / L) to the determined MS-Mod medium) and the effects of auxins on *Nandina domestica* proliferation were also investigated. The number of shoots per explant was determined to be in the MS-Mod medium containing 1,00 mg / L BAP and 0,01 mg / L IBA.

For *Loropetalum chinense*, it was determined that the DKW plant medium containing 1,00 mg / L BAP was the most suitable medium for micropropagation. In addition, it has been demonstrated that the MS-Mod medium containing 1,00 mg / L BAP can be used in micropropagation.

According to the results obtained in the study, besides the standard medium for *Nandina domestica* (Heavenly Bamboo) and *Loropetalum chinense* (Chinese Fringe Flower) plants, proliferation medium that can be used for micropropagation have been determined. A suitable procedure for micropropagation has been established for both plants.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Doğal ekosistemin önemli bir parçasını oluşturan bitkiler; sahip oldukları eşsiz özellikleri nedeniyle beslenme, barınma, giyinme, korunma, çevre düzenleme, boyama, süsleme, kozmetik, sağlık ve tedavi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bitkilerin çeşitli amaçlarla kullanımları insanlığın gelişimine paralel olarak gelişmektedir. Besin kaynağı olarak tüketilen bitkiler insan beslenmesinde doğrudan ya da dolaylı olarak yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünyada insanların %80'i tedavi ve beslenme amacıyla yaklaşık 20.000 çeşit bitki kullanmaktadır. Bunların yanı sıra ekonomik değeri düşük olan bitkiler süs bitkisi olarak kullanımı başta olmak üzere ilaç, gıda, boya, parfümeri gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır (Aygün, 2015; Dinçer ve ark., 2016; Acıbuca ve Budak; 2018).

Bitkilerin 4 000 yıldan beri estetik görünüm ve zenginlik emaresi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Günümüzde de birçok bitki türü aynı amaçlarla kültüre alınmakta ve süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Günümüzde üretimi yapılan bitkilerin %78'i süs bitkilerinden oluşmaktadır. Özellikle süs bitkileri sektörü son yıllarda hızla gelişen sektörlerden biri olmuştur (Aygün, 2015).

Süs bitkileri; kesme çiçekler, kesme yeşillikler, saksılı bitkiler, dış mekân süs bitkileri ve iç mekân süs bitkileri olmak üzere farklı başlıklar altında toplanmaktadır. Türkiye'nin 1998-2014 yılları ihracat oranlarına göre en fazla artış %1682'lik artış ile dış mekân süs bitkilerinde olmuştur. Dış mekân süs bitkileri ihracatının büyük bir kısmı Avrupa ülkelerine gerçekleştirilmiştir. Peyzaj alanında ihtiyaç duyulan bitkilerin iç pazarda yeterince bulunmaması, dış mekân süs bitkilerinde ithalatı zorunlu kılmıştır. Ülkemizde en fazla ithal edilen grup dış mekân süs bitkileridir. Zira dış mekân süs bitkileri ithalatı 1998 yılında toplam süs bitkileri ithalatının %85,8'ine ve 2014 yılında

ise %60,8'ine karşılık gelmektedir. Bu yıllar arasındaki azalma süs bitkileri ithalatına getirilen kısıtlamalardan kaynaklanmaktadır (Aygün, 2015; Kazaz, 2016).

Çok yıllık süs bitkisi türleri üretiminde en yaygın kullanılan yöntem vejetatif üretim yöntemidir. Çelik (yaprak, dal, kök), aşı, daldırma, soğan, yumru, stolon ve rizom gibi bitkilerin vejetatif aksamının kullanılmasıyla vejetatif çoğaltma gerçekleştirilmektedir. Vejetatif üretim yöntemleri, ana bitkiye benzer bir örnek bitki üretimi imkânı sunmaktadır. Bununla birlikte tüm süs bitkilerinin yukarıda sayılan vejetatif yöntemlerle üretimleri mümkün olamamaktadır. Bitki türlerinin bir kısmında genetik yapısı nedeniyle üreme kısıtları bulunurken bir kısmında da çevresel koşullar nedeniyle çoğalma sorunu bulunmaktadır. Diğer taraftan insanların doğal floradan kontrolsüz bitki toplaması, düzensiz kentleşme nedeniyle ekolojik alanının daralması, küresel ısınma, küresel ulaşımının artması ve introduksiyonla bitki taşınımına bağlı olarak artan bitkisel hastalık ve zararlılar nedeniyle dayanım ve toleransı düşük bitki türlerinin bu hastalık ve zararlılardan çok ciddi derecede zarar görmeleri bitki türlerini tehdit etmektedir. Bu nedenlerle hem yerel hem de küresel olarak nesli tehlikede olan birçok bitki türü bulunmaktadır. Bu bitki türlerinin yok olmalarının önüne geçilmesi ve varlıklarının devam edebilmesi etkin bir üretim yönteminin geliştirilmesine ve bu türlerin belirlenerek üretilmelerine bağlıdır. Bu nedenle klasik üretim dışında tüm sorunlara çözüm olabilecek etkin bir üretim yöntemi olan doku kültürü yönteminin yaygınlaştırılması oldukça önemlidir (Demirbaş, 2010).

Doku kültürü; steril ve kontrollü koşullarda, yapay besi ortamında, bitkiden alınan hücre, doku veya organ kısımlarından yeni bir bitki, doku veya çeşitli sekonder metabolitlerin üretilmesi olarak tanımlanır. Bitki doku kültürü yöntemleri, klonal çoğaltım başta olmak üzere hastalıktan arı bitki eldesi ve ıslah çalışmalarında bitki genetik mühendisliği gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bitki doku kültürü çalışmaları 1902'de Haberlandt'ın totipotensi kavramıyla başlamaktadır. Totipotensi kavramı bitkiler açısından tanımlandığında; bir bitki hücresinin uygun koşullar altında tam bir bitkiyi oluşturabilme yeteneğidir. Totipotent hücreler doku kültüründe çoğalıp farklılaşarak istenilen bitki kısmını veya bütün bir bitkiyi oluşturabilirler. 1930 ve sonrası dönemde keşfedilen bitki büyüme düzenleyicileri, bu alanda kullanılmaya

başlanmış, böylece doku kültürü çalışmaları önemli bir gelişim kaydetmiştir. Ülkemizde ise 1975 yılından sonra bitki doku kültürü çalışmaları başlamıştır. Bu sebeple dünyada ticari doku kültürü laboratuvarları 1970-1980 yıllarında kurulmasına rağmen ülkemizde 2005 yılından sonra ticari laboratuvar kurulumları gerçekleşmiştir (Babaoğlu ve ark., 2001; Onay ve ark., 2012; Aygün, 2015; Hamidi Birecikli, 2018).

Geleneksel bitki yetiştirme tekniklerine kıyasla daha hızlı üretime imkân sağladığından dolayı bitki doku kültürü teknikleri kullanılmaktadır (Hamidi Birecikli, 2018). Bu teknikler sayesinde nesli tehlikede olan, endemik, ekonomik açıdan değerli, genetik ve verim açısından üstün bireylerin çoğaltımı sağlanmaktadır. Bitki doku kültürü temelde; embriyo, kallus, haploid, protoplast, meristem, hücre kültürü olmak üzere 6 farklı teknik içermektedir. Meristem kültürü; bitkinin meristematik hücrelerinin uygun besi ortamı, bitkisel hormonlarla yeni bir bitki elde edilmesidir. Klonal çoğaltım ya da mikroçoğaltım meristem kültürünün alt başlıklarından biridir. Kaliteli, hızlı ve virüsten arı şekilde hastalıksız bitki üretimi imkânını sağlamaktadır. Otsu olan bitki türlerinde dayanıklı ve sağlıklı kök sistemi olduğundan birçok alanda kullanılmaktadır (Düzer, 2010; Gürel ve ark. 2013).

Süs bitkisi olarak ülkemizde son 5 yılda yaygın olarak kullanılmaya başlanan *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* bitkileri, tohumla ya da vejetatif yöntemlerle oldukça zor üretilen bitkilerdir. İlaç sektöründe de yaygın olarak kullanılan, yaprak dökmeyen ve mevsimsel olarak yapraklarında renk değişimiyle peyzajda tercih edilen *Nandina domestica* türü ülkemize ithalat yoluyla gelmektedir. Ayrıca antioksidan içeriği yüksek, peyzaj sektöründe renkli çiçekleri ile oldukça ilgi gören *Loropetalum chinense*'de geleneksel üretimin yetersizliği sebebiyle ithal edilmektedir (Bao, 2007; Gong, 2016; Chen, 2018; Bajpai ve ark., 2019).

Yapılan literatür taramaları ülkemizde *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* bitkilerinin *in vitro* çoğaltılması ile ilgili çalışma olmadığını göstermiştir. Bu araştırma ile *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* bitki türlerinin doku kültürü ile mikroçoğaltım protokollerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, farklı besi ortam içeriklerindeki eksplant başına sürgün gelişimi ile farklı dozlarda bitki

büyüme düzenleyicilerinin bitkinin büyüme ve gelişmesine olan etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada eksplant başına sürgün sayısı, gelişen sürgünlerin ortalama büyüme performansları ile bitki büyüme düzenleyicilerinin bitki çoğalmasına etkileri incelenmiştir.



## BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) Bitkisinin Genel Özellikleri

Bitkiler âleminin, *Angiospermae* şubesinin, *Magnoliopsida* sınıfının, *Ranunculales* takımının, *Berberidaceae* familyasının *Nandina* cinsine ait olup, bu cinse ait tek türdür. (Seçmen ve ark.,2008). Çiçek organlarının üçlü spiral şeklinde olması ve karpel başlama çeşitliliği *Nandina* cinsini diğer cinslerden ayıracı özelliğidir (Min ve Anming, 1998). Genellikle vejetatif ya da tohumla üretilen bitki, 2,00 metreye kadar büyüeyebilen çeşitleri çalı; 1,00-1,50 metreye kadar büyüeyebilen çeşitleri ise yarı çalı grubunda yer almaktadır. Yabanileri tohumla çoğaltılmakla birlikte özellikle yarı çalı grubundaki kùltivarları vejetatif olarak çoğaltılmaktadır (Şekil 2.1.) (Loconte ve Estes, 1989; Ikuta, 1994).



Şekil 2.1. *Nandina domestica*.

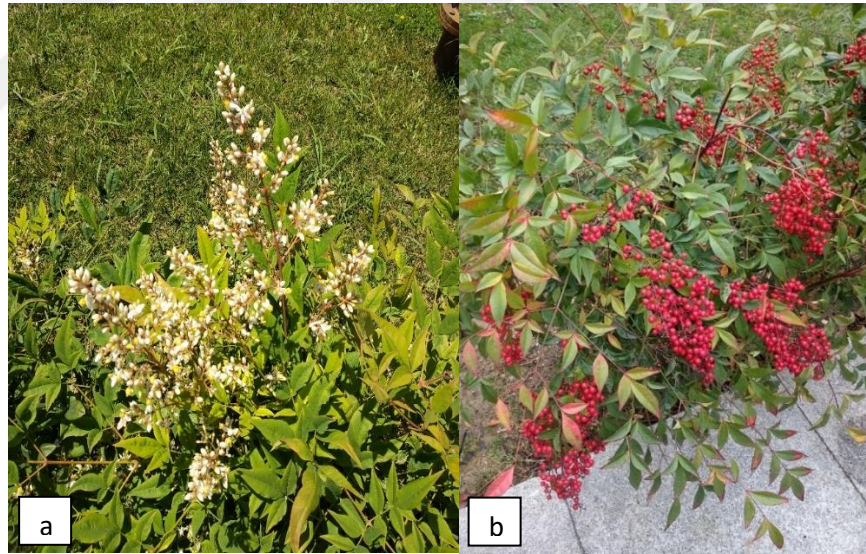
Yaprakları alternat dizilişte ve kısa yaprak sapına (petiol) sahiptir. 2-3 yapraklı bir eksende bileşik bulunan yapraklar stipul olmadan gövdeye birleşmektedir. Yaprakçıklar geniş mızrak şeklinde 3,00-7,00 cm uzunluğunda, 1,00-2,50 cm genişliğinde ve oval şekillidir (Ikuta, 1994). Her dem yeşil bitki olan *Nandina domestica*'nın yaprakları, ilkbaharda parlak pembe ve kırmızı renkte olup yaz aylarında rengi yeşile dönmektedir. Sonbaharda tekrar kırmızı renge dönen yapraklar kış aylarında kırmızıdan mora kadar renk değişimi göstermektedir. Çiçekleri yaklaşık 6 mm uzunluğunda oldukça küçük, nektarsız ve çok sayıda çanak yapraklara sahiptir (Bajpai ve ark., 2009; Seo ve ark., 2011; Junsheng ve ark., 2019). Meyveleri küresel 8,00 mm çapında ve genellikle kırmızı, nadiren soluk mor renklidir. Tohumları 1-3 arasında değişmekle birlikte bazı çeşitlerde hiç tohum bulunmamaktadır (Junsheng ve ark., 2019). Yaz ayları başında çiçeklenme dönemi başlar (Şekil 2.2.) ve daha sonra kırmızı salkım şeklinde taneli meyveleri oluşmaktadır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.2. *Nandina domestica*'nın peyzajda kullanımı.

Kısmi gölgeli yerlerde, rakım toleransı yüksek ve gövdesi odunlaştığında donmaya karşı son derece dayanıklı olan bir bitkidir. Ayrıca düzenli bakım gerektirmeyen ve yapraklarındaki renk değişimleri ile peyzajda çokça tercih edilen bir süs bitkisidir (Indra ve ark., 2002; Iwasa ve ark., 2008).

*N. domestica*'nın yapraklarından, meyvelerinden, çiçeklerinden ve tohumlarından elde edilen yağların birçok hastalığın tedavisi için geleneksel Çin tıbbında kullanıldığı bilinmektedir. Meyveleri astım, boğmaca, frengi, farenks tümörü ve uterus kanamalarını tedavi amaçlı olarak Çin ve Japonya'da eskiden beri kullanılmaktadır (Indra ve ark., 2002; Iwasa ve ark., 2008; Seo ve ark., 2011; Peng ve ark., 2014). Ayrıca sadece *N. domestica*'da bulunan nantenin maddesinin kan basıncını sabitleyen etkisi nedeniyle metamfetamin ve ekstazi gibi halüsinojenik etkileri olan maddeleri detoksifiye edici olduğu da bilinmektedir (Seo ve ark., 2011). Bu maddenin farelerde kafa seğirmesi üzerine inhibe edici etkisi bulunduğundan, Parkinson hastalığı tedavisinde etkili olma potansiyelinin de bulunduğu bildirilmiştir (Indra ve ark., 2002). Meyveleri yüksek oranda siyanojenik glikozitler içerdiğinden evcil ve otçul hayvanlar için zehirli kabul edilmektedir. Fakat içerdiği bu maddenin insanlara herhangi bir zararı olmadığı kanıtlanmıştır (Ahmed ve ark., 1983; Gilman, 1999; Bajpai ve ark., 2009; Bi ve ark., 2015; Forrester, 2018).



Şekil 2.3. *Nandina domestica*. 'nın çiçekleri (a) ve meyveleri (b).

*Nandina domestica* türü Himalayalardan Japonya'nın doğusuna kadar olan doğu Asya bölgesinde doğal yayılım göstermektedir (Bajpai ve ark., 2009; Bi ve ark., 2015). Çin ve Japonya'da yabani olarak yetişmektedir (Peng ve ark., 2014). Sıcak bölgelerde dağ ve vadilerde yetişmesinin yanı sıra dış mekân ve iç mekân süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Ikuta, 1994). ABD Ziraat Dairesi (USDA) verilerine göre

kuzeydoğu Amerika'nın bazı bölgelerinde doğal yayılış gösteren *N. domestica* güneydoğu Amerika'da istilacı tür kabul edilmiştir. Florida eyaletinde bu türe ait 10 çeşidinin peyzajda kullanılmasına izin verilmiştir (Knox ve Wilson, 2006; Bi ve ark., 2015; Forrester, 2018).

*N. domestica*'nın tohumla ve çelikle üretimi oldukça zordur. Tohumlarının çimlenmesi 9 ila 12 ay sürmektedir. Diğer taraftan sürgünlerinden çoğaltılmasında ise çoğaltma katsayısı oldukça düşüktür (Rhie ve ark., 2016).

### **2.1.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ile yapılan doku kültürü çalışmaları**

#### **2.1.1.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ile yapılan *ex vitro* çalışmalar**

McFadden ve Conover (1970), yavaş salınlı ve normal salınlı gübrelerin *N. domestica*'nın büyümesine etkilerini inceledikleri çalışmada yavaş salınlı gübre ile daha iyi gelişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Normal gübreleme ile 5 ay sonra azot içeren sıvı gübrenin miktarının iki katına çıkarılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Dehgan (1984), *N. domestica* çimlenmesi için GA3 ön muamele ve farklı sıcaklıklarda çimlenme oranlarını incelemiştir. GA3 ile ön muamele edilmeyen, 6 ve 12 hafta boyunca +4°C'de bekletilen tohumların %78 başarı ile 3 haftada çimlendiğini gözlemlemiştir.

Keever (1993), ASC-66952 isimli aksiller ve toprak üstü rizomik sürgünlerin gelişimini teşvik eden maddenin *N. domestica* üzerine etkisini incelemiştir. *N. domestica* dâhil toplam 7 farklı bitki türü ile yaptıkları çalışmada yalnızca *N. domestica*'da olumlu gelişme gözlemlediklerini bildirmiştir. Araştırmacı, farklı dozlarda uygulama yapıldığında bitki gelişiminin, aksiller sürgünlerde %350-950 arasında, toprak üstü rizomik sürgünlerde %144-478 arasında artışlarla gelişim gösterdiğinin tespit etmiştir.

Keever ve Findley (2002), yaptıkları çalışmada TDZ'nin 1997-2000 yılları arasında *N. domestica*'da sürgün oluşumunu incelemişlerdir. Tek yaprak uygulamasında 4000 ppm TDZ'nin bitki büyüklüğü ve görünümü üzerinde asgari etki gösterdiğini fakat bitkinin bütününe uygulanan 2500 ppm TDZ'nin sürgün oluşumunu artırmasına rağmen ciddi fitotoksik etki ve yapraklarda nekroza sebep olarak bitkinin ölmesine yol açtığını tespit etmişlerdir.

Keever ve Morrison (2003), 2000-2002 yıllarında BA uygulamasının Cennet Bambusu sürgün oluşumuna etkisini incelemişlerdir. Uygulama yaptıkları ilk yılda 2500 ppm BA uygulamasının %107, 5000 ppm BA uygulamasının %480 oranında sürgün artışı sağladığını tespit etmişlerdir. 2001 yılında 5000 ppm BA uygulanmasının sürgün oranını 10 kat arttırmasına rağmen 2002 yılında 5000 ppm BA uygulamasının genel bitki görüntüsünde değişiklik göstermemekle birlikte olgunlaşmamış üst sürgünlere zarar verdiğini gözlemlemişlerdir.

#### **2.1.1.2. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ile yapılan *in vitro* çalışmalar**

Gould (1982), bitkilerin *in vitro* ortamlarda salgıladıkları maddeler ile ilgili yaptığı çalışmada *N. domestica* sürgün kültürlerinde besi ortamının sararıp kararmasının alkaloid berberin birikmesi sebebiyle olduğunu bulmuştur. Bitki büyüme düzenleyicilerinden BA, Kinetin, 2ip (N6-(2-İzopentil)adenine) ve IAA'nın berberin salınımını arttırdığını bildirmiştir.

Smith (1983), *N. domestica*'nın *in vitro* üretimi çalışmasında 1,00 mg/L BA ve 0,10 mg/L NAA içeren Gamborg B5 ortamının değiştirilmiş bazal tuzları ile sakkaroz, aktif karbon ve agar bulunan ortamda gerçekleştirmiştir. Araştırmacı 6-8 haftalık alt kültürlerinde aktif karbon içermeyen ortamda aynı büyüme performansını gösterdiğini bildirmiştir. Çoğalan bitkileri aktif karbon içeren 1/3 MS ortamında köklendirmiştir.

Zeping ve ark. (2010), *N. domestica* 'Fire Power' çeşidinin *in vitro* korunmasında 3,00 mg/L CCC konsantrasyonunun büyüme hızını azalttığını, koruma süresini uzattığını ve alt kültür süresini azalttığını tespit etmişlerdir. 1,00 mg/L'nin altındakinde

sonuçların belirsiz olduğunu ve 5,00 mg/L'nin üzerindeki konsantrasyonların toksik etki olduğunu belirtmişlerdir. En ideal korunmanın 1,00 mg/L BA, 0,10 mg/L NAA ve 3,00 mg/L CCC içeren 2/3 MS ortamında gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Bu ortamda bitkilerin 180 gün sonra %100 geri kazanıldığını ve bu şekilde %72 oranında hayatta kaldığını bildirmişlerdir.

Wang ve ark. (2011), *N. domestica*'nın doku kültüründe üretimi konusunda yaptıkları çalışmada en uygun bitkisel çoğalmanın 7,3 katsayı ile 1,50 mg/L BA ve 0,10 mg/L IBA içeren MS ortamında olduğunu tespit etmişlerdir. 0,25 mg/L BA içeren MS ortamında genç dalların 3 cm uzunluğuna ulaştığını gözlemlemişlerdir. 0,25 mg/L IBA, 0,10 mg/L NAA ve 0,20 gr/L aktif karbon içeren 1/2 MS ortamında köklenme oranını %87 olarak belirlemişlerdir.

Özüdoğru ve ark. (2013), ekonomik açıdan önemli olan *N. domestica*'nın sürgün uçları için etkili bir kriyoprezervasyon yöntemi bulmuşlardır. *In vitro* ortamda şeker miktarının kademeli olarak azaltılması ile yapılan uygulama sonrasında 4°C'de korunmasının uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

### 2.1.2. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ile yapılan diğer çalışmalar

Masataka ve ark. (1992), *N. domestica*'nın içerdği alkaloidlere ek olarak saplarından psödoklumbamin ve psödoberberin izole etmeyi başarmışlardır.

Indra ve ark. (2002), *N. domestica*'nın meyvelerinden elde edilen nantenin maddesinin farelerde 5-HT<sub>2A</sub> reseptörlü baş seğirmesi tedavisinde kullanılabiliirliği üzerine çalışmışlardır. Merkezi sinir sistemindeki 5-HT<sub>2A</sub> reseptörlerini bloke ederek baş seğirmesini inhibe ettiğini tespit etmişlerdir.

Guoqin ve ark. (2005), *N. domestica*'nın farklı renklerdeki yapraklarının bazı fizyolojik ve biyokimyasal içerikleri üzerine yaptıkları çalışmada kırmızı yaprakların antosiyanin ve çözünmüş şeker içeriğinin yeşil yapraklara göre daha yüksek olduğunu ama daha az ve daha küçük stomalara sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Yeşil

yaprakların ise daha fazla klorofile sahip olduğunu, POD ve CAT aktivitelerinin kırmızı yapraklara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Li ve Liu (2007), *N. domestica*'nın meyvelerindeki yeşilden kırmızıya olan değişiminde klorofil, karotenoid, antosiyanin ve çözünür şeker değişimini incelemişlerdir. Meyvenin erken döneminde klorofil ve karotenoid içeriğinin en yüksek, antosiyanin içeriğinin en düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Olgunlaşma aşamasında çözünür şekerin, klorofilin ve karotenoidlerin en düşük, antosiyanin içeriğinin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2007), *N. domestica*'nın aralarında olduğu 4 farklı cins ile yaptıkları antimikrobiyal aktivite çalışmasında *N. domestica*'nın köklerinden elde edilen ekstraktın yapraklarından elde edilene göre daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. 4 cins arasından yalnızca *N. domestica*'nın kök ektresinin *Streptococcus faecalis*'i inhibe ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca elde edilen ekstraktın tüm gram (+) bakterilere karşı aktif olduğunu kanıtlamışlardır.

Masuda ve ark. (2007), Okinawa'da yenilen ve tıbbi amaçlı kullanılan 36 bitki türü arasından yalnızca *N. domestica*'dan elde edilen özün güçlü bir tirozinazı inhibe edici özelliği olduğunu tespit etmişlerdir. Tirozinazı inhibe eden bu bileşen, gıda ve canlı sistemlerdeki enzimatik oksidasyonu önlemenin yanı sıra insan cildi için beyazlatıcı madde olarak kullanıldığını belirtmişlerdir.

Tsukiyama ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada *N. domestica*'dan elde edilen nantenin maddesinin solunum sıkıntılarının tedavisinde kullanılmasının etki mekânizmasının araştırmışlardır. Nantenin maddesinin tek başına yeterli olmadığı bitkiden elde edilen diğer maddelerle daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Bajpai ve ark. (2008), *N. domestica*'nın çiçeklerinden elde ettikleri uçucu yağın gıda kaynaklı patojenik bozulma ve buna sebep olan bakterilere karşı bitkisel bazlı doğal bir ürün olduğunu tespit etmişlerdir.

Bajpai ve ark. (2009), *N. domestica* yapraklarından ve çiçeklerinden elde edilen uçucu yağların minimal fungusit düzeyinde bilinen tarımsal tüm patojenlere karşı antifungal özellik gösterdiğinin tespit etmişlerdir. Özellikle *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı yaprak ekstraktlarının son derece etkili bir antifungal olduğunu belirtmişlerdir.

Tsukiyama ve ark. (2009), *N. domestica*'dan elde edilen ekstraktın solunum hastalıklarında  $\beta 2$  adrenoseptörleri uyararak trakeal gevşemeye sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Cennet Bambusu ekstraktının sentetik üretilen higenamine ile eş değer olduğunu kanıtlamışlardır.

Kodai ve Horiuchi (2010), *N. domestica*'nın meyvelerinden yeni bir triterpenoit izole etmeyi başarmışlardır. Triterpenoitlerin kansere karşı kullanılan ilaç yapımında kullanıldığı bilinmektedir.

Seo ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada *N. domestica*'nın meyvelerinden elde edilen antioksidatif etkileri karşılaştırmışlardır. Meyve fraksiyonlarının mükemmel antioksidatif etkileri ile yüksek miktarda polifenol ve flavanoid bileşikleri içerdiğini tespit etmişlerdir.

Ueki ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada 1,00 mg/L *N. domestica* ekstraktının  $K^+$  (Potasyum) stimülasyonu altında  $Ca^{+2}$  (Kalsiyum) ile indüklendiğinde solunumu rahatlattığını gözlemlemişlerdir.

Han ve ark. (2011), *N. domestica*'nın yapraklarından elde edilen tozun yabani ot ve mahsuller üzerindeki fitotoksisitesi üzerine yaptıkları çalışmada *Amaranthus retroflexus* ve *Lactuca sativa* bitkilerinde büyümeyi büyük ölçüde inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. Yapraklarında bulunan p-hidroksibenzaldehidin fitotoksisitede kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Shu ve ark. (2013), *N. domestica*'nın tohumlarının kimyasal bileşenlerini kolon kromatografisi ile analiz ettiklerinde; syringaresinol, pinoresinol, medoresinol, 1-hidroksipinoresinol, gentioluteol, berchemol, berchemol-4-glukosit maddelerini tespit etmişlerdir.

Peng ve ark. (2014), *N. domestica* ile yaptıkları çalışmada 10 alkaloid ile birlikte yeni bir steroidal alkaloid izole etmişlerdir. Yeni elde edilen alkaloid, kansere sebep olan hücreler üzerinde sitotoksik etki gösterdiğini keşfetmişlerdir. Elde edilen bu maddenin kanser ilaç yapımında kullanılma potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir.

Bi ve ark. (2015), *N. domestica* meyvelerinden elde edilen uçucu yağların terpenler, fenoller ve asitler açısından zengin olduğunu ve önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

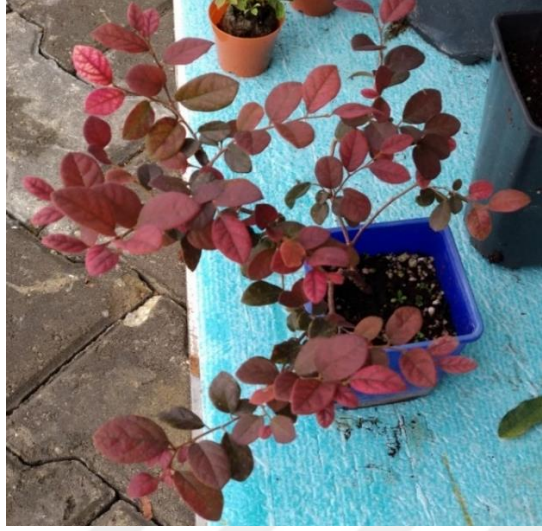
Forrester (2018), *N. domestica* meyvelerinin siyanojenik glikozit içeriğinin hidrojen siyanüre dönüşerek zehirlenme etkisi üzerinde çalışmışlardır. Bu sebeple 5 yaş altındaki çocuklar üzerinde yaptıkları çalışmada yutulması durumunda insan için toksik olmadığını ve sağlık için herhangi bir sorun yaratmadığını tespit etmişlerdir.

Bajpai ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada *N. domestica*'dan izole edilen bir biflavanoid ve amentoflavan antioksidanının +4<sup>0</sup>C'de kıyılmış tavuk ve elma suyunda belirgin bir inhibitör olarak etki ettiğini tespit etmişlerdir. Bu sayede doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak besin arttırıcı etkinliğini kanıtlamışlardır.

## 2.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) Bitkisinin Genel Özellikleri

*Loropetalum chinense*, bitkiler aleminin, *Angiospermae* şubesinin, *Magnoliopsida* sınıfının, *Hamamelidales* takımının, *Hamamelidaceae* familyasına aittir (Seçmen ve ark., 2008). *Loropetalum* cinsi; *L. subcapitatum*, *L. lanceum* ve *L. chinense* olarak 3 tür içermektedir (Chen ve ark., 2018). *L. chinense* çoğunlukla tek katmanlı palizat parankimasına ve ince bir kütiküle sahip olmasının yanı sıra yapraklarının sub-ovat

şeklinde olması ile diğer türlerden farklılık göstermektedir (Feng ve ark., 1999). (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. *Loropetalum chinense*.

İlkbaharda katmanlı dalları, yıl boyunca sarkık ve çok sayıda parlak pembe çiçekleri ile peyzajda oldukça ilgi çekici dış mekân süs bitkisidir (Gawel ve ark., 1996). Çiçekleri dallarda merkezde konumlu değildir. Yapraklar ve stamenler önce adaksiyal kısımda daha sonra çiçek tepesinin abaksiyal kısmında ortaya çıkmaktadır. Çiçek kısımları tamamen oluştuktan sonra yaprakların adaksiyal kısmında gelişim göstermektedir (Mione, 1990). Hızlı büyür ve hastalık ve zararlılara karşı yüksek toleranslıdır. Doğrudan ya da dolaylı güneş ışığında iyi gelişme gösterir. Kırılgan iklimlerde kolay yetişir. Kış soğuklarına ve yaz sıcaklarına oldukça dayanıklıdır (Gawel ve ark.,1996; Bao ve Chen, 2007). Yaprakları sub-ovate şeklinde kısa petiyole sahip ve siyah ya da mor renklidir. Şemsiye şeklinde yayvan dal yapısı ve renginden dolayı bonsai çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu durum bitkinin aynı zamanda iç mekân süs bitkisi olarak da kullanımına olanak sağlamaktadır. İlkbahardan yaz ortasına kadar devam eden çiçekleri kokulu, fuşya renkli ve ince şerit şeklinde petallere sahiptir. Kış aylarında -16°C'ye kadar soğuklara dayanıklıdır. Toprak bakımından havalandırması ve drenajı iyi topraklarda hızlı gelişen bitki aşırı budama gerektirmez (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. *Loropetalum chinense*'nin peyzajda kullanımı (Anonim,2019).

*Loropetalum chinense* türünün yaprakları, çiçekleri (Şekil 2.6.) ve kökleri geleneksel tıpta; ateş düşürücü, hemostatik ve detoksifikan etkilerinin yanı sıra, kanama bozuklukları, yanık tedavisi, cilt enfeksiyonları, çeşitli kadın hastalıkları, dizanteri ve ishalin tedavisinde kullanılmaktadır. Modern farmakoloji çalışmalarında *L. chinense* 'nin bakteriyostatik, antienflamatuvar ve antioksidan etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Zhou ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2013; Chen ve ark, 2018). Tıbbi amaçlarla Çin'de yaygın olarak kullanılan bitki, Japonya'da odun kömürü olarak da kullanılmaktadır (Gawel ve ark., 1996). Farmakolojik etkisinin, içerdiği tanenler sayesinde olduğu çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Yapraklarından hidrolize edilen tanen çeşitleri; loropetalinler A-C, kamellin B ve rougosinler D, E ve G'dir (Zhang ve ark.,2013).



Şekil 2.6. *Loropetalum chinense*'nin çiçekleri (Anonim, 2019).

Doğal yayılış alanı Çin’de özellikle Hunan eyaleti merkez olmakla birlikte Çin’in güneyinden Hindistan’ın doğusuna kadar uzanan alanı kaplamaktadır (Gawel ve ark., 1996; Bao ve Chen, 2007; Zhang ve ark., 2013; Gong ve ark., 2016). Çin’in Hunan dışında diğer eyaletlerinde yetiştirilmesinin ardından Amerika ve Japonya gibi ülkelerde tanıtımı yapıldıktan sonra hızla süs bitkileri ticaret pazarına giriş yapmıştır. 1980’lerin sonlarından itibaren 15’ten fazla çeşidi Kuzey Amerika’da yetiştirilmektedir (Bao ve Chen, 2007). Bitkilerin hayatta kalma ve yaşayabildiği sıcaklıklara göre USDA tarafından belirlenen sertlik bölgeleri dikkate alındığında 7b ( $-15^{\circ}\text{C}/-12,2^{\circ}\text{C}$ ) ve 9a ( $-3,9^{\circ}\text{C}/-1,1^{\circ}\text{C}$ ) bölgelerinde yaşabildikleri bildirilmiştir (Gawel ve ark., 1996).

Her dem yeşil bitkiler arasında bulunan *L. Chinense* türü, çelikle, ayırma ile ya da aşı ile üretilmektedir (Li ve ark., 2010). Tohumla üretimi zor olduğundan tercih edilmemektedir. Tohumdan üretim süresi kısaltma çalışmalarında katlama uygulaması yapılsa dahi tespit edilen en kısa süre 100 gün olarak belirlenmiştir (Feng ve ark., 2012).

### **2.2.1. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) ile yapılan doku kültürü çalışmaları**

#### **2.2.1.1. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) ile yapılan *ex vitro* çalışmalar**

Xu (2002), *L. chinense*’nin daldırma ile üretim çalışmasında 500-1200 ppm aralığında IBA ile muamele edildiğinde köklenme oranının arttığını bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca, %50 vermikulit, %50 turba ya da %50 saf vermikulit, %50 kum içeren ortamlarda daha iyi köklenip gelişme gösterdiğini tespit etmiştir.

Li ve ark. (2008), alüminyum konsantrasyonunun *L. chinense* yaprakları üzerindeki fizyolojik etkisini incelemek amacıyla kum kültürü çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar düşük konsantrasyonlardaki alüminyumun, yapraklardaki renk pigment yüzdesini arttırırken klorofil yüzdesini azalttığını tespit etmişlerdir.  $\text{Al}^{+3}$  (Alüminyum) konsantrasyonunun  $2,0 \times 10^{-10}$  ile  $2,0 \times 10^{-9}$  aralığında kullanıldığında yaprakların daha renkli olabildiğini bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2009), bakır iyon konsantrasyonunun *L. chinense* üzerindeki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkisini incelemek amacıyla kum kültürü çalışması yapmışlardır. Bakır iyon konsantrasyonu  $0 - 5,207 \times 10^{-8}$  mol/L arasında, pigment içeriğinin arttığını; fakat iyon konsantrasyonu  $5,207 \times 10^{-8}$  mol/L'den yüksek olduğunda pigment içeriği ve çözünür şeker miktarının azaldığını, bağıl iletkenlik, prolin ve çözünür protein miktarının ise arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca bakır iyon konsantrasyonu arttıkça genç yaprak büyümesinin azaldığını, yaprağın renginin parlak mordan aşamalı olarak açık kırmızıya sonra da açık sarıya döndüğünü ve kendi parlaklığını kaybettiğini bildirmişlerdir.

Wang ve ark. (2012), Pb (kurşun) ve Cd (kadminyum) stresinin *L. chinense* yaprakları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 100 mg/kg kurşun ve kadminyum konsantrasyonunda yapraklardaki antosiyanin ve çözünür şeker içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

#### **2.2.1.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) ile yapılan *in vitro* çalışmalar**

Tang ve ark. (2005), *L. chinense*'nin polen çimlenme yüzdesi üzerine yaptıkları çalışmada %10 şeker kamışı,  $B^{+3}$  (Bor) ve  $Ca^{+2}$  (Kalsiyum) ilave edilen doku kültürü ortamında %58,47 oranında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Wang ve ark. (2006), *L. chinense* ile yaptıkları çalışmada gövde ve yapraktan alınan eksplantın kallus için uygun dokular olduğunu tespit etmişlerdir. Kallus oluşumu için en uygun ortamın, 2,00 mg/L NAA ve 0,50 mg/L BA içeren MS ortamı olduğunu bildirmişlerdir. Fakat karanlık ortamda 1,50 mg/L NAA içeren MS ortamında daha iyi kallus gelişimi olduğunu bildirmişlerdir.

Yin ve ark. (2008), *L. chinense*'nin vitrifikasyonu üzerine yaptıkları çalışmada, BA, NAA, aktif karbon, şeker, agar kullanımının vitrifikasyonu azalttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca kesim işleminde ara dal seçimi ve ortama polivinil alkol hidrojel (PVA) eklemenin de vitrifikasyon oranını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2011), *L. chinense*'nin tam genom dizisini elde etmek için yaptıkları haploid kallus çalışmasında, bitki için en uygun ortamın 2,5 mg/L NAA, 0,5 mg/L BA ve 30 gr/L süktroz içeren Gamborg B5 ortamı olduğunu bildirmişlerdir. Anter kallusu için en uygun koşulların 2,5 mg/L NAA, 0,5 mg/L BA ve 30 gr/L süktroz içeren Gamborg B5 sıvı besi ortamında, 110 r/dk dönüş hızında, 25°C olduğunu tespit etmişlerdir.

### 2.2.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) ile yapılan diğer çalışmalar

Gawel ve ark. (1996), *L. chinense*'nin Amerika'ya geliş kaynağını ve mevcut türlerdeki çeşitliliği ortaya koymak amacıyla yaptıkları çalışmada 14 çeşit üzerinde RAPD (rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA) tekniği kullanılarak moleküler tanımlama yapmışlardır. Sonuç olarak tek kaynaktan geldiği belirtilse de 2 farklı çeşitten çoğaltıldığını ortaya koymuşlardır.

Liu ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada *L. chinense*'nin yapraklarından loropetalin D (astragalin 2",6"-di-O-gallate) ve bu madde ile ilişkili 2 flavanol glikozit elde etmişlerdir.

Tang ve ark. (2003), antosiyaninin farklı sıcaklık ve pH'da stabilitesini incelemek için *L. chinense* yapraklarından ekstraksiyon yapmışlardır. Antosiyaninin düşük sıcaklıkta stabil olduğunu, sıcaklık artışı ile hızla bozulduğunu tespit etmişlerdir. Farklı pH'a sahip çözeltilerde antosiyaninin renginin değiştiğini ve ortamın asitten nötre değişiminde kararsız hale geldiğini bildirmişlerdir. Bitkiye gölgeleme yapıldığında ya da soğuk su ile sulandığında yaprak renginin uzun süre kırmızı kalmasının sağlanabileceğini ön görmüşlerdir.

Liu ve ark. (2008), *L. chinense*'nin çiçeklerinden elde ettikleri flavanoitlerin bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Chen ve ark. (2008), *L. chinense*'nin düşük ışık altında yaprak pigmentleri üzerine yaptıkları çalışmada, ışık şiddetinin azalması ile önce klorofil a'nın artış gösterdiğini daha sonra klorofil b'nin artış gösterip devamında da azaldığını tespit etmişlerdir.

Antosiyanin içeriğinin öncelikle yeni yapraklarda daha sonra da olgun yapraklarda arttığını gözlemlemişlerdir. Olgun yapraklarda klorofil içeriğinin genel olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Cochran ve ark. (2008), *L. chinense* üzerinde herbisitlerin etkilerini inceledikleri bir araştırmada izoksaben ve oksadiazon içeren ilaçların büyümeyi inhibe ettiğini tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark. (2013), *L. chinense*'nin yaprak ve gövdelerini kullanarak fitokimyasal ve antimikrobiyal aktif maddeleri analiz etmişlerdir. İçerdiği tanenlere ek olarak flavanoitlerin antimikrobiyal özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Chen ve ark. (2018), *L. chinense*'nin antioksidan etki gösteren içeriğin ne olduğunu saptamak için yaptıkları çalışmada 42 gallik asit tanen, 9 flavan ve 9 fenolik bileşik içerdiğini tespit etmişlerdir. Bunlardan 7 galyum gallat, 4 flavanoit ve 8 kinit asit bileşiğinin antioksidasyon aktivitesi gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir.

### 2.3. Diğer Süs Bitkileri İle Yapılan Mikroçoğaltım Çalışmaları

Das ve ark. (2000), *Spathiphyllum wallisii* süs bitkisi ile yaptıkları mikroçoğaltım çalışmasında en fazla sürgünü (7-8 adet) 1,00 mg/L BAP içeren MS ortamında elde etmişlerdir. Ayrıca 0,50 mg/L BAP ya da 0,50 mg/L BAP ve 0,50 mg/L NAA içeren MS besi ortamında 3-4 sürgün oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Allahverdikhhan Vaziri (2009), endemik süs bitkisi *Muscari aucheri*'nin klonal çoğaltımını yaptığı çalışmada iki farklı ekplant kaynağı kullanmıştır. Soğan pul yaprakları ile yaptığı denemede eksplant başına en yüksek soğan sayısı (51,7 adet) 2,00 mg/L KIN ve 0,20 mg/L IBA içeren MS ortamında elde etmiştir. Olgunlaşmamış embriyo ile yaptığı denemede ise eksplant başına en fazla sürgün sayısını (18,3 adet) 0,50 mg/L KIN, 2,00 mg/L BAP ve 0,25 mg/L IBA içeren MS besi ortamında tespit etmiştir.

Akbulak (2011), alev ağacı ile yaptığı çalışmada farklı sitokinin tipleri BA, TDZ, KIN, 2-iP içeren MS, WPM, QL ve DKW gibi farklı besi ortamları denemiştir. Alev ağacına ait gövde uçlarından en yüksek çoğalma (%100) ve eksplant başına en fazla gövde oluşumu (3,7 adet) 2,00 mg/L BA ve 30 gr/L sükroz ile desteklenen yarı-katı MS besi ortamından elde edilmiştir.

Karlığa (2011), *Kitaibelia balansae* endemik bitkisinin klonal çoğaltımı için kallus kültürü çalışmasında farklı bitki büyüme düzenleyicileri içeren MS besi ortamı kullanmıştır. Araştırmacı, en iyi embriyojenik yeşil kallus gelişiminin 0,50 mg/L Kin, 0,50 mg/L IBA ile 0,50 mg/L Kin, 0,01 mg/L 2,4-D içeren MS ortamında olduğunu tespit etmiştir.

Acemi (2011), nesli tükenmekte olan *Amsonia orientalis* süs bitkisinin doku kültürü ile çoğaltılması üzerine yaptığı çalışmada en uzun ortalama sürgün boyu 4,38 cm ile 0,50 mg/L IAA ve 1,50 mg/L BAP içeren MS ortamında gözlemlemiştir. Farklı BAP konsantrasyonlarının etkisini inceleyen araştırmacı, en uzun ortalama sürgün boyu 0,50 mg/L BAP ortamında 3,24 cm olarak belirlemiştir.

Sivanesan ve ark. (2011), *Cotoneaster wilsonii* endemik süs bitkisinin mikroçoğaltımı üzerine yaptıkları çalışmada eksplant başına en fazla sürgün sayısını (34 adet) 0,50 mg/L TDZ ve 0,10 mg/L NAA içeren MS besi ortamında elde etmişlerdir. Fakat yüksek dozda kullanılan TDZ'nin köklenme üzerine olumsuz etkileri olduğunu belirtmişlerdir.

Arıcı (2011), *Spathaphyllum* 'Sweet chico' süs bitkisi ile yaptığı çalışmada en fazla sürgün sayısını (18 adet) 4,00 mg/L BAP ve 0,20 mg/L NAA içeren MS besi ortamından elde etmiştir. Araştırmacı köklendirme çalışmasında farklı konsantrasyonlarda IBA kullanarak en iyi köklenmenin 1,00 mg/L IBA içeren MS ortamından elde edildiğini tespit etmiştir.

Kaviani ve ark. (2011), *Matthiola incana in vitro* çoğaltımı üzerine yaptıkları çalışmada en fazla sürgün sayısını (4,64 adet) ve en uzun sürgün boyunu (1,16 cm) 2,00 KIN içeren MS besi ortamında elde etmişlerdir.

Poyraz (2012), nesli tehlike altında ve endemik *Erodium somanum* bitkisi ile yaptığı çalışmada, sürgün ucu eksplantlarında en iyi sürgün gelişimi 2,00 mg/L BAP ve 1,00 mg/L IBA ile 2,00 mg/L BAP ve 1,00 mg/L IAA içeren MS besi ortamlarında gözlemiştir. Yaprak eksplantlarında ise 1,00 mg/L BAP ve 0,10 mg/L IBA, 1,00 mg/L BAP ve 0,20 mg/L IBA ile 1,00 mg/L BAP ve 0,20 mg/L NAA içeren MS besi ortamlarında en iyi sürgün oluşumunu belirlemiştir.

Sesiz (2014), *Hyacinthus orientalis* (Sümbül) süs bitkisi ile yaptığı mikroçoğaltım çalışmasında 1,50 mg/L BAP ve 0,10 mg/L NAA içeren modifiye MS besi ortamında 3,20 adet ile en fazla yavru soğan sayısı elde etmiştir. Araştırmacı, modifiye MS besi ortamına GA3 ve şeker eklenmesiyle yaprak uzunluğunun ve soğan çapının arttığını tespit etmiştir.

Özdemir ve wark. (2014), *Lallemantia iberica* ile yaptıkları *In vitro* çoğaltım çalışmasında BAP ve NAA içeren MS besi ortamları kullanmışlardır. En fazla sürgünü 0,50 mg/L BAP içeren MS ortamında tespit etmişlerdir.

Aygün (2015), üretimi zor olan *Anthurium andreanum* süs bitkisinin mikroçoğaltımı üzerine yaptığı çalışmada bitkinin farklı iki çeşidini kullanmıştır. Araştırmacı yaptığı çalışmada eksplant başına sürgün oluşturma kapasitesinin %86 ile 0,50 mg/L BAP içeren 1/2 MS ortamında olduğunu tespit etmiştir.

Güngör (2018), süs bitkisi olarak ülkemizde ve dünyada yaygın kullanılan *Vigna caracalla L.* ile tohum kökenli *in vitro* klonal çoğaltım çalışması yapmıştır. Farklı besi ortamları kullanarak yaptığı çalışmada en yüksek çimlenme yüzdesi (%95.24) N6 besi ortamında olduğunu belirlemiştir. Gelrite içeren MS, WPM ve N6 besi ortamlarında sürgün rejenerasyonu için kültüre alındığında, en yüksek çoğaltım katsayısı (1,62) WPM besi ortamında sürgün ucu eksplantlarından elde etmiştir. Bitki büyüme

düzenleyicilerinin ve eksplant tipinin sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmek için yaptığı denemelerde, en yüksek çoğaltım katsayısı (1,48) 1,00 mg/L IBA, 0,50 mg/L BAP içeren MS besi ortamında olduğunu tespit etmiştir.

Hamidi Birecikli (2018), Aspir bitkisi ile yaptığı mikroçoğaltma çalışmasında en iyi sürgün çoğaltımı, eksplant başına 5,33 adet sürgün ile 0,50 mg/L BAP içeren MS besi ortamından elde etmiştir. Fakat BAP uygulamalarının genelinde vitrifikasyon olduğunu belirlemiştir. Bu sebeple eksplant başına 3,75 sürgün sayısı ile 0,50 mg/L Kin içeren MS besi ortamının en ideal ortam olduğunu tespit etmiştir.

Sürer Han (2018), endemik *Nepeta baytopii* bitkisi ile yapılan mikroçoğaltım çalışmasında eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün boyu açısından en iyi ortamın 0,12 mg/L BAP içeren MS besi ortamında olduğunu tespit etmiştir.

Ahmed ve ark. (2018), *Arum italicum* süs bitkisinin hastalıksız mikroçoğaltımı için yaptıkları çalışmada BAP, Kin, TDZ, IAA, IBA ve NAA bitki büyüme düzenleyicilerini kullanmışlardır. Araştırmacılar, %35'lik bir oranla en yüksek sürgün gelişiminin (0,75 adet) ile 2,00 mg/L BAP ve 0,50 mg/L NAA içeren MS ortamında olduğunu tespit etmişlerdir.

## **BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **3.1. Materyal**

#### **3.1.1. Bitkisel materyal**

Bu araştırmada, Sakarya Üniversitesi Bitki Doku Kültürü Araştırma ve Üretim Laboratuvarı'ndaki *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* türleri kullanılmıştır.

### **3.2. Yöntem**

#### **3.2.1. Kullanılan araç-gereçler**

Araştırmada ekipman olarak; Uniterm etüv, bidistile saf su cihazı, NC90 otoklav, ısıtıcılı manyetik karıştırıcı, Mikrotest steril kabin, DMN-V2H sıvı dolum makinesi, pH metre ve Hassas terazi kullanılmıştır.

#### **3.2.2. Doku kültürü aşamaları**

##### **3.2.2.1. Ekipman sterilizasyonu**

Araştırmada kullanılan cam, seramik ve metal malzemeler etüvde 180<sup>0</sup>C'de 1 saat, süre ile, ekim işleminde kullanılacak besi ortamları ise 121<sup>0</sup>C'de 1 atm basınçta 20 dakika süre ile sterilize edilmiştir.

### 3.2.2.2. Besi ortam hazırlanması

Bitki büyüme düzenleyicileri bitkilerin sürgün, kök, kallus gibi yapılarının oluşmasını teşvik eden, bazı kaynaklarda bitkisel hormon olarak geçen kimyasal maddelerdir. Bitki büyüme düzenleyicilerin bir kısmı sentetik olarak üretilse de bir kısmı doğal olarak bitkilerden elde edilmektedir. Araştırmada sentetik olarak elde edilen bitki büyüme düzenleyicilerinden indol-3-bütirik asit (IBA) ve 1-naftalin asetik asit (NAA) oksin ile 6-benzil amino pürin (BAP) sitokinin kullanılmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri, NaOH ile çözülerek saf su ile 1,00 mg/mL şeklinde stok çözeltileri hazırlanmıştır. Besi ortamlarını hazırlamak için MERCK marka parça kimyasallar kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan besli ortamları ve içerikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir. Tüm kimyasalların hassas terazide belirtilen miktarlarda tartılıp saf su içerisinde manyetik karıştırıcı yardımıyla çözünmesi sağlanmıştır.

Tablo 3.1. Besi ortamları ve içerikleri (mg/L).

| Kimyasal maddeler                       | MS (Murashige ve Skoog, 1962). | MS-modifiye | DKW (Driver ve Kuniyuki, 1984). | DKW-modifiye |
|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------|
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>         | 1650                           | 500         | 1416                            | 1416         |
| KNO <sub>3</sub>                        | 1900                           | 2000        | -                               | -            |
| Ca (NO <sub>3</sub> .4H <sub>2</sub> O) | -                              | 1200        | 1968                            | 1968         |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>          | -                              | -           | 1559                            | 1559         |
| MgSO <sub>4</sub>                       | 181                            | 370         | 740                             | 740          |
| CaCl <sub>2</sub>                       | 333                            | -           | 147                             | 147          |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>         | 170                            | 170         | 259                             | 259          |
| FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O    | 27,8                           | 33,80       | 42,25                           | -            |
| Na <sub>2</sub> EDTA                    | 37,26                          | 45,40       | 56,75                           | -            |
| EDDHA-Fe                                | -                              | -           | -                               | 168          |
| Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>        | 0,25                           | 0,39        | 0,40                            | 0,40         |
| CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O    | 0,25                           | 0,25        | 0,25                            | 0,25         |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>          | 6,2                            | 4,8         | 12,4                            | 12,4         |
| Zn(NO <sub>3</sub> )7H <sub>2</sub> O   | 16,9                           | 17          | 26,7                            | 26,7         |
| MnSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O    | 8,6                            | 33,5        | 33,8                            | 33,8         |
| NiSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O    | 5                              | 5           | 5                               | 5            |
| Glycine                                 | 2                              | 2           | 2                               | 2            |

Tablo 3.1. (Devamı).

| Kimyasal maddeler | MS (Murashige ve Skoog, 1962). | MS-modifiye | DKW (Driver ve Kuniyuki, 1984). | DKW-modifiye |
|-------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------|
| Nikotinik acid    | 0,5                            | 1           | 1                               | 1            |
| Thiamine HCl      | 0,1                            | 2           | 2                               | 2            |
| My-inositol       | 1                              | 1           | 1                               | 1            |
| L-glutamine       | 1                              | -           | 1                               | -            |

Kimyasallar çözüldükten sonra bitki büyüme düzenleyicileri belirlenen miktarlarda eklenip besi ortamının pH'ı 5,6-5,8 olarak 1,00 N NaOH veya 0,10 N HCl ile ayarlanmıştır. Hazırlanan besi ortamlarının her birine 7,40 gr/L agar ile 30 gr/L şeker ilave edilmiştir. Sıvı dolum makinesi yardımıyla cam kavanozlara 60 mL olacak şekilde doldurularak otoklavda steril edilmiştir.

### 3.2.2.3. Eksplant sterilizasyonu

Bitki doku kültüründe kullanılan suni ortamlar temel besi elementlerini içermesi sebebiyle bir çok mikroorganizmanın gelişimi için ideal ortamı sağlamaktadır. Eksplant gelişimi için ortamın tamamen steril olması gerekmektedir. Herhangi bir bakteri, mantar, maya veya virus kaynaklı bulaşma kontaminasyon olarak adlandırılmaktadır. Doku kültüründe en önemli aşamalardan biri de bitkinin bu kontaminasyon kaynaklarından arındırılarak steril edilmesidir. *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* türlerinden alınan bitkiler için kullanılan sterilizasyon aşamaları Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Sterilizasyon aşamaları.

Ana bitkinin uç meristem kısmından alınan eksplantlar öncelikle akan çeşme suyu altında 20 dakika boyunca yıkanmıştır. Daha sonra antifungal (Benomyl) ile 10 dakika ön sterilizasyona tabi tutulmuştur. Böylece mantar ve bazı bakterilerden arınması sağlanmıştır. Bu işlemlerden sonra steril kabin içinde hacimce %20 oranında sodyum hipoklorit (ACE) ile 15 dakika boyunca yıkanmıştır. Ardından 5'er dakika ve 3 tekrarlı olarak steril saf su ile yıkandıktan sonra besi ortamlarına ekimleri gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.2.4. Sürgün çoğaltımı

*Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* türüne ait çeşitlerin mikroçoğaltımı için uygun besi ortamı belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu tez çalışmasında kullanılan ortamlar Tablo 3.1.'de verilmiştir. Besi ortamı içeriklerinin belirlenmesinde her iki türün yetiştirme koşulları ve toprak istekleri dikkate alınmıştır. Sürgün çoğaltımını teşvik etmek amacıyla literatür bilgileri dikkate alınarak her deneme ortamına 1,00 mg/L BAP eklenmiştir. Her grupta 5 bitki olacak şekilde ekimler yapılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur.

Ayrıca *Nandina domestica* türünün mikroçoğaltımdaki sürgün sayısının yetersiz olması sebebiyle farklı konsantrasyonlarda bitki büyüme düzenleyicileri kullanarak deneme kurulmuştur. MS-Mod besi ortamına farklı konsantrasyonlarda farklı oksinler eklenerek etkileri denenmiştir (Tablo 3.2.). Steril kabin içerisinde ekimleri gerçekleştirilen bitkiler iklim odasında 16 saat aydınlık fotoperiyodunda  $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 45 gün süre ile kültüre alınmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Tablo 3.2. *Nandina domestica* mikroçoğaltım besi ortamları.

| Ortam isimleri | BAP (mg/L) | IBA (mg/L) | NAA (mg/L) |
|----------------|------------|------------|------------|
| N1             | 1,00       | -          | -          |
| N2             | 1,00       | 0,01       | -          |
| N3             | 1,00       | -          | 0,01       |
| N4             | 1,00       | 0,05       | -          |
| N5             | 1,00       | -          | 0,05       |
| N6             | 1,00       | 0,10       | -          |
| N7             | 1,00       | -          | 0,10       |
| N8             | 1,00       | 0,20       | -          |
| N9             | 1,00       | -          | 0,20       |

### 3.2.2.5. Sürgün uzaması

Bitkiler sürgün çoğaltımı sırasında daha fazla sürgün oluşturmaya teşvik edilmektedir. Bu amaçla bitki büyüme düzenleyicilerinden sitokinin ya da sitokin-oksin kombinasyonları kullanılmaktadır. Genellikle yüksek dozlarda kullanılan sitokinin bitkinin farklı kısımlarında bodurlaşmaya sebep olmaktadır. Bu sebeple bitkinin düşük sitokinin ya da yalnızca oksin içeren ortamda bitkisel kısımlarının uzaması sağlanmaktadır. Tablo 3.1.'de içeriği verilen MS (Murashige ve Skoog, 1962) besi ortamına 0,10 mg/L BAP ve 20 gr/L şeker eklenerek uzama ortamı hazırlanmıştır. Araştırmada *N. domestica* ve *L. chinense* bitkilerinin uzaması için aynı besi ortamı kullanılmıştır.

### 3.2.2.6. Sürgün köklenmesi

Bitkiler dış ortama çıkmadan önce köklendirilmesi gerekmektedir. Köklenmeye teşvik etmek için genellikle oksinler kullanılmaktadır. Araştırmada *N. domestica* için 0,10 mg/L NAA içeren 1/2 MS besi ortamı kullanılmıştır. *L. chinense* için ise 1,00 mg/L IBA içeren 1/2 MS besi ortamı kullanılmıştır.

### 3.2.2.7. Ön iklimlendirme (Aklimatizasyon)

Köklenen bitkiler besi ortamlarından çıkarılarak musluk suyu altında agardan iyice temizlenene kadar yıkanmıştır. *Nandina domestica* bitkileri paper pot viyollere aktarılmıştır. *Loropetalum chinense* bitkileri ise cocopit plaklara dikilmiştir. Viyollere ve plaklara dikilen bitkilere 15 gün süre ile bitki doku kültürü laboratuvarı deneme serasında alıştırma uygulanmıştır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Bitki doku kültürü laboratuvarı deneme serası.

### 3.2.3. İstatistiksel Analiz

Bu araştırmada tesadüf parselleri deneme sonuçları varyans analizi MSTAT-C istatistik programı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar arasındaki farklar DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) Mikroçoğaltım Çalışmaları

#### 4.1.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) besi ortam denemeleri

*Nandina domestica* bitkisinden alınan eksplantlar Şekil 3.7.'deki sterilizasyon aşamalarına tabi tutulmuştur. Steril eksplantlardan elde edilen sürgünler ile mikroçoğaltım denemeleri kurulmuştur.

##### 4.1.1.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) sürgün gelişimi

Cennet Bambusu (*Nandina domestica*) için kullanılan farklı miktarlarda makro ve mikro elementler içeren besi ortamları, bitki gelişiminde farklılıklar göstermiştir. Tablo 3.1.'de içerikleri detaylı belirtilen besi ortamlarının incelenen literatür bilgilerine dayanarak 1,00 mg/L BAP eklenmiştir. Eksplantların ekiminden 4 hafta sonra eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi Tablo 4.3'de ve çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.3. *Nandina domestica* besi ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi.

| V.K.         | S.D. | Eksplant Başına Sürgün Sayısı (adet) |         | Eksplant Başına Sürgün Boyu (mm) |                    | Eksplant Başına Sürgün Gövde Kalınlığı (mm) |                    |
|--------------|------|--------------------------------------|---------|----------------------------------|--------------------|---------------------------------------------|--------------------|
|              |      | K.O                                  | F       | K.O.                             | F                  | K.O                                         | F                  |
|              |      |                                      |         |                                  |                    |                                             |                    |
| Ortam        | 3    | 10,95                                | 56,05** | 2,91                             | 16,64**            | 1,12                                        | 28,44**            |
| Gün          | 1    | 8,64                                 | 44,24** | 11,46                            | 65,36**            | 2,30                                        | 58,34**            |
| OrtamxGün    | 3    | 1,28                                 | 6,56**  | 0,28                             | 1,63 <sup>öd</sup> | 0,05                                        | 1,28 <sup>öd</sup> |
| Hata         | 32   | 0,19                                 |         | 0,22                             |                    | 0,039                                       |                    |
| CV%          |      | 3,18                                 |         | 5,25                             |                    | 2,01                                        |                    |
| Genel Toplam | 39   |                                      |         |                                  |                    |                                             |                    |

K.O: Kareler ortalaması, F: Frekans, \*\*0,01 düzeyde önemli, öd: önemli değil.

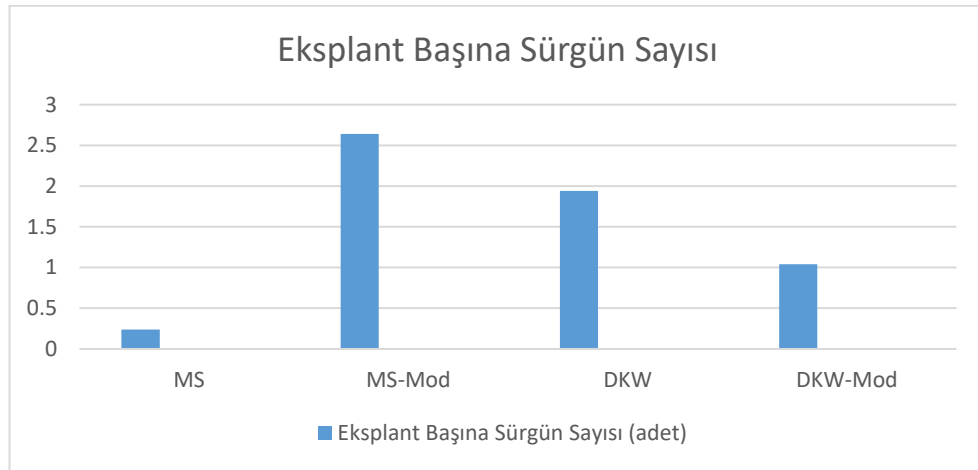
Tablo 4.3. incelendiğinde dört haftalık deneme süresi sonunda farklı ortamlarda eksplant başına sürgün gelişimlerinde gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.4. *Nandina domestica* besi ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimi.

| ORTAMLAR | Eksplant Başına Sürgün Sayısı (adet) | Eksplant Başına Sürgün Boyu (mm) | Eksplant Başına Sürgün Gövde Kalınlığı (mm) |
|----------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|
| MS       | 0,24 <sup>d</sup>                    | 0,96 <sup>c</sup>                | 0,51 <sup>b</sup>                           |
| MS-Mod   | 2,64 <sup>a</sup>                    | 2,06 <sup>a</sup>                | 1,04 <sup>a</sup>                           |
| DKW      | 1,94 <sup>b</sup>                    | 2,11 <sup>a</sup>                | 1,29 <sup>a</sup>                           |
| DKW-Mod  | 1,04 <sup>c</sup>                    | 1,49 <sup>b</sup>                | 1,11 <sup>a</sup>                           |

a-d: Aynı sütunda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P<0,01$ ).

Tablo 4.4. incelendiğinde eksplant başına sürgün sayısı 0,24 adet (MS) ile 2,64 adet (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün sayısı 2,64 adet ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Eksplant başına sürgün sayısı bakımından kullanılan her bir ortamdan elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) diğerinden çok önemli derecede farklılık göstermiştir. En düşük eksplant başına sürgün sayısı (0,24 adet) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.4., Şekil 4.9.).

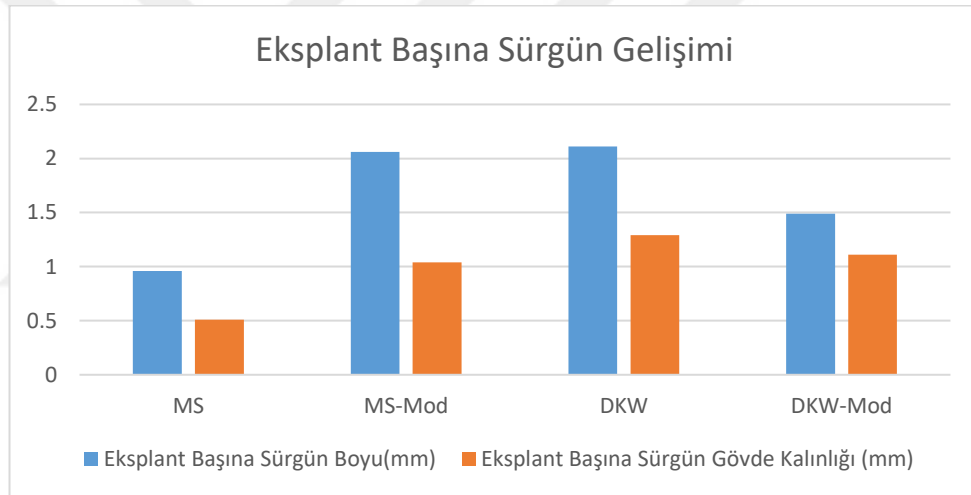


Şekil 4.9. *Nandina domestica*'nın farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün sayısı grafiği.

Eksplant başına sürgün boyu 0,96 mm (MS) ile 2,11 mm (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün boyu 2,11 mm (DKW) ve 2,06 mm (MS-Mod) besi ortamlarından alınmıştır. DKW ve MS-Mod besi ortamları arasındaki fark önemsiz

olarak belirlenmiştir. Bu ortamlar ile diğerleri arasındaki fark ise  $p<0,01$ 'e göre önemli bulunmuştur. En düşük eksplant başına sürgün boyu (0,96 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.4., Şekil 4.10.).

Eksplant başına sürgün gövde kalınlığı 0,51 mm (MS) ile 1,29 mm (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün gövde kalınlığı 1,29 mm (DKW), 1,11 mm (DKW-Mod) ve 1,04 mm (MS-Mod) besi ortamlarından alınmıştır. DKW, DKW-Mod ve MS-Mod besi ortamları arasındaki fark önemsiz olarak belirlenmiştir. Bu ortamlar ile MS besi ortamı arasındaki fark ise  $p<0,01$ 'e göre önemli bulunmuştur. En düşük eksplant başına sürgün gövde kalınlığı (0,51 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.4., Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. *Nandina domestica* 'nın farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün gelişim grafiği.

Eksplant başına sürgün gelişimindeki tüm parametrelerde en uygun besi ortamı MS-Mod olarak belirlenmiştir. Eksplant başına sürgün boyu arttıkça sürgün gövde kalınlığının da paralel şekilde artış gösterdiği görülmüştür.

#### 4.1.1.2. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) bitki gelişimi

Bitki gelişimi takibinde altı haftalık deneme süresi sonunda farklı ortamlarda bitki gövde kalınlığı açısından sonuçların yakın olduğu ve istatistiksel bakımından herhangi bir anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. *Nandina domestica* besi ortam denemelerinde bitki gelişimine ait varyans analizi.

| V.K.         | S.D. | Gövde Boyu (mm) |         | Gövde Kalınlığı (mm) |                    | Kallus Çapı (mm) |                    |
|--------------|------|-----------------|---------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|
|              |      | K.O             | F       | K.O.                 | F                  | K.O              | F                  |
| Ortam        | 3    | 6,50            | 4,57**  | 0,24                 | 1,07 <sup>öd</sup> | 4,53             | 4,34**             |
| Gün          | 2    | 33,83           | 23,79** | 8,23                 | 36,06**            | 68,41            | 65,62**            |
| OrtamxGün    | 6    | 2,94            | 2,07*   | 0,11                 | 0,51 <sup>öd</sup> | 1,32             | 1,26 <sup>öd</sup> |
| Hata         | 48   | 1,42            |         | 0,22                 |                    | 1,04             |                    |
| CV%          |      | 7,46            |         | 3,36                 |                    | 7,70             |                    |
| Genel Toplam | 59   |                 |         |                      |                    |                  |                    |

K.O: Kareler ortalaması, F: Frekans, \*0,05 düzeyde önemli, \*\*0,01 düzeyde önemli, öd: önemli değil.

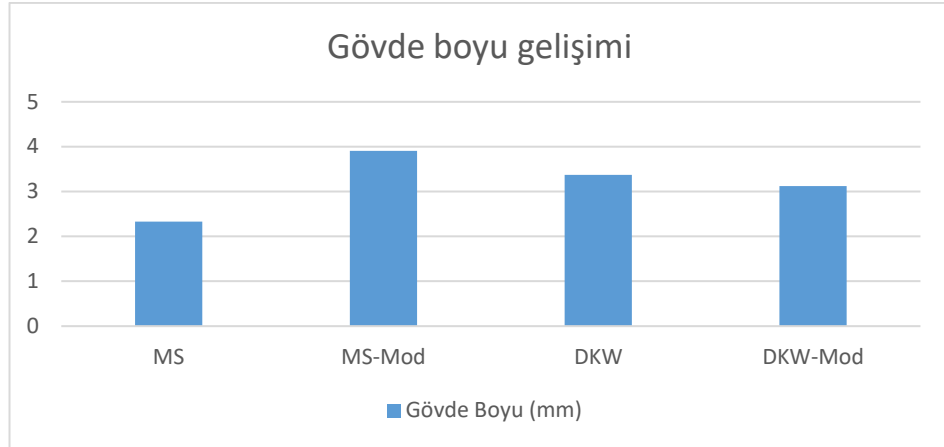
Tablo 4.5 incelendiğinde gövde boyu ve kallus çapı açısından gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. *Nandina domestica* besi ortam denemelerinde bitki gelişimi.

| ORTAMLAR | Gövde Boyu (mm)    | Gövde kalınlığı (mm) | Kallus çapı (mm)   |
|----------|--------------------|----------------------|--------------------|
| MS       | 2,33 <sup>b</sup>  | 1,39                 | 2,12 <sup>b</sup>  |
| MS-Mod   | 3,91 <sup>a</sup>  | 1,26                 | 3,39 <sup>a</sup>  |
| DKW      | 3,37 <sup>ab</sup> | 1,52                 | 2,44 <sup>ab</sup> |
| DKW-Mod  | 3,12 <sup>ab</sup> | 1,54                 | 2,86 <sup>ab</sup> |

a-b: Aynı sütunda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P < 0,01$ ).

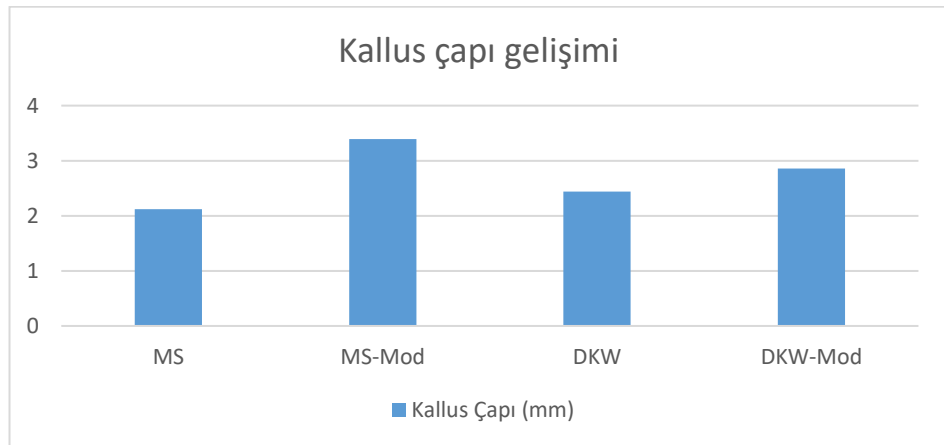
Tablo 4.6. incelendiğinde bitki gövde boyu 2,33 mm (MS) ile 3,91 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek gövde boyu 3,91 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Gövde boyu bakımından MS-Mod, DKW ve DKW-Mod besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, DKW ve DKW-Mod ortamları ile MS ortamı arasındaki farklılığın da önemli olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile MS ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük gövde boyu (2,33 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.6., Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. *Nandina domestica* 'nın farklı ortamlardaki gövde boyu gelişim grafiği.

Bitki gövde kalınlığı 1,26 mm (MS-Mod) ile 1,54 mm (DKW-Mod) arasında değişmiştir. Gövde kalınlığı bakımından ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.6.).

Bitki kallus çapı 2,12 mm (MS) ile 3,39 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek kallus çapı 3,39 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Kallus çapı bakımından MS-Mod, DKW ve DKW-Mod besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, DKW ve DKW-Mod ortamları ile MS ortamı arasındaki farklılığın da önemli olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile MS ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük kallus çapı (2,12 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.6., Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. *Nandina domestica* 'nın farklı ortamlardaki kallus çapı gelişim grafiği.

Tablo 4.7. incelendiğinde, günler arasında bitki boyunda günler ve ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.

Tablo 4.7. *Nandina domestica*'nın günlere göre bitki gövde boyu gelişimine ortamların etkisi.

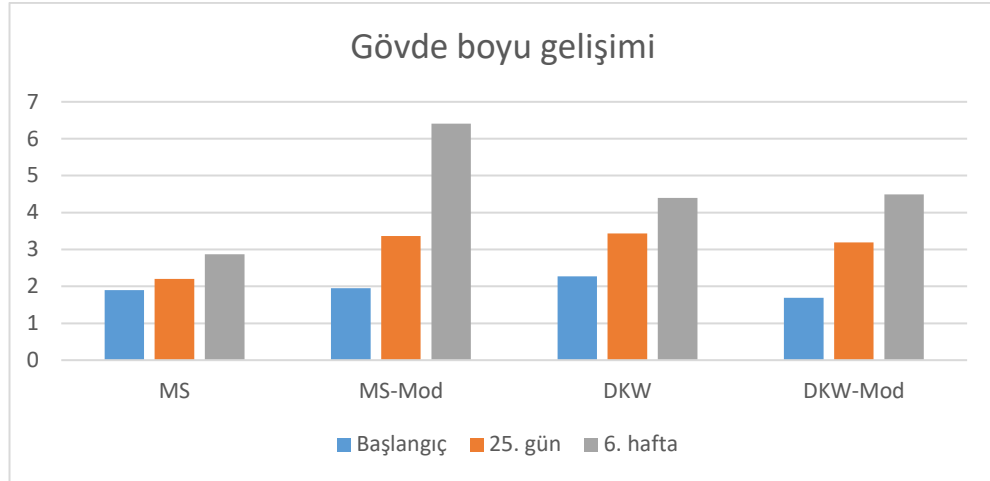
| ORTAMLAR | 1. gün            | 25. gün            | 45. gün            |
|----------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MS       | 1,90 <sup>c</sup> | 2,20 <sup>c</sup>  | 2,87 <sup>bc</sup> |
| MS-Mod   | 1,95 <sup>c</sup> | 3,36 <sup>bc</sup> | 6,41 <sup>a</sup>  |
| DKW      | 2,27 <sup>c</sup> | 3,43 <sup>bc</sup> | 4,40 <sup>b</sup>  |
| DKW-Mod  | 1,69 <sup>c</sup> | 3,19 <sup>bc</sup> | 4,49 <sup>b</sup>  |

a-c: Tabloda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P<0,01$ ).

Bitki gövde boyu 1. günde 1,69 mm (DKW-Mod) ile 2,27 mm (DKW) arasında değişmiştir. Ortamlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.7., Şekil 4.13.).

Bitki gövde boyu 25. günde 2,20 mm (MS) ile 3,43 mm (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 3,43 mm ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. Bitki gövde boyu bakımından MS-Mod, DKW ve DKW-Mod besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. MS ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük bitki gövde boyu (2,20 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.7., Şekil 4.13.).

45. günde bitki gövde boyu, 2,87 mm (MS) ile 6,41 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 6,41 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Bitki gövde boyu bakımından DKW ve DKW-Mod ile MS besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük bitki gövde boyu (2,87 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.7., Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. *Nandina domestica* 'nın farklı ortamlardaki 45 günlük gövde boyu gelişim grafiği.

Tüm ortamlarda günler arasındaki gövde boyu artışı MS-Mod ortamı dışında aynı katsayılarla olmuştur. MS-Mod ortamında özellikle 25-45 günler arasında gövde boyu artış katsayısı daha fazladır. 45. günde en uzun gövde boyu (6,41 mm) MS-Mod ortamında gerçekleşmiştir.

Tablo 4.8. *Nandina domestica* 'nın günlere göre bitki kallus çapı gelişimine ortamların etkisi.

| ORTAMLAR | 1. gün | 25. gün | 45. gün |
|----------|--------|---------|---------|
| MS       | 0,71   | 2,23    | 3,43    |
| MS-Mod   | 0,73   | 3,75    | 5,70    |
| DKW      | 0,71   | 2,80    | 3,81    |
| DKW-Mod  | 0,69   | 3,37    | 4,52    |

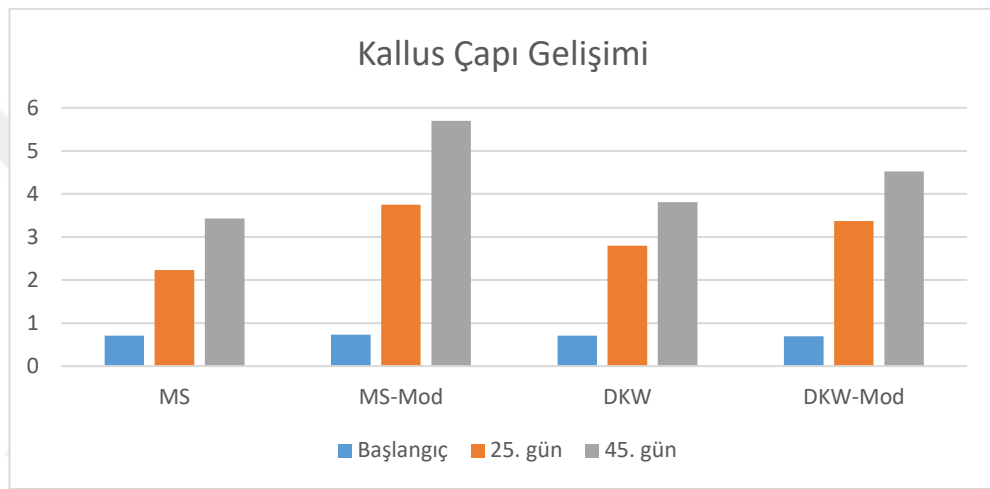
Tablo 4.8. incelendiğinde, günler arasında kallus çapında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olmadığı görülmüştür.

Bitki kallus çapı 1. günde 0,69 mm (DKW-Mod) ile 0,73 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. Ortamlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.8., Şekil 4.14.).

Bitki kallus çapı 25. günde 2,23 mm (MS) ile 3,75 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki kallus çapı 3,75 mm ile besi ortamından elde edilmiştir. Bitki kallus çapı bakımından ortamlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı

belirlenmiştir. En düşük kallus çapı (2,23 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.8., Şekil 4.14.).

45. günde bitki kallus çapı, 3,43 mm (MS) ile 5,70 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki kallus çapı 5,70 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Bitki kallus çapı bakımından ortamlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. En düşük kallus çapı (3,43 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.8., Şekil 4.14., Şekil 4.15.-4.18.).



Şekil 4.14. *Nandina domestica* 'nın farklı ortamlardaki 45 günlük kallus çapı gelişim grafiği.

Tüm ortamlarda günler arasındaki kallus çapı artışı MS-Mod ortamı dışında yaklaşık aynı oranda olmuştur. 45. günde en yüksek kallus çapı (5,70 mm) MS-Mod ortamında gerçekleşmiştir.

Toprak isteklerine göre düzenlenen MS-Mod besi ortamında bitkinin en iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 4.4. ve Tablo 4.6.'daki veriler dikkate alındığında bitki gelişimi ve çoğalma katsayısı olarak en uygun ortamın MS-Mod besi ortamı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kallus çapı ile bitki boyu uzunluğunun paralel artış gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. *Nandina domestica* MS besi ortamında görünümü



Şekil 4.16. *Nandina domestica* MS-Mod besi ortamında görünümü



Şekil 4.17. *Nandina domestica* DKW besi ortamında görünümü



Şekil 4.18. *Nandina domestica* DKW-Mod besi ortamında görünümü

#### 4.1.2. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) oksin denemeleri

*Nandina domestica* bitkisinin mikroçoğaltımdaki sürgün sayısını arttırmak amacıyla MS-Mod besi ortamında farklı konsantrasyonlarda farklı oksinler eklenerek oksinlerin çoğalma katsayısına ve bitki gelişimine etkisi incelenmiştir. Tablo 4.9.'da varyans analizi, Tablo 4.10.'da çoklu karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.9. *Nandina domestica* mikroçoğaltım denemelerinde bitki gelişimi ve eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi.

| V.K.         | S.D. | Gövde Boyu (mm) |          | Gövde Kalınlığı (mm) |                    | Kallus Çapı (mm) |          | Eksplant Başına Sürgün Sayısı (adet) |                    | Eksplant Başına Sürgün Boyu (mm) |         |
|--------------|------|-----------------|----------|----------------------|--------------------|------------------|----------|--------------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------|
|              |      | K.O.            | F        | K.O.                 | F                  | K.O.             | F        | K.O.                                 | F                  | K.O.                             | F       |
| Ortam        | 8    | 31,66           | 49,96**  | 0,15                 | 3,41**             | 1,70             | 11,70**  | 1,94                                 | 6,63**             | 2,20                             | 7,72**  |
| Gün          | 1    | 180,99          | 285,63** | 1,15                 | 24,89**            | 44,90            | 307,89** | 16,72                                | 57,04**            | 14,86                            | 52,01** |
| OrtamxGün    | 8    | 6,37            | 10,05**  | 0,03                 | 0,81 <sup>öd</sup> | 1,26             | 8,69**   | 0,56                                 | 8,69 <sup>öd</sup> | 3,21                             | 11,24** |
| Hata         | 72   | 0,63            |          | 0,46                 |                    | 0,14             |          | 0,29                                 |                    | 0,28                             |         |
| CV%          |      | 7,15            |          | 9,98                 |                    | 2,03             |          | 4,66                                 |                    | 4,41                             |         |
| Genel Toplam | 89   |                 |          |                      |                    |                  |          |                                      |                    |                                  |         |

K.O: Kareler ortalaması, F: Frekans, \*\*0,01 düzeyde önemli, öd: önemli değil.

Tablo 4.9. incelendiğinde deneme süresi sonunda farklı oksin konsantrasyonları içeren besi ortamlarında bitki gelişimi ve eksplant başına sürgün gelişimi açısından gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.

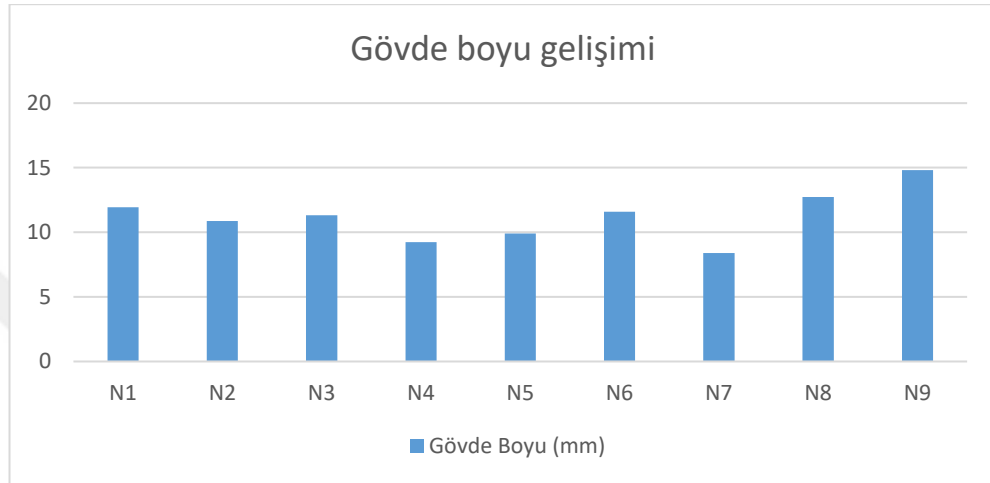
Tablo 4.10. *Nandina domestica* mikroçoğaltım denemelerinde bitki gelişimi.

| ORTAMLAR | Gövde Boy (mm)      | Gövde kalınlığı (mm) | Kallus çapı (mm)   | Eksplant başına sürgün sayısı (adet) | Eksplant başına sürgün boyu (mm) |
|----------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| N1       | 11,94 <sup>bc</sup> | 2,09 <sup>abc</sup>  | 2,98 <sup>b</sup>  | 2,32 <sup>abcd</sup>                 | 4,18 <sup>ab</sup>               |
| N2       | 10,88 <sup>d</sup>  | 2,23 <sup>abc</sup>  | 2,60 <sup>b</sup>  | 2,96 <sup>a</sup>                    | 3,59 <sup>bc</sup>               |
| N3       | 11,33 <sup>cd</sup> | 2,10 <sup>abc</sup>  | 3,01 <sup>b</sup>  | 2,42 <sup>abc</sup>                  | 4,04 <sup>ab</sup>               |
| N4       | 9,23 <sup>ef</sup>  | 1,97 <sup>c</sup>    | 3,60 <sup>a</sup>  | 1,95 <sup>bcd</sup>                  | 3,14 <sup>c</sup>                |
| N5       | 9,90 <sup>e</sup>   | 2,36 <sup>a</sup>    | 2,94 <sup>b</sup>  | 1,67 <sup>d</sup>                    | 3,32 <sup>c</sup>                |
| N6       | 11,59 <sup>cd</sup> | 2,12 <sup>abc</sup>  | 3,64 <sup>a</sup>  | 2,62 <sup>ab</sup>                   | 3,61 <sup>bc</sup>               |
| N7       | 8,40 <sup>f</sup>   | 2,19 <sup>abc</sup>  | 2,67 <sup>b</sup>  | 1,76 <sup>cd</sup>                   | 3,65 <sup>bc</sup>               |
| N8       | 12,72 <sup>b</sup>  | 2,02 <sup>bc</sup>   | 3,58 <sup>a</sup>  | 2,30 <sup>abcd</sup>                 | 3,25 <sup>c</sup>                |
| N9       | 14,81 <sup>a</sup>  | 2,29 <sup>ab</sup>   | 3,51 <sup>ab</sup> | 1,76 <sup>cd</sup>                   | 4,56 <sup>a</sup>                |

a-f: Aynı sütunda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P<0,01$ ).

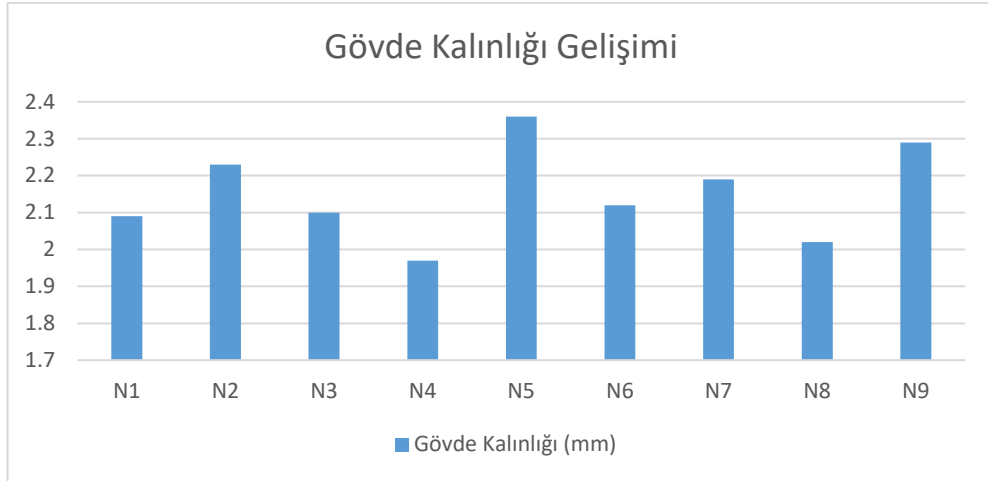
Tablo 4.10. incelendiğinde, bitki gövde boyu 8,40 mm (N7-1 mg/L BAP+0,10 mg/L NAA) ile 14,81 mm (N9-1 mg/L BAP+0,20 mg/L NAA) arasında değişmiştir. En yüksek gövde boyu 14,81 mm ile N9 besi ortamından elde edilmiştir. Gövde boyu bakımından N8 ile N1, N1 ile N3 ve N6 besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bunlara ilaven N3 ve N6 ortamları ile N2 besi ortamı

arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca N5 ile N4 ortamları ve N4 ile N7 arasında da farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir. N7 ile N9 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük gövde boyu (8,40 mm) ise N7 ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.19.).



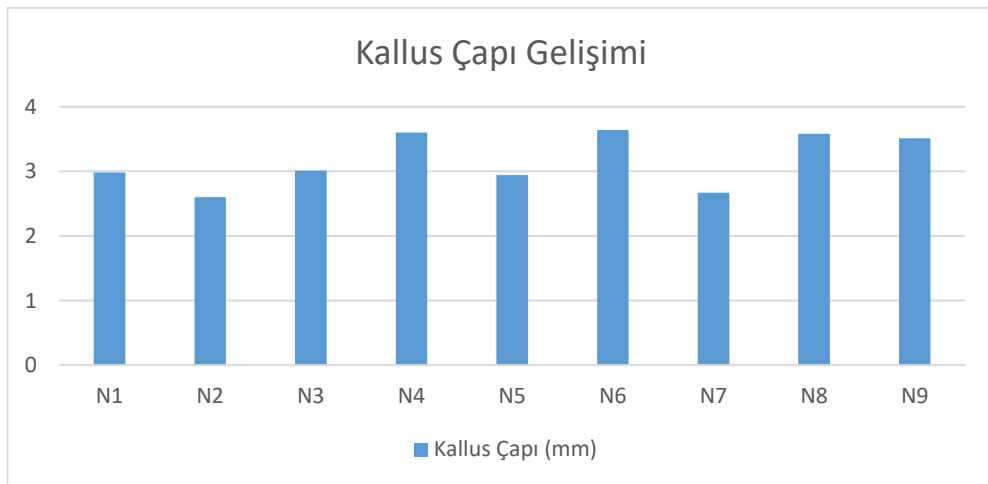
Şekil 4.19. Nandina domestica'nın farklı oksin içeren ortamlardaki gövde boyu gelişim grafiği.

Bitki gövde kalınlığı 1,97 mm (N4-1 mg/L BAP+0,05 mg/L IBA) ile 2,36 mm (N5-1 mg/L BAP+0,05 mg/L NAA) arasında değişmiştir. En yüksek gövde kalınlığı 2,36 mm ile N5 besi ortamından elde edilmiştir. Gövde kalınlığı bakımından N5 ile N9, N2, N7, N6, N3 ve N1 ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca N8 ile N4 besi ortamı arasında da farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. N4 ile N5 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük gövde kalınlığı (1,97 mm) ise N4 ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.20.).



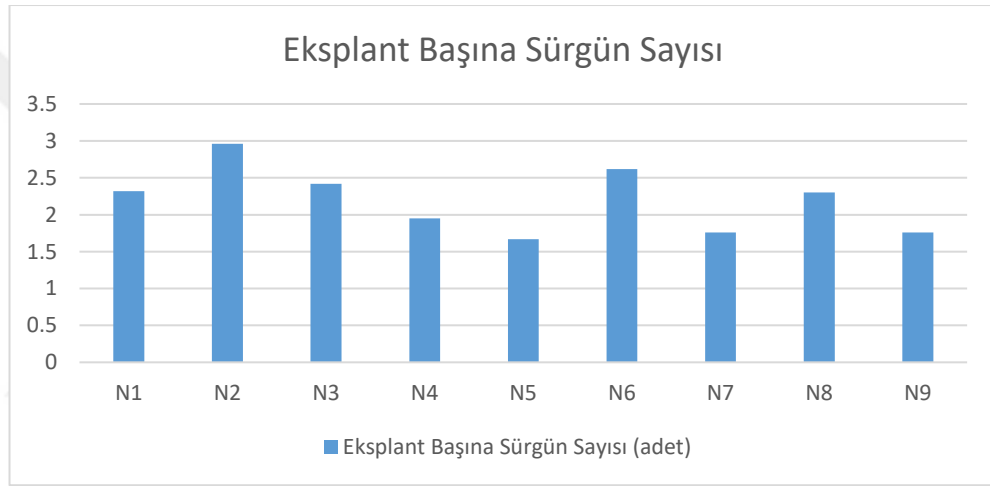
Şekil 4.20. *Nandina domestica* 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki gövde kalınlığı gelişim grafiği.

Bitki kallus çapı 2,60 mm (N2-1 mg/L BAP+0,01 mg/L IBA) ile 3,64 mm (N6-1 mg/L BAP+0,10 mg/L IBA) arasında değişmiştir. En yüksek kallus çapı 3,64 mm ile N6 besi ortamından elde edilmiştir. Kallus çapı bakımından N6, N4 ve N8 ile N9 ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca N9 ile N1, N5, N7 ve N2 besi ortamı arasında da farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. N2 ile N6 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük kallus çapı (2,60 mm) ise N2 ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.21.).



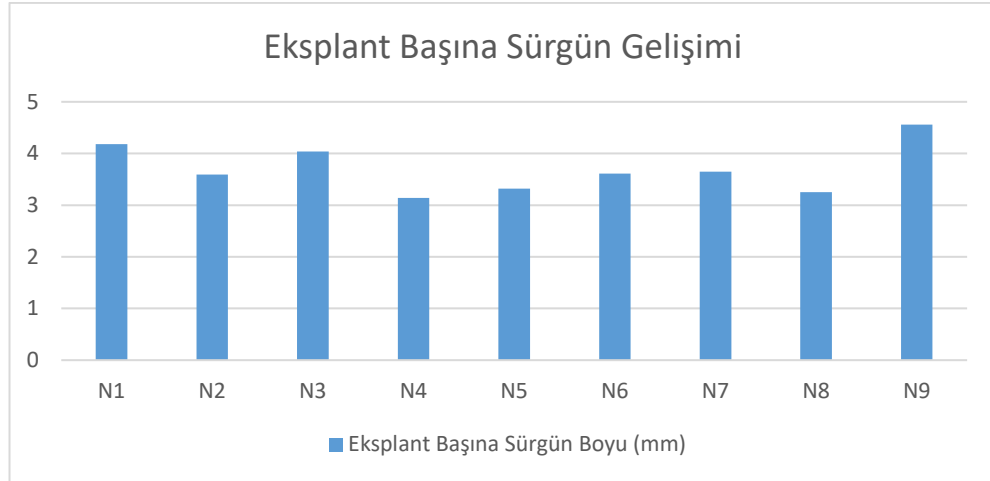
Şekil 4.21. *Nandina domestica* 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki kallus çapı gelişim grafiği.

Eksplant başına sürgün sayısı 1,67 adet (N5-1 mg/L BAP+0,05 mg/L NAA) ile 2,96 adet (N2-1 mg/L BAP+0,01 mg/L IBA) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün sayısı 2,96 adet ile N2 besi ortamından elde edilmiştir. Eksplant başına sürgün sayısı bakımından N2 ile N6, N3, N1 ve N8 ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca N4 ile N7, N9 ve N5 besi ortamları arasında da farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. N5 ile N2 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük eksplant başına sürgün sayısı (1,67 adet) ise N5 ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.22.).



Şekil 4.22. *Nandina domestica* 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki eksplant başına sürgün sayısı grafiği.

Eksplant başına sürgün boyu 3,14 mm (N4-1 mg/L BAP+0,05 mg/L IBA) ile 4,56 mm (N9-1 mg/L BAP+0,20 mg/L NAA) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün boyu 4,56 mm ile N9 besi ortamından elde edilmiştir. Eksplant başına sürgün boyu bakımından N9 ile N1 ve N3 ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca N1 ve N3 ile N7, N6 ve N2 besi ortamları arasında farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Bunlara ek olarak N7, N6 ve N2 ile N5, N8 ve N4 besi ortamları arasında da önemli farklılık olmadığı tespit edilmiştir. N4 ve N9 ortamları arasında elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük eksplant başına sürgün boyu (3,14 mm) ise N4 besi ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.23., Şekil 4.24.-4.32.).



Şekil 4.23. *Nandina domestica* 'nın farklı oksin içeren ortamlardaki eksplant başına sürgün gelişim grafiği.

Ortamlara eklenen bitki büyüme düzenleyicilerinden IBA'nın kallus gelişimini arttırmasına rağmen bitki boyu uzunluğuna önemli bir etkisi olmamıştır. Ortama eklenen NAA'nın 0,05 mg/L konsantrasyonun altında ve üzerinde olan konsantrasyonlarda bitki gövde kalınlığı üzerine aynı etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23.). Ortama eklenen IBA'nın tüm konsantrasyonlarında bitki gövde boyu olumsuz şekilde etkilenmiştir. Eksplant başına sürgün özellikleri için en uygun ortamın N2 (1,00 mg/L BAP ve 0,01 mg/L IBA) olduğu belirlenmiştir. Ortamdaki IBA konsantrasyonlarının kallus miktarını arttırmasına paralel olarak eksplant başına sürgün sayısını arttırdığı görülmüştür. Ortama eklenen IBA, bitkilerin boy uzunluğuna negatif etkisi olsa da yüksek çoğalma katsayısı sağlamıştır. Ortama eklenen NAA konsantrasyonlarının artışının kallus çapına etkisi az olsa da gövde uzunluğuna ve kalınlığına olumlu etkileri olmuştur. Mikroçoğaltımda kullanılabilecek en uygun ortamın N2 (1,00 mg/L BAP ve 0,01 mg/L IBA) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.24. *Nandina domestica* N1 (1,00 mg/L BAP) ortamında görünümü.



Şekil 4.25. *Nandina domestica* N2 (1,00 mg/L BAP + 0,01 mg/L IBA) ortamında görünümü.



Şekil 4.26. *Nandina domestica* N3 (1,00 mg/L BAP + 0,01 mg/L NAA) ortamında görünümü.



Şekil 4.27. *Nandina domestica* N4 (1,00 mg/L BAP + 0,05 mg/L IBA) ortamında görünümü.



Şekil 4.28. *Nandina domestica* N5 (1,00 mg/L BAP + 0,05 mg/L NAA) ortamında görünümü.



Şekil 4.29. *Nandina domestica* N6 (1,00 mg/L BAP + 0,10 mg/L IBA) ortamında görünümü.



Şekil 4.30. *Nandina domestica* N7 (1,00 mg/L BAP + 0,10 mg/L NAA) ortamında görünümü.



Şekil 4.31. *Nandina domestica* N8 (1,00 mg/L BAP + 0,20 mg/L IBA) ortamında görünümü.



Şekil 4.32. *Nandina domestica* N9 (1,00 mg/L BAP + 0,20 mg/L NAA) ortamında görünümü.

#### 4.1.3. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) sürgün uzaması ve köklendirme

Kültür süresi sonunda 0,10 mg/L BAP ve 20 gr/L şeker içeren MS besisi ortamında 15 gün bekletilerek bitki ve sürgünlerin uzaması sağlanmıştır. Daha sonra 0,10 mg/L NAA içeren 1/2 MS besisi ortamında 15 gün köklendirilmeye alınmıştır. Köklenme başladığında paper potlara ekimi yapılarak ön iklimlendirmesi bitki doku kültürü serasında yapılmıştır (Şekil 4.33.).



Şekil 4.33. *Nandina domestica* ön iklimlendirme çalışması.

## 4.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) Mikroçoğaltım Çalışmaları

### 4.2.1. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) besi ortam denemeleri

*Loropetalum chinense* bitkisinden alınan eksplantlar Şekil 3.7.'deki sterilizasyon aşamalarına tabi tutulup steril eksplantlardan elde edilen sürgünler ile mikroçoğaltım denemeleri kurulmuştur.

#### 4.2.1.1. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) sürgün gelişimi

*Loropetalum chinense* bitkisi için farklı miktarlarda makro ve mikro elementler içeren besi ortamları kullanılmıştır. Tablo 3.1.'de içerikleri detaylı belirtilen besi ortamlarının incelenen literatür bilgilerine dayanarak 1,00 mg/L BAP eklenmiştir.

Tablo 4.11. *Loropetalum chinense* besi ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi.

| V.K.         | S.D. | Eksplant Başına Sürgün Sayısı<br>(adet) |          | Eksplant Başına Sürgün Boyu<br>(mm) |                    |
|--------------|------|-----------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------|
|              |      | K.O                                     | F        | K.O.                                | F                  |
| Ortam        | 3    | 4,20                                    | 33,98**  | 21,00                               | 36,92**            |
| Gün          | 1    | 21,60                                   | 174,48** | 0,28                                | 0,50 <sup>öd</sup> |
| OrtamxGün    | 3    | 1,99                                    | 16,07**  | 8,83                                | 15,52**            |
| Hata         | 32   | 0,12                                    |          | 0,56                                |                    |
| CV%          |      | 3,87                                    |          | 2,49                                |                    |
| Genel toplam | 39   |                                         |          |                                     |                    |

K.O: Kareler ortalaması, F: Frekans, \*\*0,01 düzeyde önemli, öd: önemli değil.

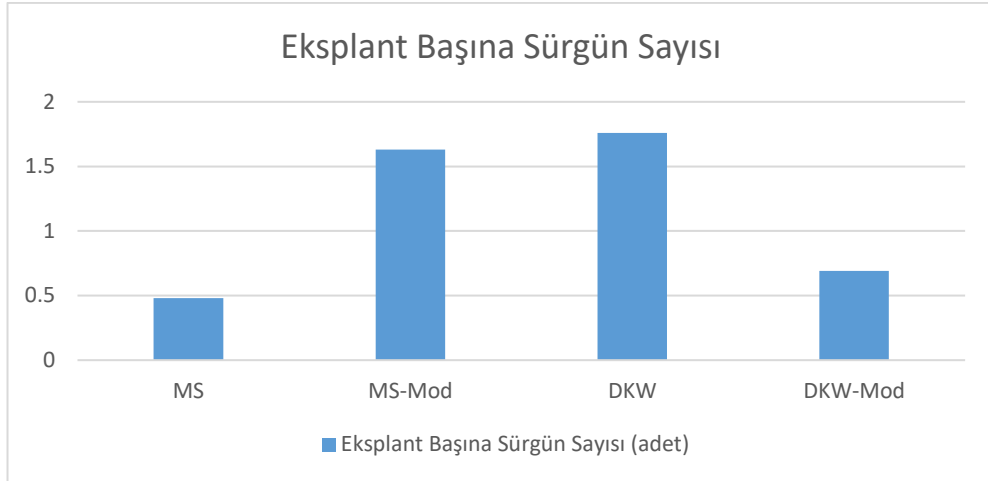
Eksplantların ekiminden 4 hafta sonra eksplant başına sürgün gelişimine ait varyans analizi Tablo 4.11.'de ve çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. *Loropetalum chinense* besi ortam denemelerinde eksplant başına sürgün gelişimi.

| ORTAMLAR | Eksplant Başına Sürgün Sayısı<br>(adet) | Eksplant Başına Sürgün Boyu<br>(mm) |
|----------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| MS       | 0,48 <sup>b</sup>                       | 4,36 <sup>a</sup>                   |
| MS-Mod   | 1,63 <sup>a</sup>                       | 4,26 <sup>a</sup>                   |
| DKW      | 1,76 <sup>a</sup>                       | 4,07 <sup>a</sup>                   |
| DKW-Mod  | 0,69 <sup>b</sup>                       | 1,34 <sup>b</sup>                   |

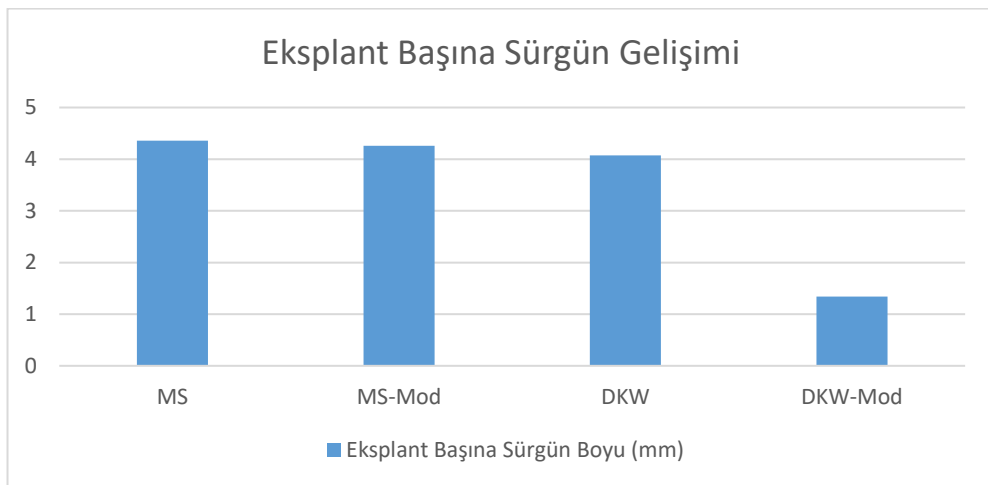
a-c: Aynı sütunda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P<0,01$ ).

Tablo 4.12. incelendiğinde, eksplant başına sürgün sayısı 0,48 adet (MS) ile 1,76 adet (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün sayısı 1,76 adet ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. Eksplant başına sürgün sayısı bakımından DKW ile MS-Mod besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca DKW-Mod ile MS ortamları arasında da farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir. DKW ile MS besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük eksplant başına sürgün sayısı (0,48 adet) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.12., Şekil 4.34.).



Şekil 4.34. *Loropetalum chinense*'nin farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün sayısı grafiği.

Eksplant başına sürgün boyu 1,34 mm (DKW-Mod) ile 4,36 mm (MS) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün boyu 4,36 mm ile MS besi ortamından elde edilmiştir. Eksplant başına sürgün boyu bakımından MS, MS-Mod ve DKW besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. DKW-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük eksplant başına sürgün boyu (1,34 mm) ise DKW-Mod ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.12., Şekil 4.35.).



Şekil 4.35. *Loropetalum chinense*'nin farklı ortamlardaki eksplant başına sürgün boyu gelişim grafiği.

Eksplant başına sürgün sayısı arttıkça sürgün boyunda azalma olmuştur. Eksplant başına sürgün gelişiminde DKW ve MS-Mod ortamlarının uygun olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.1.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) bitki gelişimi

*Loropetalum chinense* türünün 6 haftalık deneme süresi sonunda bitki gelişimine ait parametrelerde gövde boyu ve yaprak sayısında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. *Loropetalum chinense* besi ortam denemelerinde bitki gelişimine ait varyans analizi.

| V.K.         | S.D. | Gövde Boyu (mm) |          | İnternod (mm) |                    | Yaprak Sayısı (adet) |          |
|--------------|------|-----------------|----------|---------------|--------------------|----------------------|----------|
|              |      | K.O             | F        | K.O.          | F                  | K.O                  | F        |
| Ortam        | 3    | 18,37           | 20,11**  | 0,25          | 2,25 <sup>öd</sup> | 17,12                | 40,60**  |
| Gün          | 2    | 308,28          | 337,47** | 16,88         | 147,51**           | 199,21               | 472,51** |
| OrtamxGün    | 6    | 4,79            | 5,24**   | 0,21          | 1,86 <sup>öd</sup> | 12,71                | 30,16**  |
| Hata         | 48   | 0,91            |          | 0,11          |                    | 0,42                 |          |
| CV%          |      | 9,27            |          | 2,07          |                    | 2,69                 |          |
| Genel Toplam | 59   |                 |          |               |                    |                      |          |

K.O: Kareler ortalaması, F: Frekans, \*\*0,01 düzeyde önemli, öd: önemli değil.

Tablo 4.14. incelendiğinde internod bakımından ortamlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür.

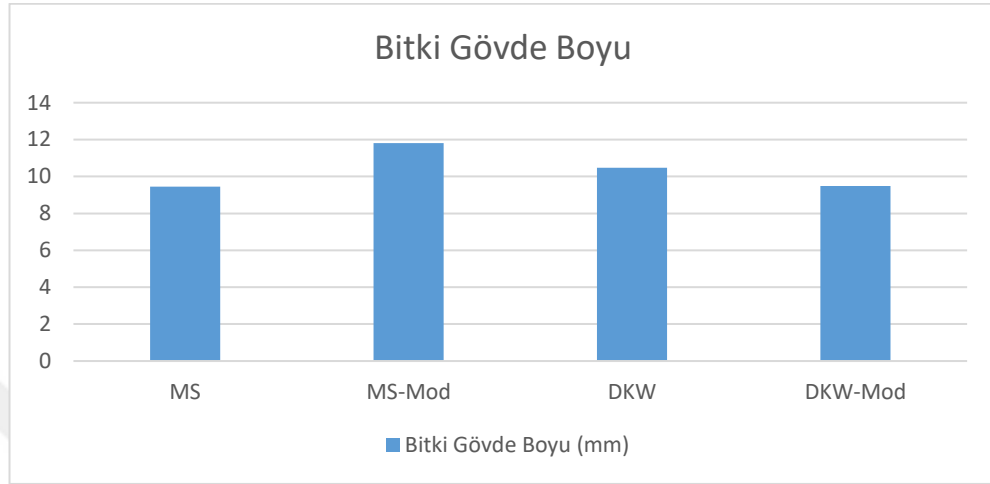
Tablo 4.14. *Loropetalum chinense* besi ortam denemelerinde bitki gelişimi.

| ORTAMLAR | Gövde Boyu (mm)    | İnternod (mm) | Yaprak sayısı (adet) |
|----------|--------------------|---------------|----------------------|
| MS       | 9,45 <sup>c</sup>  | 2,89          | 4,26 <sup>b</sup>    |
| MS-Mod   | 11,81 <sup>a</sup> | 2,91          | 5,80 <sup>a</sup>    |
| DKW      | 10,48 <sup>b</sup> | 2,78          | 6,25 <sup>a</sup>    |
| DKW-Mod  | 9,49 <sup>c</sup>  | 2,62          | 4,14 <sup>b</sup>    |

a-b: Aynı sütunda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P < 0,01$ ).

Tablo 4.14. incelendiğinde, bitki gövde boyu 9,45 mm (MS) ile 11,81 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek gövde boyu 11,81 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Bitki gövde boyu bakımından DKW-Mod ile MS besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile besi ortamları arasında

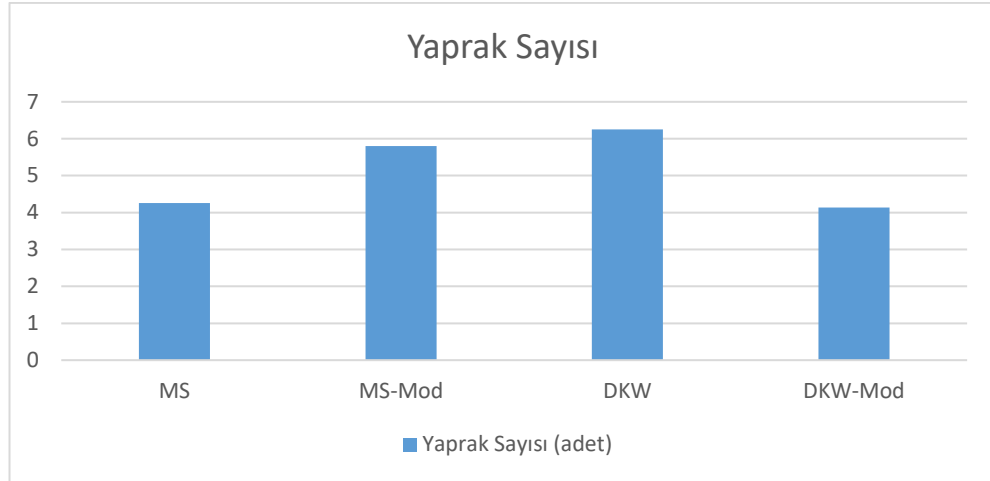
ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük bitki boyu (9,45 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.14., Şekil 4.36.).



Şekil 4.36. *Loropetalum chinense*'nin farklı ortamlardaki bitki boyu grafiği.

Bitki internod uzunluğu 2,62 mm (DKW-Mod) ile 2,91 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. Internod uzunluğu bakımından ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.14.).

Bitki yaprak sayısı 4,14 adet (DKW-Mod) ile 6,25 adet (DKW) arasında değişmiştir. En fazla yaprak sayısı 6,25 adet ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. Yaprak sayısı bakımından MS-Mod ile DKW besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca DKW-Mod ile MS ortamları arasında da anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. DKW ve MS-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük yaprak sayısı (4,14 adet) ise DKW-Mod ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.14., Şekil 4.37.).



Şekil 4.37. *Loropetalum chinense*'nin farklı ortamlardaki yaprak sayısı grafiği.

*Loropetalum chinense* için en uygun çoğaltma ortamı DKW besi ortamı olarak belirlenmiştir. MS-Mod besi ortamındaki gelişimleri de istenilen düzeye yakın olduğundan bu ortamın da çoğaltımda alternatif olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Tablo 4.15. *Loropetalum chinense*'nin günlere göre bitki gövde boyu gelişimine ortamların etkisi.

| ORTAMLAR | 1. gün            | 25. gün            | 45. gün            |
|----------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MS       | 6,62 <sup>e</sup> | 9,00 <sup>d</sup>  | 12,73 <sup>c</sup> |
| MS-Mod   | 6,82 <sup>e</sup> | 11,52 <sup>c</sup> | 17,09 <sup>a</sup> |
| DKW      | 7,05 <sup>e</sup> | 9,31 <sup>d</sup>  | 15,07 <sup>b</sup> |
| DKW-Mod  | 6,27 <sup>e</sup> | 9,15 <sup>d</sup>  | 13,05 <sup>c</sup> |

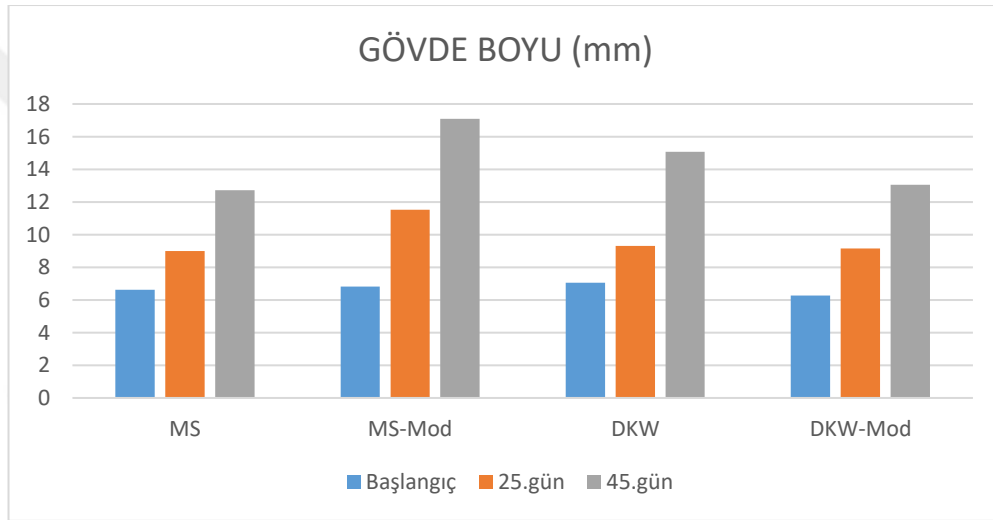
a-e: Tabloda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P < 0,01$ ).

Tablo 4.15 incelendiğinde, günler arasında bitki boyunda günler ve ortamlar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar olduğu görülmüştür. Bitki gövde boyu 1. günde 6,27 mm (DKW-Mod) ile 7,05 mm (DKW) arasında değişmiştir. Ortamlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.15.).

Bitki gövde boyu 25. günde 9,00 mm (MS) ile 11,52 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 11,52 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Bitki gövde boyu bakımından MS, DKW ve DKW-Mod besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En

düşük bitki gövde boyu (9,00 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.15., Şekil 4.39.).

45. günde bitki gövde boyu, 12,73 mm (MS) ile 17,09 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 17,09 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Bitki gövde boyu bakımından DKW-Mod ile MS besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile DKW ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük bitki gövde boyu (12,73 mm) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.15., Şekil 4.39.).



Şekil 4.38. *Loropetalum chinense*'nin farklı ortamlardaki 45 günlük gövde boyu gelişim grafiği.

Tüm ortamlarda günler arasındaki gövde boyu artışı MS-Mod ortamında özellikle 25-45 günler arasında gövde boyu artış katsayısı daha fazladır. 45. günde en uzun gövde boyu (17,09 mm) MS-Mod ortamında gerçekleşmiştir.

Tablo 4.16. *Loropetalum chinense*'nin günlere göre yaprak sayısı gelişimine ortamların etkisi.

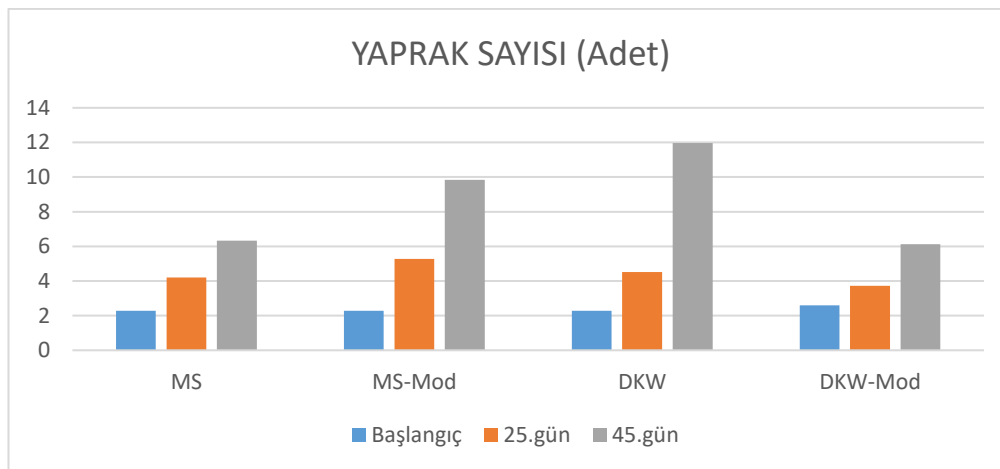
| ORTAMLAR | 1. gün            | 25. gün            | 45. gün            |
|----------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MS       | 2,28 <sup>f</sup> | 4,20 <sup>de</sup> | 6,32 <sup>c</sup>  |
| MS-Mod   | 2,28 <sup>f</sup> | 5,28 <sup>cd</sup> | 9,84 <sup>b</sup>  |
| DKW      | 2,28 <sup>f</sup> | 4,52 <sup>de</sup> | 11,96 <sup>a</sup> |
| DKW-Mod  | 2,60 <sup>f</sup> | 3,72 <sup>e</sup>  | 6,12 <sup>c</sup>  |

a-f: Tabloda yer alan örnekler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ( $P<0,01$ ).

Tablo 4.17. incelendiğinde, günler arasında yaprak sayısında günler ve ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bitki yaprak sayısı 1. günde 2,28 adet (DKW, MS ve MS-Mod) ile 2,60 adet (DKW-Mod) arasında değişmiştir. Ortamlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.16., Şekil 4.39.).

Bitki yaprak sayısı 25. günde 3,72 adet (DKW-Mod) ile 5,28 adet (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısı 5,28 adet ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Bitki yaprak sayısı bakımından MS-Mod ile DKW ve MS besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca DKW-Mod ile DKW ve MS besi ortamları arasında da anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. MS-Mod ile DKW-Mod ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük yaprak sayısı (3,72 adet) ise MS ortamından elde edilmiştir (Tablo 4.16., Şekil 4.39.).

45. günde bitki yaprak sayısı, 6,12 adet (DKW-Mod) ile 11,96 adet (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısı 11,96 adet ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. Bitki yaprak sayısı bakımından DKW-Mod ile MS besi ortamları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. DKW ile tüm ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. En düşük yaprak sayısı (6,12 adet) ise MS ortamından elde edilmiştir. (Tablo 4.16., Şekil 4.39., Şekil 4.40.-4.43.).



Şekil 4.39. *Loropetalum chinense*'nin farklı ortamlardaki 45 günlük yaprak sayı grafiği.

Şekil 4.39.'da ortamlar ve günler arasında yaprak sayısındaki farklılıklar gösterilmiştir. Yaprak sayısı MS-Mod ve DKW ortamlarında özellikle 25. günden sonra daha hızlı artış göstermiştir. Fakat 45. günde en fazla yaprak sayısı (11,96 adet) DKW besi ortamında belirlenmiştir.



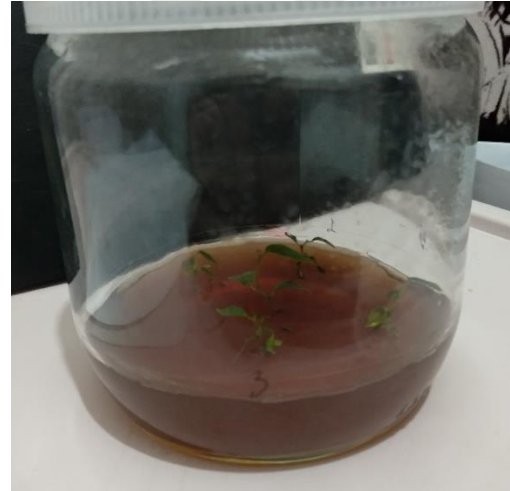
Şekil 4.40. *Loropetalum chinense* MS besi ortamında görünümü



Şekil 4.41. *Loropetalum chinense* MS-Mod besi ortamında görünümü



Şekil 4.42. *Loropetalum chinense* DKW besi ortamında görünümü



Şekil 4.43. *Loropetalum chinense* DKW-Mod besi ortamında görünümü

#### 4.2.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) sürgün uzaması ve köklendirme

Kültür süresi sonunda 0,10 mg/L BAP ve 20 gr/L şeker içeren MS besi ortamında 15 gün bekletilerek bitki ve sürgünlerin uzaması sağlanmıştır. Daha sonra 1,00 mg/L IBA

içeren 1/2 MS besi ortamında 7 gün köklendirilmeye alınmıştır. Köklenme başladığında cocopit plaklara ekimi yapılarak ön iklimlendirmesi bitki doku kültürü serasında yapılmıştır (Şekil 4.44.).



Şekil 4.44. *Loropetalum chinense* ön iklimlendirme çalışması.

## BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitki doku kültürü teknikleri ile hastalıksız, virüsten ari, hızlı bitki üretimi yapılabilmektedir. Özellikle üretimi zor bitkilerin çoğaltılmasında geleneksel üretim teknikleri yerine tercih edilen yaygın yöntemdir. Bitki doku kültüründe başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden biri de besi ortamlarıdır. En yaygın kullanılan MS besi ortamı birçok çalışmada kullanılmaktadır.

Bu araştırmada geleneksel yöntemlerle üretimi zor olan ve ülkemizde süs bitkisi sektöründe oldukça yaygın kullanılan *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* süs bitkilerinin mikroçoğaltım protokolleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yaygın kullanılan MS ve DKW besi ortamları baz alınarak, bitkilerin de toprak istekleri göz önünde bulundurularak modifiye edilmiş olan MS-Mod ve DKW-Mod besi ortamları kullanılmıştır. Ayrıca bitki büyüme düzenleyicilerinden oksinlerin *Nandina domestica* çoğalmasına etkileri de incelenmiştir.

### 5.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) Mikroçoğaltım Çalışmaları

#### 5.1.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) besi ortam denemeleri

*Nandina domestica* 'nın *in vitro* çoğaltımında en iyi sitokin oranının 1,00 mg/L BAP olduğu önceki yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Smith, 1983; Zeping ve ark., 2010). Bu amaçla besi ortam denemelerinde bitki çoğalmasının da gözlenebilmesi için besi ortamlarına 1,00 mg/L BAP eklenmiştir.

#### 5.1.1.1. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) sürgün gelişimi

Bu araştırmada eksplant başına sürgün sayısı 0,24 adet (MS) ile 2,64 adet (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün sayısı 2,64 adet ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. Eksplant başına sürgün sayısı bakımından kullanılan her bir ortamdan elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) diğerinden çok önemli derecede farklılık göstermiştir.

Eksplant başına sürgün boyu 0,96 mm (MS) ile 2,11 mm (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün boyu 2,11 mm (DKW) besi ortamından elde edilmiştir. DKW ve MS-Mod besi ortamları arasındaki fark önemsiz olarak belirlenmiştir. Bu ortamlar ile diğerleri arasındaki fark ise  $p<0,01$ 'e göre önemli bulunmuştur.

Eksplant başına sürgün gövde kalınlığı 0,51 mm (MS) ile 1,29 mm (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün gövde kalınlığı 1,29 mm (DKW) besi ortamından elde edilmiştir. DKW, DKW-Mod ve MS-Mod besi ortamları arasındaki fark önemsiz olarak belirlenmiştir. Bu ortamlar ile MS besi ortamı arasındaki fark ise  $p<0,01$ 'e göre önemli bulunmuştur.

Eksplant başına sürgün gelişimindeki tüm parametrelerde en uygun besi ortamı MS-Mod olarak belirlenmiştir. Eksplant başına sürgün boyu arttıkça sürgün gövde kalınlığının da paralel şekilde artış gösterdiği görülmüştür.

*S. wallisii* süs bitkisi ile yapılan çalışmada en fazla sürgünü 7-8 adet ile 1,00 mg/L BAP içeren MS besi ortamında olduğu tespit edilmiştir (Das ve ark., 2000). Buna göre bizim araştırmamızda aynı oranda bitki büyüme düzenleyicileri içeren aynı ortam kullanılmasına rağmen sonucun düşük olmasının sebebinin farklı süs bitkisi kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alev ağacı ile yapılan çoğaltım çalışmasında eksplant başına sürgün sayısını (3,7 adet) 2,00 mg/L BA içeren yarı-katı MS besi ortamında olduğunu bildirilmiştir (Akbulak,

2011). Bu çalışmadaki sürgün sayısı araştırmamızın sonuçlarından yüksektir. Sonuçlarımızın düşük olmasının sebebi kullanılan sitokinin miktarının yüksek olması ve farklı süs bitkisi kullanılması olduğu düşünülmektedir.

*Matthiola incana* ile yapılan *in vitro* çoğaltım çalışmasında en fazla sürgün sayısı (4,64 adet) içeren MS besi ortamında elde edilmiştir (Kaviani ve ark., 2011). Eksplant başına elde edilen sürgün sayısı araştırmamızdaki sonuçtan yüksektir. Farklı tür süs bitkisi ve farklı bitki büyüme düzenleyicisi kullanılmış olması sebep olabilir.

#### 5.1.1.2. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) bitki gelişimi

Bu araştırmada, bitki gövde boyu 2,33 mm (MS) ile 3,91 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek gövde boyu 3,91 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. MS-Mod ile MS ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir.

Bitki gövde kalınlığı 1,26 mm (MS-Mod) ile 1,54 mm (DKW-Mod) arasında değişmiştir. Gövde kalınlığı bakımından ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Bitki kallus çapı 2,12 mm (MS) ile 3,39 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek kallus çapı 3,39 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. MS-Mod ile MS ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir. Kallus çapı arttıkça gövde uzunluğu da paralel şekilde artış göstermiştir.

Ayrıca bu çalışmada, bitki boyunda günler ve ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bitki gövde boyu 25. günde 2,20 mm (MS) ile 3,43 mm (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 3,43 mm ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. MS ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.7., Şekil 4.13., Şekil 4.15.-4.18.).

45. günde bitki gövde boyu, 2,87 mm (MS) ile 6,41 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 6,41 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. MS-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.7., Şekil 4.13., Şekil 4.15.-4.18.).

*Matthiola incana* ile yapılan *in vitro* çoğaltım çalışmasında en uzun gövde boyu (1,16 cm) 2,00 KIN içeren MS besi ortamında elde edilmiştir (Kaviani ve ark., 2011). Bu çalışmadaki gövde boyu, araştırmamızdaki sonuçtan düşüktür. Farklı tür süs bitkisi ve farklı bitki büyüme düzenleyicisi kullanılmasının yanı sıra yüksek dozda kullanılan sitokininin bitki boyunda kısılmaya sebep olmuş olabilir.

#### 5.1.2. *Nandina domestica* (Cennet Bambusu) oksin denemeleri

Bu araştırmada, bitki gövde boyu 8,40 mm (N7-1 mg/L BAP+0,10 mg/L NAA) ile 14,81 mm (N9-1 mg/L BAP+0,20 mg/L NAA) arasında değişmiştir. En yüksek gövde boyu 14,81 mm ile N9 besi ortamından elde edilmiştir. N7 ile N9 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir.

Bitki gövde kalınlığı 1,97 mm (N4-1 mg/L BAP+0,05 mg/L IBA) ile 2,36 mm (N5-1 mg/L BAP+0,05 mg/L NAA) arasında değişmiştir. En yüksek gövde kalınlığı 2,36 mm ile N5 besi ortamından elde edilmiştir. N4 ile N5 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir.

Bitki kallus çapı 2,60 mm (N2-1 mg/L BAP+0,01 mg/L IBA) ile 3,64 mm (N6-1 mg/L BAP+0,10 mg/L IBA) arasında değişmiştir. En yüksek kallus çapı 3,64 mm ile N6 besi ortamından elde edilmiştir. N2 ile N6 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.21., Şekil 4.24.-4.32.).

Eksplant başına sürgün sayısı 1,67 adet (N5-1 mg/L BAP+0,05 mg/L NAA) ile 2,96 adet (N2-1 mg/L BAP+0,01 mg/L IBA) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün sayısı 2,96 adet ile N2 besi ortamından elde edilmiştir. N5 ile N2 besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.22., Şekil 4.24.-4.32.).

Eksplant başına sürgün boyu 3,14 mm (N4-1 mg/L BAP+0,05 mg/L IBA) ile 4,56 mm (N9-1 mg/L BAP+0,20 mg/L NAA) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün boyu 4,56 mm ile N9 besi ortamından elde edilmiştir. N4 ve N9 ortamları arasında elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.10., Şekil 4.23., Şekil 4.24.-4.32.).

Ortamlara eklenen bitki büyüme düzenleyicilerinden IBA'nın kallus gelişimini arttırmasına rağmen bitki boyu uzunluğuna önemli bir etkisi olmamıştır. Ortama eklenen NAA'nın 0,05 mg/L konsantrasyonun altında ve üzerinde olan konsantrasyonlarda bitki gövde kalınlığı üzerine aynı etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.23.). Ortama eklenen IBA'nın tüm konsantrasyonlarında bitki gövde boyu olumsuz şekilde etkilenmiştir. Eksplant başına sürgün özellikleri için en uygun ortamın N2 (1,00 mg/L BAP ve 0,01 mg/L IBA) olduğu belirlenmiştir. Ortamdaki IBA konsantrasyonlarının kallus miktarını arttırmasına paralel olarak eksplant başına sürgün sayısını arttırdığı görülmüştür. Ortama eklenen IBA, bitkilerin boy uzunluğuna negatif etkisi olsa da yüksek çoğalma katsayısı sağlamıştır. Ortama eklenen NAA konsantrasyonlarının artışının kallus çapına etkisi az olsa da gövde uzunluğuna ve kalınlığına olumlu etkileri olmuştur. Mikroçoğaltımda kullanılabilecek en uygun ortamın N2 (1,00 mg/L BAP ve 0,01 mg/L IBA) olduğu tespit edilmiştir.

*Nandina domestica* (Cennet Bambusu) ile yapılan doku kültürü çalışmalarında içerdiği berberin sebebiyle besi ortamında sararma ve kararma olduğu, özellikle BA, Kinetin, 2ip ve IAA'nın besi ortamında kullanılması ile bu olayın arttığını bildirilmiştir (Gould, 1982). Yaptığımız araştırmada BAP kullanılmasına rağmen ortamlarda herhangi bir sararma gözlenmemiştir.

*Spathiphyllum wallisii* süs bitkisi ile yapılan çalışmada 0,50 mg/L BAP ya da 0,50 mg/L BAP ve 0,50 mg/L NAA içeren MS besisi ortamında 3-4 adet sürgün oluşturduğunu tespit edilmiştir (Das ve ark., 2000). Bu çalışmadaki sürgün sayısı araştırmamızdaki sonuçtan yüksektir. Farklı tür süs bitkisi kullanılması sebep olmuş olabilir.

*N. domestica*'nın doku kültüründe üretimi üzerine yapılan çalışmada en uygun bitkisel çoğalmanın 7,3 katsayı ile 1,50 mg/L BA ve 0,10 mg/L IBA içeren MS ortamında olduğunu tespit etmişlerdir (Wang ve ark., 2011). Elde ettiğimiz sonuçlara göre bu çalışmanın sonucu yüksektir. Araştırmamızda kullanılan MS besisi ortamında bitkinin çoğalma katsayısı 0,24 adet olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada yüksek olması kullanılan BA sitokinin miktarının fazla kullanılmasından kaynaklanabilir.

*Amsonia orientalis* süs bitkisinin doku kültürü ile çoğaltılması üzerine yapılan çalışmada en uzun ortalama sürgün boyu 4,38 cm ile 0,50 mg/L IAA ve 1,50 mg/L BAP içeren MS ortamında tespit edilmiştir. Farklı BAP konsantrasyonlarının sürgün boyuna etkisi araştırılmış ve en uzun sürgün boyunun 0,50 mg/L BAP ortamında 3,24 cm olarak belirlenmiştir (Acemi, 2011). Bu çalışmadaki sürgün boyu elde ettiğimiz sonuçlardan yüksektir. Çalışmada sürgün boyunun daha uzun olması farklı bitkiler kullanılmasının yanı sıra yüksek oranda IAA kullanılması söylenebilir.

*Cotoneaster wilsonii* endemik süs bitkisinin mikroçoğaltımı çalışmasında eksplant başına en fazla sürgün sayısını (34 adet) 0,50 mg/L TDZ ve 0,10 mg/L NAA içeren MS besisi ortamında elde edilmiştir (Sivanesan ve ark., 2011). Bu çalışmanın sonucu araştırmamızın sonucundan yüksektir. Farklı tür bitki ve farklı bitki büyüme düzenleyicisi kullanılmasından kaynaklanabilir.

*Spathiphyllum* 'Sweet chico' süs bitkisi ile yapılan çalışmada en fazla sürgün sayısı (18 adet) 4,00 mg/L BAP ve 0,20 mg/L NAA içeren MS besisi ortamında olduğunu belirtmiştir (Arıcı, 2011). Elde ettiğimiz sonuçlara kıyasla bu çalışmanın sonuçları yüksektir. Kullanılan farklı tür süs bitkisi olmasının yanı sıra BAP miktarının da yüksek dozda kullanılması sebep olarak düşünülmektedir.

*Hyacinthus orientalis* (Sümbül) süs bitkisi ile yapılan mikroçoğaltım çalışmasında 1,50 mg/L BAP ve 0,10 mg/L NAA içeren modifiye MS besi ortamında 3,20 adet ile en fazla yavru soğan elde edildiği bildirilmiştir (Sesiz, 2014). Araştırmamızın sonuçları bu çalışmadan düşüktür. Kullanılan bitkinin soğanlı bitki olmasının yanında yüksek oranda kullanılan NAA sebebiyle olabilir. NAA'nın bitki kallus çapı ve gövde kalınlığını olumlu etki yaptığı yaptığımız çalışmada görülmüştür. Soğanlı bitkilerin yavru soğan oluşumunu teşvik ettiği düşünülmektedir.

*Arum italicum* ile yapılan çalışmada en yüksek sürgün gelişiminin (0,75 adet) ile 2,00 mg/L BAP ve 0,50 mg/L NAA içeren MS ortamında olduğu tespit edilmiştir (Ahmed ve ark., 2018). Elde ettiğimiz sonuçlara kıyasla bu çalışmanın sonuçları düşüktür. Farklı tür bitki olmasının yanı sıra yüksek oranda NAA kullanılmasının sürgün sayısına negatif etkisi olduğu düşünülmektedir.

## **5.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) Mikroçoğaltım Çalışmaları**

### **5.2.1. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) besi ortam denemeleri**

*Loropetalum chinense* bitkisi için farklı miktarlarda makro ve mikro elementler içeren besi ortamları kullanılmıştır. Bu çalışmada besi ortam denemelerinde bitki çoğalmasının da gözlenebilmesi için besi ortamlarına 1,00 mg/L BAP eklenmiştir.

#### **5.2.1.1. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) sürgün gelişimi**

Bu araştırmada, eksplant başına sürgün sayısı 0,48 adet (MS) ile 1,76 adet (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün sayısı 1,76 adet ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. DKW ile MS besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p < 0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.12., Şekil 4.34., Şekil 4.40.-4.43.).

Eksplant başına sürgün boyu 1,34 mm (DKW-Mod) ile 4,36 mm (MS) arasında değişmiştir. En yüksek eksplant başına sürgün boyu 4,36 mm ile MS besi ortamından elde edilmiştir. DKW-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.12., Şekil 4.35., Şekil 4.40.-4.43.).

*M. aucheri* ile yapılan çalışmada soğan pul yapraklarında en yüksek soğan sayısını (51,7 adet) 2,00 mg/L KIN ve 0,20 mg/L IBA içeren MS ortamında, olgunlaşmamış embriyoda ise (18,3 adet) 0,50 mg/L KIN, 2,00 mg/L BAP ve 0,25 mg/L IBA içeren MS besi ortamında olduğu tespit edilmiştir (Allahverdikhani Vaziri, 2009). Bu çalışmanın sonucu elde ettiğimiz sonuçtan oldukça yüksektir. Buna göre araştırma sonuçlarımızın düşük olması farklı süs bitkisi kullanılmasından kaynaklanabilir. Ayrıca farklı eksplant kaynakları kullanıldığında farklı oranlarda çoğalma gözlenmiştir.

*C. wilsonii* endemik süs bitkisi ile yapılan çalışmada en fazla sürgün sayısını (34 adet) 0,50 mg/L TDZ ve 0,10 mg/L NAA içeren MS besi ortamında olduğu bildirilmiştir (Sivanesan ve ark., 2011). Araştırma sonucumuza göre yüksek olan bu çalışmada farklı tür bitki ve farklı bitki büyüme düzenleyicisi kullanılmasından kaynaklanabilir.

Aspir bitkisi ile yapılan çalışmada en iyi sürgün çoğaltımı, eksplant başına 5,33 adet sürgün ile 0,50 mg/L BAP içeren MS besi ortamında elde edilmiştir (Hamidi Birecikli, 2018). Bu çalışmanın sonucu araştırmamızın sonucundan yüksektir. Farklı tür bitkinin kullanılmasından kaynaklanabilir.

*Vigna caracalla L.* ile yaptıkları çalışmada farklı besi ortamlarında sürgün rejenerasyonu denemiştir. En yüksek çoğaltım katsayısı (1,62 adet) WPM besi ortamında elde etmiştir (Güngör, 2018). Bu çalışmadaki çoğaltım katsayısı araştırma sonucumuzdan düşüktür. Farklı bitkilerin farklı ortamlarda gelişimi farklılıklar göstermektedir. Buradaki farklılığın sebebinin genellikle besi ortam denemelerinde sitokinin miktarının az kullanılması ya da hiç kullanılmaması olduğu düşünülmektedir.

#### 5.2.1.2. *Loropetalum chinense* (Çin Püskülü) bitki gelişimi

Bu araştırmada, *L. chinense* bitki gövde boyu 9,45 mm (MS) ile 11,81 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek gövde boyu 11,81 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. MS-Mod ile besi ortamları arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.14., Şekil 4.36., Şekil 4.40.-4.43.).

Bitki internod uzunluğu 2,62 mm (DKW-Mod) ile 2,91 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. Internod uzunluğu bakımından ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.14., Şekil 4.40.-4.43.).

Bitki yaprak sayısı 4,14 adet (DKW-Mod) ile 6,25 adet (DKW) arasında değişmiştir. En fazla yaprak sayısı 6,25 adet ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. DKW ve MS-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.14., Şekil 4.37., Şekil 4.40.-4.43.).

*Loropetalum chinense* için en uygun çoğaltma ortamı DKW besi ortamı olarak belirlenmiştir. MS-Mod besi ortamındaki gelişimleri de istenilen düzeye yakın olduğundan bu ortamın da çoğaltımda alternatif olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Ayrıca bu araştırmada, bitki boyunda günler ve ortamlar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar olduğu görülmüştür. Bitki gövde boyu 25. günde 9,00 mm (MS) ile 11,52 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 11,52 mm ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. MS-Mod ile diğer ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.15., Şekil 4.39., Şekil 4.40.-4.43.).

45. günde bitki gövde boyu, 12,73 mm (MS) ile 17,09 mm (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek bitki gövde boyu 17,09 mm ile MS-Mod besi ortamından elde

edilmiştir. MS-Mod ile DKW ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.15., Şekil 4.39., Şekil 4.40.-4.43.).

Ayrıca bu araştırmada, yaprak sayısında günler ve ortamlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bitki yaprak sayısı 25. günde 3,72 adet (DKW-Mod) ile 5,28 adet (MS-Mod) arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısı 5,28 adet ile MS-Mod besi ortamından elde edilmiştir. MS-Mod ile DKW-Mod ortamı arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.16., Şekil 4.39., Şekil 4.40.-4.43.).

45. günde bitki yaprak sayısı, 6,12 adet (DKW-Mod) ile 11,96 adet (DKW) arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısı 11,96 adet ile DKW besi ortamından elde edilmiştir. DKW ile tüm ortamlar arasında ise elde edilen sonuçlar istatistiki açıdan ( $p<0,01$ ) anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.17, Şekil 4.40, Şekil 4.41-4.44). Yaprak sayısı MS-Mod ve DKW ortamlarında özellikle 25. günden sonra daha hızlı artış göstermiştir. Fakat 45. günde en fazla yaprak sayısı (11,96 adet) DKW besi ortamında belirlenmiştir.

*L. chinense*'nin polen çimlenme yüzdesi üzerine yaptıkları çalışmada %10 şeker kamışı,  $B^{+3}$  (Bor) ve  $Ca^{+2}$  (Kalsiyum) ilave edilen doku kültürü ortamında %58,47 oranında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir (Tang ve ark., 2005). Araştırmamızda kullandığımız ortamlardan  $B^{+3}$  (Bor) ve  $Ca^{+2}$  (Kalsiyum) miktarları fazla olan besi ortamında bitkinin hem sürgün hem de bitki gelişiminin fazla olmuştur. Bu açıdan bu çalışma ile araştırmamız benzerlik göstermektedir.

*L. chinense* ile yapılan kallus çalışmasında, en uygun ortamın, 2,00 mg/L NAA ve 0,50 mg/L BA içeren MS ortamı olduğunu bildirilmiştir. Fakat karanlık ortamda 1,50 mg/L NAA içeren MS ortamında daha iyi kallus gelişimi olduğu da belirtilmiştir (Wang ve ark., 2006). Çalışmada kallus kültürü, araştırmamızda ise meristem kültürü kullanılmıştır. Farklı doku kültürü yöntemleri kullanılması sebebiyle bu çalışmanın sonucu araştırma sonuçlarımızla benzerlik göstermemektedir.

*L. chinense*'nin vitrifikasyonu üzerine yapılan çalışmada, BA, NAA, aktif karbon, şeker, agar kullanımının vitrifikasyonu azalttığını tespit etmişlerdir. Hatta kesim işleminde ara dal seçimi ile ortama PVA eklemenin de vitrifikasyon oranını negatif yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Yin ve ark., 2008). Bu çalışmada sitokinin olarak BAP kullanılması sebebiyle bitkilerin hiç birinde vitrifikasyon sorunu gözlenmemiştir

*L. chinense* ile yapılan haploid kallus çalışmasında, bitki için en uygun ortamın 2,5 mg/L NAA, 0,5 mg/L BA ve 30 gr/L sükroz içeren Gamborg B5 ortamı olduğunu bildirilmiştir (Li ve ark., 2011). Araştırmamızda kullanılan doku kültürü yönteminden farklı olarak kallus kültürü kullanılması sebebiyle bu çalışmanın sonucu araştırma sonuçlarımızla benzerlik göstermemektedir.

Bu araştırma, *Nandina domestica* ve *Loropetalum chinense* bitkilerinin mikroçoğaltımı üzerine ülkemizde yapılan ilk çalışmadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, bu alanda ülkemizde yapılacak akademik çalışmalara ve literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Besi ortamı denemelerinde *Nandina domestica* için sürgün sayısı 2,64 adet ile 1,00 mg/L BAP içeren MS-Mod besi ortamının çoğaltım için uygun olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen MS-Mod besi ortamına eklenen farklı konsantrasyonlarda oksinlerin *Nandina domestica* çoğalmasına etkilerinde ise eksplant başına sürgün sayısı 2,96 adet ile 1,00 mg/L BAP ve 0,01 mg/L IBA içeren MS-Mod ortamında olduğu belirlenmiştir. *Loropetalum chinense* besi ortam denemelerinde eksplant başına sürgün sayısı 1,76 adet ile 1,00 mg/L BAP içeren DKW besi ortamının mikroçoğaltım için uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca eksplant başına sürgün sayısı 1,63 adet ile 1,00 mg/L BAP içeren MS-Mod besi ortamının da mikroçoğaltımda kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Bitkilerin toprak istekleri dikkate alınarak hazırlanan modifiye edilmiş besi ortamlarından başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu da bitkinin doğal isteklerinin mikroçoğaltımda karşılanmasının önemli olduğunu sonucunu göstermektedir. Bu verilerden yola çıkılarak, standart besi ortamları yerine, her bitki türü için bitkinin istekleri dikkate alınarak hazırlanan ortamlarının mikroçoğaltımda daha başarılı sonuçlar vereceği değerlendirilmektedir. Elde edilen verilere ek olarak, *N. domestica*

için farklı sitokinin oranları ile yeni deneme çalışmaları yapılabilir. Ayrıca *L. chinense* için farklı bitki büyüme düzenleyicileri ile çoğalma katsayısı arttırma çalışmaları da bitkinin çoğalma potansiyelinin belirlenmesi açısından önemli olabilir.



## KAYNAKLAR

- Acemi, A. 2011. Farkli Konsantrasyonlardaki Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin *Amsonia Orientalis* Decne. (*Apocynaceae*)'in Doku Kültürü İle Çoğaltılmasına Olan Etkilerinin Araştırılması. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Acıbuca, V., Bostan Budak, D. 2018. Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. 33(1): 37-44.
- Ahmed, N.A., Christie, S. R., Zettler, F. W. 1983. Identification and Partial Characterization of a Closterovirus Infecting *Nandina domestica*. Phytopathology: 470-475.
- Akbulak, T. 2011. Alev Ağacı (*Photinia X fraseri* Dress) Süs Bitkisinin Mikroçoğaltımında sıvı Kültür ve Geçici Daldırma Biyoreaktör Sistemlerinin Kullanımı. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Allahverdikhani Vaziri, P. 2009. Endemik *Muscari aucheri*'nin *in vitro* Klonal Çoğaltımı Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim. 2019. *L. chinense*. exotic flora. *L. chinense* flower. <https://exoticflora.in/products/chinese-fringe-flower-or-Loropetalum-chinense-flowering-shrubs>. Erişim Tarihi: 10.12.2019.
- Anonim. 2019. *Loropetalum chinense*. <https://bodurbitki.com/product/Loropetalum-chinense-rubrum-bitkisi-chinense-rubrum/>. Erişim Tarihi: 23.01.2020.
- Arıcı, Ş. E. 2011. *Spathiphyllum* (Sweet Chico)'nın *In vitro* Adventif Sürgün Oluşumunun Teşviki. Journal of Natural & Applied Sciences. 15(3): 166-170.
- Aygün, G. 2015. Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin *Anthurium andreaeanum* L. Türünün İki Çeşidinin Mikroçoğaltımı Üzerindeki Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü. Yüksek Lisans Tezi.
- Babaoğlu, M. Yorgancılar, M., Akbudak, M. A. 2001. Bitki Biyoteknolojisi. İçinde: Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya.
- Bajpai, V. K., Lee, T. J., Kang, S. C. 2009. Chemical composition and *in vitro* control of agricultural plant pathogens by the essential oil and various extracts of *Nandina domestica* Thunb. J Sci Food Agric: 109-116.

- Bajpai, V. K., Park, I., Lee, J., Shukla, S., Nile, S. H., Chun, H. S., Khan, I., Oh, S. Y., Lee, H., Huh, Y. S. Na, M., Han, Y-K. 2019. Antioxidant and antimicrobial efficacy of a biflavonoid, amentoflavone from *Nandina domestica* in vitro and in minced chicken meat and apple juice food models. Food Chemistry: 239-247.
- Bajpai, V. K., Rahman, A., Kang, S. C. 2008. Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of *Nandina domestica* Thunb. to control food-borne pathogenic and spoilage bacteria. International Journal of Food Microbiology 125: 117-122.
- Bao, Z., Chen, B. 2007. Variation in Morphological Traits among *Loropetalum chinense* var. *rubrum* Accessions. Hortscience 42(2): 399-402.
- Bi, S.F., Zhu, G. Q., Wu, J., Li, Z. K., Lv, Y. Z., Fang, L. 2015. Chemical Composition and Antioxidant Activities of The Essential Oil From *Nandina Domestica* Fruits. Natural Product Research 30(3): 362-365.
- Chen, H., Li, M., Zhang, C., Du, W., Shao, H., Feng, Y., Zhang, W., Yang, S. 2018. Isolation and Identification of the Anti-Oxidant Constituents from *Loropetalum chinense* (R. Brown) Oliv. Based on UHPLC-Q-TOF-MS/MS. molecules 23(1): 2-15.
- Chen, L., Yin, H., Li, Y., Tang, Q. 2008. Effect of weak light on pigment in leaves of *Loropetalum Chinese Var.rubrum*. Journal of Xinyang Agricultural College 3.
- Cochran, D. R., Giliam, C. H., Eakes, D. J., Wehtje, G. R., Knight, P. R. 2008. Herbicide Use In Propagation of *Loropetalum chinense* 'Ruby'. J. Environ. Hort. 26(3): 139-143.
- Das, A., Paul, A. K., Chaudhuri, S. 2000. Micropropagation of *Spathiphyllum wallisii* - An Important Ornamental Plant. Horticultural Journal 13 (2): 71-75.
- Dehgan, B. 1984. Germination of *Nandina domestica* seed as Influenced by GA3 and stratification. Proceeding of the Florida State Horticultural Society 97(10): 311-313.
- Demirbaş, A. R. 2010. Süs Bitkileri Yetiştiriciliği. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi.
- Dinçer, D. Bekçi, B., Bekiryazıcı, F. 2010. Türkiye'deki Doğal Bitki Türlerinin Üretiminde Doku Kültürü Tekniklerinin Kullanımı. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD: 295-302.
- Driver, J. A., Kuniyuki, A. H. 1984. In vitro propagation of Paradox walnut rootstock.» HortScience 19: 507-509.
- Düzer, E. 2010. *Origanum onites* ve *Origanum majorana* Bitkileri İle Meristem Kültürü Kullanılarak Stres Fizyolojisi Çalışması. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Feng, Y., Chen, Z., Wang, X., Pan, K., Hong, D. 1999. A taxonomic revision of the *Loropetalum*-*Tetrathyrum* complex and its systematic position in the *Hamamelidoideae*, based on morphology and ITS sequence data. Taxon (Wiley) 48(4): 689-700.

- Feng, Y., Yu, X., Li, D., Chen, H., Chen, J. 2012. Seeds Germination Characteristics of *Loropetalum chinense* and *Loropetalum chinense* var. *rubrum*. Chinese Agricultural Science Bulletin 19.
- Forrester, M. B. 2018. Pediatric *Nandina domestica* ingestions reported to poison centers. Human and Experimental Toxicology 374: 338-342.
- Gawel, N. J., Johnson, G. R., Sauve, R. 1996. Identification of Genetic Diversity among *Loropetalum chinense* var. *rubrum* Introductions. J. Environ. Hort. 14(1): 38-41.
- Gilman, E. F. 1999. *Nandina domestica*. Fact Sheet,: 1-3.
- Gong, W., Liu, W., Gu, L., Kaneko, S., Koch, M. A., Zhang, D. 2016. From glacial refugia to wide distribution range: demographic expansion of *Loropetalum chinense* (*Hamamelidaceae*) in Chinese subtropical evergreen broadleaved forest. Org Divers Evol: 23-38.
- Gould, J. H. 1982. A Study Of Substances Released By Plant Tissues Cultured *In Vitro*. University of California.
- Guoqin, W., Daowen, H., Zhen, H. 2005. Relationships between colors and some physiological and biochemical indexes of leaves from *Nandina domestica*. Subtropical Plant Science 34(4): 38-40.
- Güngör, H. H., 2018. *Vigna caracalla* L. Verde. Bitkisinin *In vitro* Klonal Mikroçoğaltımı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Hamidi Birecikli, A. 2018. Balcı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşidinin Mikroçoğaltımı. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Han, J., Ahn, Y. J., Luo, X. Y. 2011. P-Hydroxybenzaldehyde, A Growth Inhibitory Chemical Extracted From Common *Nandina* (*Nandina domestica* Thunb.) leaf. Allelopathy Journal 28(2): 213-224.
- Ikuta, A. 1994. *Nandina domestica* (Heavenly Bamboo):*In Vitro* Culture and the Production of Jatrorrhizine, Berberine, and Other Alkaloids. Medical and Aromatic Plants: 259-260.
- Indra, B., Tadano, T., Nakagawasai, O., Arai, Y., Yasuhara, H., Ohizumi, Y., Kisara, K. 2002. Suppressive effect of nantenine, isolated from *Nandina domestica* Thunberg. on the 5-hydroxy-L-tryptophan plus clorgyline-induced head-twitch response in mice. Life Sciences 70: 2647-2656.
- Iwasa, K., Takashi, T., Nishiyama, Y., Moriyasu, M., Sugiura, M., Takeuchi, A., Tode, C., Tokuda, H., Takeda, K. 2008. Online Structural Elucidation of Alkaloids and Other Constituents in Crude Extracts and Cultured Cells of *Nandina domestica* by Combination of LC-MS/MS, LC-NMR, and LC-CD Analyses. J. Nat. Prod. 71: 1376-1385.
- Junsheng, Y., Boufford, D. E., Brach, A. R. 2019. Flora of China. İçinde: 1. *NANDINA* Thunberg, China.

- Karlığa, R., 2011. *Kitaibelia balansae'nin In vitro* Klonal Çoğaltım Olanaklarının Araştırılması. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaviani, B., Hesar, A. A., Kharabian-Masouleh, A.. 2011. *In vitro* Propagation of *Matthiola incana* (Brassicaceae)-An Ornamental Plant. Plant Omics Journal 4(7): 435-440.
- Kazaz, S. 2016. Dünya Süs Bitkileri Sektöründe Ürün Deseni, Sosyo-Ekonomik ve Teknoloji Alanında Yaşanan Gelişmeler ile Türkiye'nin Gelecek Vizyonu. VI. Süs Bitkileri Kongresi. Antalya, 3-13.
- Keever, G. J. 1993. Promotion of Branching in *Nandina* ( *Nandina domestica* Thunb.) 'Harbour Dwarf' with ASC-66952. J. Environ. Hort. 11(3): 141-143.
- Keever, G. J., Findley, D. A. 2002. Thidiazuron Increases Shoot Formation in *Nandina*. J. Environ. Hort. 20(1): 24-28.
- Keever, G. J., Morrison T. A. 2003. Multiple Benzyladenine Applications Increase Shoot Formation in *Nandina*. J. Environ. Hort. 21(3): 144-147.
- Knox, G. W., Wilson, S. B. 2006. Evaluating North and South Florida Landscape Performance and Fruiting of Ten Cultivars and a Wild-type Selection of *Nandina domestica*, a Potentially Invasive Shrub. J. Environ. Hort. 24(3): 137-142.
- Kodai, T., Horiuchi, Y. 2010. Novel Cycloartane-Type Triterpenoid From The Fruits Of *Nandina domestica*. J Nat Med 64: 216-218.
- Li, A.R., Zhu, Y., Li, X. N., Tian, X. J. 2007. Antimicrobial Activity Of Four Species Of *Berberidaceae*. Fitoterapia 78: 379-381.
- Li, T., Liu Y. 2007. Studied On The Theory Of The Color Change Of *Nandina Domestica* Fruits. Hunan Forestry Science & Technology.
- Li, Y., Tang, Q., Zhang, H., Li, D., Xiong, X., Yu, X. 2009. Effect of Copper Ion Concentration on Physiological and Biochemical Characteristics of *Loropetalum chinense* var. *rubrum*. Nonwood Forest Research 1.
- Li, Y., Xiong, X., Yu, X., He, C., Lu, C., Yuan, F., Zhu, J. 2010. Biological Characteristics of Variegated Bud Sports of *Loropetalum chinense* var. *rubrum*. Scientia Silvae Sinicae 8.
- Li, Y., Yu, X., Xiong, X., Chen, J., Zhu, J. 2011. Induction And Cultivation Of Haploid Callus Of *Loropetalum chinense* Var. *Rubrum*. Journal of Hunan Agricultural University 37(6): 632-636.
- Li, Y., Zhu, J., Tang, Q., Wen, L., Yin, H., Zhang, J. 2008. Effects Of Aluminum On Leaf Color Of *Loropetalum chinense* Var. *Rubrum*. Hunan Forestry Science & Technology 2.
- Liu, R. 2008. Study on Antimicrobial Activity of Flavonoids Extracted from *Camellia japonica* and *Loropetalum chinese* Flower. Journal of Anhui Agricultural Sciences 20.

- Liu, Y., Wu, Y., Yuan, K., Ji, C., Hou, A., Yoshida, T., Okuda, T. 1997. Astragalin 2",6"-Di-O-Gallate From *Loropetalum chinense*. *Phytochemistry* 46(2): 389-391.
- Loconte, H., Estes, J. R. 1989. Phylogenetic Systematics of *Berberidaceae* and *Ranunculales* (*Magnoliidae*). *Systematic Botany* 14(4): 565-579.
- Masataka, M., Momoyo, I., Yutaka, S., Kazutaka, I., Yumi, N., Atsushi, K. 1992. Analysis of Alkaloids in *Nandina domestica* by Means of HPLC and TLC-Densitometry [in Japanese]. *The Japanese journal of pharmacognosy* 46(2): 143-149.
- Masuda, T., Fujita, N., Odaka, Y., Takeda, Y., Yonemori, S., Nakamoto, K., Kuninaga, H. 2007. Tyrosinase Inhibitory Activity of Ethanol Extracts from Medicinal and Edible Plants Cultivated in Okinawa and Identification of a Water-Souble Inhibitor from the Leaves of *Nandina domestica*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 71(9): 2316-2320.
- McFadden, S. E., Conover, C. A. 1970. Slow Release Fertilizer Effects On Growth Of *Nandina Domestica* In Containers. *Proceedings of the 83rd Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society. Florida*, 472-475.
- Min, F., Anming, L. 1998. Floral Organogenesis And Its Systematic Significance Of The Genus *Nandina* (*Berberidaceae*). *Acta Botanica Sinica* 40(2): 102-108.
- Mione, T. 1990. Comparative Ontogeny Of The Inflorescence And Flower Of *Hamamelis Virginiana* And *Loropetalum chinense* (*Hamamelidaceae*). *American Journal of Botany* 77(1).
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A Revised Medium For Rapid Growth And Bio-Assays With Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Onay, A., Yıldırım, H., Pirinç, V., Tilkat, E., Çiftçi, Y. Ö., Akdemir, H., Süzerer, V. Çalar, N., Binici, M., Akdemir, Ö. F., Kılınç, F. M. 2012. Bitkilerin Biyoteknolojik Yöntemlerle Ticari Çoğaltımı; Mevcut ve Gelecekteki Durum.» *Yaşam Bilimleri Dergisi* 1(2): 11-28.
- Ozudogru, A., Silva, D. P. C., Kaya, E., Dradi, G., Paiva, R., Lambardi, M. 2013. In vitro Conservation and Cryopreservation of *Nandina domestica*, an Outdoor Ornamental Shrub. *Not Bot Horti Agrobi* 41(2): 638-645.
- Özdemir, F. A., Yıldırım, M. U., Kahriz, M. P. 2014. Efficient Micropropagation of Highly Economic, Medicinal and Ornamental Plant *Lallemantia iberica* (Bieb.) Fisch. and C. A. Mey. *BioMed Research International*.
- Öztürk, M., Temel, M. 2016. Süs Bitkileri Sektörünün Türkiye Dış Ticaretindeki Yeri. VI. Süs Bitkileri Kongresi. Antalya, 206-211.
- Peng, C. Y., Liu, J. Q., Zhang, R., Shu, J. C. 2014. A new alkaloid from the fruit of *Nandina domestica* Thunb. *Natural Product Research* 28(15): 1159-1164.
- Pooler, M. R. 2013. *Loropetalum chinense* ‘Snow Panda’. *Hortscience* 48(7): 906.
- Poyraz, H. 2012. Endemik *Erodium somanum*'un Bitki Doku Kültürü Yöntemi İle Mikroçoğaltımı. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü. Yüksek Lisans Tezi.

- Rhie, Y. H., Kim, J., Lee, S. Y., Kim, K. S. 2016. Non-Deep Simple Morphophysiological Dormancy In Seeds Of Heavenly Bamboo (*Nandina domestica* Thunb.). *Scientia Horticulturae* 210: 180-187.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. 2008. Tohumlu Bitkiler Sistematığı. Ege Üni. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116.
- Seo, S. J., Shim, K. B., Kim, N. W. 2011. Antioxidative Effects of Solvent Fractions from *Nandina domestica* Fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(10): 1371-1377.
- Sesiz, U. 2015. Sümbül Bitkisinin (*Hyacinthus orientalis* L.) *In vitro* Mikroçoğaltımı. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü. Yüksek Lisans Tezi.
- Shu, J., Liu, J., Peng, C., Wang, Y. 2013. Study on the Lignan Constituents in Seeds of *Nandina domestica* Thunb. *Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy* 2.
- Sivenasan, I., Song, J. Y., Hwang, S. J., Jeong, B. R. 2011. Micropropagation of *Cotoneaster wilsonii* Nakai-A Rare Endemic Ornamental Plant. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 105: 55-63.
- Smith, R. H. 1983. *In Vitro* Propagation Of *Nandina domestica* Cultivar *Purpurea*.» *Hortscience* 18(3): 304-305.
- Sürer Han, M. 2018. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yetişen ve Endemik Bir Tür Olan *Nepeta baytopii* Hedge-Lamond'un *In vitro* Mikroçoğaltım Yollarının Araştırılması. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tang, Q., Chen, Y., Zhou, P. 2003. Study On The Stability Of Anthocyanin And Ph Cahnges In Cell Sap Of Leaves In *Loropetalum chinense* var. *rubrum*. *Hunan Forestry Science and Technology*.
- Tang, Q., Zhang, H., Xie, X. 2005. Factors Effecting Pollen Germination Percentage Of *L. chinensis* Var *Rubrum* And *L. chinensis*. *Hunan Forestry Science and Technology* 4.
- Tsukiyama, M., Akaishi, T., Ueki, T., Okumura, H., Abe, K. 2007. The Extract from *Nandina domestica* Thunberg Inhibits Histamine- and Serotonin-Induced Contraction in Isolated Guinea Pig Trachea. *Biol. Pharm. Bull.* 30(11): 2063-2068.
- Tsukiyama, M., Ueki, T., Yasuda, Y., Kikuchi, H., Akaishi, T., Okumura, H., Abe, K. 2009.  $\beta$ 2-Adrenoceptor-Mediated Tracheal Relaxation Induced by Higenamine from *Nandina domestica* Thunberg. *Planta Med* 75: 1393-1399.
- Ueki, T., Akaishi, T., Okumura, H., Morioka, T., Abe, K. 2011. Biphasic Tracheal Relaxation Induced by Higenamine and Nantenine From *Nandina domestica* THUNBERG. *J Pharmacol Sci* 115: 254-257.
- Wang, C., Zhang, J., Fan, W., Wang, Y., Fang, H. 2011. A Study On Tissue Culture Of *Nandina Domestica*. *China Forestry Science and Technology*.

- Wang, F., Wang, M., Li, D., Yu, X. 2012. Effects Of Pb And Cd Stress On Photosynthetic Characteristics And Contents Of Pigments In The Leaves Of *Loropetalum chinense* Var.*Rubrum*. Hunan Agricultural Sciences 15.
- Wang, H., Tang, Q., Yin, H. 2006. Studies On Callus Inducing Of *Loropetalum chinense* Var.*Rubrum*. Journal of Yueyang Vocational Technical College 6
- Yin, H., Tang, Q., Gui, K., Chen, L., Wu, L. 2008. A Preliminary Study On The Tissue Culture To Overcome The Vitrification Of *Loropetalum chinense* Oliver Var *Rubrum* Yieh. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology 3.
- Zeping, J., Fuyin, W., Zhaodi, X., Kai, Z., Yunguang, S. 2010. Preliminary Study On *In Vitro* Preservation Technique Of *Nandina Domestica* 'Fire Power'. Journal of Jiangsu Forestry Science-Technology 37(3): 6-8.
- Zhang, Q., Fan, D., Xiong, B., Kong, L., Zhu, X. 2013. Isolation Of New Flavan-3-Ol And Lignan Glucoside From *Loropetalum chinense* And Their Antimicrobial Activities. Fitoterapia 90: 228-232.
- Zhou, X., Xie, Z., Yan, Y., Li, X., Wang, B., Cheng, Y. 2011. A NEW LIGNAN FROM THE LEAVES OF *Loropetalum chinensis*. Chemistry of Natural Compounds 47(5): 690-692.

## EKLER

### EK 1: Besi Ortamında Kullanılan Kimyasalların İsimleri

| Kimyasal Formülleri                                | Kimyasal İsimleri                             |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                           | Amonyum nitrat                                |
| $\text{KNO}_3$                                     | Potasyum nitrat                               |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ | Kalsiyum nitrat tetra hidrat                  |
| $\text{K}_2\text{SO}_4$                            | Potasyum sülfat                               |
| $\text{MgSO}_4$                                    | Magnezyum sülfat                              |
| $\text{CaCl}_2$                                    | Kalsiyum klorit                               |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                           | Potasyum dihidrogena fosfat                   |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$          | Demir sülfat heptahidrat                      |
| $\text{Na}_2\text{EDTA}$                           | Disodyum etilen diamin tetraasetat dihidrat   |
| EDDHA-Fe                                           | Etilen diamin hidroksifenil asetik asit-demir |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4$                          | Sodyum molibdat                               |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$          | Bakır sülfat penta hidrat                     |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$                            | Borik asit                                    |
| $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$          | Mangan sülfat dihidrat                        |
| $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$          | Nikel sülfat hegzahidrat                      |

## ÖZGEÇMİŞ

Neslihan Babalı, 02.02.1986'da İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2004 yılında Adapazarı Atatürk Süper Lisesi'nden mezun oldu. 2006 yılında Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nü kazandı. 2009 yılında TUBITAK MAM Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü Bitki Biyoteknolojisi Laboratuvarı'nda stajyer olarak görev aldı. 2010 yılında Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nü bitirdi. 2011-2012 yıllarında KOSGEB destekli 'Akvaryum Süs Bitkilerinin Bitki Doku Kültürü Teknikleri Aracılığıyla Üretilip Paketlenmesi ve Paketlenen Ürünlerin Raf Ömrünün Uzatılması' projesinde Bitki Doku Kültürü teknikleri kullanarak akvaryum süs bitkilerinin *in vitro* olarak çoğaltılması üzerine çalışmalar yaptı. 2013-2015 yıllarında ticari bir bitki doku kültürü laboratuvarında dış mekân süs bitkileri üzerine mikroçoğaltım protokolleri geliştirilmesi üzerine çalışmalar yaptı. 2016 yılında aldığı formasyon eğitimi sırasında Figen Sakallıoğlu Anadolu Lisesi'nde stajyer öğretmenlik yaptı. 2018 yılında Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2018 yılından itibaren Sakarya Üniversitesi Bitki Doku Kültürü Araştırma ve Üretim Laboratuvarı'nda Ar-Ge çalışmalarına devam etmektedir.