



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL GENETİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AEROFONİK MİNİ YUMRU ÜRETİM SİSTEMİNDE FARKLI DİKİM
MATERYALLERİNİN PATATES ÇEŞİTLERİNİN BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİMİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

HASAN AĞRI

Eylül 2019

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL GENETİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AEROFONİK MİNİ YUMRU ÜRETİM SİSTEMİNDE FARKLI DİKİM
MATERYALLERİNİN PATATES ÇEŞİTLERİNİN BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİMİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

HASAN AĞRI


Yüksek Lisans Tezi


Danışman

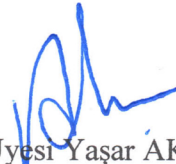
Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

Eylül 2019

Hasan AĞRI tarafından **Prof.Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN** danışmanlığında hazırlanan “Aerofonik Mini Yumru Üretim Sisteminde Farklı Dikim Materyallerinin Patates Çeşitlerinin Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Genetik Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : 
Prof.Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : 
Doç. Dr. Ufuk DEMİREL
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : 
Dr. Öğr. Üyesi Yaşar AKIŞCAN
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 06/09/2019 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun .../09/2019 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

/09/2019

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Hasan AğRI

ÖZET

AEROFONİK MİNİ YUMRU ÜRETİM SİSTEMİNDE FARKLI DİKİM MATERYALLERİNİN PATATES ÇEŞİTLERİNİN BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

AĞRI, Hasan

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

Eylül 2019, 75 sayfa

Bu çalışmada dört farklı patates çeşidinin (Agria, Russet Burbank, Borwina ve Zirve) ve dört farklı dikim materyalinin (*in vitro* bitki, mikro yumru, mini yumru ve yumru sürgünü) aerofonik sistemdeki performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Aerofonik sisteme aktarılan dikim materyallerinden 15 hafta sonunda bitki başına yumru sayısı, metrekaresindeki yumru sayısı, bitki başına yumru verimi, ortalama yumru ağırlığı, kuru madde oranı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu, fotosentez hızı, stoma iletkenliği, transpirasyon oranı ve klorofil indeks değerleri için ölçüm alınmıştır. Araştırmada incelenen özellikler yönünden istatistiki açıdan çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali etkileşimi önemli bulunmuştur. Yapılan analizler sonucunda bitki başına yumru sayısı (15,4 yumru sayısı/bitki), metrekaresindeki yumru sayısı (4016,5 adet/m²), bitki başına yumru verimi (333.32 g/bitki), kök yaş ağırlığı (119.8 g), kök kuru ağırlığı (10,2 g) ve kök uzunluğu (99,7 cm) en yüksek Agria x mini yumru etkileşiminde elde edilmiştir. Ortalama yumru ağırlığının ise en yüksek Agria x yumru sürgünü etkileşiminde (23,3 g) olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda mini yumru üretiminde dikim materyali olarak halen kullanılan *in vitro* bitki yerine yumru sürgünü ve mini yumruların da kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Aerofonik, *in vitro* bitki, mikro yumru, mini yumru, yumru sürgünü

SUMMARY

EFFECTS OF DIFFERENT PLANTING MATERIALS ON GROWTH AND YIELD OF POTATO CULTIVARS IN AEROPONIC MINI TUBER PRODUCTION SYSTEM

AĞRI, Hasan

Nigde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Genetic Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

September 2019, 75 pages

In this study, it was aimed to determine the performances of four different potato cultivars (Agria, Russet Burbank, Borwina and Zirve) and four different planting materials (*in vitro* plant, micro tuber, mini tuber and tuber sprout) in aeroponic system. The number of tubers per plant, tuber number per meter square, tuber yield per plant, mean tuber weight, dry matter content, fresh and dry root weight, root length, photosynthesis rate, stomatal conductance, transpiration rate and chlorophyll index measurements were taken from planting materials at 15-week after transfer. Cultivar, planting material and cultivar x planting material interaction were found to be statistically significant. Analyses have given that tuber number per plant (15.4 tuber/plant), tuber number per meter square (4016.5 tuber m⁻²), tuber yield per plant (333.32 g/plant), fresh root weight (119.8 g), dry root weight (10.2 g) and root length (99.7 cm) were the highest for Agria mini tuber interaction. However, mean tuber weight (23.3 g) was found to be highest in Agria tuber sprout interaction. Finally, it was concluded that tuber sprouts and mini tubers can be used as planting material for mini tuber production instead of *in vitro* plants which are commonly used.

Keywords: Aeroponic, *in vitro* plant, micro tuber, mini tuber, tuber sprout

ÖN SÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca sürekli desteğini hissettiği tez konumun belirlenmesinde ve sonrasında yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Tez çalışmalarımda kullandığım patates çeşitlerine ait *in vitro* bitki ve tohumluk yumruları sağlayan, aynı zamanda işverenim olarak tez çalışmasını yürütülebilmem için gerekli izin ve anlayışı esirgemeyen başta Zir. Yük. Müh. Mete Kaan BÜLBÜL olmak üzere Doğa AR-GE Merkezi Sanayi A.Ş. yöneticilerine şükranlarımı sunarım. Ayrıca tez çalışmalarımın yapılması aşamasında yardım ve bilgilerini esirgemeyen başta Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN ve Doç. Dr. Ufuk DEMİREL olmak üzere Arş. Gör. Ayten Kübra YAĞIZ, Arş. Gör. Caner YAVUZ, Ziraat Yüksek Mühendisi Ali ONARAN, Cehibe TARİM, Mehmet BEDİR ve Mehmet YILDIRIM'a yardımlarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olup maddi manevi destek olan annem Özgül AĞRI ve babam Ahmet AĞRI'ya minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II GENEL BİLGİLER	4
2.1 Tohumluk Patates Üretimi	4
2.2 Tohumluk Patates Üretim Teknikleri	6
2.2.1 Geleneksel mini yumru üretimi	6
2.2.2 Topraksız mini yumru üretimi	7
2.2.2.1 Aerofonik (aerofog) sistemin çalışma mekanizması	8
BÖLÜM III MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Materyal	12
3.2 Metot	13
3.2.1 Aerofonik sistemde kullanılan dikim materyallerinin üretimi	13
3.2.1.1 Boğum kültürü ile <i>in vitro</i> bitkicik üretimi	13
3.2.1.2 Mikro yumru üretimi	14
3.2.1.3 Mini yumru üretimi	15
3.2.1.4 Yumru sürgünü üretimi	15
3.3 Dikim Materyallerinin Aerofonik Sisteme Aktarılması	16
3.4 İstatistiksel Analizler	20
BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1 Bitki Başına Yumru Sayısı	21
4.2 Metrekaredeki Yumru Sayısı	23
4.3 Bitki Başına Yumru Verimi	26
4.4 Ortalama Yumru Ağırlığı	28
4.5 Kuru Madde	31

4.6 Kök Yaş Ağırlık.....	33
4.7 Kök Kuru Ağırlık.....	35
4.8 Kök Uzunluk.....	37
4.9 Fotosentez Hızı	39
4.10 Stoma İletkenliği.....	46
4.11 Transpirasyon Oranı	52
4.12 Klorofil İndeksi.....	59
BÖLÜM V SONUÇLAR.....	66
KAYNAKLAR	68
ÖZ GEÇMİŞ	75



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kullanılan patates çeşitlerine ait özellikler.....	12
Çizelge 3.2. Tez çalışmasında kullanılan MS0 besi ortamı içeriği.....	13
Çizelge 3.3. Sulama suyu içerisinde bulunan mikro ve makro elementlerin konsantrasyonları (Otazu, 2010).....	19
Çizelge 4.1. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı (adet/bitki) için varyans analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.2. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı (adet/bitki) için LSD analiz sonuçları.....	22
Çizelge 4.3. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin metrekaresindeki yumru sayısı (adet/m ²) için varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.4. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin metrekaresindeki yumru sayısı (adet/m ²) için LSD sonuçları.....	25
Çizelge 4.5. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru verimi (g/bitki) için varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.6. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru verimi (gram/bitki) için LSD sonuçları	27
Çizelge 4.7. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin ortalama yumru ağırlığı (g) için varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.8. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin ortalama yumru ağırlığı (g) için LSD sonuçları	30
Çizelge 4.9. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinden elde edilen mini yumruların kuru madde oranı (%) için varyans analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.10. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinden elde edilen mini yumruların kuru madde oranı (%) için LSD sonuçları ...	32
Çizelge 4.11. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök yaş ağırlığı (g) için varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.12. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök yaş ağırlık (g) için LSD sonuçları.....	34

Çizelge 4.13. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök kuru ağırlık (g) için varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.14. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök kuru ağırlık (g) için LSD sonuçları.....	36
Çizelge 4.15. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök uzunluk (cm) için varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.16. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök uzunluk (cm) için LSD sonuçları.....	38
Çizelge 4.17. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (23.gün) için varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.18. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (23.gün) için LSD sonuçları.....	41
Çizelge 4.19. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (43.gün) için varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.20. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (43.gün) için LSD sonuçları.....	43
Çizelge 4.21. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (63.gün) için varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.22. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (63.gün) için LSD sonuçları.....	45
Çizelge 4.23. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (23.gün) için varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.24. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (23.gün) için LSD sonuçları.....	47
Çizelge 4.25. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (43.gün) için varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.26. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (43.gün) için LSD sonuçları.....	49
Çizelge 4.27. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (63.gün) için varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.28. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (31.05.2018) için LSD sonuçları.....	51
Çizelge 4.29. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (23.gün) için varyans analiz sonuçları	53

Çizelge 4.30. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (23.gün) için LSD sonuçları	54
Çizelge 4.31. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (43.gün) için varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.32. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (43.gün) için LSD sonuçları	56
Çizelge 4.33. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (63.gün) için varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.34. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (63.gün) için LSD sonuçları	58
Çizelge 4.35. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (21.04.2018) için varyans analiz sonuçları	59
Çizelge 4.36. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (23.gün) için LSD sonuçları.....	60
Çizelge 4.37. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (43.gün) için varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 4.38. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (43.gün) için LSD sonuçları.....	62
Çizelge 4.39. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (63.gün) için LSD analiz sonuçları	63
Çizelge 4.40. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (63.gün) için varyans analiz sonuçları	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Aerofonik sistem sislemesi	8
Şekil 2.2. Aerofonik sistemin çalışma düzeneği	9
Şekil 3.1. Patates çeşitlerine ait <i>in vitro</i> bitkicik üretimi	14
Şekil 3.2. Denemede kullanılan <i>in vitro</i> bitki dikim materyalinin aerofonik sisteme dikime hazırlanması	14
Şekil 3.3. Denemede kullanılan mini yumru dikim materyalinin dikim öncesi sürgün ve kök oluşumu	15
Şekil 3.4. Denemede kullanılan yumru sürgünü dikim materyalinin dikime hazırlanması	16
Şekil 3.5. Denemede kullanılan dikim materyallerinin aerofonik sisteme aktarılması ..	16
Şekil 3.6. Denemede kullanılan dikim materyallerinin aerofonik sisteme aktarılması ..	17
Şekil 3.7. Aerofonik sistemde yetiştirilen mini yumruların görünümü	17
Şekil 3.8. Aerofonik sistemde büyüyen bitkilerin görünümü	18
Şekil 4.1. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı	23
Şekil 4.2. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin metrekaresindeki yumru sayısı (adet/m ²)	26
Şekil 4.3. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru verimi (g/bitki)	28
Şekil 4.4. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin ortalama yumru ağırlığı (g)	31
Şekil 4.5. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinden elde edilen mini yumruların kuru madde (%) oranı	33
Şekil 4.6. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök yaş ağırlığı (g)	35
Şekil 4.7. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök kuru ağırlığı (g)	37
Şekil 4.8. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök uzunluğu (cm)	39

Şekil 4.9. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı ölçümü (23.gün).....	41
Şekil 4.10. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı ölçümü (43.gün).....	44
Şekil 4.11. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı ölçümü (63.gün).....	46
Şekil 4.12. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenlik ölçümü (23.gün).....	48
Şekil 4.13. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği ölçümü (43.gün)	50
Şekil 4.14. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği ölçümü (63.gün)	52
Şekil 4.15. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı ölçümü (23.gün)	54
Şekil 4.16. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı ölçümü (43.gün)	56
Şekil 4.17. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı ölçümü (63.gün)	58
Şekil 4.18. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeks (23.gün).....	61
Şekil 4.19. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeks ölçümü (43.gün).....	63
Şekil 4.20. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeks ölçümü (31.05.2018).....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
g	Gram
L	Litre
Ha	Hektar
mg	Miligram
Kg	Kilogram
Da	Dekar
cm	Santimetre
uv	Ultraviole
T2	Temel 2
S1	Sertifika 1
mm	Milimetre
m ²	Metrekare
ml	Mililitre
°C	Santigrat Derece

Kısaltmalar	Açıklama
DFT	Derin Akış Tekniği
NFT	Besleyici Film Tekniği
LSD	Least Significant Difference
MS	Murasige-Skoog
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
TSÜAB	Tohum Sanayicileri ve Üreticileri Alt Birliği
BÜGEM	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), şeker kamışı, buğday, çeltik ve mısırdan sonra dünyada en çok üretimi yapılan beşinci bitki konumundadır. Patatesin ana vatanı Güney Amerika'nın And Dağları olup, günümüzde 70° kuzey enleminden 50° güney enlemine kadar çok geniş bir alana yayılmıştır (Çalışkan vd., 2011). Patates, besin değerinin ve birim alandaki veriminin yüksek olmasının yanı sıra ucuz bir gıda ürünü olması ve endüstriyel alanda farklı şekillerde kullanılması nedeniyle bugün hemen hemen tüm dünya ülkelerinde yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. Dünya genelinde üretilen patatesin yarısı taze olarak tüketilir iken diğer yarısı işlenmiş ürün, hayvan yemi, endüstriyel nişasta ve tohumluk olarak kullanılmaktadır (Arıoğlu vd., 2006; Öztürk ve Polat, 2017). Yumrularında ortalama %15-25 kuru madde içeren patates özellikle nişasta, vitamin (C, B1, B3, B6, K, folate, pantothenik asit), proteini ve mineraller (Mn, Fe, P, K, Cu, Mg) içeriğine sahiptir ve birçok farklı kullanım şekliyle en önemli gıda kaynaklarından birisidir (Günel vd., 2010).

Dünya genelinde 19,3 milyon hektarlık (ha) alana patates dikimi yapılmakta olup, toplam üretim 388,2 milyon tondur (Anonim, 2019a). Dünya üzerinde patates dikim alanının % 61'lik kısmını başta Çin olmak üzere Rusya Federasyonu, Hindistan, Ukrayna ve ABD oluşturmaktadır. Türkiye 142,851 hektar arazi ile dünya'daki patates dikim alanının sadece % 0,74'ini oluşturmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'de ortalama verim (33,6 t/ha), dünya ortalamasının (20,1 t/ha) oldukça üzerindedir. Türkiye 2017 yılı verilerine göre 4,8 milyon tonluk üretimle dünya patates üretiminin % 1,2'sini karşılamaktadır (Anonim, 2019b).

Tohumluk kullanımı, bitki yetiştiriciliğinin en önemli unsurlarından birisidir. Kullanılan tohumun niteliği diğer tarla bitkilerine göre patatesteki çok daha fazla etkili olmaktadır. Sertifikalı tohum kullanılmadığında en iyi yetiştirme teknikleri uygulansa dahi verim oldukça düşük olabilmektedir (Kara, 2012). Türkiye, dünyanın önemli patates üreticisi ülkelerinden birisi olmasına rağmen, tohumluk açısından dışa bağımlı durumdadır. Ülkemizde tohumluk patates sektörü büyük ölçüde, ithal edilen Temel (Basic) kademedeki tohumlukların ülke içerisinde bir veya iki kez çoğaltılarak pazarlanması

şeklinde çalışmaktadır (Çalışkan, 2014). Ancak sertifikalı tohumluk üretimi mevcut ihtiyacı karşılayamamaktadır. Ülkemizde sertifikalı tohumluk patates ihtiyacı yıllık üretim alanına bağlı olarak yaklaşık 450-600 bin ton arasında değişmektedir. 2014-2018 yıllarında yıllık ortalama 23,018 ton, toplamda ise 115,089 ton tohumluk patates ithal edilirken, toplam 85,4 milyon Amerikan Doları döviz ödenmiştir. Sertifikalı tohumluk üretim miktarımız 2011 yılından sonra artarak tohumluk yeterlilik oranı %30'a çıkmıştır (Anonim, 2019b). Tohumluk üretiminin artmasında devletin özel şirketlerle iş birliği içerisinde olması ve tohumluk üretimini desteklemesi etkili olmuştur. Tohumluk yeterlilik oranı son yıllarda artış göstermiş olsa da üretimin %70'i halen çiftçilerin kendi ayırdıkları tohumluklardan ya da diğer çiftçilerden temin edilen tohumluklar ile yapılmaktadır (TSÜAB, 2016). Bu durum, tohumluk olarak kullanılan patateslerin dokularında patojen gelişip birikmesine neden olur. Patatesteki tohumluk yumrularının dejenerasyonu yumru verimi ve kalitesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Çiftçiler tarafından hasat sonrası kendi ürünlerinden ayrılan ve tohumluk olarak kullanılan yumrular birçok hastalık ve zararlı organizmaların yayılmasına neden olarak patates üretiminin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Chiipanthenga vd., 2012).

Tohumluk temini, dünya genelinde resmi (kayıtlı) veya gayri resmi (kayıt dışı) olarak ikiye ayrılmaktadır (Çalışkan vd., 2011). Gayri resmi tohum temininde çiftçiler kendi ürettikleri mahsulden veya başka çiftçiden temin ederek tohum ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ancak patatesin yumru ile vejetatif yollarla çoğaltılmasından dolayı, toprak hastalıkları, mantar hastalıkları ve virüsler başta olmak üzere birçok hastalık daha kolay taşınmaktadır. Her geçen yıl yumruda biriken hastalıklar verimin azalmasını sağladığı gibi toprakların çoraklaşmasına neden olmaktadır (Yıldırım vd., 1987). Resmi tohumluk temininde tohumluklar, yasal olarak standartları belirlenmiş, kontrollü sertifikasyon sisteminde üretilmekte ve pazarlanmaktadır. Tohumluk üretimi kamu kuruluşları, özel sektör veya her iki kesim tarafından yapılmaktadır. Resmi olarak üretilip satılan tohumluğun devlet tarafından belirtilen standartları taşımaması ve üreticinin bundan zarar görmesi durumunda zararlarının tazminine yönelik yasal hakları bulunmaktadır (Çalışkan vd., 2011). Tohumluk üretimi dünya genelinde geleneksel olarak doku kültürü ile elde edilen bitkilerin kontrollü koşullarda (sera, örtü altı, büyütme odası vb.) toprak, kum, kompost, torf vb. yetiştirme materyalleri kullanılarak yapılmaktadır. Son yıllarda topraksız tarım uygulaması olan aerofonik sistem kullanılarak tohumluk patates yetiştirilebileceği görülmüştür. Yapılan çalışmalar, aerofonik sistemin

geleneksel yöntemle kıyaslandığında 2-2,5 kat daha fazla ürün verdiğini, hastaliksız tohum elde etmede önemli bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur (Factor vd., 2007; Farran ve Mingo-Castel, 2006; Millam ve Sharna, 2007; Otazu, 2010). Aerofonik sistem, ayrıca bitkilerin 2 veya daha fazla hasat edilmesine olanak tanınması ve hasat esnasında istenilen büyüklükteki yumruları hasat olanağı tanınması ve küçük kalan yumrularının gelişimini devam ettirmesi gibi avantajlara sahiptir. Hasat sonucu elde edilen yumruların % 100'e yakın kısmı tohumluk olarak kullanılabilir (Millam ve Sharna, 2007). Aerofonik sistemde dikim materyali olarak halen *in vitro* bitkiler kullanılmakla birlikte, bunun yerine yumru, yumru sürgünleri, mini yumru, mikro yumru gibi farklı materyallerin kullanımı, üretim maliyetinin azaltılması ve tarımsal verimliliğin artmasını sağlayabilir. Ancak farklı dikim materyallerinin karşılaştırılmasına yönelik bugüne kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Bu tez çalışmasında aerofonik mini yumru üretim sisteminde yumru sürgünü, mini yumru, mikro yumru ve *in vitro* bitkilerin dört farklı patates çeşidinde bitki gelişimi ve yumru üretimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Tohumluk Patates Üretimi

Türkiye, patates yetiştiriciliği açısından oldukça uygun iklim ve toprak özelliklerine sahip olduğundan, yılın hemen her döneminde tüm ülkede patates üretimi yapmak mümkündür. (Çalışkan vd., 2010). Türkiye yıllık yaklaşık 140,000 ha üretim alanı ve 4,5 milyon tonluk üretimiyle önemli patates üreticisi ülkelerden birisi olup dünyada dikim alanı açısından 22, üretim miktarı açısından ise 15, sırada bulunmaktadır (Çalışkan, 2014).

Türkiye, dünyanın önemli patates üreticisi ülkelerinden birisi olmasına rağmen, patates tohumluğu açısından dışa bağımlı durumdadır. Türkiye’de üretim alanına göre değişmekle birlikte yıllık 500-600 bin ton arasında tohumluk patates ihtiyacı bulunmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre 2014 yılı patateste sertifikalı tohumluk dağıtım miktarı 178,795 ton iken 2018 yılına gelindiğinde tohumluk üretimi 281,109 tona ulaşmıştır (Anonim, 2019c). Bu verilere göre, ülkemizde sertifikalı tohumluk kullanım oranı % 70 oranında olduğu tahmin edilmektedir. Sertifikalı tohumluk üretiminin çok düşük olması nedeniyle üreticiler, zorunlu olarak kendi ürünlerinden ayırdıkları veya birbirlerinden temin ettikleri patates yumrularını tohumluk olarak kullanmaktadırlar. Bu durum verim ve kalite düşüklüğü yanında, birçok hastalık etmeninin de yaygınlaşmasına neden olarak patates üretimimizin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Çalışkan, 2014).

Niğde ve Nevşehir başta olmak üzere önemli patates üretim alanlarında karantina önlemlerinin alınmasına yol açan patates siğili (*Synchytrium endobioticum*), tohumluk kaynaklı olarak ortaya çıkmış ve yayılmıştır. Patates tohumluğu açısından dışa bağımlı olmamız, yukarıda açıklanan teknik nedenlere bağlı ekonomik kayıpların yanında, tohumluk ithalatı nedeniyle de önemli döviz kayıplarına yol açmaktadır. Patates tohumluğunda dışa bağımlılığın ortadan kaldırılması ve üretimde sertifikalı tohumluk kullanım oranının artırılması için yerli tohumluk üretiminin teşvik edilmesi ve üreticilerin desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca patates sektöründe tohumculuk büyük oranda yurt dışından getirilen anaç kademe tohumluğun yurt içerisinde çoğaltılarak

pazarlanmasıyla olmaktadır. Bu şekilde tedarik edilen tohum, toplam tohum miktarının sadece %8'inin karşılayabilmektedir geriye kalan tohumluk ihtiyacı ise ikinci veya üçüncü kuşak tohumlukların çoğaltılması ile karşılandığı belirtilmektedir (Çalışkan vd., 2010). Güngör (1995) Tokat'ta yaptığı çalışmasında, farklı büyüklükteki tohumluk yumruların verimini ve pazarlanabilir yumru verimini, bitki boyunu, ana sap sayısını, bitki başına yumru sayısını ve ortalama yumru ağırlıklarını incelemiştir. Denemede Sarıkız, Sultan, Resy, Marfona ve Granola çeşitleri kullanılmıştır. Granola çeşidinin en uzun bitki boyuna sahip olduğu ve geçici çeşitlerin, erkenci çeşitlere göre daha uzun boylu olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca anaç yumrunun büyüklüğü ile ana sap sayısının doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Toplam yumru veriminde istatistiksel olarak fark olduğu ve en yüksek verimin Sarıkız (2981,9 kg/da) ve Sultan (2752,4 kg/da) çeşitlerinde olduğu ve yaptıkları bildiri de patates üretiminde verime etki eden en önemli faktörlerden birinin kullanılan tohumluğun kalitesi olduğunu bildirmişlerdir. Öztürk (2010), 6 patates çeşidine (Nif, Klon 122, Agria, Resy, Marfona ve Granola) ait *in vitro* bitkilerden elde edilen mini yumru ile mikro yumruların tarla performanslarını karşılaştırmıştır. İki tohumluk yumru kaynağının bitki boyu, sap sayısı ve yaprak sayısı özellikleri bakımından aralarında fark bulunmadığını belirtmiştir. Verim özellikleri dikkate alındığında en yüksek ortalama yumru sayısının (7,7 adet/bitki), yumru ağırlığının (19,3 g), yumru veriminin (159,7 g), yumru eni ve boyunun (2,5; 3,2 cm) mini yumruda olduğu gözlemlenmiştir. Şevik (2011), topraksız tarım uygulamasında kullanılan kimyasalların toprak ve yeraltı suları ile teması engellendiğinden çoraklaşma ve kirliliğin önlendiğini bildirmiştir. Topraksız tarımda suda taşınan virüsler bitkiler için önemli tehdit oluşturmaktadır. Bu yüzden seralarda sirküler olarak kullanılan sularda bitki virüs hastalıkları ile ilgili laboratuvar analizi yapılmalıdır. Suyun döngüsel olarak kullanıldığı sistemlerde, virüs enfeksiyon yapacak seviyeye gelmeden, besin eriyikleri UV-radyasyonundan geçirilmeli ve yavaş kum filtrasyonu gibi dezenfeksiyon yöntemleri kullanılmalıdır. Artan dünya nüfusu gıdadaki arz ve talep dengesini yıllardır olumsuz etkilemektedir (Özkan, 2014). Arzın karşılanamaması üzerine gıda sektöründeki araştırmaları daha çok verim üzerine yönlendirmiştir. Topraksız tarım, topraklı tarıma oranla daha verimli bir üretim şekli sunmaktadır ve üretim maliyeti de topraklı tarıma oranla yarı yarıya daha düşüktür. Dış etkenlerin kontrol altına alınabildiği seracılıkta, toprağın verimli olmadığı alanlarda uygulanabilir olması en büyük avantajlarından. Kaya vd. (2014) yaptıkları çalışmada olgunlaşma zamanları farklı olan Agria (orta geçici), Marabel (orta erkenci) ve Agata (çok erkenci) çeşitlerini kullanarak Çayırılı-Erzincan

ilçesinde deneme kurmuşlardır. Bitki başına en yüksek ortalama yumru sayısı 9,1 adet ile “T2” (S1’de 6,3), ortalama yumru ağırlığı bakımından en yüksek değer 115,6 g ile S1 kademe Agria çeşidinde gözlemlenmiştir. Ayrıca yumru verimi bakımından çeşitler arasında %1’lik, kademeler arasında ise %5’lik önemlilik payı bulunmuştur. Elde edilen verilere göre Erzincan’da vejetasyon süresi uzun olan (orta geçici) Agria’nın olgunlaşma zamanı farklı olan diğer patates çeşitlerinden daha yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir (Kaya vd., 2014). Aerofonik üretim sisteminin, topraksız tarımda uygulanmaya başlanan en yeni tekniklerden birisi olduğunu ve bu sistemin optimum gelişme şartlarının sağlanabilmesi, patates üretimini engelleyen toprak kökenli patojenler olmak üzere hastalık ve zararlılarla mücadele, uzun bir periyotta üretim yapılabilmesi ve tarımsal girdinin ekonomik kullanılabilmesi bakımından alternatif bir tohumluk mini yumru üretim sistemi olduğunu belirtmiştir (Ahmed vd., 2018).

2.2 Tohumluk Patates Üretim Teknikleri

Patatesin vejetatif yolla çoğaltılması, hastalık ve zararlıların tohumla daha kolay taşınmasına, tohumluk kalitesinin daha hızlı bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle tohumluk üretim sistemi diğer bitkilere göre farklılık göstermektedir. Günümüzde tohumluk patates üretiminde söz sahibi ülkelerde tohumluk yumru üretiminde başlangıç materyali olarak mini yumrular kullanılmaktadır (Çalışkan vd., 2011; Struik, 2007; van Loon, 2007). Mini yumrular, kontrollü sera koşulları altında yetiştirilen 5-25 mm boyutlarında olan yumrulardır (Struik ve Wiersema, 1999). Klasik yöntemlerle bitki başına 2-8 yumru elde edilirken, yeni geliştirilen tekniklerle tek bir bitkiden 40’tan fazla mini yumru elde etmek mümkün olmaktadır (Struik ve Wiersema, 1999). Bu nedenle mini yumru üretiminin herhangi bir aşamasında verimliliğin artırılması ve/veya maliyetin düşürülmesi, nihai ürün olan sertifikalı tohumluğun üretim miktarı ve maliyetini önemli ölçüde etkilemektedir. Mini yumru üretimi geleneksel ve topraksız mini üretim teknikleri olarak 2 başlık altında toplanmaktadır.

2.2.1 Geleneksel mini yumru üretimi

Mini yumru üretimi için genelde ilk olarak meristem kültürü ile hastaliksız *in vitro* bitkiler üretilmekte ve bu bitkiler steril ortamda (*in vitro*) boğum kültürü ile çoğaltılmaktadır. Daha sonra *in vitro* bitkilerden farklı yöntemlerle mini yumru üretimi

yapılmaktadır. Doku kültürü ile elde edilen bitkilerin sera koşullarında toprak+kum, torf, torf+perlit, torf+vermiculit vb. içeren saksı, kasa veya fide yastıklarında yetiştirilmesiyle mini yumru üretimi halen dünyada en yaygın kullanılan yöntemdir (Millam ve Sharna, 2007; van Loon, 2007). Bu şekilde mini yumru üretiminde çeşide, büyütme ortamına, dikim sıklığına vb. bağlı olarak bitki başına yumru sayısı 2-8 arasında, m²'deki yumru sayısı ise 250-500 arasında değişmektedir (Corrêa vd., 2008; Grigoriadou ve Leventakis, 1999; Millam ve Sharna, 2007; Rolot ve Seutin, 1999; Van der Veecken ve Lommen, 2009). Genel olarak belirli bir sıklığa kadar birim alandaki bitki sayısının artırılması, bitki başına yumru ağırlığının azalmasına rağmen birim alandan alınan yumru sayısının da artmasını sağlamaktadır. Ancak bu durumda kullanılacak *in vitro* bitkicik sayısı artacağından üretim maliyeti artmaktadır. Bu nedenle dikilen bitki sayısını çok fazla artırmadan birim alandan alınacak yumru sayısının artırılması mini yumru üretimindeki kilit noktayı oluşturmaktadır (Millam ve Sharna, 2007; Van der Veecken ve Lommen, 2009).

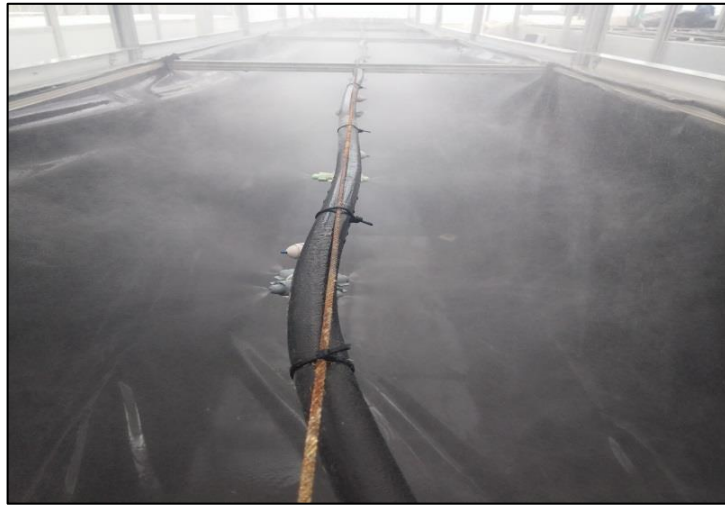
2.2.2 Topraksız mini yumru üretimi

Son yıllarda birim alandaki mini yumru sayısının artırılması ve üretim maliyetinin azaltılması açısından topraksız tarımda mini yumru üretimi ile ilgili çalışmalar artmıştır (Millam ve Sharna, 2007). Bu konuda en yaygın yöntemler NFT (besleyici film tekniği), DFT (derin akış tekniği) ve aerofonik sistemdir. NFT ve DFT yöntemleri birer su kültürü olup, NFT yönteminde besin maddesi içeren suyun kök bölgesinden ince bir tabaka halinde geçirilmesi ile bitkilerin beslenmesi sağlanmaktadır. DFT yönteminde ise köklerin daha fazla suyla teması söz konusu olup su içerisinde havalandırma yapılmaktadır. Hava kültürü olarak da isimlendirebileceğimiz aerofonik yöntem ise kök ve stolon bölgesine belirli aralıklarla sisleme şeklinde besin maddesi içeren su püskürtülmesi esasına dayanmaktadır (Corrêa vd., 2009; Lommen, 2007; Millam ve Sharna, 2007). Yapılan çalışmalar patatesten tohumluk mini yumru üretiminde gerek birim alandan hasat edilen yumru sayısı gerekse yumru sağlığı açısından topraksız uygulamalar içerisinde en etkili yöntemin aerofonik sistem olduğunu göstermiştir (Chiipanthenga vd., 2012; Factor vd., 2007; Farran ve Mingo-Castel, 2006; Ritter vd., 2001). Bu yöntem, bitkilere zarar vermeden aynı bitkiden birden fazla hasat yapılmasına ve böylece hem bitki başına hem de birim alandan geleneksel sisteme göre 2-2,5 kat daha fazla yumru alınmasına olanak sağlamaktadır (Factor vd., 2007; Farran ve Mingo-Castel, 2006; Millam ve Sharna, 2007;

Otazu, 2010). Bu sistemde hem daha az *in vitro* bitki kullanılması hem de saksı, torf, toprak vb. ortamlara ihtiyaç duyulmaması nedeniyle üretim maliyeti önemli ölçüde azalırken verimlilik artmaktadır. Ancak halen birçok ülkede tohumluk mini yumru üretiminde aerofonik sistem ticari ölçekte kullanılmamaktadır (Millam ve Sharna, 2007).

2.2.2.1 Aerofonik (aerofog) sistemin çalışma mekanizması

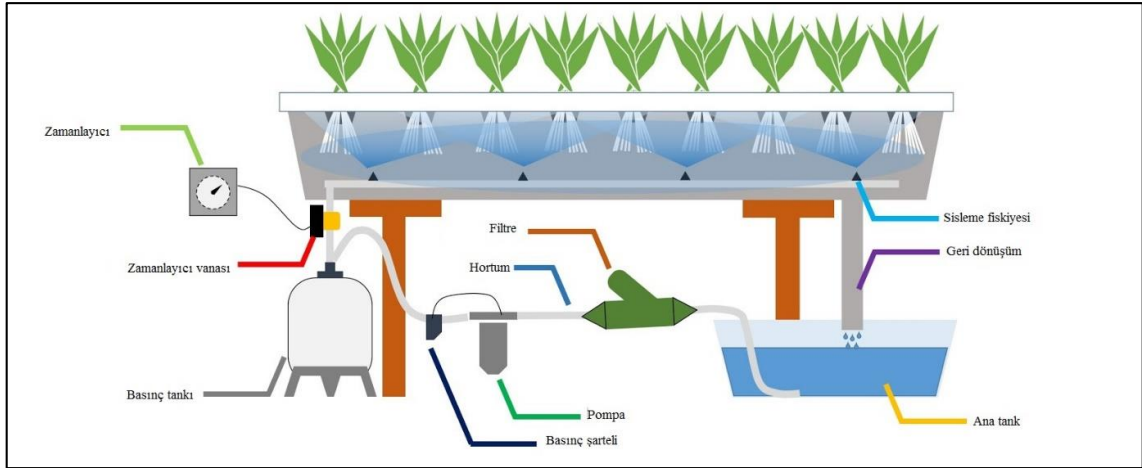
Aerofonik, latince hava (aero) ve sisleme (fog) kelimelerinden türetilmiştir. Aerofonik sistemin patates üretiminde kullanılması; kök ya da stolonların ışsız ortamda, optimize edilmiş, pH'ı düzenlenmiş, zaman ayarlı veya sürekli olarak sisleme şeklinde kök bölgesine uygulama yapıldığı bir sistemdir. Bitkinin mikro, makro element ve su ihtiyacı sisleme ile köklere temas eden solisyondan karşılanmaktadır. Belirli zaman aralıkları ile sisteme su verildiğinden bitkinin kökü aşırı sudan zarar görmemekte ve kökün nemli kalması sağlanmaktadır. Ayrıca köklere eşit miktarda temas eden solüsyon bitkilerin birbirleri ile rekabete girmesini engellemekte ve bitkinin ihtiyacı olan elementlerden optimum seviyede yararlanmasını sağlamaktadır. Solüsyon sisteme belirli aralıklarla ve belirli sürelerde sisleme şeklinde verilmektedir (Ahmed vd., 2018).



Şekil 2.1. Aerofonik sistem sislemesi (NÖHÜ, 2018)

Sistemde ana tank ve karışım hazırlamak için küçük tanklar bulunmaktadır. Sistemde kullanılacak mikro ve makro elementler karışım tanklarında su ile karıştırılarak besin çözeltisi haline getirilir ve pH'ı ayarlandıktan sonra ana tanka gönderilir. Ana tankta toplanan karışım, otomasyon ile istenilen zaman dilimine ayarlanır ve dinamoların

sağladığı basınç ile platform içerisindeki fiskiyelere iletilir. Fazla su platformun eğimi sayesinde tahliye borusuna gelir ve tekrar ana tankta toplanır. Sistem böyle bir döngü halinde çalışmaktadır. Sistemin sağlamış olduğu optimum şartlarda bitkiler daha hızlı gelişim göstermektedir (Ahmed vd., 2018).



Şekil 2.2. Aerofonik sistemin çalışma düzeneği

Aerofonik sistemin teknik özelliklerine bakıldığında, bitkilerde ve özellikle patates üretiminde birçok avantajı bulunmaktadır. Patates üretiminde uygulanan yöntemler içerisinde birim alanı etkili şekilde kullanılmasına olanak tanımakta ve bu durum birim alanda daha fazla bitki yetiştirilmesine fırsat vermektedir (Anonim, 2019d; Muthoni vd., 2010). Patates vejetatif yollarla çoğalan bir kültür bitkisidir bundan dolayı her yıl üretim alanında pek çok patojene maruz kalmaktadır. Özellikle hastalık etmenlerinin diğer generasyonlara geçiş yapıp birikmesi tohumluğun dejenere olmasına neden olmaktadır (Kaur ve Mukerji, 2004). Tohumluk patatesin dejenere olmasında patojenler kadar virüsler de etki etmektedir. Patates tarımında tohumluk olarak virüsten ari tohum kullanılması hayati önem taşımaktadır. Toprakta bulaşan patojenler gibi virüsler de toprakta canlılığını koruyup devam ettirebilmektedir. Aerofonik sistemin kontrol edilebilir bir sistem olması, hastalık ve zararlıların sisteme girişini engellemeye olanak tanınması, hastalıklarda ari tohumluk yetiştirilmesi en büyük avantajları arasındadır (Mobini vd., 2015; Soffer ve Burger, 1988).

Aerofonik sisteme dikimi yapılan patateslerin 2 veya daha fazla hasada olanak tanıdığı ve ortalama bitki başına 32,5-36,0 adet mini yumru elde edilebildiği, diğer mini yumru üretim tekniklerine göre 2-3 kat daha fazla mini yumru elde edildiği bildirilmiştir

(Rykaczewska, 2016). Aerofonik sistemde bitkiler için optimum koşullar sağlandığından, geleneksel yöntemlere göre %12-36 fazla olmasının yanında bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı ve yumru oluşturma periyodunun uzadığı görülmüştür (Tierno vd., 2014). Aerofonik sistemde sulama sistemi otomasyona bağlı olduğundan bütün bitkilere su üniform şekilde ulaşmaktadır. Aerofonik sistem ve tarla koşullarında üretimde eşit sayıdaki patates ürünü için 1/10-1/30 oranında aerofonik sistemde daha az su tüketilmektedir (Mbiyu vd., 2012). Üretim zamanında çevre kirliliğine neden olan gübre ve pestisitlerin azalması ve gübrelerin bitki köküne sisleme yöntemi ile verilmesi geleneksel üretimde görülmeyen sürekli 180 günden fazla büyüme gözlemlenmesi sistemin diğer önemli avantajlarından (Krauss ve Marschner, 1982).

Özkaynak ve Samancı (2004) yaptıkları çalışmada Concorde, Granola, Marabel, Marfona ve Velox çeşitlerinin farklı ağırlıktaki mini yumruları (11,0-15,0 g ve 2,0-4,0 g) kullanılarak verim ve interaksiyonların tarla performansları belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonuca göre tohumluk ağırlığı 11,0-15,0g olan yumruların, 2,0 – 4,0 g olan mini yumrulara göre bitki sap sayısı, bitki başına düşen yumru sayısı ve yumru ağırlığı açısından daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Yumru ağırlığı 2,0 – 4,0 olan tohumluklardan elde edilen yumru sayısı 5-7 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak tohumluk yumru ağırlığı ile bitki boyu, bitkideki sap sayısı ve bitki başına yumru sayısı arasında doğru orantı olduğunu belirtmiştir.

Patates sektöründe en önemli girdi olan tohumluk verim kapasitesi büyük oranda kullanılan tohumluğun kalitesine bağlıdır. Diğer tarla bitkilerine göre patates yüksek kaliteli tohumluk kullanımı oldukça önemlidir. Vejetatif olarak çoğalan patates virüs ve diğer hastalıkların taşınıp bir sonraki jenerasyona kolaylıkla bulaşabilmektedir ve bu nedenle aynı tohumluk 3 yıldan sonra kullanılması verimde önemli derecede azalmalara neden olmaktadır (Yıldırım vd., 1987).

Lommen ve Struik (1994) yaptıkları çalışmada ağırlıkları 0,13-0,25 g ile 2,00-3,99 g arasında olan mini yumruların ve standart tohumluk yumruların tarla performanslarını incelemiştir. 2,00-3,99 g arasındaki mini yumrulara daha hızlı çıkış olup kuru madde oranlarının ve ağırlıklarının daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Kawakami vd. (2005) standart ve mikro yumru kullanarak yaptıkları çalışmada yetiştirilen patatesin büyüme ve verim üzerine dikim tarihinin etkisini araştırmışlardır. Dikim tarihi geciktirildiğinde

standart ve mikro yumrulardan elde edilen bitkilerde yumru veriminde düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Solis (1988) patatesten tohumluk üretiminde yetiştirme ortamında katı kültür olarak kum ve doğal materyaller kullanıldığında bitki başına ortalama 5,7 adet mini yumru elde edilebildiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde kullanılan tohumluğun iriliği ve dikim ortamının verime etki ettiği gözlemlenmiştir.



BÖLÜM III

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri Teknolojileri Fakültesi Tarımsal Genetik Bölümü laboratuvarları ve araştırma seralarında yürütülmüştür.

Tez çalışmasında, patatesten mini yumru üretimi amacıyla dört farklı dikim materyalinin (yumru sürgünü, mini yumru, mikro yumru ve *in vitro* bitki) dört farklı patates çeşidinde (Agria, Borwina, Russet Burbank ve Zirve) bitki gelişimi ve yumru üretim performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Çeşitler belirlenir iken sanayilik, yemeklik, erkenci, orta geççi, geççi özelliklerine göre belirlenmiştir. Kullanılan patates çeşitlerine ait genel bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Kullanılacak patates çeşitlerine ait yumru, mini yumru ve stok *in vitro* bitkiler Doğa Ar-Ge Merkezi Sanayi A.Ş.'den temin edilmiştir. Meristem kültürü yoluyla elde edilen stok *in vitro* bitkiler, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi doku kültürü laboratuvarında boğum kültürü yapılarak çoğaltılmıştır. Aynı şekilde *in vitro* bitkiler kullanılarak Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi laboratuvar ve iklim odasında mikro yumru üretimi gerçekleştirilmiştir. Tez kapsamında kullanılan materyal ve yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

Çizelge 3.1. Kullanılan patates çeşitlerine ait özellikler

Çeşit	Özellik	Olgunluk	Dormansi süresi	Depolamaya dayanıklılık	Verim potansiyeli	Kuru madde içeriği
Agria	Sanayilik	Orta geççi	Çok uzun	İyi	Yüksek	Orta
Russet Burbank	Sanayilik	Geççi	Uzun – Çok uzun	İyi	Yüksek	Yüksek
Borwina	Yemeklik	Erkenci	Orta	Orta	Yüksek	Düşük
Zirve	Yemeklik	Orta geççi	Uzun	İyi	Yüksek	Orta

3.2 Metot

3.2.1 Aerofonik sistemde kullanılan dikim materyallerinin üretimi

3.2.1.1 Boğum kültürü ile *in vitro* bitkicik üretimi

Denemede kullanılan patates çeşitlerine ait *in vitro* bitkilerin çoğaltımı amacıyla, boğum kültürü yapılmıştır. Bu amaçla standart MS (Murashige ve Skoog) besiyeri (4,3 g/L) kullanılarak, ortama 30 g/L şeker ve 7 g/L fitoagar eklenmiştir. Çizelge 3.2.'de MS₀ besi ortamı içerisinde bulunan elementler verilmiştir. Hazırlanan MS₀ ortamı cam kavanozlara (70 mL/kavanoz) konularak otoklav yardımıyla sterilize edilmiştir. Her çeşide ait *in vitro* bitkiler steril kabin içerisinde tek boğumlu eksplantlar halinde kesilerek, her kavanozda 20 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Boğumlar uzun gün koşullarında (16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık) 24/18°C sıcaklıkta iklim odalarında büyütülmüştür. Tez denemesi için yeterli sayıda bitkicik elde edilene kadar boğum kültürüyle çoğaltma işlemine devam edilmiştir.

Çizelge 3.2. Tez çalışmasında kullanılan MS₀ besi ortamı içeriği

Mikro Elementler	Miktar (mg/L)	Makro Elementler	Miktar (mg/L)	Diğer içerikler	Miktar (g/L)
CoCl ₂ ,6H ₂ O	0,025	CaCl ₂	332,02	Sükroz	30,00
CuSO ₄ ,5H ₂ O	0,025	KH ₂ PO ₄	170,00	Agar	8,00
FeNaEDTA	36,70	KNO ₃	1900,00		
H ₃ BO ₃	6,20	MgSO ₄	180,54		
KI	0,83	NH ₄ NO ₃	1650,00		
MnSO ₄ ,H ₂ O	16,90				
Na ₂ MoO ₄ ,2H ₂ O	0,25				
ZnSO ₄ ,7H ₂ O	8,60				



Şekil 3.1. Patates çeşitlerine ait *in vitro* bitkicik üretimi



Şekil 3.2. Denemede kullanılan *in vitro* bitki dikim materyalinin aerofonik sisteme dikime hazırlanması

3.2.1.2 Mikro yumru üretimi

Bir diğer tohumluk tipi olan mikro yumru da yine laboratuvar ortamında üretilmektedir. Bu amaçla *in vitro* olarak yetiştirilen bitkiciklerden tam bitki alınarak tabanına pamuk yerleştirilmiş, standart MS besiyeri (4,3 g/L), şeker (8 g/L) ve Thidiazuron (0,1 mg/L) içeren sıvı besi ortamı içeren kavanozlara aktarılmıştır (Türkmen vd, 2017). Mikro yumru üretmek için hazırlanan sıvı besi ortamına alınan bitkicikler 22/16°C’de ve karanlık altında inkübe edilmiştir. İki aylık büyüme periyodu sonunda mikro yumru hasadı gerçekleştirilmiş ve 50-200 mg arasında değişen ağırlıklarda mikro yumrular elde

edilmiştir. Hasat edilen mikro yumrular soğuk hava deposunda +4°C’de depolanmıştır. Dikim zamanı depodan çıkartılıp oda sıcaklığında sürgün ve kök oluşturması beklenilmiştir. Sürgün ve kök oluşumu yeterli seviyede olduğunda aerofonik sisteme platforma dikimi gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.3 Mini yumru üretimi

in vitro koşullarda meristem kültürü ile elde edilen *in vitro* bitkiler boğum kültürü ile MS besi ortamında çoğaltılmıştır. *in vitro* bitkilerden yeterli sayıda olduğunda ½ oranda perlit+torf karışımına 10x10 cm genişliğinde dikilmiştir. Dikimden hasada kadar bitkiciklerin bakımı ve sulaması düzenli olarak yapılmıştır. Mini yumrular 0,5- 20 gr olduğunda hasat edilmiştir ve +4°C de depolanarak dormansinin kırılması beklenilmiştir. Dormansi kırıldıktan sonra mini yumrular aydınlık yere alınarak sürgün ve kök oluşturmaları sağlanmıştır. Sürgün ve kökler ana yumru ile aerofonik sisteme dikilmiştir.



Şekil 3.3. Denemede kullanılan mini yumru dikim materyalinin dikim öncesi sürgün ve kök oluşumu

3.2.1.4 Yumru sürgünü üretimi

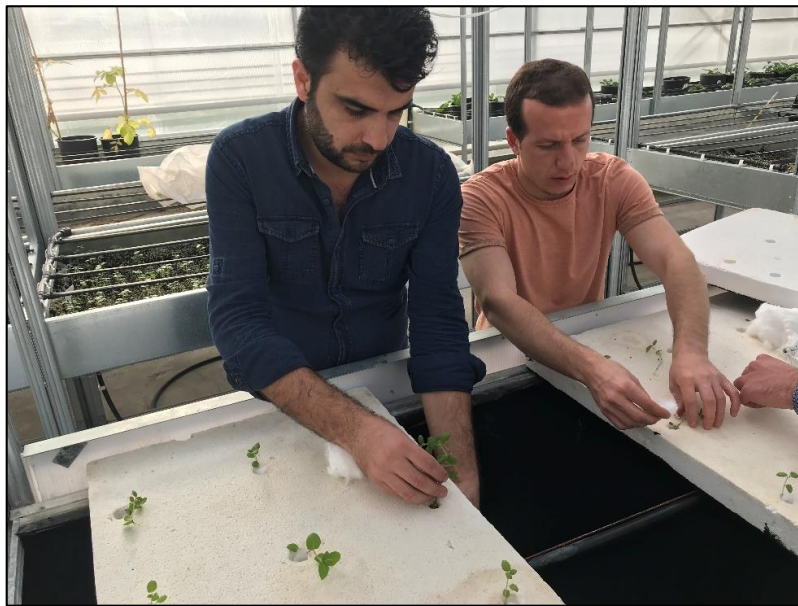
Denemede kullanılan çeşitlere ait Temel 1 kademe tohumluk yumrular, Doğa ARGE Merkezi Sanayi A.Ş. tarafından Adana’nın Tufanbeyli ilçesinde yetiştirilmiş ve hasat sonrası +4°C de depolanmıştır. Tohumluk yumrular dikim tarihinden yaklaşık 1 ay önce depodan çıkarılmış ve oda sıcaklığında bekletilerek sürgün ve kök oluşumu sağlanmıştır. Kök ve sürgün oluştuktan sonra tüm tohumlukların aerofonik sisteme dikimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Denemede kullanılan yumru sürgünü dikim materyalinin dikime hazırlanması

3.3 Dikim Materyallerinin Aerofonik Sisteme Aktarılması

Denemede kullanılan Agria, Russet Burbank, Borwina ve Zirve çeşitlerine ait dikim materyali olarak yumru sürgünü, mini yumru, mikro yumru ve *in vitro* bitkiler kullanılmıştır. Aerofonik sisteme dikim yapılmadan önce yumru sürgünü, mini yumru ve mikro yumrunun dormansisini kırmak, kök oluşumunu sağlamak için oda koşullarında bekletilmiş, *in vitro* bitkiler ise torf + perlit karışımına dikilerek köklenmesi sağlanmıştır. Aerofonik sisteme dikim öncesi hazırlıklar Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Denemede kullanılan dikim materyallerinin aerofonik sisteme aktarılması



Şekil 3.6. Denemede kullanılan dikim materyallerinin aerofonik sisteme aktarılması



Şekil 3.7. Aerofonik sistemde yetiştirilen mini yumruların görünümü



Şekil 3.8. Aerofonik sistemde büyüyen bitkilerin görünümü

Kök ve sürgün oluşumu tamamlandıktan sonra çeşitlere ait yumru sürgünlerinin dikimi için yumruda oluşan sürgünler kopartılarak ayrılmıştır. Aerofonik sistemin üzerindeki dikim yerlerine pamuk ile bitkinin gövdesi sarılıp platforma materyaller oturtulmuştur ve dikim sonrası sisleme sistemi her 180 saniyede 30 saniye çalışacak şekilde ayarlanmış, tüm bitkilerin gelişmeye başlamasından sonra sisleme her 300 saniye bekleme ve 30 saniye çalışma olacak şekilde uygulanmıştır. Aerofonik sistemle birlikte kullanılan besin solüsyonu, Otazu (2010) tarafından verilen formülasyonda bazı değişiklikler yapılarak hazırlanmıştır. Kullanılan besin solüsyonu içeriği Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Deneme çeşitler ana parsellere tohumluk tipleri alt parsellere gelecek şekilde bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Belirtilen tohumluk tipleri aerofonik sisteme 10x10 cm sıklıkta dikilmiştir. Her bir tohumluk tipinden her tekerrürde 28 adet dikilmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca bitkilere standart bakım işlemleri yapılmıştır. Bitkiler aerofonik sistemde yaklaşık dört ay süreyle yetiştirilmiş, hasatlar yumruların gelişimlerine göre 3 seferde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Sulama suyu içerisinde bulunan mikro ve makro elementlerin konsantrasyonları (Otazu, 2010)

Gübre içeriği	Konsantrasyon
N, P, K (18+18+18)	0,540
KNO ₃	0,122
K ₂ SO ₄	0,205
Ca (NO ₃) ₂	0,487
MgSO ₄	0,281

Yetiştirme dönemi içerisinde ve hasat sonrasında aşağıdaki özellikler incelenmiştir:

Bitki başına yumru sayısı (yumru/bitki) ve m²'deki yumru sayısı: Her parselden elde edilen yumruların sayısı, parselde dikilen bitki sayısına bölünerek bitki başına ortalama yumru sayısı hesaplanmıştır. Aerofonik sistemden istenilen verimliliğin alınabilmesi için yetiştirme dönemi boyunca belirli aralıklarla yumru hasadı yapılmıştır (Farran ve Mingo-Castel, 2006; Otazu, 2010; Ritter vd., 2001). Bu nedenle bitkilerde yumru oluşumundan sonra belirli aralıklarla (15-30 gün) yumru hasadı yapılmış olup, tüm hasatların tamamlanmasından sonra her uygulama için toplam yumru sayısı belirlenmiştir. Her parselden elde edilen yumru sayısı, parsel alanına bölünerek m²'deki bitki sayısı hesaplanmıştır.

Bitki başına yumru verimi (g/bitki): Her parselden elde edilen yumruların ağırlığı tartılıp, parselde dikilen bitki sayısına bölünerek bitki başına ortalama yumru verimi hesaplanmıştır.

Ortalama yumru ağırlığı (g): Her parselden elde edilen toplam yumru ağırlığının, parselden elde edilen yumru sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Fotosentez hızı: Bitkilerin yumru oluşum döneminden başlayarak LICOR 6400 Portatif Fotosentez Cihazı kullanılarak 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ sabit ışık şiddeti, 400 $\mu\text{mol mol}^{-1} \text{CO}_2$ ve 500 $\mu\text{mol s}^{-1}$ hava akış koşullarında yapılmıştır. Fotosentez ölçümleri 4, tepe yaprakçığında alınmıştır. Ölçümler, her tekrürde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır.

Transpirasyon hızı: Bitkilerin yumru oluşum döneminden başlayarak LICOR 6400 Portatif Fotosentez Cihazı yardımıyla transpirasyon hızları ölçülmüştür. Ölçümler, her tekerrürde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır.

Stoma iletkenliği: Bitkilerin yumru oluşum döneminden başlayarak 10 gün aralıklarla LICOR 6400 Portatif Fotosentez Cihazı yardımıyla stoma iletkenliği ölçülmüştür. Ölçümler, her tekerrürde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır.

Klorofil İndeksi (SPAD): Bitkilerin yumru oluşum döneminden başlayarak 10 gün aralıklarla fotosentez ölçümü yapılan bitkilerde Minolta SPAD502 Klorofilmetre yardımıyla yaprak klorofil indeksleri belirlenmiştir.

3.4 İstatistiksel Analizler

Her iki denemeden elde edilen veriler SAS İstatistik Programı kullanılarak bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve elde edilen ortalamalar LSD testine göre karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bitki Başına Yumru Sayısı

Çizelge 4.1.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantların bitki başına yumru sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre bitki başına yumru sayısı açısından tekerrür, çeşit, dikim materyali, çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı (adet/bitki) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	1,96	4,9**
Çeşit	3	9,80	24,5**
Hata 1	9	0,4
Dikim Materyali	3	350,0	333,3**
Çeşit x Dikim materyali	9	16,24	15,40**
Hata 2	36	1,05	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		18,3	

(**p<0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek yumru sayısı 6,1 adet/bitki ile Agria çeşidinden elde edilirken, Russet burbank (4,3 adet/bitki) ve Borwina (4,4 adet/ bitki) çeşitleri en düşük yumru sayılarına sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2.). Dikim materyalleri arasında ise mini yumru dikimi diğerlerine göre önemli derecede daha yüksek (12,1 adet/bitki) yumru sayısı verirken, diğer üç dikim materyali birbirine yakın değerler vermişlerdir (Çizelge 4.2.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek değerler mini yumru dikiminden alınmakla birlikte diğer dikim materyallerinin sıralamaları çeşitlere göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.2.). Örneğin en düşük yumru sayısı Agria çeşidinde 2,1 adet/bitki ile yumru sürgünü dikiminden elde edilirken, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerinde *in vitro* bitki dikimlerinden elde edilmiştir. En yüksek yumru sayısının elde

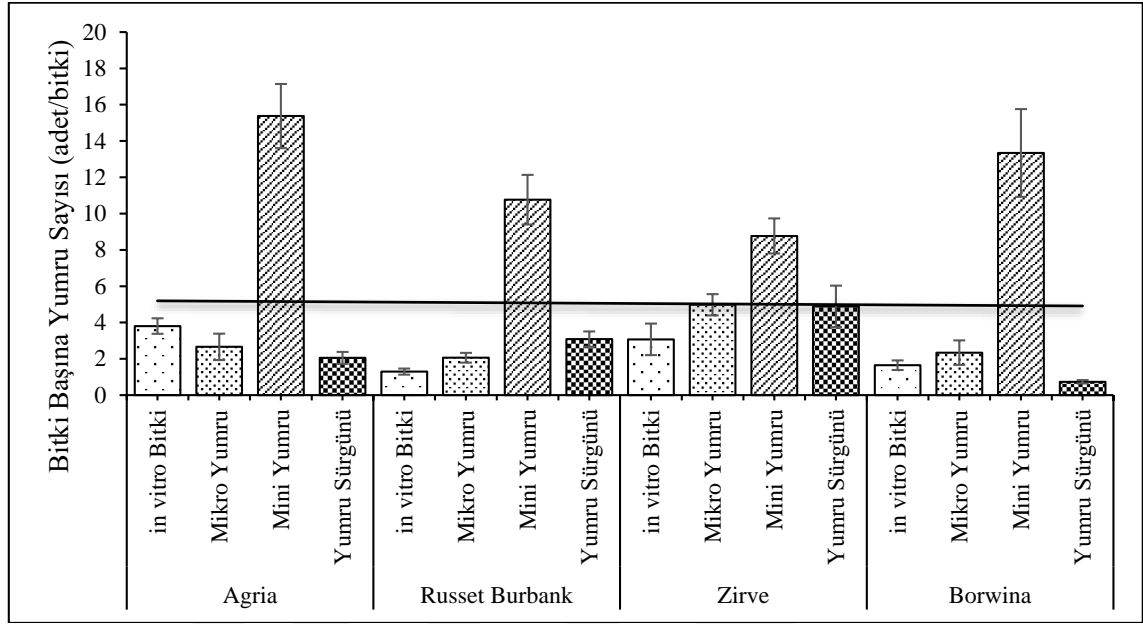
edildiği mini yumru dikimleri, klasik mini yumru dikim materyali olan *in vitro* bitki dikimine göre Agria, Borwina, Russet Burbank ve zirve çeşitlerinde sırasıyla 4,1, 8,3, 9 ve 2,8 kat daha fazla yumru üretmiştir. Tekerrürler arası farkın önemli çıkması, fiskiyele yakın dikim materyallerinin köklerine besin eriyiklerinin daha yoğun ulaşması bitki başına yumru sayısına etki ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı (adet/bitki) için LSD analiz sonuçları.

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	3,8	1,6	1,2	3,1	2,6
Mikro yumru	2,6	2,3	2,1	4,9	2,9
Mini yumru	15,4	13,3	10,8	8,7	12,1
Yumru sürgünü	2,1	0,7	3,1	5,1	2,7
Ortalama	6,1	4,4	4,3	5,3	
LSD _{Çeşit} (%5)			1,20		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,41		
LSD _{İnteraksiyon} (%5)			1,41		

Aerofonik sistemde bitki başına yumru sayısı bakımından alınan ölçümlerde en iyi dikim materyalinin mini yumru olduğu görülmüştür (Şekil 4.1.). Yapılan çalışmalarda tohumun boyu ve yaşının yumru sayısına etki ettiği belirlenmiştir (Van der Veecken ve Lommen, 2009). Dikim materyali olarak kullanılan mini yumru ile yumru sürgünü arasında tohum yaşı farkının olması ve yumru sürgününün gözlerden kopartılarak ana yumru olmadan dikim yapılması, mikro yumru ile mini yumru arasında ana yumrunun farklı boyutta olması, bitki başına yumru sayısı bakımından en iyi dikim materyalinin mini yumru olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulguların diğer çalışmalarla benzerlik içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Samancı vd. (2003) arazide kurdukları denemede farklı patates çeşitleri kullanarak bitki başına yumru sayısını 4,92 - 9,79 adet olarak belirlemiştir. Günel vd. (2002) turfanda farklı hasat zamanlarının verime etkisini incelemiş ve bitki başına yumru sayısını 7,1–7,3 adet/bitki olduğunu göstermiştir. Cerit ve Kaynak (2010) farklı olgunlaşma süresine sahip çeşitlerin turfanda verim ve verim unsurlarını belirlemek için kurulan bir denemede bitki başına yumru sayısını 3,02–9,95 adet/bitki olarak belirtmiştir. Ayrıca Yıldırım (2002) yumru sayısının genotipe bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarla, bitki başına yumru sayısının çeşide, büyüme ortamına, dikim sıklığına ve tohum boyuna bağlı olarak 2-8 arasında

değişebildiği gösterilmiştir (Corrêa vd., 2008; Grigoriadou ve Leventakis, 1999; Millam ve Sharna, 2007; Rolot ve Seutin, 1999).



Şekil 4.1. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı

4.2 Metrekaredeki Yumur Sayısı

Çizelge 4.3.'te aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantların metrekaredeki yumru sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre metrekaredeki yumru sayısı açısından çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat tekerrürler arası %5 düzeyinde istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin metrekaresindeki yumru sayısı (adet/m²) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	19660,36	4,87*
Çeşit	3	98047,62	24,31**
Hata 1	9	4031,88	
Dikim Materyali	3	3500306,12	331,83**
Çeşit x Dikim materyali	9	162437,22	15,40**
Hata 2	36	10548,61	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		12,75	

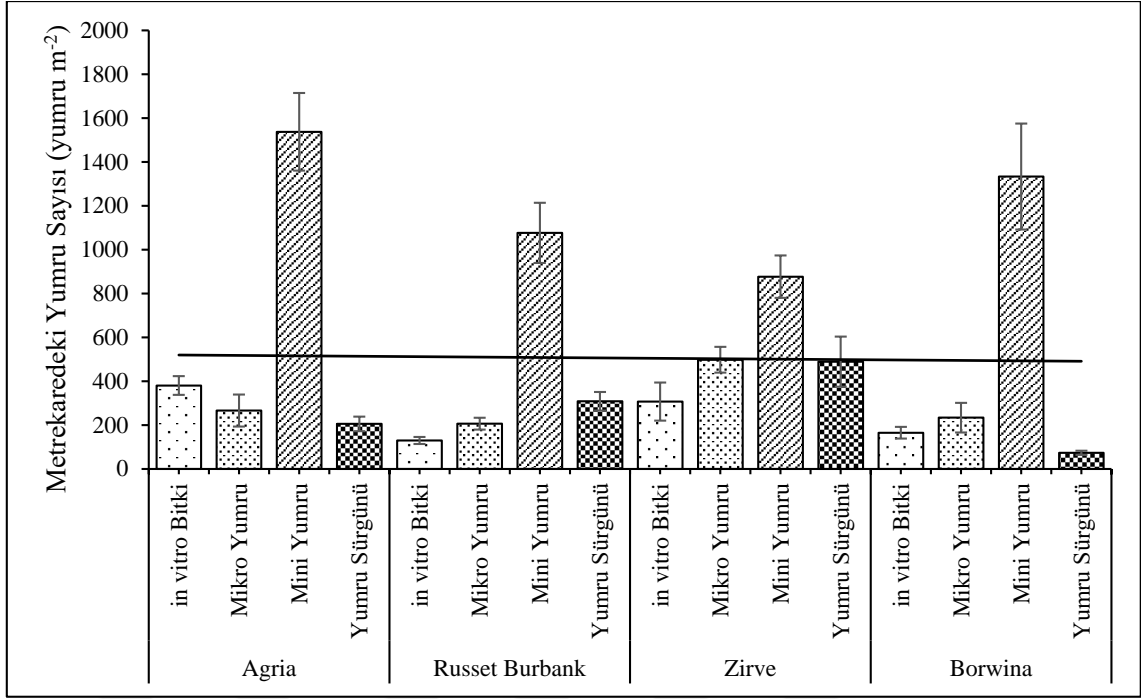
(**p<0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında metrekaresindeki yumru sayısı en yüksek 597,3 adet/m² ile Agria çeşidinden elde edilirken, Russet Burbank (430,2 adet/m²) ve Borwina (451,6 adet/m²) çeşitlerinden metrekaresine en düşük yumru sayılarına sahip olmuşlardır. (Çizelge 4.4.). Dikim materyalleri arasında ise metrekaresine yumru sayısı bakımından mini yumru dikimi diğerlerine göre önemli derecede daha yüksek (1206,23 adet/m²) yumru sayısı verirken, diğer üç dikim materyali birbirine yakın değerler vermişlerdir (Çizelge 4.4.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek değerler mini yumru dikiminden alınmakla birlikte diğer dikim materyallerinin sıralamaları çeşitlere göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.4.). Örneğin metrekaresine en düşük yumru sayısı Russet Burbank 129,63 adet/m² ile *in vitro* bitkiden elde edilirken, Zirve ve Borwina çeşitlerinden *in vitro* bitki dikimlerinden elde edilmiştir. Metrekaresine en yüksek yumru sayısının elde edildiği mini yumru dikimleri, klasik mini yumru dikim materyali olan *in vitro* bitki dikimine göre Agria, Borwina, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerinde sırasıyla metrekaresine 4,04, 8,08, 8,30 ve 2,85 kat daha fazla yumru üretmiştir.

Çizelge 4.4. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin metrekaresindeki yumru sayısı (adet/m²) için LSD sonuçları.

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	380,35	165,00	129,63	307,10	245,52
Mikro yumru	266,03	233,88	206,05	497,83	300,94
Mini yumru	1537,50	1333,88	1076,75	876,78	1206,23
Yumru sürgünü	205,30	73,57	308,53	489,23	269,16
Ortalama	597,3	451,6	430,2	542,7	
LSD _{Çeşit} (%5)			121,99		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			136,37		
LSD _{interaksiyon} (%5)			141,43		

Patates yetiştiriciliğinde, birim alandan elde edilen yumru verimi, üretimin temel hedefidir. Reestman ve De Wit (1959)'in yaptıkları çalışmada tohum iriliğinin arttıkça tohum üzerindeki göz sayısının da arttığını göstermişlerdir. Buna bağlı olarak sap sayısı ile doğru orantılı olarak yumru sayısının da artacağını bildirmişlerdir. Bu nedenle dikilen bitki sayısını çok fazla artırmadan birim alandan alınacak yumru sayısının artırılması mini yumru üretimindeki kilit noktayı oluşturmaktadır (Millam ve Sharna, 2007; Van der Veecken ve Lommen, 2009). Yapılan çalışmalar patatesten tohumluk mini yumru üretiminde gerek birim alandan hasat edilen yumru sayısı gerekse yumru sağlığı açısından topraksız uygulamalar içerisinde en etkili yöntemin aerofonik sistem olduğunu göstermiştir (Chiipanthenga vd., 2012; Factor vd., 2007; Farran ve Mingo-Castel, 2006; Ritter vd., 2001). Aerofonik sistemde metrekaresindeki yumru sayısı bakımından alınan ölçümlerde en iyi dikim materyalinin mini yumru olduğu görülmüş ve diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin metrekaredeki yumru sayısı (adet/m²)

Yapılan analizler sonucunda aerofonik sistemde metrekaredeki yumru sayısının diğer çalışmalara göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeşit ve dikim materyalinin metrekaredeki yumru sayısına etki ettiği görülmüştür.

4.3 Bitki Başına Yumur Verimi

Çizelge 4.5.'te aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantların metrekaredeki bitki başına yumru verimine ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre bitki başına yumru verimi açısından çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru verimi (g/bitki) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	71,6960	0,12
Çeşit	3	4109,59	6,87*
Hata 1	9	597,44	.
Dikim Materyali	3	166153,39	448,52**
Çeşit x Dikim materyali	9	14943,06	40,34**
Hata 2	36	370,44	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		20,50	

(**p< 0,01) (*p<0,05)

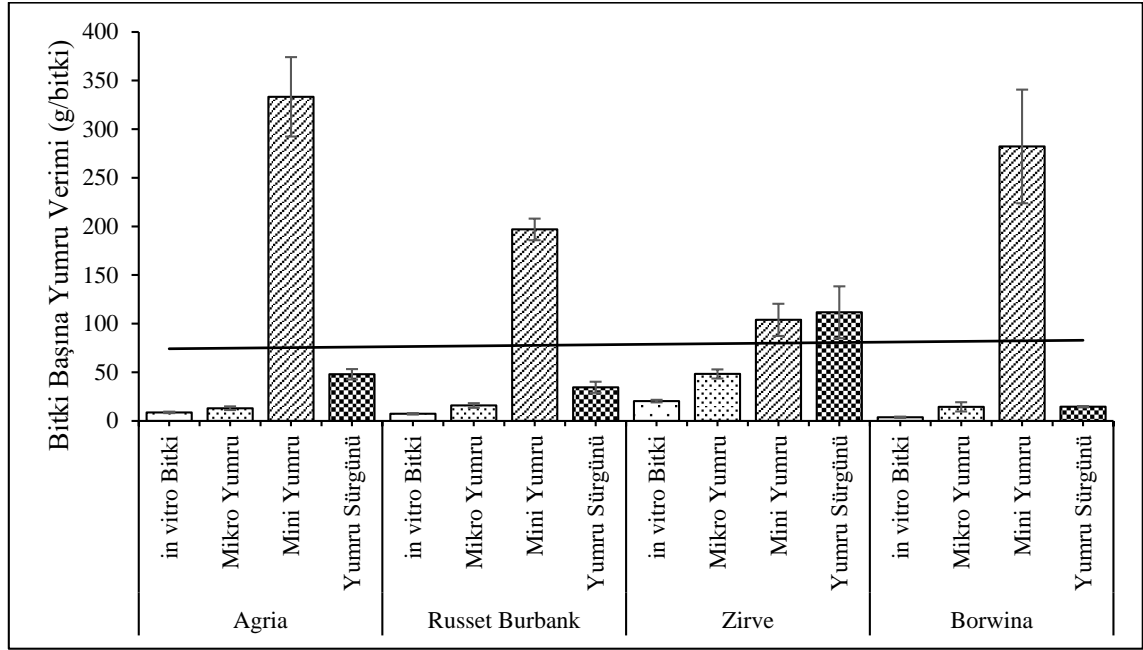
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek yumru verimi 100,74 g ile Agria çeşidinden elde edilirken, Borwina (78,7 g), Russet Burbank (63,6 g) ve Zirve (103,89 g) çeşitleri en düşük yumru verimine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.6.). Dikim materyalleri arasında ise mini yumru dikimi diğerlerine göre önemli derecede daha yüksek (229,1 g), yumru verimine sahip olurken, diğer üç dikim materyali birbirine yakın değerler vermişlerdir (Çizelge 4.6.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. En yüksek verimin elde edildiği mini yumru dikimleri, klasik mini yumru dikim materyali olan *in vitro* bitki dikimine göre Agria, Borwina, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerinde sırasıyla 38,22, 76,07, 27,08 ve 5,10 kat daha fazla verim üretmiştir.

Çizelge 4.6. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru verimi (gram/bitki) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	8,72	3,71	7,27	20,35	10,0
Mikro yumru	13,00	14,41	15,86	48,25	22,8
Mini yumru	333,32	282,22	196,92	103,89	229,1
Yumru sürgünü	47,92	14,51	34,58	111,70	52,1
Ortalama	100,74	78,7	63,6	71,0	
LSD _{Çeşit} (%5)			23,71		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			27,17		
LSD _{İnteraksiyon} (%5)			28,23		

Aerofonik sistemde bitki başına yumru verimine bakıldığında ortalama en yüksek verimin Agria mini yumru, Russet Burbank mini yumru ve Borwina mini yumruda olduğu

gözlemlenmiştir. Her çeşidin *in vitro* bitkisinde bitki başına yumru veriminin düşük olduğu görülmüştür (Şekil 4.3.). Arazide kurulan denemelerde bitki başına yumru verimini Samancı vd. (2003) 648,32 -324,01 g, Çalışkan ve Arıoğlu (1997) 649,8 – 244,9 g, İncekara ve Çalışkan (2002) 501-242 g, Şenol ve Arıoğlu (1991) 308,3 – 188,0 g olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar ile tez kapsamında mini yumrudan elde edilen değerler benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.3. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin bitki başına yumru verimi (g/bitki)

Yapılan analizler sonucunda aerofonik sistemde bitki başına yumru verimi, diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çeşit ve dikim materyalinin metrekaredeki bitki başına yumru verimine etki ettiği belirlenmiştir. Aerofonik sistemde klasik dikim materyali olan *in vitro* bitki ile kıyaslandığında, mini yumrudan dikim yapılması bitki başına daha fazla verim alınabileceği belirlenmiştir.

4.4 Ortalama Yumru Ağırlığı

Çizelge 4.7.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantların ortalama yumru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre ortalama yumru ağırlığı çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali

interaksiyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin ortalama yumru ağırlığı (g) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	2,90	0,72
Çeşit	3	36,48	5,38**
Hata 1	9	3,98	
Dikim Materyali	3	982,30	157,1**
Çeşit x Dikim materyali	9	43,76	7,00**
Hata 2	36	6,25	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		20,10	

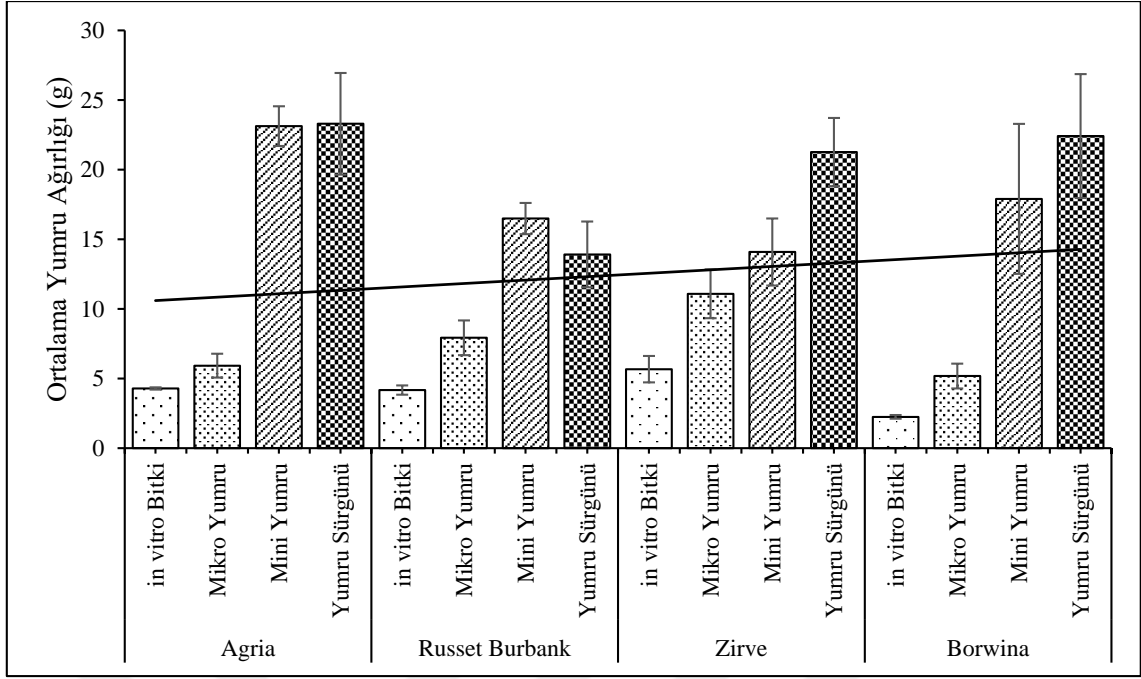
(**p< 0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek ortalama yumru ağırlığı 14,4 g ile Agria çeşidinden elde edilirken, Russet Burbank (10,7 g), Borwina (12,2 g) ve Zirve (13,0 g) çeşitleri en düşük ortalama yumru ağırlığına sahip olmuşlardır (Çizelge 4.8.). Dikim materyalleri arasında ise yumru sürgünü dikimi diğerlerine göre daha yüksek ortalama yumru ağırlığına (21,0 g) sahip olurken, mini yumru dikimi ortalama yumru ağırlığı (17,7 g) ile yumru sürgününe en yakın dikim materyali olarak belirlenmiştir. *in vitro* bitki ile mikro yumru dikiminden elde edilen ortalama yumru ağırlığının yumru sürgününe göre sırasıyla 5 – 2,5 kat daha az olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek değerler yumru sürgünü ve mini yumru dikiminden alınırken en düşük ortalama yumru ağırlığı tüm çeşitlerin *in vitro* bitki dikiminden elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin ortalama yumru ağırlığı (g) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	4,2	2,2	4,2	5,6	4,0
Mikro yumru	5,9	5,2	7,9	11,1	7,5
Mini yumru	23,1	17,9	16,0	14,1	17,7
Yumru sürgünü	24,5	23,6	14,7	21,3	21,0
Ortalama	14,4	12,2	10,7	13,0	
LSD _{Çeşit} (%5)			2,48		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			2,53		
LSD _{interaksiyon} (%5)			3,37		

Aerofonik sistemde Ortalama yumru ağırlığına bakıldığında en yüksek ağırlığın her çeşidin mini yumru ve yumru sürgününde olduğu belirlenmiştir. En düşük yumru ağırlığının ise *in vitro* bitkide olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.). Imam (1975), Negi vd. (1995), Arslanoğlu ve Atakişi (1997) arazide kurdukları denemeler sonucunda tohumluk yumru iriliği arttıkça ortalama yumru ağırlığının da arttığını göstermişlerdir. Esen (2013), mini yumru üretiminde sera koşullarında farklı çeşitler kullanarak farklı katı kültür ortamlarını karşılaştırmış ve ortalama mini yumru ağırlığının 3,8–3,5 arasında olduğunu belirtmiştir. Yapılan analizler sonucunda aerofonik sistemde kullanılacak dikim materyalinin ortalama yumru ağırlığına etki ettiği belirlenmiş ve diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ayrıca aerofonik sistemde mini yumru üretiminde yumru sürgünü veya mini yumru kullanıldığında 4,5 – 5 kat daha fazla ortalama yumru ağırlığına sahip yumru vereceği tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin ortalama yumru ağırlığı (g)

4.5 Kuru Madde

Çizelge 4.9.'da aerofonik sistemde farklı eksplantlardan elde edilen mini yumruların kuru madde oranına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan 0,05 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinden elde edilen mini yumruların kuru madde oranı (%) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	1,23	1,90*
Çeşit	3	49,62	76,50**
Hata 1	9	0,34	
Dikim Materyali	3	3,75	5,85**
Çeşit x Dikim materyali	9	2,54	3,96**
Hata 2	36	0,64	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		4,8	

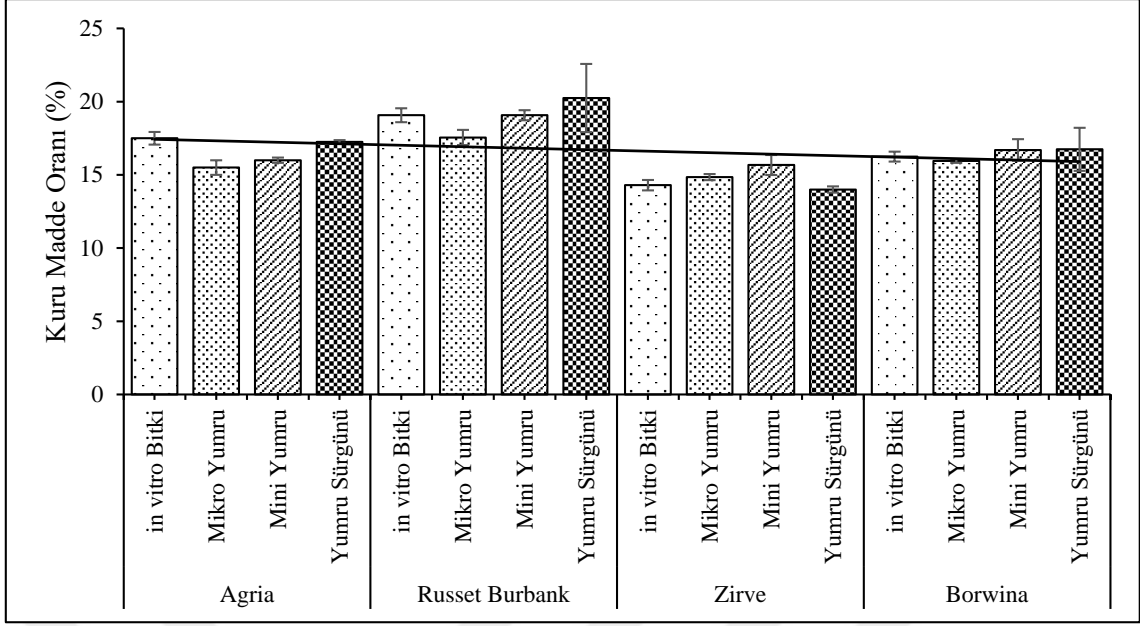
(**p< 0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek kuru madde oranı % 18,9 ile çeşidinden elde edilirken, Agria (% 16,5), Borwina (% 16,3) ve Zirve (% 14,6) çeşitleri düşük kuru madde oranına sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.10.). Dikim materyalleri arasında ise yumru sürgünü dikimi diğerlerine göre daha yüksek (%17,0) kuru maddeye sahip olurken, diğer üç dikim materyali birbirine yakın değerler vermişlerdir (Çizelge 4.10.). Çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde en düşük kuru madde oranı mikro yumru dikiminde olduğu görülmüştür (% 15,9). Örneğin Russet Burbank çeşidinde mikro yumru kuru madde oranı % 17,5 iken diğer üç dikim materyalinde % 19,0 – 20,2 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinden elde edilen mini yumruların kuru madde oranı (%) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	17,5	16,2	19,0	14,3	16,7
Mikro yumru	15,5	15,9	17,5	14,8	15,9
Mini yumru	16,0	16,7	19,0	15,6	16,8
Yumru sürgünü	17,2	16,7	20,2	14,0	17,0
Ortalama	16,5	16,3	18,9	14,6	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,7		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,3		
LSD _{interaksiyon} (%5)			1,2		

Aerofonik sistemde kuru madde oranı bakımından alınan ölçümlerde Şekil 4.5.'e bakıldığında çeşitlerin yemeklik, sanayilik ve yemeklik + sanayilik özelliklerine bakılarak yemeklik çeşitlerin kuru madde oranı %16,3 – 14,6 arasında olduğu, sanayilik çeşitlerin %18,9 oranında ve sanayilik + yemeklik çeşitlerin %16,5 olduğu tespit edilmiştir. Sanayilik olarak kullanılma özelliğine sahip çeşitlerin yemeklik çeşitlere göre kuru madde oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Novella vd. (2008) mini yumruların kuru madde miktarı bakımından mikro yumrudan daha iyi sonuç verdiğini belirtmiştir. Lommen ve Struik (1994) strandart tohumlukların kuru madde oranının, mini yumrulardan daha iyi olduğunu belirtmiştir. Deneme sonucunda elde edilen verilerin önceki çalışmalarla benzer olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinden elde edilen mini yumruların kuru madde (%) oranı

4.6 Kök Yaş Ağırlık

Çizelge 4.11.'de aerofonik sistemde farklı eksplantlardan yetiştirilen farklı eksplantların kök yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre kök yaş ağırlığı çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiksel bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök yaş ağırlığı (g) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	17,86	0,57
Çeşit	3	7711,31	249,71**
Hata 1	9	30,88	
Dikim Materyali	3	5857,87	247,79**
Çeşit x Dikim materyali	9	3674,93	155,45**
Hata 2	36	23,64	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		15,5	

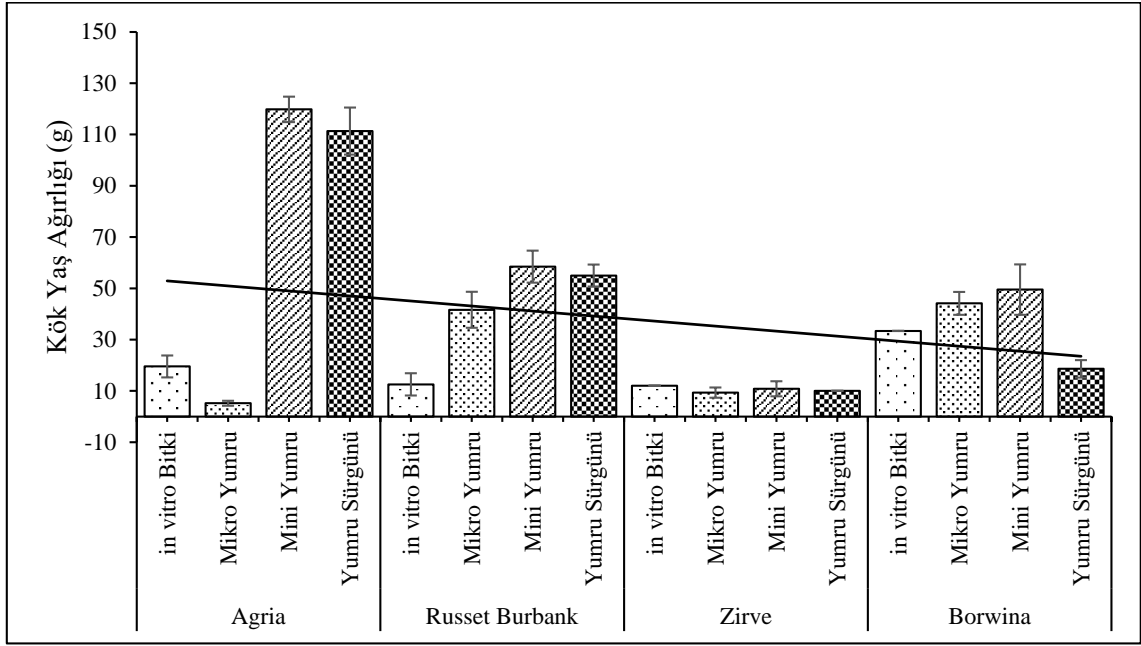
(**p< 0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek kök yaş ağırlığı 63,9 g ile Agria çeşidinden elde edilirken, Borwina (36,3 g) ve Zirve (10,5 g) çeşitleri en düşük kök yaş ağırlığına sahip olmuşlardır (Çizelge 4.12.). Dikim materyalleri arasında ise mini yumru dikimi diğerlerine göre daha yüksek (59,6 g) kök yaş ağırlığına sahipken, *in vitro* bitki ve mikro yumru dikim materyali birbirine yakın değerler vermişlerdir (Çizelge 4.12.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek değerler mini yumru dikiminden alınmakla birlikte diğer dikim materyallerinin sıralamaları çeşitlere göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.12.). Örneğin en düşük kök yaş ağırlığı Agria mikro yumru dikiminden elde edilirken, Borwina ve Russet Burbank çeşitlerinde *in vitro* bitki dikimlerinden elde edilmiştir. En yüksek kök yaş ağırlığının elde edildiği mini yumru dikimleri, Klasik mini yumru dikim materyali olan *in vitro* bitki dikime göre Agria, Russet Burbank, Borwina ve Zirve çeşitlerinde sırasıyla 6,14, 4,7, 1,5 ve 3,1 kat daha fazla yumru üretmiştir.

Çizelge 4.12. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök yaş ağırlık (g) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	19,5	33,3	12,5	9,8	19,3
Mikro yumru	5,1	44,1	41,6	9,3	25,0
Mini yumru	119,8	49,5	58,4	10,8	59,6
Yumru sürgünü	111,3	18,5	54,9	10,0	48,6
Ortalama	63,9	36,3	41,8	10,5	
LSD _{Çeşit} (%5)			10,7		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			11,8		
LSD _{interaksiyon} (%5)			7,0		

Aerofonik sistemde kök yaş ağırlığı bakımından alınan ölçümlerde en iyi dikim materyalinin mini yumru olduğu görülmüştür (Şekil 4.6.). Aerofonik sistemde kök yaş ağırlığı düşük olan dikim materyallerinin bitki başına yumru sayısı ve yumru verimi ile ilişkili bulunmuştur. Mini yumru dikim materyalinden gelişen kökler hem ana yumru içerisindeki besin elementlerini kullanması hem de sisleme ile verilen suyun içerisinde bulunan besinleri kullanarak daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök yaş ağırlığı (g)

4.7 Kök Kuru Ağırlık

Çizelge 4.13.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantların kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre kök kuru ağırlığı açısından çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiksel bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat tekerrürler arası fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök kuru ağırlık (g) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,23	1,64
Çeşit	3	35,39	252,78**
Hata 1	9	0,14	
Dikim Materyali	3	30,43	126,79**
Çeşit x Dikim materyali	9	19,41	80,87**
Hata 2	36	0,24	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		12,72	

(**p< 0,01) (*p<0,05)

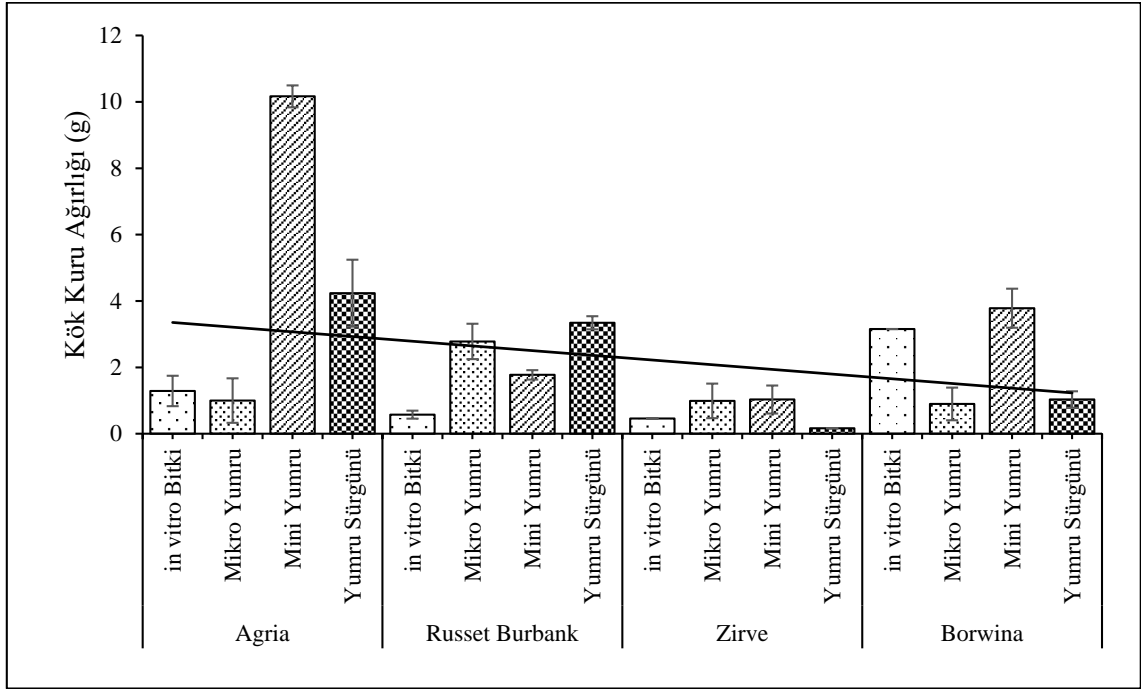
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek kök kuru ağırlığı 4,1 g ile Agria çeşidinden elde edilirken Zirve (0,5 g) çeşidi en düşük kök kuru ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 4.14.). Dikim materyalleri arasında ise mini yumru dikimi diğerlerine göre daha yüksek (4,2 g) kök kuru ağırlığı verirken, *in vitro* bitki ve mikro yumru dikim materyali en düşük kök kuru ağırlığına sahip olmuşlardır. Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.14. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök kuru ağırlık (g) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	1,2	3,1	0,5	0,4	1,3
Mikro yumru	0,9	0,8	2,7	0,5	1,2
Mini yumru	10,2	4,0	1,7	1,0	4,2
Yumru sürgünü	4,2	1,0	3,3	0,1	4,0
Ortalama	4,1	2,2	2,0	0,5	
LSD _{Çeşit} (%5)			1,51		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,55		
LSD _{interaksiyon} (%5)			0,67		

Şekil 4.7. incelendiği zaman kök kuru ağırlıklarının Agria çeşidinde mini yumru ve yumru sürgününde ortalamanın üstünde olduğu olduğu gözlemlenmiştir. Zirve çeşidinin dikim materyallerinin kök kuru ağırlığının düşük olduğu tespit edilmiştir. Aerofonik sistemde dikim materyalinin ve çeşidin kök kuru ağırlığına önemli etki ettiği

belirlenmiştir (Şekil 4.7.). Çeşit dikim materyali interaksiyonları incelendiğinde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Aeroponik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök kuru ağırlığı (g)

4.8 Kök Uzunluk

Çizelge 4.15.'de aeroponik sistemde yetiştirilen farklı eksplantların kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre kök kuru ağırlığı açısından çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat tekerrürler arası fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök uzunluk (cm) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	25,78	0,43
Çeşit	3	2423,99	41,06**
Hata 1	9	59,03	
Dikim Materyali	3	1269,33	20,12**
Çeşit x Dikim materyali	9	1675,78	26,56**
Hata 2	36	63,08	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		12,87	

(**p< 0,01) (*p<0,05)

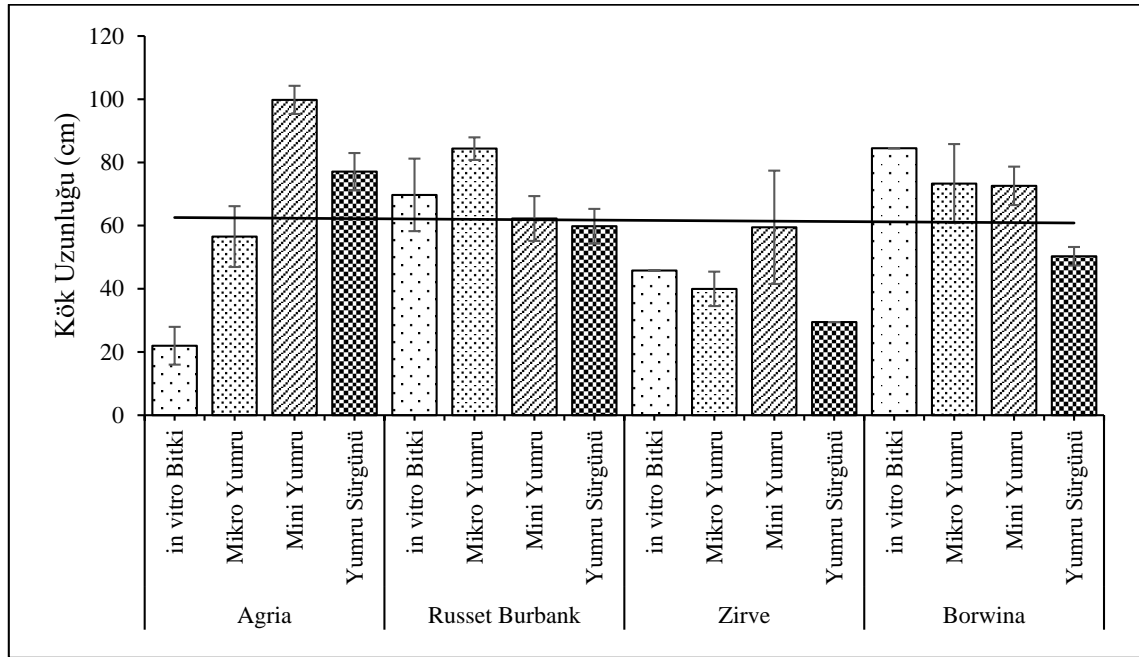
Denemede kullanılan çeşitler arasında en uzun kök uzunluğu Borwina'da (70,1 cm), en kısa kök uzunluğu 43,6 cm ile Zirve çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Dikim materyalleri içerisinde en uzun kök uzunluğu 73,4 cm ile mini yumruda, en kısa kök uzunluğu 54,1 cm ile yumru sürgününde olduğu tespit edilmiştir. Denemede kullanılan interaksyonlar içerisinde en uzun kök uzunluğu Agria mini yumruda (99,7 cm), en kısa kök uzunluğu Zirve yumru sürgününde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök uzunluk (cm) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	21,9	84,5	69,7	45,8	55,4
Mikro yumru	56,5	73,3	84,3	39,9	63,5
Mini yumru	99,7	72,5	62,2	59,4	73,4
Yumru sürgünü	77,1	50,2	59,8	29,5	54,1
Ortalama	63,8	70,1	69,0	43,6	
LSD _{Çeşit} (%5)			13,4		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			14,5		
LSD _{interaksiyon} (%5)			11,0		

Şekil 4.8. incelendiğinde kök uzunluğunun Agria çeşidinin mini yumru ve yumru sürgününde, Russet Burbank çeşidinin *in vitro* bitki ve mikro yumrusunda, Borwina çeşidinin *in vitro* bitki ve mikro yumrusunda, Zirve çeşidinin ise *in vitro* bitki ve mini

yumrusunda yüksek olduğu belirlenmiştir. Alınan ölçümler sonucunda aerofonik sistemde kök uzunluğuna çeşit ve dikim materyalinin etki ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin kök uzunluğu (cm)

Yapılan analizler sonucunda aerofonik sistemde kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğuna bakıldığında mini yumru ve yumru sürgününün daha etkili olduğu belirlenmiştir.

4.9 Fotosentez Hızı

Denemede fotosentez hızı ölçümleri, aerofonik sistemde dikim materyallerinin yumru oluşturmaya başladıktan sonra yapılmıştır. Ölçümler, her tekerrürde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır. Fotosentez hızı, stoma iletkenliği ve transpirasyon LICOR-6400 pozitif taşınabilir fotosentez cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler dikim tarihinden sonra 23, 43 ve 63'üncü günlerde gerçekleştirilmiştir. Fotosentez hızı, stoma iletkenliği ve transpirasyon oranı ölçümlerinin istatistiksel analizleri ölçüm zamanına göre 3 farklı analiz yapılmıştır.

Çizelge 4.17.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin fotosentez ölçümüne (23.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna

göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Aeroфонik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (23.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	4,50	4,09*
Çeşit	3	51,13	46,48**
Hata 1	9	1,10	
Dikim Materyali	3	129,45	70,35**
Çeşit x Dikim materyali	9	14,17	7,70**
Hata 2	36	1,84	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		7,85	

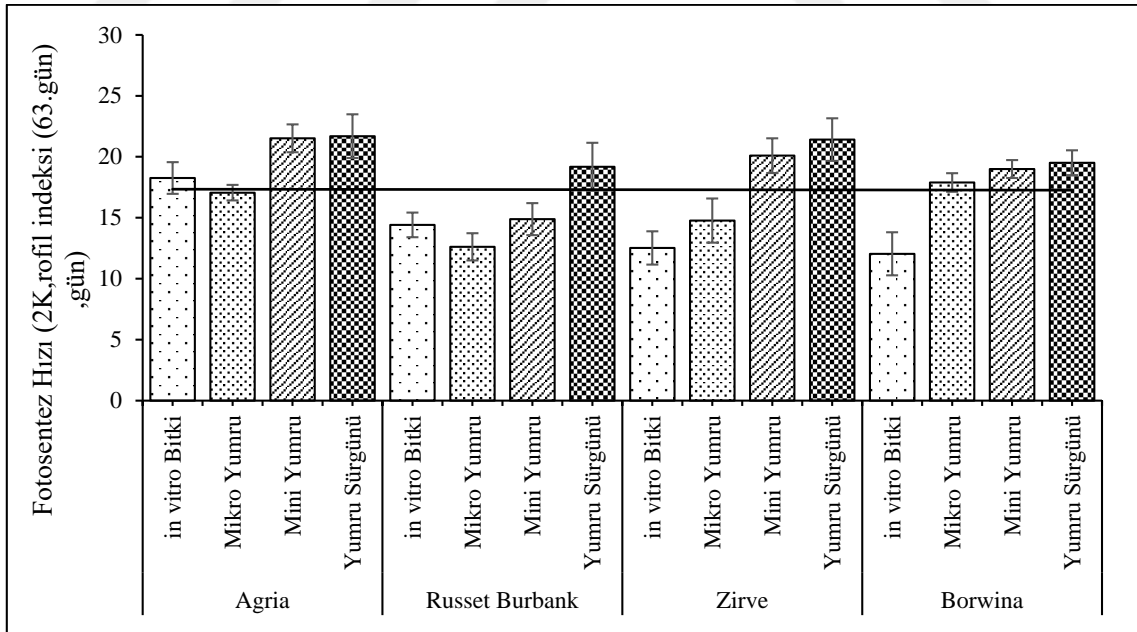
(**p< 0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek fotosentez hızı (23.gün) 19,62 ile Agria çeşidinde elde edilirken, Russet Burbank (15,26) en düşük fotosentez hızına sahip olmuştur (Çizelge 4.18.). Dikim materyalleri arasında ise yumru sürgünü (20,44) en yüksek fotosentez hızına sahip olurken, *in vitro* bitki dikim materyali (14,30) en düşük fotosentez hızına sahip olurken, mikro yumru (15,57) ile birbirlerine yakın değerler vermiştir (Çizelge 4.18.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek değerler yumru sürgünü dikiminden alınmakla birlikte, Agira, Borwina ve Zirve çeşitlerinde mini yumru dikim materyali fotosentez hızı değerleri yumru sürgünü ile birbirine yakın değerler vermişlerdir (Çizelge 4.18.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerin mini yumru ve yumru sürgünü dikim materyallerinin *in vitro* bitki ve mikro yumru dikim materyaline göre fotosentez hızının yüksek olması aerofonik sistemde mini yumru ve yumru sürgününün diğer dikim materyallerine göre daha kısa sürede daha çok gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (23.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	18,26	12,04	14,40	12,52	14,30
Mikro yumru	17,05	17,88	12,61	14,76	15,57
Mini yumru	21,51	18,99	14,88	20,09	18,86
Yumru sürgünü	21,69	19,50	19,17	21,40	20,44
Ortalama	19,62	17,10	15,26	17,19	
LSD _{Çeşit} (%5)			1,24		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,75		
LSD _{interaksiyon} (%5)			1,94		

Şekil 4.9. incelendiğinde fotosentez hızı en yüksek çeşitlerin mini yumru ve yumru sürgününde olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin dikim materyallerine bakıldığında Agria, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerinin orta geççi ve geççi özelliğinden kaynaklanan, yumru sürgünü ve mini yumrunun diğer dikim materyalleri arasında belirgin fark olduğu belirlenmiştir. Ancak Borwina çeşidinin erkenci özelliğinden dolayı mikro yumrunun mini yumru ve yumru sürgününe fotosentez hızında yaklaştığı belirlenmiştir.



Şekil 4.9. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı ölçümü (23.gün)

Çizelge 4.19.'da aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin fotosentez ölçümüne (43.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (43.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	1,48	1,80
Çeşit	3	43,16	52,63**
Hata 1	9	0,82	
Dikim Materyali	3	29,05	16,79**
Çeşit x Dikim materyali	9	10,73	6,20**
Hata 2	36	1,73	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		10,19	

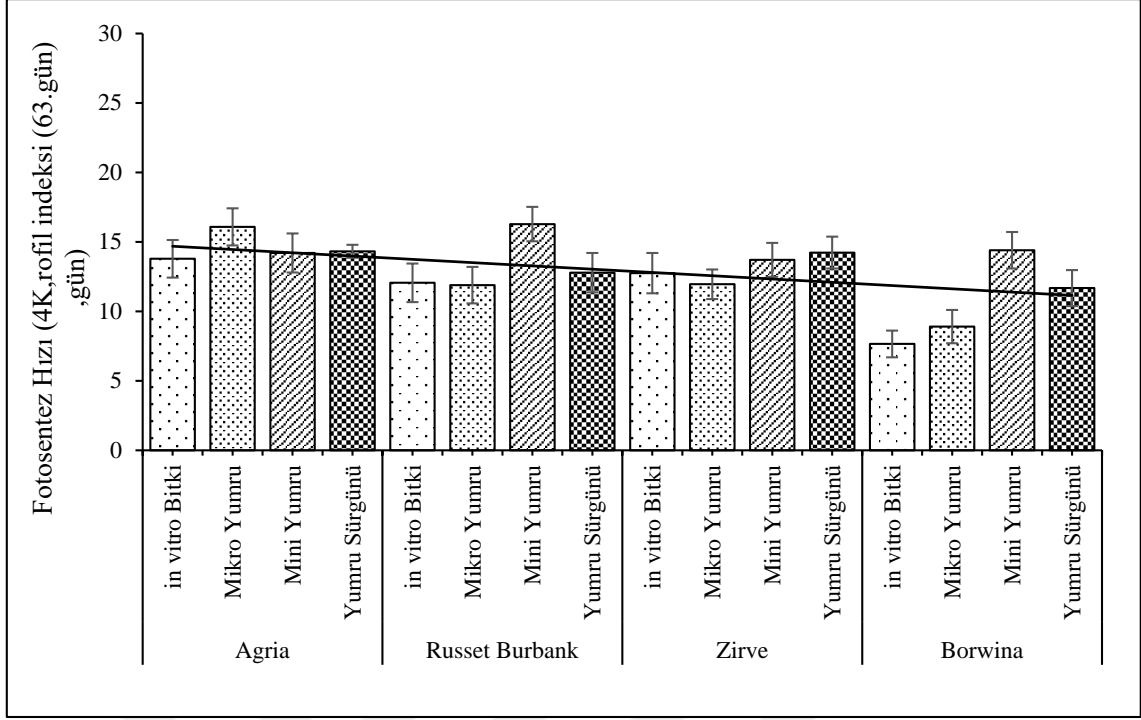
(**p< 0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek fotosentez hızı (43.gün) 14,59 ile Agria çeşidinde elde edilirken, Borwina (10,65) en düşük fotosentez hızına sahip olmuştur (Çizelge 4.20.). Dikim materyalleri arasında ise mini yumru (14,64) en yüksek fotosentez hızına sahip olurken, *in vitro* bitki dikim materyali (11,55) en düşük fotosentez hızına sahipken, mikro yumru (12,20) ile birbirlerine yakın değerler vermiştir (Çizelge 4.18.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Agria ve Zirve çeşitlerinin yumru sürgününden en yüksek değerler alınmakla birlikte, Borwina ve Russet Burbank çeşitlerinde mini yumru dikim materyalinde en yüksek fotosentez hızı değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.20.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Borwina, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerin mini yumru ve yumru sürgünü dikim materyallerinin *in vitro* bitki ve mikro yumru dikim materyaline göre fotosentez hızının yüksek olması aerofonik sistemde mini yumru ve yumru sürgününün diğer dikim materyallerine göre daha üstün olduğu tespit edilmiştir. Fakat Agria çeşidinde mikro yumrunun diğer dikim materyalleri içerisinde fotosentez değerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (43.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	13,78	7,65	12,05	12,75	11,55
Mikro yumru	16,07	8,90	11,88	11,95	12,20
Mini yumru	14,20	14,40	16,28	13,70	14,64
Yumru sürgünü	14,32	11,67	12,79	14,23	13,25
Ortalama	14,59	10,65	13,25	13,15	
LSD _{Çeşit} (%5)			1,46		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,58		
LSD _{interaksiyon} (%5)			1,77		

Şekil 4.10. incelendiğinde fotosentez hızının en yüksek Russet Burbank mini yumruda (16,28) olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin dikim materyalleri arasındaki fotosentez hızının 23.gün ölçümüne göre azaldığı gözlemlenmiştir. Aerofonik sistemde yetiştirilen dikim materyallerinde *in vitro* bitki ve mikro yumrunun diğer dikim materyallerine göre sonradan gelişim göstermesi, dikim materyalleri arasındaki fotosentez hızının azalmasını sağlamıştır. Borwina'nın dikim materyallerinin fotosentez hızının diğer çeşitlerin dikim materyallerine göre daha düşük seviyede olması Borwina'nın erkenci çeşit özelliğinden kaynaklanan yeşil aksamalarının fizyolojik canlılığını kaybetmesi fotosentez hızının düşmesine neden olmuştur.



Şekil 4.10. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı ölçümü (43.gün)

Çizelge 4.21.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin fotosentez ölçümüne (63.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistikî bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (63.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,57	0,61
Çeşit	3	40,24	43,73**
Hata 1	9	0,92	
Dikim Materyali	3	21,67	27,43**
Çeşit x Dikim materyali	9	12,69	16,06**
Hata 2	36	0,79	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		12,39	

(**p<0,01) (*p<0,05)

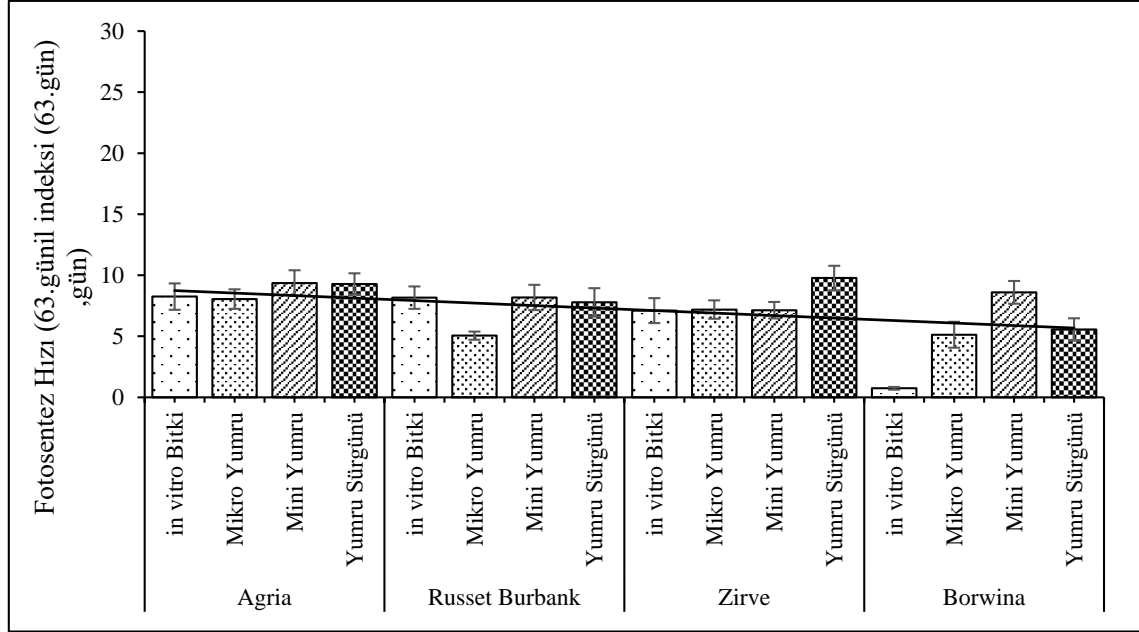
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek fotosentez hızı (63.gün) 8,73 ile Agria çeşidinde elde edilirken, Borwina (4,99) en düşük fotosentez hızına sahip olmuştur (Çizelge 4.22.). Dikim materyalleri arasında ise yumru sürgünü (8,59) en yüksek fotosentez hızına sahip olurken, mini yumru (8,31) dikim materyalinin yumru sürgünü ile benzer değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. *in vitro* bitki dikim materyali (6,06) en düşük fotosentez hızına sahipken, mikro yumru (6,34) ile birbirlerine yakın değerler vermiştir (Çizelge 4.22.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Agria, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerinin yumru sürgününden en yüksek değerler alınmakla birlikte, Borwina çeşidinde ise mini yumru dikim materyalinde en yüksek fotosentez hızı değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.22.). Bununla birlikte çeşitlerin dikim materyallerine göre performansları farklılık göstermiştir. Borwina, Russet Burbank ve Zirve çeşitlerin mini yumru ve yumru sürgünü dikim materyallerinin *in vitro* bitki ve mikro yumru dikim materyaline göre fotosentez hızının yüksek olması çeşitlerin dikim materyallerinin aerofonik sistemde gelişimlerdeki farklılık olduğu tespit edilmiştir. Fakat Zirve çeşidinde yumru sürgününün (9,77) diğer çeşit ve dikim materyalleri içerisinde fotosentez değerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı (63.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	8,25	0,73	8,16	7,10	6,06
Mikro yumru	8,04	5,12	5,05	7,18	6,34
Mini yumru	9,35	8,59	8,17	7,13	8,31
Yumru sürgünü	9,28	5,55	9,78	9,77	8,59
Ortalama	8,73	4,99	7,79	7,79	
LSD _{Çeşit} (%5)			1,34		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,51		
LSD _{interaksiyon} (%5)			1,27		

Şekil 4.11. incelendiğinde dikim materyallerinin fotosentez hızının minimuma indiği gözlemlenmiştir. Denemde alınan 3 farklı fotosentez hızı değerleri sonucunda mini yumru ve yumru sürgününün aerofonik sistemde daha iyi geliştiği ve diğer dikim materyallerine göre üstün olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin dikim materyalleri fotosentez hızının çeşitlerin özelliği ve dikim materyaline bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Manrique (1990) yaptığı çalışmada her 5°C sıcaklık artışı ile fotosentez miktarının %20 azaldığı belirtmiştir. Fotosentez hızlarının zamanla düşmesinde sıcaklığın da etkisi bulunmaktadır.



Şekil 4.11. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin fotosentez hızı ölçümü (63.gün)

4.10 Stoma İletkenliği

Denemede stoma iletkenliği ölçümleri, aerofonik sistemde dikim materyallerinin yumru oluşturmaya başladıktan sonra yapılmıştır. Ölçümler, her tekerrürde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır. Stoma iletkenliği LICOR-6400 pozitif taşınabilir fotosentez cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler dikim tarihinden sonra 23, 43 ve 63'üncü günlerde gerçekleştirilmiştir. Stoma iletkenliği ölçümlerinin istatistiksel analizleri ölçüm zamanına göre 3 farklı analiz yapılmıştır.

Çizelge 4.23.'te aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin stoma iletkenliğine (23.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiksel bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (23.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,001	1,00
Çeşit	3	0,03	30,00**
Hata 1	9	0,001	
Dikim Materyali	3	0,02	20,00**
Çeşit x Dikim materyali	9	0,02	20,00**
Hata 2	36	0,001	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		11,62	

(**p<0,01) (*p<0,05)

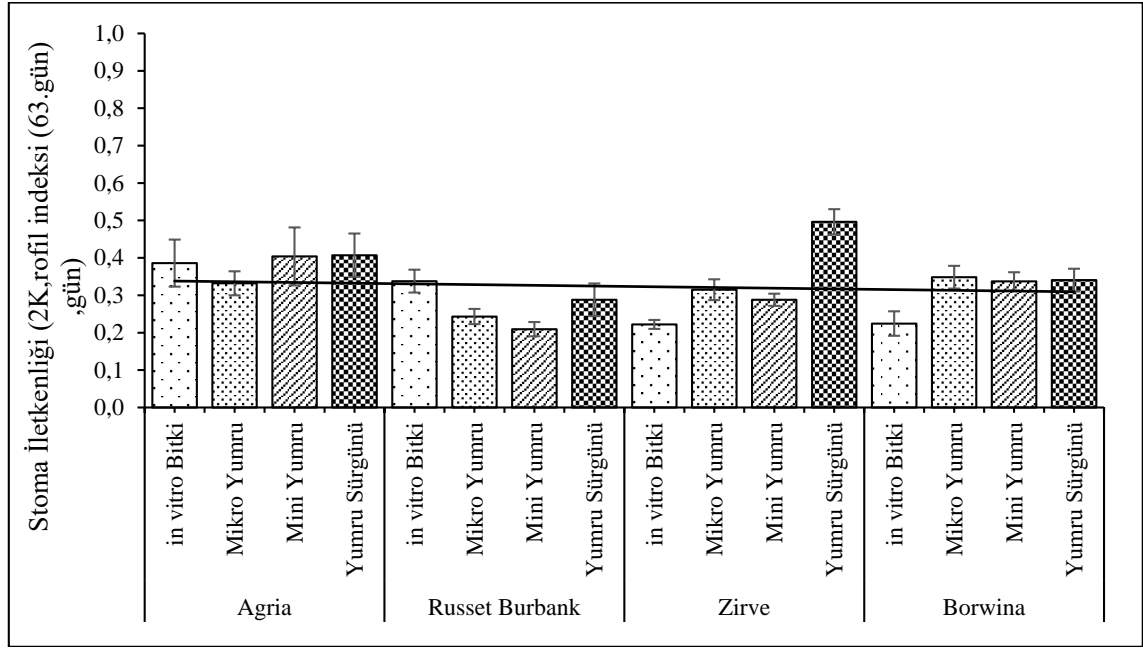
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek stoma iletkenliği (23.gün) 0,37 µg ile Agria çeşidinde elde edilirken, Russet Burbank (0,26 µg) en düşük stoma iletkenliğine sahip olmuştur (Çizelge 4.24.). Dikim materyalleri arasında ise yumru sürgünü (0,37 µg) en yüksek stoma iletkenliğine sahip olmuştur. *in vitro* bitki dikim materyali (0,28 µg) en düşük stoma iletkenliğine sahip olurken, mikro yumru ve mini yumru (0,30 µg) ile birbirlerine yakın değerler vermiştir (Çizelge 4.24.).

Çizelge 4.24. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (23.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	0,38	0,22	0,33	0,22	0,28
Mikro yumru	0,33	0,34	0,24	0,31	0,30
Mini yumru	0,40	0,33	0,20	0,28	0,30
Yumru sürgünü	0,40	0,35	0,28	0,49	0,37
Ortalama	0,37	0,30	0,26	0,32	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,05		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			0,05		
LSD _{interaksiyon} (%5)			0,05		

Ozmotik basıncı dengelemek için üretilen ozmolitlerden biri de prolindir. Prolin birikimi ile yaprak su potansiyeli dengelenir ve bu durum sayesinde, bitki stoma iletkenliğini ve fotosentez etkinliğini korumaya çalışır. Prolin birikimi sayesinde, lipid oksidasyonu engellenir ve protein yapılarının korunması sağlanır (Öztürk, 2010). Bu nedenlerden

dolayı kuraklık ve yüksek sıcaklık streslerinde prolin miktarının artması beklendiğinden ve bitkilerin strese maruz kaldıklarınının kanıtı olarak stoma iletkenliği ölçümü alınmıştır. Borwina'nın erkenci özelliğinden dolayı mikro yumrunun stoma iletkenliği mini yumru ve yumru sürgününe yakın olduğu belirlenmiştir. Stoma iletkenliğine bakıldığında stoma iletkenliğinin düşük olduğu zirve yumru sürgünü interaksyonun diğer interaksyonlara göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. Aeroфоник sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenlik ölçümü (23.gün)

Çizelge 4.25.'te aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin stoma iletkenliğine (43.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.25. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (43.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,001	1,00
Çeşit	3	0,021	21,00**
Hata 1	9	0,001	
Dikim Materyali	3	0,008	8,00**
Çeşit x Dikim materyali	9	0,005	5,00**
Hata 2	36	0,001	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		18,40	

(**p<0,01) (*p<0,05)

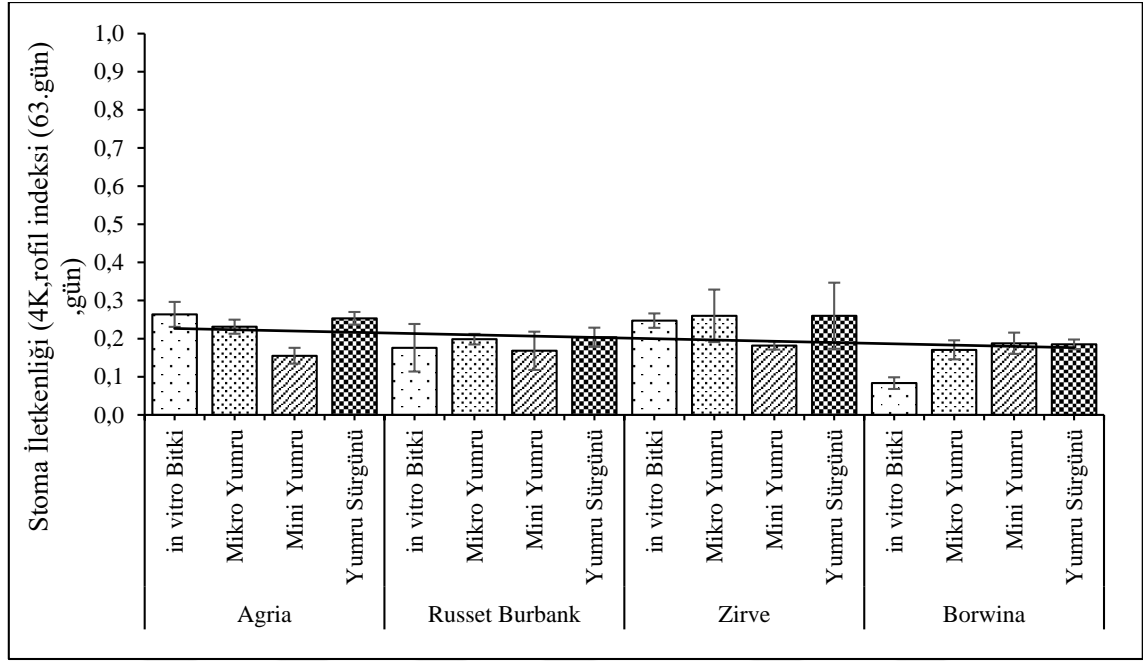
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek stoma iletkenliği (43.gün) 0,23 µg ile Zirve çeşidinde elde edilirken, Borwina (0,15 µg) en düşük stoma iletkenliğine sahip olmuştur (Çizelge 4.26.). Dikim materyalleri arasında en yüksek stoma iletkenliği yumru sürgününde (0,22 µg), en düşük stoma iletkenliği ise mini yumru dikim materyalinde (0,16 µg) olduğu belirlenmiştir. Mikro yumru ve yumru sürgünü dikim materyalleri (0,21-0,22 µg) birbirlerine yakın değerler vermiştir (Çizelge 4.26.). Zirve yumru sürgünü ve Agria *in vitro* bitki interaksyonlarında en yüksek spad değerleri ölçülmüş ve spad değerlerinin eşit olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (43.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	0,26	0,08	0,17	0,24	0,18
Mikro yumru	0,23	0,17	0,19	0,25	0,21
Mini yumru	0,15	0,18	0,16	0,18	0,16
Yumru sürgünü	0,25	0,18	0,20	0,26	0,22
Ortalama	0,22	0,15	0,18	0,23	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,03		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			0,03		
LSD _{interaksiyon} (%5)			0,54		

43.günde alınan stoma iletkenliği ölçümlerinde çeşit, dikim materyali ve çeşit dikim materyallerinin farklı sonuçlar verdiğini ancak dikim materyallerinin stoma

iletkenliklerinin ortalamaya yakın olduğu belirlenmiştir. Borwina'nın erkenci özelliğinden stoma iletkenliğinin diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Borwina *in vitro* bitki dikim materyalinin diğer interaksiyonlara göre düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği ölçümü (43.gün)

Çizelge 4.27.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin stoma iletkenliğine (63.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (63.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,00004147	0,22
Çeşit	3	0,01740054	93,00**
Hata 1	9	0,00018709	
Dikim Materyali	3	0,00263387	15,53**
Çeşit x Dikim materyali	9	0,00436837	25,76**
Hata 2	36	0,00016955	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		14,08	

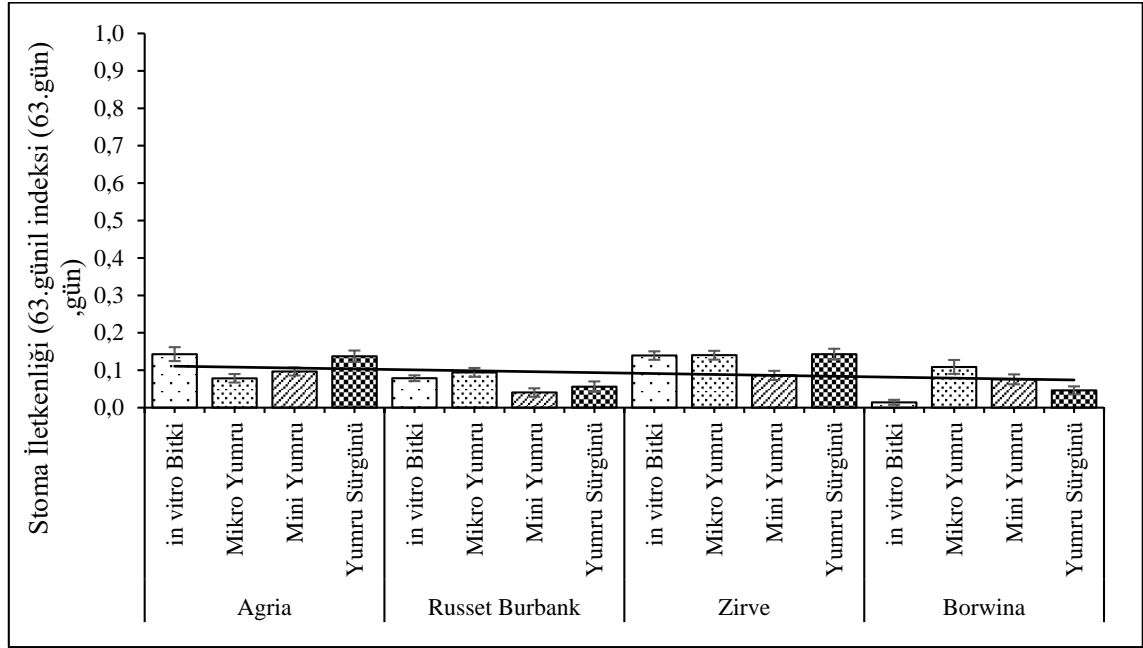
(**p<0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek stoma iletkenliği (63.gün) 0,12 µg ile Zirve çeşidinde elde edilirken, Russet Burbank (0,06 µg) en düşük stoma iletkenliğine sahip olmuştur (Çizelge 4.28.). Dikim materyalleri arasında en yüksek stoma iletkenliği mikro yumruda (0,10 µg), en düşük stoma iletkenliği ise mini yumru dikim materyalinde (0,07 µg) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksiyonlar içerisinde *Agria in vitro* bitki, Zirve mikro yumru ve Zirve yumru sürgünü interaksiyonlarının stoma iletkenliğinin (0,14 µg) diğer interaksiyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dikim materyallerinin yeşil aksamının kurumaya başlaması fotosentez ölçümlerinde olduğu gibi stoma iletkenliğinde de minimuma inmiştir.

Çizelge 4.28. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği (31.05.2018) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	0,14	0,01	0,07	0,13	0,08
Mikro yumru	0,07	0,10	0,09	0,14	0,10
Mini yumru	0,09	0,07	0,04	0,08	0,07
Yumru sürgünü	0,13	0,04	0,05	0,14	0,09
Ortalama	0,10	0,05	0,06	0,12	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,02		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			0,02		
LSD _{interaksiyon} (%5)			0,01		

Şekil 4.14. incelendiğinde stoma iletkenliği dikim materyalleri için farklılık göstermiştir. Gerçekleştirilen 3 gözlem sonucunda Zirve yumru sürgününde stoma iletkenliğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. (Malone vd., 1993), su stresi arttıkça bitki stoma yoğunluğunu arttırarak tepki verdiğini bildirmiştir. Yapılan analizler sonucunda stoma iletkenliğinin mini yumrularında düşük olduğu belirlenmiştir. Aeroфонik sistemde mini yumrunun diğer dikim materyallerine göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Aeroфонik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin stoma iletkenliği ölçümü (63.gün)

4.11 Transpirasyon Oranı

Denemede transpirasyon hızı ölçümleri, aeroфонik sistemde dikim materyallerinin yumru oluşturmaya başladıktan sonra yapılmıştır. Ölçümler, her tekrerde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır. Stoma iletkenliği LICOR-6400 pozitif taşınabilir fotosentez cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler dikim tarihinden sonra 23, 43 ve 63'üncü günlerde gerçekleştirilmiştir. Transpirasyon hızı ölçümlerinin istatistiksel analizleri ölçüm zamanına göre 3 farklı analiz yapılmıştır.

Çizelge 4.29.'te aeroфонik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin transpirasyon hızına (23.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun

istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (23.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	1,18	2,51
Çeşit	3	3,47	7,38**
Hata 1	9	0,47	
Dikim Materyali	3	0,92	3,06**
Çeşit x Dikim materyali	9	2,68	8,93**
Hata 2	36	0,30	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		19,06	

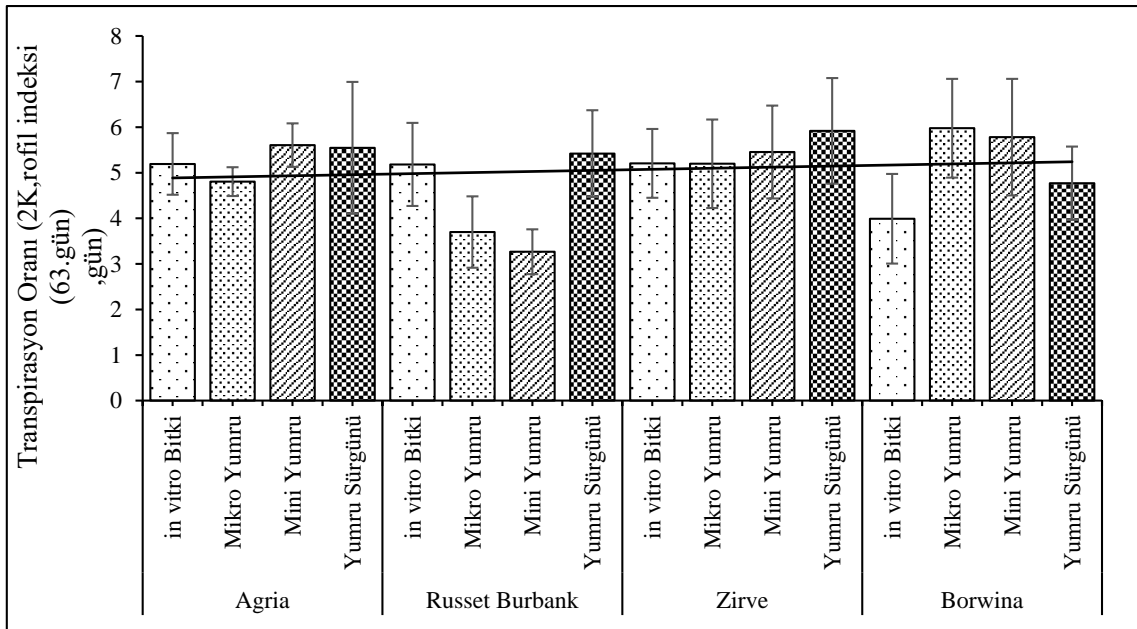
(**p<0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek transpirasyon hızı (23.gün) 5,43 ile Zirve çeşidinde elde edilirken, Russet Burbank (4,38) en düşük transpirasyon hızına sahip olmuştur (Çizelge 4.30.). Dikim materyalleri arasında en yüksek transpirasyon hızı yumru sürgününde (5,40), en düşük transpirasyon hızı ise *in vitro* bitki dikim materyalinde (4,89) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksyonlar içerisinde Borwina mikro yumrunun diğer interaksyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Borwina'nın erkenci çeşit olması ve mikro yumrunun transpirasyon hızı ölçümü tarihinde daha hızlı gelişim göstermektedir. Bununla birlikte orta geççi olan çeşitlerin (Agria, ve Zirve) mini yumru ve yumru sürgünü transpirasyon oranlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30.).

Çizelge 4.30. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (23.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	5,19	3,99	5,18	5,20	4,89
Mikro yumru	4,80	5,97	3,69	5,19	4,91
Mini yumru	5,60	5,78	3,26	5,45	5,02
Yumru sürgünü	5,54	4,76	5,41	5,91	5,40
Ortalama	5,28	5,12	4,38	5,43	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,75		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			0,79		
LSD _{interaksiyon} (%5)			1,31		

Şekil 4.15. incelendiğinde transpirasyon hızı dikim materyalleri için farklılık göstermiştir. Erkençi ve orta erkençi çeşitlerin transpirasyon hızının ortalamasının üstünde olduğu ancak Borwina'nın *in vitro* bitki'sinin transpirasyon hızının düşük olduğu belirlenmiştir. Agria ve Zirve çeşitlerinin dikim materyallerinde mini yumru ve yumru sürgünün yüksek olduğu tespit edilmiştir. Transpirasyon hızı açısından bakıldığında erkençi ve orta erkençi çeşitlerin aerofonik sistemde 23.gün analizlerine göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı ölçümü (23.gün)

Çizelge 4.31.'de aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin transpirasyon hızına (43.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (43.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,92	0,73
Çeşit	3	7,80	4,96**
Hata 1	9	1,25	
Dikim Materyali	3	2,50	3,20**
Çeşit x Dikim materyali	9	6,28	8,05**
Hata 2	36	0,78	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		18,36	

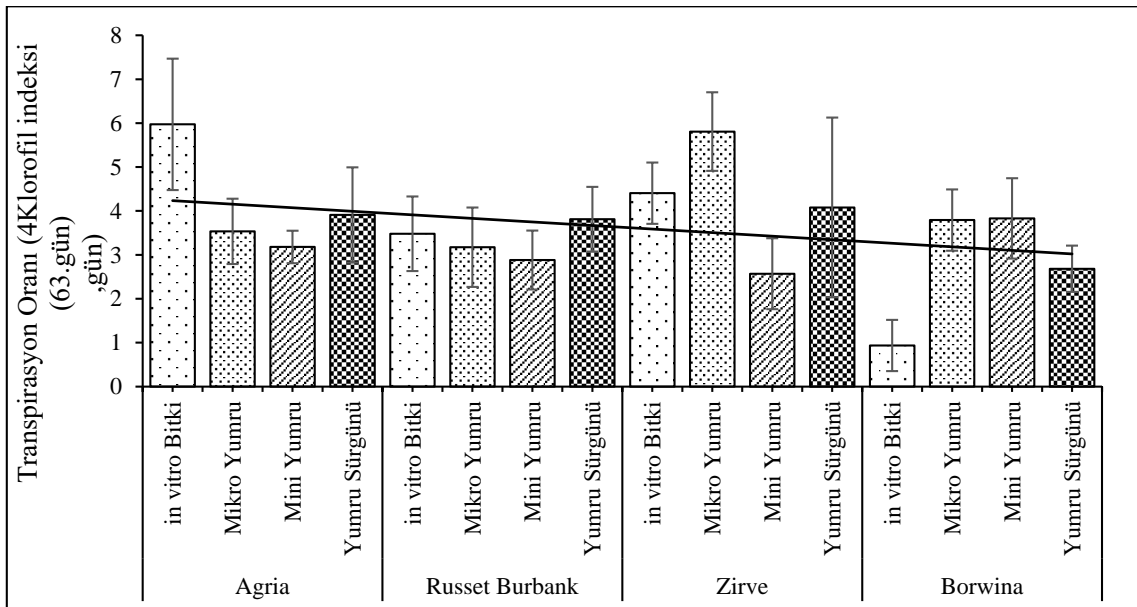
(**p<0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek transpirasyon hızı (43.gün) 4,21 ile Zirve çeşidinde elde edilirken, Borwina (2,8) en düşük transpirasyon hızına sahip olmuştur (Çizelge 4.32.). Dikim materyalleri arasında en yüksek transpirasyon hızı mikro yumru (4,07), en düşük transpirasyon hızı ise mini yumru dikim materyalinde (3,10) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksyonlar içerisinde *Agria in vitro* bitki'nin (5,97) transpirasyon hızının diğer interaksyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Borwina'nın *in vitro* bitki interaksyonunun transpirasyon hızı en düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30.).

Çizelge 4.32. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (43.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	5,97	0,93	3,48	4,40	3,69
Mikro yumru	3,53	3,79	3,17	5,80	4,07
Mini yumru	3,17	3,80	2,88	2,57	3,10
Yumru sürgünü	3,90	2,68	3,81	4,07	3,61
Ortalama	4,14	2,8	3,33	4,21	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,94		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			1,01		
LSD _{interaksiyon} (%5)			1,36		

Şekil 4.16. incelendiğinde transpirasyon hızı dikim materyalleri için farklılık göstermiştir. Orta geççi geççi olan olan Zirve çeşidinin transpirasyon hızı ortalamanın üstünde olduğu ancak Zirve'nin mini yumru interaksiyonunun ortalamanın altında olması mini yumru dikim materyallerinin diğer dikim materyallerine göre yeşil aksamın hızlı gelişmesi ve erken durağan hale gelmesi ile ilişkilendirilmiştir. Borwina'nın *in vitro* bitki'sinin transpirasyon hızının düşük olması diğer dikim materyallerinden daha az gelişim göstermesi ile ilişkilendirilmiştir. Transpirasyon hızı çeşit ve dikim materyali ile ilişkilidir. Bununla birlikte Zirve'nin mikro yumrusu ile Agria'nın *in vitro* bitki dikim materyallerinin transpirasyon hızlarının yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.16. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı ölçümü (43.gün)

Çizelge 4.33.'te aerofonik sistemde yetiştirilen farklı eksplantlardan bitkilerin transpirasyon hızına (63.gün) ilişkin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası farkın istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.33. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (63.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0,08	0,36
Çeşit	3	5,79	26,31**
Hata 1	9	0,22	
Dikim Materyali	3	0,84	3,11**
Çeşit x Dikim materyali	9	2,48	9,18**
Hata 2	36	0,27	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		18,30	

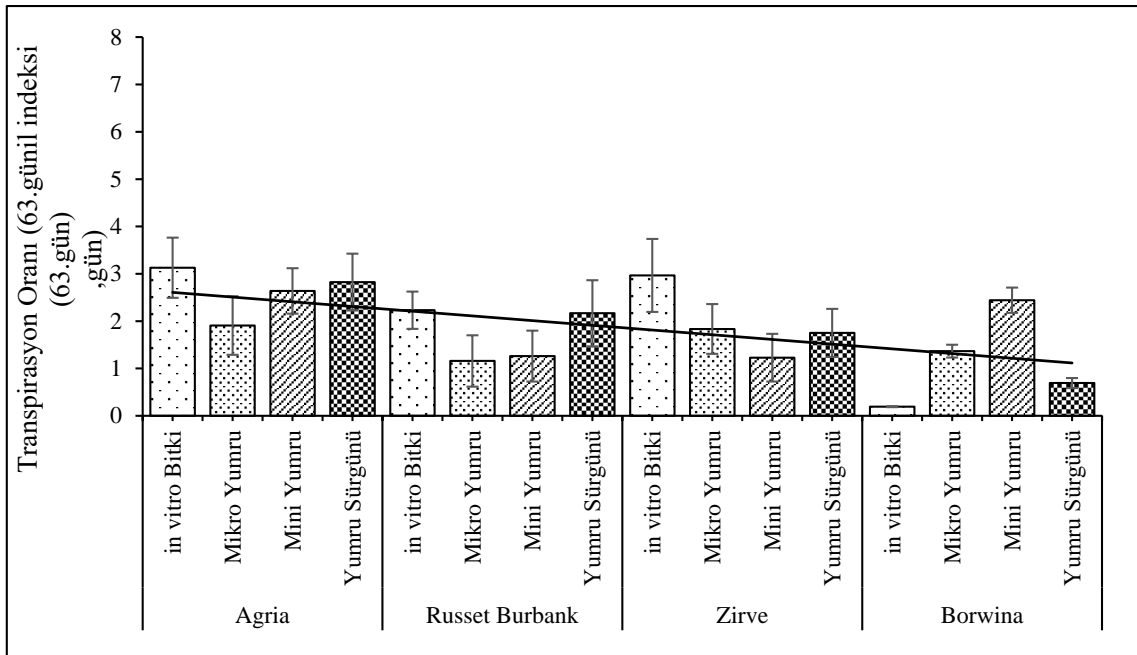
(**p<0,01) (*p<0,05)

Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek transpirasyon hızı (63.gün) 2,61 ile Agria çeşidinde elde edilirken, Borwina (1,17) en düşük transpirasyon hızına sahip olmuştur (Çizelge 4.34.). Dikim materyalleri arasında en yüksek transpirasyon hızı *in vitro* bitki (2,12), en düşük transpirasyon hızı ise mikro yumru dikim materyalinde (1,56) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksiyonlar içerisinde Agria *in vitro* bitki'nin (3,12) transpirasyon hızının diğer interaksiyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Borwina'nın *in vitro* bitki interaksiyonunun transpirasyon hızı en düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30.).

Çizelge 4.34. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı (63.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	3,12	0,19	2,23	2,96	2,12
Mikro yumru	1,90	1,36	1,15	1,83	1,56
Mini yumru	2,63	2,44	1,26	1,22	1,88
Yumru sürgünü	2,82	0,69	2,16	1,75	1,85
Ortalama	2,61	1,17	1,70	1,94	
LSD _{Çeşit} (%5)			0,55		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			0,65		
LSD _{interaksiyon} (%5)			0,71		

Şekil 4.17. incelendiğinde transpirasyon oranının çeşit ve dikim materyali ile değiştiğini en düşük transpirasyon hızının Agria ve Russet Burbank çeşitlerinin mikro yumruda olduğu en yüksek transpirasyon hızı ise *in vitro* bitki ve yumru sürgününde olduğu belirlenmiştir. Zirve çeşidinde en yüksek transpirasyon hızı *in vitro* bitkide, Borwina’da ise erkenci olmasından dolayı mini yumru transpirasyon hızı ortalamanın üstünde kalır iken, diğer dikim materyallerinin transpirasyon hızı ortalamanın altında olduğu belirlenmişti (Şekil 4.17.).



Şekil 4.17. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin transpirasyon oranı ölçümü (63.gün)

4.12 Klorofil İndeksi

Denemede transpirasyon hızı ölçümleri, aerofonik sistemde dikim materyallerinin yumru oluşturmaya başladıktan sonra yapılmıştır. Ölçümler, her tekerrürde 4 bitkide, bitkinin üstten tam olgunluğa ulaşmış en genç yaprağında yapılmıştır. Klorofil indeksi SPAD 502 cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler dikim tarihinden sonra 23, 43 ve 63'üncü günlerde gerçekleştirilmiştir. Klorofil indeksi ölçümlerinin istatistiksel analizleri ölçüm zamanına göre 3 farklı analiz yapılmıştır.

Çizelge 4.35.'te aerofonik sistemde farklı eksplantlardan yetiştirilen bitkilerin klorofil indeksi (23.gün) için varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (21.04.2018) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	10,14	1,59
Çeşit	3	28,37	4,45**
Hata 1	9	6,37	
Dikim Materyali	3	301,77	61,71**
Çeşit x Dikim materyali	9	23,60	4,82**
Hata 2	36	4,89	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		5,93	

(**p<0,01) (*p<0,05)

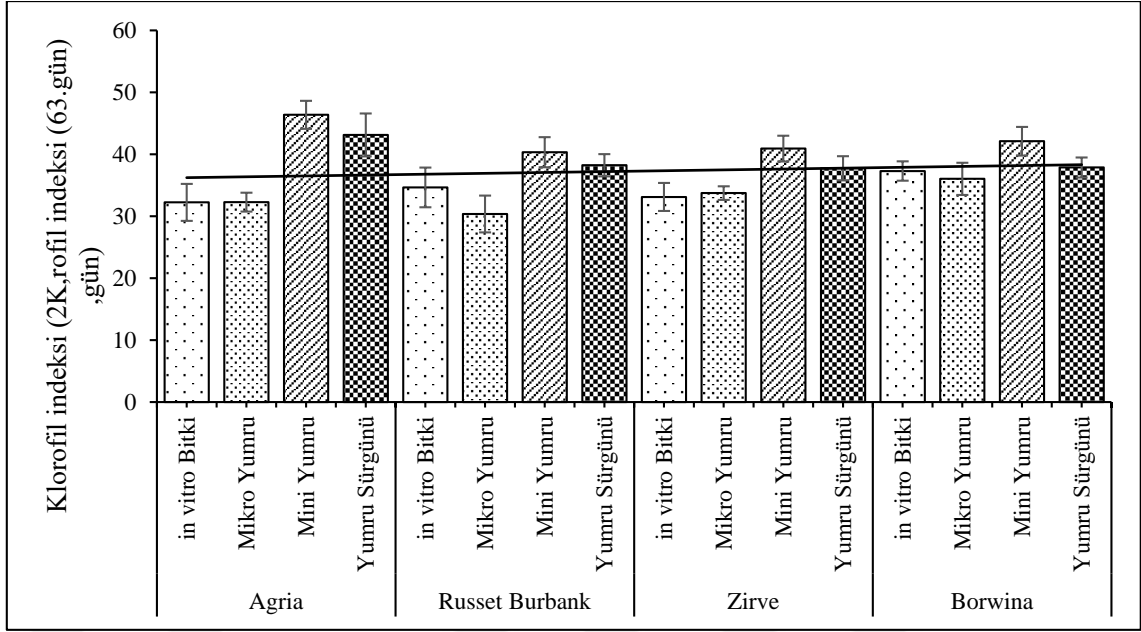
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek klorofil indeksi (23.gün) 38,50 ile Agria çeşidinde elde edilirken, Russet Burbank (35,90) en düşük klorofil indeksine sahip olmuştur (Çizelge 4.36.). Dikim materyalleri arasında en yüksek klorofil indeksi mini yumru (42,44), en düşük klorofil indeksi ise mikro yumru dikim materyalinde (33,10) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksyonlar içerisinde Agria mini yumru (46,38) interaksyonun klorofil indeksinin diğer interaksyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Russet Burank mikro yumru interaksyonunun en düşük klorofil indeksine

sahip olması çeşidin geççi olması ve mikro yumru dikim materyalinin diğer dikim materyallerine göre daha yavaş gelişmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.36. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (23.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	32,28	37,30	34,66	33,12	34,34
Mikro yumru	32,25	36,04	30,38	33,74	33,10
Mini yumru	46,38	42,12	40,33	40,93	42,44
Yumru sürgünü	43,12	37,88	38,24	37,75	39,24
Ortalama	38,50	38,33	35,90	36,38	
LSD _{Çeşit} (%5)			3,39		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			2,16		
LSD _{interaksiyon} (%5)			3,33		

Şekil 4.19. incelendiğinde klorofil indeksinin çeşit ve dikim materyali ile değiştiğini en yüksek oranların mini yumru ve yumru sürgününde olduğu görülmüştür. *in vitro* bitki ve mikro yumru dikim materyallerinin klorofil indekslerinin düşük olması gelişmelerinin diğer dikim materyallerine göre yavaş olması ile ilişkilendirilmiştir. Agria mini yumru interaksiyonu en yüksek klorofil indeksine sahip olması çeşit ve dikim materyali ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Russet Burbank mikro yumru interaksiyonunun en düşük klorofil indeksine sahip olması çeşidin geççi dikim materyalinin diğer dikim materyallerine göre daha yavaş gelişmesi ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 4.18. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (23.gün)

Çizelge 4.37.'te aerofonik sistemde farklı eksplantlardan yetiştirilen bitkilerin klorofil indeksi (43.gün) için varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksyonunun istatistiksel bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.37. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (43.gün) için varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	4,13	2,13
Çeşit	3	90,61	46,94**
Hata 1	9	1,93	
Dikim Materyali	3	123,63	38,87**
Çeşit x Dikim materyali	9	27,17	8,54**
Hata 2	36	3,18	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		4,84	

(**p<0,01) (*p<0,05)

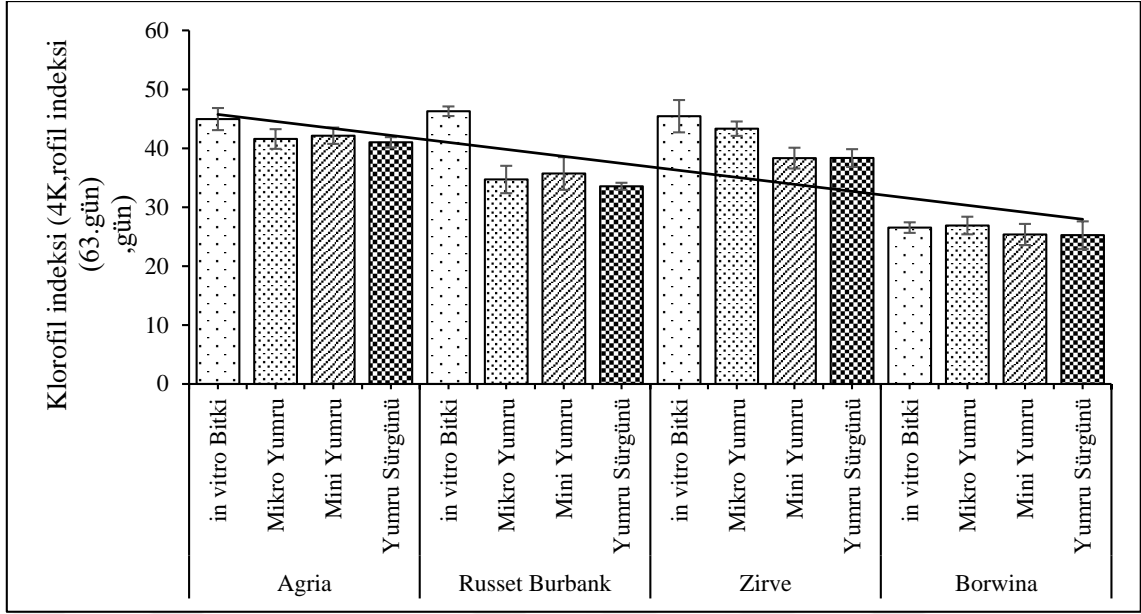
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek klorofil indeksi (43.gün) 42,42 ile Agria çeşidinde elde edilirken, Borwina (26,10) en düşük klorofil indeksine sahip olmuştur

(Çizelge 4.38.). Dikim materyalleri arasında en yüksek klorofil indeksi *in vitro* bitki (40,89), en düşük klorofil indeksi ise yumru sürgünü dikim materyalinde (34,53) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksyonlar içerisinde Russet Burbank *in vitro* bitki (46,28) interaksyonun klorofil indeksinin diğer interaksyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Erkenci çeşit olan Borwina'nın dikim materyallerinin klorofil indeksinin diğer interaksyonlara göre düşük olması çeşidin erkenci özelliğinden kaynaklanan bitkinin çalışmasının yavaşladığı dönemde olduğu belirlenmiştir. Orta geççi ve geççi olan çeşitlerin interaksyonların ortalamalarına bakıldığında orta geççi çeşitlerin klorofil indeksinin geççi çeşide göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (43.gün) için LSD sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	44,95	26,90	46,28	45,44	40,89
Mikro yumru	41,58	26,90	34,70	43,33	36,62
Mini yumru	42,14	25,37	35,72	38,33	35,39
Yumru sürgünü	41,01	25,26	33,54	38,33	34,53
Ortalama	42,42	26,10	37,56	41,35	
LSD _{Çeşit} (%5)			2,52		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			5,08		
LSD _{interaksiyon} (%5)			2,49		

Şekil 4.19. incelendiğinde dikim materyalleri arasındaki Zirve çeşidinin 4 interaksyonunda ortalamanın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Borwina'nın interaksyonlarının ortalamanın çok altında olduğu belirlenmiştir. Orta erkenci çeşit olan Agria'nın dikim materyallerinin klorofil indeksi değerleri birbirine yakın iken, Zirve çeşidinin dikim materyalleri arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bu durum sayesinde çeşit ve dikim materyalinin klorofil indeksine etki ettiğinin belirlenmesini sağlamıştır. Borwina'nın erkenci özelliğinden dolayı klorofil indeksinin diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.19. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi ölçümü (43.gün)

Çizelge 4.39.'te aerofonik sistemde farklı eksplantlardan yetiştirilen bitkilerin klorofil indeksi (63.gün) için varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre çeşit, dikim materyali ve çeşit x dikim materyali interaksiyonunun istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Fakat tekerrürler arası fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.39. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (63.gün) için LSD analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	1,24	0,26
Çeşit	3	90,09	19,33**
Hata 1	9	4,66	
Dikim Materyali	3	22,82	5,63**
Çeşit x Dikim materyali	9	21,59	5,33**
Hata 2	36	4,05	
Genel	63		
Değişim Katsayısı (CV)		6,22	

(**p<0,01) (*p<0,05)

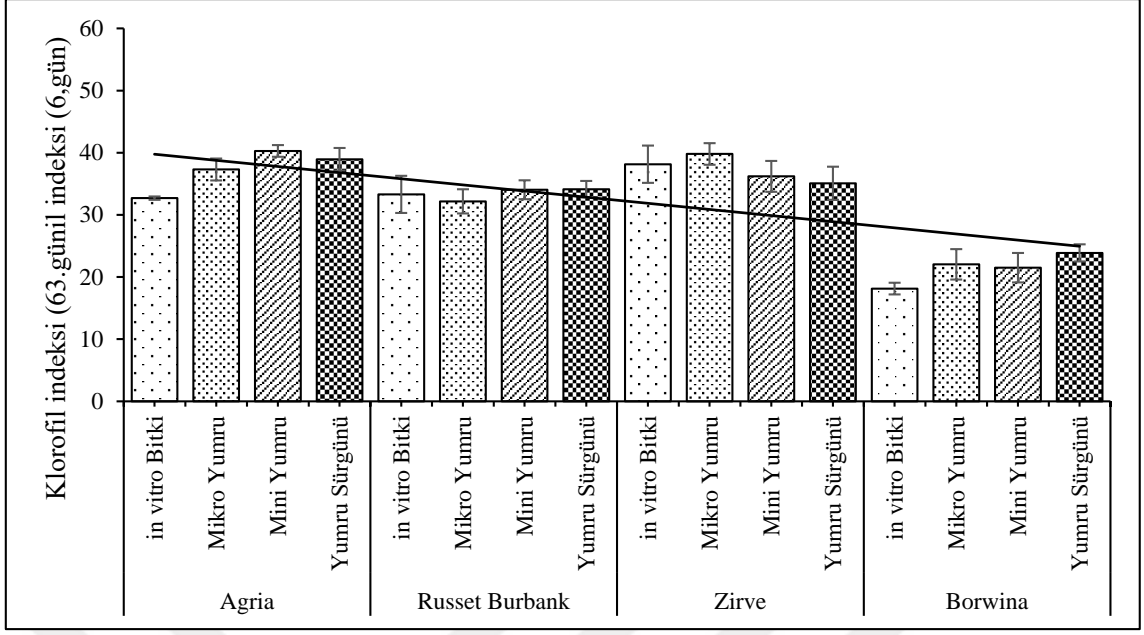
Denemede kullanılan çeşitler arasında en yüksek klorofil indeksi (63.gün) 37,30 ile Agria ve Zirve çeşidinde elde edilirken, Borwina (21,39) en düşük klorofil indeksine sahip

olmuştur (Çizelge 4.40.). Dikim materyalleri arasında en yüksek klorofil indeksi mini yumru ve yumru sürgününde (33,00), en düşük klorofil indeksi ise *in vitro* bitki dikim materyalinde (30,56) olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan interaksyonlar içerisinde Agria mini yumru (40,29) interaksyonun klorofil indeksinin diğer interaksyonlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Erkenci çeşit olan Borwina'nın dikim materyallerinin klorofil indeksinin diğer interaksyonlara göre düşük olması çeşidin erkenci özelliğinden kaynaklanan bitkinin çalışmasının durağanlaştığı dönemde olduğu belirlenmiştir. Orta geççi ve geççi olan çeşitlerin interaksyonların ortalamalarına bakıldığında orta geççi çeşitlerin klorofil indeksinin geççi çeşide göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeksi (63.gün) için varyans analiz sonuçları

Dikim Materyali	Agria	Borwina	Russet B.	Zirve	Ortalama
<i>in vitro</i> bitki	32,69	18,13	33,30	38,15	30,56
Mikro yumru	37,31	22,05	32,17	39,80	32,83
Mini yumru	40,29	21,50	34,04	36,20	33,00
Yumru sürgünü	38,94	23,88	34,13	35,08	33,00
Ortalama	37,30	21,39	33,41	37,30	
LSD _{Çeşit} (%5)			1,94		
LSD _{Dikim Materyali} (%5)			5,09		
LSD _{interaksiyon} (%5)			2,84		

Şekil 4.20. incelendiğinde dikim materyalleri arasındaki Zirve çeşidinin 4 interaksyonunda ortalamanın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Borwina'nın interaksyonlarının ortalamasının çok altında olduğu belirlenmiştir. Orta erkenci çeşit olan Zirve'nin dikim materyallerinin klorofil indeksi değerleri birbirine yakın iken, Agria çeşidinin dikim materyalleri arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bu durum sayesinde çeşit ve dikim materyalinin klorofil indeksine etki ettiğinin belirlenmesini sağlamıştır. Borwina'nın erkenci özelliğinden dolayı klorofil indeksinin diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Aerofonik sistemde yetiştirilen genotip ve farklı dikim materyallerinin klorofil indeks ölçümü (31.05.2018)

BÖLÜM V

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Agria, Russet Burbank, Borwina ve Zirve çeşitleri kullanılarak aerofonik sistemde farklı dikim materyallerinin performansları karşılaştırılmıştır.

Aerofonik sisteme uyum ve gelişimi en uygun mini yumru olduğu ve buna alternatif olarak yumru sürgününün kullanılabileceği görülmüştür.

Bitki başına yumru sayısı, metrekaresindeki yumru sayısı, bitki başına yumru verimi, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu incelendiğinde mini yumrunun daha etkili olduğunu, ortalama yumru ağırlığında yumru sürgününün daha yüksek olduğunu ancak istatistiksel olarak mini yumru ile aynı grupta olduğu tespit edilmiştir. Yapılan kuru madde analizinde çeşit bazında en yüksek değer Russet Burbank'in dikim materyalinde olduğu gözlemlenirken diğer analizlerde ise en yüksek sonuçların Agria'nın dikim materyalinde olduğu tespit edilmiştir.

Tohumluk üretiminde en önemli unsur verimdir. Aerofonik sistemin tohumluk üretiminde birim alanda daha fazla materyal dikilmesine olanak tanınması, besin elementleri yeterli olması bitkiler arası rekabeti minimuma indirmesi, birçok kez hasada olanak tanınması ve hasat zamanı yumrular görülerek hasat edilebilmesi homojen tohumluk üretiminde önemli avantaj sağlamaktadır.

Tohumluk patatesten serada yapılan üretimde kullanılan torf + perlit vb. katı ortamlar hasat sonrası tekrar patates üretiminde kullanılamaması, hasat zamanı tohum boylamasında homojenliğin tam sağlanamaması ve birim alanında etkin şekilde kullanılamaması katı ortamların önemli dezavantajlarıdır. Aerofonik sistemde olası bir bulaşıcı hastalıkta suyun tekrar tekrar kullanılması ile hızlı şekilde yayılım göstermesi en önemli dezavantajdır. Ayrıca aerofonik sistemde 1, Hasat ile son hasat arasında zaman farkı uzadıkça depolamada tohumluk yumruların dormansisi takip edilmediği durumda arazide çıkışlarda farklılık gözlemlenebilir.

Ahmed vd. (2018) Türkiye’de tohumluk bölgelerin kontrolsüz yayıldığını, hastalıktan arı ve ekonomik olan farklı sistemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulacağını belirtmiştir. Aeroфонik sistem kullanılarak birim alandan daha fazla verim alınması ve sürekli giderleri (torf, perlit, saksı vb.) minimuma indirmesi tohumluk üretimin maliyetini önemli ölçüde azaltması, çevreden gelecek hastalık ve tohumluk patates için nadas sorununu ortadan kaldırması aeroфонik sistemin tohumluk üretiminde üreticiye önemli ölçüde avantaj sağlayacağı öngörülmektedir.



KAYNAKLAR

Ahmed, H. A. A., Uranbey, S. ve Koçak, N., "Aeroponik sistem aracılığıyla patatesteki mini yumru üretimi", *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 5(1), 79-85, 2018.

Anonim, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, 2019a.

Anonim, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>, 2019b.

Anonim, <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk>, 2019c.

Anonim, International Potato Centre (CIP), <https://cipotato.org/>, 2019d.

Arnoğlu, H., Çalışkan, M. E. ve Onaran, H., "Türkiye’de patates üretimi, sorunları ve çözüm önerileri", *IV. Ulusal Patates Kongresi*, Niğde, Türkiye, 06-08 Eylül, 2006.

Arslanoğlu, F. ve Atakişi, İ. K., "Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru İriliğlerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi", *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Samsun, Türkiye, 22-25 Eylül, 1997.

Cerit, C. S. ve Kaynak, M. A., "Turfanda patates (*Solanum tuberosum* L.) yetiştiriciliğinde bazı çeşitlerin verim ve verim unsurlarının saptanması", *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2), 111-116, 2010.

Chiipanthenga, M., Maliro, M., Demo, P. and Njoloma, J., "Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* L.) seed in developing countries", *African Journal of Biotechnology* 11(17), 3993-3999, 2012.

Corrêa, R. M., Pinto, J. E. B. P., Faquin, V., Pinto, C. A. B. P. and Reis, E. S., "The production of seed potatoes by hydroponic methods in Brazil", *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology* 3(1), 133-139, 2009.

Corrêa, R. M., Pinto, J. E. B. P., Pinto, C. A. B. P., Faquin, V., Reis, É. S., Monteiro, A. B. and Dyer, W. E., "A comparison of potato seed tuber yields in beds, pots and hydroponic systems", *Scientia Horticulturae* 116(1), 17-20, 2008.

Çalışkan, M. E., "Türkiye’de patates üretimi ve patates politikamız", *TÜRKTÖB Dergisi* 10, 18-24, 2014.

Çalışkan, M. E. ve Arıoğlu, H. H., "Çukurova Bölgesi turfanda patates yetiştiriciliğinde farklı dikim zamanlarının bazı patates çeşitlerinin erkencilik özellikleri ile yumru verimine etkisi", *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Samsun, Türkiye, 22-25 Eylül, 1997.

Çalışkan, M. E., Karaat, E. F. ve Çelen, H., "Türkiye ve bazı ülkelerin tohumluk patates üretim ve sertifikasyon sistemlerinin karşılaştırılması", *IV. Tohumculuk Kongresi*, Samsun, Türkiye, 14-17 Haziran, 2011.

Çalışkan, M. E., Onaran, H. and Arıoğlu, H., "Overview of the Turkish potato sector: challenges, achievements and expectations", *Potato Research* 53(4), 255-266, 2010.

Esen, M., Patateste *in vitro* fidelerden mini yumru üretiminde lif ve jel bazlı farklı toprak düzenleyicilerinin mini yumru verimine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, s. 1-5, 2013.

Factor, T. L., de Araujo, J. A. C., Kawakami, F. P. C. and Iunck, V., "Potato basic minitubers production in three hydroponic systems", *Horticultura Brasileira* 25(1), 82-87, 2007.

Farran, I. and Mingo-Castel, A. M., "Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals", *American Journal of Potato Research* 83(1), 47-53, 2006.

Grigoriadou, K. and Leventakis, N., "Large scale commercial production of potato minitubers, using *in vitro* techniques", *Potato Research* 42(3-4), 607-610, 1999.

Günel, E., Çalışkan, M. E., Kuşman, N., Tugrul, K. M., Yılmaz, T. A., Ağırnaslıgil, T. and Onaran, H., "Nişasta ve şeker bitkileri üretimi", **Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi**, Ankara, 11-15 Ocak, 2010.

Günel, E., Çalışkan, M. E. ve Yiğitbaş, S., "Hatay yöresinde turfanda patates yetiştiriciliğinde farklı hasat tarihlerinin yumru verimi ve ürünün ekonomik değeri üzerine etkileri", **III. Ulusal Patates Kongresi**, İzmir, Türkiye, 23-27 Eylül, 2002.

Güngör, Y., "Farklı tohumluk yumru büyüklüklerinin patatesteki (*Solanum tuberosum* L.) verim ve verimle ilgili bazı özellikler üzerine etkileri", **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 13(1), 152-161, 1995.

Imam, M. K., "Effect of seed size, cutting of tubers and planting distance on growth and yield of two potato cultivars", **6th Triennial Conference of the European Association for Potato Research**, Wageningen, Netherlands, 15-19 September, 1975.

İncekara, F. ve Çalışkan, C. F., "Farklı dikim periyotlarının bazı patates çeşitlerinde fizyoloji, verim ve kaliteye etkisi", **III. Ulusal Patates Kongresi**, İzmir, Türkiye, 23-27 Eylül, 2002.

Kara, K., Tohumluk Patates Yetiştiriciliği, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi**, Erzurum, 2012.

Kaur, S. and Mukerji, K. G., Potato diseases and their management, In: (Ed. K. G. Mukerji) Disease Management of Fruits and Vegetables-1, Fruit and Vegetable Diseases, **Kluwer Academic Publishers**, Netherlands, 2004.

Kawakami, J., Iwama, K. and Jitsuyama, Y., "Effects of planting date on the growth and yield of two potato cultivars grown from microtubers and conventional seed tubers", **Plant Production Science** 8(1), 74-78, 2005.

Kaya, C., Kumlay, A. M., Karakuş, A. ve Sefaoğlu, F., "Farklı olgunlaşma grubuna giren patates potansiyel tohumluk üretim alanlarına uyumu", **Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi**, Diyarbakır, 19-23 Ekim, 2014.

Krauss, A. and Marschner, H., "Influence of nitrogen nutrition, daylength and temperature on contents of gibberellic and abscisic acid and on tuberization in potato plants", *Potato Research* 25(1), 13-21, 1982.

Lommen, W. J. M., "The canon of potato science: 27. Hydroponics", *Potato Research* 50(3-4), 315-318, 2007.

Lommen, W. J. M. and Struik, P. C., "Field performance of potato minitubers with different fresh weights and conventional seed tubers: Crop establishment and yield formation", *Potato Research* 37(3), 301-313, 1994.

Malone, S. R., Mayeux, H. S., Johnson, H. B. and Polley, H. W., "Stomatal density and aperture length in four plant species grown across a subambient CO₂ gradient", *American Journal of Botany* 80(12), 1413-1418, 1993.

Manrique, L. A., "Growth and yield of potato grown in the greenhouse during summer and winter in Hawaii", *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 21(3-4), 237-249, 1990.

Mbiyu, M. W., Muthoni, J., Kabira, J., Elmar, G., Muchira, C., Pwaisipwai, P., Ngaruiya, J., Otieno, S. and Onditi, J., "Use of aeroponics technique for potato (*Solanum tuberosum*) minitubers production in Kenya", *Journal of Horticulture and Forestry* 4(11), 172-177, 2012.

Millam, S. and Sharna, S. K., Soil-free techniques, In: (Ed. Dick Vreugdenhil et al.) Potato Biology and Biotechnology Advances and Perspectives, *Elsevier*, Amsterdam, Netherlands, 2007.

Mobini, S. H., Ismail, M. R. and Aroiuee, H., "The impact of aeration on potato (*Solanum tuberosum* L.) minituber production under soilless conditions", *African Journal of Biotechnology* 14(11), 910-921, 2015.

Muthoni, J., Mbiyu, M. W. and Nyamongo, D. O., "A review of potato seed systems and germplasm conservation in Kenya", *Journal of Agricultural and Food Information* 11(2), 157-167, 2010.

Negi, S. C., Shekhar, J. and Saini, J. P., "Effect of seed size and spacing on potato (*Solanum tuberosum*) production", *Indian Journal of Agricultural Sciences* 65, 286-287, 1995.

Novella, M. B., Andriolo, J. L., Bisognin, D. A., Cogo, C. M. and Bandinelli, M. G., "Concentration of nutrient solution in the hydroponic production of potato minitubers", *Ciência Rural* 38(6), 1529-1533, 2008.

Otazu, V., Manual on Quality Seed Potato Production Using Aeroponics, *International Potato Center (CIP)*, Lima, Peru, 2010.

Özkan, Ş., Topraksız tarım üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler*, s. 7-23, 2014.

Özkaynak, E. ve Samancı, B., "Farklı mini yumru büyüklüklerinde patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinde verim ve verim komponentleri arasındaki ilişkiler", *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2), 127-133, 2004.

Öztürk, E. ve Polat, T., "Tohumluk patates yetiştiriciliği ve önemi", *Alınları Zirai Bilimler Dergisi* 32(1), 99-104, 2017.

Öztürk, G., Tohumluk patates üretiminde kullanılan mini ve mikro yumruların tarla performanslarının karşılaştırılması, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s. 1-13, 2010.

Reestman, A. J. and De Wit, C. T., "Yield and size distribution of potatoes as influenced by seed rate", *Netherlands Journal of Agricultural Science* 7(4), 257-268, 1959.

Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herran, C., Relloso, J. and San Jose, M., "Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers", *Potato Research* 44(2), 127-135, 2001.

Rolot, J. L. and Seutin, H., "Soilless production of potato minitubers using a hydroponic technique", *Potato Research* 42(3-4), 457-469, 1999.

Rykaczewska, K., "The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture", *Plant, Soil and Environment* 62(5), 210-214, 2016.

Samancı, B., Özkaynak, E. ve Çetin, M. D., "Antalya koşullarında turfanda patates (*Solanum tuberosum* L.) yetiştiriciliğinde bazı çeşitlerin verim ve verim ile ilgili özelliklerinin belirlenmesi", *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(1), 27-33, 2003.

Soffer, H. and Burger, D. W., "Effects of dissolved oxygen concentrations in aero-hydroponics on the formation and growth of adventitious roots", *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113(2), 218-221, 1988.

Solis, S. F., "Production of basic seed minitubers of potato: 3. Evaluation of growing media for growing microplants", *Proceedings of The Interamerican Society for Tropical Horticulture* 41, 36-38, 1988.

Struik, P. C., "The canon of potato science: 25. Minitubers", *Potato Research* 50(3-4), 305-308, 2007.

Struik, P. C. and Wiersema, S. G., Seed Potato Technology, *Wageningen Academic Publishers*, Netherlands, 1999.

Şevik, M., "Topraksız tarımda (hidroponik kültür) bitki patojenik vrüsler", *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 26(2), 176-180, 2011.

Tierno, R., Carrasco, A., Ritter, E. and de Galarreta, J. I. R., "Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture", *American Journal of Potato Research* 91(4), 346-353, 2014.

TSÜAB, Türkiye Patates Tohumculuk Sektörü Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri, *Tohum Sanayicileri ve Üreticileri Alt Birliği (TSÜAB)*, Nevşehir, 2016.

Van der Veecken, A. J. H. and Lommen, W. J. M., "How planting density affects number and yield of potato minitubers in a commercial glasshouse production system", *Potato Research* 52(2), 105-119, 2009.

van Loon, K. D., The seed potato market, In: (Ed. Dick Vreugdenhil et al.) *Potato Biology and Biotechnology Advances and Perspectives*, *Elsevier*, Amsterdam, Netherlands, 2007.

Yıldırım, M. B., Yıldırım, Z. and Çaylak, Ö., "Potato production from true seed", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 11, 168-170, 1987.

Yıldırım, Z., "Meristem kültürü yoluyla mini yumru elde edilmesi", *III. Ulusal Patates Kongresi*, İzmir, Türkiye, 23-27 Eylül, 2002.

ÖZ GEÇMİŞ

Hasan AĞRI 05.10.1993 tarihinde Hatay'ın Kırıkhan ilçesinde dünyaya gelmiştir. İlk, orta ve lise öğrenimini Kırıkhan'da tamamlamıştır. Daha sonra 2012 yılında Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümünü kazanmış ve 2016'da mezun olmuştur. 2016 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.



