

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevde Nur YILDIZ

**TOPRAKSIZ YETİŞTİRİCİLİK ORTAMLARININ HAVUÇTA
VERİM VE KALİTEYE ETKİSİ**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA-2018

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAKSIZ YETİŞTİRİCİLİK ORTAMLARININ HAVUÇTA VERİM
VE KALİTEYE ETKİSİ**

Sevde Nur YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 17/07/2018/ Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof.Dr. H.Yıldız DAŞGAN
DANIŞMAN

.....
Doç.Dr.Hatıra TAŞKIN
ÜYE

.....
Dr. Öğ.Üy. Yelderem AKHOUNDNEJAD
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FYL-2017-7743

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAKSIZ YETİŞTİRİCİLİK ORTAMLARININ HAVUÇTA VERİM VE KALİTEYE ETKİSİ

Sevde Nur YILDIZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Yıl: 2018, Sayfa: 53

Jüri : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

: Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN

: Dr. Öğr. Üyesi Yelderem AKHOUNDNEJAD

Bu çalışmada, topraksız tarım tekniği ile havuç yetiştiriciliğinin olanakları araştırılmıştır. Havuç kökleri kokopit, vermikülit, perlit, kaya yünü, su kültürü ve aeroponik ortamlarda yetiştirilmiştir. Deneme Akdeniz iklim koşullarına sahip Adana ilinde sonbahar-kış döneminde gerçekleştirilmiştir. Denemede havuç kökünün büyümesi, verim, havuçta β -karoten, fenoller, suda çözülebilir kuru madde (briks) ve kökün mineral içeriği açısından vermikülit ve kokopit kültür ortamlarından, diğerlerine göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, şekil bakımından her iki substratta yetişen havuç kökleri orijinal karakteristik özelliklerinin altında olmuştur. Özellikle kök uzunluğu, toprakta yetiştirilen orijinalden daha kısa olmuştur. Denemede kullanılan perlit, 0-4.0 mm arası heterojen partikül büyüklüğü nedeniyle başarılı olmamıştır. Küçük ve en büyük perlit parçacıkları karıştırıldığında havuç kökü için uygun olmamıştır. Su kültüründe yetiştirilen havuç kökleri küçük kaldığı gibi aynı zamanda yüksek oranda çatallanmış kök ve yan kökler göstermiştir. Denemede aeroponik sistemin sprej aralığının (10 dakika) ve spreyleme süresinin (21 saniye) havuç için ideal olmayacağı düşünülmüştür. Buna bağlı olarak bitkilerin su ve mineral yetersizliği nedeni ile strese maruz kaldığı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Havuç, topraksız yetiştirme, verim, besin içeriği

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF SOILLESS CULTURE SYSTEMS ON YIELD AND QUALITY OF CARROT

Sevde Nur YILDIZ

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF HORTICULTURE

Supervisor : Prof. Dr. H.Yıldız DASGAN

Year: 2018, Pages:53

Jury : Prof. Dr. H.Yildiz DAŞGAN

: Doç. Dr. Hatira TASKIN

: Dr. Instructor. Yelderem AKHOUNDNEJAD

In this study, possibilities of growing carrot were investigated by soilless culture technique. The carrot roots have been produced in substrate culture with cocopeat, vermiculite, perlite, rockwool, water culture and aeroponics. Experiment was carried out in Adana where has Mediterranean climate ecological conditions during autumn-winter period. The better results in the experiment were obtained from vermiculite and cocopeat cultures interms of carrot root growth, yield, β -carotene, phenols, soluble solids and minerals content of the root. However, the carrot root characteristics in the both substrates for shape were still under the original characteristics of the cultivar, especially the root length was shorter than the original grown in soil. Perlite used in the experiment was not successful due to the heterogene particle size. The smallest and largest perlite particles mix together was not suitable for storage root growth. The tap root may have had difficulty in penetration into the rockwool slab and growth was not good. The carrot roots grown in water culture not only showed decreased growth but also showed worse quality properties with the higher ratio of split and forket roots. It is thought that this case due to spray interval (10 minutes) and spray time (21 sec) could not be suitable for carrot growing in aeroponic system. Consequently, carrot plants exposed to stress because of water and nutrient deficiencies.

Key words: *Daucus carota L*, soilless growing, yield, nutritional content

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

A vitamininin öncüsü karoten bakımından en zengin sebze olan havuç (*Daucus carota* L.), hem üretim alanı hem de pazar değeri açısından dünyada yüksek ekonomik öneme sahip, önemli bir serin iklim sebze türüdür. Havuç, yüksek antioksidan özelliklere, minerallere ve diyet lifi içeriğine sahiptir. Bu nedenle vücudun katarakt, glokom, kardiyovasküler komplikasyonlar ve maküler dejenerasyon hastalıklardan korunmasına yardımcı olur, ayrıca immün sistemi güçlendirir. Artan nüfusun beslenme ihtiyacını gidermek için sınırlı bir alanda sebze üretiminin artırılması amacıyla uygun yöntem ve tekniklerin geliştirilmesi konusunda ilk akla gelen “Topraksız Yetiştiricilik” sistemleridir. Topraksız yetiştiricilik ortamları, su kültürü ve ortam kültürü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Su kültüründe bitkiler besin eriyiği içinde yetiştirilir. Ortam kültüründe ise bitki kökleri organik, inorganik veya sentetik ortamlar içindedir. Dünya çapında gelişmekte olan birçok ülkede şu anda uygulanmakta olan basitleştirilmiş, düşük maliyetli sürdürülebilir topraksız tarım sistemleri, düşük gelirli insanlar, okul çocukları, yaşlılar, engelliler, cezaevi mahkumları, küçük çiftçiler ve diğer amatör nüfus için çeşitli avantajlar sunmaktadır. Temiz ve daha yüksek besin içeriğine sahip yüksek verimli ve yüksek kaliteli havuçlar topraksız sistemler ile yetiştirilebilir.

Havuç verimi, kök uzunluğu ve kök rengi, topraksız yetiştirme ortamının su tutma kapasitesi, oksijen konsantrasyonu, sertliği veya mekanik direnci ve partikül büyüklüğü ve homojenitesi gibi faktörlerden kuvvetli bir şekilde etkilenmektedir. Havuç kökleri, topraksız yetiştirme ortamında yetersiz hava geçirgenliğine bağlı olarak suya doygun ve sıkıştırılmış koşullar altında zayıf büyüme gösterebilir ve bu da kısa ve çatallı depolama köklerine neden olabilir.

Bu çalışmanın amacı havuç üretimi için farklı topraksız sistemleri karşılaştırmaktır. Bugüne kadar, topraksız bitki yetiştirme sistemlerinden; substrat kültürü, su kültürü ve aeroponik sistemleri havuç yetiştiriciliğinde karşılaştırmalı olarak kullanan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışmasının

amacı; havucu vermikülit, hindistancevizi torfu (kokopit), perlit, kaya yünü, su kültürü ve aeroponik olarak yetiştirmek, bu sistemleri karşılaştırarak, üstün ve zayıf yanlarını ortaya çıkarmaktır.

Sunulan tez çalışmasında, topraksız havuç yetiştiriciliğinin olanakları araştırılmıştır. Havuç kökleri kokopit, vermikülit, perlit, kaya yünü, su kültürü ve aeroponik ortamlarda yetiştirilmiştir. Deneme Adana ekolojik koşullarında, Akdeniz ikliminde sonbahar-kış döneminde gerçekleştirilmiştir. Havuç kökünün büyümesi, verim, havuçta β -karoten, fenoller, suda çözülebilir kuru madde (briks) ve kökün mineral içeriği açısından, vermikülit ve kokopit kültür ortamlarından diğerlerine göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, şekil bakımından her iki substratta yetişen havuç kökleri orijinal karakteristik özelliklerinin altında olmuştur. Özellikle kök uzunluğu, toprakta yetiştirilen orijinalden daha kısa olmuştur. Denemede kullanılan perlit, 0-4.0 mm arası heterojen partikül büyüklüğü nedeniyle başarılı olmamıştır. Su kültüründe yetiştirilen havuç kökleri küçük kaldığı gibi aynı zamanda yüksek oranda çatallanmış kök ve yan kökler göstermiştir. Denemedeki aeroponik sistemde, sprej aralığının (10 dakika) ve spreyleme süresinin (21 saniye) havuç yetiştiriciliği için ideal olmadığı düşünülmüştür. Buna bağlı olarak bitkilerin su ve mineral besin maddeleri azlığı nedeni ile strese maruz kaldığı tahmin edilmektedir. Aeroponik ortamda verim en düşük olmuş ve depo kök üzerinde çok miktarda lateral kökler oluşmuştur. Havuçta topraksız tarım denemelerini kapsayan bu çalışmada, farklı topraksız sistemlerde yetiştirilen havuçların büyümeler önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Tüm parametreler için en zayıf büyüme aeroponik ortamında yetiştirilen havuçlarda gözlemlenmiştir. Kokopit ortamında yetiştirilen havuçlarda yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları, bitki ağırlığı ve yaprak sayısı en fazla olarak kaydedilmiştir. Aeroponik ve hidroponik ortamlarında yetiştirilen havuçlarda beta karoten içeriğinin az olduğu gözlemlenirken, en yüksek beta karoten içeriği kaya yünü, vermikülit ve kokopit ortamlarında yetiştirilen havuçlardan elde edilmiştir. Kokopit ve vermikülit

ortamları havuç depo kökünün daha iyi büyümesini ve gelişimini desteklemede yardımcı olmuştur. Bununla birlikte, her iki substrattaki havuç depolama köklerinin uzunluğu, ortalama havuç uzunluğundan (18-20 cm) daha kısa olmuştur.





TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında bilgisini, ilgisini, katkısını, esirgemedi bana her zaman yardımcı ve destek olan ve bana yeni bir bakış açısı kazandıran danışman hocam Sayın Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın yürütülmesi için maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında daima yardımcı olan arkadaşım Şeyma ATALAN'a ve emeği geçen tüm çalışma arkadaşlarıma, öğrenimim boyunca bana hem maddi hem de manevi bakımdan destek olan; başta babam Ali YILDIZ, annem Nurten YILDIZ, ablam Sultan YILDIZ TOPCU ve kardeşim Sümeyye YILDIZ olmak üzere tüm aileme çok teşekkür ediyorum.

.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Kokopit.....	2
1.2. Vermikülit	3
1.3. Perlit	3
1.4. Kaya yünü.....	3
1.5. Su Kültürü	3
1.6. Havuç	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL ve METOT	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Bitki Materyali.....	11
3.1.2. Uygulamalar ve Farklı Topraksız Yetiştiricilik Sistemlerinin Kurulması.....	12
3.2. Metot.....	16
3.2.1. Besin Çözeltisi Bileşimi	16
3.2.2. Denemede Yapılan Ölçüm ve Gözlemler	19
3.2.2.1. Bitkide Yapılan Ölçümler.....	19
3.2.2.1.(1). Bitki Boyu (cm).....	19
3.2.2.1.(2). Yaprak Sayısı (adet/bitki)	19

3.2.2.1.(3). Bitki Yeşil Aksam Taze ve Kuru Ağırlıkları (g/bitki).....	20
3.2.2.1.(4). Yeşil Aksamda Besin Elementi Analizleri (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn)	20
3.2.2.2. Kökte (Havuçta) Ölçülen Parametreler.....	22
3.2.2.2.(1). Havuçta Toplam Verim (kg/m ²)	22
3.2.2.2.(2). Kök Taze ve Kuru Ağırlıkları (g/bitki).....	22
3.2.2.2.(3). Kök Çapı (mm).....	22
3.2.2.2.(4) Kök Uzunluğu (cm)	23
3.2.2.2.(5) Havuç Suyunda pH	24
3.2.2.2.(6). Havuç Suyunda EC.....	24
3.2.2.2.(7). Havuç Suyunda SÇKM (%).....	24
3.2.2.2.(8). Toplam Fenolik Madde Tayini	25
3.2.2.2.(9). Beta Karoten Tayini.....	25
3.2.2.2.(10). Köklerde Besin Elementi Analizleri (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn).....	26
3.2.2.2.(11). Köklerde Renk Tayini.....	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Bulgular	27
4.1.1. Bitkide Ölçülen Parametreler.....	27
4.1.1.1. Yaprak Sayısı (adet/bitki).....	27
4.1.1.2. Bitki Boyu (cm)	27
4.1.1.3. Bitki Yeşil Aksam Taze Ağırlığı (g/bitki)	28
4.1.1.4. Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g/bitki).....	29
4.1.2. Yaprak Örneklerinden Elde Edilen Makro ve Mikro Element Konsantrasyonları.....	29
4.1.2.1. Yaprakta Fosfor (P) Konsantrasyonu (%)	29
4.1.2.2. Yaprakta Potasyum (K) Konsantrasyonu (%)	30
4.1.2.3. Yaprakta Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonları (%).....	31

4.1.2.4. Yaprakta Magnezyum (Mg)Konsantrasyonların(%).....	31
4.1.2.5. Yaprakta Mikro Element Konsantrasyonları Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) (ppm).....	32
4.1.3. Havuç Kök Özellikleri.....	34
4.1.3.1. Kök Taze Ağırlığı (g/bitki)	34
4.1.3.2. Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki).....	35
4.1.3.3. Kök Çapı (mm)	35
4.1.3.4. Kök Uzunluğu (cm)	35
4.1.3.5. Toplam Verim (kg m ²).....	36
4.1.3.6. Havuç Kökü Suyunda pH	39
4.1.3.7. Havuç Kökü Suyunda EC	39
4.1.3.8. Havuç Kökü Suyunda SÇKM (%).....	39
4.1.3.9. Toplam Fenolik Madde Tayini	40
4.1.3.10. Beta Karoten Analizi	40
4.1.3.11. Havuç Köklerinde Fosfor (P) Konsantrasyonları (%)	41
4.1.3.12. Havuç Köklerinde Potasyum (K) Konsantrasyonları (%)....	41
4.1.3.13. Havuç Köklerinde Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu (%)	42
4.1.3.14. Havuç Köklerinde Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu (%)	42
4.1.3.15. Havuç Köklerinde Mikro Element Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) Değerleri (ppm).....	43
4.1.3.16. Havuç Köklerinde Renk Tayini	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	53



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede stok besin çözeltisi hazırlanan gübreler	17
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan besin çözeltisi kompozisyonu ve besin konsantrasyonları.....	17
Çizelge 4.1. Farklı yetiştiricilik ortamlarının yaprak sayısı üzerine etkileri (adet/bitki)	27
Çizelge 4.2. Farklı yetiştiricilik ortamlarının bitki boyu üzerine etkileri (cm/bitki)	28
Çizelge 4.3. Farklı yetiştiricilik ortamlarının yeşil aksam taze ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki) (havuç kök ağırlıkları dahil edilmemiş; sadece yaprak ağırlıkları sunulmuştur).....	28
Çizelge 4.4. Farklı yetiştiricilik ortamlarının yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki).....	29
Çizelge 4.5. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen fosfor (P) konsantrasyonları (%)	30
Çizelge 4.6. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen potasyum (K) konsantrasyonları (%).....	30
Çizelge 4.7. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen kalsiyum (Ca) konsantrasyonları (%)	31
Çizelge 4.8. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen magnezyum (Mg) konsantrasyonları	32
Çizelge 4.9. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Demir (Fe) konsantrasyonları (ppm)	32
Çizelge 4.10. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Mangan (Mn) konsantrasyonları (ppm).....	33
Çizelge 4.11. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Çinko (Zn) konsantrasyonları	33

Çizelge 4.12. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Cu konsantrasyonları	34
Çizelge 4. 13. Denemede farklı yetiştiricilik ortamlarının havuç kök özellikleri üzerine etkileri	36
Çizelge 4.14. Farklı topraksız yetiştiricilik ortamlarının havuç kalitesi üzerine etkileri.....	40
Çizelge 4.15. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde belirlenen toplam fenolik madde konsantrasyonları	40
Çizelge 4.16. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde belirlenen beta karoten konsantrasyonları	41
Çizelge 4.17. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen fosfor (P) konsantrasyonları (%).....	41
Çizelge 4. 18. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen potasyum (K) konsantrasyonları	42
Çizelge 4.19. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen Kalsiyum (Ca) konsantrasyonları	42
Çizelge 4.20. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen magnezyum (Mg) konsantrasyonları	43
Çizelge 4.21. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) konsantrasyonları (ppm).....	44
Çizelge 4.22. Denemedeki farklı ortamların havuç kök rengi üzerine etkileri	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Havuç tohumlarının viyollere ekiminden sonra görünümü	13
Şekil 3.2. Substrat kültüründe yetiştirilen havuç bitkilerinden bir görünüm	13
Şekil 3.3. Farklı topraksız sistemlerden görüntüler a) Substrat kültürü , b) Su kültürü, c) Aeroponik kültür	14
Şekil 3.4. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuçların dikim aşamaları ...	16
Şekil 3.5. Denemede kullanılan 1000 litre kapasiteli besin çözeltisi tankı	18
Şekil 3.6. Hasat sonrası bitki boyu ölçümü.....	19
Şekil 3.7. Hasat sonrası yaprak sayımından bir görünüm	20
Şekil 3.8. Yaprakta besin elementi analiz aşamaları a) Besin elementi analizi için örneklerin kül fırında yakılmaya hazırlanması b) Kül fırınından çıkan yanmış örnekler c) Yakılan örneklerde süzük alma işlemi	22
Şekil 3.9. Hasat sonrası kök çapı ölçümünden bir görünüm.....	23
Şekil 3.10. Kök uzunluğunun ölçümünden bir görünüm	23
Şekil 3.11. Havuç suyunda pH ölçümü.....	24
Şekil 3.12. Havuç suyunda SÇKM tayini	25
Şekil 4.1. Farklı topraksız yetiştirme ortamlarının depo kök havuç verimi üzerine etkileri	37
Şekil 4.2. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuç köklerinden bir görünüm	39



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
Ppm	: Milyonda bir
Cm	: Santimetre
da	: Dekar
g	: Gram
mg	: Miligram
mm	: Miligram
mm	: Milimetre
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Fe	: Demir
Mn	: Mangan
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
°C	: Santigrat derece
L	: Parlaklık
a	: Mavi-Yeşil/ Kırmızı- Mor
b	: Sarı- Mavi



1. GİRİŞ

Örtüaltı sistemleri iklime bağılı olmadan, ekolojik koşulların kısmen veya tamamen kontrol altına alındığı sistemlerdir. Bu sistemler içinde yapılan yetiştiriciliğe ise örtü altı yetiştiriciliği denir.

Türkiye’de örtü altı yetiştiriciliği 1940’lı yıllarda Antalya’da kurulan seralar ile başlamıştır. 1940 ve 1960 yılları arasında seracılığın gelişimi çok yavaş olmuş ve özellikle Antalya ve İzmir civarında yayılma göstermiştir. Bu yıllardan sonra plastiğin örtü materyali olarak kullanılmaya başlanması ile hem sera, hem de alçak tünel alanlarında hızlı bir artış görülmüştür.

Örtüaltı yetiştiriciliği birim alandan yüksek verim alınmasını sağlayarak küçük alanların olumlu yönde değerlendirilmesine olanak sağlar ve aynı zamanda yıl içerisinde düzenli bir işgücü kullanımı sağlar. Örtüaltı yetiştiriciliği bu nedenle de ülkemizdeki en önemli tarımsal faaliyetlerden birisi haline gelmiştir (Sevgican., 1999).

Ülkemizdeki sera alanlarının iller bazında dağılımına rakamsal olarak bakıldığında Türkiye’de toplam 663.622 da sera alanını mevcuttur. Cam sera alanı 76.977 da, plastik sera 309.430 da, yüksek tünel 112.674 da, alçak tünel alanı ise 161.541 da’dır (TÜİK 2016).

Türkiye’de örtü altında en çok yetiştirilen sebze domatestir. Domatesi sırası ile hıyar, karpuz, biber, patlıcan, kavun takip etmiştir. Diğer yetiştirilen ürünlerden bazıları ise; taze fasulye, kıvırcık marul, semizotu, maydanoz vb. olarak sıralanmaktadır (TÜİK, 2014).

Seralarda uygulanan monokültür yetiştiricilik; toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların artışının yanı sıra toprak yorgunluğuna neden olmaktadır. Ayrıca verim ve kalite azalmaları gibi üretimi kısıtlayan çeşitli sorunları da ortaya çıkarmaktadır. Organik maddelerin fazla miktarda kullanımı bu tarz sorunları ortadan kaldırmak için bir alternatif olabilir. Ayrıca sera toprağı yaz aylarında yıkanıp işlenebilir, sürülme tabanı kırılabilir ya da gerektiğinde toprak değıştirme yapılabilirse de, bu

işlemler zor olduğu için yeni yöntemler arama zorunluluğunu gündeme getirmiştir (Gül ve ark., 1998).

Topraksız tarım, her türlü tarımsal üretimin durgun veya akan besin eriyiklerinde, besin sisinde veya besin eriyiği ile beslenmiş katı ortamlarda gerçekleştirilmesidir (Sevgican, 1999). Topraksız tarım ortamları, su kültürü (hidroponik) ve ortam kültürü (substrat kültürü) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Su kültüründe bitkiler besin eriyiği içinde yetiştirilir (Winsor ve Schwarz, 1990; Resh, 1991; Burrage, 1999). Ortam kültüründe ise bitki kökleri organik, inorganik veya sentetik ortamlar içindedir (Schwarz, 1995; Sevgican, 1999). Topraksız tarım sistemlerinde hidroponik, aeroponik ve katı ortamlar gibi yöntemler uygulanır ve bu sistemlerde su, pH, bitki besin elementleri ve sıcaklık bitkinin ihtiyaç duyduğu optimum seviyede fizyolojik stres meydana getirmeden sağlanmaktadır (Schnitzler, 2004).

Topraksız tarımda kullanılan organik substrat maddelerine örnek olarak; torf, hindistan cevizi lifleri (kokopit), talaş, ağaç kabuğu, saman, çeşitli kompostlar, mantar kompostu atığı, üzüm küspesi vb. verilebilir.

Topraksız tarımda kullanılan inorganik substratlar doğal ve işlem görmüş olarak 2'ye ayrılmaktadır. Doğal inorganik substratlara örnek olarak kum, çakıl, organik tüfler verilebilir. İşlem görmüş inorganik substratlar ise perlit, vermikülit, kaya yünü ve genleştirilmiş kildir.

Topraksız tarımda kullanılan sentetik substratlar: poliüretan köpük ve strafor köpüktür.

1.1. Kokopit

Hindistan cevizi (*Cocos nucifera*) meyvesinin dışındaki kısa kaba liflerden elde edilen bir materyaldir. Sri Lanka, Filipinler, Endonezya, Filipinler ve Latin Amerika ülkeleri tarafından ithal edilir. Nakliyede kolaylık olması bakımından sıkıştırılmış bloklar halinde satılır. Su ile genleştirilip daha sonra kullanılır.

1.2. Vermikülit

Mikanın doğal aşınmasıyla oluşan kil mineraline vermiculit denir. Vermiculitin hammaddesi kil mineralidir. Kil kırma, eleme ve ek olarak 1000 °C ısıtma işlemiyle genişletilerek vermiculit üretilmektedir. Topraksız tarım için steril bir substrattır. Farklı partikül boyutlarında; 0-2, 2-4, 4-8 mm üretilmektedir. Ph'sı yaklaşık olarak 7.0-7.5 aralığındadır. Su tutma kapasitesi oldukça yüksektir.

1.3. Perlit

Doğal olarak oluşan silis esaslı volkanik kayalardır. Gri, beyaz ve siyah renkte olabilir. Perliti diğer volkanik maddelerden ayıran ayırt edici özelliği ise yumuşama sıcaklığı civarında ısıtıldığında hacminin dört ile yirmi dört katına çıkabilmesidir.

1.4. Kaya yünü

Kaya yünü %60 bazalt (diabase) + %20 kireçtaşı +%20 kok kömürü karışımının yaklaşık 1500 °C'de eritilmesi ve bu eriyiğin çok hızlı bir şekilde dönen silindirlerden geçirilmesi ile ince liflere dönüştürülür. Ortama yapıştırıcı eklenir ve lifler sıkıştırılarak geniş bloklar halinde kurutulur.

1.5. Su Kültürü

Katı ortam olmayan yapılarda bitkilerin özel besin eriyiklerinde yetiştirilmesidir. Ayrıca bu besin çözeltisinin belirli sürelerde bitki köklerine püskürtülmesi ile yapılan yetiştiricilik ortamıdır.

Durgun Su Kültürü: Bitkiler 30 cm derinlikteki tekne, tank ve benzeri yapılara konulur ve bitki beslenmesi besin eriyiklerinden kökler temas ettirilerek sağlanır. Kullanılan besin eriği türlere göre değişmekle birlikte 7-14 gün aralıklarla değiştirilir.

Akan Su Kültürü (NFT=Nutrient Film Culture= Besleyici Film Tekniği): Bitki köklerinin kanallar içinden sürekli veya aralıklı olarak birkaç

mm'den 4-5 cm'e kadar derinlikte geçirilen besin eriyikleri içinde tutularak beslenmesi şeklindeki üretim metodudur. Sistemde bitkilere verilen besin eriyiği eğimli bir kanaldan geçerek besin tanklarında depolanır ve eksiklikleri tamamlandıktan sonra tekrar ortama motorlar aracılığı ile pompalanır.

Aeroponik Kültürü: Bitki köklerine besin eriyikleri sürekli veya belli aralıklarla sis veya buhar şeklinde püskürtülerek yapılan topraksız yetiştiricilik sistemidir. Diğer sistemlerle kıyaslandığında su ve gübre tasarrufu sağlar ve besin çözeltisini atmaya yarayan başlıklar ve sistemi basınçlı bir şekilde çalıştıran motor düzeneği bulunmaktadır.

1.6. Havuç

Havuç serin iklim sebzeleri içerisinde yıl boyunca tüketilen sebzelerden biridir. Havuca olan tüketici talebi besin içeriği bakımından zengin ve besleyici değerinin yüksek olması sebebiyle artma eğilimi göstermektedir. Bu yüzden havuç üretim alanı ve üretim miktarı artma eğilimindedir (Simon ve ark., 2008).

Havuç yetiştirilmesi için geniş bir sıcaklık aralığına sahiptir. 16-21 °C aralığında iyi kaliteli havuçlar elde edilmektedir. Pürüzsüz ve iyi görünümlü havuçlar 18-21 °C 'de; arzu edilmeyen havuçlar ise 9-12 °C'de düşük sıcaklıklarda elde edilmektedir (Rosenfeld ve ark., 2002; Tesfaendrias ve ark., 2010).

Havucun anavatanı Türkiye'dir ve sebze üretimimiz içinde önemli bir yeri vardır. Ülkemizde havuç genel anlamda kışlık bir sebze olarak algılanıp üretilmektedir. Dünya ülkelerine bakıldığında havuç her mevsimde tüketilen bir sebzedir. Ayrıca havuç ülkemizde turşu haricinde hiç konserve edilmemektedir. Avrupa ülkelerinde konserve edilmiş olarak bol miktarlarda tüketilmektedir. Havuç bol miktarda A vitamini içermesinin yanı sıra B, C, D ve E vitaminleri açısından da oldukça zengindir. Buna ek olarak karoten, şeker ve fosfor içerir. Ayrıca bağırsakları çalıştırarak sindirime yardımcı olur. İdrar ve gaz söktürücü özellikleri sahip olmakla birlikte vücuttaki zararlı maddeleri uzaklaştırmaya yardımcı olur ve bu sayede kanı temizler.

Havuç ülke ve bölge ekonomisi, insan beslenmesi açısından önemli bir yer kapsamaktadır. Dış ticaret açısından önemli bir sebzedir. Son yıllarda Türkiye havuç ihracatı 60.000 tona kadar artmıştır. Türkiye genelinde havuç üretimine bakıldığında Konya, Ankara illeri yetiştiricilikte ilk sıralarda görülmektedir. 2016 yılında Konya'da 46.480 da alanda toplam 336.463 ton havuç üretilmiştir. Konya bu üretim ile Türkiye'nin toplam havuç üretiminin %60,7'sini karşılayarak havuç üretiminde Türkiye birincisi olmuştur. Konya'yı 21.700 da alanda 124.910 ton havuç üretimi ile Ankara ve 20.129 da alanda 59.836 ton havuç üretimi ile Hatay takip etmiştir (TÜİK 2016).

Havuç besin değeri: 100 g taze havuçta; 1 g protein, 0.3 g yağ, 90 g su, 8 g karbonhidrat, 0.8 g selüloz bulunmaktadır. 100 gram havuçta 40 kalori bulunur. Havuçta bulunan Beta-karoten yaşlılıktan dolayı ileri gelen görme zayıflığından korur. Havuç özellikle A vitamini bakımından zengin olmakla birlikte; B1, B2 ve C vitaminlerini de içermektedir. 100 g havuçta 16706 IU A vitamini, 5.9 mg C vitamini, 320 g potasyum, 33 mg kalsiyum ve 0.3 mg demir bulunmaktadır.

A vitamininin öncüsü karoten bakımından en zengin sebze olan havuç (*Daucus carota* L.), hem üretim alanı hem de pazar değeri açısından dünyada yüksek ekonomik öneme sahip önemli bir serin iklim sebze ürünüdür (Fontes ve Vilela, 2003; Asaduzzaman ve ark., 2013). Dünya çapında yetiştirilen *Umbeliferae* ailesinin en önemli ürünüdür (Utoho ve ark., 2015). Havuç, yüksek antioksidan özelliklere, minerallere ve diyet lifi içeriğine sahiptir ve bu nedenle vücudun katarakt, glokom, kardiyovasküler komplikasyonlar ve maküler dejenerasyon hastalıklardan korunmasına yardımcı olur. Ayrıca immün sistemi güçlendirir (Asaduzzaman ve ark., 2013). Havuçtaki β -karoten, koyu yeşil yapraklı sebzelere kıyasla insan vücuduna faydası yani biyoyararlılığı daha fazladır (Niizu ve Rodriguez-Amaya, 2005).

Islam ve ark., (2008), yoğun nüfusun beslenme ihtiyacını gidermek için sınırlı bir alanda sebze üretiminin artırılması amacıyla uygun yöntem ve tekniklerin geliştirilmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Dünya çapında birçok gelişmekte

olan ülkede şu anda uygulanmakta olan basitleştirilmiş, düşük maliyetli sürdürülebilir topraksız tarım sistemleri, düşük gelirli insanlar, okul çocukları, yaşlılar, engelliler, cezaevi mahkumları, küçük çiftçiler ve diğerler amatör nüfus için çeşitli avantajlar sunmaktadır (Caldeyro-Stajano, 2003; Orsini ve ark., 2010). Temiz ve daha yüksek besin içeriğine sahip, yüksek verimli ve yüksek kaliteli havuçlar topraksız sistemler ile yetiştirilebilir. Havuç, toprak yerine çevre dostu, yenilikçi bir alternatif olarak toprağa göre üstün fiziksel özellikleri olan topraksız tarım substrat karışımları ile yetiştirilebilir (Utobo ve ark., 2015). Kontrollü ekolojik yaşam destek sistemlerinde patates, tatlı patates, şeker pancarı ve yer fıstığı gibi yer altı depo organları tüketilen bitkiler açık ve kapalı (devri daim), katı ortam ve sıvı, hidroponik sistemlerde üretilmiştir (Hill ve ark., 1992). Havuç verimi, kök uzunluğu ve kök rengi, topraksız yetiştirme ortamının su tutma kapasitesi, oksijen konsantrasyonu, sertliği veya mekanik drenaj ve partikül büyüklüğü ve homogenitesi gibi faktörlerden kuvvetli bir şekilde etkilenmektedir (Islam ve ark., 1998; Islam ve ark., 2008; Asaduzzaman ve ark., 2013). Havuç kökleri, topraksız yetiştirme ortamında yetersiz hava geçirgenliğine bağlı olarak suya doymuş ve sıkıştırılmış koşullar altında zayıf büyüme gösterebilir ve bu da kısa ve çatallı depolama köklerine neden olabilir (White ve Strandberg, 1979; Islam ve ark., 2008). Havucun büyümesinin, veriminin ve kalitesinin perlit partikülünün büyüklüğünden büyük ölçüde etkilendiğini, perlitin uygun partikül büyüklüğünün havuç yetiştiriciliğinde hidroponik olarak 0.6 mm olduğu belirtilmiştir (Asaduzzaman ve ark., 2013).

Bu çalışmanın amacı; havuç üretimi için farklı topraksız sistemlerini karşılaştırmaktır. Bugüne kadar, havuç üretiminde topraksız bitki yetiştirme sistemlerinden; substrat kültürü, su kültürü ve aeropnik sistemleri karşılaştırmalı olarak sunan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışmasının amacı, havucu vermikülit, hindistancevizi torfu (kokopit), perlit, kayayünü, su kültürü ve aeropnik olarak yetiştirmek, bu sistemleri karşılaştırarak üstün ve zayıf yanlarını ortaya çıkarmaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Islam ve ark., (2008) Japonya’da yaptıkları çalışmada, 3 farklı havuç çeşidini kaya yünü blokları ile su kültüründe yetiştirmişlerdir. Çalışmada delikli ve deliksiz olmak üzere iki farklı tip kaya yünü kullanılmıştır. Delikli kaya yünü blokları kök gelişimini destelemek için vermikülit ile doldurulan 7 köklendirme deliği olacak şekilde (10 cm derinlikte 2.5 cm çapında) düzenlenmiştir. Deliksiz olan kaya yünü blokları ise karşılaştırma yapmak amacı ile kontrol olarak kullanılmıştır. Kaya yünü blokları bir plastik kutu içerisinde yan yana ve her bir plastik kutuda 14 bitki olacak şekilde yerleştirilmiştir. . Çalışma sonucunda taze ve kuru depo kökleri ağırlıklarının, delikli olan kaya yünü bloklarında deliksiz olanlara kıyasla 2-3 kat daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca depo köklerinin uzunluklarının delikli olanlarda deliksiz olanlara göre 2 kat daha uzun olduğu, bu köklerin çaplarının da daha büyük olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra, yüzde hasat indeksinin ve bütün bitki ağırlığının da daha büyük olduğu yani bu sonuçlarla paralellik gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmada delikli ve deliksiz kaya yünü bloklarında yüzeyden itibaren 8 cm derinliğinde depo köklerinin 1 cm uzak mesafesinde bloklar içerisindeki karbondioksit konsantrasyonları belirlenmiş ve delikli bloklardaki miktarın (% 0.08) deliksiz olanlardan (%0.11) daha düşük olduğu saptanmıştır. Bulgular doğrultusunda delikli kaya yünü bloklarındaki karbondioksit gaz yayılım faktörünün deliksiz bloklardaki yayılımdan daha büyük olduğu ve yetiştirme materyalinin sertliğinin ise vermikülit ile doldurulmuş delikli bloklarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Böylece, denemede kullanılan bütün çeşitler için daha iyi havalandan ve daha yumuşak dokuda olan yetiştirme materyalinin depo köklerinin gelişimi için daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Gichuhi ve ark., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada farklı su kültürü sistemlerinde yetiştirilen havuçların, besinsel, fiziksel ve duyuşal değerdendirmeleri yapılmıştır. Çalışmada NFT (nutrient film technique) ve MTMS

(microporous tube membrane system) olmak üzere iki farklı su kültüründe yetiştirilen havuçların nem, kül, yağ, tat, renk, karoten içeriği ve tüketici talebi değerlendirmeleri yapılmıştır. NFT ve MTMS sistemlerinin her ikisinde de yetiştirilen havuçların nem içeriğinin sırasıyla ; $86.8 \pm 0.13\%$ 'ten $92.2 \pm 2.25\%$ ' e ve $80.9 \pm 0.31\%$ 'ten $91.6 \pm 1.01\%$ 'e değiştiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmada, NFT sisteminde yetiştirilen Oxheart'ın en yüksek β -carotene ($990020 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) içeriğine sahip olduğu; Juwaroot en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır ($248 \pm 10 \mu\text{g}/100 \text{ g}$). MTMS'de yetiştirilen havuçlarda, β -carotene ($2434 \pm 89 - 10488 \pm 8 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) içeriğinde NFT ile kıyaslandığında daha az varyasyon görülmüştür. Çalışmanın sonucu olarak araştırmacılar; MTMS sisteminde yetiştirilen havuçların çoğunun NFT sisteminde yetiştirilenlerden daha çok tüketiciye hitap eden kalitede olduğunu belirtmişler ve NFT sisteminde yetiştirilen havuçların nem içeriğinin MTMS sisteminde yetiştirilenler ile arasında çok büyük farklılara rastlamamışlardır. Öte yandan, yapılan analizler sonucunda yağ ve kül içerikleri önemsiz bulunmuştur.

Kiracı ve ark., (2011), mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü uygulamalarının organik havuç yetiştiriciliğinde kalite parametreleri üzerine etkisini 2010-2011 yıllarında kurdukları çalışmada araştırmışlardır. Araştırmada havuçta, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, β -karoten, toplam şeker ve kuru madde içeriklerini incelemişlerdir. En yüksek antioksidan aktivitenin %46.67 ile Inhibition, toplam fenolik madde içeriklerinin $101.1 \text{ mg GAE}/100 \text{ g}$ ile Biosaps uygulamasında olduğunu belirlemişlerdir. 2011 yılında ise toplam fenolik madde en yüksek Vitormone uygulamasında $101.6 \text{ mg GAE}/100 \text{ g}$ olarak tespit etmişlerdir ve 2010-2011 yıllarında β -karoten içeriğinin $104.29-210.10 \mu\text{g}/\text{gr}$ arasında değiştiği sonucuna varmışlardır. Kuru madde içeriğinin 2010 yılında en yüksek Vitormone, Cropset ve Biosaps (%14.6) uygulamalarında bulunmasına rağmen, 2011 yılında ise benzer şekilde Vitormone (%14.5) uygulamasında tespit etmişlerdir. Toplam şeker en yüksek Fosfert uygulamasında ($7.76 \text{ g}/100 \text{ g}$) elde edilmiştir. Mikrobiyal gübre

kullanımının havucun kalite özellikleri üzerine olumlu katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Krejcova ve ark., (2012) konvansiyonel, organik ve kendi kendine yetişen havuç bitkilerinde, havuçların kalitesini değerlendirmek ve organik materyalin daha iyi etkisinin olup olmadığını araştırmak amacı ile elementel, nitrat ve kuru madde içerikleri analizlerini yapmışlardır. Sonuçlar, daha önceden yayınlanan havuçların elementel kompozisyonunu tanımlayarak elde edilmiş olan bilgiler ile kıyaslanmıştır. Konvansiyonel ve organik havuçların Na, K, S, Al, Mn, N, As ve Cd miktarlarında büyük farklılıklar olduğu saptanmıştır. İnter-element etkileşimlerinin bakış açısından yola çıkarak, verilerde temel bileşen analizi yapılmış ve konvansiyonel, organik ya da kendi kendine yetişen havuçların elementel içeriklerinde büyük farklılıklar olmadığı saptanmıştır. Ancak, elde edilen bulgulara dayanarak, havuçların üstün bir şekilde potasyum kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır.

Cheteanu ve ark., (2012), konvansiyonel yöntem olmayan perlit üzerinde havuç yetiştiriciliği teknolojisinin kurulmasını araştırmışlardır. Topraksız kültür sistemleri kök tabakasının, boş, steril, geçirgenliği iyi olan, üniform materyallerin kullanılması esasına dayanmaktadır. Araştırmacılara göre perlit, diğerlerine göre fiziksel olarak daha sabit, kimyasal olarak boş ve daha ucuz bir materyaldir, hücre granüllerindeki doğal boşluklar ürünün daha hafif olmasını sağlar, nem kapasitesi yüksektir ve su alımı için güçlü kapiler çekime sahiptir. Çalışmada perlitin, iyi drene olan ve iyi havalanan bir yapıya, nötr pH'ya sahip olduğu, ayrıca patojenlerden yabancı otlardan tamamen kurtulmuş olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, bütün bu özellikler perlitin, havuç üretiminde kök tabakası için uygun olduğunu düşünmektedir.



3. MATERYAL ve METOT**3.1. Materyal**

Bu tez çalışması, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde topraksız tarım çalışmalarının yapıldığı 500 m² lik seranın belirlenen bir kısmında 2016-2017 sonbahar kış yetiştiriciliği döneminde yapılmıştır.

Havuç bitkileri topraksız yetiştiricilik sistemleri ile 4 farklı katı ortam ve 2 su kültürü tekniği ile yetiştirilmiştir:

1. Kokopit (hindistan cevizi torfu) ortamı
2. Vermikülit ortamı
3. Kaya yünü ortamı
4. Perlit ortamı
5. Hidroponik-su kültürü ortamı
6. Aeroponik-hava kültürü ortamı

3.1.1. Bitki Materyali

Bitki materyali olarak Vilmorin Tohumculuk firmasına ait Soprano F₁ havuç çeşidi kullanılmıştır. Soprano F₁ çeşidine ait firmanın beyan ettiği çeşit özellikleri aşağıdaki gibidir;

Derim süresi	: 110-120
Avantajları	: Yıkama sonrası gümüşlenmeye dirençli, biyolojik üretime uygun
Erkencilik	: Orta geçci
Kök yapısı	:18-20 cm silindirik
Kullanım	: Sofralık ve sanayilik
Yaprak yapısı	: Güçlü ve dik gelişim, makineli hasada uygun

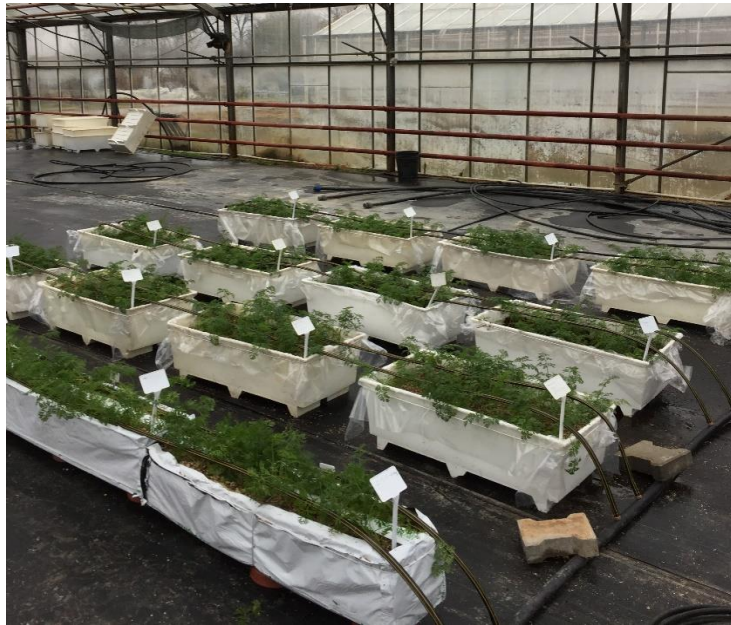
3.1.2. Uygulamalar ve Farklı Topraksız Yetiştiricilik Sistemlerinin Kurulması

Havuç tohum ekimi 20.10.2016 tarihinde 2:1 oranında torf:perlite ortamına yapılmıştır (Şekil 3.1). Takip eden 6 hafta sonra fideler farklı topraksız yetiştiricilik ortamlarına 01.12.2016 tarihinde transfer edilmiştir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.4). Yetiştiricilik süresi 167 gün sürmüştür ve havuçlar 05.04.2017 tarihinde hasat edilmiştir. Denemede katı ortam kültürü, su kültürü ve aeroponik tekniği ile havuç üretimi karşılaştırılmıştır (Şekil 3.3). Katı ortam olarak; perlite (0-4.0 mm partikül büyüklüğü), vermikülit (1.4-4.0 mm partikül büyüklüğü), kokopit ve kaya yünü kullanılmıştır. Bütün sistemlerde denemeler birim alana düşen bitki sayısı 122 adet/m², 4 tekrür ve her tekrürde 30 bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Farklı sistemlerde sıra arası ve üzeri mesafeler 10 cm x 8 cm olarak düzenlenmiştir. Perlite, vermikülit ve kokopit ortamlarında topraksız yetiştiricilik için ebatı 82 cm uzunluk 30 cm genişlik ve 20 cm derinlik olan beyaz renkli sert plastikten yapılmış saksılar kullanılmıştır. Her saksıya 24 litre ortam doldurulmuştur. Kaya yünü için 120 cm x 20 cm x 10 cm ebata sahip bloklardan iki tanesi üst üstüne gelecek şekilde birleştirilmiştir. İki sıra ve her sırada 15 bitki olacak şekilde dikim yapılmıştır. Substrat kültürleri açık sistem olmuş, devri-daim yapılmamıştır. Su kültürü için 50 litre kapasiteli kaplarda havalandırılan besin çözeltisi ile havuç bitkileri yetiştirilmiştir. Kapların üzerine yerleştirilen hafif bir polikarbon (PC) panel üzerine delikler açılarak bitki kökleri besin çözeltisine daldırılmıştır. Su kültüründe eksilen çözelti tamamlanmış ve her 7 günde bir çözelti yenisi ile değiştirilmiştir. Aeroponik sistemde 80 cm x 70 cm x 30 cm ebatında bir konteyner üzerine hafif PC bir panel yerleştirilmiş ve panel üzerine açılan deliklerden kökler karanlık ortama aşağıya sarkıtılmıştır. Konteyner içinde dip kısma 2 su püskürtücü başlık yerleştirilmiştir. Başlıklar 5.5 L/h debi ve 6 atmosfer basınç ile besin çözeltisini köklere püskürtmüştür. Her 10 dakikada bir 21 saniye püskürtme işlemi yapılmıştır. Püskürtmeden sonra köklerden süzülen besin çözeltisi eğimle toplanarak ana tanka gelmiş buradan devri-daim ile tekrar sistemde kullanılmıştır. Her 7 günde bir çözelti yenisi ile

değiştirilmiştir. Deneme tamamlandığında elde edilen veriler JMP paket programına tabi tutularak istatistiksel analizleri yapılmış, ortalamalar LSD testine göre karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.1. Havuç tohumlarının viyollere ekiminden sonra görünümü



Şekil 3.2. Substrat kültüründe yetiştirilen havuç bitkilerinden bir görünüm



a) Substrat kültürü



b) Su kültürü



c) Aeroponik kültürü

Şekil 3.3. Farklı topraksız sistemlerden görüntüler a) Substrat kültürü , b) Su kültürü, c) Aeroponik kültür





Şekil 3.4. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuçların dikim aşamaları

3.2. Metot

3.2.1. Besin Çözeltisi Bileşimi

Farklı ortamlardaki havuç bitkileri kimyasal gübrelerden hazırlanan besin çözeltisi ile yetiştirilmiştir. Dört farklı katı ortama ait besin çözeltisi 1 tonluk tank içerisinde hazırlanmış ve damlama sulama sistemi ile bitkilere verilmiştir (Şekil 3.5.). Deneme süresince yetiştiricilik sistemlerinde kullanılan besin çözeltilerindeki elementlerin konsantrasyonları kimyasal gübrelerden belirli oranlarda hazırlanmıştır. Gübreleme için stok çözeltiler hazırlanmıştır. Çökelme olmaması için iki ayrı tankta hazırlanacak olan gübreler ve çözeltiler aşağıda çizelgelerde belirtilmiştir (Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.1. Denemede stok besin çözeltisi hazırlanan gübreler

STOK B
Potasyum Sülfat
Mono Potasyum Sülfat
Magnezyum sülfat
Mikro elementler
Çinko sülfat
Borik Asit
Mangan sülfat
Amonyum molibdat
STOK A
Potasyum Nitrat
Kalsiyum Nitrat
Amonyum Nitrat
Fe-EDDHA

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan besin çözeltisi kompozisyonu ve besin konsantrasyonları

Element	mg/L
N	200
P	50
K	275
Ca	150
Mg	50
Fe	8
Zn	0.3
B	0.3
Cu	0,3
Mo	0,1



Şekil 3.5. Denemede kullanılan 1000 litre kapasiteli besin çözeltisi tankı

3.2.2. Denemede Yapılan Ölçüm ve Gözlemler**3.2.2.1. Bitkide Yapılan Ölçümler****3.2.2.1.(1). Bitki Boyu (cm)**

Hasat edilen havuçlarda her tekerrürden 10 farklı bitkinin bitki boyu şeritmetre ölçülmüş ve ortalamaları alınıp kaydedilmiştir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Hasat sonrası bitki boyu ölçümü

3.2.2.1.(2). Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Hasat edilen havuçlarda her tekerrürden 10 farklı, toplamda her ortamdan 40 bitkinin yaprak sayıları sayılmış ve sonunda ortalamaları alınıp kaydedilmiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Hasat sonrası yaprak sayımından bir görünüm

3.2.2.1.(3). Bitki Yeşil Aksam Taze ve Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

Hasat edilen havuçların yeşil aksamalarının taze ağırlığı hassas terazi ile ölçülüp kaydedilmiştir. Yeşil aksamlar daha sonra fanlı bir etüvde 48 saat 65 °C’de kurutulup kuru ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir.

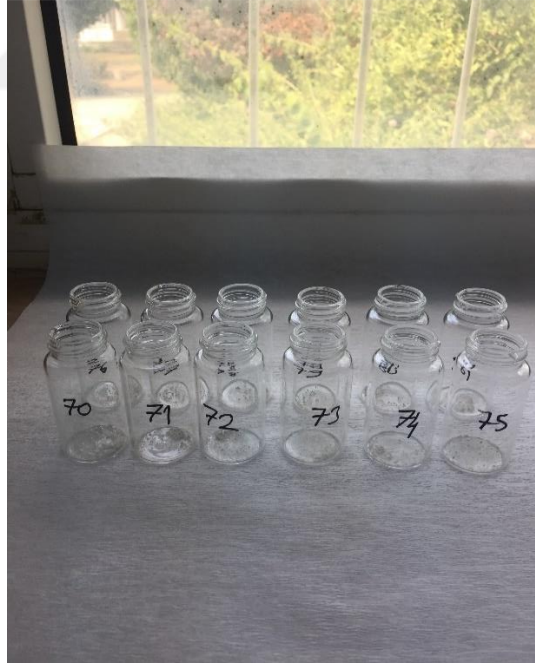
3.2.2.1.(4). Yeşil Aksamda Besin Elementi Analizleri (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn)

Hasat sonrası yapraklar kontaminasyona karşı %0.1 lik deterjan ile yıkanmış ve sonrasında 3 kez saf su ile durulanmıştır. Daha sonra nem uzaklaştırma özelliğine sahip olan fanlı etüvde 48 saat boyunca 65°C’de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler yaprak öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülmüş örnekler 550 °C’de 6 saat yakılmıştır (Şekil 3.8.). Oluşan kül % 3.3’lük HCl asitte çözülerek Varian SpectrAA markalı 220 FS modeli atomik absorpsiyon spektrometrede K, Ca ve Mg okumaları emisyon modunda, Fe, Mn, Zn ve Cu okumaları ise aynı marka cihazda absorbans modunda okunmuştur.

Fosfor analizleri yukarda hazırlanan ekstrakt kullanılarak Barton yöntemine göre spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir.



a) Besin elementi analizi için örneklerin kül fırında yakılmaya hazırlanması



b)Kül fırınından çıkan yanmış örnekler



c) Yakılan örneklerde süzük alma işlemi

Şekil 3.8. Yaprakta besin elementi analiz aşamaları a) Besin elementi analizi için örneklerin kül fırında yakılmaya hazırlanması b) Kül fırınından çıkan yanmış örnekler c) Yakılan örneklerde süzük alma işlemi

3.2.2.2. Kökte (Havuçta) Ölçülen Parametreler

3.2.2.2.(1). Havuçta Toplam Verim (kg/m^2)

Hasat sonrası elde edilen havuçların ağırlıkları ve sayıları kaydedilmiştir.

3.2.2.2.(2). Kök Taze ve Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

Kökler teker teker ± 0.5 g duyarlılıktaki elektronik bir terazi ile tartılıp ortalamaları alınmıştır. Daha sonra etüvde 48 saat boyunca kurutulup kuru ağırlıkları kaydedilmiştir.

3.2.2.2.(3). Kök Çapı (mm)

Aynı köklerde, ekvatorial bölgenin çapı ± 0.1 mm duyarlılıktaki dijital bir kompasla ölçülüp ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Hasat sonrası kök çapı ölçümünden bir görünüm

3.2.2.2.(4) Kök Uzunluğu (cm)

Aynı köklerde çiçek çukuru ile sap çukuru arasındaki mesafe ± 0.1 mm duyarlılıktaki dijital bir kompas ile ölçülüp ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3.10. Kök uzunluğunun ölçümünden bir görünüm

3.2.2.2.(5) Havuç Suyunda pH

Bir miktar havuç suyu alınarak pH metre ile ölçülmüştür.



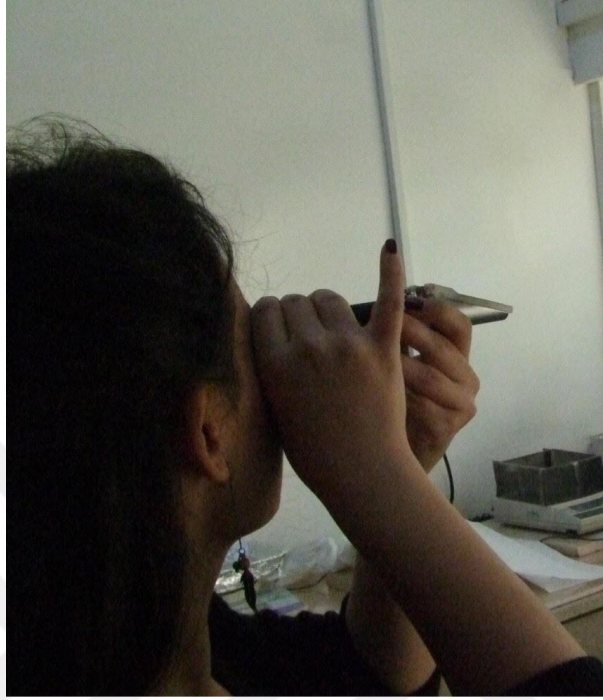
şekil 3.11. Havuç suyunda pH lm

3.2.2.2.(6). Havuç Suyunda EC

Havuç suyundaki EC, EC metre ile ölçülüp kaydedilmiştir.

3.2.2.2.(7). Havuç Suyunda SÇKM (%)

Havuç sularındaki SÇKM içerikleri dijital refraktometre kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Havuç suyunda SÇKM tayini

3.2.2.2.(8). Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayininde Spanos ve Wrolstad (1990) tarafından tanımlanan spektrofotometrik yöntem modifiye edilerek yapılmış ve okumalar spektrofotometrede (UV-1700 PharmoSpc SHIMADZU, Japonya) 765 nm dalga boyunda okunan absorbans değerinden ve gallik asit ile hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak, toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır (Uzun ve Bayır, 2007).

3.2.2.2.(9). Beta Karoten Tayini

Beta karoten konsantrasyonu Sadler ve ark., (1990) tarafından önerilen metotlar kullanılarak Intersil ODS-2 (250x4.6 mm, 5 µm ID) kolon UV detector kullanılarak belirlenmiştir. Kromatogramlardan elde edilecek β-karoten pikleri, standart maddelerin geliş süreleri ve UV spektrumlarının karşılaştırılmasıyla

tanımlanarak, örneklerdeki β -karoten miktarı, bu bileşenin standardı ile hazırlanmış olan standart eğrilerden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2.(10). Köklerde Besin Elementi Analizleri (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn)

Hasat sonrası kökler kontaminasyona karşı %0.1 lik deterjan ile yıkanıp saf su ile durulandıktan sonra nem uzaklaştırma özelliğine sahip olan fanlı etüvde 48 saat boyunca 65°C’de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülmüş örnekler 550 °C’de 6 saat yakılmıştır. Oluşan kül % 3.3’lük HCl asitte çözülerek Varian SpectrAA markalı 220 FS model atomik absorpsiyon spektrometrede K, Ca ve Mg okumaları emisyon modunda; Fe, Mn, Zn ve Cu okumaları ise aynı marka cihazda absorbans modunda yapılmıştır. Fosfor analizleri yukarıda hazırlanan ekstrakt kullanılarak Barton yöntemine göre spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.2.(11). Köklerde Renk Tayini

Hasat sonrası her tekerrürden 3 havuç kökü olmak üzere toplamda her ortamdan 12 kökte renk analizleri Minolta renk ölçer cihazı ile yapılmıştır. Köklerin yüzey rengi L, a, b Minolta değerleri ile ifade edilmiştir. Renk ölçer cihazı her ölçüm öncesinde beyaz renkteki (L=96,96, a=0,08 ve b=1,83) seramik tablaya göre kalibre edilmiştir. L (koyuluk-açıklık), a (yeşillik-kırmızılık) ve b (mavilik-sarılık) durumunu göstermektedir (Gould, 1977).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Bitkide Ölçülen Parametreler

Farklı ortamlarda yetiştirilen havuçların yaprak sayısı hasat sonrası ölçülmüştür. Bitki boyu, yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları, yeşil aksam besin element analiz sonuçları çizelgelerde verilmiştir. Ölçümlerden elde edilen sonuçlar aşağıda ayrı ayrı anlatılmaktadır.

4.1.1.1. Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Farklı topraksız yetiştiricilik ortamlarında havuç bitkilerinde hasat sonrası yaprak sayımı yapılmıştır. En yüksek yaprak sayısı 9,75 adet/bitki ile kayayünü ortamında görülmüştür. Kokopit ve hidroponik ortamlarında sırası ile 9,67 ve 9,55 olarak kaydedilmiştir. Perlit ve vermikülit ortamlarında yaprak sayısı sırası ile 9,02 ve 9 adet/bitki dir. En az yaprak elde edilen ortam ise 8,12 ile kaya yünü ortamı olmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı yetiştiricilik ortamlarının yaprak sayısı üzerine etkileri (adet/bitki)

Uygulamalar	Yaprak sayısı
Kokopit	9,67 a
Vermikülit	9 ab
Kaya yünü	9,75 a
Perlit	9,02 ab
Hidroponik	9,55 a
Aeroponik	8,12 b
LSD	1,140

4.1.1.2. Bitki Boyu (cm)

Denemede farklı yetiştiricilik ortamlarının havuçta bitki boyu üzerine etkisi Çizelge 4.2’ de gösterilmektedir. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde en yüksek boylu bitkiler 55,9 cm ve 53,5 cm ile Kokopit ve vermikülit

ortamlarında olmuştur. Takip eden ortamlar 46,9, 44 ve 43,1 cm ile perlit, hidroponik ve kaya yünü olmuştur. En kısa boylu bitkiler 26,03 cm ile aeroponik ortamından elde edilmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Farklı yetiştiricilik ortamlarının bitki boyu üzerine etkileri (cm/bitki)

Uygulamalar	Bitki boyu
Kokopit	55,9 a
Vermikülit	53,5 a
Kaya yünü	43,1 b
Perlit	46,9 b
Hidroponik	44 b
Aeroponik	26,03 c
LSD	3,893

4.1.1.3. Bitki Yeşil Aksam Taze Ağırlığı (g/bitki)

Yapılan hasat sonrasında bitki yeşil aksam kısımları tartılarak taze ağırlık değerleri kaydedilmiştir ve Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. En fazla yeşil aksam taze ağırlığı 206 g/bitki ile kokopit ortamında yetiştirilen havuçlarda görülmüştür. Vermikülit ve perlit ortamlarındaki havuç yeşil aksam taze ağırlıkları bunu 138 g/bitki ve 125 g/bitki ile takip etmiştir. En az yeşil aksam taze ağırlığı ise aeroponik ortamında yetiştirilen havuçlardan elde edilmiş, 51 g/bitki değer olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı yetiştiricilik ortamlarının yeşil aksam taze ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki) (havuç kök ağırlıkları dahil edilmemiş, sadece yaprak ağırlıkları sunulmuştur)

Uygulamalar	Yeşil aksam taze ağırlığı (g/bitki)
Kokopit	206 a
Vermikülit	138 b
Kaya yünü	107 bc
Perlit	125 b
Hidroponik	76 cd
Aeroponik	51 d
LSD	35,955

4.1.1.4. Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Denemede hasat sonrası yeşil aksam taze ağırlıkları kaydedilen bitkiler tartılarak etüvde kurutulmuş, daha sonra kuru ağırlık değerleri kaydedilmiştir. Kurutma işlemi sonrasında tüm ortamlardaki bitkilerin ağırlıkları kaydedilerek, yeşil aksam kuru ağırlık değerleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Kokopit ortamında yetiştirilen havuçların yeşil aksam kuru ağırlıkları en yüksek olarak gözlemlenmiştir (28,47 g/bitki). En düşük yeşil aksam kuru ağırlığı diğer ortamlar arasında birbirine yakın olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı yetiştiricilik ortamlarının yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

Uygulamalar	Yeşil aksam kuru ağırlık (g/bitki)
Kokopit	28,47 a
Vermikülit	19,04 b
Kaya yünü	17,44 b
Perlit	19,88 b
Hidroponik	17,69 b
Aeroponik	19,49 b
LSD	5,600

4.1.2. Yaprak Örneklerinden Elde Edilen Makro ve Mikro Element Konsantrasyonları**4.1.2.1. Yaprakta Fosfor (P) Konsantrasyonu (%)**

Denemede hasat sonrası yapılan analizlerde yeşil aksamda belirlenen fosfor (P) miktarları Çizelge 4.5' te gösterilmiştir. Yapılan analizlerde P konsantrasyonları en düşük % 0,121 ile en yüksek % 0,684 arasında değişmiştir. Kokopit ortamında yetiştirilen havuçlarda fosfor içeriği %0,684 ile en yüksek değere sahiptir. Aeroponik ve vermikülitte yetiştirilen havuçların fosfor içeriği ise sırasıyla % 0,429 ve % 0,418 olarak bulunmuştur. En düşük fosfor içeriği % 0,121 ile hidroponik ortamlarında yetiştirilen havuçlarda belirlenmiştir. Havuç yapraklarının ihtiyacı olan P konsantrasyonu % 0.20 ve % 0.40 aralığındadır (Jones ve ark.,1991). Yapılan bu tez çalışmasında kokopit ortamında yetişen havuç yapraklarında P miktarının

fazla olduğu, hidroponik ortamında yetişen havuç yapraklarına P alımının yetersiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen fosfor (P) konsantrasyonları (%)

Uygulamalar	Fosfor Konsantrasyonu (%)
Kokopit	0,684 a
Vermikülit	0,298 b
Kaya yünü	0,418 ab
Perlit	0,367 b
Hidroponik	0,121 b
Aeroponik	0,429 ab
LSD	0,311

4.1.2.2. Yaprakta Potasyum (K) Konsantrasyonu (%)

Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde hasat sonrası analizler sonucu belirlenen potasyum değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Farklı ortamlar içerisinde yetiştirilen havuç bitkilerinin yapraklarındaki potasyum (K) konsantrasyonları en düşük % 2,15 ve % 2,336 ile hidroponik ve aeroponik ortamlarında yetiştirilen bitkilerde gözlemlenmiştir. En yüksek potasyum değeri ise % 4,511 ile perlit bitkilerinde kaydedilmiştir. Havuç yapraklarının normal K değeri % 2.90-% 3.50 aralığındadır (Jones ve ark.,1991). Yapılan çalışmada perlit ortamında K değeri % 4,511 ile fazla çıkarken, hidroponik ve aeroponik ortamı için bitkide K alımı yetersiz olmuştur (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen potasyum (K) konsantrasyonları (%)

Uygulamalar	Potasyum Konsantrasyonu (%)
Kokopit	3,518 bc
Vermikülit	3,075 c
Kaya yünü	3,792 b
Perlit	4,511 a
Hidroponik	2,15 d
Aeroponik	2,336 d
LSD	0,628

4.1.2.3. Yaprakta Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonları (%)

Yaprak analizleri ile belirlenen kalsiyum içerikleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Havuç bitkilerinin Ca konsantrasyonları en düşük %0,149 ile en yüksek %0,471 arasında değişmiştir. Genel olarak Ca değerleri incelendiğinde, hidroponik ortamda yetiştirilen havuçlar % 0,471 ile en yüksek Ca konsantrasyonuna sahip olurken; kaya yününde yetiştirilen havuçlarda % 0,149 Ca belirlenmiştir. Havuç bitkisinin ihtiyacı olan Ca miktarı normalde % 1 ile % 2 arasındadır (Jones ve ark., 1991.). Yapılan deneme sonucunda, denenen tüm ortamlarda Ca alımının yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen kalsiyum (Ca) konsantrasyonları (%)

Uygulamalar	Kalsiyum Konsantrasyonu (%)
Kokopit	0,202 c
Vermikülit	0,149 c
Kaya yünü	0,217 c
Perlit	0,367 b
Hidroponik	0,471 a
Aeroponik	0,390 ab
LSD	0,082

4.1.2.4. Yaprakta Magnezyum (Mg) Konsantrasyonları (%)

Yapılan yaprak analizleri sonucunda elde edilen magnezyum (Mg) konsantrasyonları Çizelge 4.8’de gösterilmektedir. Yaprakların Mg içerikleri arasında önemli bir fark görülmemiştir. Havuç yapraklarının ihtiyacı olan Mg miktarı % 0.25-0.60 aralığındadır (Jones ve ark., 1991.). Yapılan çalışmada, denenen tüm ortamlarda Mg miktarının yeterli olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen magnezyum (Mg) konsantrasyonları

Uygulamalar	Magnezyum Konsantrasyonu (%)
Kokopit	0,545 a
Vermikülit	0,639 a
Kaya yünü	0,527 a
Perlit	0,572 a
Hidroponik	0,387 a
Aeroponik	0,559 a
LSD	0,259 a

4.1.2.5. Yaprakta Mikro Element Konsantrasyonları Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) (ppm)

Yaprak analizi sonucunda belirlenen demir içerikleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Denemede havuç bitkilerinin Fe konsantrasyonları en düşük 59,25 ppm ve en yüksek 178,25 ppm arasında değişmiştir. Vermikülit ortamında yetiştirilen havuç bitkileri 178,25 ppm ile en yüksek değere sahiptir. Kaya yünü 154 ppm Fe ile bunu takip etmiştir. En düşük Fe konsantrasyonuna sahip bitkiler 59,25 ppm ile hidroponik bitkilerinde görülmüştür. Havuç yapraklarının ihtiyacı olan yeterli Fe miktarı 50-300 ppm aralığındadır (Jones ve ark.,1991.). Yapılan bu tez çalışmasında denenen tüm ortamlar için Fe konsantrasyonu yeterli olmuştur (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Demir (Fe) konsantrasyonları (ppm)

Uygulamalar	Demir (ppm)
Kokopit	115,50 bc
Vermikülit	178,25 a
Kaya yünü	154 ab
Perlit	125,50 bc
Hidroponik	59,25 d
Aeroponik	106,50 c
LSD	46,157

Yaprak analizi sonucunda belirlenen mangan konsantrasyonları Çizelge 4.10'da gösterilmektedir. Denemede havuç bitkilerinin Mn konsantrasyonları arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık bulunmaktadır. Havuç yapraklarında

60-200 ppm aralığındaki Mn miktarı yaprak gelişimi için ideal miktardır (Jones ve ark., 1991.). Yapılan çalışmada, Mn konsantrasyonlarının havuç yeşil aksam gelişimi için denenen tüm ortamlarda yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Mangan(Mn) konsantrasyonları (ppm)

Uygulamalar	Mangan (ppm)
Kokopit	183,250 a
Vermikülit	142,50 a
Kaya yünü	144,50 a
Perlit	103,50 a
Hidroponik	174,50 a
Aeroponik	132,250 a
LSD	81,162

Yaprak analizi sonucu belirlenen çinko miktarları Çizelge 4.11’de gösterilmektedir. Denemedeki havuç bitkilerinin Zn konsantrasyonları en düşük 45,75 ppm ve en yüksek 76,25 ppm arasında değişmiştir. Genel olarak Zn konsantrasyon değerleri incelendiğinde; hidroponik ortamda yetiştirilen havuçların 76,25 ppm ile en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. En yüksek Zn konsantrasyonu ise 45,75 ppm ile kaya yünü ortamında yetiştirilen havuçlardan elde edilmiştir. Yapılan araştırmalara göre, 25-250 ppm aralığındaki Zn konsantrasyonu havuç yeşil aksam gelişimi için yeterli olmaktadır (Jones ve ark., 1991.). Sunulan bu çalışmada, denenen tüm ortamlarda yeşil aksam Zn içeriğinin yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Çinko (Zn) konsantrasyonları

Uygulamalar	Çinko (ppm)
Kokopit	68,875 ab
Vermikülit	59,050 ab
Kaya yünü	47,875 b
Perlit	45,75 b
Hidroponik	76,25 a
Aeroponik	64,50 ab
LSD	2,295

Yaprak analizleri ile belirlenen Cu konsantrasyonları Çizelge 4.12’de gösterilmektedir. Denemede havuç bitkilerinin Cu konsantrasyonları en düşük 2,25 ppm ve en yüksek 7,75 ppm arasında değişmiştir. Cu konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek Cu miktarı 7,75 ppm ile perlit ortamında yetiştirilen havuçlarda belirlenmiştir. 6,75 ppm ile vermikülit ortamı takip etmiştir. Hidroponik ortamında yetiştirilen havuçlarda Cu konsantrasyonun 2,25 ppm ile en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. 5-15 ppm aralığında Cu konsantrasyonu havuç yeşil aksam gelişimi için yeterli bir miktardır (Jones ve ark., 1991.). Yapılan çalışma sonucunda hidroponik ve aeroponik ortamında yetiştirilen havuçlarda yeşil aksam Cu alımı yetersiz bulunmuştur. Diğer tüm ortamlarda Cu miktarının yeterli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkileri yaprak örneklerinde belirlenen Cu konsantrasyonları

Uygulamalar	Bakır (ppm)
Kokopit	6,125 ab
Vermikülit	6,75 a
Kaya yünü	6,25 ab
Perlit	7,75 a
Hidroponik	2,25 c
Aeroponik	4,50 b
LSD	2,074

4.1.3. Havuç Kök Özellikleri

4.1.3.1. Kök Taze Ağırlığı (g/bitki)

Havuç hasadı yapıldıktan sonra, havuç köklerinin kök taze ağırlıkları elektronik bir terazi ile tartılıp ortalamaları alınmıştır. Kaydedilen değerler Çizelge 4.13’te gösterilmektedir. Kokopit ve vermikülit ortamlarında yetiştirilen havuçlarda kök taze ağırlığı sırası ile 166,7 ve 155,8 gram ile en yüksekken, aeroponikte yetiştirilen havuç bitkilerinde bu değer 26,1 gram ile en düşüktür.

4.1.3.2. Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Havuçlar hasat edilip kök taze ağırlıkları alınarak 72 saat etüvde kurutulup kuru ağırlıklar kaydedilmiştir. Kök kuru ağırlıkları incelendiğinde; vermikülit ve kokopit ortamlarında kök kuru ağırlığı sırası ile 18,2 ve 17,6 gram ile en yüksektir. En düşük kök kuru ağırlığı ise 3 gram ile aeroponikte yetişen havuç bitkilerinde kaydedilmiştir (Çizelge 4.13.) .

4.1.3.3. Kök Çapı (mm)

Havuç hasadı yapıldıktan sonra her ortamın dört tekerrüründen 10 adet ve toplamda 40 adet havucun kök çapı dijital bir kumpasla ölçülüp ortalamaları alınmıştır. Hidroponik ortamında yetiştirilen havuç bitkilerinin kök çapı 39,33 mm ile en yüksek bulunmuştur. Bunu sırası ile kokopit, vermikülit ve perlit ortamları 38,08 mm, 37,20 mm ve 35,94 mm ile takip etmişlerdir. En düşük kök çapı değeri 27,74 mm ile aeroponik ortamında yetişen havuçlarda kaydedilmiştir (Çizelge 4.13.).

4.1.3.4. Kök Uzunluğu (cm)

Hasattan sonra elde edilen havuç köklerinden, her ortamın 4 tekerrüründen 10 adet ve toplamda 40 meyvenin kök uzunluğu teker teker hesaplanıp ortalamaları alınmıştır. Değerler incelendiğinde, en uzun havuç 7,86 cm ile vermikülit ortamından elde edilmiştir. Aeroponikte yetiştirilen havuçlarda ise ortalama kök uzunluğu 6,60 cm olarak kaydedilmiş ve bu değer en küçük kök uzunluğunu temsil etmiştir (Çizelge 4.13.). Asaduzzaman ve ark., (2013), havucun büyüme, verim ve kalitesinin perlit partikülünün büyüklüğünden büyük ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir. Perlit partikülü 0.3, 1.2, 2.5 ve 5.0 mm boyutlarında incelenmiş ve 0,6 mm partikül büyüklüğünün uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Büyük gözenek boşluklarına sahip daha büyük perlit parçacıkları, besin çözeltisinin, muhafaza edilmesi gereken minimum besin çözeltisiyle hızlı bir şekilde geçmesine izin verir. Araştırmacılar 0.3 mm partiküllere sahip perlitlerde yetiştirilen bitkilerden elde edilen

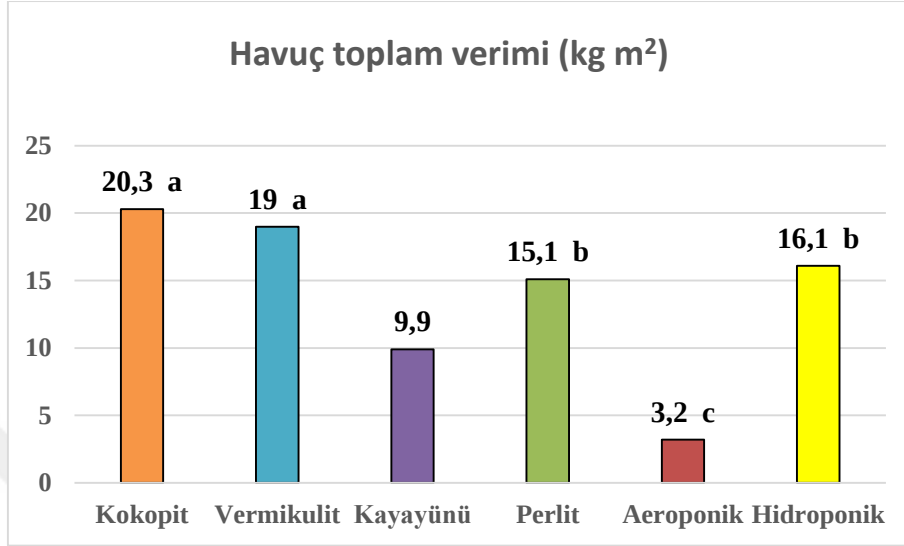
havuç köklerinin kısa ve renklerinin beyaz olduğunu kaydetmişlerdir. Bu ultra ince perlit, substrat hava bölgesinde oksijen eksikliğine neden olan aşırı suyu tutmaktadır ve sonuç olarak, kökler azalan miktarda karotenoidler ile beyazlaşmaktadır (Asaduzzaman ve ark., 2013).

Çizelge 4. 13. Denemede farklı yetiştiricilik ortamlarının havuç kök özellikleri üzerine etkileri

	Kök çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Kök taze ağırlığı (g/bitki)	Kök kuru ağırlığı (g/bitki)
Kokopit	38,08 ab	7,80 a	166,7 a	17,6 a
Vermikülit	37,20 ab	7,86 a	155,8 a	18,2 a
Kaya yünü	34,53 b	7,65 a	81,8 c	10,5 c
Perlit	35,94 ab	7,77 a	123,7 b	13,9 b
Hidroponik	39,33 a	6,97 b	131,6 b	13,9 b
Aeroponik	27,74 c	6,60 b	26,1 d	3 d
LSD	4,338	0,584	9,417	1,048

4.1.3.5. Toplam Verim (kg m²)

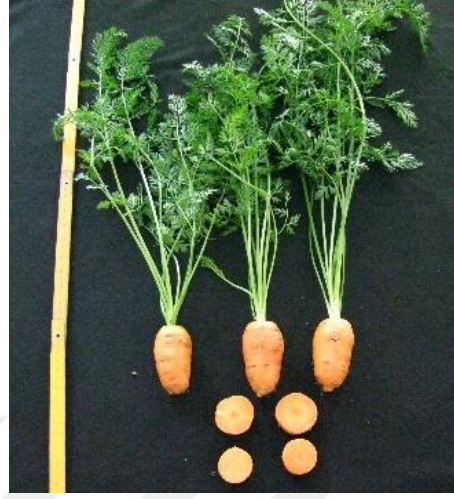
Hasat yapıldıktan sonra hesaplanan toplam verim değerleri grafikte gösterilmektedir. Verim değerleri incelendiğinde en yüksek verim 20,3 kg/m² ile kokopit ortamında elde edilmiştir. Bunu 19,0 kg/m² ile vermikülit ortamı takip etmiştir. En düşük verim ise 3,2 kg/m² ile aeroponik bitkilerinde kaydedilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Farklı topraksız yetiştirme ortamlarının depo kök havuç verimi üzerine etkileri



a)Vermikülit



b)Kokopit



c)Kaya yünü



d)Perlit



e) Hidroponik

f) Aeroponik

Şekil 4.2. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuç köklerinden bir görünüm

4.1.3.6. Havuç Kökü Suyunda pH

Havuç suyu çıkarılarak pH metre ile ölçülmüş, elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.14'te gösterilmiştir. En yüksek pH değeri 6,61 ile aeroponik ortamında yetişen havuçlarda belirlenmiştir, bunu 6,55 ile hidroponik ortamı takip etmiştir. En düşük pH değeri 6,30 ile kaya yünde tespit edilmiştir (Çizelge 4.14.).

4.1.3.7. Havuç Kökü Suyunda EC

Havuçların meyve suyundan bir miktar alınarak EC metre ile ölçülmüştür ve Çizelge 4.14'te gösterilmiştir. En yüksek EC değeri 9,4 ile kokopit ortamından elde edilmiştir. En düşük EC değeri ise 7,26 ile aeroponik ortamında tespit edilmiştir (Çizelge 4.14.).

4.1.3.8. Havuç Kökü Suyunda SÇKM (%)

Havuç suyunda çözünülebilir kuru madde içeriği el refraktometresi ile ölçülmüş ve değerler Çizelge 4.14'te verilmiştir. Kaya yünü ve vermikülit ortamlarında en yüksek SÇKM belirlenmiş ve bu oranlar sırası ile % 9,4 ve %9,12 olmuştur. En düşük SÇKM değeri ise % 7,72 ile hidroponik ortamında yetiştirilen havuç bitkilerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Farklı topraksız yetiştiricilik ortamlarının havuç kalitesi üzerine etkileri

Uygulamalar	pH	EC (ds/m)	SÇKM (%)
Kokopit	6,38 cd	9,4 a	8,25 b
Vermikülit	6,40 cd	7,65 c	9,12 a
Kaya yünü	6,30 d	7,84 c	9,4 a
Perlit	6,47 bc	7,66 c	8,17 bc
Hidroponik	6,55 ab	7,26 c	7,72 c
Aeroponik	6,61 a	8,76 b	8,26 b
LSD	0,115	0,640	0,512

4.1.3.9. Toplam Fenolik Madde Tayini

Kurutulup öğütülmüş örneklerde yapılan toplam fenolik madde tayini analizinde en yüksek değer 1,4145 ile hidroponik bitkilerinden elden edilmiştir. En düşük değer ise 0,9908 ile perlit ortamında yetiştirilen bitkilerde görülmüştür (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.15. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde belirlenen toplam fenolik madde konsantrasyonları

Uygulamalar	Toplam fenolik madde (mg 100 g ¹)
Kokopit	1,286 ab
Vermikülit	1,137 ab
Kaya yünü	1,173 ab
Perlit	0,990 b
Hidroponik	1,414 a
Aeroponik	1,171 ab
LSD	0,1422

4.1.3.10. Beta Karoten Analizi

Hasat edilen havuçlarda yapılan beta karoten analizinde 14,141 ile en yüksek beta karoten değeri kaya yünü ortamında yetiştirilen havuçlarda belirlenmiştir. Perlit ortamında yetiştirilen havuçlarda beta karoten miktarı ise 4,957 ile en düşük değer olmuştur (Çizelge 4.16.)

Çizelge 4.16. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde belirlenen beta karoten konsantrasyonları

Uygulamalar	Beta Karoten (mg 100g ¹)
Kokopit	10,482 ab
Vermikülit	13,212 ab
Kaya yünü	14,141 a
Perlit	4,957 b
Hidroponik	8,505 ab
Aeroponik	8,585 ab
LSD	8,466

4.1.3.11. Havuç Köklerinde Fosfor (P) Konsantrasyonları (%)

Hasat sonrası kök analizleri esansında belirlenen fosfor konsantrasyonları Çizelge 4.17’de gösterilmektedir. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuç köklerindeki P konsantrasyonları en düşük % 0,266 ve en yüksek % 0,415 arasında değişmiştir. Perlit ortamında yetiştirilen havuçların P konsantrasyonları, diğer tüm ortamlardan yüksek bulunurken, kokopit ve kaya yününde yetiştirilen havuçların P konsantrasyonları en düşük bulunmuştur (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen fosfor (P) konsantrasyonları (%)

Uygulamalar	P konsantrasyonu (%)
Kokopit	0,310 abc
Vermikulit	0,393 ab
Kaya yünü	0,310 abc
Perlit	0,415 a
Hidroponik	0,266 c
Aeroponik	0,288 bc
LSD	1,26

4.1.3.12. Havuç Köklerinde Potasyum (K) Konsantrasyonları (%)

Denemede hasat sonrası yapılan kök analizleri sonucunda belirlenen potasyum konsantrasyonu değerleri Çizelge 4.18’de verilmektedir. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuç köklerinin K konsantrasyonları en düşük % 2,199 ve en yüksek % 2,940 arasında değişmiştir. En yüksek K konsantrasyonu 2,940 ile kaya yünü ortamında yetiştirilen havuçlarda belirlenmiştir (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4. 18. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen potasyum (K) konsantrasyonları

Uygulamalar	K konsantrasyonu (%)
Kokopit	2,775 ab
Vermikülit	2,649 abc
Kaya yünü	2,940 a
Perlit	2,345 bc
Hidroponik	2,199 c
Aeroponik	2,707 abc
LSD	0,532

4.1.3.13. Havuç Köklerinde Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu (%)

Hasat sonrası yapılan analizler sonucunda belirlenen kalsiyum konsantrasyonu değerleri Çizelge 4.19’da verilmektedir. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuçlardaki Ca konsantrasyonları en düşük % 0,104 ve en yüksek % 0,314 arasında değişmiştir. Perlit ortamında yetiştirilen havuçlar en yüksek Ca içeriğine sahip olmuştur. Kokopit ortamında yetiştirilen havuçlar ise %0,104 ile en düşük Ca konsantrasyonuna sahiptir (Çizelge 4.19.).

Çizelge 4.19. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen Kalsiyum (Ca) konsantrasyonları

Uygulamalar	Ca konsantrasyonu
Kokopit	0,104 c
Vermikülit	0,183 abc
Kaya yünü	0,124 bc
Perlit	0,314 a
Hidroponik	0,172 abc
Aeroponik	0,286 ab
LSD	0,172

4.1.3.14. Havuç Köklerinde Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu (%)

Hasat sonrası yapılan analizler sonucunda belirlenen magnezyum konsantrasyonu değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir. Farklı ortamlarda yetiştirilen havuçlardaki Mg içeriği en düşük % 0,238 ve en yüksek % 0,533 arasında değişmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu %0,533 ile aeroponik bitkilerinde

belirlenmiştir. En düşük Mg içeriği ise % 0,238 ile perlit ortamında yetiştirilen havuçlarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.20.).

Çizelge 4.20. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen magnezyum (Mg) konsantrasyonları

Uygulamalar	Mg konsantrasyonu
Kokopit	0,423 a
Vermikülit	0,372 ab
Kaya yünü	0,467 a
Perlit	0,238 b
Hidroponik	0,450 a
Aeroponik	0,533 a
LSD	0,0796

4.1.3.15. Havuç Köklerinde Mikro Element Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) Değerleri (ppm)

Hasat sonrası yapılan analizler sonucu belirlenen demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Demir sonuçları incelendiğinde; Fe konsantrasyonları en düşük 22,75 ppm ve en yüksek 43,75 ppm arasında değişmiştir. Demir içeriği 43,75 ppm ile en yüksek kaya yünü içerisinde yetiştirilen havuçlarda tespit edilirken, 22,75 ve 26,25 ppm ile hidroponik ve kokopit ortamlarında en düşük Fe konsantrasyonu belirlenmiştir.

Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç bitkilerinde mangan ve çinko konsantrasyonları arasında önemli farklılıklar belirlenmemiştir (Çizelge 4.21.).

Denemedeki havuç bitkilerinin Cu konsantrasyonları en düşük 1,50 ppm ve en yüksek 4,00 ppm arasında değişmiştir. Kaya yünü içerisinde yetiştirilen havuçlarda 4,00 ppm ile en yüksek Cu konsantrasyonu belirlenmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu ise 1,50 ppm ile hidroponik bitkilerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.21.)

Çizelge 4.21. Denemede farklı ortamlarda yetiştirilen havuç örneklerinde belirlenen Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) konsantrasyonları (ppm)

Uygulamalar	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
Kokopit	26,25 b	31,25 a	2,625 abc	9,50 a
Vermikülit	32 ab	27,375 a	3,125 ab	11,50 a
Kaya yünü	43,75 a	30,25 a	4,00 a	12,25 a
Perlit	30,50 ab	31,625 a	3,00 abc	10,50 a
Hidroponik	22,75 b	36,25 a	1,50 c	13,25 a
Aeroponik	27,25 b	30,125 a	2,00 bc	14,625 a
LSD	16,069	9,640	1,612	5,470

4.1.3.16. Havuç Köklerinde Renk Tayini

Hasat sonrası yapılan renk ölçüm analizi sonucu katı ortamlarda yetiştirilen havuçların parlakları, su kültürü ve aeroponik ortamlardan daha yüksek olmuştur. Denemede yer alan 4 katı ortam istatistik olarak aynı olmakla birlikte en iyi renk parlaklığı kaya yünü, kokopit, perlit ve vermikülit ortamlarında görülmüştür. Turuncu rengin parlaklığı, en sönük su kültüründe olmuştur. Havuç köklerinde turuncu yoğunluğu, en yüksekten düşüğe doğru sırasıyla kaya yünü, perlit, vermikülit, kokopit, hidroponik ve aeroponik ortamlarında görülmüştür (Çizelge 4.22). Turuncu renk yoğunluğu ve parlaklığının su kültüründe substrat kültürlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular Pinnock ve ark., (2002) tarafından yapılan su ve substrat kültürü karşılaştırmalarında da rapor edilmiştir.

Çizelge 4.22. Denemedeki farklı ortamların havuç kök rengi üzerine etkileri

Uygulamalar	L	a	b	C	h
Kokopit	54,36 a	26,36 b	35,20 b	46,00 a	55,02 c
Vermikülit	52,68 a	27,75 ab	36,86 ab	46,13 a	53,02 c
Kaya yünü	56,04 a	30,03 a	39,82 a	49,87 a	52,98 c
Perlit	54,15 a	28,35 ab	38,86 ab	48,10 a	53,88 c
Hidroponik	38,46 c	11,86 c	26,70 c	29,23 b	66,52 a
Aeroponik	42,13 b	8,15 d	21,39 d	22,91 c	69,09 b
LSD	9,72	2,34	4,31	4,23	2,32

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çok fazla sayıda avantajı bulunan topraksız tarım gelişmiş ülkelerde yaygın kullanılmakta, ülkemizde de uygulanmasında artış görülmektedir. Üreticilere yeterli bilgi verilmemesi, ekonomik ve teknik bakımdan uygun şartların sağlanamaması gibi faktörler topraksız tarımın yavaş gelişmesine neden olmaktadır. Özellikle de kışlık sebzelerin yetiştiriciliğinde oldukça az örnekler mevcuttur.

Havuçta topraksız tarım denemelerini içeren bu çalışmada, farklı topraksız sistemlerde yetiştirilen havuçların büyüme ölçüde farklılık göstermiştir. Tüm parametreler için en zayıf büyüme aeroponik ortamında yetiştirilen havuçlarda gözlemlenmiştir. Kokopit ortamında yetiştirilen havuçların yeşil aksam kısımları taze ve kuru ağırlık, bitki ağırlığı ve yaprak sayısı bakımından en iyi olarak kaydedilmiştir. Bunu sırası ile vermikülit, perlit ve kaya yünü ortamları izlemiştir. Su kültüründe yetiştirilen havuçların aeroponik ortamdan biraz daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Yeşil aksam gelişmesi üzerine olan etkiler, köklerinin büyümesi üzerine de benzer etkiler yapmıştır. Buna göre, en kötü kök büyümesi aeroponik ortamından elde edilmiştir. Havuçların kök taze ve kuru ağırlığının kaya yünü ortamında iyi olmadığı gözlemlenmiştir. En ağır havuçlar kokopit ve vermikülit ortamlarında elde edilmiştir. Bu iki ortam değerleri diğer ortamlardan önemli ölçüde fazla olmuştur. Perlit ve su kültürü bu ortamları sırası ile takip etmiştir.

En yüksek beta karoten içeriği kaya yünü, vermikülit ve kokopit ortamlarında yetiştirilen havuçlardan elde edilmiştir. Su kültürü ve aeroponikte yetiştirilen havuçlarda beta karoten içeriğinin daha az olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek fenol içeriği su kültüründe yetiştirilen havuç köklerinde kaydedilmiş olmasına rağmen; kokopit, vermikülit, kaya yünü ve aeroponik ortamları su kültürünü yakından takip etmiştir. En düşük fenol içeriği perlitte yetiştirilen havuçlardan elde edilmiştir. SÇKM için vermikülit ve kaya yününde yetişen havuçlarda oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Su kültüründe yetişen havuçlar,

en düşük SÇKM değerini vermiştir. En yüksek EC, kokopit içerisinde yetiştirilen havuçlarda ölçülmüştür. Kaya yünü ve aeroponik ortamlarındaki havuç köklerinde en düşük ve en yüksek Ph arasındaki farklılıklar düşük olmuştur.

En zayıf havuç kökleri aeroponik ortamından elde edilmiştir. Kaya yününde yetişen havuçların iyi olmadığı belirlenmiştir. En yüksek verim sırası ile kokopit ve vermikülit substratlarından elde edilmiştir. Bu ortamlardaki havuç verimi diğer ortamlardan fazla olmuştur. Perlit ve su kültüründe yetişen havuçlar, bu ortamları takip etmiştir.

Bu denemede kullanılan perlit parçacık büyüklüğü oldukça heterojen olup 0 ila 4.0 mm arasındadır. Perlit içerisindeki havuç kökü büyümesi ve verimi, çok küçük ve çok büyük partiküller nedeniyle azalmış olabilir. Küçük perlit parçacıkları; yoğun,sert, kompakt bir yapı oluşturabilir. Kompakt koşullar, mekanik direnç ve kök bölgesindeki havalandırma eksikliğine bağlı olarak kök büyümesini olumsuz etkileyebilir. Büyük perlit parçacıkları, besin çözeltisinin kolayca ve hızlı bir şekilde drenajına neden olabilir ve bu durum bitkilerin su ve besin emilimini engelleyebilir ve buna bağlı olarak büyümeyi engelleyebilir. Bu denemede havuç su kültürü içinde yetiştirilebilir bulunmakla birlikte, kısa, bölünmüş ve çatallanmış köklerin, kokopit, vermikülit, perlit ve kaya yünü kültürüne göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Su kültüründeki havuç depo köklerinin üzerinde lateral yan kökler olduğu, ayrıca bazı havuçlarda uzunlamasına ve yatay çatlaklara sahip geniş bir üst çapa sahip olduğu tespit edilmiştir. Suyu doymuş koşullarda yetiştirilen havuçlarda yetersiz hava geçirgenliği nedeniyle kısa ve çatallı depo kökleri White ve Strandberg (1979)'ın çalışmalarında kaydedilmiştir. İslam ve ark. (1998), yüksek su seviyeleri ile yetiştirildiklerinde, havuçların depolama köklerinin uzunluğunun daha kısa olduğunu bulmuşlardır.

Mevcut denemede, havuç kökünde en kötü büyüme, ağırlık ve havuç kök uzunluğu aeroponik ortamından elde edilmiştir. Uzun ince kuyruklu, bol miktarda kısa ve çatallı depolama kökleri, aeroponik kültüründe en yüksek oranda gözlenmiştir. Denemedeki en düşük turuncu renk yoğunluğu ve parlaklığı aeroponik

bitkilerinde olmuştur. Aeroponik kültürde başarısızlığın nedeni, besin çözeltisi sprej aralığı (10 dk) ve sprej zamanının (21 sn) yetersizliği olabilir. Bu nedenle kökler besin ve su eksikliğine maruz kalabilir. Su eksikliği, havuç köklerinin etrafındaki nemin azalmasına neden olabilir. Bu durum, kökler için su stresinin sebebi olabilir. Aeroponikteki havuç kökleri için sprej aralığı ve sprej süresi gelecekteki çalışmalarda incelenmelidir.

Kokopit ve vermikülit ortamları havuçların depo kökünün daha iyi büyümesini ve gelişimini desteklemede yardımcı olmuştur. Bu iki ortam daha iyi havalandırmaya sahip olup, besin çözeltisinin daha iyi tutulmasını sağlamıştır. Her iki substratın, perlit ile karşılaştırıldığında homojen partikül büyüklüğüne sahip oldukları gözlemlenmiştir. Her iki substrat, perlitin sahip olduğundan daha yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olup, bu muhtemelen havuç bitkilerinin büyümesini ve verimini arttırmaktadır. Bununla birlikte, her iki substrattaki havuç depolama köklerinin uzunluğu, kültürlerin orijinal uzunluğundan (18-20 cm) daha kısadır ve şekilleri "Chantenay" havuçuna benzer olmuştur.

Denemede en iyi sonuçlar; havuç kökü büyümesi, verim, β -karoten, fenoller, çözünebilir katı maddeler ve kökün mineral içeriği açısından vermikülit ve kokopit kültürlerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte, her iki substratta da havuç kökü özellikleri, orijinal özellikleri altındadır. Özellikle kök uzunluğu, toprakta yetiştirilen orijinalden daha kısa olmuştur. Havuç depo kökünün topraksız sistemlerde daha ideal büyüme ve gelişme ortamı bulması için çalışmalar devam etmelidir. Bu denemede görülen en büyük problem köklerin kısa olmasıdır. Aşağıya doğru büyüme ve gelişmenin rahat ilerleyemediği gözlenmiştir. Bu sorunun çözümüne yönelik araştırmalar devam etmelidir. Bununla birlikte bu denemede kullanılan topraksız sistemlerinin “küçük havuç” (baby carrot) üretimi için başarılı olabileceğini düşünüyoruz.



KAYNAKLAR

- Asaduzzaman, M. Kobayashi, Y., Mondala, M.F., Ban, T., Matsubara, H., Adachi and F., Toshiki ASAO, T., 2013. Growing carrots hydroponically using perlite substrates. *Scientia Horticulture*: 159: 113-121.
- Burrage, S.W., 1999. The nutrient film technique (NFT) for crop production in the Mediterranean Region. *Acta Hort.* 491: 301-306.
- Caldeyro-Stajano, M. 2003. The family grown hydroponics vegetable garden as a food security and nutrition strategy for urban low income population. a case study from Uruguay. *Social uses of simplified hydroponics by different population Practical hydroponics and greenhouses*, 73.
- Chetreanu, D., Atanasiu, N., 2012. Establishment of a technology in the nonconventional carrot culture on perlite layer. *Scientific Papers, Series B, Horticulture, Vol. LVI*, 2012 ISSN Online 2286-1580, ISSN-L 2285-5653.
- Fontes, R.R., Vilela, N.J., 2003. The current status of Brazilian crops and future opportunities.
- Gichuhi, P.N., Mortley, D., Bromfield, E., and Bovell-benjamin, A.C., 2009. Nutritional, Physical, and Sensory Evaluation of Hydroponic Carrots (*Daucus carota* L.) from Different Nutrient Delivery Systems. Doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01338.x.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Havuç Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele., 2016. <http://www.tarim.gov.tr>, Erişim Tarihi: 15.07.2018
- Gould, A.W., 1977. Food Quality Assurance The AVI. Publishing Company. Inc. Connecticut, USA.

- Gül, A., 2008. Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, ISBN: 978-975-8377-83-1.
- Gül, A., Tüzel, İ.H., Tuncay, Ö., İrget, M.E., Eltez, R.Z., ve Düzyaman, E., 1998. Torba kültürü ile yapılan sera hıyar yetiştiriciliğinde açık ve kapalı sistemlerin bitki gelişimi, verim, su ve gübre kullanımına etkileri üzerine araştırmalar. Tübitak TOGTAG 1512 NO'lu proje, İzmir.
- Hill, W.A., Mortley, D.G., MacKowiak, C.L., Loretan, P.A., Tibbitts, T.W., Wheeler, R.M.,
- Islam, A.F.M.S., Kitaya, Y., Hirai, H., Yanase, M., Mori, G., and Kiyota, M. (1998). Effects of water table levels on soil gas composition and the growth characteristics of carrot. *Applied Biol. Sci.*, 4: 135-142.
- Islam, A.F.M.S., Hirai, H., and Kitaya, Y., 2008. Hydroponic cultivation of carrots using modified rockwool blocks. *Journal of Applied Horticulture*, 10(2): 132-136.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., 2004. Tarım Sanayi ve Çevre, 3.Ulusal Gübre Kongresi. Jones, J.R., Wolf, B. And Mills, H.A., 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kıracı, S., Gönülal, E., Padem, H., 2011. Mikrobiyal Gübre ve Bitki Aktivatörü Uygulamalarının Organik Havuç Yetiştiriciliğinde Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (2):36-43, 2013 ISSN 1304-9984,
- Krejčová, A., Navesnik, J., Jicinská, and J., Cernohorsky, T., 2012. An elemental analysis of conventionally, organically and self-grown carrots. *Food Chemistry* 192: 242-249.

- Niizu, P.Y., Rodriguez-Amaya, D.B., 2005. Newdata on the carotenoid composition of raw salad vegetables. *J Food Comp. Anal.*, 18:739–49.
- Orsini, F., Mezzetti, M., Fecondini, M., Michelon, N., and Gianquinto, G. (2010). Simplified Substrate Soilless Culture for Vegetable Production in Trujillo, Peru. *Acta Hort.* 881: 163-167.
- Pinnock, D., Bugbee, B., (2002). Carrot Cultivar Evaluation: Soilless Media vs. Hydroponics. *Hydroponics/Soilless Media*. Paper 7. Utah State University.
- Resh, H.M., 1991. *Hydroponic Food Production*. Woodbridge Press Publishing Company. Santa-Barbara, California, pages 462.
- Rosenfeld, H.J., Dalen, K.S and Haffner, K., 2002, The Growth and Development of Carrot Roots, *Gartenbauwissenschaft*, 67;11-16.
- Sadler, G., Davis, J., and Dezman D., 1990. Rapid Extraction of Lycopene and β -Carotene from Reconstituted Tomato Paste and Pink Grapefruit Homogenates. *Florida Agricultural Experiment Station Journal Series* No. 9250.
- Schnitzler, W.H., 2004. Pest and disease management of soilless culture. *South Pacific Soilless Culture Conference. Acta Horticulture (ISHS)*, 648 (72): 191-203
- Schwarz, M., 1995. *Soilless Culture Management*, Advanced Series in Agricultural Sciences 24, Jerusalem, Israel.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği. *Cilt I. E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları* No:528. ISBN 975-483-384-2, İzmir.
- Simon, P.W., Freeman, R.E., Vieira, J.V., Boiteux, L.S., Briard, M., Nothnagel, T., Michalik, B. and Kwon, Y.S 2008. Carrot. In *Prohens.*

- J., Nuez F., Vegetable 2. 327-358, Springer Berlin Heidelberg, New York, USA.
- Spanos, A., Wrolstad, E., 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson Seedless grape juice. J. Agric. Food Chem. 38(7)1565-1571.
- Tesfaendrias, M.T., M.R and Warland, J. 2010. Consistency of long-term Marketable Yield Of Carrot and Onion Cultivars in Muck Soil in Relation to Seasonal Weather. Con. J. Plant. Sci. 90:755-765.
- TÜİK, 2013, 2014, 2016, Türkiye İstatistik Kurumu Erişim Tarihi: 15.07.2018, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
- Utobo E.B., Ekwu L.G., Nwogbaga A.C., and Nwanchor, K., 2015. Evaluating Eco-friendly Potting Media on Growth and Yield of Carrot Varieties in Abakaliki, South Eastern Nigeria. International Journal of Science and Research (IJSR): ISSN (Online): 2319-7064.
- Uzun, H.İ., Bayır, A., 2007. Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerine Ait Çekirdeklerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antiradikal Aktivitelerinin Belirlenmesi , Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- White, J.M., Strandberg, J.O. (1979). Physical factors affecting carrot root growth : Water saturation of soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 104(3): 414-416.
- Winsor, G., and Shwarz, M., 1990. Soilless Culture for Horticultural Crop Production. FAO Plant Production and Protection. Paper, No: 101, Rome, page 188.

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’nın İmamoğlu ilçesinde tamamladıktan sonra 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nü kazandı ve 2015 yılında mezun oldu. 2015 Eylül döneminde Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen eğitime devam etmektedir.

