

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AÇIKTA VE ÖRTÜALTINDA YETİŞTİRİLEN İSPANAĞIN VERİM VE
KALİTESİ ÜZERİNE DURGUN SU KÜLTÜRÜ TEKNİĞİ İLE TOPRAKLI
YETİŞTİRİCİLİĞİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kutluk Bilge BOSTANCI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASIM 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AÇIKTA VE ÖRTÜALTINDA YETİŞTİRİLEN İSPANAĞIN VERİM VE
KALİTESİ ÜZERİNE DURGUN SU KÜLTÜRÜ TEKNİĞİ İLE TOPRAKLI
YETİŞTİRİCİLİĞİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kutluk Bilge BOSTANCI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASIM 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AÇIKTA VE ÖRTÜALTINDA YETİŞTİRİLEN İSPANAĞIN VERİM VE
KALİTESİ ÜZERİNE DURGUN SU KÜLTÜRÜ TEKNİĞİ İLE TOPRAKLI
YETİŞTİRİCİLİĞİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kutluk Bilge BOSTANCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 29/11/2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Salih ÜLGER (Danışman)

Prof.Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Dr.Öğr. Üyesi. Nafiye ADAK

ÖZET

AÇIKTA VE ÖRTÜALTINDA YETİŞTİRİLEN İSPANAGIN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE DURGUN SU KÜLTÜRÜ TEKNİĞİ İLE TOPRAKLI YETİŞTİRİCİLİĞİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Kutluk Bilge BOSTANCI

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Salih ÜLGER

Kasım 2018; 82 Sayfa

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde bulunan cam sera ve açık alanda Aralık-Mart aylarında yürütülmüştür. Matador çeşidi ıspanak tohumları su kültüründe yetiştiricilik için strafor içine kaya yünü ortamına, topraklı yetiştiricilikte ise doğrudan toprağa ekilmiştir. Su kültüründe ıspanaklar 60-65 günde, toprakta yetişenler 90-95 günde hasada gelmişlerdir. Toprakta ve su kültüründe yetişen ıspanaklardan elde edilen verimler arasında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür. Toprakta yetişen ıspanakların yaprak boyu ve sap uzunluğu su kültüründe yetişenlere göre daha uzun olduğu saptanmıştır. Su kültürü ve toprakta yetişen ıspanakların kök ağırlıkları arasında fazla bir değişim olmamasına rağmen, kök uzunlukları önemli değişim göstermiştir. Yaprak sayısı, dış yaprak sayısı, dış yaprak ağırlığı, sap ağırlığı, yaprak alanı, yaprak boyları, yaprak enleri, yaprak ayası ağırlıkları, yaprak kalınlıkları, sap kalınlıkları, sap uzunlukları, sap ağırlıkları ve yaprak kuru ağırlıkları yetiştiricilik sistemlerine göre oldukça değişmiştir. Toprakta yetişen ıspanaklardaki Ca, N, P, K ve Fe içerikleri su kültüründe yetişenlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Su kültüründe yetişen ıspanaklardaki nitrat birikimi toprakta yetişenlere göre oldukça fazla olmuştur. En düşük nitrat birikimi açıkta toprakta yetişen ıspanaklarda saptanmıştır. En fazla klorofil içeriği serada su kültüründe yetişen ıspanaklarda ölçülmüştür.

ANAHTAR KELİMELEER: Açıkta yetiştiricilik, Durgun su kültürü, Ispanak, Örtüaltı, *Spinacia oleracea*

JÜRİ: Prof.Dr. Salih ÜLGER
Prof.Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Dr.Öğr. Üyesi. Nafiye ADAK

ABSTRACT

RESEARCH ON THE EFFECTS OF HYDROPHONIC AND SOIL GROWING TECHNIQUES ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS OF SPINACH GROWING IN GREENHOUSE AND OPEN FIELD CONDITIONS

Kutluk Bilge BOSTANCI

M. Sc. Thesis in Horticulture

Supervisor: Prof.Dr. Salih ÜLGER

November 2018; 82 pages

The research was carried out in the glass greenhouse and open field areas of the Research and Application Field of the Agricultural Faculty of Akdeniz University. The seeds of Matador spinach were sown in either Styrofoam cells in rockwool for aquaculture or directly in soil for open field production. Spinach grown in water culture was ready for harvest after 60-65 days of planting while the soil grown ones were harvested after 90-95 days of planting. There was no significant difference between the yields of soil and water culture grown spinaches. Open field grown spinaches had longer plant height compared to that obtained from spinaches grown in greenhouse in both water culture and soil growing conditions. Although there was not much difference in the root weights of the spinaches grown in both soil and water culture, the differences in root length were significant. Number of leaves and outer leaves, outer leaf and stem weights, leaf area, leaf lengths, leaf widths, leaf lamina weights, leaf and stem thicknesses, stem lengths and weights and leaf dry weights were significantly changed in cultivation systems. Leaf Ca, N, P, K and Fe contents were higher in soil grown spinach compared to that found in water culture grown spinach. Nitrate accumulation in spinach growing in aquaculture was considerably higher than that found in soil growing ones. The lowest nitrate accumulation was detected in spinach grown in soil. The maximum chlorophyll content was measured in the spinach grown in the water culture in the greenhouse conditions.

KEYWORDS: Field culture, Floating hydroponics, Greenhouse, Rockwool, Spinach, *Spinacia oleracea*,

COMMITTEE: Prof.Dr. Salih ULGER
Prof.Dr. H. Yıldız DASGAN
Assist.Prof.Dr. Nafiye ADAK

ÖNSÖZ

Günümüzde seralarda yaygın olarak görülen yetiştiricilik modeli monokültür tarımdır. Bu modelin getirdiği sorunlar zincirinin ilk halkasını topraktaki hastalık ve zararlıların artışı oluşturmaktadır. İkinci halkada bunlara bağlı olarak kullanılacak insektisit, herbisit ve fungisit gibi çeşitli bitki koruma ürünlerinin kullanımının artması ve sonucunda da bozulan çevre ve insan sağlığı yer almaktadır. Son halkada ise ilk iki halkanın neden olduğu toprak yorgunluğuna bağlı olarak, verim ve kalite etkilenmektedir. Sera üretimi sınırlayan bu olumsuz koşulları azaltabilecek ve sürdürülebilir olabilecek yöntem topraksız tarımdır. Su kıtlığının artması, suyun ve gübrenin ekonomik ve etkinliğini artırdığı hidroponik (su kültürü) yetiştiriciliği giderek ön plana çıkmaktadır. Hidroponik sistemde tarımsal ürünlere besinlerin durgun veya akan besin çözeltilerinde veya sisleme şeklinde verilmesi nedeniyle bitkiler besin maddelerini ve su ihtiyaçlarını stresiz ve ekonomik olarak alabilmektedirler.

Seralarda çoğunlukla aynı tür bitkilerin yetiştirilmesi, topraktaki patojenlerin artmasına neden olmaktadır. Sera içerisinde toprakta bulunan patojenlerin elemine edilmesi zor, pahalı ve çoğunlukla zehirli gaz kullanımını gerektirmektedir. Zehirli gazların kullanımı da insan ve çevre sağlığına olumsuz etkiler yapmaktadır. Halbuki dış ortamdaki topraklarda bulunan patojenler yağmur ve don gibi iklim olayları sonucu azalabilmektedir. Ayrıca yağmurlarla toprağın yıkanması tuz içeriğinin azalmasını sağlamaktadır. Seralarda yıkanma işi olmadığı için toprak üst yüzeyinde tuzlulaşma olmaktadır. Seradaki sorunlar çiftlik gübresi kullanma, yetiştiriciliğin olmadığı dönemde bol su vererek yıkama, toprağı patlatma ve toprağı değiştirme gibi yöntemlerle azaltılabilir. Fakat uygulamalar ciddi zorlukları içerdiği gibi maliyetleri de artırmaktadır. Bundan dolayı serada topraksız tarımda yetiştiriciliğe doğru bir yönelme başlamıştır. Topraksız tarım yöntemlerinden biri hidroponik (su kültürü) yetiştiriciliktir ve bu yetiştiricilik sistemi giderek yaygınlık kazanmaktadır.

Dünya üzerinde bilimsel manada topraksız yetiştiricilik konusundaki çalışmalar 1920'lerde başlamıştır. Ticari olarak yetiştiriciliğe 1940'lı yıllarda geçiş yapılmış ve 1960'lı yıllardan itibaren sistemler farklı ülkelere pazarlanmaya başlanmıştır. Günümüzde, dünyanın birçok yerinde ticari hidroponik yetiştiricilik yapan üreticiler bulunmaktadır. Kamunun yaptığı araştırmalar dışında Avustralya, Belçika, Danimarka, Hollanda, Japonya, Tayvan ve Amerika gibi ülkelerde su kültürlerinde yetiştiricilik üzerine yoğun şekilde özel firmalarca AR-GE çalışmaları devam ettirilmektedir.

Dünyada örneklerine rastlanılsa da henüz Türkiye'de durgun su tekniğinde ıspanak yetiştiriciliğine dair herhangi bir araştırma ya da çalışma yapılmamıştır. Bu yönüyle bu çalışma Türkiye için bir ilktir. Bununla beraber örtüaltında hidroponik yetiştiricilik çalışmaları dünya genelinde oldukça yaygın olmasına karşın deneğimiz açıkta durgun su kültürü yöntemiyle yetiştiricilikte yine bir ilk olmaktadır. Ayrıca, durgun su kültürü tekniğiyle üretilen ıspanaklar bilinçli tüketicinin talep ettiği gibi toprakla bulaşmadan yetiştirilmiştir.

Öncelikle tezimin her aşamasında bilgi ve deneyimini benden esirgemeyen önceki tez danışmanım Prof.Dr. Nurgül ERCAN'a ve yeni tez danışmanım Prof.Dr. Salih ÜLGER'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Mesleki eğitimimi almış olduğum bilim yuvası Akdeniz Üniversitemizin üzerimde emeği bulunan tüm akademik ve idari bilimlerinin yönetici ve personellerine ve üniversite arkadaşlarım Ziraat Mühendisi Emre KANDİL'e ve Faruk Berkay ERİM'e en derin teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin başından sonuna kadar desteklerini esirgemeyen, en zor günlerimde yanımda olan ve benden hiçbir konuda yardımını esirgemeyen değerli eşim ve meslektaşım Melis AKSOY BOSTANCI ile kardeşi sevgili Ahmet AKSOY' a ve hayatımın her anında yanımda olup maddi-manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili annem Merkube BOSTANCI, sevgili babam Cemal BOSTANCI ve sevgili kardeşim Ezgi BOSTANCI' ya çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
Simgeler	ix
Kısaltmalar	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Ispanağın Botanik Özellikleri	5
1.2. Ispanakta Hasat.....	8
1.3. Ispanağın Dünya ve Türkiye'de Üretimi.....	9
1.4. Ispanağın Beslenmedeki Önemi.....	10
1.5. Topraksız Tarım.....	11
1.6. Kaya Yünü ile ilgili Kaynak Bildirileri.....	17
1.7. Su Kültüründe Fide Yetiştiriciliği.....	18
2. KAYNAK TARAMASI	21
3. MATERYAL ve METOT	33
3.1. Materyal	33
3.2. Araştırma Yeri	34
3.3. Araştırmada Kullanılan Su Kültürü Düzenegi	35
3.4. Araştırmada Kullanılan Su.....	36
3.5. Araştırmada Kullanılan Besin Solüsyonu.....	37
3.6. Metot.....	37
3.7. Uygulamalar.....	37
3.7.1. Sera içi durgun su kültürü uygulaması.....	37
3.7.2. Sera dışı durgun su kültürü uygulaması.....	38
3.7.3. Sera içi topraklı yetiştiricilik uygulaması.....	39
3.7.4. Sera dışı tarla koşullarında yetiştiricilik uygulaması.....	39

3.8. Denemede İncelenen Özellikler ve İnceleme Yöntemleri.....	40
3.8.1.Bitki boyu.....	40
3.8.2.Bitki kök uzunluğu.....	40
3.8.3.Bitki kök ağırlığı.....	40
3.8.4.Pazarlanabilir bitki ağırlığı.....	41
3.8.5.Bitki yaprak sayısı.....	41
3.8.6.Bitki dış yaprak sayısı.....	42
3.8.7.Bitki dış yaprak ağırlığı.....	42
3.8.8.Bitki başına yaprak ayası ağırlığı.....	42
3.8.9.Bitki başına yaprak sapı ağırlığı.....	43
3.8.10.En gelişmiş yaprağın yüzey alanı.....	43
3.8.11.En gelişmiş yaprağın boyu.....	44
3.8.12.En gelişmiş yaprağın eni.....	44
3.8.13.En gelişmiş yaprağın boy/en oranı.....	44
3.8.14.En gelişmiş yaprağın yaprak ayası ağırlığı.....	44
3.8.15.En gelişmiş yaprağın kalınlığı.....	44
3.8.16.En gelişmiş yaprağın sapının kalınlığı.....	45
3.8.17.En gelişmiş yaprağın sapının uzunluğu.....	45
3.8.18.En gelişmiş yaprağın sapının ağırlığı.....	46
3.8.19.En gelişmiş yaprağın kuru ağırlığı.....	46
3.8.20.Bitki yaprak renk analizi.....	47
3.8.21.Erkencilik.....	47
3.8.22.Parsel başına verim.....	48
3.8.23.Bitki yaprak klorofil ölçümü.....	48
3.8.24.Solüsyon pH değişimleri.....	49
3.8.25.Solüsyon sıcaklık değişimleri.....	49
3.8.26.Solüsyon EC değişimleri.....	49
3.8.27.Sera içi ve dış ortam sıcaklık değişimleri.....	49
3.8.28.Yaprakta nitrat analizi.....	50
3.8.29.Yaprakta K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, analizi.....	50
3.8.30.Yaprakta P analizi.....	50
3.9. Verilerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi.....	50

4. BULGULAR	51
4.1. Sıcaklık Değişimleri.....	51
4.2. EC ve pH Değişimleri	53
4.3. Hasat, Analiz ve Değerlendirme Sonuçları	55
5. TARTIŞMA	72
6. SONUÇLAR.....	74
7. KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Açıkta ve örtüaltında yetiştirilen ıspanağın verim ve kalitesi üzerine durgun su kültürü tekniği ile topraklı yetiştiriciliğın etkilerinin araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Tarih 29/11/2018

Kutluk Bilge BOSTANCI

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
m ²	: Metrekare
kj	: Kilo joul
kcal	: Kilo kalori
da	: Dekar
ha	: Hektar
g	: Gram
kg	: Kilogram
l	: Litre
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
µL	: Mikrolitre
%	: Yüzde
Ppm	: Milyonda bir
mEq/ lt	: Milieküvalans/ Litre
m ³	: Metre küp
mmol L ⁻¹	: Milimol/ Litre
µg	: Mikrogram
µmhos/cm	: Mikromhos

Kısaltmalar

EC	: Elektriksel iletkenlik
pH	: Potansiyel hidrojen
SiO ₂	: Silisyum dioksit
Fe ₂ O ₃	: Demir (III) oksit
MnO	: Mangan oksit
Al ₂ O ₃	: Alüminyum oksit
CaO	: Kalsiyum oksit
Na ₂ O	: Sodyum oksit
TiO ₂	: Titanyum dioksit
MgO	: Magnezyum oksit
K ₂ O	: Potasyum oksit
Fe- EDTA	: EDTA şelatlı demir
M.Ö.	: Milattan önce
M.S.	: Milattan sonra
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAOSTAT	: Food and Agriculture Organization of The United Nations

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Ispanak bitkisinin kazık kökü.....	5
Şekil 1.2. Ispanaklarda yaprak yapısı a) Yaprak yüzeyi düz;b)Yaprak yüzeyi kabarcıklı	6
Şekil 1.3. Ispanak bitkisinin gövdesi.....	7
Şekil 1.4. Ispanak bitkisinde çiçek oluşumu	8
Şekil 3.1. Matador ıspanak çeşidi.....	33
Şekil 3.2. Matador ıspanak çeşidi.....	33
Şekil 3.3. Matador çeşidi ıspanak tohumu.....	34
Şekil 3.4. Cam seranın içten görünümü.....	34
Şekil 3.5. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama arazisi.....	35
Şekil 3.6. a) Kaya yünü; b) Strafor viyoller.....	35
Şekil 3.7. a) Hava motoru ; b) Hava taşı	36
Şekil 3.8. Sera içi durgun su kültürü uygulaması.....	38
Şekil 3.9. Sera dışı durgun su kültürü uygulaması.....	38
Şekil 3.10. Serada topraklı yetiştiricilik.....	39
Şekil 3.11. Sera dışı tarla koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkileri.....	39
Şekil 3.12. Bitki boyu uzunluk ölçümü.....	40
Şekil 3.13. Ispanak kökü uzunluk ölçümü.....	40
Şekil 3.14. Kök ağırlığı ölçümü.....	41
Şekil 3.15. Pazarlanabilir bitki ağırlığı ölçümü.....	41
Şekil 3.16. Dış yaprak ağırlığı ölçümü.....	42
Şekil 3.17. Yaprak ayası ölçümü.....	42
Şekil 3.18. Yaprak sapı ağırlığı ölçümü.....	43

Şekil 3.19. Yaprak yüzey alanı ölçümü.....	43
Şekil 3.20. En gelişmiş yaprağın aya ağırlığı ölçümü	44
Şekil 3.21. Yaprak kalınlığı ölçümü.....	45
Şekil 3.22. Sap kalınlığı ölçümü.....	45
Şekil 3.23. En gelişmiş yaprak sapının ölçümü.....	46
Şekil 3.24. En gelişmiş yaprağın sap ağırlığı ölçümü.....	46
Şekil 3.25. En gelişmiş yaprağın kuru ağırlık ölçümü.....	47
Şekil 3.26. Yaprak renk analizi.....	47
Şekil 3.27. Hasat olgunluğuna gelen bitkilerin tartımı.....	48
Şekil 3.28. Yaprak klorofil ölçümü.....	48
Şekil 3.29. Solüsyonun pH ve sıcaklık ölçümü.....	49
Şekil 3.30. Solüsyonun EC ölçümü.....	49
Şekil 3.31. Dijital termometre ile sıcaklık ölçümü.....	50
Şekil 4.1. Haftalık sera içi sıcaklık ortalamaları.....	51
Şekil 4.2. Haftalık sera dışı sıcaklık ortalamaları.....	51
Şekil 4.3. Serada suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama besin solüsyonları sıcaklık değerleri	52
Şekil 4.4. Açıkta suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama besin solüsyonları sıcaklık değerleri.....	52
Şekil 4.5. Serada suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama EC değerleri.....	53
Şekil 4.6. Açıkta suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama EC değerleri.....	53
Şekil 4.7. Serada suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama pH değerleri.....	54
Şekil 4.8. Açıkta suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama pH değerleri.....	54

Şekil 4.9. Denemeye alınan ıspanakların hasada gelme süreleri.....	55
Şekil 4.10. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama bitki uzunlukları.....	56
Şekil 4.11. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök uzunlukları.....	57
Şekil 4.12. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök ağırlıkları.....	57
Şekil 4.13. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı.....	58
Şekil 4.14. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan bitki başına elde edilen ortalama yaprak sayısı.....	59
Şekil 4.15. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak sayısı.....	59
Şekil 4.16. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak ağırlığı.....	60
Şekil 4.17. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap ağırlığı/adet bitki.....	61
Şekil 4.18. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak alanı.....	61
Şekil 4.19. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak boyu.....	62
Şekil 4.20. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak eni.....	63
Şekil 4.21. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama boy/en oranı.....	63
Şekil 4.22. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen bitki başına ortalama yaprak ayası ağırlığı.....	64
Şekil 4.23. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak kalınlığı.....	65
Şekil 4.24. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap kalınlığı.....	65

Şekil 4.25. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap uzunluğu.....	66
Şekil 4.26. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap ağırlığı.....	67
Şekil 4.27. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak kuru ağırlığı.....	67
Şekil 4.28. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen yaprakların makro element analiz sonuçları.....	68
Şekil 4.29. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen yaprakların mikro element analiz sonuçları.....	69
Şekil 4.30. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen yaprakların nitrat analiz sonuçları.....	69
Şekil 4.31. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan ölçülen ortalama klorofil değeri.....	70
Şekil 4.32. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan ölçülen ortalama L, a ve b değeri.....	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Antalya ve Türkiye’de örtüaltı tarım alanları.....	3
Çizelge 1.2. İspanağın sistematığı.....	5
Çizelge 1.3.Dünyada en çok ıspanak üretimi.....	9
Çizelge 1.4. Türkiye’deki ıspanak üretiminin yıllara göre dağılımı.....	10
Çizelge 1.5. Çiğ ıspanağın 100 g/yaş ağırlıkta bulunan besin değerleri.....	10
Çizelge 1.6. Bazı gıdaların içerdiği lutein miktarları.....	11
Çizelge 1.7. Bazı yeşil sebzelerin yaş ağırlık üzerinden toplam klorofil içerikleri ve klorofil-a ve klorofil-b dağılımı.....	11
Çizelge 1.8. Topraksız kültür sistemleri ve topraksız tarımda kullanılan substratlar.....	16
Çizelge 2.1.İki farklı besin solüsyonunun farklı güçlerini içeren hidroponik ortamlarda yetiştirilen ıspanaklardaki etkisinin sonuçları	24
Çizelge 3.1.Su analiz sonucu.....	36
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan besin solüsyonu.....	37
Çizelge 4.1. Denemeye alınan ıspanakların hasada gelme süreleri.....	55
Çizelge 4.2. Denemeye alınan ıspanaklardan su kültürü ve topraklı yetiştiricilikten elde edilen verimler.....	55
Çizelge 4.3. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama bitki uzunlukları.....	56
Çizelge 4.4. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök uzunlukları.....	56
Çizelge 4.5. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök ağırlıkları.....	57
Çizelge 4.6. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı.....	58
Çizelge 4.7. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan bitki başına elde edilen ortalama yaprak sayısı.....	58

Çizelge 4.8. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak sayısı.....	59
Çizelge 4.9. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak ağırlığı.....	60
Çizelge 4.10. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen bitki başına ortalama sap ağırlığı.....	60
Çizelge 4.11. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak alanı.....	61
Çizelge 4.12. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak boyu.....	62
Çizelge 4.13. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak eni.....	62
Çizelge 4.14. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak boy/en oranı.....	63
Çizelge 4.15. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen bitki başına ortalama yaprak ayası ağırlığı.....	64
Çizelge 4.16. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak kalınlığı.....	64
Çizelge 4.17. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap kalınlığı.....	65
Çizelge 4.18. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap uzunluğu.....	66
Çizelge 4.19. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap ağırlığı.....	66
Çizelge 4.20. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen en gelişmiş yapraklarının ortalama kuru ağırlığı.....	67
Çizelge 4.21. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanak yapraklarında ölçülen ortalama nitrat miktarı.....	69
Çizelge 4.22. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanak yapraklarında ölçülen ortalama klorofil miktarı.....	70
Çizelge 4.23. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan ölçülen ortalama L, a ve b değeri.....	71

1. GİRİŞ

İspanağın Asya kökenli olduğu, Kafkasya yoluyla batıya geçtiği ileri sürülürken, Anadolu'ya Afrika'dan geldiği ifade edilmektedir. Tek yıllık sebze olan ıspanağın anavatanının içerisinde Güney Türkistan, Kafkasya, Nepal'in yer aldığı Batı Asya olduğu kabul edilmiştir. Üretimi için 2000 m yüksekliklere kadar çıkılabilen bir sebzedir. Kültürü yapılan ıspanağın *Spinacia tetandra Roxb'* den geliştiği kabul edilmektedir. Bu türün Afganistan, İran ve Türkistan'da sebze olarak kullanıldığı bilinmektedir (Ware ve Mc Collum 1967).

Bazı araştırmacılar ıspanağın başlangıçta Batı Asya'dan Çin'e, daha sonra da haçlı seferleri sırasında Avrupa'ya geldiğini bazıları ise Avrupa'ya Araplar tarafından İspanya üzerinden geldiğini ileri sürmüşlerdir. İspanağın M.S. 7. yüzyılda Çin'de, 16. yüzyıldan itibaren de Avrupa'da yaygın olarak yetiştirildiği bilinmektedir. İlk önceleri tohumları dikenli olan ıspanak (*Spinacia oleracea L.*) üretilmiş, daha sonrada tohumları dikensiz olan (*Spinacia oleracea var. inermis*) ıspanaklar yayılmıştır. Dikenli tohumlu ıspanaklar çevre şartlarına dayanıklı, sürekli yaprak meydana getirme gibi üstün bazı özelliklere sahipse de, tohumlardaki dikenlilik ekim ve dikimde büyük sakıncalar doğurduğu için artık üretilmemektedir. Ancak, ev önündeki bahçelerde meraklılarınca yetiştirilmektedir. İspanak üretimi çok büyük oranda kuzey yarım kürede yayılmıştır (Vural vd. 2000).

Seralarda aynı ürünün arka arkaya uzun yıllar yetiştirilmesi (monokültür) toprak yorgunluğunu, toprak tuzluluğunu, hastalık ve zararlı oluşumunu tetiklemektedir (Çelikel 2002).

Hidroponik terimi çoğu kez suda bitki yetiştiriciliği olarak anlaşılrsa da, aslında topraksız bitki üretimini ifade etmektedir. Su kültürü, bilinen en eski topraksız kültür örneğidir. Hidroponik sistem ilk olarak Aztekler ve İnkalar tarafından yaşadıkları toprakların tarıma uygunsuzluğundan dolayı geliştirdikleri bir sistemdir. İlk örneklerinin Aztek'lere ait Chinampa adlı yüzer bahçeler olduğu tahmin edilmektedir. Bazı araştırmacılara göre ise ilk örneği Mısırlılara aittir. Bu sistemde kullanılan besin karışımları üzerine ilk çalışmalar 1860 yılında Julius Von Sachs tarafından gerçekleştirilmiş ve yöntem "nutriculture" olarak adlandırılmıştır. California Üniversitesi'nden Dr. William Gerizke 'hydroponic' terimini 1920'lerde kullanmaya başlamış, aynı dönemde başarılı besin karışımları Hoagland tarafından geliştirilmiş ve bu solüsyonlar Hoagland solüsyonu olarak adlandırılmıştır (Anonim 2009). Bu sistemle ilgili ilk bilimsel çalışmalar 1966 yılında İngiltere'de Woodward tarafından gerçekleştirilmiştir (Marr 1994).

Gül (2008)'e göre topraksız tarımın seracılıkta hızla yaygınlaşmasının nedenleri şu şekilde sıralanabilir;

- Seralarda yetiştiriciliği ekonomik olan bitki türü sayısı azdır ve üst üste aynı bitki türü yetiştirildiği için toprak yorgunluğu, toprak hastalık etmenleri ve nematodların artışına neden olmaktadır.
- Sera toprakları örtü altında olduğundan, yağmur ve don gibi iklim olaylarının etkisi ile hastalık etmenleri ve zararlıların yok edilme şansına sahip değildir.

Ayrıca yağmurlar yoluyla toprağın yıkanamaması, tuz seviyesinin yükselmesine yol açmaktadır.

- Sera toprakları sürekli uygun sıcaklık ve nemde tutulduğundan ve yeterince havalanmadığından, hastalık ve zararlıların üremesine çok uygundur.
- Topraksız tarım, örtüaltında topraklı yetiştiricilikte önemli verim kayıplarına sebep olan bu sorunların üstesinden gelmeyi mümkün kılabilir.

Topraksız tarım iki ana grup altında incelenmektedir. Bunlardan biri su kültürü, diğeri ise ortam kültürüdür. Ortam kültüründe; bitki köklerinin gelişip dağılabilmesi için besin eriyikleriyle zenginleştirilmiş, destek sağlayan, besin ve su kaybı az olan, iyi havalanabilir, kolay temin edilebilen katı ortamlarla doldurulmuş saksı, torba, yatak ve hazır blok yapılarda yetiştiricilik söz konusudur. Su kültüründe (hidroponik kültür) ise; bitkilerin herhangi katı bir ortam içermeyen yapılarda özel besin eriyiklerinde veya bu besin eriyiklerinin belli aralıklarla bitki köklerine püskürtülmesi ile yetiştiricilik gerçekleştirilir (Anonim 2010).

Marr (1994)'a göre hidroponik sistemler özellikle fakir topraklarda ve su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde yüksek verim elde etmek amacıyla tercih edilmektedir. Bu kültür yönteminde bitkinin ihtiyaçlarını karşılayacak kimyasalların dengelenmesi dolayısıyla pH'yı uygun seviyelerde tutmak oldukça zordur. Topraklı sistemde kil parçacıkları ve topraktaki organik materyal besin maddelerini bünyelerine bağlar ve bitkinin bunları yavaşça alması için kademeli olarak ortama bırakır. Ayrıca bu partiküller ortamdaki toksik maddeleri de bağlayarak yetiştirilen bitkiye toksik etki yapmasını engeller.

Hidroponik sistemde bitki köklerinin devamlı suda olması şarttır. Bu nedenle özellikle yaz döneminde su pompasında veya su kaynağıyla ilgili oluşabilecek bir arıza neticesinde ciddi kayıplarla karşılaşılabilir. Ayrıca bu sistem mikroorganizmalar bakımından topraktaki kadar zengin olmadığından patojenlere karşı toprak ortamından daha hassastır. Başlangıçta bu sistemin kurulum masrafları yüksek olup olası sistem arızalarında (pompa gibi) toplu kayıplar söz konusu olabilmektedir. Kışın sıcaklık ve ışık desteğine dair düzenlemeler de üretim maliyetini artırmaktadır.

Hidroponik sistemin yukarıda bahsedilen bir takım olumsuzluklarına rağmen topraklı sisteme kıyasla çok önemli avantajları bulunmaktadır. Bunlar arasında, topraklı kültürde yer alan zayıf ortam yapısı, kısıtlı drenaj, heterojen doku, yabancı ot ve toprak kaynaklı patojen risklerini taşıması yer almaktadır. Ayrıca otomatize edilmiş hidroponik sistemde sulama ve ortama besin girişi bilgisayar kontrollü gerçekleştirilebildiği için işçilikten de kar edilebilmektedir (Marr 1994). Birim alana dikilen bitki sayısı yüksek olduğundan ve bitkilerin büyüme hızlarının da yüksek olduğundan dolayı toplam verim yüksek olup, alan kullanımı optimum düzeyde tutulmaktadır. Besin solüsyonunun yeniden kullanılabilirliği de ekonomik bir artıdır. Yabancı otlar ve patojenlerle mücadele riski daha düşük, sıcaklık, ışık yoğunluğu, ışık kalitesi, uygulama süresi, besin kompozisyonu ve yoğunluğu, nem, köklere verilen gaz miktarı gibi parametrelerin kontrolü daha kolaydır (Anonim 2009).

Durgun su kültürü sistemi, genellikle yeşil aksamı küçük ve vejetasyon süresi kısa olan marul, ıspanak, pazı, pırasa, yeşil soğan, yeşil sarımsak, her türlü yeşil

yapraklı aromatik sebzeler, maydanoz, tere, roka, nane, fesleğen gibi sebzelerin yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Bu amaçla bitkiler besin çözeltilisinde serbest olarak bırakılan hafif bir materyalin (köpük levhalar) üzerinde yetiştirildiğinden bu yönteme ‘yüzen su kültürü’ de denmektedir. Bu yetiştiricilik şeklinde bitki kökleri onların gereksinim duydukları makro ve mikro besin maddelerinin optimum düzeylerde sağlandığı, pH ve EC seviyelerinin optimal düzeylerde ayarlandığı, havalandırılan besin çözeltisi içerisinde bulunmaktadır. Su kültürü ortamında kök bölgesinde bitkinin gereksinimleri optimum düzeyde sağlandığı için, topraklı yetiştiriciliğe ve hatta topraksız yetiştiricilikte katı ortamlar içerisinde substratta yetiştiriciliğe göre ürünün yetiştirilme süresi kısalmaktadır. Başka bir deyişle serada hidroponik kültürle yeşil yapraklı sebzeleri üreten üreticiler bir yıl içerisinde daha fazla ürün almaktadırlar (Ergün 2011).

Ülkemizde seralar ekolojik nedenlerden dolayı özellikle Akdeniz sahil kuşağında yoğunluk kazanmıştır. Türkiye mevcut sera varlığının %84’ü Akdeniz, %9.4’ü Ege Bölgesi, %4.8’i Karadeniz Bölgesi ve %1.7’si ise Marmara Bölgesinde bulunmaktadır. Antalya ili toplam 22 bin hektar sera alanı ile ülkemiz toplam örtüaltı varlığının %38’ne sahiptir. Antalya’daki seraların %96’da sebze, %3’de süs bitkileri ve %1’de meyve üretimi yapılmaktadır. Antalya’da 2013 yılında gerçekleştirilen 6.27 milyon tonluk örtüaltı üretiminin, 5.99 milyon tonunu sebze grubu ürünler oluşturmaktadır (Tüzel vd. 2015).

Ülkemizdeki Seralarda ticari üretim ilk olarak Osmanlı İmparatorluğu’nun son dönemi ile Cumhuriyet Döneminin başlangıç yıllarında Yalova ilinde yapılmaktaydı. Daha sonra 1940’lı yıllarda Antalya’da kurulan Sebzeçilik Araştırma Enstitüsü ile örtü altında yetiştiricilikte bilimsel manada çalışmalar başlatılmış ve 1940-1960 yıllar başta Antalya ve İzmir olmak üzere çoğu güney illerinde serada üretim başlamıştır. Üretimin başında cam seralar kullanılırken, 1970’li yıllardan itibaren plastik (Polietilen) örtü malzemesi olarak kullanılmaya başlamış ve serad üretim hızlı bir ivme kazanmıştır. Bugün ise serada üretim Akdeniz, Ege ve Marmara kıyıları ile jeotermal kaynakların bulunduğu alanlarda yoğunluk kazanmıştır. Ülkemizde seracılık 1995 yılında 363.042 dekarın üzerinde iken 2014 yılı itibari ile 649.118 dekar alana ulaşmıştır (Anonim 2015).

Ülkemizde seracılık alanı dağılımı, yıllık ortalama sıcaklık dağılımıyla büyük oranda paralellik göstermektedir. Bu sebeple Türkiye’de seracılık iklim koşullarının en elverişli olduğu; başta Antalya ili olmak üzere güney illerinde yoğunlaşmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Antalya ve Türkiye’de örtüaltı tarım alanları (TÜİK 2017)

ÖRTÜALTı TARıM ALANLARI (DA) (TÜİK 2017)							
Yıllar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Türkiye	611.451	617.760	615.124	643.442	660.265	691.724	752.168
Antalya	224.878	239.804	242.340	248.253	258.552	268.340	278.063

Ispanak (*Spinacia oleracea L.*) ülkemizin sadece aşırı yağış alan Doğu Karadeniz bölgesinde çok sınırlı olmak üzere, tüm bölgelerimizde yetişebilen ve

büyük miktarlarda üretilen bir sebzedir. Ispanak sıcak bölgelerimizde yaz sonlarında ve kışın, soğuk bölgelerimizde ise kış ve ilkbahar döneminde üretilir. Kış mevsimi boyunca yedi bölgemizin tamamında tüketilen bir sebzedir. Taşıma ve ulaşım imkânlarının artması ve iyileşmesi nedeniyle kış boyunca güney ve batı bölgelerimizde üretilen büyük miktarlardaki ıspanak iç ve doğu bölgelerimizde pazarlanmaktadır. Ispanağın dondurulmuş olarak pazarlanabilmesi ve bu amaca uygun bir sebze oluşu da üretimi olumlu yönde etkilemiştir (Vural vd. 2000).

Yeşil yapraklı sebzeler de antidiabetik, antihistaminik, antikarsinojenik ve antibakteriyel etkileriyle sağlık üzerine son derece önemli faydaları olan sebze gruplarından (Subhasree vd. 2009). Zengin diyet lifi, vitamin, mineral, karotenoid ve fenolik madde içeriklerine sahiptirler. Özellikle içerdikleri C vitamini, fenolik ve karotenoid bileşiklerin yeşil yapraklı sebzeler grubunun toplam antioksidan kapasitesine katkısı büyüktür (Isabelle vd. 2010). Gerçekleştirilen çalışmalar, klorofillerin antimitojenik (Negishi vd. 1997) ve antikarsinojenik (Chernomorsky vd. 1999) etkilerini ortaya koymuştur. Ayrıca klorofiller (klorofil a ve klorofil b) yüksek antioksidan aktiviteye sahip karotenoid bileşiklerle birlikte ürünün kalitesinde ve pazarlanmasında büyük öneme sahip renkten sorumludurlar (Pennington ve Fisher 2009).

Kış sebzeleri arasında önemli bir yere sahip olan ıspanak, içeriğindeki mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle besin değeri oldukça yüksek bir sebzedir. Sahip olduğu bu yüksek besin değeri ile kış aylarında halkımızın yeşil sebze ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilmektedir. Yetiştiriciliğinin kolay olması ve hasada geliş süresinin kısalığı da sahip olduğu besin değerinin yanında üretiminin yaygın olarak yapılmasını sağlayan diğer etmenlerdendir.

Ispanak toprakta yetiştirildiğinde toprakla çok fazla bulaşık olmakta ve dolayısıyla da toprak kökenli hastalıklara maruz kalmakta, sonucunda da yaprak kayıplarına uğramaktadır. Ayrıca toprakla bulaşıklığın yoğunluğundan dolayı pazara sunulmadan önce ıspanakların yıkanması gerekmektedir. Durgun su kültürü sadece üretim aşamasında değil hasat sonrasında yoğun yıkama gerektirmediğinden önemli ölçüde su tasarrufu sağlamaktadır. Yıkama sonucunda kurutulmadan pazara sunulduğunda yapraklarda kızışmalar görülmekte ve bu da ciddi ürün kayıplarına neden olabilmektedir.

Günümüzde kadınların iş gücüne katılımının arttığı göz önüne alındığında, mutfakta geçirdikleri zaman giderek azalmaktadır. Topraklı üretimde satın alınan 1 kg ıspanağın yıkanması ortalama 20 ila 30 dakika kadar sürdüğünden, hem ciddi bir vakit hem de ciddi bir su kaybına neden olmaktadır. Dolayısıyla çalışan kadınların talepleri, topraklı yetiştirilen ıspanaklardan ziyade durgun su kültüründe yetiştirilen temiz ıspanaklara doğru kayacağı öngörülmektedir.

1.1. Ispanağın Botanik Özellikleri

Ispanak *Chenopodiaceae* familyasının bir üyesidir ve pazı, şeker pancarı, yemeklik kırmızı pancar ile akrabadır. Bitki sıcaklık ve fotoperiyoda bağımlı olarak sık rozet yapraklar ve tohum sapsarı üretir. Ispanak genellikle dioiktir ve dişi veya erkek çiçeklerden birini üretir (Correll vd. 1994).

Çizelge 1.2. Ispanağın sistematigi

Bölüm	<i>Spermatophyta</i>
Alt bölüm	<i>Angiospermae</i>
Sınıf	<i>Dicotyledoneae</i>
Takım	<i>Centrospermae</i>
Familya	<i>Chenopodiaceae</i>
Cins ve Tür	<i>Spinacia oleraceae</i>

Ispanak kazık köklü bir bitkidir. Kazık kök herhangi bir şekilde zarar görmezse, dallanma meydana gelmeden uzunluğuna büyüyerek normal tarım topraklarında 15-20 cm kadar derinlik kazanır. Uygun toprak koşullarında bazı hallerde kökler 80-100 cm derine inebilir (Deveci vd. 2008). (Şekil 1.1). Ispanaklarda gövde otsu yapıda rozet şeklindedir, bitki boyu 40-80 cm arasında değişir (Vural vd. 2000).



Şekil 1.1. Ispanak bitkisinin kazık kökü (Anonim 2012)

Ispanakların yenen kısmı yaprakları olduğu için morfolojik özellikleri arasında en önemli yeri yaprak özellikleri almaktadır. Ispanak çeşitlerinde yapraklar renk, şekil, büyüklük, etlilik, kıvrıcılık, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapının toprakla yaptığı açı bakımından büyük farklılıklar gösterir. Yapraklarda renk farklılığı istenmez ve koyu yeşil renk aranan özelliklerdendir. Etili yapraklı çeşitlerde yapraklar genellikle oval şeklindedir. Yaprak yüzeyi düz olanlar ve yaprak yüzeyi kabarcıklı olanlar olmak üzere yaprak yüzeyi açısından iki gruba ayrılırlar.



Şekil 1.2. Ispanaklarda yaprak yapısı **a)** Yaprak yüzeyi düz; **b)** Yaprak yüzeyi kabarcıklı

Kabarcıklı yapraklara sahip çeşitlerin uzak bölgelere taşınması yüzeylerinin kabarcıklı oluşu nedeniyle daha kolaydır. Buna karşılık bu yaprak yüzeyi şeklinin sağanak yağış alan bölgelerde killi topraklarda çamurun girinti çıkıntılara dolması nedeniyle büyük yıkama zorlukları vardır. Kabarcıklı yapraklara sahip çeşitlerde yapraklar etli yapıdadır. Yaprak etliliği verime etki eden önemli faktörlerden birisidir. (Şekil 1.2). Yaprak sapı uzunluğu da önemli bir çeşit özelliğidir. Elle yapılacak hasatta yaprak sapı uzunluğu istenmez. Killi topraklarda toprakla yaprak sapının yaptığı açının yüksek olması istenir. Örtüaltı yetiştirme yapılacak ise yaprak sapsarı toprak yüzeyine dike yakın şekilde durmalıdır. Çiçekler erselik veya monoik yapıdadır. Ispanaklarda tohum, tohum olarak adlandırılrsa da yalancı bir meyvedir (Vural vd. 2000).

Ispanakların rozet şeklinde olan gövdesi vejetatif gelişme sırasında kök boğazı üzerinde oluşur. Bu haliyle dışarıdan belli olmayan otsu yapıdaki bu gövde, bitki generatif faza geçtiğinde belirginleşmeye başlar. Gövdenin bu şekilde küçük kalmasıyla yapraklar aynı noktadan çıkıyormuş gibi görünmektedir. Generatif faza geçiş süresi uzadıkça habitüs büyür, bitki boyu uzar. Bakım şartlarına, çeşide ve bitkinin erkek veya dişi oluşuna göre gövde gelişmesi büyük farklılıklar gösterir. Erkek bitkilerde gövde daha erken dönemde gelişir ve daha zayıf yapılı olur. Gövde çiçek sapına kalkmadan önce otsu, hafif köşeli ve yuvarlak görünümündedir. Çiçek sapına kalktığında ise yükseklik 30-100 cm'ye kadar ulaşabilir. Bitki çiçeklenmesini tamamladıktan ve polen tozlarını verdikten sonra kurur (Şekil 1.3). Dişi bitkilerde çiçek sürgünü daha yüksek boylu, daha kalın, daha çok dallanmış ve kuvvetlidir. Sürgün ancak tohumlar olgunlaştıktan sonra kurur. Dişi ıspanaklarda bitki boyu 40-80 cm arasında değişmekle birlikte habitüsü her zaman erkek bitkilerden daha büyüktür. Daha çok yaprak oluştururlar ve toplam yaprak ağırlıkları daha fazladır (Demir 2007).

Ispanak uzun gün bitkisi olup gün uzunluğu 12 saatin üzerine çıktığında çiçeklenme başlar. Bu durumdaki bitkilerde toplu yaprak görünümü kaybolur ve çiçek sapı oluşmaya başlar. Yaprakları yenen ıspanaklarda sapa kalkma kaliteyi bozduğundan tercih edilen bir özellik değildir. Eğer bitkiler erken dönemde düşük sıcaklıklara maruz kalırsa (vernalizasyon), uzun gün koşullarında erkenden çiçeklenebilmektedir (Demir 2007).



Şekil 1.3. Ispanak bitkisinin gövdesi (Anonim 2012)

Sapa kalkmış olan bir ıspanak bitkisinde bitki dişi ise gövdenin tamamı yapraklarla kaplıdır. Bu özellik açısından erkek bitkiler iki grupta incelenirler. Birinci gruptaki bitkilerde yapraklar aynen dişi bitkilerde olduğu gibi gövdenin sonuna kadar çıkmıştır. İkinci grupta ise gövdenin uç kısmında yaprak bulunmaz. Buna rağmen bazı çeşitlerde az yapraklı erkek bitkilere hemen hemen hiç rastlanmaz. Erkek bitkilerde generatif faza geçme dişi bitkilere göre daha erken olmaktadır (Demir 2007).

Ispanaklarda çiçek yapısı önemli değişiklikler göstermektedir. Günay (2005) ıspanaklarda 5 değişik çiçek formu tespit etmiş ve yaygın olarak ise 2 evcikli (dioik) çiçeklerin bulunduğunu belirtmiştir.

1. Saf erkek çiçek içeren bitkiler (Diocie): Bu bitkiler çabuk çiçeklenir, yaprakları daha küçük ve sebzeçilik bakımından önemsizdirler. Çiçek açtıktan 5-10 gün sonra bu bitkiler sararıp kururlar.
2. Saf dişi çiçek içeren bitkiler (Diocie): Çiçeklenme, erkek çiçek içeren bitkilere göre daha geç meydana gelir. Yaprakları etli ve kaliteli olduğundan sebzeçilik bakımından değerlidirler. Tohumların bu tür bitkilerden alınması istenir.
3. Erkek ve dişi çiçekleri aynı bitki üzerinde olanlar (Monocie): Bu tip bitkiler küçük yapılı olup bitki üzerinde açan erkek ve dişi çiçeklerin sayısı 1:1 oranındadır. Buna rağmen bitkiler saf erkek bitki karakterine sahiptirler.
4. Erkek ve erselik çiçekler aynı bitki üzerinde olanlar (Andromonocie): Bu tip bitkilerde erkek ve dişi çiçeğin açma oranı 1:1'dir. Dişi çiçekli bitkiler gibi yaprakları etlidir ve geç çiçeklenirler. Buna karşın saf erkek çiçekli bitkiler gibi çiçeklenmeden sonra çabucak ölürler.

5. Dişi çiçekli olmasına rağmen sonradan erkek çiçek oluşturan bitkiler (Monocie): Bitkiler gelişmelerinin başlangıcında saf dişi oluşturlar ve saf dişi çiçekli bitkilere benzerler. Gelişmenin sonuna doğru da tepe ucunda erkek çiçekler meydana getirirler.

Erselik yapıdaki çiçeklerde dişi organ, erkek organlar oluşmadan reseptif hale gelir (Protogeni). Dişi çiçekler tepeciğin normal iriliğini kazanmasından hemen sonra döllenebilir, ancak dölllenme 2 hafta içerisinde herhangi bir günde olabilir. (Şekil 1.4). Dişi organ bu süre içerisinde reseptif olarak kalır (Demir 2007).

Ispanaklarda yabancı dölllenme vardır ve tozlanma rüzgârla olur. Dölleneden sonra çiçek solar, dişi organda still kurur ve yalancı meyve oluşturur. Çiçek çanağı sertleşir ve tohumun etrafını sarar. Bu sertleşen çanak dikenli ıspanaklarda dikenli oluşturur. Buna karşılık dikensiz ıspanaklarda ise yalancı meyve dikenli oluşturmaz (Demir 2007).



Şekil 1.4. Ispanak bitkisinde çiçek oluşumu (Anonim 2012)

Ispanak bir serin iklim sebzesidir. Soğuklara genellikle dayanıklı olmakla birlikte çeşit özelliğine bağlı olarak üzeri karla kaplı olmadıkları durumlarda soğuklardan zarar görürler. Ispanaklar uzun gün bitkisidir. Gün uzunluğu arttıkça generatif faza geçiş hızlanır. 15-20 °C arasındaki sıcaklıklar bitki gelişiminin en iyi olduğu sıcaklıklardır (Vural vd. 2000).

Ispanak bütün topraklarda başarıyla yetiştirilebilir. Toprak seçme özelliği yoktur. Ancak toprağın asitli olması yetiştiriciliği önemli ölçüde olumsuz etkiler. Başarılı bir ıspanak yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için toprak pH'sının 6.5-7.5 arasında olması gerekir. Killi topraklarda verim ve kalite önemli ölçüde artar. Ürün gelişmesi daha yavaş ve hasat daha geç olur. Buna karşılık erkencilik amaçlandığında hafif karakterli topraklar tercih edilmelidir (Vural vd. 2000).

1.2. Ispanakta Hasat

Ispanaktaki hasat zamanını büyük ölçüde pazardaki fiyatlar ve yetiştirme mevsimi belirler. İlk dönemde fiyatların yüksek olduğu durumda bitkiler 15-18 cm boy alarak 5-6 yaprak meydana getirdiğinde hasada başlanabilir. Sonbaharda ekilip kışın ve ilkbaharda hasat edilen bitkilerde hasat 5-6 ay gibi uzun bir süre devam eder.

Buna karşılık ilkbaharda yetiştirilen ıspanaklarda tohum ekiminden sonra en geç 60 gün içinde hasat bitirilmiş olur. Hasat elle ve bıçakla teker teker yapılır. Hasat edilen bitkiler bir havuzda yıkanarak yaşlı ve hastalıklı yapraklardan ayıklanır. Kazık kök, rozet gövdenin 1-2 cm altından kesilerek uzaklaştırılır ve bitkiler demet haline getirilerek ambalajlanır (Deveci vd. 2008). Hasattan sonra pazarlanıncaya kadar bağların havadar bir ortamda bulundurulması sağlanmalıdır. Aksi halde üst üste duran ıspanaklar çok kolayca kızışır (fermente olur) ve pazarlanamaz hale gelir. Ispanaklar kesinlikle hava almayan kaplara konulmamalıdır. Gözenekli küfeler, file çuvallar ve parmaklıkları kasalar ıspanak ambalajlamada sıklıkla kullanılır. Ispanaklarda verim büyük ölçüde yetiştirme mevsimine bağlıdır. Yetiştirme, hasat şekline ve çeşide bağlı olmak üzere dekara verim 1.5-3 ton arasında değişir. Elle hasat yapılması durumunda kabarcıklı, etli yapraklara sahip, koyu yeşil renkli çeşitler tercih edilir (Vural vd. 2000).

1.3. Ispanağın Dünya’da ve Türkiye’de Üretimi

Dünyada ıspanak üretimi 26.684.493 tondur (FAOSTAT 2016). Ülkemizde üretilen ıspanak miktarı ise TÜİK 2017 verilerine göre 222.177 tondur. Bu veriler ışığında dünya ıspanak üretiminde Türkiye’nin payı yaklaşık %1 seviyesindedir.

Dünyada 2016 yılında ıspanak ekimi 921.750 ha alanda gerçekleştirilmiştir. Önceki 10 yıla göre küresel üretim %78 oranında artış göstermiştir (FAOSTAT 2016). Ispanaktaki bu üretim artışı içeriğindeki zengin C ve A vitamini, karotenoidler, flavonoidler, folik asit, kalsiyum ve magnezyum gibi besin maddelerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Koh vd. 2012). Dünyada en çok ıspanak üretimi Çin’de yapılırken, bunu sırasıyla ABD, Japonya ve Türkiye takip etmektedir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3.Dünyada en çok ıspanak üretimi Çin’de olurken, bunu sırasıyla ABD, Japonya ve Türkiye izlemektedir (FAOSTAT 2016)

ÜLKELER	ÜRETİM MİKTARI (TON)	ALAN (HA)
Çin	24.484.507	730.154
ABD	323.620	19.220
Japonya	248.000	20.908
Türkiye	210.999	16.906
Endonezya	160.267	43.458
Fransa	106.469	5.394
Pakistan	106.202	8.561
İtalya	91.882	6.502
Kore Cumhuriyeti	89.451	6.064
Belçika	80.900	5.060

Türkiye’de ıspanak üretim alanlarının son 3 yılda yaklaşık %5 azalmasına karşın, üretim miktarı son 3 yılda yaklaşık %7 artarak 2017 yılında 222.177 tona ulaşmıştır (TÜİK 2017) (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. Türkiye’deki ıspanak üretiminin yıllara göre dağılımı (TÜİK 2017)

Yıllar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Üretim (ton)	221.632	222.225	220.274	207.676	208.403	210.999	222.177
Üretim alanı (da)	187.027	184.899	181.372	171.145	165.789	161.510	163.729

1.4. Ispanağın Beslenmedeki Önemi

Önemli bir kış sebzesi olan ıspanak, bileşiminde bulunan mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle besin değeri oldukça yüksek bir sebzedir. Ispanak özellikle Fe ve A, B1, B2, C, K vitaminlerince oldukça zengindir (Kütevin ve Türkeş 1985) (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Çiğ ıspanağın 100 g/yaş ağırlıkta bulunan besin değerleri (Isoko vd. 2005)

Enerji	97 kJ (23 kcal)
Karbonhidrat	3.6 g
Şeker	0.4 g
Lif	2.2 g
Yağ	0.4 g
Protein	2.2 g
Vitamin A	9400 mg
Folik Asit	194 µg
Vitamin C	28 mg
Vitamin E	2 mg
Vitamin K	483 µg
Kalsiyum	99 mg
Demir	2.7 mg

Lutein’in sağlık üzerine önemli etkileri vardır. Antioksidatif özelliğe sahip olduğundan kanser oluşumunu engelleme etkisine sahiptir (Ötleş ve Atlı 1997). Aynı zamanda yaşa bağlı moleküler dejenerasyon (AMD) ve katarakt risklerini azalttığı belirtilmektedir (Delgado-Vargas vd. 2000). Lutein, ısıya, ışığa ve kükürt dioksitine karşı dayanıklı bir pigment olup, gıda sanayinde salata sosları, dondurma, süt ürünleri, meşrubatlar ve şekerlemelerde renklendirici olarak kullanılmaktadır (Smith 1991). Ispanak lutein içeriği yüksek sebzelerden biridir (Çizelge 1.6).

Çizelge 1.6. Bazı gıdaların içerdiği lutein miktarları (Ötleş ve Atlı 1997)

Meyve / Sebze	Lutein içeriği (mg/100g ürün)
Ispanak	15.9
Brokoli	2.06
Brüksel lahanası	1.59
Lahana	0.31
Kabak	0.38

Klorofil, yapraklarda, sebzelerde, çimlerde ve fotosentez yapabilen tüm bitkilerde bulunan yeşil rengi oluşturan pigmenttir ve bir çözücü yardımı ile çim, yonca, ısırgan otu ve ıspanak gibi bitkilerden ekstrakte edilmektedir (Koca vd. 2006). Ispanağın klorofil içeriği birçok sebzedden yüksektir (Çizelge 1.7). Klorofilin, “klorofil-a” ve “klorofil-b” olmak üzere iki formu vardır. Klorofil-a’da C-3 karbonuna metil grubu bağlı iken klorofil-b’de formil grubu bulunmaktadır (Koca vd. 2006).

Çizelge 1.7. Bazı yeşil sebzelerin yaş ağırlık üzerinden toplam klorofil içerikleri ve klorofil-a ve klorofil-b dağılımı (Cemeroğlu 2004)

Meyve / Sebze	Klorofil-b (mg/100g)	Klorofil-a (mg/100g)	Toplam (mg/100g)
Ispanak	20.2	94.6	114.8
Brokoli	1.49	5.77	7.26
Brüksel lahanası	1.147	4.61	5.75
Lahana	0.40	1.13	1.53

Klorofiller antimitojenik ve kanser oluşumunu engelleyen antikarsinojenik özelliklere sahiptir. Bazı toksinlere karşı koruyucu etki sağlayabilmekte ve bazı ilaçların yan etkilerini iyileştirebilmektedir (Hojnik vd. 2007; Simonich vd. 2008).

1.5. Topraksız Tarım

Topraksız yetiştiricilik, temiz çevrede çalışma imkânı sağlar ve dolayısıyla iş gücü kiralamak kolaydır. Tam tanımlama ile topraksız yetiştiricilik; optimum bitki gelişmesi için gerekli besin elementlerini sağlayan besin çözeltisinde, mekanik destek sağlamak için çakıl, vermikülit, kaya yünü, peat yosunu, talaş gibi katı ortam kullanılarak ya da kullanılmadan bitki yetiştirme teknolojisidir. Bitkinin doğal olarak yetiştiği ortam olan toprak, bitki kök gelişimi için gerekli havayı ve sıcaklığı sağlamaktadır. Toprak besin elementlerince yetersiz hale geldiği zaman, havalandırma ve sıcaklık da düşürülürse bitki gelişimi ve verimi de azalmaktadır. Yani toprağın drenajının yetersiz olması bitki yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Toprakta bitki gelişimi için gerekli bütün şartlar yerine getirilmektedir. Bu toprağın tampon etkisi olarak adlandırılır. Ayrıca, topraktan doğal mineralleşme ile ayrılan besinler de bitki tarafından alınmaktadır. Sıvı veya katı ortamda, asitlik veya alkalilik (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC)’nin bitki kök gelişimi için uygun şartlarda olması da topraktakine benzer şekilde ortamın tampon etkisi olarak adlandırılır. Ancak

topraksız yetiştiricilikte bitki yetişmesi için gerekli besinler yapay yolla sağlanmaktadır (Kasım 2004).

Herhangi bir topraksız yetiştiricilik sistemiyle üretim yapılırken aşağıdaki faktörler göz önüne alınmalıdır:

- Kullanılan su veya katı ortam bitkiye tampon görevi yapmalıdır.
- Kullanılan besin çözeltisi veya gübre karışımı, bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli makro ve mikro besin elementlerini içermelidir.
- Besin çözeltisinin tampon etkisi uygun sınırlarda olmalıdır; yani bitki kök sistemi veya katı ortam etkilenmemelidir.
- Katı ortam veya besin çözeltisinin sıcaklığı ve havası, bitki kök sistemi için uygun olmalıdır (Kasım 2004).

Topraksız tarım, bitkilerin topraksız ortamlarda besin çözeltisiyle yetiştirilmeleri olup, hidroponik kültür olarak da adlandırılmaktadır (Varış ve Altıntaş 1998) .

Topraksız tarımın olumlu yanları şunlardır:

- Toprak devre dışı kaldığı için, toprak işleme, yıkama, dezenfeksiyon gibi emek ve masraf gerektiren işlemlere gerek yoktur.
- Tarımsal üretimin, bitki yetiştirmeye uygun olmayan tuzlu, taşlı, çöl ve sığ alanlara da kaydırılma şansı vardır.
- Tarımsal üretimin tarım alanları dışında örneğin marketlerin yetiştirme dolaplarında, evlerin balkon ve teraslarında gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.
- Topraksız tarımda, toprak dışındaki koşullar istenilen şekilde düzenlenebildiği için topraklı tarımda gerçekleştirilemeyen bir örnek üretim gerçekleştirilebilmektedir.
- Bu yöntemle üretimde besin maddeleri suda erimiş olarak verildiğinden ayrıca organik ve kimyasal gübrelemeye gerek yoktur.
- Topraksız tarımda kullanılan bitki besin maddeleri hem topraklı tarıma oranla daha azdır hem de daha etkin bir şekilde kullanılır. Topraklı tarımda görülen yıkama, alt tabakalara sızma ve toprak tarafından tutulma ile ortaya çıkan kayıplar bu sistemde söz konusu değildir.
- Besin maddelerinin kök ortamında homojen olarak dağılımları söz konusudur.
- Besin maddelerinin dozları ayarlanarak bitkilerin vejetatif ya da generatif fazda tutulmaları sağlanabilir.
- Topraksız kültür yöntemiyle yetiştirilen bitkilerden alınan ürün, gerekli besinler yeteri kadar verildiği için hem daha lezzetli hem de daha besleyicidir.
- Tuzlu sulama sularından yararlanılabilir. Tuzlu sular belli ölçüde iyi nitelikli sulama sularıyla karıştırıldıktan sonra kullanılabilir.
- Bitkiler için su stresi sorunu yoktur.
- Topraklı tarımda karşılaşılan K ve Ca eksikliğinden kaynaklanan yumuşak ve kof meyve söz konusu değildir.

- Topraksız kültür otomasyona uygundur. Sulama ve gübreleme otomatize edilerek iş gücünden kazanç sağlar.
- Sızma, yıkanma ve buharlaşmadan doğan su kayıpları azaldığı için sudan tasarruf sağlar.
- Topraksız tarımda kök ortamlarının pH, tuzluluk, besin maddesi dengesi ve hava su oranı daha sağlıklı bir şekilde ayarlanabilir.
- Toprak kaynaklı hastalık ve zararlılar ile yabancı otlar sorun olmaktan çıkar. Sterilizasyon gereken durumlarda ilaç harcamaları çok düşük olur.
- Kullanılan tarımsal ilaç miktarı topraklı yetiştiriciliğe kıyasla çok daha düşük olacağından hem üretim harcamaları düşer hem de temiz ürün elde edilmektedir.
- Topraksız tarım ekim nöbeti zorunluluğunu ortadan kaldırır.
- Bir üretimin arkasından birkaç gün içinde yenisini başlatma şansı vardır.
- Birim alandaki bitki sayısı artırılabilir. Topraklı tarımda bitki sıklığını etkileyen faktörler toprak ve ışıktır. Toprak devreden çıktığı için ışığın sorun olmadığı yerlerde veya ışıklandırma yapılarak sık dikim yapılabilir.
- Topraksız tarımda insan sağlığı açısından temiz ürün almak her zaman mümkündür.
- Erkencilik topraklı tarıma kıyasla çok daha belirgindir.
- Verim daha yüksektir. Örneğin domateste 15 ton/da'dan 75 ton/da'a yükseltilebilmiştir.
- Topraksız tarım uygulamaları verim artışına neden olur. Bu tarım şeklinde verimin topraklı tarımdan daha yüksek olmasının temelinde yatan gerçek, beslenmedir. Çünkü topraksız tarımda beslenme çok daha bilinçli ve teknik donanımla yapılmaktadır. Amaç bitkinin istediği miktar ve formdaki makro ve mikro besin elementlerini bitkiye, istediği zaman sunmaktır.
- Topraktan farklı olarak besin solüsyonundan örnek almak çok daha kolaydır. Bu durum da topraksız kültüre bir avantaj olarak yansımaktadır. Zira kolay ve hızlı alınan bir örnek gerekli düzeltmelerin daha hızlı yapılmasını sağlayarak bitkilerdeki beslenme ile ilgili sapmaların daha hızla düzeltilmesine olanak sağlamaktadır.
- Topraksız tarım üreticiye pek çok alternatif sunar. Topraksız kültürde üretici sebze türüne, seranın durumuna ve sermayesine bakarak dikey ve yatay kültür ve eğik yüzeyler kültürü gibi katı ortam kültüründen veya su kültüründen birini seçebilir (Varış ve Altıntaş 1998).

Topraksız tarımın olumsuz yanları şunlardır:

- Bazı topraksız tarım teknikleri büyük teknik donanım gerektirir. Özellikle tesislerin ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Topraksız tarım üreticisinin mutlaka özel bilgi ve deneyime sahip olması gerekir.
- Zaman zaman bitki besleme ile ilgili komplike sorunlar ortaya çıkabilir. Besin çözeltisinin pH, tuzluluk ve besin maddeleri konsantrasyonundaki bir değişimden bitkiler hemen etkilenir. Besin solüsyonunun fazla sıcak veya soğuk olması da bitkilere zarar verir. Bu yüzden besin çözeltilerinin dikkatli seçilmesi, hazırlanması ve düzenli olarak gözlemlenmesi gereklidir.
- Hastalık etmenleri hızlı yayılır.

- Topraksız tarımdaki plastik kullanımı topraklı tarımdan çok daha fazladır. Doğa kirliliğine neden olan atıklar arasında ilk sırada plastikler gelmektedir. Zira plastikler yüzlerce yıl doğada bozulmadan kalabilmektedirler.

- Kullanılan katı ortamlar çevre kirliliği yaratabilir.

- Topraksız tarımda ve özellikle de sıvı kültürlerde bitkileri ayakta tutmak daha da güçtür.

- Topraksız tarımın yapıldığı seralarda düzenli ve kesintisiz elektrik sistemine ihtiyaç vardır. Elektrikte kesinti özellikle NFT gibi akan su kültürlerinde birkaç saat içinde sistemin çökmesine neden olabilir.

Topraksız tarım esas olarak iki şekilde yapılmaktadır. İlk şekli tam ve kapalı hidroponik sistemde katı ortam olmayıp, sürekli döngü yapan besin çözeltisi, köklendirme ortamı olarak da görev yapar. İkinci şekil ise katı ortamların kullanıldığı açık sistem olup, kökler inorganik veya organik çeşitli ortamlar tarafından desteklendiği gibi besin çözeltisi döngü yapmayıp, her uygulamada % 10-20 dışarı akacak şekilde bitkilere verilir (Varış ve Altıntaş 1998).

Katı ortamlardan kaya yünü, perlit, volkan tüfü, kum, çakıl ve cibre kapalı sistem olarak kullanımları uygulanabilirse de, besin filmi tekniği (BFT), kapalı sistemler içinde en uygun olanıdır (Varış ve Altıntaş 1998).

Topraksız tarımda kullanılacak substratlarda aranan özellikler şunlardır (Sevgican 2003):

- Havadar ve drenajı iyi olmalıdır.
- Eriyebilir tuz miktarı az, kation değişim kapasitesi yeterli olmalıdır.
- Standart ve homojen olmalıdır.
- Zararlı böcek, nematod ve yabancı ot tohumları bulundurmamalı veya bunlardan arındırılmış olmalıdır.
- Sterilizasyondan sonra biyolojik ve kimyasal özelliklerini kaybetmemelidir.
- Kimyasal bakımdan tesirsiz ve inaktif olup, bitkiye toksik etki yapmamalıdır.
- Kolay ve ucuz temin edilebilir olmalıdır.
- Hafif olmalıdır.

Topraksız kültür sistemleri hakkında çok farklı sınıflandırmalar mevcuttur. Topraksız kültür, genellikle hidroponik olarak adlandırılır. Topraksız bitki yetiştiriciliğinin metotları iki genel kategoriye ayrılır (Olympios 1999):

Likit kültüründe (gerçek su kültürü), besin çözeltisi pH ve besin seviyelerinin yeniden ayarlanmasından sonra tekrar havalandırılarak sisteme geri kazandırılır.

Agregat kültüründe, bir sulama sistemiyle ortama verilen besin solüsyonunun fazlasının atık haline gelmesine izin verilir ya da çözelti resirküle edilerek tekrar ortama geri verilir (örneğin kaya yünü, ponza, perlit, kum kültürü, çakıl kültürü vb.). Olympios (1999)'u solüsyon kültürünü 3 grup altında toplamıştır (Çizelge 1.8).

Diver (2006)'e göre; topraksız tarım iki başlık altında toplanmaktadır. İlki bitkilerin besin solüsyonu içerisinde yetiştiriciliğinin yapıldığı su kültürü (hidroponik),

ikincisi ise bitkilerin katı ortamlarda yetiştiriciliğinin yapıldığı ortam (substrat) kültürüdür.

Ortam (substrat) kültürü: Substrat kültürü dünyada ve ülkemizde ticari olarak kullanılan en yaygın kültürdür. Bu kültürde çeşitli organik (torf, kokopit, çeşitli kompostlar, vb.) ve inorganik substratlar (kum, çakıl, kil, perlit, kayayünü, pomza, vb.) kullanılmaktadır (Diver 2006) .

Organik ortam olarak en yaygın kullanılanlar torf ve kokopit, inorganik olarak en yaygın kullanılanlar perlit ve kaya yünüdür. Bu teknikte çeşitli kaplara konulan substratlar üzerinde bitki yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kaplardaki bitkiler EC ve pH'ları ayarlanan gübre solüsyonları ile düzenli olarak beslenmektedir.

Su (solüsyon) kültürü: Eğer kültürde sadece besin solüsyonu kullanılıyorsa bu sisteme solüsyon veya su kültürü adı verilir. Kültürde kullanılan gübre solüsyonları eğer tek bir sefer kullanılıyor ve kullanıldıktan sonra drene edilip dışarıya atılıyorsa bu şekilde yapılan kültür işlemine açık sistem, eğer gübre solüsyonu tekrar toplanıp kullanılıyorsa bu şekilde yapılan kültüre kapalı sistem adı verilir (Diver 2006).

Marhaba (1998)'ya göre iki çeşit topraksız kültür sistemi vardır:

1. Agregat kültürü veya substrat kültürü: Kum, çakıl, kaya yünü, perlit, vermikulit vb. gibi katı inorganik maddeler ile torf, kokopit, talaş vb. gibi katı organik maddeler veya bunların kombinasyonları ortam olarak kullanıldığı zaman bu sistem, substrat kültürü veya agregat kültürü adını alır.

2. Su kültürü (hydroponics): Eğer topraksız kültür sisteminde sadece besin solüsyonu kullanırsa sistem "Su kültürü" veya "Solüsyon kültürü" olarak adlandırılır. Bu sistemin temel avantajı, bitkinin kök sisteminin yüksek hacimli besleyici solüsyon ile daima temas halinde tutulması ve bu sayede bitkiye yeterli miktarda su ve besin takviyesi sağlamasıdır. Ana dezavantajı ise bitkilerin köklerine iyi destek olmaması ve köklerin havalandırılmasının zorluğudur.

Eğer sistem içerisindeki besin solüsyonu devir daim ediyorsa bu şekilde kurulan sistemlere "Kapalı Sistem", şayet sistem içerisindeki besin solüsyonu bir sefer kullanıldıktan sonra atılıyor ise bu tip sistemlere "Açık Sistem" adı verilmektedir. Kapalı sistem her bir kullanımdan sonra besin solüsyonunun kompozisyonun değişmesinden dolayı sıkıntılı olabilmektedir ve bu sistem aynı zamanda hastalıkların hızlı bir şekilde yayılması riskine de sahiptir. Bu yüzden açık sistem daha güvenilirdir. Günümüzde bütün bu sistemlerin içerisinde en yaygın olarak kullanılanı "Açık Sistem" altında damlama sulama tekniğidir (Marhaba 1998).

Çizelge 1.8. Topraksız kültür sistemleri ve topraksız tarımda kullanılan substratlar (Olympios 1999)

Solüsyon Kültürü (Gerçek Su Kültürü)	Agregat Sistemleri		
	İnorganik ortam		Organik ortam
	Doğal ortam	Sentetik ortam	
1. Sabit solüsyonlar	1. Kum	1. Poliüretan köpük (PUR)	1. Talaş
2. Sirkülasyonlu solüsyonlar (NFT)	2. Çakıl	2. Plastik köpük	2. Ağaç kabuğu
3. Aeroponik	3. Kayayünü	3. Hidrojel	3. Ağaç artıkları
	4. Camyünü		4. Torf
	5. Perlit		5. Yün
	6. Vermikülit		6. Posa
	7. Pomza		7. Kokopit
	8. Genişletilmiş kil		
	9. Zeolit		
	10. Volkanik tüf		
	11. Lületaşı		

Marhaba (1998)'e göre modern topraksız kültür tekniklerini yedi ayrı sınıfa ayrılmıştır.

1. Yapay med-cezir tekniği (Ebb and Flow Technique): Besin solüsyonu günde 3-4 kez köklerin hava almasına izin verecek şekilde tahliye edilir. Bu teknik ev bahçeleri için uygundur.

2. Derin akan su tekniği (Deep Flow Technique): Bir kaç cm derinliğe sahip besin solüsyonu, içerisinde yüzer vaziyette bulunan kökler etrafında pompa veya yerçekimi etkisiyle devir daim ettirilir. Bu metot Dinamik Kök Yüzdürme (Dynamic Root Floatation) ya da "Raceway Hydroponic" isimleri ile de anılır ve yapraklı sebzeler için idealdir.

3. Havalandırılmalı akış tekniği (Aerated Flow Technique): Bu teknik DFT nin geliştirilmiş bir versiyonudur. Bu teknikte besin solüsyonu genel olarak özel bir mekanizmayla havalandırılır. Bütün yapraklı ve meyveli bitkiler için mükemmel bir tekniktir.

4. Besleyici film tekniği (Nutrient Film Technique): İnce film halinde besin solüsyonu sürekli olarak meyilli dar bir kanaldan aşağı hareket ederek kökleri ıslatır. Besleyici film tekniği en yaygın sistemlerden biri olup su değişiminin her yerde homojen olmasını sağlayacak şekilde hafifçe eğim (genelde % 1'den az) verilmiş bir tabana sahip havuz içerisinde bitki köklerinin oksijence zengin besin solüsyonuyla temas halinde bulunduğu bir tekniktir.

5. Damla sulama tekniği (Drip Irrigation Technique): Bu teknikte bitkiler inorganik veya organik ortamların içinde yetiştirilir. Besin solüsyonu köklerin yakınına günde 6-7 kere damlatılır veya yavaşça akıtılır. Ortadoğu'da yetiştirilen bitkisel ürünler bu teknik sayesinde ihraç edilebilmektedir. Fidelik, meyve bahçesi ve peyzaj endüstrisine uygundur.

6. Kök sisleme tekniği (Root Mist Technique): Bu yöntem askıda olan bitkinin köklerinin üzerine su sisi halindeki besin solüsyonu sürekli olarak püskürtülmesi temeline dayanır. "Aeroponics" olarak da bilinir. Kök bölgesi için optimum oksijen seviyesini sağlar.

7. Sis besleme tekniği (Fog Feed Technique): Bu teknik RMT tekniğine benzer fakat bırakılan su zerreciklerinin büyüklükleri farklıdır ve sahip olduğu nem temas ile hissedilemeyecek kadar azdır.

Su kültüründe yeşil yapraklı sebzelerin yetiştirilmesinin önemli bir avantajı da yıkanmış, ayıklanmış, paketlenmiş ve tüketime hazır halde ambalajlanmış olarak marketlerde satışa sunulabilmesidir. Dünya genelindeki ayıklanmış, yıkanmış, doğranmış ve paketlenmiş sebze sektörü temsilcileri, işlemek amacıyla özellikle su kültüründe yetiştirilen sebzeleri tercih etmektedirler. Bu ürünler aynı zamanda çalışan bayanlar ve çalışan anneler tarafından da öncelikli olarak tercih edilmektedirler.

1.6. Kaya Yünü İle ilgili Kaynak Bildirileri

1500-2000 °C sıcaklıktaki fırının içerisinde % 60 diabaz, % 20 kireç, % 20 kömür tozundan oluşan karışım eritildikten sonra 0.5 mm tabakalar halinde preslenmeleri sonucu kaya yünü elde edilir. Soğutma işlemi sırasında sıcaklığı 200 °C'ye düşürüldüğünde reçine ilavesi yapılarak su çekme özelliği kazandırılır ve fenolik bileşiklerden arındırılarak tarımda kullanılabilir hale getirilir. Alkali bir yapıya sahip olduğu bilinen kaya yününün gözeneklilik oranı % 96 ve su tutma kapasitesi 92 ml/100 ml olarak bildirilmiştir (Sevgican 1999).

Kaya yününün kimyasal kompozisyonu aşağıdaki gibidir (Sevgican 1999):

<u>Kimyasal</u>	<u>Miktar %</u>
SiO ₂	47
Fe ₂ O ₃	8
MnO	1
Al ₂ O ₃	14
CaO	16
Na ₂ O	2
TiO ₂	1
MgO	10
K ₂ O	1

Kaya yününün ambalaj üzerinde yazılan özellikleri şöyledir:

- Homojen ve çok dayanıklıdır.
- Havadan suya gerekli nemi sağlamaktadır.
- Hızlı büyümeyi ve ürünlerin erken bir şekilde oluşmasını sağlar.
- Su içeriği ve beslenme kontrolünü doğru bir şekilde yapar.
- Liflerin büyük olmasından dolayı ekstra hava içeriğini muhafaza eder

Kaya yünü kültürü, topraksız tarım şekilleri içinde aslında üreticinin kullanabileceği en kolay sistemlerden biridir. Kullanılan kaya yünü slapları genelde 7.5-10 cm kalınlıkta, 15-30 cm genişlikte ve uzunluğu 100 cm'dir. Ancak genişlikler

yetiştirilecek bitki türüne göre değişiklik gösterebilmektedir. Kaya yünü slapları ve blokları beyaz ya da siyah polietilenle kaplanmış ya da kaplanmamış olarak satışa sunulur. Üretimde maliyeti düşürmek için en az 3 yetiştirme mevsimi boyunca aynı bitki türünün yetiştirilmesi önerilmektedir. Hıyarda 2 yılda 3 kez, domateste 3 yılda 5 kez aynı kaya yünü tabakası kullanılabilir. Çimlendirme için mini bloklar vardır ve bunların içinde tohumlar için boşluklar bulunur. İçerisine tohum ekilen mini bloklar daha sonra blok kaya yünü küpleri içerisindeki boşluğa şaşırtılır. Besin eriyikleri bitkilere damlama sulama sistemleri ile verilir. Bu kültürde kullanılan besin eriyiklerinin pH'sının kaya yününün bazikliğini dengeleyebilmesi için pH'ın 5.0 gibi düşük bir değerde tutulması gerekir. Besin eriyiklerinin göllenme ile bitki köklerinde boğulmalara neden olmaması gerekir. Bu amaçla tabakaların alt kısmından drenaj yarıkları açılmalıdır. Sulama sıklığı ve verilecek su miktarı bu sistemde de gelen güneş ışığının güneş radyasyonu seviyesi ile ilgilidir. Bu sistemde diğer birçok topraksız kültür yönteminde olduğu gibi tabakalar farklı farklı olduğundan kök hastalıklarının yayılma olasılığı azdır. Ancak yine bu sistem çevreye verdiği kirliliği ile ünlüdür. Çünkü 10 da kaya yünü ile domates üretimi sonucu; 72 m³ kaya yünü atığı, 2000 m³ besin çözeltisi ve 5 ton plastik atığı ortaya çıkmaktadır (açık sistem için geçerlidir) (Ertekin 1995).

Kaya yününün avantajları (Varış 2003):

- Yapıştırıcı ve karma lifli bünye özelliğine sahiptir.
- Düşük tansiyonda su tutma kapasitesi yüksektir.
- Gözeneklilik ve oksijen zenginliği ile iyi bir kök ortamı oluşumunu sağlar.
- Besin eriyiklerini yüksek emme gücü vardır ve besinlerin ortama eşit dağılmasını sağlar.

Kaya yününün dezavantajları (Varış 2003):

- Ülkemizde kaya yünü üretilmemektedir.
- Kaya yünü kültüründe besin havuzu olmadığından bitki 100 ml çözelti kullandığında ortamı hemen tarla kapasitesine getirip %10-20 dışarı akacak şekilde günde 15 defa çözelti verildiğinden çözelti kaybı daha çoktur.
- Kullanılmış kaya yünü atıkları çevre kirliliğine sebep olmaktadır.
- Kaya yününde zamanla oluşan çökme havasızlığa yol açtığından en fazla 3 yıl kullanılması uygundur. Bunun ilk yılı hıyar, daha sonraki iki yılı da domates üretimi için uygundur. Bunun nedeni hıyar köklerinin domates köklerinden daha çok havalanma istemesi ve kaya yününde oluşan çökme ve önceki yıldan kalan kök parçaları nedeniyle kaya yününde havalanmanın azalmasıdır.

1.7. Su Kültüründe Fide Yetiştiriciliği

Fide üretim işlemi teknolojik bir işlem olup, hızla gelişim göstermektedir. Dünyada bu konuda son yıllarda dikkati çeken gelişmeler ortaya çıkmıştır. Özellikle su kültürü sisteminde fide üretimi önem kazanmıştır (Demir 2004).

Fide yetiştiriciliğinde su kültürü sisteminin avantajları:

- Klasik metotlara göre çevreye daha az zarar verilmesi, harç hazırlanmaması, sterilizasyona gerek olmaması,
- Besin çözeltilisinin tuzluluğu, pH'sı ve besin elementi düzeylerinin istenildiği gibi ayarlanabilmesi,
- İşçilik giderlerini azaltmış olması,
- Suyun kullanımından tasarruf sağlanması
- Yüksek fide çıkış oranının sağlanması,
- Köklerin nem isteğinin karşılanması ve fidelerin ortam içerisinde korunması sonucu fidelerin daha az strese girmesi,
- Daha az alanda daha fazla ürün yetiştiriciliğinin yapılması,
- Daha üniform ve garantili fide yetiştirilmesi,

Fide yetiştiriciliğinde su kültürü (yüzen viyol sistemi) sisteminin dezavantajları:

- Özellikle serada yetiştiricilik yapılacaksa daha fazla parasal yatırım gerektirmesi,
- Daha fazla bilgi ve özen istemesi,
- Havuz suyundaki hastalıkların kolayca yayılması ve bunun kontrolünün zor olması.

Bu sistem olumlu, olumsuz yönleriyle birlikte birçok ülkede kullanılmakta ve birkaç kişilik iş gücüyle kaliteli, üniform fideler yetiştirilmektedir.

Yüzen viyol sisteminde viyollerin veya diğer üretim kaplarının içine yetiştirme ortamı konulduktan sonra tohum ekimi yapılmaktadır. Kaplar sulandıktan sonra, içinde su bulunan havuza bırakılır ve bitkiler tüm besin maddesi ihtiyacını bu sudan karşılar. Yüzen viyol (veya diğer fide yetiştirme kapları) sistemi sürekli ve fasıllı sistem olmaz üzere ikiye ayrılır. Sürekli yüzen viyol sisteminde yetiştirme havuzunda her zaman su bulunmaktadır. Fasıllı yüzen viyol sisteminde ise su, pompalar aracılığı ile havuza belirli zaman aralıkları ile gönderilmektedir. Bu sistemde domates, biber, patlıcan, karpuz, kabak fideleri üretilebilmektedir (Demir 2004).

Miller (1998)'a göre fide yetiştiriciliğinde topraksız tarımda kullanılan durgun su sistemi ile geleneksel sistemin (metil bromit kullanılan) karşılaştırılması:

Durgun su sisteminde şu sonuçlar elde edilmiştir;

- Daha az alanda daha fazla bitki yetiştirilir.
- Yüksek çimlenme oranı vardır.
- Fidler tepsilerde taşındığından daha az uygulama ve iş gücü gerektirir.
- Fidler daha üniform olmaktadır.
- Köklerin nem isteğinin karşılanması ve fidelerin ortam içinde korunması fidelerin daha az strese girmesini sağlar.
- Büyüme birkaç gün içinde başlar.
- Bitkiler 3-4 gün içinde beslenmeye başlar.
- Yüksek derecede yapraklanma gerçekleşir.

Geleneksel sistemde;

- Daha fazla alan ve yoğun işgücü gerektirir.

- Çimlenme oranı düşüktür.
- Fide organizasyonu ile ilgili problemler yaşanır.
- Kökler fide döneminde güneşe maruz kaldığından dolayı kuru kalır ve strese girer.
- Büyüme başladıktan 10-12 gün sonra gübre uygulama zorunluluğu doğar.
- Standart yaprak oluşumu vardır.

2. KAYNAK TARAMASI

Dünyada toplam 31.000 ha topraksız tarım alanının bulunduğu tahmin edilmektedir. Hollanda'da 6.000, İspanya'da 5.000, İtalya'da 1.000, Çin'de 1.000 ha alanda üretim yapılmaktadır. Toplam sera alanının 1.2 milyon ha olduğu dikkate alındığında, topraksız tarımın sınırlı (%3) bir kullanımı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte Hollanda'da topraksız tarımın toplam sera alanının %90'ını oluşturmaktadır (Tognoni vd. 2004).

Topraksız tarımının kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır. İspanya'da 2000 yılında 3.000 ha olan (Van Os 2000) topraksız tarım alanı 2004 yılında 5.000 ha ulaşmıştır (Tognoni vd. 2004). Avrupa'ya sebze ihraç eden Fas'ta topraksız tarımın hızla geliştiği ve 2003 yılı itibarı ile topraksız tarım yapılan sera alanının 426 hektara ulaştığı bildirilmektedir (Hanafi ve Schnitzler 2004).

Liu vd. (2014) 2 haftalık Heizhenzhu ve Weilv çeşidi ıspanak fidelerini birer litrelik tanklarda 5'er fide olacak şekilde hidroponik kültüre almışlar ve 1 hafta boyunca 2 mmol L⁻¹ nitrat ön işleme tabi tutmuşlardır. Solüsyon içindeki nitrat seviyelerinin artırılması iki ıspanak genotipinde de hem bitki büyümesini hem de yapraktaki oksalat birikimini önemli ölçüde arttırmıştır. Solüsyondaki nitrat miktarı 2 den 8 mmol L⁻¹'e çıktığında, ıspanak biyokütlelerinde sırasıyla Heizhenzhu çeşidinde %45.84 ve Weilv çeşidinde %47.24'lük bir artış gözlemlenmiştir. Fakat nitrat seviyesi 8 den 20 mmol L⁻¹ a çıkarıldığında bitki biyokütlesinde önemli bir artış gözlemlenmemiştir. Bu nedenle 8 mmol L⁻¹ nitrat seviyesi her iki ıspanak genotipleri için de yeterli bulunmuştur.

Saffaryazdi vd. (2012) 14 saatlik ışık periyodu altındaki büyüme odasında hidroponik kültürde ıspanak yetiştirmişlerdir. Gündüz sıcaklığı 28 °C, gece sıcaklığı ise 20 °C'de sabitlenmiştir. İki yapraklı evredeki (10 günlük), uniform ıspanak fideleri (*Spinacia oleraceae* L., cv. 'Missouri') düzenli havalandırılan ve 1.500 ml Hoagland besin solüsyonu içeren 7.5 cm çapında ve 15 cm yüksekliğindeki plastik saksılara transfer edilmiştir. ıspanak fideleri bu besin solüsyonuna alındıktan bir hafta sonra selenyum 5 farklı konsantrasyonunda (0, 1, 2, 4, 6 ve 10 mgL⁻¹), sodyum selenid (Na₂SeO₃) formunda solüsyona eklenmiştir. En düşük seviyedeki (1mgL⁻¹) selenyum uygulamasında, ıspanak; sürgün ve kök yaş ağırlığı, sürgün ve kök kuru ağırlığı, toplam kuru ağırlık, sürgün ve kök uzunluğu gibi büyüme parametreleri olumlu şekilde etkilenmişken; yüksek selenyum uygulamalarında bu büyüme parametrelerinin önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir.

Jin vd. (2012) hidroponik kültürde, besin solüsyonundaki demirin yönetiminin ıspanağın verim ve kalitesi üstüne etkilerini araştırmışlardır. Hafif demir eksiliği (1 µl Fe-EDTA) uygulamasının, demir uygulaması yapılmayan ıspanaklara (0 µl Fe-EDTA) ya da yüksek oranda demir uygulaması yapılan ıspanaklara (10 ve 50 µl Fe-EDTA) göre bitkinin yenilebilir kısımlarında biyokütle ve kalite artışına neden olduğunu saptamıştır. Öte yandan düşük demir uygulamasında yenilebilir kısımlardaki nitrat konsantrasyonunun diğer tüm demir uygulamalarından daha düşük olduğunu tespit edilmiştir. Düşük demir uygulaması sonucu çözünür haldeki şeker, protein ve askorbatın arttığı saptanmıştır.

Ispanağın besin içeriğini ve verimliliğini arttırmak için Assimakopoulou (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada, hidroponik sistemde iki farklı N formu (ilki %100 nitrat olarak ikincisi ise %80 nitrat ve %20 amonyum) ve üç farklı demir düzeyinin (0 µl Fe; 20 µl Fe-EDDHA; 3 µl Fe-EDDHA + 10 µl NaHCO₃) ıspanağın (var. Viroflay) büyüme, kloroz semptomları ve sürgündeki besin elementlerinin birikimi üzerine etkilerini araştırmıştır. N formunun biyokütle oluşumu üzerine etkisinin önemli olduğunu ve solüsyonda demir yeterli olduğunda (20 mMFe), %80 nitrat ve %20 amonyum formunda verilen N'un kuru madde miktarı ile birlikte Fe, Mn ve Zn içeriğini artırdığını ifade etmiştir.

Mg eksikliğinde seryum elementinin iyileştirici etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada Yuguan vd. (2009), Hoagland solüsyonu kullanılarak ıspanak bitkisi yetiştirilmiştir. Mg eksikliğini sağlamak için Hoagland solüsyonundan Mg çıkartılıp seryum klorid eklenmiş ve içleri perlitle doldurulmuş ıspanak yetiştirme saksılarına 500 ml solüsyon eklenmiştir. Mg noksanlığında klorofil sentezi ve oksijen üretiminin ve dolayısıyla bitki büyümesinin engellendiği tespit edilmiştir. Seryumun Mg noksanlığında klorofil sentezini teşvik ettiği böylece ıspanakta büyümeyi arttırdığı bildirilmiştir.

Gold (1983) hidroponik koşullarda yetiştirilen ıspanaklarda pythium kök çürüklüğünde sıcaklığın etkisini araştırmıştır. Ispanak tohumlarını karanlık ortamda su agarında 20 derecede çimlendirerek 3 ile 5 gün sonrasında her bir tohumu önceden nemlendirilmiş torf bulunan saksılara transfer etmiştir. Bitkiler daha sonra serada 3 hafta yetiştirilmiştir. Fideler günlük olarak sulanmış ve bu dönemde ticari besin solüsyonu (TBS) olan modifiye edilmiş Hoagland solüsyonu ile iki kez gübrelenmiştir. Üç haftalık ıspanak bitkilerini içeren torflu saksılar 1.9 cm kalınlığında 32x27.5 cm'lik strafor yüzen levhalara rastgele yerleştirilmiştir. Her bir levha daha sonra Dimock tarafından tarif edilene benzer, TBS içeren ayrı ayrı 13.7 lt'lik plastik tüplerde yüzdürülmüştür. Besin çözeltisi transplant öncesi istenen deney sıcaklığına dengelenmiş ve sürekli havalandırılarak solüsyonun ilk ve son pH'sı 6.0'da tutulmuştur. Sıcaklığın iki mantarın ıspanak üzerindeki patojenitesine etkisini belirlemek için, test edilen kültürel sistemler ve sıcaklıklar (17, 21, 27 ve 30 °C) ticari hidroponik sistemde bulunan koşulları simüle etmek için tasarlanmıştır. Her sıcaklık ayarında her biri dört veya beş bitki bulunan sekiz plastik hidroponik tüp kullanılarak her biri iki tekerrürlü dört uygulamaya tabi tutulmuştur. Uygulamalar: a) kontrol b) *P. aphanidermatum*, c) *P. dissotocum*, d) *P. Aphanidermatum* + *P. dissotocum*. Hidroponik sistemde 3 haftalık büyümeden sonra bitkiler hasat edilmiştir. Sürgünler ve kökler sırasıyla üst ve alt kısımla aynı hizada kesilmiş ve taze sürgün ağırlıkları kaydedilmiştir. Kökler 100 °C'de 48 saat fırında tutulmuş ve böylece kuru kök ağırlıkları da kaydedilmiştir. Tüm veriler Duncan testi kullanılarak analiz edilmiştir. Arasında çapraz kontaminasyon olmadığından emin olmak için muameleler ve enfeksiyonun meydana geldiğini saptamak için her tüpteki her bir bitkilerden bir ila üç segment alınmıştır. Kökler akan musluk suyunda 10 dk durulanmış, kurutma kağıdında kurutulmuş ve su agarına yerleştirilerek 4-6 gün boyunca 22 °C' de inkübe edilmiştir. Plakalar daha sonra fungal tanımlama için mikroskop ile incelenmiştir. *P. dissotocum* tüm inokulasyon sıcaklıklarında sürgün ve köklerde önemli azalmaya neden olmuştur. En küçük azalma 21 °C'de, ıspanağın optimum şekilde büyüdüğü sıcaklıkta gerçekleşmiştir. *P. aphanidermatum* için 17 °C dışındaki tüm sıcaklıklarda

sürgün ve köklerde *P. dissotocum*'a benzer fakat daha ciddi verim düşüşleri kaydedilmiştir. Kombinasyon uygulamasında semptom gelişimi ve şiddeti her sıcaklıkta daha virülent patojenlere neden olmuştur.

Sharma vd. (2009) hidroponik ortamda ve toprakta yetiştirilen ıspanaklarda *E. coli*'nin kontaminasyon rotasını incelemiştir. Hibrit ıspanak çeşidi tohumları 10 dk süreyle %10'luk ticari sodyum hipoklorit çözeltisine batırılmış ve her biri steril deiyonize su içinde 5dk boyunca üçer kez yıkanmıştır. Yıkama sonrası, 10-12 ıspanak tohumu, 30 ml su içeren steril tohum çimlenme torbalarına aseptik olarak yerleştirilmiştir. Tohumlar karanlıkta 20-23 °C arasında 5 gün çimlendirildikten sonra fideler aseptik olarak steril hidroponik yetiştirme ortamına transfer edilmiş. %10 Hoagland çözeltisinin (%0.2 Bacto agar ile takviye edilmiş) pH'sı 5.8'e ayarlanmış ve ayrı ayrı test tüplerinde %0.2 agar ile karıştırılmıştır. Hidroponik ortamdaki fideler 7 gün süreyle %70-72 nem, 1.5×10^{-1} microeinsteins/m²/s (14 saat ışık, 10 saat karanlık) ışık yoğunluğu ve 25 ±1°C sıcaklık içeren büyüme odasında tutulmuştur. Sadece hidroponik ortamda yetiştirilen bitkiler için, bitkiler *E. coli* ile inokulasyon öncesi 7 gün büyütülmüştür. Topraklı yetiştiricilik için ince kumlu balçık toprağı gram-negatif bakterileri öldürmek için 15 saat boyunca 85°C'de buharla pastörize edilmiştir. Daha sonra pastörize toprak, her biri tek ıspanak bitkisi yetiştirmek için uygun olan steril kaplar içine yerleştirilmiştir. *E. coli*'nin ıspanak bitkilerine kök yoluyla kontaminasyonunun sağlanması için hidroponik ortama ve topraklara inokule edilmiştir. Hidroponik ortama 107 CFU / ml'de uygulanan inokulum 2, 14 ve 21 gün sonra ıspanakların sürgün dokularından spiral kaplama ile sürekli olarak geri kazanılmıştır. Floresan *E. coli* hücreleri inokule edilmiş topraklarda yetiştirilen 108 ıspanak bitkisinin 23(%21)'ünde kök dokularında mikroskopik olarak gözlenmiştir. İnokule edilmiş toprakta yetiştirilen bitkilerin sürgün dokularında hiçbir *E. coli* mikroskopik olarak gözlenmemiştir. Çalışma sonucunda, *E. coli* O157:H7'nin toprağın iç bitki dokusuna etkili şekilde alınması için kanıt sağlanamamıştır. Kontamine hidroponik ortamın, *E. coli*'nin ıspanak bitkilerinin vasküler ve yenilebilir dokularına sistemik olarak alınması için bir platform sağladığı mekanizmayı gerçekten tanımlamak için daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Shah vd. (2009) 2006 sonbaharında, NWFP Ziraat Üniversitesi Peşaver Pakistan Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Enstitüsü'nün sera tesisinde Cooper 1988'in ve Imai 1987'nin tariflerinin iki farklı güçteki besin çözeltileriyle yerel ıspanak çeşitleri yetiştirmişlerdir. Deneme tesadüf parsellerinde 4 uygulamalı ve 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her uygulama 3 solüsyon konteynirından oluşmuştur (Her bir saksıda 10-15 bitki ve her solüsyon konteynirında/13 litrelik 3 plastik saksı olacak şekilde). 30 Eylül 2006 yılında yerel ıspanak tohumları, yetiştirme ortamı olarak tütsülenmiş pirinç kabuğu içeren 9.5 cm uzunluğunda (ortaya çıkan kökler için alt kısımda çok delikli) tek kullanımlık plastik kaplara ekilmiştir. Bu kaplar 13 lt kapasiteli plastik küvetlerin (35 cm x 25 cm x 16 cm ebatlarında) üzerine yerleştirilen 2.5 cm kalınlığındaki polistiren kapağı sabitlenmiştir. Her iki besin çözeltisini de içeren küvetler tepeden 5 cm kalıncaya kadar besin solüsyonu ile doldurulmuş ve mevsim boyunca gerektiğinde küvetlere besin solüsyonu ilave edilmiştir. Daha sonra plastik küvetler seradaki tezgahlara yerleştirilmiştir. Çeşitli parametreler üzerine kaydedilen veriler M State-C yazılımı ve LSD testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Cooper'ın tarifi çalışılan parametrelerin bir

çoğunda daha başarılı bulunmuştur (Çizelge 2.1.) Cooper'ın tarifinde yetiştirilen ürünler (sırasıyla tam ve ½ güçlü), Imai 1987'nin tarifine kıyasla, önemli ölçüde erken hasat edilmiş (32.44 ve 35.56 gün sonra), daha fazla sayıda bitki yaprağı üretmiş (12.33 ve 12.44 adet), ortalama yaprak uzunluğu daha büyük olmuş (34.43 cm ve 31.90 cm) ve bitki başına yaprak alanı önemli ölçüde büyük olmuştur (104.90 ve 78.45 cm²). Bitki başına kök sayısı (118.45 ve 107.67 bitki⁻¹) ve ortalama kök uzunluğu (82.42 cm ve 70.95 cm bitki⁻¹) önemli ölçüde daha fazla olmuştur. Bitki başına ortalama yaprak verimi (25.87 ve 21.50 g tek hasat) önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Konteynır başına ortalama yaprak verimi de önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (2.383 ve 1.941 kg). Ürünü güçlü durumda tutmak ve maksimum fayda sağlamak için, zaman zaman asit yada baz çözeltilerinin ve suyun eklenmesi ile besin solüsyonunun pH ve EC ayarlamaları yapılması gerektiğini önermişlerdir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. İki farklı besin solüsyonunun farklı güçlerini içeren hidroponik ortamlarda yetiştirilen ıspanaklardaki etkisinin sonuçları

Parametreler	Tarifler ve Etkileri				LSD _{≤0.05}
	Cooper'ın Tarifi 1988		Imai'nin Tarifi 1987		
	Tam Etki	½ Etki	Tam Etki	½ Etki	
İlk hasata kadar ki ortalama gün sayısı	32.44 d	35.56 c	39.00 b	42.78 a	1.830
Ortalama yaprak sayısı	12.33 a	12.44 a	11.11 b	10.45 b	0.911
Ortalama yaprak boyu (cm)	34.43 a	31.90 b	31.39 b	27.78 d	1.260
Ortalama yaprak alanı (cm ²)	104.90 a	78.45 b	63.44 c	59.95 d	2.171
Ortalama kök sayısı	118.45 a	107.67 b	109.22 b	105.11 c	1.777
Ortalama kök uzunluğu (cm)	82.42 a	70.95 b	64.07 c	59.89 d	1.519
Ortalama yaprak verimi (Tek hasat) (g)	25.87 a	21.50 b	19.78 c	18.30 d	0.155
Ortalama yaprak verimi saksı ⁻¹ (3 hasat) (g)	794.40 a	645.21 b	609.25 bc	580.36 c	38.60
Ortalama yaprak verimi konteynır ⁻¹ (3 hasat) (g)	2.383 a	1.941 b	1.828 c	1.741 c	0.109
Tüketilen ortalama besin solüsyonu miktarı (L)	17.03 b	19.77 a	17.27 b	14.83 c	1.500

Camarena-Rangel vd. (2015) kamelya ve şeker kamışı bitkilerinin hidroponik kültürlerinin florür giderme yeteneğini ölçmek için bitkiler %50 Steiner besin çözeltisinde yetiştirilmiştir. Hidroponik koşullara adaptasyon periyodundan sonra, bitkiler farklı florür konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır (0, 2.5, 5 ve 10 mg L⁻¹). Kültür ortamındaki ve dokulardaki florür konsantrasyonu ölçülmüştür. Şeker kamışında florür ağırlıklı olarak köklerde bulunmuş ve solüsyondaki florürün %86'sı emilmiş ve %14'ü adsorbe edilmiştir. Şeker kamışı bitkileri 1000-1200 mg kg⁻¹ florür kuru ağırlığını bertaraf etmiştir. Kamelya bitkilerinde ise en yüksek florür konsantrasyonu yapraklarda bulunurken, kökler, florürü ağırlıklı olarak adsorpsiyondan 2-5 kat daha yüksek olan emme yoluyla biriktirmiştir. Kamelya bitkilerinde florür birikimi 1.000-1.400 mg.kg⁻¹ kuru ağırlık olarak bulunmuştur.

Hesaplanmış konsantrasyon faktörleri, kamelya bitkilerindeki florür biyolojik birikiminin 74-221 kat ve şeker kamışı bitkilerindeki florür biyolojik birikiminin 100-500 kat olduğunu ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla çalışmanın sonunda şeker kamışının; biyolojik birikim kapasitesi ve güçlü büyüme oranı sayesinde sudaki florürü bertaraf etmek için uygun bir aday olarak görülüp, bitkisel ıslah alanında kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Kai ve Kai-Sung (2008) kadmiyum (Cd), Triton X-100 ve EDTA kullanılarak simule edilmiş atık sudaki su ıspanağının (*Ipomoea aquatica*) fitotoksitesisi ve Cd fitoekstrasyonu üzerindeki etkileşimlerini araştırmışlardır. Cd türleşmesi bir kimyasal denge modeli ve MINEQL+ ile tahmin edilmiştir. *I. aquatica*'nın sürgün ve gövdelerinde Cd tutulumu üzerindeki Cd türleşmesini değerlendirmek için istatistiksel regresyon uygulanmıştır. Kök uzunluğunun, kök ve sürgün ağırlığından daha hassas bir parametre olduğu bulunmuştur. Kök uzaması Cd-EDTA solüsyonu ve Cd-TX-100 solüsyonundaki TX-100'in içindeki Cd'den etkilenmiştir. Hem kök uzunluğu hem de kök biyokütlesi, toplam çözülebilir Cd iyonları ile negatif ilişki göstermiştir. Buna ek olarak çalışmada, *I. aquatica*'nın yüksek biyokonsantrasyon faktörleri, *I. aquatica*'nın Cd ile kontamine olmuş atık suyu iyileştiren potansiyel bir su bitkisi olduğu belirtilmiştir.

Kimura vd. (2003) Brezilya' da ticarileştirilmiş hidroponik yapraklı sebzelerin karotenoid bileşimini belirlemek için yaptıkları çalışmada, tüm örnekleri toplamış ve kış aylarında analiz etmişlerdir. Lactucaxanthin miktarı ilk kez belirlenmiş ve analiz edilen dört marul tipinde neoksantine benzer konsantrasyonlara sahip olduğu bulunmuştur. Luteinin tere, hindiba ve roka (sırasıyla 75.4 ± 10.2 , 57.0 ± 10.3 , ve 52.2 ± 12.6 $\mu\text{g/g}$)'da baskın olduğu saptanmıştır. Lactucaxanthin içeren marullarda β -karoten ve lutein (sırasıyla 9.9 ± 1.5 ila 24.6 ± 3.1 $\mu\text{g/g}$ ve sırasıyla 10.2 ± 1.0 ila 22.9 ± 2.6 $\mu\text{g/g}$ arasında) başlıca karotenoidler olmuşlardır. Hidroponik ortamda ve tarlada üretilen kıvırcık marullar kıyaslanmış ve sonuçlar hidroponik ortamda yetişen marullarda geleneksel yetiştiricilikle üretilen marullara kıyasla lutein, β -karoten, violaxanthin ve neoksantin miktarı bakımından kayda değer derecede düşüklük belirlenmiştir. Hidroponik ortam polietilen kaplamaya sahip olduğundan, düşük sıcaklık ve güneş ışığına daha az maruz kalma gibi nedenlerle karotenogenezde azalmaya neden olabileceği ifade edilmiştir.

Lee ve Lee (2015) hidroponik ortamdaki yararlı bakteri ve mantarlar ile hidroponikte yetiştiricilik tipleri ve özellikleri üzerine yaptıkları incelemede hidroponik sistemlerin dünya çapında popülerite kazandığını ve farklı coğrafi alanlarda çeşitli amaçlar için kullanımının gittikçe arttığı belirlemişlerdir. İnceleme farklı türleri ve operasyon metotlarını, trendleri, avantajları ve kısıtlamaları, yararlı bakteri ve mantarların bitki hastalıklarını azaltıp, bitki kalitesi ve verimliliğini geliştiren rollerini içeren hidroponik sistemler hakkında bilgiler sunmuştur. Daha da iyileştirilmiş hidroponik ürünler üretmek için çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Örneğin; fitil, damlama, ebb-akış, su kültürü, besin film tekniği, aeroponik sistemleri gibi çeşitli modifiye hidroponik sistemler geliştirildiği belirtilmiştir. Hidroponiğin alan kültürü sistemlerine göre suların yeniden kullanımı ve dış etkenlerin kontrol edilmesi gibi birçok avantajının olduğunu ve de geleneksel yetiştiricilik uygulamalarında azalma (yetiştirme, yabancı ot temizliği, sulama ve toprak sürme) görüldüğü tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, hidroponik kültür sistemlerinde yüksek kurulum maliyeti, hızlı patojen yayılımı ve özel yönetim bilgisine olan ihtiyaç gibi bazı kısıtlamalar da tanımlanmıştır. Ayrıca, pek çok fitopatogenin yüksek besin konsantrasyonları nedeniyle hidroponik sistemlerde kolaylıkla gelişip daha sonrasında su sirkülasyon sisteminde hızla yayılarak tüm mahsüle zarar verebildiği belirlenmiştir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle patojenleri kontrol etmek için kullanılan çeşitli yaklaşımlar arasında, biyolojik kontrollere, özellikle biyo-fermentörler, biyokontrol ajanları ve bioremitörler için kullanılan bitki büyümesini destekleyen rizobakterilere odaklanıldığı tespit edilmiştir.

Nxawe vd. (2009) sulama suyu sıcaklığının hidroponikte ıspanak yetiştiriciliğine etkilerini araştırmak için farklı sıcaklıkla (24, 26 ve 28 °C) ıspanakları 8 hafta boyunca sera koşullarında yetiştirmişlerdir. Dördüncü tanktan sağlanan muslukta ısıtılmamış su kontrol olarak kullanılmıştır. Tüm bitkilere, temel elementleri içeren besin çözeltisi karışımı verilmiştir. Yüksek sıcaklıklarda yetişen ıspanakların yaprak kalınlığı (mm), yaprak sayısı ve toplam taze ve kuru ağırlıklarının (bitki başına g) kontrole göre daha iyi olduğu ve ıspanakların en gelişimi 28 °C'de gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ercan ve Bayyurt (2014) durgun su kültüründe yetiştirilen marulda bitkinin verim ve kalitesi üzerine sudaki O₂ miktarını artırıcı uygulamaların etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, yüzen sal sisteminde kullanılan besin solüsyonunun oksijen oranını arttıran 3 farklı oksijen salınım yöntemi kullanılmış ve bunların Bohemia ve Delight marul çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitkiler 180 l kapasiteli 9 plastik konteynırda yetiştirilmiştir. Çözeltinin oksijen içeriğini zenginleştirmek için akvaryum hava pompası, hava pompası hava taşı ve ozon jeneratör kullanılmıştır. Mayıs ayının ilk gününde 4-5 adet gerçek yapraklı fideler delikli plastik saksılardaki strafor plakalara 12x15 cm aralıklarla yerleştirilmiş ve 27 Mayıs'ta hasat edilmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme modeline 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Her tekerrürde toplam 21 bitki bir konteynıra konulmuştur. Farklı oksijen zenginleştirme yöntemlerinin bitki ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök ağırlığı (g), bitki başına yaprak sayısı ve renk açısından etkileri araştırılmıştır. Farklı oksijen zenginleştirme metotları çeşitlerin gelişimini etkilemiştir. En iyi verim 202.4 g ile hava pompası+hava taşıda yetiştirilen bitkiler alırken bunu sırasıyla 179.78 g ile hava pompası ve 144.59 g ile ozon jeneratöründe yetiştirilen marullardan elde edilmiştir. Bohemia' çeşidi, yaprak sayısı dışındaki bitki ağırlığı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı bakımından Delight çeşidinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

Caruso vd. (2011) dört tampon konsantrasyonun ve iki kültür döngüsünün (yaz-ilkbahar/ sonbahar-ilkbahar) büyüme, verim ve meyve kalitesi açısından etkilerini değerlendirmek amacıyla Alpin çileğini besin film tekniği ile hidroponik ortamda yetiştirmişlerdir. Daha uzun süren yaz-ilkbahar döngüsü, güz-ilkbahar döngüsünden daha yüksek verim vermiş ve besin solüsyonu genel üretim ve ilkbahar üretimi açısından en etkili bulunmuştur. Bununla birlikte sonbahar ve kış verimleri EC tamponundan etkilenmemiştir. Meyve kalitesi kültürel döngü ile değişmemiştir, ancak baharda hasat edilen meyveler kışın toplanan meyvelerle karşılaştırıldığında daha yüksek C vitamini, sakaroz içeriği ve daha düşük nitrat içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Besin solüsyonu konsantrasyonu arttırıldıkça meyve kalitesi de ayrıca

iyilemiştir. Besin solüsyonu mukavemeti açısından ilkbahar mevsimi boyunca 1.3 mS cm^{-1} EC değerinin daha iyi, buna karşın 2.2 mS cm^{-1} EC'nin, meyve kalitesi açısından kışın en iyi olduğu tespit edilmiştir.

Palaniswamy vd. (2004) hidroponikte NO_3^- -N: NH_4^+ -N oranı ve semizotu yapraklarındaki oksalik asit (OA) konsantrasyonlarını en aza indirecek hasat zamanını belirlemek için semizotlarını 8 ve 16 gerçek yapraklı evrede hasat etmişlerdir. Amonyum içermeyen ortamda yetişen yapraklardaki OA seviyesi içerenlere göre yaklaşık %40-50 daha düşük olmuştur. 16 gerçek yaprak aşamasında hasat edilen yapraklardaki OA seviyesi 8 gerçek yaprakta hasat edilenlere göre %36-45 daha düşük saptanmıştır. Kuru ağırlık, taze ağırlık ve yaprak alanı 16 yapraklıda daha fazla bulunmuştur.

Rouphael vd. (2018) kontrollü ortamlarda sebze kalitesini artırma üzerine biyofortifikasyon, besin çözültisi yönetimi ve bitki biyostimulantlarının uygulanması dahil yenilikçi ürün uygulamalarını incelemişler ve gelecekte yapılacak araştırmalara yön vermişlerdir.

Puccinelli vd. (2017) hidroponik ortamda bulunan selenyum (Se)'un fesleğen ile alımını araştırmak için ortama sodyum selenatın 4, 8 ve 12 mg SeL^{-1} sodyum selenat ilave etmişlerdir. Se kökler tarafından emilip toprak üstü aksama iletilmiş ve özellikle yapraklarda birikmiştir. Se konsantrasyonu fide büyümesi sırasında artmış ve en yüksek miktarı genç yapraklarda saptanmıştır. Se alımı doza göre artış göstermiştir. Besin solüsyonuna selenat eklenmesinin fesleğenin daha iyi gelişimi için etkili bir yöntem olabileceğini iddia etmişlerdir.

Talukder vd. (2018) kapalı sistem hidroponik ortamda ototoksisite altında yetiştirilen çileklerin büyüme ve verimi üzerine led ışık ve harici aminoasit uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Ototoksisite altında büyüme ve verim üzerindeki etkilerini araştırmak için aminoasitler püskürtülmüş ve bitkiler üç LED ışığı altında yetiştirilmiştir. [Kırmızı:Mavi (K:M) = 8:2, 5:5, ve 2:8 106-117, 107-125, ve 105-121 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sırasıyla benzer ışık yoğunluğuna göre ayarlanmıştır]. Ototoksisite oluşumunu arttırmak için çalışma nispeten yüksek sıcaklıklar altında yürütülmüştür. Ayrıca, besin çözültisi ototoksik bileşiklerin birikmesine izin vermek için ürün döngüsü sürecince geri dönüştürülmüştür. Ototoksisite kapalı sistem hidroponikte çileklerin büyümesini ve verimini azaltmıştır. Led aydınlatma ve glutamik asit (glu) uygulaması meyvelerde daha fazla büyüme ve verimin artmasına, askorbik asit içeriğinin yükselmesine, yapraklarda, kök boğazında ve köklerde yüksek miktarda Ca ve Fe artışına neden olmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında, çilekler ilk çalışmadan seçilen led K:M = 8:2'nin üç farklı yoğunluğu (149, 269, ve 567 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) altında Glu spreyli veya spreysiz olarak kontrollü ortam (25/20 °C; gündüz/gece) koşullarında yetiştirilmiştir. En iyi sonuçlar K:M = 8:2 LED'in 567 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ altında yetişen Glu uygulaması yapılmış ve yapılmamış bitkilerden elde edilmiştir. Glu spreyi ile bitki başına daha fazla meyve ve meyve verim sağlanmıştır. LED ve aminoasit kapalı sistem hidroponikte çilek gelişimini ve verimini arttırmıştır.

Lasa vd. (2001) farklı N formlarının (nitrat ve amonyum), ıspanak (*Spinacea oleracea* L.), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ve bezelye (*Pisum sativum* L.)'nin

büyüme, fotosentez etkinliği ve N birikimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Amonyum ile beslenmeye ıspanağın yüksek derecede hassas, ayçiçeğinin kısmen hassas ve bezelyenin toleranslı olduğunu saptamışlardır. Sürgünlerde amonyum birikimi büyüme azalmasıyla ilişkilendirilmiştir. Buna karşın, amonyum birikimiyle organik azot artışı arasında doğrusal ilişki olduğu belirtilmiştir.

Güneş vd. (1996) soğanı (*Allium cepa* L.) 20.25 mM N konsantrasyonunda (% 93.8 NO₃, % 6.2 NH₄) resirkülatif olmayan bir film sistem kullanarak perlit içinde yetiştirmişlerdir. NO₃'ın %20'sinin üre, glisin ya da karışık aminoasitler ile değiştirilmesi, bitkilerin taze ve kuru ağırlığını etkilememiştir. Ancak, NO₃ içeriğini azaltmış ve soğanların toplam N içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır.

Shattuck ve Wang (1993) sürekli kısa süreli nitrojen dioksit fümigasyonunun Çin lahanasındaki glukosinolat ve nitrat azotu düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Hidroponik sistemde yetiştirilen fideler ve olgun bitkiler, 1, 3 ve 5 gün boyunca artan azot dioksit konsantrasyonlarına (0.6, 1.2 ve 1.8 µl L⁻¹) maruz bırakılmıştır. Uygulamalar kuru madde birikimini, toplam glukosinolat (GS) konsantrasyonunu ve bitkilerin nitrat seviyelerini değiştirmiştir. Bu değişiklikler bitki ve doku gelişimine, azot dioksit konsantrasyonlarına ve maruz kalma süresine bağlı olmuştur. Çin lahanalarında 1-methoxy-3-indolylmethyl-GS, 4-methoxy-3-indolylmethyl-GS, ve 3-indolylmethyl-GS varlığını ilk kez rapor etmişlerdir. Hem fidelerde hem olgun bitkilerde artan azot dioksit konsantrasyonuna paralel olarak indolil-glukosinolatların oranı artmıştır. Azot dioksit uygulamaları nitrat seviyelerini fidelerde % 21'e ve daha olgun bitki dokularında ise % 89'a çıkarmıştır. Ancak toplam glukosinolat konsantrasyonu ve nitrat seviyelerindeki değişimlerin yapılan uygulamalarla ilişkisi kurulamamıştır.

Chen vd. (2014) marulu altı ışık kaynağı [Floresan ışığı+kırmızı LED (FLR), floresan ışığı+mavi LED (FLB), monokromik kırmızı veya mavi LED, karışık kırmızı (R) ve mavi (B) LED ve floresan ışığı (FL)] altında 50 gün süreyle hidroponik ortamda yetiştirmişlerdir. Geniş spektrumlu floresan lambalar ise sadece kontrol için değil aynı zamanda farklı evrelerdeki büyüme gereksinimlerini karşılamak için de kullanılmıştır. Fide aşamasında en yüksek boy oranı FLR ve R altında oranı elde edilmiş, FLR altında bitkiler geniş ve kompakt gelişmiş morfolojiye sahip olmuş ve monokromik R altındakiler ise seyrek ve kırılmalı yapı göstermiştir. En yüksek yaş ağırlık, kuru ağırlık ve gövde çapı FLR altında elde edilirken bunu FLB takip etmiş ve en düşük monokromatik B ve RB'de ölçülmüştür. Klorofil ve karotenoid içerikleri de FLR ve FLB altında kayda değer ölçüde yüksek iken R ve FL altında ise en düşük olmuştur. Çözünbilir şeker ve nitrat içerikleri LED ya da karışık FL ve LED ışıkları altındakilere göre FL altında kültüre alınan genç bitkilerde önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. FLB altında kültüre alınanlarda C vitamini içeriği önemli ölçüde düşük olmuş ancak, diğer uygulamalar arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Sonuç olarak; iyi sonuçlar FLR ve FLB altında büyüyen marullardan elde edilmiştir. R veya B LED ile karıştırılmış FL marulun hidroponikte yetiştiriciliği için verimli ışık kaynakları olarak kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Konstantopoulou vd. (2010) beş farklı seviyede azot gübrelemesinin Cos marulunun (*Lactuca sativa* L. cv. Parris Island) büyüme, beslenme kalitesi, hasat ve

depolama sonrası etkileri üzerine etkilerini sonbahar ve kış süresince Güneybatı Yunanistan'da araştırmışlardır. Bitkiler serada hidroponik olarak yetiştirilmiş ve bitki dokularındaki nitrat, klorofil ve askorbik asit (C vitamini) içerikleri, hasatta ve sonraki 10 gün boyunca 5 veya 10°C'de bekletilerek belirlenmiştir. Besin çözeltisi içinde artan N dozuna paralel olarak yapraklardaki nitrat birikimi kışın aylarında sonbahara göre daha yüksek saptanmıştır. En düşük N seviyesinde (20 mg L⁻¹) iç yapraklardaki nitrat birikimi dış yapraklara göre daha fazla olurken, daha yüksek N seviyelerinde (140, 200 or 260 mg L⁻¹) dış yapraklardaki nitrat birikimi daha yüksek olmuştur. Genel olarak en yüksek nitrat seviyeleri yaprak sapında ve yaprak proksimal ucunda tespit edilmiş ancak, en düşük N uygulamada (20 mg L⁻¹) nitrat yaprakların distal bölgesinde de birikmiştir. Yapraklardaki nitrat seviyeleri 5 veya 10°C 'de 10 gün süreyle muhafaza edildiğinde önemli ölçüde değişmemekle birlikte, klorofil ve C vitamini içerikleri azalmıştır. Klorofil kaybı, düşük N seviyelerinde yetiştirilen marulda ve 10°C'de 5 °C'ye göre daha yüksek olmuştur. Güney-batı Yunanistan'da sonbahar ve kış aylarında örtü altında hidroponik olarak yetiştirilen Cos marul için optimum N dozunun 200 mg NL⁻¹ olduğu sonucuna varılmıştır.

Liu vd. (2017) stresli ve stressiz olarak hidroponik ortamda yetiştirilen domates fidelerine farklı N [nitrat (N) ve amonyum (A)] formları uygulamasının büyümeye etkisini incelemişlerdir. N:A oranı 75:25 iken bitkiler normal sıcaklıkta (14-30 °C) yetiştirildiğinde fotosentez hızı, klorofil içeriği, köklerdeki çözünebilir proteinler ve yaprak nitratları en yüksek seviyelerde saptanmıştır. Glutamin sentetaz ve NADH-bağımlı glutamat sentetaz (NADH-GOGAT)'ın yapraklardaki aktiviteleri N:A oranı 50:50 olduğunda yükselmiş, ancak en yüksek seviye oran 25:75 olduğunda ulaşılmıştır. Yapraklarda çözünebilir protein ve köklerdeki NO₃⁻ içeriği ve redüktaz aktivitesi, N:A oranı ile pozitif korelasyon gösterirken, serbest aminoasitler, toplam N ve NH₄⁺ içeriği bu oran ile negatif ilişki göstermiştir. Sıcaklık 5-18 °C arasında olduğunda en iyi fotosentetik oran, köklerdeki çözünebilir protein, yaprak nitratı ve köklerdeki GS aktivitesi N:A oranı 50:50'den elde edilmiştir. Yaprak klorofil içeriği N:A oranlarından etkilenmemiştir. Köklerdeki N içeriği, NO₃⁻ ve NH₄⁺ seviyeleri, fotosentez oranı, yaprak klorofil içeriği ve nitrojen metabolizmasının anahtar enzim aktivitesi N:A oranlarından etkilenmiştir. Sıcaklık çözülebilir protein, serbest aminoasitler ve toplam yaprak N içeriklerine pek etki etmemiştir. Domates fidesinin gelişimi için N:A oranı 75:25 olurken, stressiz bitkiler için bu oran 50:50 olmuştur.

Toshiki vd. (2013) kavunda K değişimini araştırmak için kavunları tozlanmadan hasada kadar azalan KNO₃ besin çözeltisi içeren sıvı ortamda yetiştirmişlerdir. KNO₃ seviyesinin azalması meyve verimini etkilememiş, meyvede K içeriği düşüş göstermiş ve kuru kök ağırlığı azalmıştır. KNO₃ kısıtlamasına bağlı olarak sitrik asit oranı önemli ölçüde azalırken, çözünebilir kuru madde içeriği sadece 2011 baharında azalmıştır. 2009 ilkbaharında kavun bitkileri ¼ ölçek KNO₃ besin çözeltisinde büyütülmüş ve meyvelerin K içeriği, standart besin çözeltilerinde büyütülen meyvelere göre %3 daha düşük olmuştur. Kavun bitkileri 2010 ve 2011 ilkbaharlarında 1/16 ölçek ve 0 ölçek KNO₃ besin çözeltisinde büyütüldüğünde K'daki azalma oranları sırasıyla %35 ve %43 olmuştur. K seviyesini sıfıra indirdikten sonra bile meyve K içeriğinin beklenmedik bir şekilde düşmediği görülmüştür. Bu durum vegetatif büyümenin ilk sürecinde bitki kısımlarının yeterince K depolamasıyla

olabileceği şeklinde açıklanmıştır. Tozlanmadan hasata KNO_3 kısıtlaması %43 daha düşük K içerikli kavun üretimini sağlamıştır.

Shaibur vd. (2009) komatsuna (*Brassica rapa* var. perviridis) (Japon ıspanağı)'yı artan arsenik (As) seviyelerinde [0, 6.7, 33.5 ve 67 μM As (sırasıyla 0, 0.5, 2.5 ve 5 mgL^{-1} As'e eşit)] 14 gün süreyle serada hidroponik olarak yetiştirmişlerdir. As sodyum meta-arsenit (NaAsO_2) olarak kullanılmıştır. Toksite semptomu sadece 33.5 ve 67 μM As uygulanmışlarda sürgün büyümesinin baskı altına alınması şeklinde görülmüştür. Kuru ağırlık 6.7 μM As seviyesinde sürgünde %19.4 ve kökte %38.9 oranında artmıştır. AS'nin 33.5 ve 67 μM uygulaması kontrole göre kuru ağırlığı sürgünde %48.1 ve 72.1 ve kökte %24.1 ve %61.1 azaltmıştır. Sonuçlar düşük seviyelerdeki As'in komatsuna büyümesi üzerinde hafif uyarıcı etkiye sahip olabileceğini, ancak artan arsenik ile toksisitenin arttığını göstermiştir. Bitki dokularındaki büyüme ve As seviyesi arasındaki regresyona dayanarak (komatsuna sürgünündeki arsenik kritik toksisite seviyesi (CTL) % 10 DW redüksiyonu dikkate alındığında) toksite seviyesi 7.85 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW olarak bulunmuştur. Kök için CTL seviyesi 2.110 $\mu\text{g As g}^{-1}$ olmuştur. Sonuçlar komatsunanın sürgününün As-toksitesine kökünden daha hassas olduğunu göstermiştir. Ortamda As arttıkça buna paralel olarak bitki kısımlarında As seviyeleri artmıştır. Sürgünde en yüksek As seviyesinde Fe seviyesi azalmış, ancak klorofil indeksi azalmamıştır. P seviyesi Fe seviyesinden daha fazla azalmıştır. Düşük P seviyesinin sürgünlerde Fe hareketliliği için yardımcı olabileceğini ve bununla 67 μM As seviyesinde daha yüksek klorofil indeksine neden olduğunu iddia etmişlerdir. Stresli komatsunanın sürgün dokularında P'un Fe ile rekabete girebileceği ifade edilmiştir.

Smolen vd. (2017) 5-iyodasalilik asitinin (5I-SA) çeşitli dozlarının hidroponik sistemde besin film tekniği (NFT) kullanılarak yetiştirilen marulların verimine, kimyasal bileşimine ve iyot biobirikim verimliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bununla beraber seçili dozda KIO_3 uygulanan 5I-SA ile salisilik asidin (SA) birlikte veya ayrı ayrı etkilerini de karşılaştırmışlardır. KIO_3 +SA uygulaması, sadece KIO_3 ile yapılan uygulamaya kıyasla, marul yapraklarında iyot alımını ve birikimini artırmıştır. 5-iyodasalilik asitinin, bitkiler tarafından IO_3 'den daha kolay emildiği ve yapraklara kıyasla köklerde 5I-SA içeriğinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Liu vd. (2016) Farklı glisin ve nitrat konsantrasyonlarından etkilenen ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) metabolitlerinin karşılaştırmalı analizini hakkında çalışma yürütmüşlerdir. Nitrat ve glisinden etkilenen ıspanaktaki metabolik değişiklikleri incelemek için bir gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) temelli metabolomik yaklaşım yürütmüşlerdir.

Smolen vd. (2014) NFT tekniğinde serada yetişen Melodion marul çeşidine ortama ilave ederek ya da yapraktan iyot ve Se'u eşzamanlı olarak 2 yıl boyunca uygulamışlardır. Besin ortamına ilave edilme köklerden SO_4 ve IO_3 ün alınma olumsuz etki yapmamış, aksine yapraklardan daha fazla taşınmışlardır. İyot ve Se yapraktan uygulanması doğrudan besin ortamına verilmesinden daha yüksek etki göstermiştir. IO_3 ve SeO_4 'nin yapraktan uygulanması besin ortamında mevcut olan iyot ve Se'un kökler tarafından alınımı etkilememiştir. İyot ve Se'un beraber uygulandığı yapraklardaki SeO_4 emilimi sadece Se uygulanan yapraklara kıyasla daha fazla

gerçekleşmiştir. Çalışma bitkilerde iyot ve Se taşınmasının yapraklardan köklere kadar floemden meydana gelebileceğini göstermiştir.

Smolen vd. (2018) Vineta patates çeşidini salisilik asit, iyot ve selenyum içeren film tekniği (NFT) ortamında sera koşullarında 2 yıl yetiştirerek verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Besin solüsyonunda iyot kaynağı olarak KIO_3 ve Se kaynağı olarak Na_2SeO_3 kullanılmıştır. Patatesin iyot ve Se'ü aldığı tespit edilmiştir. KIO_3 +salisilik asit uygulamasının bitkilerde iyot birikimini arttırdığı ve salisilik asitin yumrulara Se'nin içeriğini etkilemediği saptanmıştır. KIO_3 , Na_2SeO_3 ve salisilik asidin yumru kök verimi üzerinde olumsuz bir etkisi olmamıştır. İyot+Se ve SA uygulamaları yumru, kök ve yapraklarda K içeriğiyle, yumru ve köklerdeki N ve Na artışını etkilemiş ancak, köklerde Mn ve Zn içeriğinde azalmaya neden olmuştur.

Liu vd. (2006) ıspanak yapraklarındaki toplam N (azot), NO_3-N (nitrat) ve askorbik asit konsantrasyonlarının SPAD-502 (Minolta, Japan) cep klorofilmetre aleti kullanılarak ölçülebilirliğini araştırmışlardır. 0.5 kg'lık plastik saksılarda yetiştirilen ıspanak bitkilerinin topraklarına azot kaynağı olarak 0, 30, 60, 120 ve 240 mg N/kg üre eklenmiştir. Ekimi takip eden 18, 25 ve 32. günlerde ve hasatta en gelişmiş 2 yapraktan SPAD ile okumalar yapılmıştır. Yapılan bu okumalarda hasat sonrası yapraklar ve köklerdeki toplam N konsantrasyonları ve yapraklardaki askorbik asit ve nitrat konsantrasyonları ölçülmüştür. Hasattaki SPAD okumaları, toplam N, yaprak kuru ağırlığı ve nitrat konsantrasyonu ile anlamlı bir şekilde kolerasyon göstermiştir. Ancak bu pozitif ilişki yapraklardaki askorbik asit konsantrasyonları okumalarında görülmemiştir. 120 mg N/kg ile muamelenin hem yaprak verimini hem de yaprak kalitesini (yani yaprak nitrat konsantrasyonu ve askorbik asit) önemli ölçüde geliştirdiği görülmüştür. Çalışmanın sonucunda, ıspanak bitkilerinde NO_3-N konsantrasyonlarını tahmin etmek için SPAD okumalarının uygulanabileceği görülmüştür. Okumalar bitki için karar verme ve operasyonel besin yönetimi programlarında saha değerlendirmeleri için uygulanabilir bulunmuştur.

Tuncay (2011) yaptığı bir çalışmada, maydanoz (*Petroselinum crispum* Mill.) ve rokada (*Eruca sativa* Mill.) nitrat konsantrasyonları, toplam klorofil, klorofil a ve b konsantrasyonları, L, a, b, Hue, kroma değerleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. 2004 ve 2005 yılları süresince her ay, her bir yapraklı sebze için 3 örnek yerel marketten temin edilmiş ve renk ölçümü yapıldıktan sonra L, a, b, nitrat, toplam klorofil, klorofil a ve b konsantrasyonları analitik olarak belirlenmiştir. Korelasyon analizi; her iki sebze de nitrat, toplam klorofil, klorofil a, L ve a değerleri arasında oldukça önemli bir ilişki olduğunu ($P<0.001$) ve toplam klorofil ve nitrat konsantrasyonlarını L veya a değerleri ile tahmin etmenin mümkün olduğunu göstermiştir.

Daşgan (1993) farklı substratların hidroponik olarak yetiştirilmiş tatlı kavunun (*Cucumis melo*) kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Açık topraksız kültür sistemlerinde üç substratın (perlit, kaya yünü, kum) ve kontrol olarak toprağın, tatlı kavunun meyve kalitesi ve üretimine etkileri incelenmiştir. Kaya yünü ve perlit, sırasıyla 3.0 kg/bitki ve 2.9 kg/bitki verim ile en verimli substratlar olarak öne çıkmışlardır. Kum ortamında verim 2.5 kg/bitki iken kontrol grubu toprakta verim 2.2 kg/bitki ile en düşük olmuştur. Meyve ağırlıkları sırasıyla kaya yününde (1031 g),

perlitte (974 g), kumda (842 g) ve toprakta (734 g) olarak ölçülmüştür. Meyve şekli indeksi, toprakta yetişen meyvelerin daha yuvarlak olduğunu göstermiştir. En sert meyveler perlit ve kaya yünü, ardından kum ve topraktan elde edilmiştir. Meyvenin kuru madde içeriği incelendiğinde, toprakta en yüksek olup bunu perlit ve kum izlemiştir. En düşük kuru madde ise kaya yünündeki meyvelerde ölçülmüştür. Toplam çözünebilir katılar ve pH substrattan etkilenmemiştir. Kaya yününde toplam asitlik en yüksek iken bunu sırasıyla kum, perlit ve toprak takip etmiştir. Çalışma sonucunda topraksız kültür ortamlarında yetiştirilen bitkilerin meyve kalitesinin toprakta yetiştirilenlere benzer olduğu görülmüştür.

3.MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bitki materyali olarak Matador (*Spinacia oleracea* var. *Matador*) ıspanak çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1. ve 3.2).

Matador (*Spinacia oleracea* var. *Matador*) ülkemiz koşullarında en fazla yetiştirilen çeşitlerden biridir. Standart bir çeşit olan Matador'un genel görünüşü yayvan, orta derecede dik, yaprakları bükük, koyu yeşil renkte, kısa saplı, etli, yaprakları uzun ovalden yuvarlağa kadar değişmekte olup çabuk gelişen verimli bir çeşittir. Uzun mesafelere nakliyye ve bozulmadan beklemeye dayanıklıdır. Soğuğa dayanıklı bir sonbahar çeşidi olarak tavsiye edilir (Demir 2007).

Matador (*Spinacia oleracea* cv. *Matador*) yaprakları iri koyu yeşil renkte, oval, kabarcıklı ve kısa saplı bir ıspanak çeşididir. Tohuma geç kalker, çabuk ve hızlı bir gelişme gösterir. Tohumları oldukça büyük, hafif yassı ve üzeri pürüzlüdür (Deveci ve Şalk 1995).



Şekil 3.1. Matador ıspanak çeşidi



Şekil 3.2. Matador ıspanak çeşidi

Orta erkenci bir çeşittir. Yaprakları düzgün yapılı, koyu yeşil renktedir. Yaprak uçları oval, yaprak sapı kısadır. Yaprakları geniş ve etlidir. Bitki yapısı yayvan ve gevrek. Uzun mesafeli nakliyelere ve bozulmadan beklemeye dayanır. Soğuğa dayanımlı bir sonbahar çeşidi olarak tavsiye edilir. Ekiminden itibaren 60–70 günde hasada gelir. Ispanak mildiyösünün 7 ırkına dayanıklıdır. Tohumları dikensizdir (Şekil3.3). Yüksek adaptasyon kabiliyeti ile ülkemizin her bölgesinde tercih edilir. Ekim tavsiyesi: sıra arası; 25-30 cm, sıra üzeri; 5–8, ekim derinliği;1 cm'dir. Dekara 2–3 kg tohum atılır. Tohumlarının bin dane ağırlığı 9.09 g'dır (Vural vd. 2000).



Şekil 3.3. Matador çeşidi ıspanak tohumu

3.2. Araştırma yeri

Araştırma 21 Aralık 2015-26 Mart 2016 tarihleri arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde bulunan cam serada (Şekil 3.4) ve açık alanda yürütülmüştür (Şekil 3.5). Araştırmada 5m genişliğinde, 6m uzunluğunda (30m²), 2m yan yüksekliğe sahip camla kaplı, yanlardan çift taraflı havalandırılmalı cam sera kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Cam seranın içten görünümü



Şekil 3.5. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi

3.3. Araştırmada kullanılan su kültürü düzeneği

Durgun su kültüründe bitkiler, 120x50x30 (boy x en x yükseklik) cm boyutlarında 80 L hacme sahip 6 adet plastik kasada (tankta) yetiştirilmiştir.

Bitkileri yüzdürmek amacıyla 120x50 cm ölçülerinde strafor viyoller (Şekil 3.6) kullanılmıştır. Strafor viyollerin sıra arası 13 cm ve sıra üzeri 5 cm olacak şekilde boşluklarına kaya yünü blokları (Şekil 3.6) yerleştirilmiştir.

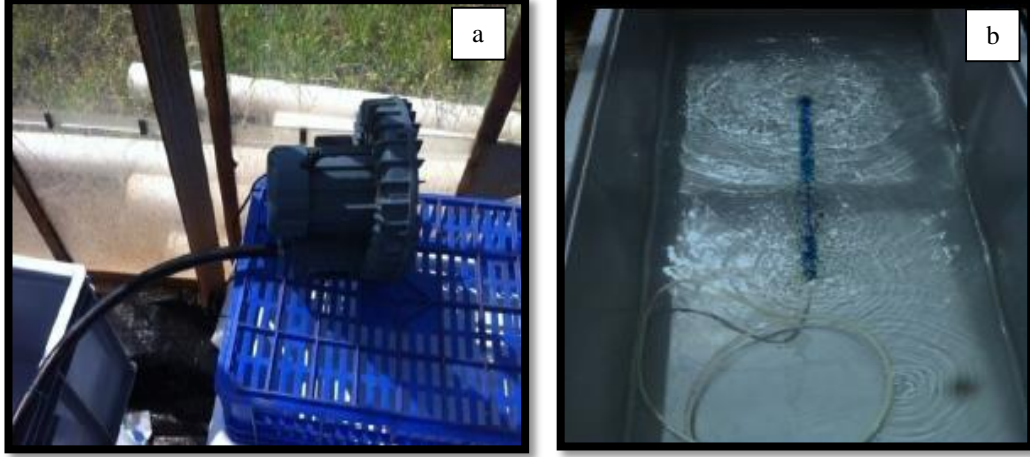


Şekil 3.6. a) Kaya yünü



b) Strafor viyoller

Besin solüsyonlarına oksijen kazandırmak için akvaryum hava motoru ve hava taşları aracılığıyla solüsyona hava verilmiştir. Solüsyondaki hava çözülmüş oksijen düzeyinde ölçülmüştür (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. a) Hava motoru

b) Hava taşı

3.4. Araştırmada kullanılan su

Çözeltiler Araştırma Arazisinde bulunan yeraltı kaynak suyu kullanılarak hazırlanmıştır. Kullanılan su örneği kaynağından alınarak BATEM laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Suyun tuzluluk açısından ikinci sınıf ve yetiştiriciliğe uygun, hastalık etmeni taşımadığı, bazı besin miktarlarının düşük ve pH seviyesinin nötr olduğu belirlenmiştir. Bunların yanı sıra Ca yeterli seviyede, klor, sülfat ve bor iyonları birinci sınıf olarak bulunmuştur (Çizelge 3.1). Çalışmada kullanılan besin solüsyonları bu analizler ışığında hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan suyun analiz sonuçları

Lab. No.	1696	Değerlendirme
Ph	7.24	Nötr
EC $\mu\text{mhos/cm}$ (25 °C)	636	2.sınıf(İyi)
Potasyum (K) meq/lit	0.06	
Kalsiyum (Ca) meq/lit	4.63	Yeterli
Magnezyum (Mg) meq/lit	1.07	Düşük
Sodyum (Na) meq/lit	0.77	
Karbonat (CO_3^{2-}) meq/lit	Yok	
Bikarbonat (HCO_3^-)	5.43	Orta
Klor (Cl^-) meq/lit	0.93	1. Sınıf (Çok İyi)
Sülfat (SO_4^{2-}) meq/lit	1.17	1. Sınıf (Çok İyi)
Bor (B) ppm	0.03	1. Sınıf (Çok İyi)
SAR (meq/lit) ^{1/2}	0.45	Az sodyumlu

3.5. Araştırmada kullanılan besin solüsyonları

Araştırmada ıspanakta başarılı sonuç verdiği saptanmış olan Cooper (1988)'in besin solüsyonu kullanılmıştır (Shah vd. 2009).

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan besin solüsyonu

Besin Elementleri	Miktar mg ^l ⁻¹
N	236
P	60
K	300
Ca	185
Mg	50
S	68
Fe(EDTA)	12
B	0,3
Mn	2
Zn	0,1
Cu	0,1
Mo	0,2

Solüsyonun pH'sı 6.0-6.5 ve EC'si 1.5-1.7 civarında tutulmuştur. pH yükseldiği zaman 0,1 N HNO₃ ve düştüğü zaman ise NaOH eklenerek ortam pH'sı ayarlanmıştır.

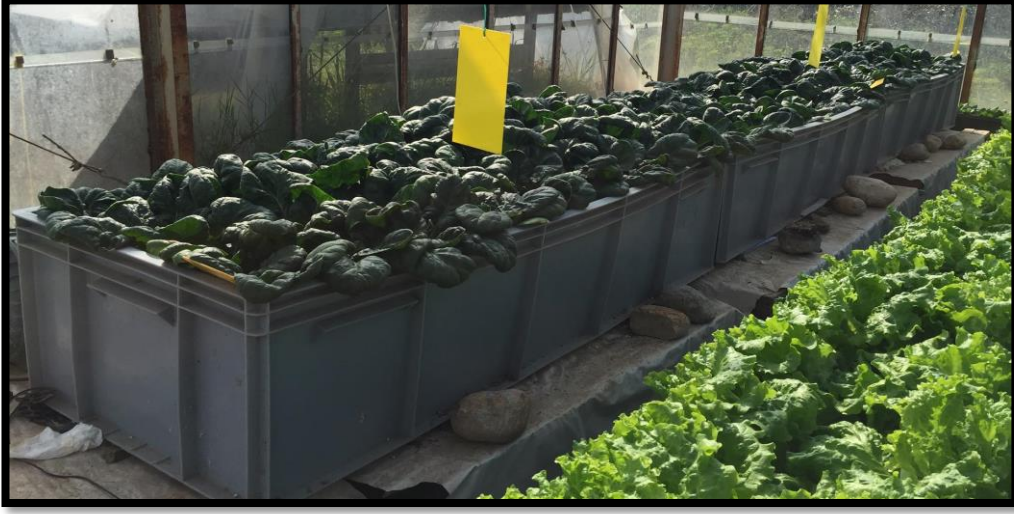
3.6. Metot

Matador çeşidi ıspanak tohumları tüm uygulamalar için 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 36 tohum olmak üzere; durgun su kültürü uygulamalarında strafor içinde bulunan kaya yünü ortamına, topraklı uygulamalarda ise doğrudan toprağa olmak üzere 21 Aralık tarihinde ekilmiş ve her uygulama için toplam 108 adet bitki yetiştirilmiştir. Beş-altı gerçek yapraklı, hasat olgunluğuna gelen ıspanak bitkilerinden örtüaltında durgun su kültürü tekniğiyle yetiştirilen ıspanaklar 22 Şubat, örtüaltında topraklı yetiştiricilik tekniğiyle yetiştirilen ıspanaklar 1 Mart, açıkta durgun su kültürü tekniğiyle yetiştirilen ıspanaklar 12 Mart ve açıkta topraklı yetiştiricilik tekniğiyle yetiştirilen ıspanaklar 26 Mart 2016 tarihinde hasat edilmişlerdir. Araştırma süresince ıspanak bitkilerinin ekimden hasada kadar geçen gün sayısı kaydedilmiştir. Sera içi ve dışı ortalama sıcaklıkları günlük olarak kaydedilmiş ve haftalık ortalamalar olarak kaydedilmiştir.

3.7. Uygulamalar

3.7.1. Sera içi durgun su kültürü uygulaması: Straforlar sera içinde bulunan 120x50x30 (boy x en x yükseklik) cm boyutlarındaki durgun su kültürü yetiştirme kasaları içine yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). Strafor içindeki kaya yünü ortamına Matador çeşidi ıspanak tohumları, sıra arası 13 cm, sıra üzeri 5 cm ve her kasada 36 bitki olacak

şekilde ekilmiştir. Yetiştirme tanklarına hava motoru ve hava taşı ile oksijen sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Sera içi durgun su kültürü uygulaması

3.7.2. Sera dışı durgun su kültürü uygulaması: Straforlar sera dışında bulunan durgun su kültürü yetiştirme tankları içine yerleştirilmiştir (Şekil 3.9). Yetiştirme tanklarına hava motoru ve hava taşı ile oksijen sağlanmıştır. Tankların üzeri yağmur gibi dış çevre kaynaklı etkenlerle besin solüsyonunun bozulmasını önlemek için plastik sera örtü malzemesi kullanılarak yapılmış bir çatı ile kapatılmıştır.



Şekil 3.9. Sera dışında durgun su kültürü uygulaması

3.7.3. Sera içi topraklı yetiştiricilik uygulaması: Sera içinde bulunan yetiştirme kasalarının ileri Araştırma ve Uygulama alanındaki analizi yaptırılmış ve analiz sonucuna göre gübreleme programı yapılmış toprakla doldurularak ıspanaklar için yetiştirme ortamı sağlanmıştır. 120x50x30 (boy x en x yükseklik) cm boyutlarındaki kasalara Matador eşidi ıspanak tohumları, sıra arası 13 cm, sıra üzeri 5 cm ve her kasada 36 bitki olacak şekilde ekilmiştir (şekil 3.10).



şekil 3.10. Serada topraklı yetiştiricilik

3.7.4. Sera dışı tarla koşullarında yetiştiricilik uygulaması: Araştırma ve Uygulama alanındaki arazi 120x50 cm ölçülerinde parsellere bölünerek yetiştirme ortamı düzenlenmiştir. Analizi yaptırılmış ve analiz sonucuna göre gübreleme programı yapılmış toprağa Matador eşidi ıspanak tohumları, sıra arası 13 cm, sıra üzeri 5 cm ve her parselde 36 bitki olacak şekilde ekilmiştir (şekil 3.11). Kültürel işlemler Vural vd. (2000)'e göre yapılmıştır.



şekil 3.11. Sera dışı tarla koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkileri

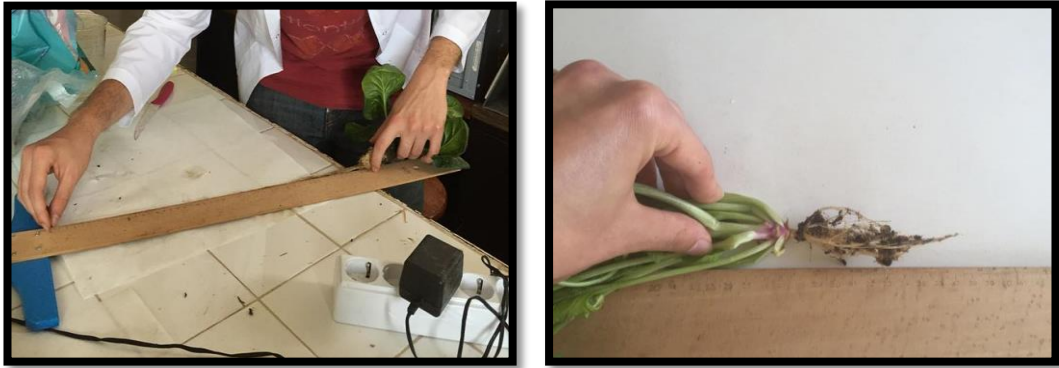
3.8. Denemede incelenen özellikler ve inceleme yöntemleri

3.8.1.Bitki boyu: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkide kök boğazından itibaren bitki tepe sürgününe kadar olan kısım metre yardımıyla ölçülmüş ve sonuçlar cm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Bitki boyu uzunluk ölçümü

3.8.2.Bitki kök uzunluğu: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitki kök boğazlarının 1 cm üzerinden kesildikten sonraki kalan kök kısmı kök boğazında son kök noktasına kadar cetvel yardımı ile cm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.13).



Şekil 3. 13. Ispanak kökü uzunluk ölçümü

3.8.3.Bitki kök ağırlığı: Uzunluğu saptanan kazık kökün ağırlığı elektronik hassas terazide tartılmış ve g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. Ispanak kök ağırlığı ölçümü

3.8.4.Pazarlanabilir bitki ağırlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin kökleri kesilmiş, dış yaprakları ayıklanmış, pazara sunulabilecek haldeki bitkiler elektronik hassas terazide tartılmış ve ağırlıkları g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Pazarlanabilir bitki ağırlığı ölçümü

3.8.5. Bitki yaprak sayısı: Her parselden tesadüfen seçilen pazarlanabilir haldeki 20 bitkinin tam olarak açmış yaprakları sayılmış ve adet olarak kaydedilmiştir.

3.8.6.Bitki dış yaprak sayısı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkide en dışta bulunan hastalıklı, sararmış, yenme özelliğini kaybetmiş yapraklar sayılmış ve adet olarak kaydedilmiştir.

3.8.7.Bitki dış yaprak ağırlığı: Sayıları belirlenen dış yapraklar elektronik hassas terazide tartılmış ve ağırlıkları g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Dış yaprak ağırlığı ölçümü

3.8.8.Bitki başına yaprak ayası ağırlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin sadece yaprak ayaları kesilmiş ve elektronik hassas terazide tartılarak ağırlıkları g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3. 17. Yaprak ayası ölçümü

3.8.9. Bitki başına yaprak sapı ağırlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin sadece yaprak sapları kesilmiş ve elektronik hassas terazide tartılarak ağırlıkları g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.18.).



Şekil 3. 18. Yaprak sapı ağırlığı ölçümü

3.8.10. En gelişmiş yaprağın yüzey alanı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı kesilerek lazerli alan ölçer ile yüzey alanı ölçülmüş ve cm^2 olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3. 19. Yaprak yüzey alanı ölçümü

3.8.11. En gelişmiş yaprağın boyu: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı koparılarak lazerli alan ölçer ile boyu ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

3.8.12. En gelişmiş yaprağın eni: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı koparılarak lazerli alan ölçer ile eni ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

3.8.13. En gelişmiş yaprağın boy/en oranı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağının boyu, enine oranlanmış ve kaydedilmiştir.

3.8.14. En gelişmiş yaprağın yaprak ayası ağırlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı kesilmiş ve sadece ayasının ağırlığı elektronik hassas terazide tartılarak g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. En gelişmiş yaprağın aya ağırlığının ölçümü

3.8.15. En gelişmiş yaprağın kalınlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağının ayasındaki, iki damar arası mümkün olduğunca orta damara yakın yerden, elektronik kumpas ile kalınlığı ölçülmüş ve mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.21.).



Şekil 3. 21. Yaprak kalınlığı ölçümü

3.8.16. En gelişmiş yaprağın sapının kalınlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağının, yaprak sapının tam orta kısmı elektronik kumpas ile ölçülmüş ve mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.22.).



Şekil 3. 22. Sap kalınlığı ölçümü

3.8.17. En gelişmiş yaprağın sapının uzunluğu: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağının sapı kesilerek uzunluğu metre yardımıyla ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3. 23. En gelişmiş yaprak sapının ölçümü

3.8.18. En gelişmiş yaprağın sapının ağırlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı kesilmiş ve sadece sapının ağırlığı elektronik hassas terazide tartılarak g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. En gelişmiş yaprağın sap ağırlığı ölçümü

3.8.19. En gelişmiş yaprağın kuru ağırlığı: Her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı koparılarak diğer

ölçümler yapıldıktan sonra kahverengi kağıt torba içinde, üzerine uygulama ve tekrerrür numarası yazılarak kurutma dolabına yerleştirilmiş ve tamamen kuruyuncaya (genellikle 3-6 gün) kadar 65°C'de bekletilmiştir. Kurutma dolabında 2 gün bekletildikten sonra örnekler her gün tartılmış, kuru ağırlıkları sabit hale geldiğinde kuru olarak kabul edilip kuru ağırlıkları g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.25).



Şekil 3. 25. En gelişmiş yaprağın kuru ağırlık ölçümü

3.8.20. Bitki yaprak renk analizi: Her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkinin her birinin en gelişmiş, pazarlanabilir haldeki yaprağı kromometre ile ölçülerek yaprakların ortalama L, a, b değerleri tespit edilmiştir (Şekil 3.26). L değeri parlaklığı, a değeri yeşil rengi, b değeri sarı rengi belirlemektedir.



Şekil 3. 26. Yaprak renk analizi

3.8.21. Erkencilik: Örtüaltında, açıkta ve üzeri kapalı şekilde açıkta yetiştirilen ıspanakların hasada gelme süreleri not edilmiş ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

3.8.22. Parsel başına verim: Hasat olgunluğuna gelen bitkilerin tümü kökleriyle birlikte hasat edilmiş, pazarlanabilir nitelikte olanlar tartılmış ve sonuçlar g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.27).



Şekil 3. 27. Hasat olgunluğuna gelen bitkilerin tartımı

3.8.23. Bitki yaprak klorofil ölçümü: Üç farklı gelişme döneminde (2 gerçek yapraklı, 5 gerçek yapraklı ve hasat dönemi) ıspanak yapraklarının klorofil içeriği “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofilmetre ile ölçülmüş ve sonuçlar mg/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.28). Her dönemde ölçüm yapılacak yaprağın ana damara yakın iki bölgesinden ve her parselde 10 bitkiden örnek okumaları yapılmış elde edilen verilerin ortalaması alınarak istatistiksel analizleri yapılmıştır (Geravandi vd. 2011).



Şekil 3. 28. Yaprak klorofil ölçümü

3.8.24. Solüsyon pH değişimleri: Denemenin ilk gününden son gününe kadar günlük pH değişimleri dijital pH metre ile ölçölmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.29).



Şekil 3. 29. Solüsyonun pH ve sıcaklık ölçümü

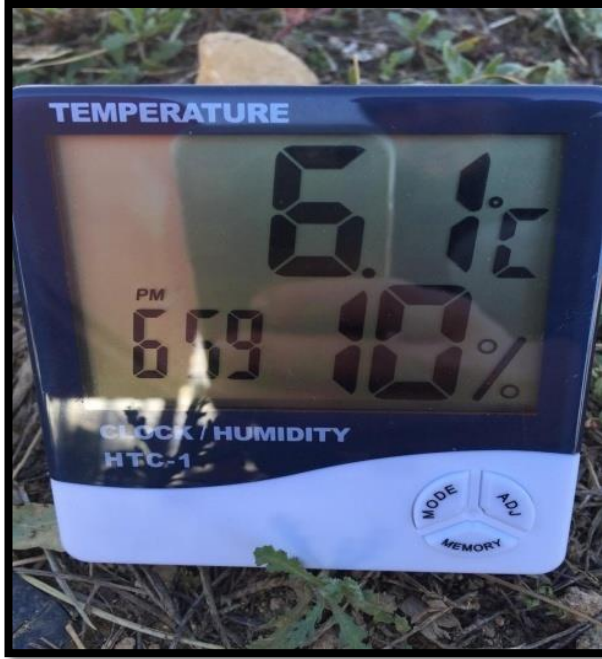
3.8.25. Solüsyon sıcaklık değişimleri: Denemenin ilk gününden son gününe kadar günlük solüsyon sıcaklık değişimleri dijital pH metre ile ölçölmüş ve kaydedilmiştir.

3.8.26. Solüsyon EC değişimleri: Denemenin ilk gününden son gününe kadar günlük EC değişimleri dijital EC metre ile ölçölmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.30).



Şekil 3. 30. Solüsyonun EC ölçümü

3.8.27. Sera içi ve dış ortam sıcaklık değişimleri: Denemenin ilk gününden son gününe kadar günlük sıcaklık değerleri dijital termometre ile ölçölmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3. 31. Dijital termometre ile sıcaklık ölçümü

3.8.28. Yaprakta nitrat analizi: Kurutulmuş bitki yapraklarındaki örneklerin nitrat içerikleri BATEM laboratuvarında salisilik asit yöntemi ile Spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008).

3.8.29. Yaprakta K, Ca, Mg, Fe, Z, Mn, Cu analizi: Element analizleri Jones vd. (1991)'e göre BATEM laboratuvarlarında yapılmıştır. Bitkinin en dıştaki sağlıklı yaprakları alınarak, 65°C'de kurutulup, öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal 2008). Öğütülmüş yaprak örneklerinden 0,5 g alınarak HNO₃ ile mikro dalgada yaş yakma yapılarak, örneklerden elde edilen süzüklerdeki element miktarları Inductively Coupled Plasma (ICP OES) cihazı ile belirlenmiştir. (Kacar ve İnal 2008). Yaş yakma metodu ile elde edilen süzükte, Fe, Mn, Zn, Cu, K, Ca ve Mg miktarları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile saptanmıştır (Kacar 1972). Sonuçlar kuru maddede % olarak verilmiştir.

3.8.30. Yaprakta P analizi: Yapraklardaki P miktarları BATEM laboratuvarında Vanadomolibdofosforik sarı renk metoduna (Kacar ve Kovancı 1982) göre belirlenmiştir.

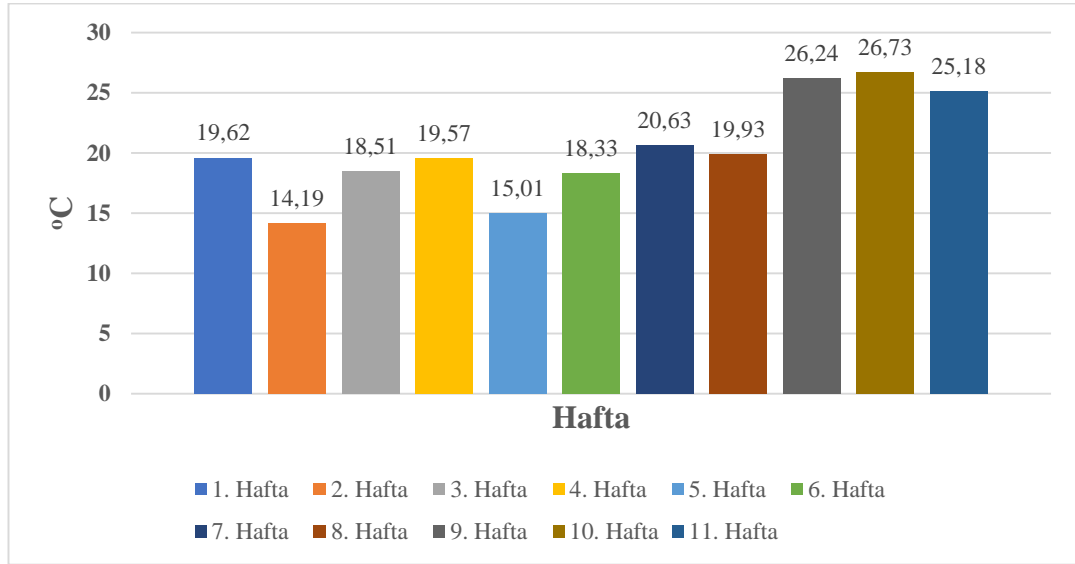
3.9. Verilerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesi

Çalışma bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Sera ve açıkta yetiştiricilik faktörü ana parselde, yetiştirme tekniği (toprak ve durgun su) alt parsellerde yer almıştır. İstatistiksel analizler, SPSS paket programında (versiyon17) sera ve açıkta yetiştiricilik faktörü ana parselde, yetiştirme tekniği (toprak ve durgun su) alt parsellerde yer alacak şekilde bölünmüş parseller deneme desenine göre yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıkların belirlenmesinde LSD testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

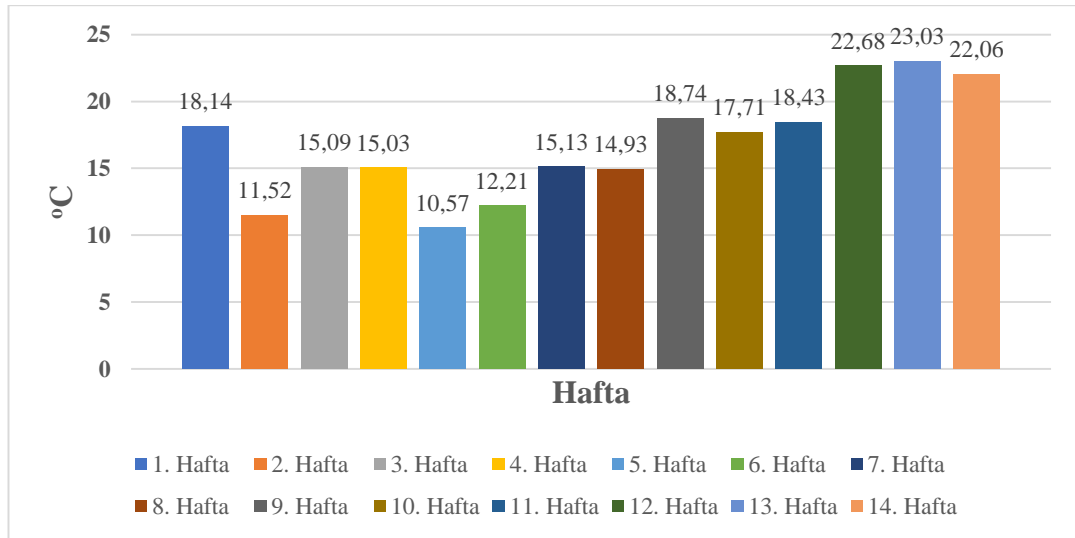
4.1. Sıcaklık Değişimleri

Deneme süresince sera içerisinde haftalık ortalama sıcaklık 14-27 °C arasında değişmiştir. En yüksek sıcaklık 26.73 °C ile 10. haftada olurken, en düşük 14.19 °C ile 2. haftada kaydedilmiştir (Şekil 4.1).



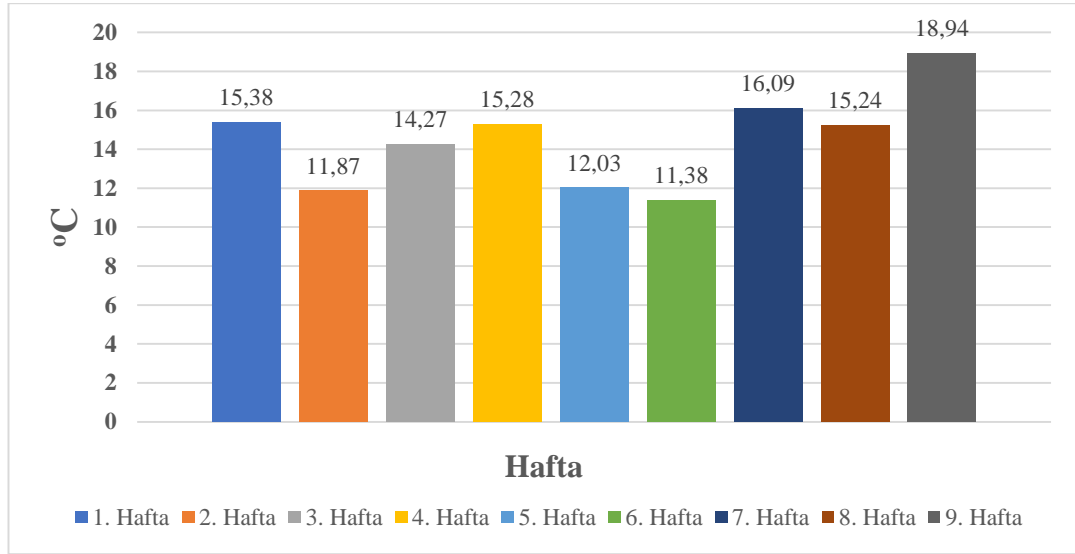
Şekil 4.1. Haftalık sera içi sıcaklık ortalamaları (°C)

Dış ortam sıcaklığı tohum ekildiği tarihten itibaren değişim göstermiş ve 10-23 °C arasında değişmiştir. Tohum ekildiği dönemdeki sıcaklıklar hasat edildiği döneme göre daha düşük seviyede gerçekleşmiştir (Şekil 4.2).



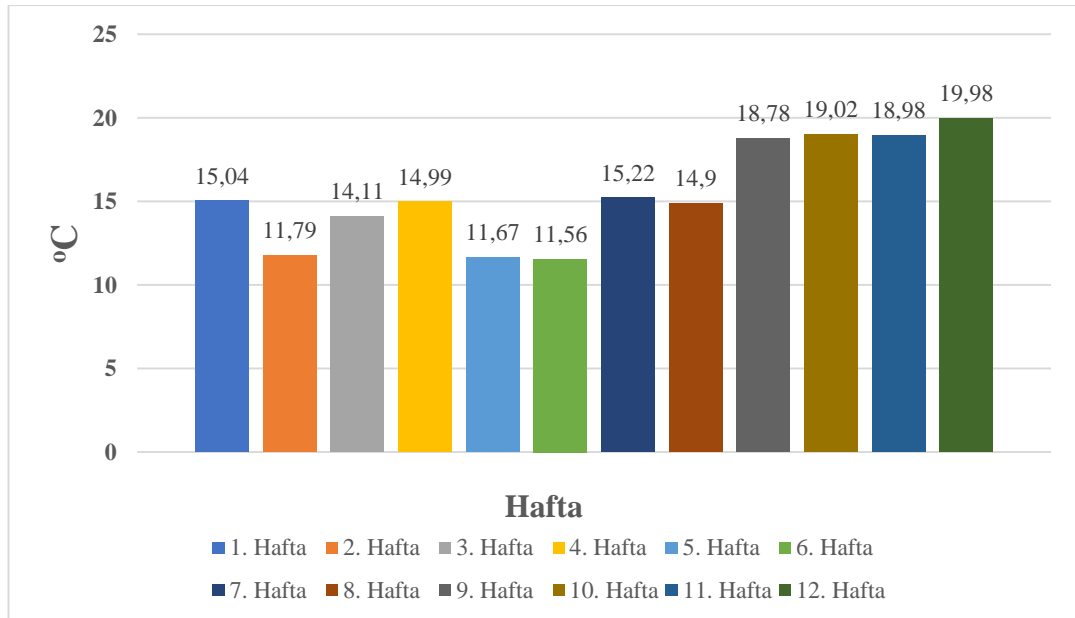
Şekil 4.2. Haftalık sera dışı sıcaklık ortalamaları (°C)

Sera sıcaklığına bağlı olarak besin solüsyonlarının sıcaklık değerleri değişim göstermiştir. Besi ortamı sıcaklığı çok değişim göstermemiş ve değerler 11-19 °C arasında olmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Serada suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama besin solüsyonları sıcaklık değerleri (°C)

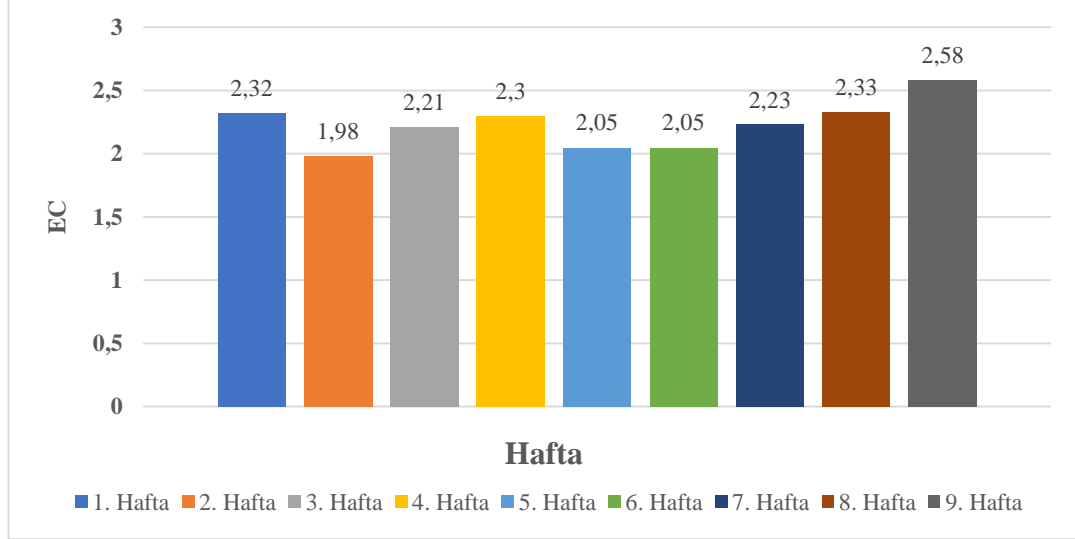
Dış ortam solüsyon sıcaklığı sera içindeki sıcaklıklara çok yakın olmuş ve değerler 11-20 °C arasında değişmiştir (Şekil 4.4).



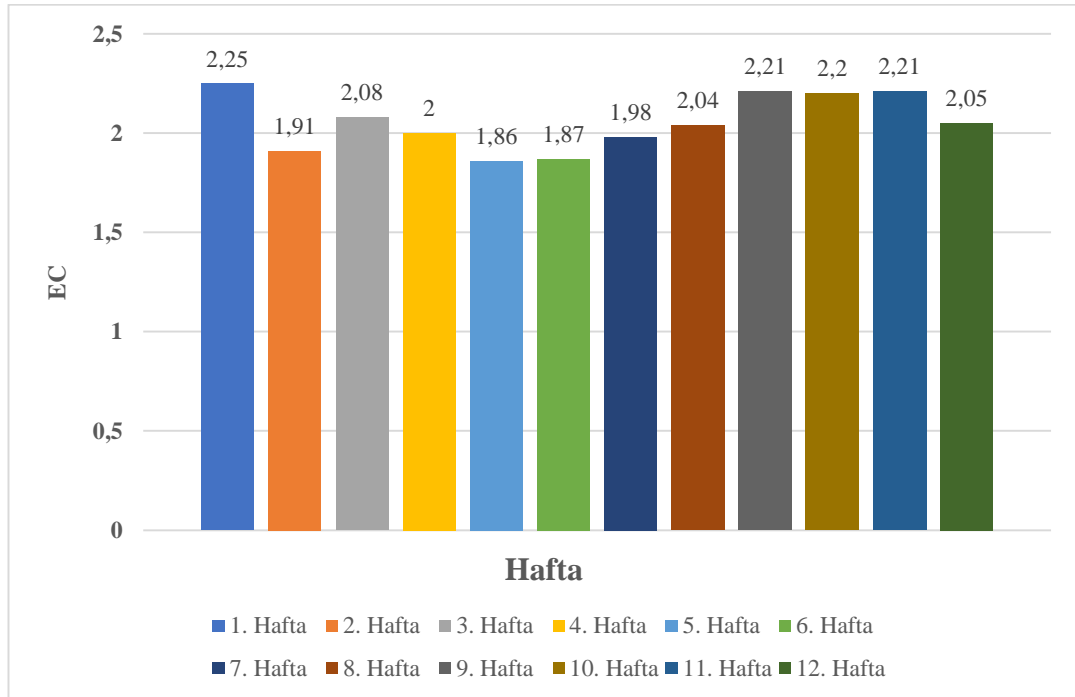
Şekil 4.4. Açıkta suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama besin solüsyonları sıcaklık değerleri

4.2. EC ve pH Değişimleri

Sera içerisinde ve dışında su kültüründe ölçülen EC değerleri çok değişim göstermemiş ve değerler 1.9-2.58 arasında değişmiştir (Şekil 4.5 ve 4.6).



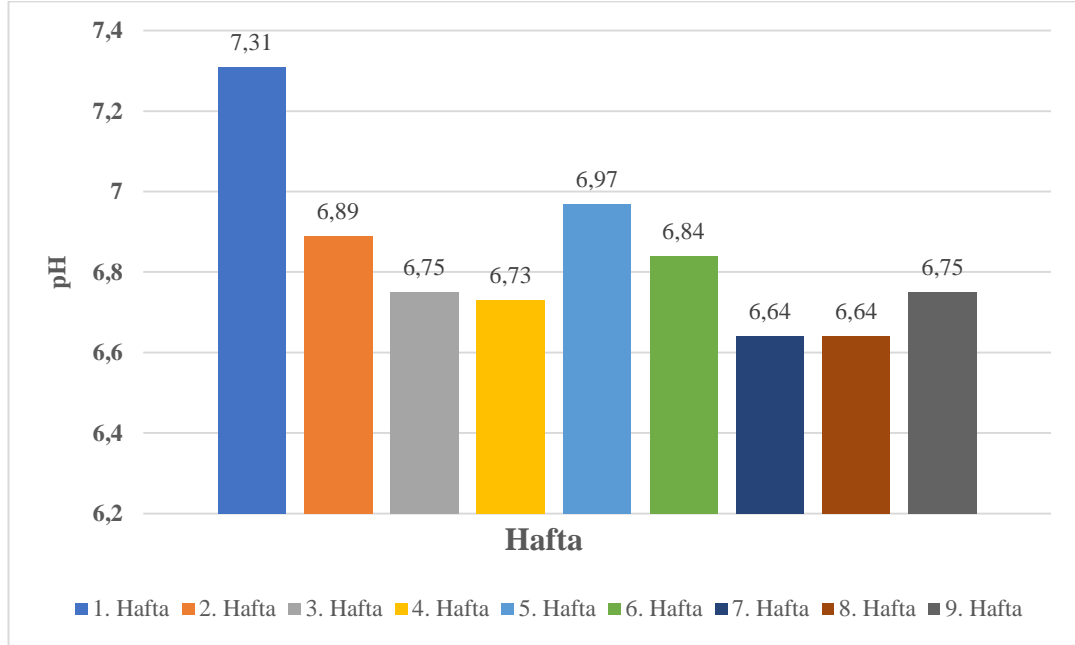
Şekil 4.5. Serada suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama EC değerleri



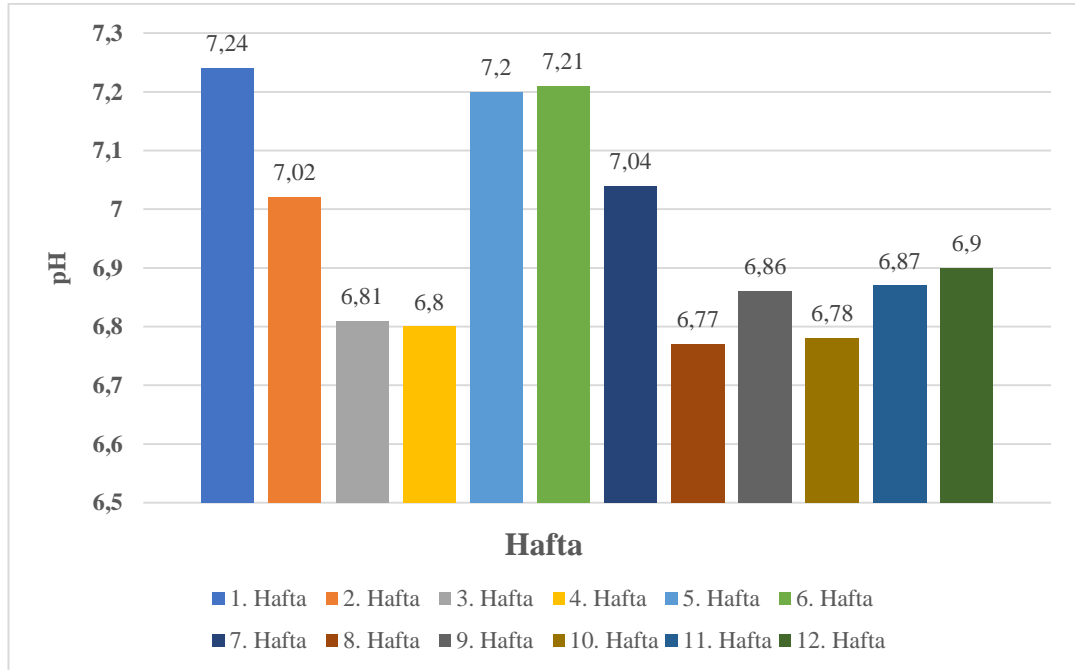
Şekil 4.6. Açıkta suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama EC değerleri

Sera içerisinde ve dışında kutu içindeki solüsyonların pH değerleri tohum ekildiği dönemde 7'nin üzerinde iken 4 hafta sonunda 6.7'ye kadar düşmüştür. Daha

sonra yeni pH ayarlaması yapılarak pH 7 seviyelerine yükseltmiş ancak hasat zamanına değerlerde azalma olmuştur (Şekil 4.7 ve 4.8).



Şekil 4.7. Serada suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama pH değerleri



Şekil 4.8. Açıkta suda yetiştirilen ıspanakların haftalık ortalama pH değerleri

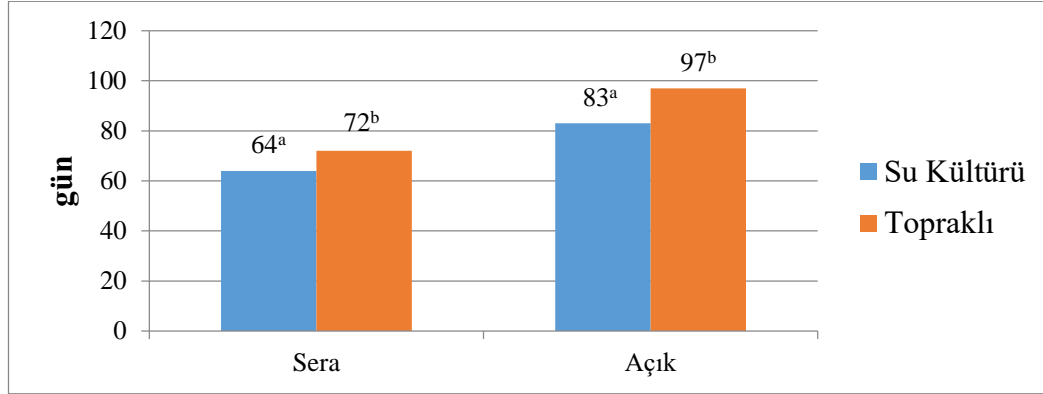
4.3. Hasat, Analiz ve Değerlendirme Sonuçları

En erken hasat serada su kültüründe yetişen ıspanaklarda 64 gün ile en geç ise 97 gün ile açıkta ve toprakta yetişen ıspanaklarda olmuştur. Sera ve açıkta su kültüründe yetişen ıspanaklar toprakta yetişenlerden daha erken hasat edilmişlerdir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.1. Denemeye alınan ıspanakların hasada gelme süreleri

Hasada Gelme Süreleri (gün)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	64 ^a	72 ^b
Açık	83 ^a	97 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



Şekil 4.9. Denemeye alınan ıspanakların hasada gelme süreleri

En fazla verim 2.266.55 g ile serada ve su kültüründe yetişen ıspanaklardan elde edilirken, bunu sırasıyla 2.197.34 g ile açıkta toprakta ve 1.571.09 g ile açıkta su kültüründe yetişen ıspanaklar takip etmiştir. Su kültüründe serada yetişenler, topraklı yetiştiricilikte ise açıkta yetişen ıspanakların verimi daha fazla olmuştur. Serada su kültürü ile açıkta topraktan elde edilen verimler arasında fazla bir değişiklik olmamıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Denemeye alınan ıspanaklardan su kültürü ve topraklı yetiştiricilikten elde edilen verimler

Verim (g)	Su kültürü	Topraklı
Sera	2266.55 ^a	1524.04 ^a
Açık	1571.09 ^a	2197.34 ^a

* Uygulamalar arası fark önemsiz ($P \leq 0.01$)

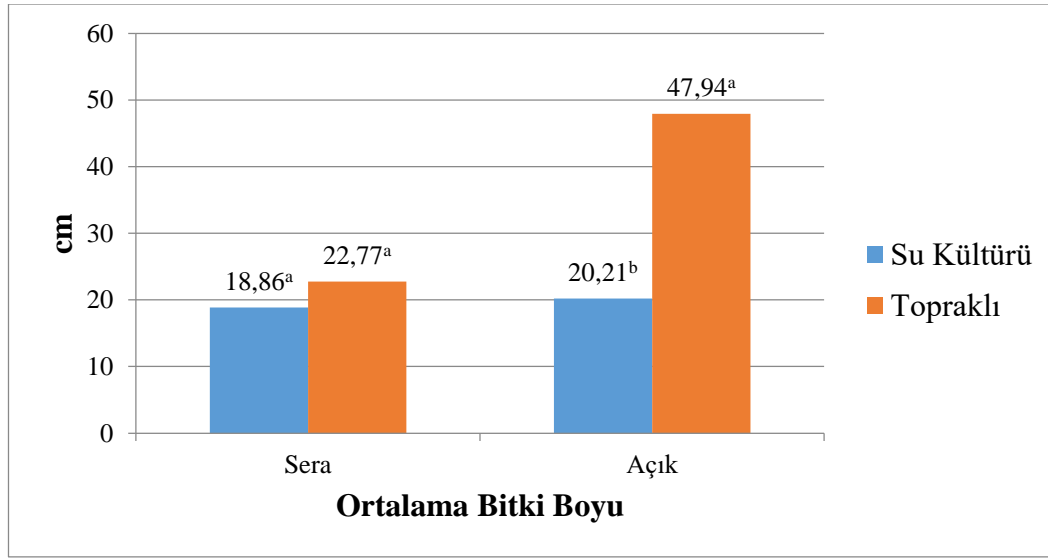
Bitki boyu üzerine yetiştiricilik sistemleri ve ortamları etkili olmuştur. Açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanakların boyu serada yetişenlere göre daha uzun saptanmıştır. Ortalama en uzun boy 47.94 cm ile açıkta ve toprakta yetişen

ıspanaklarda olurken bunu sırasıyla 22.77 cm ile serada topraklı yetiştiricilik ve 20.21 cm ile açıkta su kültüründe yetişen ıspanaklar takip etmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.10).

Çizelge 4.3. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama bitki uzunlukları

Ortalama Bitki Boyu (cm)	Su kültürü	Topraklı
Sera	18.86 ^a	22.77 ^a
Açık	20.21 ^b	47.94 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



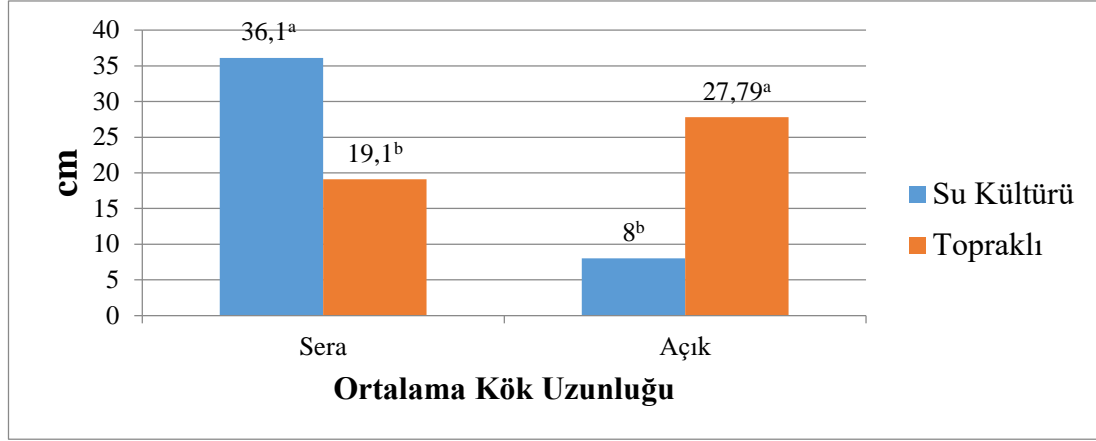
Şekil 4.10. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama bitki uzunlukları

Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanakların kök uzunlukları arasında önemli farklar oluşmuştur. Serada su kültüründe yetişen ıspanakların kök uzunlukları (36.1 cm) toprakta yetişene (19.1 cm) göre daha fazla olurken, açıkta ise toprakta yetişen ıspanakların kök uzunluğu (27.79 cm) su kültüründe yetişene (8.0 cm) göre daha uzun ölçülmüştür (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.11).

Çizelge 4.4. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök uzunlukları

Ortalama Kök Uzunluğu (cm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	36.1 ^a	19.1 ^b
Açık	8 ^b	27.79 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



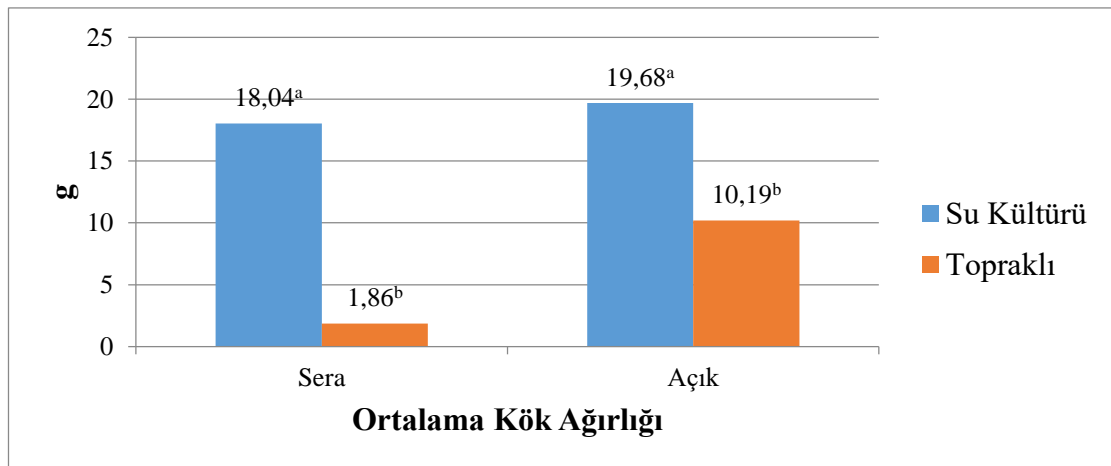
Şekil 4.11. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök uzunlukları

Serada (18.04 g) ve açıkta (19.68 g) su kültüründe yetişen ıspanakların kök ağırlıkları arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Ancak, açıkta toprakta yetişen ıspanağın kök ağırlığı (10.19 g) serada toprakta yetişene göre (1.86 g) oldukça fazla ölçülmüştür (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.12).

Çizelge 4.5. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök ağırlıkları

Ortalama Kök Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	18.04 ^a	1.86 ^b
Açık	19.68 ^a	10.19 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



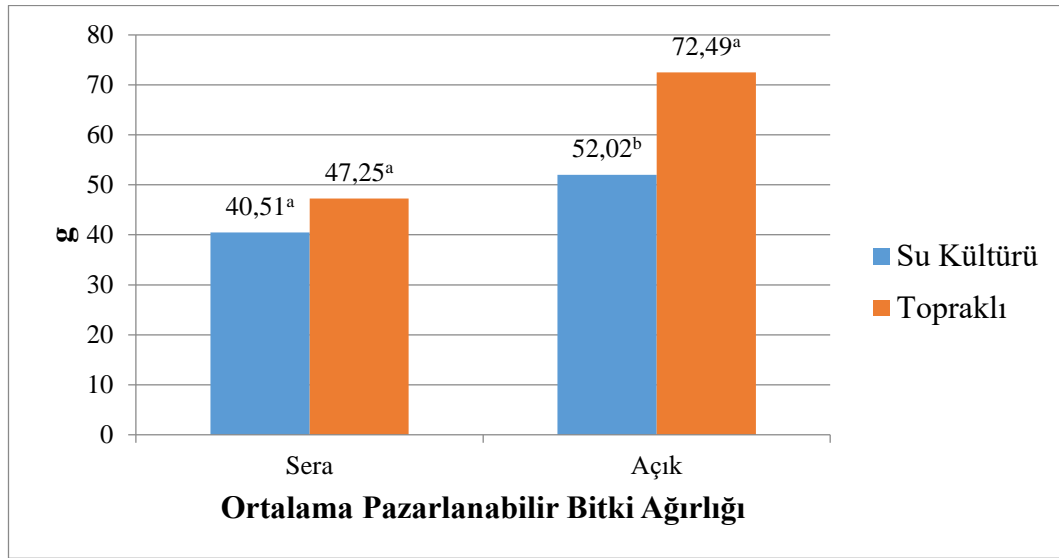
Şekil 4.12. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama kök ağırlıkları

En fazla pazarlanabilir ıspanak 72.49 g ile açıkta ve toprakta yetişen ve en düşük ise 40.51 g ile su kültüründe ve serada yetişen ıspanaklardan elde edilmiştir. Topraklı yetiştiricilikten elde edilen pazarlanabilir ıspanak miktarı su kültürüne göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.13).

Çizelge 4.6. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı

Ortalama Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	40.51 ^a	47.25 ^a
Açık	52.02 ^b	72.49 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



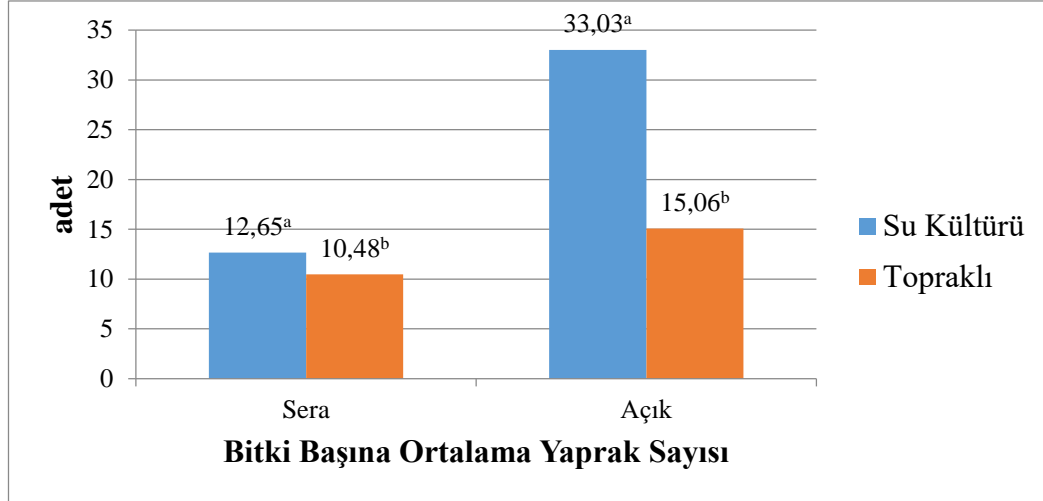
Şekil 4.13. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı

Yetiştiricilik ortamı ve tipleri ıspanaktaki ortalama yaprak sayısını önemli oranda etkilemiştir. Açıkta su kültürü (33.03 adet) ve topraktan (15.06 adet) elde edilen yaprak sayıları serada yetişenlerden daha fazla olmuştur (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.14).

Çizelge 4.7. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan bitki başına elde edilen ortalama yaprak sayısı

Ortalama Yaprak Sayısı (adet)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	12.65 ^a	10.48 ^b
Açık	33.03 ^a	15.06 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



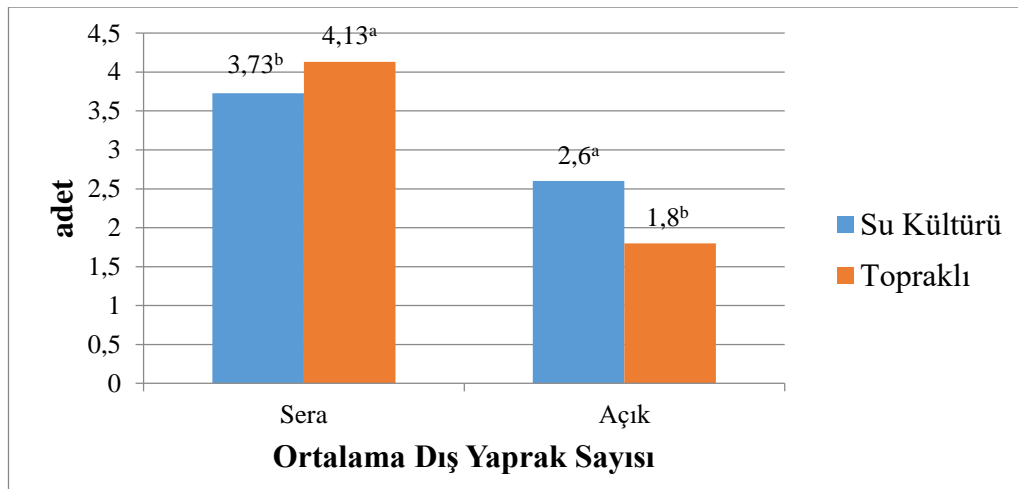
Şekil 4.14. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan bitki başına elde edilen ortalama yaprak sayısı

Açıkta su kültüründe 4.13 adet ile ve serada toprakta 2.60 adet ile dış yaprak sayısı daha fazla sayılmıştır. En düşük dış yaprak sayısı 1.80 adet ile açıkta ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilmiştir (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.15).

Çizelge 4.8. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak sayısı

Ortalama Dış Yaprak Sayısı (adet)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	3.73 ^b	4.13 ^a
Açık	2.60 ^a	1,80 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



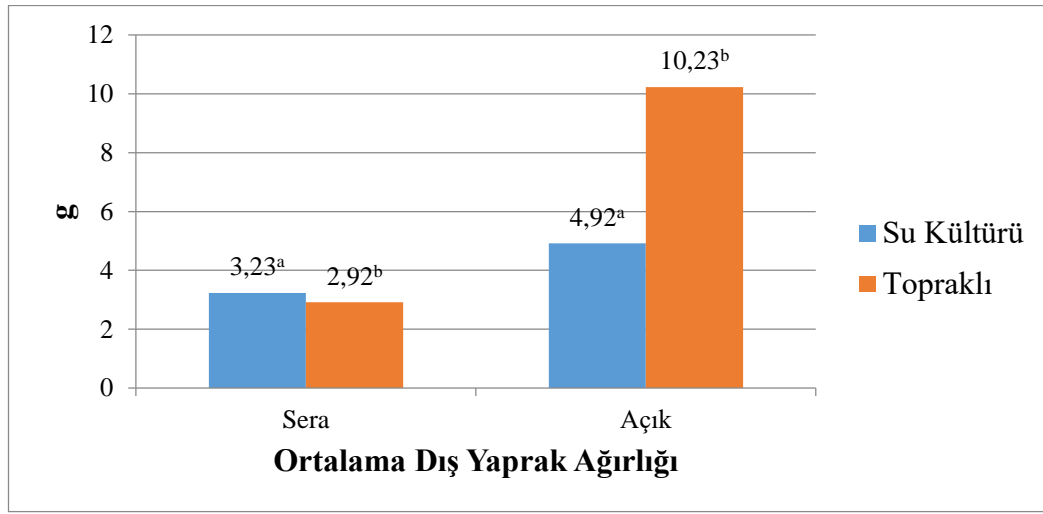
Şekil 4.15. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak sayısı

Açıkta ve topraklı ortamda yetişen ıspanakların ortalama dış yaprak ağırlığı diğerlerine göre oldukça yüksek olup 10.23 g olarak tartılmıştır. Açıkta yetişen ıspanakların dış yaprak ağırlıkları serada yetişenlere göre daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.16).

Çizelge 4.9. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak ağırlığı

Ortalama Dış Yaprak Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	3.23 ^a	2.92 ^b
Açık	4.92 ^a	10.23 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



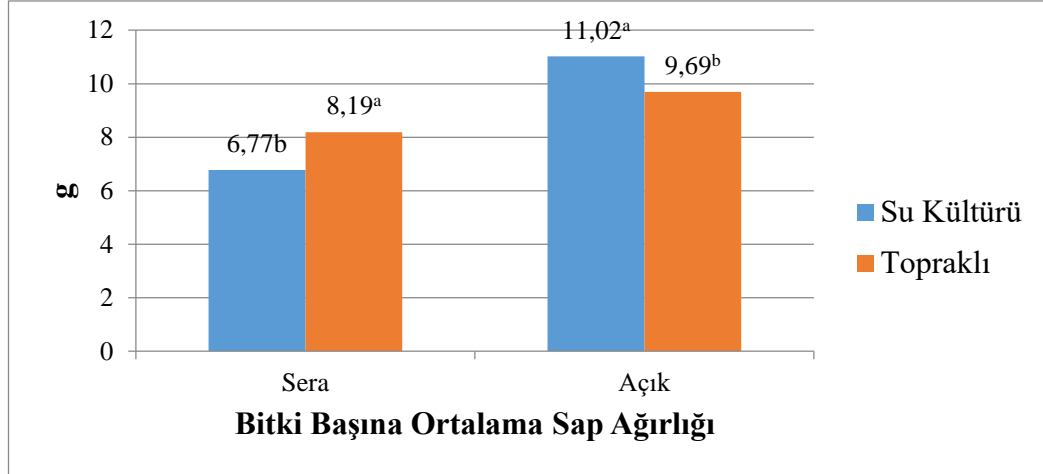
Şekil 4.16. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama dış yaprak ağırlığı

Bitki başına ortalama sap ağırlığı açıkta yetişenlerde su kültüründe (11.02 g) ve serada ise toprakta yetişen (8.19 g) ıspanaklarda daha fazla tartılmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.17).

Çizelge 4.10. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen bitki başına ortalama sap ağırlığı (g)

Bitki Başına Ortalama Sap Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	6.77 ^b	8.19 ^a
Açık	11.02 ^a	9.69 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



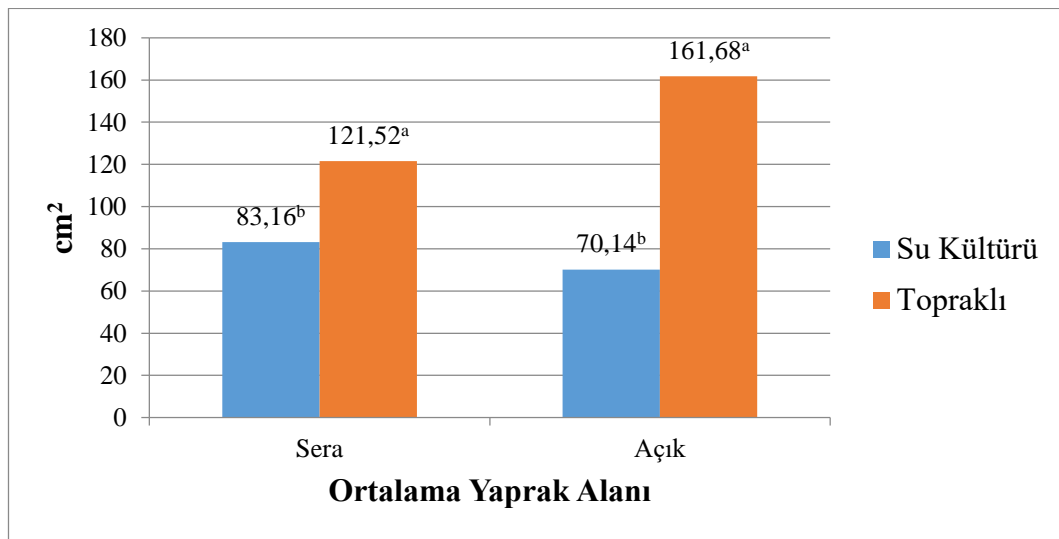
Şekil 4.17. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap ağırlığı/adet bitki

En yüksek ve en düşük yaprak alanı açıkta ve toprakta yetişen ıspanaklarda sırasıyla 161.68 ve 70.14 cm² olarak saptanmıştır. Serada toprakta yetişen ıspanakların alanı su kültüründe yetişenden daha fazla ölçülmüştür (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.18).

Çizelge 4.11. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak alanı (cm²)

Ortalama Yaprak Alanı (cm ²)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	83.16 ^b	121.52 ^a
Açık	70.14 ^b	161.68 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli (P≤0.01)



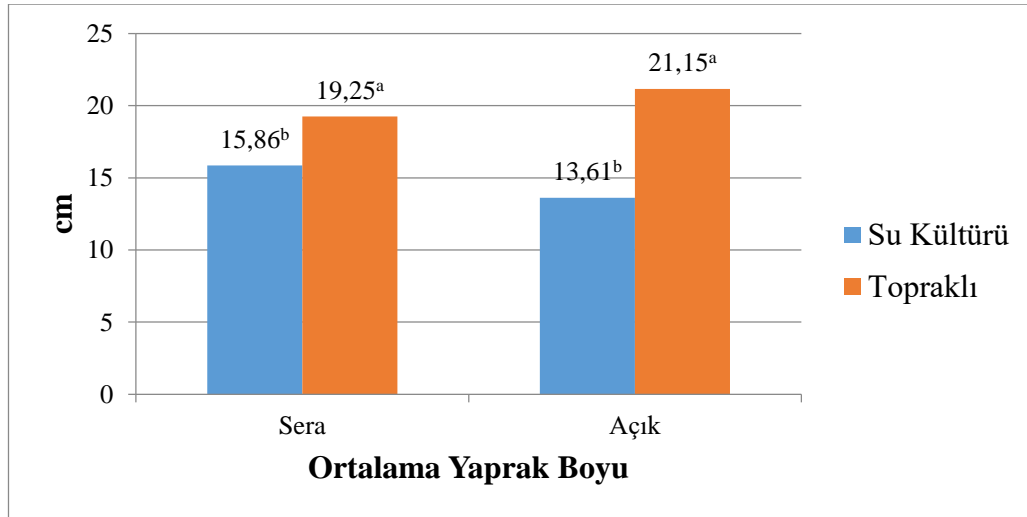
Şekil 4.18. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak alanı

Açıkta (21.15 cm) ve serada (19.25 cm) yetişen ıspanakların ortalama yaprak boyları su kültüründe yetişenlerden daha fazla belirlenmiştir (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.19).

Çizelge 4.12. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak boyu (cm)

Ortalama Yaprak Boyu (cm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	15.86 ^b	19.25 ^a
Açık	13.61 ^b	21.15 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



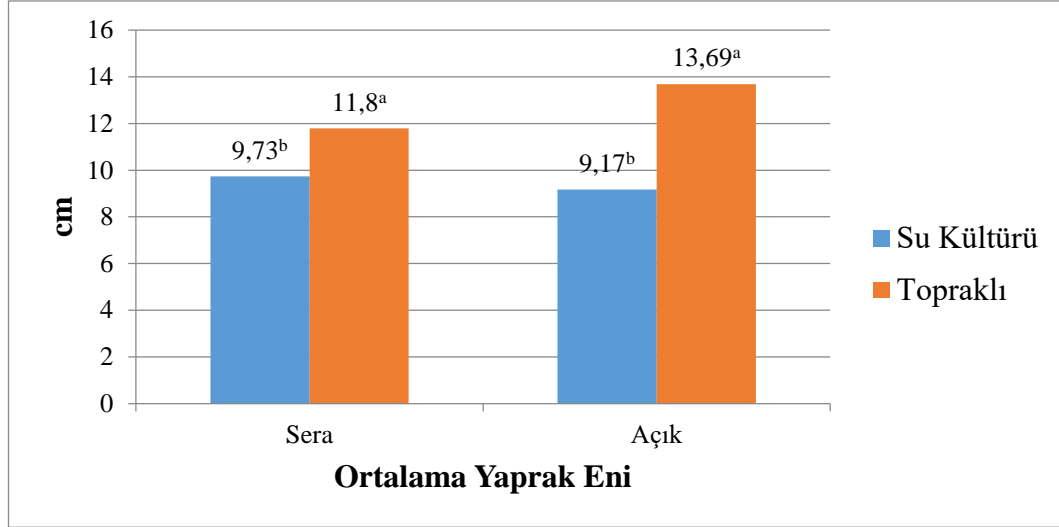
Şekil 4.19. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak boyu

Su kültüründe yetişen ıspanakların yaprak enleri arasında çok fazla fark olmazken, açıkta ve toprakta yetişen ıspanakların yaprak enleri farklılık göstermiştir. En yüksek yaprak eni 13.69 cm ile açıkta ve toprakta yetişen ıspanaklarda saptanmıştır (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.20).

Çizelge 4.13. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak eni (cm)

Ortalama Yaprak Eni (cm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	9.73 ^b	11.8 ^a
Açık	9.17 ^b	13.69 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



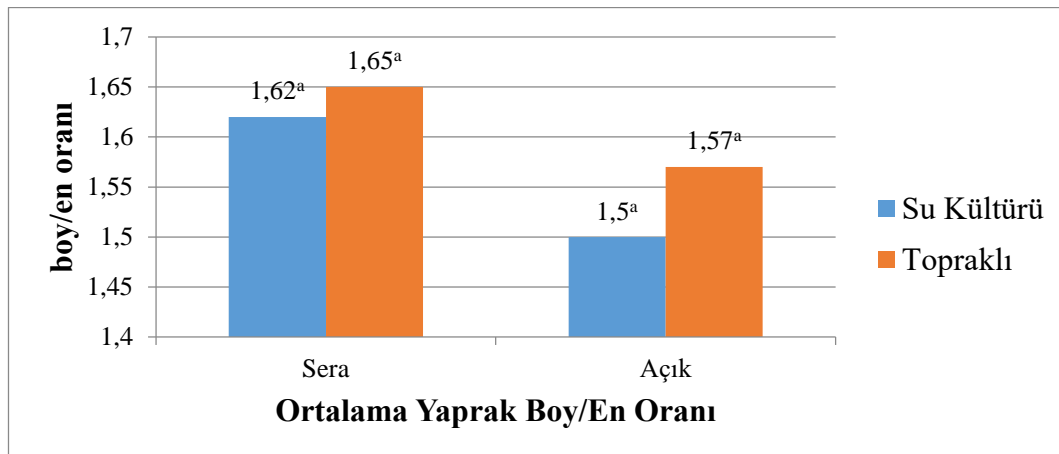
Şekil 4.20. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak eni

Açıkta ve serada su kültürü ve toprakta yetiştirilen ıspanakların yaprak boy/en oranları arasında önemli bir değişim tespit edilmemiştir (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.21).

Çizelge 4.14. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak boy/en oranı

Ortalama Yaprak Boy/En Oranı	Su Kültürü	Topraklı
Sera	1.62 ^a	1.65 ^a
Açık	1.5 ^a	1.57 ^a

* Uygulamalar arası fark önemsiz ($P \leq 0.01$)



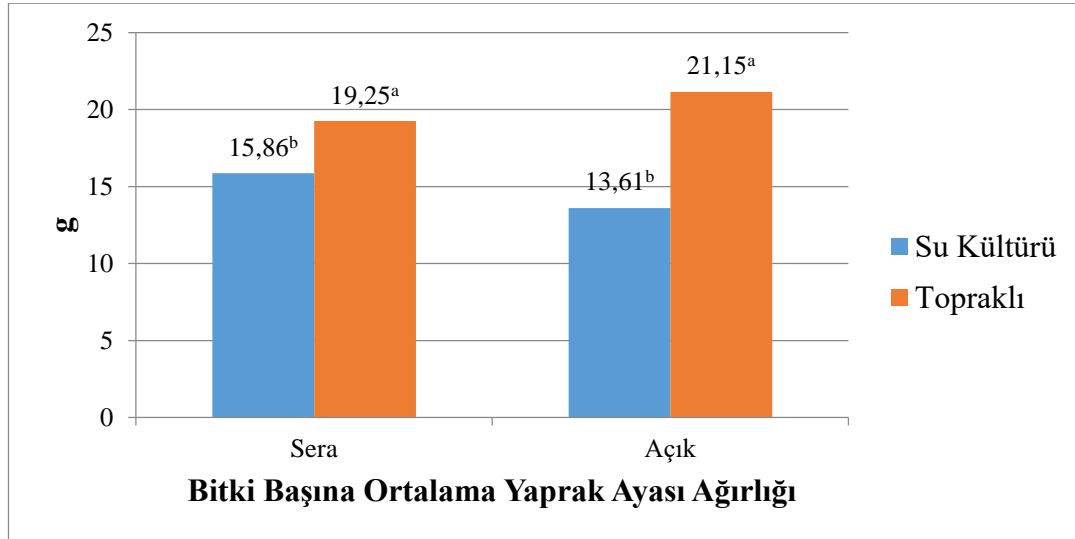
Şekil 4.21. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama boy/en oranı

Serada ve açıkta toprakta yetiştirilen ıspanakların bitki başına ortalama yaprak ayası ağırlıkları su kültüründe yetişenlerden daha fazla olmuştur. En yüksek yaprak ayası ağırlığı 21.15 g ile açıkta ve toprakta yetiştirilen ıspanaklardan elde edilmiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.22).

Çizelge 4.15. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen bitki başına ortalama yaprak ayası ağırlığı (g)

Bitki Başına Ortalama Yaprak Ayası Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	15.86 ^b	19.25 ^a
Açık	13.61 ^b	21.15 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



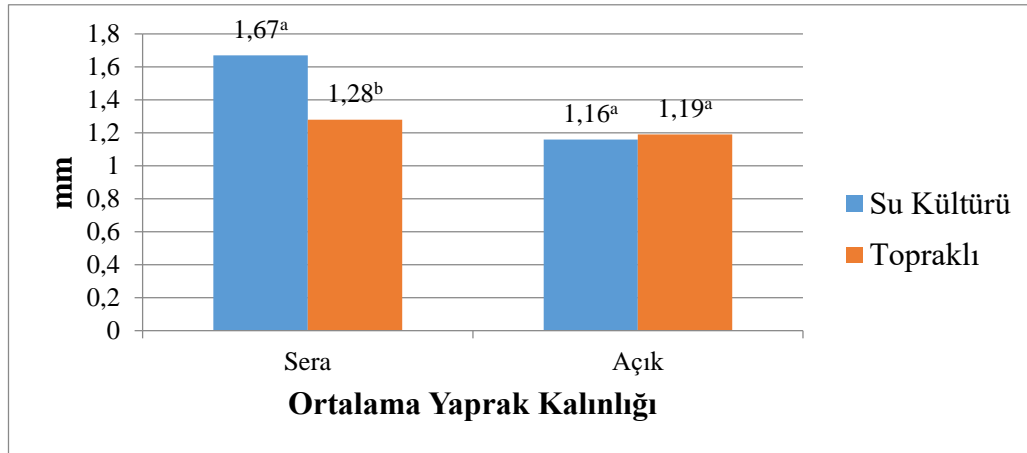
Şekil 4.22. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen bitki başına ortalama yaprak ayası ağırlığı

Açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanakların yaprak kalınlıkları arasında önemli fark bulunmazken, serada ve su kültüründe yetişen ıspanakların (1.67 mm) yaprak kalınlığı açıkta ve su kültüründe yetişen (1.16 mm) ıspanaklardan daha fazla ölçülmüştür (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.23).

Çizelge 4.16. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak kalınlığı (mm)

Ortalama Yaprak Kalınlığı (mm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	1.67 ^a	1.28 ^b
Açık	1.16 ^a	1.19 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



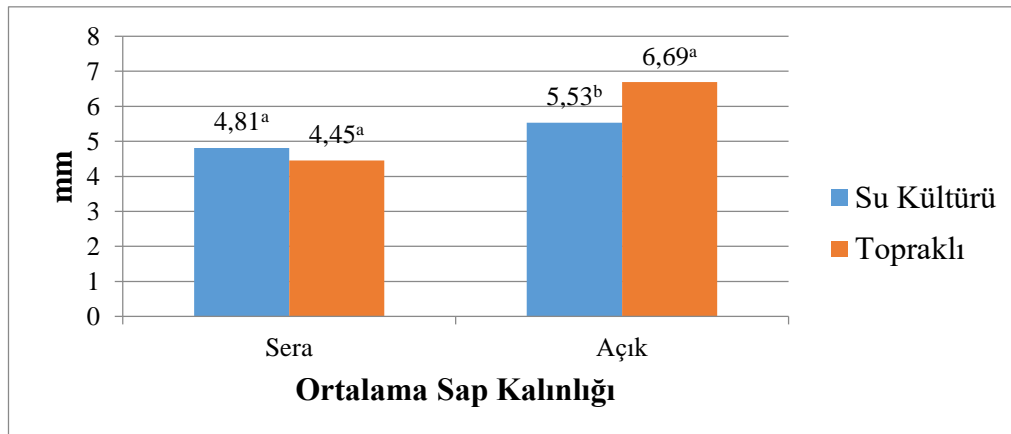
Şekil 4.23. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak kalınlığı

Toprakta ve serada su kültüründe yetişen ıspanakların sap kalınlığı önemli değişim göstermemiş, ancak açıkta ve toprakta yetişen (6.69 mm) ıspanakların sap kalınlıkları serada yetişenlere (4.45 mm) göre fazla belirlenmiştir (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.24).

Çizelge 4.17. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap kalınlığı (mm)

Ortalama Sap Kalınlığı (mm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	4.81 ^a	4.45 ^a
Açık	5.53 ^b	6.69 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



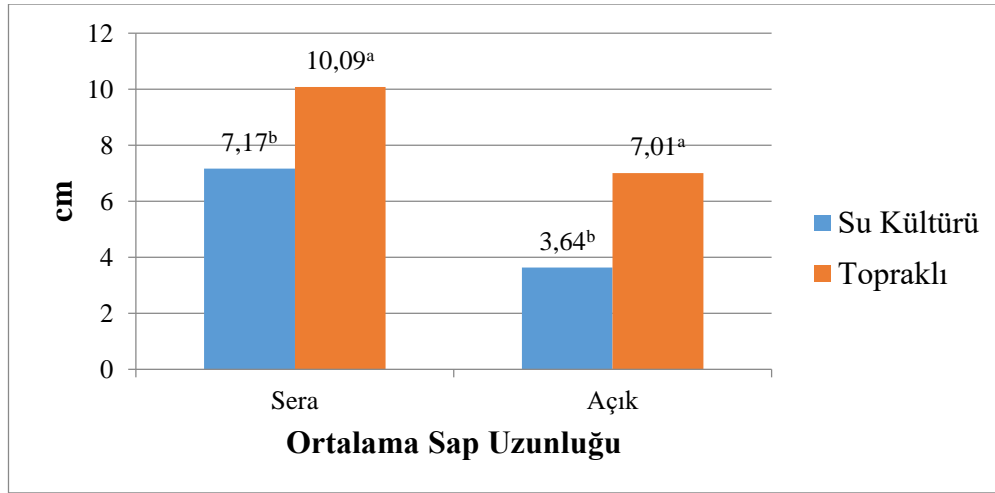
Şekil 4.24. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap kalınlığı(mm).

En fazla sap uzunluğu 10.09 cm ile serada ve toprakta yetişen ıspanaklarda olurken, bunu sırasıyla 7.17 cm ile serada ve su kültüründe yetişen ve 7.01 cm ile açıkta ve toprakta yetişen ıspanaklar takip etmiştir. En kısa saplı ıspanaklar 3.64 cm ile açıkta ve su kültüründe yetişen ıspanaklardan elde edilmiştir (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.25).

Çizelge 4.18. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap uzunluğu (cm)

Ortalama Sap Uzunluğu (cm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	7.17 ^b	10.09 ^a
Açık	3.64 ^b	7.01 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



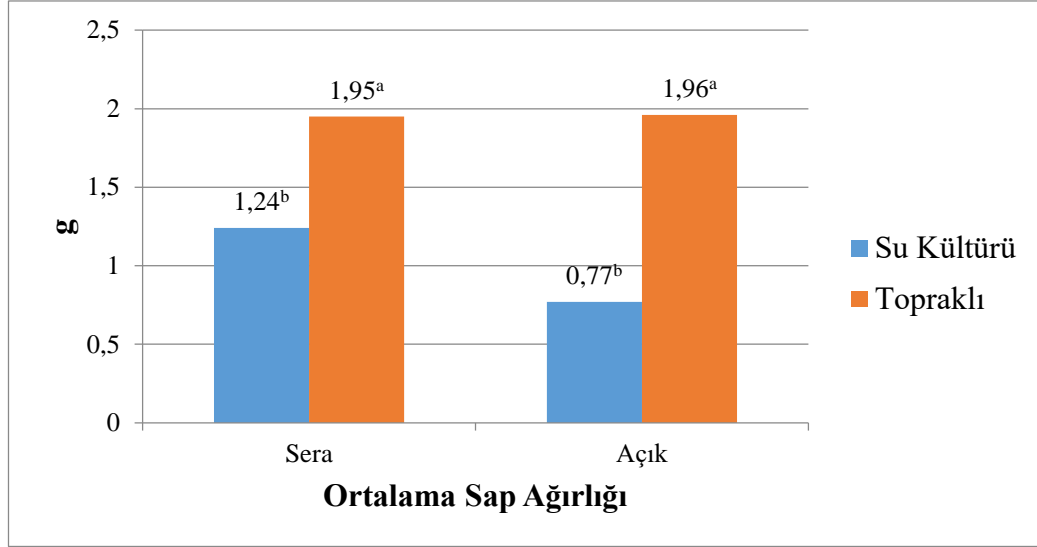
Şekil 4.25. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap uzunluğu(cm)

Serada ve açıkta toprakta yetişen ıspanakların sap ağırlıkları aynı olurken, su kültüründe yetişenlerde önemli değişim belirlenmiştir. Toprakta yetişen ıspanakların ağırlıkları su kültüründe yetişenlerden daha fazla saptanmıştır (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.26).

Çizelge 4.19. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap ağırlığı (g)

Ortalama Sap Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	1.24 ^b	1.95 ^a
Açık	0.77 ^b	1.96 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



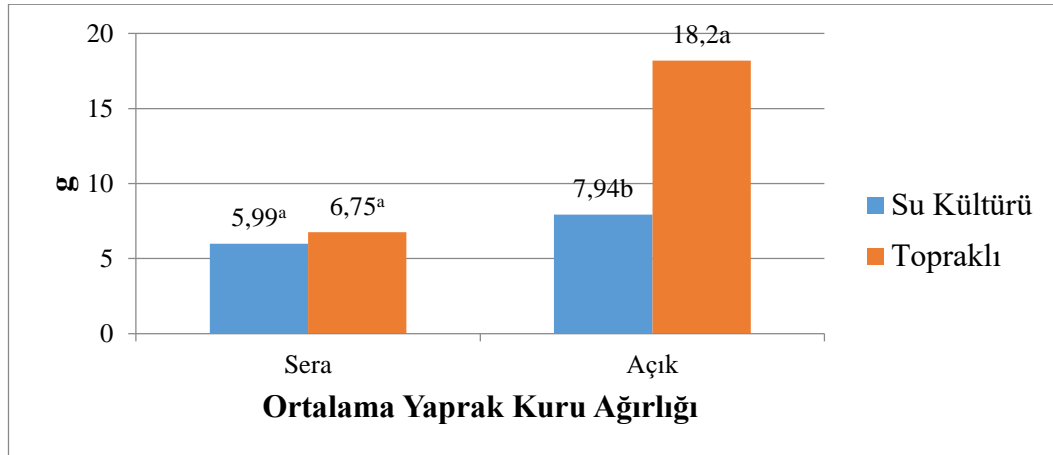
Şekil 4.26. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama sap ağırlığı(g)

Açıkta ve serada toprakta ve su kültüründe yetişen ıspanakların en gelişmiş yapraklarının kuru ağırlıkları saptanmıştır. En fazla kuru ağırlık 18.20 g ile açıkta ve toprakta ve en düşük 5.99 g ile serada ve su kültüründe yetişen ıspanaklardan elde edilmiştir (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.27).

Çizelge 4.20. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen en gelişmiş yapraklarının ortalama kuru ağırlığı (g)

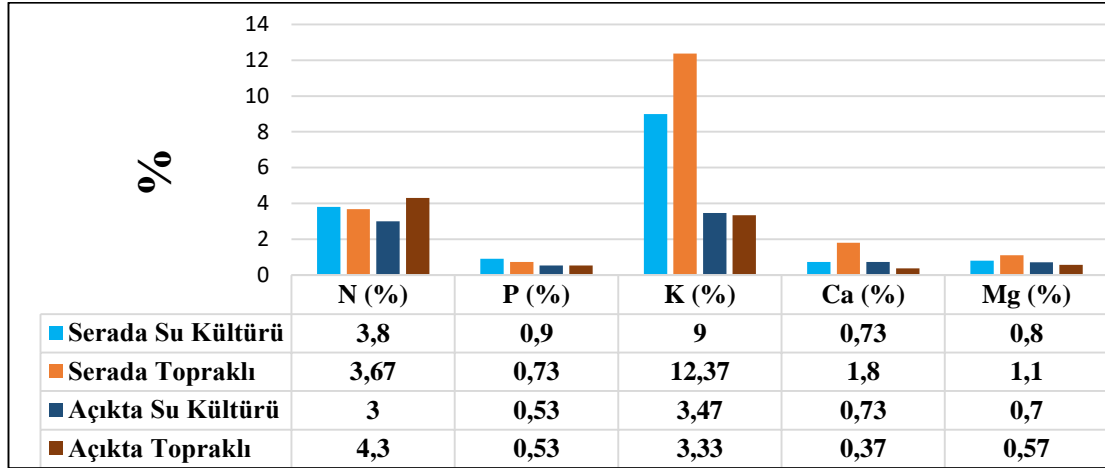
Ortalama Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	5.99 ^a	6.75 ^a
Açık	7.94 ^b	18.2 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



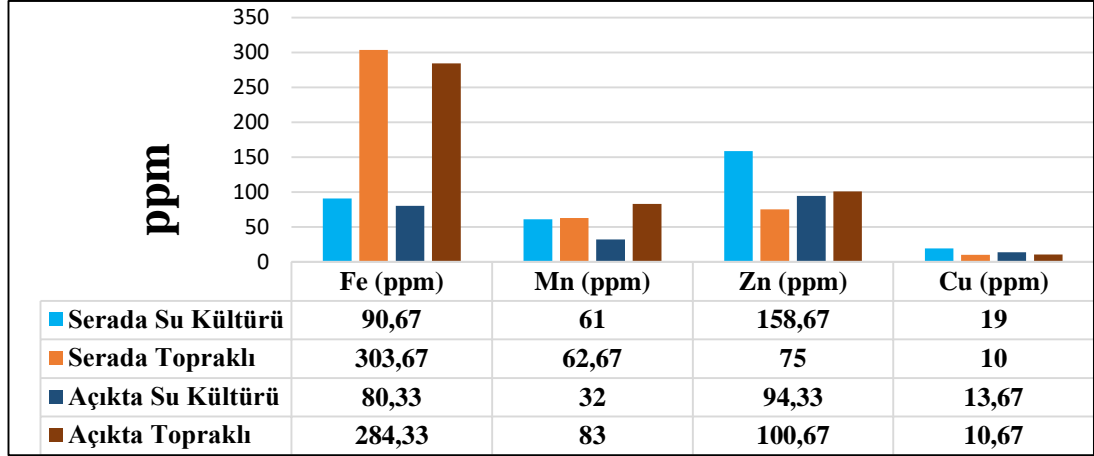
Şekil 4.27. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen ortalama yaprak kuru ağırlığı

Yapraklarda yetiştiricilik ortamına göre saptanan makro element içerikleri oldukça değişim göstermiştir. N %4.3 ile en fazla açıkta ve toprakta yetişen ıspanakların yapraklarında saptanırken, P %0.9 ile serada ve su kültüründe, Ca (%1.8), K (%12.37) ve Mg (%1.1) ise serada toprakta yetişen ıspanak yapraklarında saptanmıştır. Makro elementler içinde en önemli değişim %3.33-12.37 arasında K'da olmuştur (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen yaprakların makro elementler analiz sonuçları (%)

İspanak yapraklarında en fazla değişim Fe içeriğinde olmuş ve toprakta yetişen ıspanakların Fe içeriği (284.33-303.67 ppm) suda yetişenlerden (80.33-90.67 ppm) oldukça fazla belirlenmiştir. Mn içeriği serada su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklarda (61-62.67 ppm) fazla değişmezken, açıkta toprakta yetişenlerdeki seviye (83 ppm) açıkta su kültürüne (32 ppm) göre oldukça fazla olmuştur. Zn içeriği açıkta toprakta (94.33 ppm) ve su kültüründe (100.67 ppm) yetişen ıspanakların yapraklarında fazla değişmemiştir, ancak serada su kültüründe yetişen ıspanakların yapraklarındaki seviye (158.67 ppm) seradaki topraktakinden (75 ppm) iki kat daha fazla belirlenmiştir. Cu 19 ppm ile serada ve su kültüründe yetişende olurken, diğerlerinde 10-13.67 ppm arasında değişmiştir (Şekil 4.29).



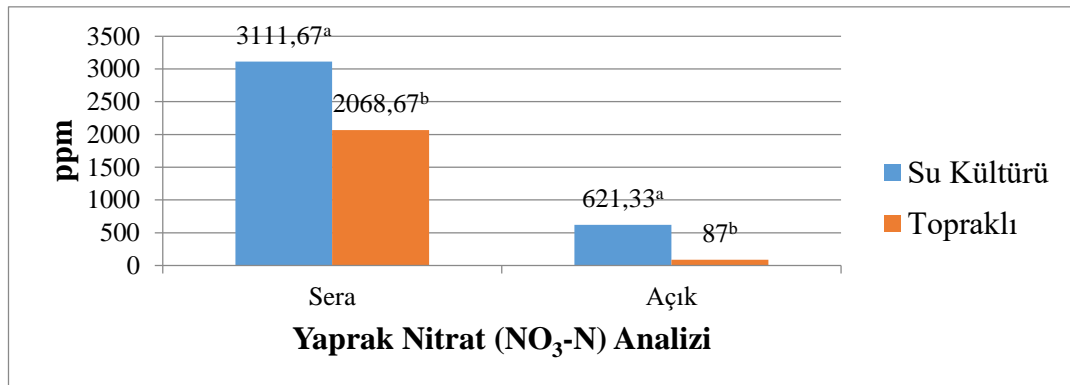
Şekil 4.29. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen yaprakların mikro elementler analiz sonuçları (ppm)

Serada (3111.67 ppm) ve açıkta (621.33 ppm) su kültüründe yetişen ıspanakların yapraklarındaki nitrat birikimi serada (2.068.67 ppm) ve açıkta toprakta (87 ppm) yetiştirilenlerden daha fazla olmuştur. En az nitrat birikimi 87 ppm ile açıkta ve toprakta, en fazla ise 3111.67 ppm ile serada su kültüründe yetişen ıspanakların yapraklarında saptanmıştır. Su kültüründe yetişen ıspanakların yapraklarındaki nitrat birikimi toprakta yetişenlerden daha fazla saptanmıştır (Çizelge 4.21 ve Şekil 4.30).

Çizelge 4.21. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanak yapraklarında ölçülen ortalama nitrat miktarı (ppm)

NO ₃ -N (ppm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	3111.67 ^a	2068.67 ^b
Açık	621.33 ^a	87 ^b

* Uygulamalar arası fark önemli (P≤0.01)

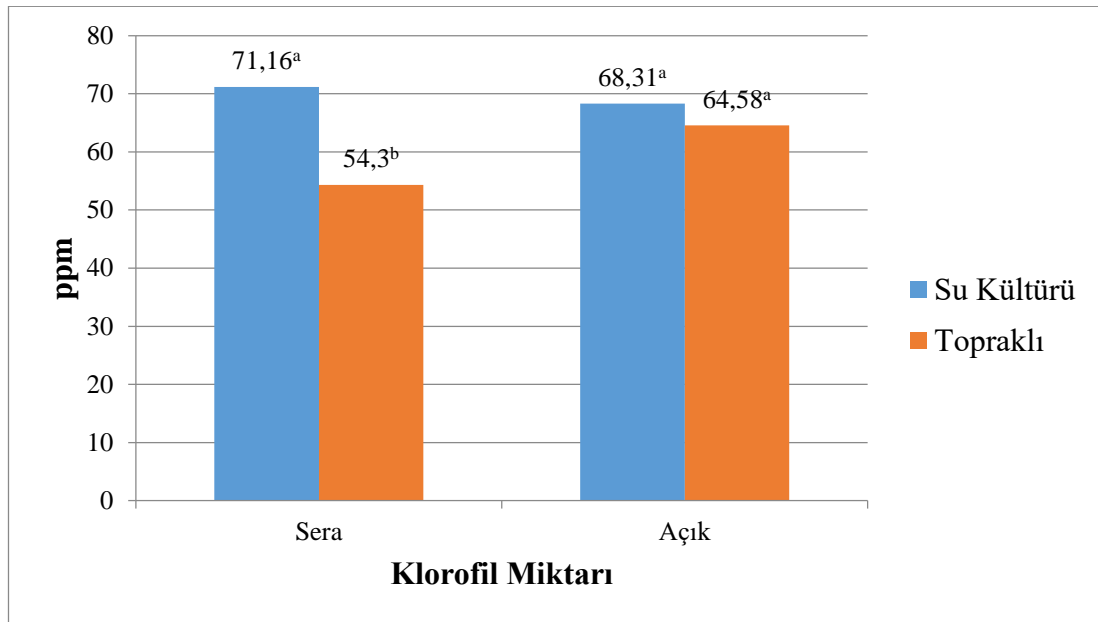


Şekil 4.30. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan elde edilen yaprakların nitrat analiz sonuçları (ppm)

Serada su kültüründe yetişen ıspanakların yapraklarındaki klorofil seviyesi (71.16 ppm) toprakta yetişenden (54.3 ppm) daha fazla olurken, açıkta su kültürü (68.31 ppm) ve toprakta (64.58 ppm) yetişenlerde önemli bir fark oluşmamıştır (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.31).

Çizelge 4.22. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanak yapraklarında ölçülen ortalama klorofil miktarı (ppm)

Klorofil Miktarı (ppm)	Su Kültürü	Topraklı
Sera	71.16 ^a	54.3 ^b
Açık	68.31 ^a	64.58 ^a



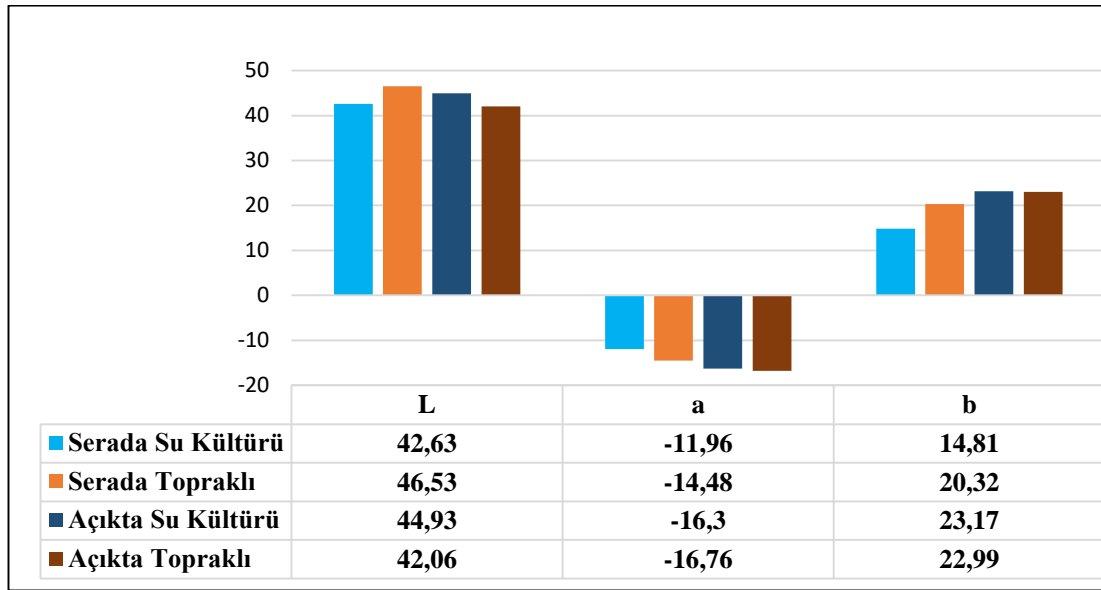
Şekil 4.31. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan ölçülen ortalama klorofil değeri (ppm)

En parlak renkli ıspanak yaprakları serada toprakta ve açıkta su kültüründe yetişen ıspanaklarda olurken, bunu serada su kültürü ve açıkta toprakta yetişenler takip etmiştir. En fazla yeşil renk serada su kültüründe yetişen ıspanaklarda, en düşük ise açıkta toprakta yetişen ıspanak yapraklarında saptanmıştır. Açıkta yetişen ıspanakların yapraklardaki sararma toprakta yetişenlerden daha fazla gerçekleşmiştir (Çizelge 4.23 ve Şekil 4.32).

Çizelge 4.23. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklarda ölçülen ortalama L, a ve b değerleri (L: parlaklığı, a: yeşil rengi, b: sarı rengi belirlemektedir)

	Serada Su Kültürü	Serada Topraklı	Açıkta Su kültürü	Açıkta Topraklı
L	42.63 ^{ab}	46.53 ^a	44.93 ^a	42.06 ^b
a	-11.96 ^a	-14.48 ^b	-16.3 ^b	-16.76 ^b
b	14.81 ^c	20.32 ^b	23.17 ^a	22.99 ^a

* Uygulamalar arası fark önemli ($P \leq 0.01$)



Şekil 4.32. Serada ve açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanaklardan ölçülen ortalama L, a, b değeri

5. TARTIŞMA

Su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğinin toprakta yetiştiriciliğe göre en önemli avantajının hasat süresini yaklaşık bir ay kadar kısaltması olduğu görülmektedir. Su kültüründe ıspanaklar 60-65 günde hasada gelirken, toprakta yetiştiricilikte bu süre 90-95 gün olmaktadır.

Açıkta toprakta ıspanaktan elde edilen verim ile su kültüründe yetişen ıspanaktan elde edilen verim arasında önemli bir farkın olmaması, sulama, yaprak temizliği, yıkama gibi diğer faktörler göz önüne alındığında su kültüründe yetiştiriciliğin daha cazip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, maliyetler burada dikkate alınmamıştır. Su kültürü işletmesinin kuruluş maliyetinin daha fazla olması, pazarlanabilir ıspanak seviyesinin daha az olması, makro ve mikro besin elementlerinin daha fazla kullanılması ve yetiştiriciliğinin bilgi ve tecrübe istemesi gibi faktörler de su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğini kısıtlayan faktörler olarak ortaya çıkmaktadır.

Shah vd. (2009) yılında yaptıkları çalışmanın sonucunda belirttikleri ortalama yaprak alanı değeriyle ortalama yaprak verimi değeri çalışmamızdaki değerlerle benzerlik göstermiştir (Çizelge2.1.).

Topraklı yetiştiricilikte sap uzunluklarının suda yetiştiriciliğe göre daha uzun olması yaprak ayası ağırlığını ve yaprak alanını olumlu etkilemiştir. Bu durum günlük aydınlanma ile açıklanabilir. Bunun sonucunda da ortalama yaprak verimi su kültürü yöntemine kıyasla daha yüksek olmuştur. Ortalama yaprak sapı uzunluğu en düşük olan açıkta su kültürü yetiştiriciliğinde yaprakların küçük ve çok sayıda olduğu görülmüştür.

Açıkta su kültürü ve toprakta yetişen ıspanakların boyunun serada yetişenlere göre daha uzun olması, günlük aydınlanma ile açıklanabilir. Sera içine düşen ışık yoğunluğunun açıkta olana göre daha az olması, sera içerisindeki ıspanakların daha kısa boylu olmasına neden olmuştur.

Su kültürü ve toprakta yetişen ıspanakların kök ağırlıkları arasında fazla bir değişim olmamasına rağmen, kök uzunlukları önemli değişim göstermiştir. Sera içinde ve açıkta su kültüründe yetişen ıspanakların köklerinin uzunluklarının su tankının dibinde toplanmasından dolayı 30 cm'in üzerine çıktığı görülmüştür (su tanklarının yüksekliği 30 cm'dir). Ancak özellikle açıkta su kültüründe yetişen ıspanakların aşırı uzamış köklerinde kopmalar gözlemlenmiştir. Bu sebeple açıkta ve örtüaltında su kültüründe gelişen ıspanakların kök uzunlukları ve ağırlıkları ölçülürken bitkide mevcut kopmamış kökler ölçülmüştür. Bu sebeple serada su kültüründe yetişen ıspanakların kök uzunluklarının sera içerisinde toprakta yetişenlere göre daha uzun, buna karşın açıkta ise toprakta yetişenlerin su kültüründekine göre daha uzun olmuştur. İleriki çalışmalarda bu tip kök kayıplarına yol açmamak için kullanılacak tankların yüksekliğinin daha düşük seçilmesi tarafımızca önerilmektedir.

Yaprak sayısı, dış yaprak sayısı, dış yaprak ağırlığı, sap ağırlığı, yaprak alanı, yaprak boyları, yaprak enleri, yaprak ayası ağırlıkları, yaprak kalınlıkları, sap

kalınlıkları, sap uzunlukları, sap ağırlıkları ve yaprak kuru ağırlıkları yetiştiricilik sistemlerine göre oldukça değişim göstermiştir. Favori olarak bir yetiştiricilik sistemi öne çıkmamış ve yetiştiricilik ortamlarında değerler oldukça farklılık gösterebilmiştir.

Makro elementlerin (P hariç) toprakta yetişen ıspanaklarda daha fazla olması, ıspanağın toprakta yetiştiricilikte makro elementleri daha fazla aldığını ortaya koymaktadır. Bu durum toprakta bulunan mikroorganizmaların bu elementlerin alımını kolaylaştırmasıyla izah edilebilir. Çünkü su kültüründe mikroorganizmalar yoktur ve bitkiler tamamen kökleriyle besin elementlerini alırlar.

Mikro elementlerden Fe'in toprakta yetiştirilen ıspanak yapraklarında su kültürüne göre açık ara daha fazla saptanması Fe alımında mikroorganizmaların önemini ortaya çıkarmaktadır. Buna karşın Cu, Mn ve Zn'da bazen toprakta bazen su kültüründe yetişen ıspanaklarda fazla bulunması bu elementlerin alımı için toprakta bulunan mikroorganizmaların çok fazla önem taşımadığını ortaya çıkarabilmektedir.

Su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğinde en önemli sorun yapraklarda biriken nitrat miktarı olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışmamız sonucunda en yüksek nitrat birikimine sahip olduğu görülen, serada su kültüründe yetişen ıspanaklardaki ortalama nitrat miktarının 3112 ppm olarak ölçülmesi her ne kadar Tarım ve Orman Bakanlığının hazırlamış olduğu Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğince ıspanak için belirlenen 3500 ppm'lik üst sınırın altında olsa da tarafımızca çok yüksek bulunmuştur. Bu sebeple ilerideki çalışmalarda, kullandığımız tarifiñ gücünün azaltılmasıyla yapraklarda gözlemlenen yüksek nitrat birikiminin önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Açıkta yetişen ıspanaklarda biriken nitrat miktarı örtüaltında yetişenlere kıyasla çok daha düşük ölçülmüştür. Bu durumun sebebi olarak hava sıcaklığının örtüaltı koşullarına kıyasla daha düşük olması ve kış mevsimi yağışlarıyla azotun çoğunlukla nitrat formunda topraktan yıkanması sonucu ıspanak kökleri tarafından nitrat alımının azalması olduğu düşünülmektedir. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü verilerine göre 2016 yılında Antalya ilinin Ocak-Mart ayları arasındaki aldığı yağış miktarının 85 mm, 67.4 mm ve 54.4 mm olması bu düşüncemizi destekler niteliktedir. En düşük nitrat birikiminin açıkta toprakta yetişen ıspanaklarda saptanması sağlık açısından bu yetiştiriciliği öne çıkarmaktadır.

Serada su kültüründe yetişen ıspanaklarda klorofil seviyesinin fazla olması yaprak rengine yansımış ve en yeşil renkli ıspanak yaprakları serada su kültüründe yetişen ıspanaklardan elde edilmiştir. N ve Fe'in toprakta yetişen ıspanak yapraklarında daha fazla olmasına karşın klorofilin su kültüründe yetişen ıspanaklarda daha fazla olması su kültüründe yetişen ıspanakların yapraklarındaki nitrat birikiminin daha fazla olmasıyla izah edilebilir. Klorofilin çoğunlukla azot içeren enzimlerden ve diğer organik bileşiklerden oluşması nedeniyle, yaprakların azot ve klorofil konsantrasyonları arasında pozitif bir ilgi vardır.

6. SONUÇLAR

21 Aralık 2015 tarihinde ekilmiş olan ıspanak tohumları; örtüaltında durgun su kültürü tekniğiyle yetiştirilenler 64 günde 22 Şubat 2016 tarihinde, örtüaltında topraklı yetiştiricilik tekniğiyle yetiştirilenler 72 günde 1 Mart 2016 tarihinde, açıkta durgun su kültürü tekniğiyle yetiştirilenler 83 günde 12 Mart 2016 tarihinde ve açıkta topraklı yetiştiricilik tekniğiyle yetiştirilenler 97 günde 26 Mart 2016 tarihinde hasat olgunluğuna ulaşarak hasat edilmişlerdir. Örtüaltında su kültürü yöntemi geleneksel açıkta toprakta yetiştirme yöntemine kıyasla ıspanakta hasat süresini 30-35 gün kadar kısaltmıştır.

Örtüaltında su kültüründe yetişen ıspanaklardan 3778 g/m^2 , örtüaltında toprakta yetişen ıspanaklardan 2540 g/m^2 , açıkta su kültüründe yetişen ıspanaklardan 2618 g/m^2 ve açıkta toprakta yetişen ıspanaklardan 3662 g/m^2 verim alınmıştır. Toprakta ve su kültüründe yetişen ıspanaklardan elde edilen verimler arasında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür.

Yetiştirme, hasat şekline ve çeşide bağlı olmak üzere ıspanakta dekara verim 1.5-3 ton arasında değişir. Çalışmamız sonucundaki metrekaare verim değerleri dekara çevrildiğinde, dekara en düşük verim 2.5 ton ile örtüaltında toprakta yetişen ıspanaklardan alınırken dekara en yüksek verimin 3.8 ton ile örtüaltında su kültüründe yetişen ıspanaklardan alındığı görülmüştür.

Yaprak sayısı, dış yaprak sayısı, dış yaprak ağırlığı, sap ağırlığı, yaprak alanı, yaprak boyları, yaprak enleri, yaprak ayası ağırlıkları, yaprak kalınlıkları, sap kalınlıkları, sap uzunlukları, sap ağırlıkları ve yaprak kuru ağırlıkları yetiştiricilik sistemlerine göre oldukça değişim göstermiştir. Favori olarak bir yetiştiricilik sistemi öne çıkmamış ve yetiştiricilik ortamlarında değerler oldukça farklılık gösterebilmiştir.

Su kültüründe yetişen ıspanaklardaki nitrat birikimi toprakta yetişenlere kıyasla oldukça fazla bulunmuştur. Örtüaltında su kültürü yöntemiyle yetiştirilen ıspanaklardaki nitrat miktarı 3112 ppm, açıkta su kültürü yöntemiyle yetiştirilenlerde 621 ppm, örtüaltında toprakta yetiştirilenlerde 2069 ppm ve geleneksel açıkta toprakta yetiştirilen ıspanaklardaki nitrat miktarı ise 87 ppm olarak ölçülmüştür.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 2009. <http://csip.cornell.edu> [Son görülme tarihi: 21.04.2016].
- Anonim, 2010. <http://antalya.tarim.gov.tr> [Son görülme tarihi: 21.04.2016].
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (2011, 29 Aralık). Resmi Gazete (Sayı:28157). Erişim adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm> [Son görülme tarihi: 1.12.2018]
- Anonymous, 2012. <http://daphnesdandelions.blogspot.com.tr/2012/04/overwintered-spinach.html> [Son görülme tarihi: 03.08.2018].
- Anonim, 2015. Seracılık (Örtüaltı Bitki Yetiştiriciliği) Sektör Raporu. http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr_622_LK5L43WG_Seracilik-ortuulti-Bitki-Yetistiriciligi-Sektor-Raporu-2015.pdf [Son görülme tarihi: 03.08.2018].
- Assimakopoulou, A. 2006. Effect of Iron Supply and Nitrogen Form on Growth, Nutritional Status and Ferricreducing Activity of Spinach in Nutrient Solution Culture. *Scientia Horticulturae*, 110: 21-29.
- Camarena-Rangel, N., Velázquez, A. N. R., Santos-Díaz, M. 2015. Fluoride Bioaccumulation by Hydroponic Cultures of *Camellia japonica* spp.) and Sugar Cane (*Saccharum officinarum* spp.). *Chemosphere*. (136): 56-62 p.
- Caruso, G., Villari, G., Melchionna, G., Conti, S. 2011. Effects of Cultural Cycles and Nutrient Solutions on Plant Growth, Yield and Fruit Quality of Alpine Strawberry (*Fragaria vesca* L.) Grown in Hydroponics. *Scientia Horticulturae*. 129: 479-485.
- Cemeroğlu, B. 2004. Meyve ve sebzelerin bileşiminde bulunan başlıca maddeler. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 1: 88-116, Başkent Klise Matbaacılık, Ankara
- Chen, X., Guo, W., Xue, X., Wang, L. and , Qiao, X. 2014. Growth and Quality Responses of ‘Green Oak Leaf’ Lettuce as Affected by Monochromic or Mixed Radiation Provided by Fluorescent Lamp (FL) and Light-Emitting Diode (LED). *Scientia Horticulturae*. 172:168- 175.
- Chernomorsky, S., Segelman, A. and Poretz, R.D. 1999. Effect of Dietary Chlorophyll Derivatives on Mutagenesis and Tumor Cell Growth. *Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis*, 19: 313-322.

- Cooper, A. (1988). "1. The system. 2. Operation of the system". In: The ABC of NFT. Nutrient Film Technique, 3-123, Grower Books (ed.), ISBN 0901361224, London, England.
- Correll, J.C., Morelock, T.E., Black, M.C., Koike, S.T., Brandenberger, L.P. and Dainello, F.J. 1994. Economically Important Disease of Spinach, Plant Disease, The American Phytopathological Society, United States of America, p. 653-659.
- Çelikel, G. 2002. Topraksız kültürde sebze yetiştiriciliği. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar genel Müdürlüğü. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Çiftçi Eğitim Broşürü, No:12, Mersin
- Daşgan, H.Y. 1993. Effects of substrates on the quality characteristics of the hydroponically grown sweet melon (*Cucumis melo*). International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables: Influence of Pre- and Post-Harvest Factors and Technology, Chania, Greece, 20-24 September 1993, pp.261-265.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A.R. and Paredes-López, O. 2000. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains - Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40(3): 173-289.
- Demir, K. 2004. Fide yetiştiriciliği. Türk-Koop Ekin Dergisi, Aralık s. 6-14 s.
- Demir, H. 2007. Yapağı Yenen Sebzeler. Hasad Yayıncılık, 49-68 s.
- Deveci, M. ve Şalk, A. 1995. Tekirdağ Şartlarında Ispanak Yetiştiriciliğinde Farklı Ekim Zamanı ve Bitki Sıklığının Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 4(1-2):1-11.
- Deveci, M., Şalk, A., Arın, L. ve Polat, S. 2008. Özel Sebzecilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tekirdağ. s. 47-61.
- Diver, S. 2006. Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture. A Publication of Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA) IP 163 Slot 54
- Ercan, N. ve Bayyurt, R. 2014. The Effects of Applications Which Increase the O₂ of the Water on Yield and Quality of Lettuce Grown in a Floating System. Acta Horticulturae. 1034: 77-84.
- Ergün, O. 2011. Su Kültüründe Yetiştirilen Kıvrıkcık Marul Bitkisinde Mikroalg (*Chlorella vulgaris*) Uygulamasının Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ertekin, Ü. 1995. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Yetiştirme Ortamı Olarak Kaya Yünü. Derim, 12(3): 122-140.

- FAOSTAT, 2016. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx> [Son görölme tarihi: 5.9.2018]
- Geravandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D. 2011. Evaluation of Some Physiological Traits as Indicators of Drought Tolerance in Breadwheat Genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*. 58(1): 69-75.
- Gold, S.E. 1983. The Effect of Temperature on Pythium Root Rot of Spinach Grown Under Hydroponic Conditions. The University of Arizona.
- Gül, A. 2008. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık, İstanbul 144: 15-19.
- Günay, A. 2005. Sebze Yetiştiriciliği. Cilt 1, Ispanak, s. 466-481, İzmir.
- Güneş, A., İnal, A. ve Aktaş, M. 1996. Reducing Nitrate Content of NFT Grown Winter Onion Plants (*Allium cepa L.*) by Partial Replacement of NO₃ with Amino Acid in Nutrient Solution. *Scientia Horticulturae*. 65: 203-208.
- Hanafi, A. and Schnitzler, W.H. 2004. Integrated Production and Protection in Greenhouse Tomato in Morocco. *Acta Horticulturae*. 659: 295-300.
- Hojnik, M., Skerget, M. and Knez, Z. 2007. Isolation of Chlorophylls From Sting in Gnettle (*Urtica dioica L.*). *Separation and Purification Technology*. 57: 37-46.
- Isabelle, M., Lee, B.L., Lim, M.T., Koh, W.P., Huang, D.J. and Ong, C.N. 2010. Antioxidant Activity and Profiles of Common Vegetables in Singapore. *Food Chemistry*. 120: 993-1003.
- Isoko, K., Keiichi, M., Yuko, Y., Masaharu, T., Naoki, M., Hiroshi, I., Takahiko, H., Hiromi, Y. and Yoshiyuki, M. 2005. Inhibitory Effects of Glycolipids Fraction From Spinach on Mammalian DNA Polymerase. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 16: 594-601.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 1-2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 468, Yardımcı Ders Kitabı: 161.
- Kacar, B. ve Kovancı, İ. 1982. Bitki, Toprak ve Gübrelerde Kimyasal Fosfor Analizleri ve Sonuçların Değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:354, İzmir.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; Fen Bilimleri: 63, (I. Basım) Ankara.
- Kasım, R. ve Kasım M. 2004. Topraksız Yetiştiricilik. Kocaeli Üniversitesi Yayınları. Yayın No:130. ISBN-975-8047-31-0. 107 s.

- Kimura, Mieko and Rodriguez-Amaya Delia, B. 2003. Carotenoid Composition of Hydroponic Leafy Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(9): 2603-2607.
- Koca, N., Karadeniz, F. ve Burdurlu, H.S. 2006. Effect of pH on Chlorophyll Degradation and Colourloss in Blanched Greenpeas. *Food Chemistry* 100: 609-615.
- Koh, E., Charoenprasert, S. and Mitchell. A.E. 2012. Effect of Organic and Conventional Cropping Systems on Ascorbic Acid, Vitamin C, Flavonoids, Nitrate and Oxalate in 27 Varieties of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal Agricultural Food Chemistry*, 60(12): 3144.
- Konstantopoulou, E., Kapotis, G., Salachas, G., Petropoulos, S.A., Karapanos, I. C., and Passam, H.C. 2010. Nutritional Quality of Greenhouse Lettuce at Harvest and After Storage in Relation to N Application and Cultivation Season. *Scientia Horticulturae*. 125(3): 93.
- Kütevin, Z. ve Türkeş, D.1985. Ispanak, Genel Sebze Tarımı Prensipleri ve Sebzeçilik Yöntemleri. Yalova, 180s.
- Lasa, B., Frechilla, S., Lamsfus, C. and Aparicio-Tejo, P.M. 2001. The Sensitivity to Ammonium Nutrition is Related to Nitrogen Accumulation. *Scientia Horticulturae*. 91: 143-152.
- Lee, S. and Lee, J. 2015. Beneficial Bacteria and Fungi in Hydroponic Systems: Types and Characteristics of Hydroponic Food Production Methods. *Scientia Horticulturae*. 195: 206-215.
- Liu, X., Yang, X., Wang, L., Duan, Q. and Huang D. 2016. Comparative Analysis of Metabolites Profile in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Affected by Different Concentrations of Gly and Nitrate. *Scientia Horticulturae*. 204:8-15.
- Liu,G., Du, Q. and Li, J. 2017. Interactive Effects of Nitrate-Ammonium Ratios and Temperatures on Growth, Photosynthesis, and Nitrogen Metabolism of Tomato Seedlings. *Scientia Horticulturae*. 214: 41-50.
- Liu, Y., Tong, Y., Zhu, Y., Ding, H. and Smith, F.A. 2006. Leaf Chlorophyll Readings as an Indicator for Spinach Yield and Nutritional Quality with Different Nitrogen Fertilizer Applications. *Journal of Plant Nutrition*.29(7): 1207-1217.
- Liu, X.X., Zhou, K., Hu, Y., Jin, R., Lu, L.L., WeiJin, C. and Lin, X.Y. 2014. Oxalate Synthesis in Leaves is Associated With Root Uptake of Nitrate and Its Assimilation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Plants. (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.6926
- Marhaba, B.D. 1998. Horticultural Engineering. Volume 13, No.4 July 1998.

- Marr, C.W. 1994. Hydroponicsystems. Greenhouse Vegetable Production. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- Miller, M. 1998. Tobacco Seed-Beds in Argentina: Floating Seed-Trays. Case Studies on Alternatives to Methyl Bromide. Technologies with Low Environmental Impact. 76: 40-42.
- Negishi, T., Rai, H. and Hayatsu, H. 1997. Antigen Otoxic Activity of Natural Chlorophylls. Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, 376: 97-100.
- Nxawe, S., Laubscher, C.P. and Ndakidemi, P.A. 2009. Effect of Regulated Irrigation Water Temperature on Hydroponics Production of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). African Journal of Agricultural Research. 4(12): 1442-1446.
- Olympius, C.M. 1999. Protected Cultivation in The Mediterranean Region/Cultures Protegees Dans La Region Mediterranee. Proceedings of The Colloquium/Actes Du Colloque. 31: 307-321.
- Ötleş, S. ve Atlı, Y. 1997. Karotenoidlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 3(1): 249-254.
- Palaniswamy, U.R., Bible, B.B. and McAvoy, R.J. 2004. Oxalic Acid Concentrations in Purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is Altered by the Stage of Harvest and the Nitrate to Ammonium Ratios in Hydroponics. Scientia Horticulturae. 102(2): 267-275.
- Pennington, J.A.T. and Fisher, R.A. 2009. Classification of fruits and vegetables. Journal of Food Composition and Analysis, 22: 23-31.
- Puccinelli, M., Malorgio, F., Rosellini, I., Pezzarossa B. 2017. Uptake and Partitioning of Selenium in Basil (*Ocimum basilicum* L.) Plants Grown in Hydroponics. Scientia Horticulturae. 225: 271-276.
- Rouphael, Y., Kyriacou, M.C., Petropoulos, S.A., Pascale, S. and Colla, G. 2018. Improving Vegetable Quality in Controlled Environments. Scientia Horticulturae. 234: 275-289.
- Saffaryazdı, A., Lahouti, M., Ganjeali, A. and Bayat, H. 2012. Impact of Selenium Supplementation on Growth and Selenium Accumulation on Spinach (*Spinacta oleracea* L.) Plants. Notulae Scientia Biologicae. 4(4): 95-100.
- Sevgican, A. 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği. (Topraksız Tarım). Cilt II. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:526. Bornova-İzmir.

- Sevgican, A. 2003. Örtüaltı Sebzeçiliği, Cilt II (Topraksız Tarım). Ege Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:526, s.168, Bornova-İzmir.
- Shah, A.H., Shah, S.H., Muneer, S., and Rehman, M. 2009. Comparison of Two Nutrient Solution Recipes for Growing Spinach Crop in a Non-Circulating Hydroponic System. *Sarhad Journal of Agriculture*. 25(3): 405-418.
- Shaibur, M.R. and Kawai S. 2009. Effect of Arsenic on Visible Symptom and Arsenic Concentration in Hydroponic Japanese Mustard Spinach. *Elsevier*. 67: 65 -70.
- Sharma, M., Ingram, D., Patel, J., Millner, P., Wang, X., Hull, A. and Donnenberg, M. 2009. A Novel Approach To Investigate The Uptake and Internalization of *Escherichia coli* O157:H7 in Spinach Cultivated in Soil and Hydroponic Medium. *Journal of Food Protection*. 72: 1513-1520.
- Shattuck, V.I. and Wang, W. 1993. Nitrogen Dioxide Fumigation Alters the Glucosinolate and Nitrate Levels in Pak Choy (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). *Scientia Horticulturae*. 56(2): 87-100.
- Simonich, M.T., McQuistan, T., Jubert, C., Pereira, C., Hendricks, J.D., Schimerlik, M., Zhu, B., Dashwood, R.H., Williams, D.E. and Bailey, G.S. 2008. Low-Dose Dietary Chlorophyll Inhibits Multi Organ Carcinogenesis in the Rain Bow Trout. *Food and Chemical Toxicology*. 46:1014-1024.
- Smith, J. 1991. *Food Additive User's Handbook*. Blackie Academic & Professional, an Imprint of Chapman & Hall, Glasgow, UK, p. 106-107.
- Smoleń, S., Kowalska, I. and Sady W. 2014. Assessment of Biofortification with Iodine and Selenium of Lettuce Cultivated in the NFT Hydroponic System. *Elsevier*. 166: 9-16.
- Smoleń, S., Ledwożyw-Smoleń, I., Halka, M., Sady, W., Kováčik, P. 2017. The Absorption of Iodine from 5-Iodosalicylic Acid by Hydroponically Grown Lettuce. *Scientia Horticulturae*. 225: 716-725.
- Smoleń, S., Kowalska, I., Skoczylas, Ł., Liszka-Skoczylas, M., Grzanka, M., Halka, M. and Sady W. 2018. The Effect of Salicylic Acid on Biofortification with Iodine and Selenium and the Quality of Potato Cultivated in the NFT System. *Elsevier*. 240: 530-543.
- Subhasree, B., Baskar, R., Keerthana, R.L., Susan, R.L. and Rajasekaran, P. 2009. Evaluation of Antioxidant Potential in Selected Green Leafy Vegetables. *Food Chemistry*, 115: 1213-1220.
- Talukder, Md. R., Asaduzzaman, Md., Tanaka, H. And Asao, T. 2018. Light-Emitting Diodes and Exogenous Amino Acids Application Improve Growth and Yield of Strawberry Plants Cultivated in Recycled Hydroponics. *Scientia Horticulturae*. 239: 93-103.

- Tognoni, F., Incrocci, L. and Pardossi, A. 2004. Use of Substrates for Intensive Production of Vegetables in Europe and Mediterranean Regions. Proceedings of fifth International Conference on Alternatives to Methyl Bromide, p. 177-181, 27–30 September 2004, Lisbon-Portugal.
- Toshiki Asao, Md., Asaduzzaman, Md., Mondal, F., Tokura, M., Adachi, F., Ueno, M., Kawaguchi, M., Yano, S. and Ban, T. 2013. Impact of Reduced Potassium Nitrate Concentrations in Nutrient Solution on the Growth, Yield and Fruit Quality of Melon in Hydroponics. *Scientia Horticulturae*. 164: 221-231.
- Tuncay, Ö. 2011. Relationships Between Nitrate, Chlorophyll and Chromaticity Values in Rocket Salad and Parsley. *African Journal of Biotechnology* 10(75): 17152-17159.
- TÜİK, 2017. Bitkisel Üretim İstatistikleri.
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 [Son görülme tarihi: 06.08.2018].
- TÜİK, 2017. Bitkisel Üretim İstatistikleri.
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 [Son görülme tarihi: 06.08.2018].
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindemiz, S. ve Boyacı, H.F. 2015. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik kongresi, Bildiriler Kitabı-I, s. 685-709, 12-16 Ocak, Ankara.
- Van Os E.A. 2000. New Developments in Recirculation Systems and Disinfection Methods for Greenhouse Crops. Proc. of 15th Workshop On Agric. Struc. and Acesys IV Conf. Environmentally High-Tech Controlled Environment Agriculture: 4–5 December 2000, Japan: p. 81–91.
- Varış, S. ve Altıntaş, S. 1998. Serada Topraklı ve Topraksız Tarım. *Hasad*, 160: 28-39.
- Varış, S. ve Eminoğlu, F.S. 2003. Örtüaltı Tarımında Kullanılan ve Kullanılabilecek Ortamların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Hasad*. 220: 45-52.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ. 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, s. 95-105.
- Yuguan, Z., Min, Z., Luyang, L., Zhe, J., Chao, L., Sitao, Y., Yanmei, D., Na, L. and Fashui, H. 2009. Effects of Cerium on Key Enzymes of Carbon Assimilation of Spinach Under Magnesium Deficiency. *Biological Trace Element Research*. 131: 154-164.

- Wang, K.S., Huang, L.C., Lee, H.S., Chen, P.Y. and Chang, S.H. 2008. Phytoextraction of Cadmium by *Ipomoea aquatica* (water spinach) in Hydroponic Solution: Effects of Cadmium Speciation. *Chemosphere*. 72(4): 666-672.
- Ware, G. and McCollum, J. 1967. *Raising Vegetables* The Interstart Printers and Publishers, Inc, Danville Illinois.
- Wei Jin, C., Liu, Y., Mao, Q.Q., Wang, Q. and , Ting Du S. 2012. Mild Fe-Deficiency Improves Biomass Production and Quality of Hydroponic-Cultivated Spinach Plants (*Spinacia oleracea* L.). *Food Chemistry*, 138: 2188-2194.
- Zengin, M. 1997. Nitratın Ispanak Bitkisinde Birikimi ve Topraktan Yıkanması Üzerine Bazı Azotlu Gübrelerin Etkileri. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 107s.

ÖZGEÇMİŞ

KUTLUK BİLGE BOSTANCI

kutluk_bilge@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2013-2018	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2008-2013	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi	Ardahan İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
2016-Devam Ediyor	