

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DURGUN SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRMEYE UYGUN MARUL
TIPLERİNİN BELİRLENMESİ**

Fatma UYGUNSOY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2016

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DURGUN SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRMEYE UYGUN MARUL
TİPLERİNİN BELİRLENMESİ**

Fatma UYGUNSOY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 16/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nurgül ERCAN

Yrd. Doç. Kamile ULUKAPI

Yrd. Doç. Halime ÜNLÜ

ÖZET

DURGUN SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRMEYE UYGUN MARUL TİPLERİNİN BELİRLENMESİ

Fatma UYGUNSOY

Yüksek lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nurgül ERCAN

Mayıs 2016, 55 sayfa

Bu çalışmada, durgun su kültüründe yetiştirilen Little Gem (Romain), Lollo Rossa (Iceberg) ve yeşil Lolo Bionda (Iceberg) ve Adriana (Butterhead) marul çeşitlerinin verim ve kalite parametreleri incelenmiştir. Bitkiler, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisinde yetiştirilmiştir. Çalışmada 3-4 gerçek yapraklı aşamadaki fideler cam serada 120 x 50 x 30 cm ölçüsünde 180 litre hacimli sert plastik teknelerde 12 x 15 cm sıra arası ve sıra üzeri aralıkla yetiştirilmiştir. Durgun su kültüründe yapılan bu çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda; bitki boyu, bitki ağırlığı, bitki kök ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak eni ve boyu, bitki gövde boyu ve eni, bitki gövde ağırlığı, suda çözünbilir kuru madde, bitki yaprak renk analizi, bitki kor değeri gibi morfolojik ve kalite parametreleri belirlenmiştir.

Little Gem çeşidi hariç, bütün çeşitler morfolojik ve kalite özellikleri bakımından birbirine benzer değerlere sahip olarak bulunmuştur. Çalışmada gövde uzunluğu (27,02 cm), gövde çapı (24,24 cm), bitki boyu (50,3 cm), gövde ağırlığı (71,78g), bitki köksüz ağırlığı (263,39 g), yaprak sayısı (52,11 adet), yaprak boyu (18,23 cm) değerlerinin Little Gem çeşidinde diğer çeşitlerden daha yüksek sonuç vermiş olmasına rağmen Little Gem çeşidinin erken ilkbaharda yetiştirilmeye uygun olmadığı generatif faza geçtiği saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Marul, durgun su kültürü, verim, *Lactuca sativa* L.

JÜRİ: Prof. Dr. Nurgül ERCAN (Danışman)

Yrd. Doç. Kamile ULUKAPI

Yrd. Doç. Halime ÜNLÜ

ABSTRACT

DETERMINATION OF LETTUCE TYPE SUITABLE FOR CULTIVATION IN FLOATING CULTURE

Fatma UYGUNSOY

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Nurgül ERCAN

May 2016, 55 pages

In this study, Little Gem (Romain lettuce type), Lollo Rossa and Lolo Bionda (Iceberg lettuce type) and Adriana lettuce (Butterhead lettuce type) varieties were investigated in terms of yield and quality parameters at the floating culture. The plants were grown in research fields of Department of Horticulture in Akdeniz University. The study was carried out in randomized blok design with four replicates in floating culture. Seedlings of lettuce varieties were planted during seedling stage with 3-4 leaves and then they were cultivated in 12 cm inter-row spacing and 15 cm intra-row in rigid plastic tanks that have 120 x 50 x 30 cm dimensions and 180 liter capacity. Some morphological and quality parameters such as plant height, plant weight, root weight, number of leaves, leaf width, leaf length, stem height, stem diameter, stem weight, soluble dry matter, leaf colour analysis and core ratio were determined with this study.

All varieties had similar morphological and quality parameters except for Little Gem. Although Little Gem variety has the highest values with regard to stem height (27.0 cm), stem diameter (24.2 cm), plant height (50.3 cm), stem weight (71.8 g), rootless plant weight (263.4 g), number of leaves (52.1), leaf length (18.2 cm), it is not suitable for early spring cultivation because of its precocity.

KEYWORDS: Lettuce, floating culture, yield, *Lactuca sativa* L.

COMMITTEE: Prof. Dr. Nurgül ERCAN (Supervisor)

Asst. Prof. Dr. Kamile ULUKAPI

Asst. Prof. Dr. Halime ÜNLÜ

ÖNSÖZ

Tarım alanlarında gün geçtikçe kullanımı artan insektisit, herbisit, fungusit gibi çeşitli bitki koruma ürünlerinin ve kimyasal gübrelerin toprakta birikiminin, tarım ürünlerinin kalitesinde bozulmalara, çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek çeşitli çevresel sorunlara neden olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı günümüzde bilinçsiz üretim yöntemlerinin yerini kontrollü ve modern üretim yöntemlerinden biri olan topraksız tarım sistemi almaya başlamıştır. Topraksız tarıma geçişin nedenlerinden biri de; tarım alanlarındaki azalmadır. Topraksız kültür toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı da alternatif bir üretim yöntemidir. Topraksız tarım sistemleri çok çeşitli olmakla birlikte; özellikle yapraklı sebzelerin yetiştiriciliğinde yüzen su tekniği kullanılmakta bu yöntemle çevreci, birim alanın verimli kullanılabildiği, kaliteli ve güvenilir ürünler elde etmek mümkündür. Bu çalışma ile yüzen su kültüründe farklı marul tiplerinin, kalite ve verimliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ülkemizdeki topraksız tarım çalışmalarına yeni bir örnek olacak ve sonraki çalışmalara ışık tutacaktır.

Öncelikle bu konu üzerine yüksek lisansında çalışma olanağı tanıyan, tezimin her aşamasında bilgi ve deneyimini benden esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Nurgül ERCAN' a şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamı yürütebilmem için imkan ve manevi destek sağlayan Erüst Tarım Ltd. Şti. ailesine ve Sevgili İmran MEYDAN'a teşekkürü borç bilirim. Hayatımın her anında maddi-manevi yanımda olan, bana güvenen ve bendeki emeklerini asla ödeyemeyeceğim sevgili babam Metin UYGUNSOY, sevgili annem Kadriye UYGUNSOY ve bu hayatta en çok, ablası olmayı şans bildiğim kız kardeşim Lütfiye UYGUNSOY' a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Marul İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	3
2.1.1. Kıvrıkcık yapraklı marullar (Crisp).....	4
2.1.2. Yağlı tip marullar (Butter).....	4
2.1.3. Yedikule tipi marullar (Romaine = Cos).....	4
2.2. Topraksız Tarım İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	9
2.3. Topraksız Tarımda Kullanılan Sistemler İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	10
2.3.1. Agregat kültürü veya substrat kültürü.....	10
2.3.2. Su kültürü (hydroponics).....	11
2.3.3. Gelgit tekniği.....	12
2.3.4. Durgun su tekniği.....	12
2.3.5. Besleyici film tekniği (Nutrient Film Technique).....	12
2.3.6. Aerasyon (Pulverizasyon) tekniği.....	12
2.3.7. Aquaponik.....	12
2.4. Topraksız Yetiştiricilik için Besin Çözeltisi İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	14
2.5. Besin Solüsyonundaki O ₂ İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	16
2.6. Uç Yanıklığı İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	17
2.7. Su Kalitesi İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	17
2.8. Topraksız Kültürde Marul Yetiştiriciliği İle İlgili Kaynak Bildirileri.....	18
3. MATERYAL ve METOT.....	21
3.1. Araştırma Yeri.....	21
3.2. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali.....	21
3.2.1. Little Gem.....	21
3.2.2. Lollo Rossa.....	22
3.2.3. Lolo Bionda.....	22
3.2.4. Adriana.....	23
3.3. Araştırmada Kullanılan Su Kültürü Düzenegi.....	24
3.4. Araştırmada Kullanılan Fidelerin Yetiştirme Ortamına Alınması.....	26
3.5. Çalışmada İncelenen Parametreler.....	26
3.5.1. Bitki boyu.....	26
3.5.2. Bitki ağırlığı.....	27
3.5.3. Bitki kök ağırlığı.....	28
3.5.4. Bitki yaprak sayısı.....	28
3.5.5. Bitki yaprak boyu ve eni.....	29
3.5.6. Bitki gövde boyu ve eni.....	29
3.5.7. Bitki gövde ağırlığı.....	30

3.5.8. pH.....	30
3.5.9. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM).....	31
3.5.10. Bitki yaprak renk analizi.....	31
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	33
5. SONUÇ.....	50
6. KAYNAKLAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
a	Renk değeri (+:kırmızı; -:yeşil)
b	Renk değeri (+:yeşil, -:mavi)
cm	Santimetre
da	Dekar
EC	Elektriksel iletkenlik
g	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
l	Litre
L	Parlaklık değeri (100:beyaz, 0:siyah)
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
oC	Santigrat derece
ppm	Milyonda bir birim

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFTH	Havalandırılmalı akış tekniği (Aerated Flow Technique)
BATEM	Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü
DFTD	Derin akan su tekniği (Deep Flow Technique)
DITD	Damlama sulama tekniği
EFTY	Yapay med-cezir tekniği
Fe(OH) ₃	Demir hidroksit
FFT	Sis besleme tekniği (Fog Feed Technique)
H ₂ PO ₄	Dihidrojenfosfat
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
H ₃ PO ₄	Fosforik asit
HCl	Hidrojen klorür
HNO ₃	Nitrik asit
HPO ₄ -2	Hidrojenfosfat
KOHP	Potasyum hidroksit
NaOH	Sodyum hidroksit
NFTB	Besleyici film tekniği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Gevşek ve sıkı toprak şartlarında ki marul kökleri.....	5
Şekil 2.2.	Marul bitkisi çiçeği.....	5
Şekil 2.3.	Farklı marul tiplerinin yaprak özellikleri.....	6
Şekil 2.4.	Marul taç yaprakları ve çiçeği.....	7
Şekil 2.5.	Marul tohumu.....	8
Şekil 2.6.	Açık sistem.....	11
Şekil 2.7.	Kapalı sistem.....	12
Şekil 2.8.	Modern topraksız kültür teknikleri (Marhaba 1998'den modifiye edilmiştir).....	14
Şekil 2.9.	Köklendirilmiş bitkilerin yüzer strafolar içerisinde besin solüsyonu içeren tekneler içerisine yerleştirilmesi (Jones 2005).....	18
Şekil 3.1.	Çalışmanın yürütüldüğü cam sera.....	21
Şekil 3.2.	Çalışmada kullanılan Little Gem marul çeşidi.....	22
Şekil 3.3.	Çalışmada kullanılan Lollo Rossa marul çeşidi.....	22
Şekil 3.4.	Çalışmada kullanılan Lolo Bionda çeşidi.....	23
Şekil 3.5.	Çalışmada kullanılan Adriana çeşidi.....	23
Şekil 3.6.	Delikli plastik file saksılar ve plastik bitki yetiştirme tekneleri....	24
Şekil 3.7.	Çalışmada kullanılan hava motoru ve hava taşı.....	24
Şekil 3.8.	Çalışmada kullanılan Lolo Bionda, Lollo Rossa, Little Gem ve Adriana marul çeşitlerinin fideleri.....	26
Şekil 3.9.	Bitki boyu ölçümü.....	27
Şekil 3.10.	Bitki gövde ağırlığı ölçümü.....	27
Şekil 3.11.	Bitki kök ağırlığı ölçümü.....	28
Şekil 3.12.	Bitki yaprak sayısı ölçümü.....	28
Şekil 3.13.	Bitki yaprağının boy ve en ölçümü.....	29
Şekil 3.14.	Bitki gövdesinin en ve boy ölçümü.....	29
Şekil 3.15.	Bitki gövde ağırlığı ölçümü.....	30
Şekil 3.16.	pH ölçümü.....	30
Şekil 3.17.	SÇKM ölçümü.....	31
Şekil 3.18.	Bitki yaprak renk analizi.....	31
Şekil 4.1	Hasada gelmiş bitkilerin genel görünümü.....	33
Şekil 4.2.	Bitki Uzunluğu.....	34
Şekil 4.3.	Çalışmada bitki boylarının cetvel ile ölçülmesi.....	35
Şekil 4.4.	Gövde Uzunluğu.....	36
Şekil 4.5.	a. Lolo Bionda, b. Lolla Rossa, c. Adriana, d. Little Gem gövde uzunlukları.....	37
Şekil 4.6.	Gövde Çapı.....	37
Şekil 4.7.	Gövde Ağırlığı.....	38
Şekil 4.8.	Kök Ağırlığı.....	39
Şekil 4.9.	Bitki Köksüz Ağırlığı.....	40
Şekil 4.10.	Yaprak Sayısı.....	41
Şekil 4.11.	Yaprak Eni.....	42
Şekil 4.12.	a. Lolo Bionda, b. Lollo Rossa, c. Adriana, d. Little Gem	

	çeşitlerinin yaprak eninin cetvel ile ölçümü.....	42
Şekil 4.13.	Yaprak Boyu.....	43
Şekil 4.14.	a. Little Gem, b. Lollo Rossa, c. Lolo Bionda, d. Adriana çeşitlerinin yaprak boyunun cetvel ile ölçülmesi.....	44
Şekil 4.15.	Hue renk değeri.....	45
Şekil 4.16.	L renk değeri (yaprak parlaklığı).....	46
Şekil 4.17.	Kor değeri analizi.....	47
Şekil 4.18.	Çalışmada kullanılan Lollo Rossa, Adriana, Lolo Bionda ve Little Gem görünümü.....	48
Şekil 4.19.	Çalışmanın verim değerleri.....	48
Şekil 4.20.	Suda çözülmüş kuru madde miktarı.....	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	FAO'ya göre marul üretimi (2014).....	3
Çizelge 2.2.	Topraksız kültür sistemleri.....	10
Çizelge 2.3.	Salata, marul ve diğer yeşillikleri yetiştiren farklı yetiştiricilerin kullandığı besin solüsyonlarındaki elementlerin konsantrasyon aralıkları (Morgan 2002b).....	15
Çizelge 2.4.	Tuza dayanıklılık durumuna göre sebzeler.....	16
Çizelge 2.5.	Su sıcaklığına bağlı olarak tatlı sularda oksijen içeriği değişimi (Nickols 2002).....	17
Çizelge 2.6.	Durgun su kültürü sal sisteminde marul yetiştiriciliği için hidroponik besin solüsyonu formülü (Morgan 2002b).....	19
Çizelge 3.1.	Hoagland Besin solüsyonu reçetesi mg/l.....	25
Çizelge 3.2.	Araştırmada kullanılan besin solüsyonu.....	25
Çizelge 3.3.	Su analiz sonucu.....	26
Çizelge 4.1.	Çalışmada kullanılan marulların pH ve asitlik değerleri.....	49

1. GİRİŞ

Dünyamızda tarım alanları ve su kaynakları gittikçe kısıtlı bir hal almıştır. Bunda geleneksel tarım yöntemleriyle bilinçsizce kullanılan gübre ve tarım ilaçlarının yer altı sularına karışarak su kaynaklarını kullanılamaz hale getirmesinin payı büyüktür. Bu nedenle geleneksel tarıma alternatif olarak gösterilen topraksız tarım gündeme gelmiştir. Gün geçtikçe artan nüfusa bağlı olarak üretime ihtiyaç artmakta; buna karşın nüfus artışı ile birlikte üretim alanları azalmaktadır. Bunun sonucunda da birim alandan en yüksek verimi alabilmek için uğraşmaktadır. Bugün başta Hollanda olmak üzere İngiltere, Japonya, Yeni Zelanda, Kanada gibi birçok ülke %90'lara varan oranda topraksız tarıma geçmiştir (Toprak Atlası 2015).

Ülkemizde ise başta Antalya olmak üzere İzmir, Mersin, Adana gibi belli başlı birkaç ilimizde topraksız kültür üretimi yapılmaya başlanmıştır. Topraksız tarım; toprağın bitkisel üretime uygun olmadığı yerlerde, her türlü tarımsal üretimin durgun veya akan besin eriyiklerinde, sis şeklinde verilmiş besin eriyiğinde veya besin eriyikleriyle beslenmiş katı ortamlarda gerçekleştirilmesidir (Anonim 2010a).

Topraksız tarımın seracılıkta hızla yaygınlaşmasının nedenleri seralarda yetiştiriciliği ekonomik olan bitki türü sayısı az olması ve üst üste aynı bitki türü yetiştirildiği için toprak yorgunluğu, toprak hastalık etmenleri ve nematodların artışına neden olması sıralanabilir. 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 üremesi için çok uygundur (Gül 2008).

Topraksız tarım, örtüaltında topraklı yetiştiricilikte önemli verim kayıplarına sebep olan bu sorunların üstesinden gelmeyi mümkün kılmaktadır. Kimyasal toprak dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılan metil bromidin ozon tabakasına zarar vererek toprakta, yeraltı sularında ve yetiştirilen ürünlerde brom birikimine yol açması sebebi ile Montreal Protokolü gereğince 2005 yılı sonunda gelişmiş ülkelerde, 2015 yılı sonunda gelişmekte olan ülkelerde kullanımının yasaklanması, topraksız tarımın alternatif bir tarım şekli olmasında önemli rol oynamıştır (Benoit ve Ceustermans 1995, Burrage 1999, Papadopoulos 2000, Jovicich ve Cantliffe 2001).

Ülkemizde metil bromidin kullanımı 2007 yılı sonu itibarıyla yasaklanmıştır. Bunun yanı sıra topraksız kültürün hızla yaygınlaşmasında; suyun ve gübrenin etkin kullanımının sağlanması, bitki gelişiminin ve ürün kalitesinin kontrol altında tutulmasının da payı büyüktür. Topraksız tarım iki grup altında incelenmektedir. Bunlardan biri su kültürü, diğeri ortam kültürüdür. Ortam kültüründe; bitki köklerinin gelişip dağılabilmesi için besin eriyikleriyle zenginleştirilmiş, destek sağlayan, besin ve su kaybı az olan, iyi havalanabilir, kolay bulunabilen ve ucuz olan ortam doldurulmuş saksı-paket, torba, yatak ve hazır blok yapılarda yetiştiricilik söz konusudur.

Su kültüründe (hidroponik kültür) ise; bitkilerin özel besin eriyiklerinde veya bu besin eriyiklerinin belli aralıklarla bitki köklerine püskürtülmesi ile gerçekleştirilmektedir (Anonim 2010b). Su kültürü, bitki yetiştirme amacıyla tercih edilen en eski topraksız tarım tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Hidroponik sistemin topraklı sisteme göre 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 yoğunluğu yüksek olduğundan toplam verim yüksek olup, alan kullanımı optimum düzeyde tutulduğundan bitkide hızlı büyüme ve verimde artış sağlanmaktadır. Besin solüsyonunun yeniden kullanılabilirliği ekonomik bir artıdır. Yabancı otlar ve patojenlerle mücadele riski daha düşük, sıcaklık, ışık yoğunluğu, ışık kalitesi, uygulama süresi, besin kompozisyonu ve yoğunluğu, nem miktarı gibi parametrelerin kontrolü kolaydır. Hidroponik kültür, kendi içinde durgun su kültürü, akan su kültürü ve aeroponik kültür olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir.

Durgun su kültürü, yetiştiricilik dönemi kısa olan marul ve yeşilliklerin üretiminde tercih edilmektedir. Bitkilerin besin çözeltisi üzerinde serbest olarak bırakılan hafif bir materyalin (köpük levhalar) üzerinde yetiştirildiği bu yöntem 'yüzen su kültürü' veya 'sal kültürü' olarak da adlandırılmaktadır ve 1930'lu yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinde geliştirilmiştir. Bu çalışmada amaç, yedikule (Cos), yağlı baş (Butterhead) ve kıvrıkcık (Iceberg) tip olmak üzere üç farklı marul tipinden seçilen çeşitleri durgun su kültüründe yetiştirmek ve denemeye alınan bu çeşitlerin verim ve kaliteleri karşılaştırılarak durgun su kültürüne en uygun marul tipini belirlemektir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Marul ile İlgili Kaynak Bildirileri

Marulun dünya üzerindeki yayılışı ve anavatanı üzerine farklı fikirler vardır. Marul yetiştiriciliğinin ilk olarak M.Ö 4500'lü tarihlerde Mısır'da yapıldığı bilinmektedir. Marulun Orta Avrupa, Güney Avrupa, Kanarya Adaları, Cezayir, Habeşistan, Mezopotamya, Kafkasya, Keşmir, Nepal, Kuzey Hindistan bölgelerini kapsayan bir coğrafyaya yayıldığı bildirilmiştir (Vural vd 2000).

Marul türlerinin sistematikte yeri incelendiğinde *Asteraceae* (*Compositae*) familyasının *Lactuca* cinsine ait oldukları görülmektedir;

Sınıf: *Dicotyledoneae*

Alt sınıf: *Asteridae*

Takım: *Asterales*

Familiya: *Asteraceae* (*Compositae*)

Cins: *Lactuca*

Tür: *Lactuca sativa* L.

Çizelge 2.1. FAO'ya göre marul üretimi (2014)

Dünya Marul Üretimi (ton)				
Ülkeler	2010	2011	2012	2013
 Çin	13,004,977	13,430,000	14,000,00	13,500,00
 Amerika	4,105,580	4,070,815	3,875,543	3,586,106
 Hindistan	1,005,850	1,059,851	1,075,000	1,080,000
 İspanya	809,390	868,436	877,000	904,300
 İtalya	843,344	819,194	755,697	796,406
 İran	424,228	550,799	570,000	569,038
 Japonya	537,900	542,400	566,100	565,401
 Türkiye	419,298	424,252	419,066	436,785
 Meksika	340,976	370,066	335,337	381,127
 Almanya	308,341	340,487	420,595	347,835

Marulun dünyada en çok üretilip tüketildiği ülke Çin'dir. İspanya ve ABD ise marulun ülkeler bazında en büyük ihracatçısıdır.

Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da büyük ölçekli marul üretimi için orijinal büyük pazarlar bulunmaktadır. 1900'lerin sonlarında, Asya, Güney Amerika, Avustralya ve Afrika pazarları daha önemli olmuştur. Farklı lokasyonlar farklı tip marul tercih etme eğilimindedirler. Kuzey Avrupa ve İngiltere'de Butterhead, Çin ve Mısırdaki kök marul

popüler olmuştur. 20. yy. sonlarında Amerika'da %95 iceberg üretilip tüketilmiştir. Bu sırada kök marul kültüre alınıp, geliştirilmiştir.

Farklı lokasyonlar farklı tip marul tercih etme eğilimindedirler. Kuzey Avrupa, İngiltere'de Butterhead, Çin'de ve Mısır'da gövde tipi marul tüketme eğilimindedirler. 20. yy sonlarında iceberg daha popüler olmaya başlamıştır. Marulların %65'i Amerika'da üretilip tüketilmektedir. Kök marul ilk olarak Çin'de kültüre alınıp geliştirilmiştir. Marul üretim metodları, üretim fiyatları dahil olmak üzere 20. yy'da artmaya başlamıştır. Büyük oranda zirai(tarımsal) üretim gübreleme, pestisit ilaçlarının kullanımıyla artmıştır fakat organik üretimle birlikte küçük çaplı üreticilerin ürünleri daha fazla tercih edilmeye ve trend olmaya başlamıştır. 21. yy başlarında paketlenmiş marul marketlerde yerini almaya başlamıştır. Özellikle daha önceki yıllarda işlenmiş marulların kabul görülmediği marketlerde paketleme sisteminin kullanılmasıyla raf ömrü uzayan marulların tüketiciye sunumu başlamıştır (Vural 2006).

Marulun morfolojik özellikleri arasında en önemli yeri yaprak özellikleri almaktadır. Yaprakların düz veya kıvrıkcık oluşu ile yaprak rengi önemli birer ayırıcı faktördür. Bu özellikler dikkate alındığında Thompson ve Kelly (1957), Ryder (1979), Bayraktar (1981) ve Günay (1993) Marulları genelde 3 ana gruba ayırmıştır:

2.1.1. Kıvrıkcık yapraklı marullar (Crisp)

Baş oluşturan kıvrıkcık yapraklı marul (Crisphead)
Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı marullar
Kahverengimsi –mor yapraklı marullar
Baş oluşturmeyen kıvrıkcık yapraklı marullar (Bunching)

2.1.2. Yağlı tip marullar (Butter)

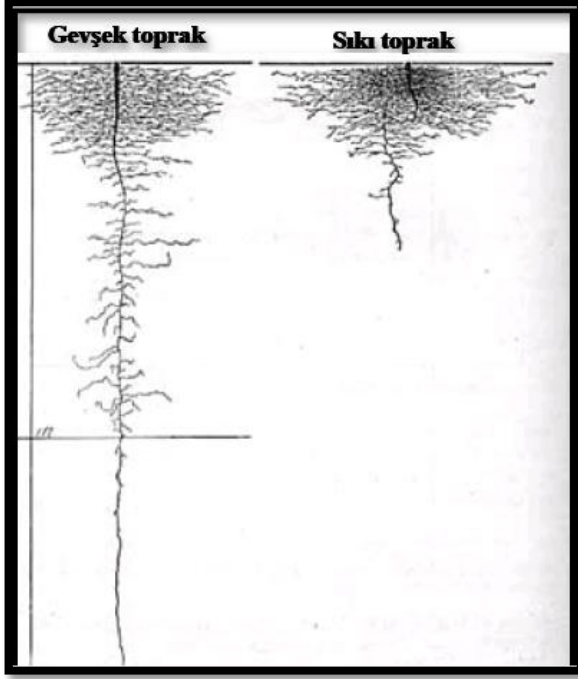
Baş oluşturan yağlı marullar (Butterhead)
Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı yağlı marullar
Yeşil üzerinde kahverengimsi renkli yapraklı yağlı marullar
Kahverengimsi-mor yapraklı yağlı marullar

2.1.3. Yedikule tipi marullar (Romaine = Cos)

Göbek oluşturan marullar (Yedikule)
Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı göbekli marullar
Kahverengimsi-mor yapraklı göbekli marullar
Göbek oluşturmeyen marullar (Karamarul)
Açık yeşil ve koyu yeşil yapraklı göbeksiz marullar
Kahverengimsi-mor yapraklı göbeksiz marullar (Vural vd 2000).

Marul besin deposu olarak görev yapan, oldukça derine inebilen üzerinde bol miktarda saçak kök taşıyan kazık köke sahiptir. Saçak kökler genellikle toprağın 20-30 cm derinliğine yayılırlar. Çiçeklenme devresinde uygun koşullarda kazık kökün 100-150 cm derine inebildiği bildirilmiştir (Vural vd 2000). Weaver ve Bruner (1927) tarafından marulun kök gelişimi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, üç haftalık marul

köklerinin sıkışık topraklarda yaklaşık 15 cm, gevşek topraklarda ise yaklaşık 43-53 cm arasında olduğu bildirilmiştir.



Şekil 2.1. Gevşek ve sıkı toprak şartlarındaki marul kökleri



Şekil 2.2. Marul bitkisi çiçeği

Marulun yaprakları bitkinin sebze olarak değerlendirilen kısımlarıdır ve çeşitlere göre büyük farklılıklar göstermektedirler. Yapraklar renk, şekil, irilik, düz yapı, kıvrıkcık yapı, uzunluk, genişlik ve etlilik gibi karakterler bakımından çok farklı formlara sahiptir. Yaprakların sahip olduğu çeşitli renkler ise, koyu yeşil, açık yeşil, sarımsı yeşil, kahverengimsi yeşil, serpme vişne rengi, açık ve koyu kırmızı, lekeli ve dağınık mor renkler olarak sıralanabilir (Vural vd 2000)



Şekil 2.3. Farklı marul tiplerinin yaprak özellikleri

Yapraklardaki kırmızı renk özelliği üzerine antosiyon hücrelerinin yoğunluğunun etkili olduğu ifade edilmektedir (Vural vd 2000). Marullarda göbek olarak ifade edilen baş oluşturma şekili 5-6 dış yaprağı takiben gelişen yaprakların, elips formda bitkinin büyüme konisinde 40-45 adet yaprak bir araya gelerek marulun tüketilen kısmı olan göbek oluşumunu sağlar. Göbek ve baş oluşturan marullarda yaprakların renkleri göbek veya baş üzerinde dıştan içe doğru bir açılma göstermekte, yaprakların gevrekliği de göbek ve başın iç kısmına doğru artmaktadır. Özellikle çok kıvrıkcık olan marul çeşitleri hiç göbek veya baş oluşturmazlar. Bunlar da yaprak rozet şeklinde sıkı bir dizilim gösterir ve yaprak marullar grubuna girerler (Vural vd 2000).

Serin iklim bitkisi olan marulun 7°C-24°C sıcaklıkta yetiştirilmesi gerekir. Ortalama yetiştirme sıcaklığı 18°C'dir (Lorenz ve Maynard, 1988). Jenni, sıcaklığın 7°C-24°C aralığından daha yüksek sıcaklıkta yetiştirilen marullarda fizyolojik bozuklukların meydana geldiğini, yaprak damarlarının renksizleştiğini bildirmiştir. Maboko ve Du Plooy (2007) Güney Afrika'da sıcak yaz aylarında toprağın ve havanın yakıcı sıcaklıkta olması nedeniyle marul gelişimini olumsuz etkilediğini, bu durum göz ardı edilirse verimsiz, kalitesiz ürünlerin meydana geldiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaz boyunca topraksız koşullarda marul yetiştirdiklerini ancak sıcaklık faktörü nedeniyle tatminkar bir sonuç alamadıklarını yüksek sıcaklığın yaprak oluşumunu arttırdığını ancak bu durumda bitkinin sapa kalkmasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Genelde uzun gün bitkisi olan salata ve marulların çiçeklenmesinin fotoperiyodizm ile yakın ilişkisi bulunmaktadır. Marullar, çeşit özelliğine bağlı olarak 11-14 saat veya 17-18 saat gün uzunluğunda ve hava sıcaklıklarının da artması ile çiçeklenmeye yönelirler. Gün uzunluğunun artışı kışlık ve erkenci çeşitlerde çiçeklenme hızında bir artış meydana getirirken, yazlık çeşitler ise daha geç dönemde çiçeklenmeye başlar. Gün uzunluğu ile birlikte artan sıcaklıklarında etkisiyle başlayan generatif dönemde meydana gelen çiçek sapları 60 ile 120 cm arası yükselerek her bir sap çiçekle

son bulur. Çiçek sapları ise aşağıdan yukarıya doğru azalan oranda yaprak içerirler. Yapraklar çiçek saplarını dışardan sarar. Çiçekler demetler halinde dizili bir şekilde çiçek sürgünleri üzerinde bulunur. Her bir demette yaklaşık olarak 15-25 adet olmak üzere sarı ve açık sarı renkli çiçekler oluşurken, kırmızı renkli çeşitlerin çiçekleri de kırmızı, kırmızı benekli veya sarı kırmızı olabilmektedir. Taç yaprak sayısı 10-17 arasında değişim göstermektedir. Her bir çiçekte stigma, stil ve iki karpelli yumurtalık ile stilin etrafını sarmış bir boru şeklinde anter bulunmaktadır. Çiçekler aynı anda açılmazlar genel olarak aşağıdan başlar ve dıştan içe doğru açılırlar. Biyolojik olarak erselik olan çiçeklerde yüksek oranda kendine dölleme görülür. Sabah 06:00-07:00 arası açılan çiçekler açılım sırasında dişicik tepesi boru şeklindeki erkek organlar arasından sürtünerek yükselirken tozlaşma ve dölleme meydana gelir. Döllenen çiçekler öğle saatlerine doğru kapanır bir daha açılmazlar (Vural vd 2000).



Şekil 2.4. Marul taç yaprakları ve çiçeği

Çiçeklenmeden 3-5 hafta sonra olgunlaşan tohumlar genel olarak yassı ve uzunlamasına oluklu ve uç tarafları çıkıntılıdır. Tohumlar 3-6 mm uzunlukta, 0.3-0.6 mm kalınlıkta ve 0.8-1.0 mm genişliğinde renkleri ise kirli-beyaz sarı, krem, kahverengi ve siyaha yakın tonlarda olabilmektedir. Bin dane ağırlığı 0.8-1.2 g arasında olan tohumlar 20°C de 4-7 günde çimlenirler ve çimlenme için ön ısıtmaya ihtiyaç duyulur. 26°C üzerindeki sıcaklıklarda tohumların çimlenmesinde büyük oranda bir azalma oluşur (Vural vd 2000).



Şekil 2.5. Marul tohumu

Jones (2005)'un belirttiğine göre marul serin iklim sebzesidir. Yetiştirme sıcaklığını 8 ile 24°C arasında tutmak gereklidir. Sıcaklık 25°C'nin üzerine çıkarsa sapa kalkma, uç yanıklığı, renk kaybı, zayıf çimlenme meydana gelir. Yüksek sıcaklık ve/veya yüksek ışık koşullarında marul, diğer serin iklim sebzelerine benzer şekilde sapa kalkma, tohuma kaçma ve tadında acılaşma oluşur.

Kalsiyum eksikliğinin belirtisi olan ve yaprak kenarlarının ölümüyle sonuçlanan uç yanıklığı, hızlı büyümeyi tetikleyen ve bitki bünyesinde su dolaşımını yavaşlatan yüksek sıcaklıkla önemli derecede ilgilidir. Besin solüsyonunda kalsiyum miktarının artırılması, Potasyum: Kalsiyum oranının düşürülmesi uç yanıklığı oluşumunu minimize edecektir. Fox (1997)'un bildirdiğine göre gölgelendirme uygulaması yüksek sıcaklık ve ışık koşullarında marul yetiştiriciliğini mümkün kılmaktadır. Genellikle seralarda ve açıkta yetiştirilen marul, diğer sebzelere göre daha az deneyim ve beceri gerektirdiğinden durgun su kültüründe yetiştiriciliğe daha uygundur (Morgan 1999, Ryder 1999).

Marul bütün yıl boyunca açık ve örtü altı koşullarında yetiştirilebilen salata ve taze yeşillik olarak tüketilen bir sebzedir. İçerdiği vitamin ve mineral maddeler ile iştah açıcı sebzeler grubunda yer almaktadır. Buna göre 100 g taze marul yaprağının 6-8 mg askorbik asit, 1-1.5 g ham protein, 0.2-0.4 g yağ ve 1.5-2.5 g karbonhidrat, 330 I.U. vitamin A, 20-25 mg kalsiyum, 40 mg fosfor, 1.5 mg demir bulunmaktadır. Ayrıca marul yaprakları % 94-95 oranında su ihtiva etmektedir. Türkiye'de farklı türden yaklaşık 1.700.000 ton yaprağı yenen sebze üretilmekte bunun 419.065 tonunu marul oluşturmaktadır, bu üretim miktarıyla ülkemiz dünyada sekizinci sırada yer almaktadır (Anonim 2014 b). Ülkemizde marul yetiştiriciliği Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde Haziran-Ağustos arasındaki aylar hariç yılın her mevsiminde ticari boyutlarda yapılabilmektedir. Üretim dönemi oldukça kısa olan (2-3 ay) marulun üretimi genellikle ikinci veya üçüncü ürün olarak ana sebze üretiminin ön veya arkasından yapılmaktadır. Ancak en fazla gelir sağladığı aralık-şubat ayları üretimi Ege ve Güney bölgelerinde açık tarla koşullarında, diğer bölgelerde ise sera veya tünel altında yapılmaktadır (Vural vd 2000).

Türkiye şartlarında yılın her mevsimi yetişebilen marul, Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde sonbahar, kış ve erken ilkbaharda, Karadeniz ve Doğu Anadolu gibi bölgelerde bazı önlemler alarak yıl boyunca yetiştiricilik yapılabilir. Sıcak bölgelerdeki üretimi engelleyen en önemli iklimsel faktör sıcaklık ve gün uzunluğudur (Vural vd 2000).

2.2. Topraksız Tarım ile İlgili Kaynak Bildirileri

Topraksız yetiştiricilik, M.Ö. eski Romalı ve Yunanlıların, Mısır, Çin, Babil ve Hindistan'da; hıyar, karpuz ve diğer sebzeleri kumlu nehir yatağında (agregat kültürü) yetiştirmek için çözülmüş gübre kullanmasıyla başlamıştır. Bu sistem daha sonraları, 'nehir yatağı yetiştiriciliği' şeklinde adlandırılmıştır. Sistem, bitki fizyologlarının deneme amacıyla özel bitki yetiştirmeye başladığı dönemde 'Besin- kültürü (Nutriculture) adını almıştır. Ardından, su kültürü, çözelti kültürü, çakıl kültürü gibi değişik terimler kullanılarak tanımlanmıştır. Dünya üzerinde değişik topraksız yetiştiricilik sistemleri ile bitki yetiştirilmesine karşılık, konuyla ilgili önemli araştırmalar 1920'lerde, ticari topraksız yetiştiricilik sistemlerinin kurulmasına 1940'larda başlanmış ve 1960'larda bu sistemler pazarlanabilir hale gelmiştir. Günümüzde, dünyanın çoğu bölgesinde çok sayıda ticari hidroponik çiftlikleri bulunmaktadır.

Devlet araştırma enstitüleri dışında, çok sayıda küçük ve çok uluslu büyük şirketler; Avustralya, Belçika, Danimarka, Hollanda, Japonya, Tayvan ve Amerika'da bu ticari teknolojiye yatırım yapmaktadır. Topraksız tarımın en yoğun olarak kullanıldığı ülkelerin başında Hollanda ve Belçika gelmektedir. Bu iki ülkenin seralarının toplam yüzde 95'inde topraksız tarım yapılmaktadır. Türkiye'de ise özellikle son bir yıldır yatırımcılar bu alana akın etmiş durumda. Türkiye'de son tabloya göre toplam 48 bin hektar seranın yaklaşık 4 bin dönümünde, topraksız tarım uygulamasına geçilmiştir. Topraksız tarım; bitkilerin durgun, akan besin solüsyonu veya besin maddelerince zenginleştirilmiş katı yetiştirme ortamları içerisinde yetiştirilmesidir. Kısacası; topraksız yetiştiricilik, geleneksel topraklı ürün yetiştiriciliğinde karşılaşılan problemlerden bazılarını azaltmaya yardım eden bir bitki yetiştirme sistemidir.

Topraksız yetiştiricilik, toprak kökenli hastalık ve zararlıların kontrol altına alınması sağlandığı gibi özellikle tropik iklim bitkileri için oldukça zararlı olan ve yaşam döngüsü iklim nedeniyle sürekli olan organizmaların yok edilmesinde oldukça başarılıdır. Ayrıca, topraksız yetiştiricilik ile toprak sterilizasyonu, toprak işleme gibi yüksek iş gücü gerektiren ve fazla zaman alan işler azaltılmıştır. Çünkü sera yetiştiriciliğinde kimyasal kullanımı azaltmak ve toprak kökenli hastalık ve zararlıların neden olduğu kayıpları önlemek amacıyla toprak dezenfeksiyonu yapılmaktadır. Toprak dezenfeksiyonu fiziksel ve kimyasal olarak yapılabilir. Fiziksel dezenfeksiyon toprak sıcaklığının arttırılarak, kimyasal dezenfeksiyon ise çeşitli kimyasallar yardımıyla yapılmaktadır. Fiziksel dezenfeksiyon solar enerjinin kullanımıyla ancak Akdeniz ülkelerinde ve kıyılarında yapılabilir ve yazın seraların 6-8 hafta boş kalmasına ve ekstra iş gücüne neden olmaktadır. Buharla yapılan dezenfeksiyonun yatırım ve işletme maliyeti yüksektir. 1970'li yıllarda ortaya çıkan dünya enerji krizi nedeni ile buharla toprak dezenfeksiyonunun çok pahalı hale gelmesi Hollanda gibi Kuzey Avrupa ülkelerinde topraksız tarımın kullanımının başlamasına neden olmuştur (Van Winden

1998). Daha sonraki yıllarda ise topraksız tarım, kimyasal toprak dezenfeksiyonuna alternatif olarak büyük önem kazanmıştır. 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. 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 ve Kasım 2004).

2.3. Topraksız Tarımda Kullanılan Sistemler İle İlgili Kaynak Bildirileri

Topraksız kültür sistemleri hakkında çok farklı sınıflandırma mevcuttur. Olympos (1999)'un yaptığı sınıflandırma aşağıdaki gibidir.

Çizelge 2.2. Topraksız kültür sistemleri

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 3. Kayayünü	2. Plastik köpük	2. Ağaç kabuğu
3. Aeroponik	4. Camyünü 5. Perlit 6. Vermikülit 7. Pomza 8. Genişletilmiş kil 9. Zeolit 10. Volkanik tüf 11. Lületaş	3. Hidrojel	3. Ağaç artıkları 4. Torf 5. Yün 6. Posa 7. Kokopit

2.3.1. Agregat kültürü veya substrat kültürü

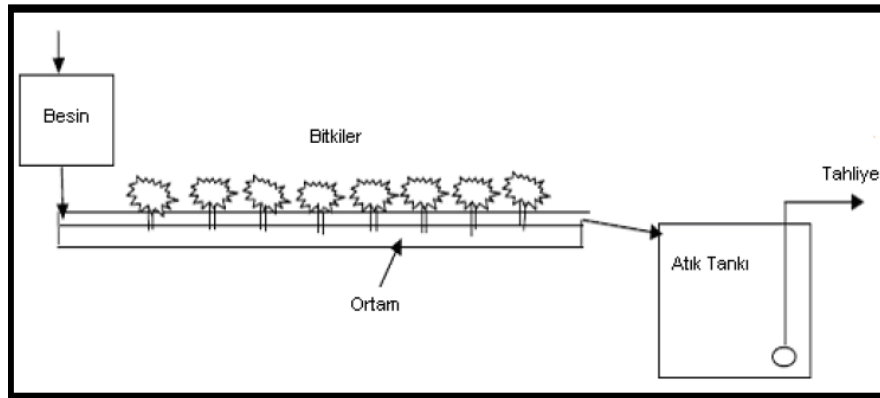
Katı inorganik madde ile kombinasyonu kullanıldığı zaman (kum, çakıl, perlit, vermikülit vb.) veya torf gibi katı organik ortam kullanıldığı zaman sistem substrat kültürü veya agregat kültürü adını alır. Substrat kültürü ülkemizde ve dünyada ticari olarak kullanılan en yaygın kültürdür. Bu kültürde çeşitli organik (torf, kokopit, çeşitli kompostlar, vb.) ve inorganik substratlar (kum, çakıl, kil, perlit, kaya yünü, 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 beslenmektedir.

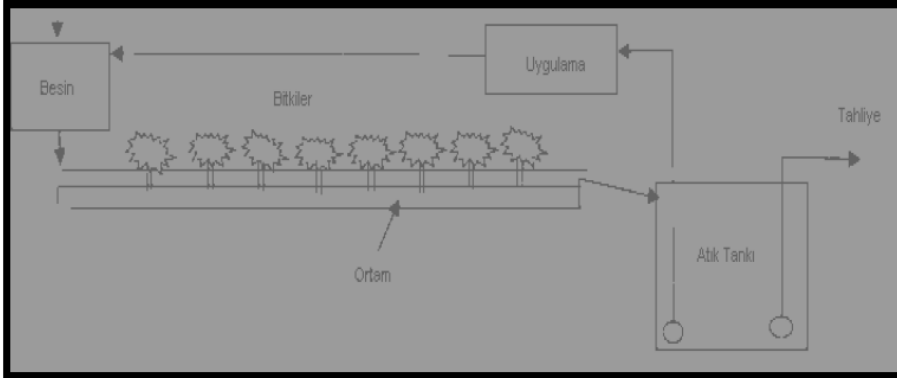
2.3.2. Su kültürü (hydroponics)

Eğer topraksız kültür sistemi sadece besin solüsyonu kullanırsa sistem "Su kültürü" veya "Solüsyon kültürü" olarak da adlandırılır. Bu sistemin temel avantajı bitkinin kök sisteminin yüksek hacimli besleyici solüsyon ile daima temas halinde olması dolayısıyla bitkiye yeterli miktarda su ve besin takviyesi sağlamasıdır. Ana dezavantajı ise bitkilerin köklerine iyi destek olmaması ve köklerin havalandırılmasının zorluğudur.

Diver (2006)'e göre; topraksız tarım iki başlık altında toplanmaktadır. Bitkilerin besin solüsyonu içerisinde yetiştiriciliği su kültürü (hidroponik), katı ortamlarda yetiştiriciliği ortam (substrat) kültürü olarak adlandırılmaktadır. 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.



Şekil 2.6. Açık sistem



Şekil 2.7. Kapalı sistem

2.3.3. Gelgit tekniği

Bu sistemde bitki besin solüsyonları kaplara konular ve üzerinde bitkiler yetiştirilir. Günde 3–4 kez kaplar boşaltılarak bitki köklerine oksijen kazandırılır. Bu teknik daha çok ev bahçelerinde ve hobi amaçlı kullanılır.

2.3.4. Durgun su tekniği

Bu sistem yapraklı bitkiler için en ideal sistemdir. Sistemde bitkiler strator adı verilen dikdörtgen polyesterden imal edilen izolasyon kalıplarının üzerinde sabit olarak dururlar. Besin solüsyonları çeşitli kaplara konur ve kapların dip kısmındaki motorlar aracılığıyla besin solüsyonlarının çökmesi önlenir ve kökler için gerekli oksijen solüsyona kazandırılır. Su havuzuna konulacak suyun miktarı, yatak uzunluğu (m) x yatak genişliği (m) x su derinliği (m) = su miktarı m³ formülü ile hacim olarak belirlenir. Genelde su havuzunun derinliğinin 16–17 cm olması tavsiye edilmektedir (Fowlkes 2001). Miceli vd (2003), İtalya’da yaptıkları bir araştırmada, yapraklı sebzelerde topraklı yetiştiricilikten daha kısa sürede uygulanabilecek kolay ve az masraflı bir yöntem olan yüzen su kültürü tekniğinin kullanılmasının avantajlı olduğunu bildirmişlerdir.

2.3.5. Besleyici film tekniği (Nutrient Film Technique)

Akan su tekniğinde besin solüsyonu bir tanktan pompa yardımıyla bitki köklerine verilir ve tekrar tankta toplanır. Sistem sürekli bu şekilde köklere oksijen kazandırır. Şen ve Sevgican (1998), su kültüründe akan su tekniğinde yetiştirilen bitkilerin ortalama meyve ağırlıklarının topraklı yetiştirme metotlarına oranla daha fazla olduğunu saptamıştır.

2.3.6. Aerasyon (Pulverizasyon) tekniği

Bu sistem de bitki köklerine besin solüsyonu sprey şeklinde ince zerrecikler halinde verilir. Bu teknikte köklere optimum oksijen sağlanır.

2.3.7. Aquaponik

Su kültürü ve su ürünleri kültürü entegre hale getirilerek yeni bir yetiştiricilik tekniği geliştirilmiştir (McMurty 1990). Bu teknik son yıllarda popülerlik kazanmasına

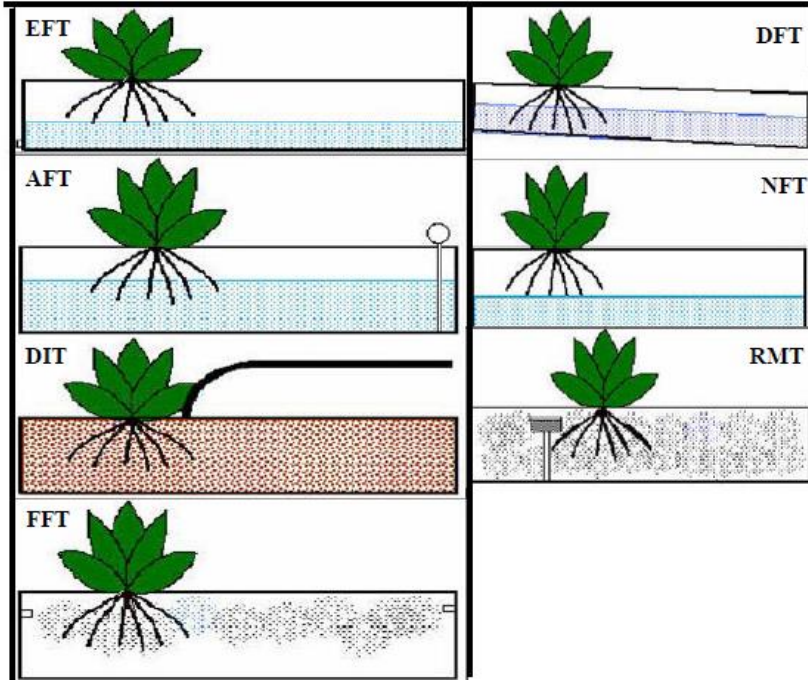
karşın orijinal entegre sistemler 2500 yıl öncelerinde Çin'deki pirinç tarlalarında kullanılmaktaydı (Fernando 2002). Bu sistemde aynı su kullanılarak hem su ürünleri hem sebze yetiştiriciliği yapılabilen, bir biyolojik sistemdeki atık maddeler diğer sistem için besin olarak kullanılabilir. Entegre su kültürü monokültür yetiştiricilikteki atık birikiminin azalması, verim ve karlılığın artmasında potansiyel bir çözüm anlamına gelmektedir (Martinez-Aragon vd 2002). Bitkiler aquaponik içinde ortak kullanım için idealdirler çünkü yüksek çözünmemiş azot ve fosfor biyolojik filtrasyon verimleri yüksektir (Haugland ve Pedersen 1993, Krom vd 1995, Neori vd 1996, Hernandez vd 2002).

Rakocy ve Hargreaves (1993)'e göre entegre su kültür sistemleri, yapay çevre kontrolünü sağlamak için dizayn edilmiştir. Bu sistem sayesinde su kaynakları korunmuş, balık ve bitki gelişimi sağlanmış olur. 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. Besin solüsyonunun kompozisyonun değişmesi ve hastalıkların hızlı bir şekilde yayılma potansiyeli kapalı sistemin en önemli dezavantajıdır (Marhaba 1998).

Marhaba (1998)' ya göre modern topraksız kültür teknikleri yedi ayrı sınıfa ayrılmıştır. Buna göre;

- a. **Yapay med-cezir tekniği (Ebb and Flow Technique):** EFT ile gösterildiği gibi besin solüsyonu günde 3-4 kez köklerin hava almasına izin verecek şekilde tahliye edilir. Bu teknik ev bahçeleri için uygundur.
- b. **Derin akan su tekniği (Deep Flow Technique):** DFT ile belirtilen bir kaç cm derinliğe sahip besin solüsyonu içerisinde yüzer vaziyette bulunan kökler etrafında pompa veya yer çekimi etkisiyle devir daim ettirilir. Bu metot Dinamik Kök Yüzdürme (Dynamic Root Floation) ya da "Raceway Hydroponic" isimleri ile de anılır ve yapraklı sebzeler için idealdir.
- c. **Havalandırılmalı akış tekniği (Aerated Flow Technique):** AFT olarak gösterilen 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.
- d. **Damlama sulama tekniği (Drip Irrigation Technique):** DIT ile gösterilen bu teknikte bitkiler inorganik veya organik ortamların içinde yetiştirilir. Besin solüsyonu köklerin yakınına günde 6-7 kere damlatılır veya yavaşça akıtılır. Ortadoğuda yetiştirilen bitkisel ürünler bu teknik sayesinde ihraç edilebilmektedir. Fidelik, meyve bahçesi ve peyzaj endüstrisine uygundur.
- e. **Kök misleme tekniği (Root Mist Technique):** RMT olarak gösterilen 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.

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



Şekil 2.8. Modern topraksız kültür teknikleri (Marhaba 1998'den modifiye edilmiştir)

2.4. Topraksız Yetiştiricilik İçin Besin Çözeltisi ile İlgili Kaynak Bildirileri

Hidroponik yetiştiricilikte besin çözeltisi hazırlanırken bitki büyümesi ve gelişmesi açısından önemli 17 bitki besin elementinden bitki için gerekli olanların çözeltide bulunmasına dikkat edilmelidir. Bu 17 önemli element makro ve mikro veya iz elementler olarak ikiye ayrılmaktadır. Makro elementler bitki gelişimi için daha fazla miktarlarda gerekli iken; mikro elementler daha az miktarda yeterlidir. Makro elementler; karbon (C), Hidrojen (H), oksijen (O), azot(N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), ve sülfür (S)'dür. Mikro elementler ise; demir(Fe), klor (Cl), bor (B), mangan (Mn), bakır (Cu), çinko (Zn), molibden (Mo) ve nikel (Ni)'dir. Bitki gelişimi için elementlerin konsantrasyonları belirli sınırlar içinde kalmalıdır (Kasım ve Kasım 2004).

Çizelge 2.3. Salata, marul ve diğer yeşillikleri yetiştiren farklı yetiştiriciliklerin kullandığı besin solüsyonlarındaki elementlerin konsantrasyon aralıkları (Morgan 2002b)

Elementler	Konsantrasyon aralığı mg l ⁻¹ , ppm
<i>Makro Elementler</i>	
Azot (N)	100-200
Fosfor (P)	15-90
Potasyum (K)	80-350
Kalsiyum (Ca)	122-220
Magnezyum(Mg)	26-96
<i>Mikro Elementler</i>	
Bor (B)	0.14-1.5
Bakır (Cu)	0.07-0.1
Demir(Fe)	4-10
Mangan (Mn)	0.5-1.0
Molibden (Mo)	0.05-0.06
Çinko (Zn)	0.5-2.5

Besin çözeltilerini hazırlarken her bitki besin maddesinin ayrı ayrı stok çözeltileri hazırlanır. Kasalara doldurulacak besin çözeltisi miktarı hesaplanarak tank içerisine yeterli miktarda su doldurduktan sonra stok çözeltilerinden alınan besin maddeleri bu tank içine boşaltılarak karıştırılır. Besin maddelerinden ilk önce çabuk çözünen ve asit karakterli (örneğin magnezyum sülfat, mono kalsiyum fosfat, potasyum nitrat ve kalsiyum sülfat gibi) tuzların çözeltisi, en sonra ise mikro elementlerin çözeltisi tanka verilir.

Tank seviyesi su ile tamamlandıktan sonra besin çözeltisinin pH'sı kontrol edilerek pH'nın 5-6.5 civarında kalması istenir. Çünkü; besin çözeltisi içindeki elementlerin çözünürlüklerinin sağlanmasında pH'nın bu değerler arasında kalmasındaki payı büyüktür. Mesela pH 8'e çıktığında Fe⁺² iyonu çözünmeyen Fe(OH)₃'e dönüşür ve çöker. Sonuç olarak bitkiler bu demirden yararlanamaz. Anyonlardan fosfat, pH değişimlerinden en fazla etkilenmektedir. Besin çözeltisi pH'sının, bitki gelişmesi üzerine önemli bir etkisi de ortamda bulunan H⁺ ve OH⁻ iyonlarını dengede tutmasıdır. pH yükseldiği zaman 0,1 N H₂SO₄; düştüğü zaman KOH ve ya NaOH ile ayarlanır. Besin çözeltisinin sıcaklığı hava sıcaklığına yakın olmalıdır; genel olarak 20°C'de tutulmalıdır (Kaptan 1995). Besin çözeltilerinin pH'sı kation ve anyonların alım oranını etkilemektedir. Genellikle iyon alımının maksimum olması için pH'nın 5-7 arasında olması gerekir bu nedenle de besin çözeltisindeki pH değerinin 5.5-6.5 arasında tutulması önem kazanmaktadır. pH'nın ayarlanmasında; genellikle yükseltmek için %5'lik KOH, düşürmek için de H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄ ve HCl kullanılmaktadır (Kasım ve Kasım 2004).

Besin çözeltilerinin toplam tuz konsantrasyonu; osmotik basınç, elektriksel kondaktivite (EC), yüzde tuz konsantrasyonu ve ppm olarak ifade edilebilmektedir. Tuz stresi, bitkilerin ölümüne neden olabileceği gibi toleranslara bağlı olarak sadece büyümeyi de engelleyebilir, kloraza ve nekrotik lekelerin oluşmasına neden olabilir, verim ve kaliteyi düşürebilir. Tuza orta derecede dayanıklı bitkiler için tuz

konsantrasyonu % 0.15- 0.2 (1500-2000 ppm) arasında, tuza dayanıklı bitkiler için % 0.2-0.4 (2000-4000 ppm) arasında olması önerilir. Çok hassas bitkiler için ise % 0.1 (1000 ppm) civarında olması istenmektedir (Kasım ve Kasım 2004).

Çizelge 2.4. Tuza dayanıklılık durumuna göre sebzeler

Tuza Dayanıkhlar	Orta Derecede Dayanıkhlar	Tuza Hassaslar
Marul	Hıyar, domates, kuşkonmaz, kantaloop kavunu, tatlı patates, biber, havuç, ıspanak, kabak, soğan, patates	Fasülye, bezelye, kereviz, lahana, enginar, patlıcan

Yüzde tuz konsantrasyonu (elektriksel kondaktivite) ile besin çözeltisi sıcaklığı arasında bir ilişki vardır. Sıcaklığın her 1°C yükselmesi yüzde tuz konsantrasyonunun % 2 artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla sıcaklıktaki her bir 1°C'lik artışla bitkinin besin elementlerinden yararlanma oranı da o derecede artmaktadır. Bundan dolayı da çözelti sıcaklığının özellikle ortam sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde hava sıcaklığının altına düşürülmemesi gerekmektedir (Kasım ve Kasım 2004).

Bitki beslenmesi açısından önemli kriterlerden biri de besin çözeltisinin havalandırılmasıdır. Durgun su kültüründe ise ortama pompalar yardımıyla veya oksijen tüpü kullanılmak suretiyle oksijen verilmelidir. Besin çözeltisinin dolaştırıldığı kapalı sistemlerde ise besin çözeltisinin kanallara verilmesi ve besin tankına geri dönüşü sırasında belli bir yükseklikten verilmesi çözeltinin havalandırılmasına yardımcı olur. Kapalı sistemlerde dolaştırılan besin çözeltisinin başlangıçta 3 haftada bir, daha sonra bitki gelişmesinin ilerlemesiyle birlikte 2 haftada bir ve verim döneminde ise haftada bir değiştirilmesi önerilmiştir (Kasım 2004).

2.5. Besin Solüsyonundaki O₂ ile İlgili Kaynak Bildirileri

Morgan (2002b) besin solüsyonunun oksijenlenmesinin ürün miktarını artırdığını ve uç yanıklığının oluş sıklığının azaldığını saptamıştır. Besin solüsyonunun sıcaklığı, hacmi ve havalanma derecesinin solüsyondaki O₂ miktarını belirleyebileceğini açıklayan araştırmacı besin solüsyonu içindeki çözünmüş oksijen miktarının 3 ppm'in altına düşmesi halinde marulun büyümesinin önemli ölçüde olumsuz etkileneceğini ifade etmiştir.

Jones (2005), bitki köklerinin besin solüsyonu içerisinde durduğu su kültürü sistemlerinde yetiştiricilerin yüksek sıcaklık periyodu boyunca içinden çıkılması oldukça zor bir problemle karşı karşıya kaldıklarını bildirmiştir. Bu dönemlerde sudaki O₂ çözünürlüğü oldukça düşüktür ve artan sıcaklıkla önemli düzeyde azalmaya devam eder. Bununla birlikte, bitki solunumu artar ve bu yüzden O₂ ihtiyacı da sıcaklıkla birlikte hızla artar. Bu nedenle söz konusu dönemlerde oksijen desteği sağlanması gerekmektedir. Bu yüzden besin solüsyonu, solüsyon içine hava kabarcığı verilerek veya besin solüsyonun yüzey alanını olabildiğince yüksek tutmak için mekanik karıştırma ile havalandırma yapılabilmektedir.

Çizelge 2.5. Su sıcaklığına bağlı olarak tatlı sularda oksijen içeriğinin değişimi (Nickols 2002)

Sıcaklık °C	Oksijen içeriği mg l ⁻¹ (ppm)
0	14.6
5	12.8
10	11.3
15	10.1
20	9.1
25	8.2
30	7.5
35	6.9

2.6. Uç Yanıklığı İle İlgili Kaynak Bildirileri

Both (1995), havalandırma fanlarının seradaki hava hareketini artırdığını ve bitkiyi transpirasyon yapmaya teşvik ederek uç yanıklığının başlangıcını geciktirdiğini belirtmiştir. Araştırmacının bildirdiğine göre uç yanıklığı kalsiyum eksikliğinden oluşan fizyolojik bir bozukluk olup marulların gelişen yapraklarının uçlarında meydana gelir. Artırılmış bitki transpirasyonu Ca'un köklerden gelişen yapraklara hareketini sağlar. Uç yanıklığı ürünün önemli derecede satılabilirliğini azalttığından oluşumunun önlenmesi gerekmektedir.

Both (1995) marulda uç yanıklığı oluşmaması için, bitki kuru ağırlığın her bir gramı için en az 400 ml transpirasyon yapması gerektiğini belirtmiştir. Ciolkosz vd (1998), marulda uç yanıklığı için transpirasyon oranını mekanik yolla artırmışlar ve sirkülasyon fanlarının havayı bitkilerin üzerine üflemesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Jones (2005) kalsiyum eksikliğinin belirtisi olan ve yaprak kenarlarının ölümüyle sonuçlanan uç yanıklığının, hızlı büyümeyi tetikleyen ve bitki bünyesinde su dolaşımını yavaşlatan yüksek sıcaklıkla önemli derecede ilgili olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı besin solüsyonunda kalsiyum miktarının artırılması, Potasyum:Kalsiyum oranının düşürülmesi ve elektriksel iletkenliğin düşük seviyelerde tutulmasıyla uç yanıklığı oluşumunun minimize edilebileceğini belirtmiştir.

2.7. Su Kalitesi İle İlgili Kaynak Bildirileri

Marul ve diğer bütün yapraklı sebzelerde su kalitesi daha fazladır. Örneğin su 35 ppm den fazla Na içeriyorsa bu suyun, Cl elementini de içermesi muhtemeldir (Jones 2005). Alexander (2001) bu tip kaynak sularının marulun büyüme ve kalitesi üzerine önemli derecede zararlı etkileri olduğunu bildirmişlerdir. Marul Mg'a karşı hassas değildir. Fakat yüksek miktarda mikro besin elementi olan Mn, Mo ve Cu'a ihtiyaç

duyarlar (Jones 2005). Marulda besin elementleri dengesizliğinin görsel belirtilerine yönelik fotoğraflar Roorda van Eysinga ve Smith (1981) ile Scaife ve Turner (1984)'a ait çalışmalarda, Mo eksikliğinin görsel belirtilerine dair fotoğraflar ise Bould ve arkadaşları (1984)'na ait çalışmada belirtilmiştir.

Sevgican (2003), besin eriyikleri hazırlanmasında kullanılacak suların birinci ve ikinci sınıf sulama suyu olması koşulu bulunduğunu, en idealinin birinci sınıf sulama sularını kullanmak olduğunu, ikinci sınıf sulama sularının NFT gibi bazı topraksız tarım şekillerinde kullanılamayacağını, üçüncü sınıf suların ise hiçbir topraksız tarım şekline uygun olmadığını belirtmiştir. Birinci ve ikinci sınıf sulama sularının, makro ve mikro elementler açısından maksimum içeriklerinin şöyle olmasının gerektiğini vurgulamıştır. Azot, fosfor, potasyum, demir, alüminyum 5 ppm, kalsiyum 120 ppm, magnezyum 25 ppm, bor ve çinko 0.5 ppm, manganez ve flor 1 ppm, bakır 0.2 ppm ve molibden 0.02 ppm. Başka bir şekilde ifade edilirse; 1 litre suda 5 mg N, P, K, Fe, ve Al, 120 mg Ca, 25 mg Mg, 0.5 mg B ve Zn, 1 mg Mn ve F, 0.2 mg Cu ve 0.02 mg Mo olmalıdır.

2.8. Topraksız Kültürde Marul Yetiştiriciliği İle İlgili Kaynak Bildirileri

Spillane (2001) ve Morgan (2002b)'ın bildirdiğine göre marul ve kokulu otlara özel olan “Sal Sistemi” gibi uygulamalar mevcuttur. Bir su kültürü sistemi olan sal sistemi İngilizce literatürlerde “Raft System”, “Floating Raft” gibi isimler ile kullanılmış olup aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

Sal sistemi (raft system): Bir çeşit su kültürü metodu olup, bitkiler derin besin solüsyonu üzerinde tabaka halinde yüzen materyalin içine konulduğu ve köklerin besin solüsyonuna uzadığı bir sistemdir. Bu üretim metodu salata, marul ve kokulu otlar ile sınırlıdır (Jones 2005).

Havalandırılmış besin çözeltisi üzerinde yüzer strafor tabakalarının kullanımı Spillane (2001) ve Morgan (2002b) tarafından tanımlanmış olan marul yetiştiriciliğine uygun bir başka metottur. Kayayünü veya başka bir yetiştirme ortamı içeren kaplarda köklendirilen bitkiler straforlara açılan deliklere yerleştirilir.



Şekil 2.9. Köklendirilmiş bitkilerin yüzer straforlar içerisinde besin solüsyonu içeren tekneler içerisine yerleştirilmesi (Jones 2005)

Tekne içinde bulunan bitkiler arası mesafe her bir bitkinin yaprakları bir biri üzerine gelmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Sıra arası ve sıra üzeri mesafe sabit olabileceği gibi bitkilerin büyüme miktarına göre yer değişimi de yapılabilir. Mesafe ayarlaması 4 ile 8 günde bir yapılır (Jones 2005). Cornell Üniversitesi'nde sal sisteminde marul yetiştiriciliğinde bitkiler arası mesafenin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada farklı aralıklar denenmiş ve uygulamada 32 gün sonunda yaprakların 17.5 cm aralıkta, 73.5 g ve 25 cm aralıkta ise 87 g taze ağırlığa ulaştığı bildirilmiştir (Goto vd 1994). Durgun su kültüründe, sal tekniği kullanılarak yapılan marul yetiştiriciliğinde kullanılacak besin solüsyonu formülü verilmiştir.

Çizelge 2.6. Durgun su kültürü sal sisteminde marul yetiştiriciliği için hidroponik besin solüsyonu formülü (Morgan 2002b)

Bileşen	Gram/100 litre
Tank A	
Kalsiyum nitrat	6254
Potasyum nitrat	729
Demir şelatları	500
Tank B	
Potasyum nitrat	729
Monopotasyum nitrat	992
Magnezyum sülfat	2127
Mangenez sülfat	80
Çinko sülfat	11
Borik asit	39
Bakır sülfat	3
Amonyum molibdat	1

İçerikteki elementlerin, 1:100 seyreltme sonrasında elde edilecek değerleri şu şekildedir (ppm): N = 116, P = 21, K=82, Ca = 125, Mg = 21, S = 28, Fe = 6.8, Mn = 1.97, Zn = 0.25, B = 0.70, Cu = 0.07, Mo = 0.05; EC = 1.0 mS/cm

Sal sisteminde besin solüsyonunun derinliği 7.6 cm ile 25 cm arasında olabilmektedir. Son yapılan bazı araştırmalar 7.6 cm'den daha derin besin solüsyonunun, büyüme ve ürün miktarını arttırmamış olduğunu belirtmiş olsa da sonuçlar 12.7 cm derinliğindeki besin solüsyonu çözeltisinin daha tutarlı yetiştiricilik sağladığı yönündedir. Morgan (2002a)'a göre sal sisteminin en önemli avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtildiği gibidir.

Avantajlar

- Elektrik enerjisine ihtiyaç duymaz,
- Yetiştirme alanını maksimum seviyede kullanır,
- Büyük miktarda besin solüsyonu içerdiği için sıcaklık koşullarını dengeler,
- İçerdiği besin solüsyonu miktarından dolayı tamponlama kapasitesini dengeler,

- Kök gelişimi rahatlıkla gözlenebilmesine olanak tanır,
- Yetiştirme sistemi ile ürün arasında sterilizasyonu sağlar.

Dezavantajlar

- Ürüne kolaylıkla ulaşma ve bakım yapma zorluğu,
- Yapay havuz seviyelendirilmiş olmalı ve sızıntı yapmamalı,
- Başlangıçta büyük hacimde suya ihtiyaç duyulur,
- Kök hastalıklarının girişi kolaydır ve bütün ürünü hızlı bir şekilde çökertebilir. Bu yüzden su dahil bütün yetiştirme sistemi steril olmalıdır.

Miller (1998) de fide yetiştiriciliğinde topraksız tarımda kullanılan durgun su sistemi ile geleneksel sistemi (metil bromit kullanılan) karşılaştırmıştır. Durgun su sisteminde şu sonuçlar elde edilmiştir;

— Daha az alanda daha fazla bitki yetiştirilir.

— Yüksek çimlenme oranı vardır.

— Fideler tepsilerde taşındığından daha az uygulama, iş gücü gerektirir ve fideler daha uniform 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.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Araştırma Yeri

Çalışma 24 Şubat 2015–20 Nisan 2015 tarihleri arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde bulunan cam serada yürütülmüştür. Cam sera; 5 m genişliğinde, 6 m uzunluğunda (30 m²), 2 m yan yüksekliğinde olup yan ve çatı havalandırılmalıdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü cam sera

3.2. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali

Bu çalışmada yedikule marul tipinde (Romain) Little Gem, kıvırcık marul tipinde (Iceberg) kırmızı Lollo Rossa ve Lolo Bionda, yağlı baş marul (Butterhead) tipinde Adriana çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bitki materyali Erüst Tarım Ltd. Şti. tarafından temin edilmiş olup firma tarafından belirtilen çeşit özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Little Gem

Örtü altı yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan Little Gem; fide evresinde, olgun evreye kıyasla, soğuğa daha dayanıklıdır. Yeşil, orta sert yapraklıdır ve dik büyüme özelliğine sahiptir. Dikim sezonuna bağlı olarak hasada gelme süresi yaklaşık olarak 45 gündür. Hasattan sonra solma hızı düşüktür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan Little Gem marul çeşidi

3.2.2. Lollo Rossa

Soğuğa dayanıklı, nemli hava koşullarına ihtiyaç duyan ılık iklim sebzesidir. Vejetasyon süresi kısa olduğundan Türkiye'nin hemen hemen tüm bölgelerinde yetiştiriciliği yapılabilir. Salyangoz ve sümüklü böcek gibi zararlılara karşı dayanıklıdır. Kıvrıkcık, çok dalgalı, hafif sert ve yeşilden kırmızıya dönen yaprakları vardır. Yaprakları çok kolay kırılmaz ve sıkı başlıdır. Hasada gelme süresi 40 gündür. Tam olgunlukta hasat edilen bitkilerde solma hızı düşüktür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan Lollo Rossa marul çeşidi

3.2.3. Lolo Bionda

Kıvrıkcık marul kısa bir vejetasyon süresine sahip olduğundan yurdumuzun hemen her bölgesinde yetiştirilebilir. Bitkinin soğuğa dayanımı büyüklüğüne göre değişir. Güneş ışığı görme süresinin azalması ürünün hasat olgunluğuna gelme zamanını uzatır. Bu çeşit, her türlü toprakta rahatlıkla yetişebilir fakat humuslu topraklarda daha hızlı gelişme gösterir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan Lolo Bionda çeşidi

3.2.4. Adriana

Yağlı marul olarak da bilinir iç içe sarılı, açık yeşil, geniş ve çıtır yaprakları vardır ve güle benzeyen gevşek bir baş oluşturur. Yağlı izlenimi veren pürüzsüz yüzeyi, yumuşak dokusu, tatlı ve hafif lezzeti vardır. İştah açıcı özelliği, mineral ve A - B1 - B2 - C vitaminlerince zenginliği açısından çiğ olarak tüketilmelidir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan Adriana çeşidi

3.3. Araştırmada Kullanılan Su Kültürü Düzenegi

Çalışmada marul bitkileri cam serada 120 x 50 x 30 (boy x en x yükseklik) cm ölçüsünde 180 litre hacimli sert plastik teknelerde yetiştirilmiştir. Bitkileri yüzdürmek için 120 cm x 60 cm x 3 cm ölçülerinde strafor plakalar kullanılmıştır. Strafor plakalar 12 cm x 15 cm (sıra arası ve sıra üzeri) olacak şekilde 5 cm çaplı daireler şeklinde kesilip içlerine 5 cm çaplı, 5 cm boyunda, alt ve yan yüzeylerde delikleri bulunan plastik file saksılara marul fideleri yerleştirilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Delikli plastik file saksılar ve plastik bitki yetiştirme tekneleri

Yapılan çalışmalarda durgun su kültürü tekniğiyle marul yetiştiriciliğinde çözülmüş oksijen konsantrasyonunun değişik etkileri olduğu belirlenmiş, marul yetiştiriciliği için solüsyonda en az 4 mg l⁻¹ çözülmüş oksijen bulunması gerektiği bildirilmiştir (Goto vd. 1994). Bu amaçla besin solüsyonlarına oksijen kazandırmak için; akvaryum hava motoruna bağlanan hortumlara hava taşları eklenerek solüsyondaki çözülmüş oksijen miktarı 4 mg l⁻¹'ye ulaşana kadar oksijen verilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan hava motoru ve hava taşı

Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Yetiştirme teknelerinde Little Gem, Lollo Rossa, Lolo Bionda, Adriana çeşitlerinden her birinden dört tekerrürlü ve her tekerrürde 20'er bitki olmak üzere toplam 320 adet

bitki yerleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan besin solüsyonu Çizelge 3.1’de belirtilen Hoagland ve Arnon (1950) tarafından sunulan besin solüsyonundaki element değerlerine tam olarak uyularak ve su analiz sonucu dikkate alınarak hazırlanmıştır (Çizelge 3.1). Çalışmada kullanılan su Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisinde bulunan su kaynağından alınarak BATEM Laboratuvarlarında analiz ettirilmiş ve analiz sonucu Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Hoagland Besin solüsyonu reçetesi mg/l

Makro Besinler (mol/m ³)		Mikro Besinler (mol/m ³)	
Nitrat	14	Demir	25
Amonyum	1	Bor	46
Potasyum	6	Mangan	9
Kalsiyum	4	Çinko	0,8
Magnezyum	2	Molibden	0,3
Fosfor	1	Klor	18
Kükürt	2		

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan besin solüsyonu

1. Karışım	(g/180 l)	2. Karışım	(g/180 l)
Kalsiyum Nitrat	142,10	Magnezyum Sülfat	87,60
Potasyum Nitrat	70,70	Mangan Sülfat	0,277
Amonyum Nitrat	27,27	Borik Asit	0,105
Demir	14,7	Bakır Sülfat	0,02
		Çinko Sülfat	0,04
		Molibden	0,008
		Mono Amonyum Sülfat	20,61

Çizelge 3.3. Su analiz sonucu

Lab.No.	1696	Değerlendirme
pH	7.24	Nötr
EC μ mhos/cm (25 ⁰ c)	636	2.sınıf (iyi)
Potasyum (K)meq/l	0.06	
Kalsiyum (Ca) meq/l	4.63	Yeterli
Magnezyum (Mg) meq/l	1.07	Düşük
Sodyum (Na) meq/l	0.77	
Karbonat (CO ₃ ⁻²) meq/l	Yok	
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) meq/l	5.43	Orta
Klor(Cl ⁻) meq/l	0.93	1.sınıf (çok iyi)
Sülfat (SO ₄ ⁻²) meq/l	1.17	1.sınıf (çok iyi)
Bor (B) meq/l	0.03	1.sınıf (çok iyi)
SAR (meq/l) ^{1/2}	0.45	Az sodyumlu

3.4. Araştırmada Kullanılan Fidelerin Yetiştirme Ortamına Alınması

Araştırmada Erüst Tarım Ltd. Şti. tarafından torf ortamında yetiştirilen, 3-4 gerçek yapraklı aşamadaki (tohum ekiminden 20 gün sonra) fideler içine perlit eklenerek saksılara aktarılmıştır. Perlit ilavesi ile fidelerin saksı içinde sağa sola yatmayıp sabit durması sağlanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan (a) Lolo Bionda, (b) Lollo Rossa, (c) Adriana marul ve (d) Little Gem çeşitlerinin fideleri

3.5. Çalışmada İncelenen Parametreler :

İncelenen parametreler her tekerrürde 5'er bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır.

3.5.1. Bitki boyu

Bitki boyu cetvel yardımıyla ölçülmüş ve sonuçlar cm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Bitki boyu ölçümü

3.5.2. Bitki ağırlığı

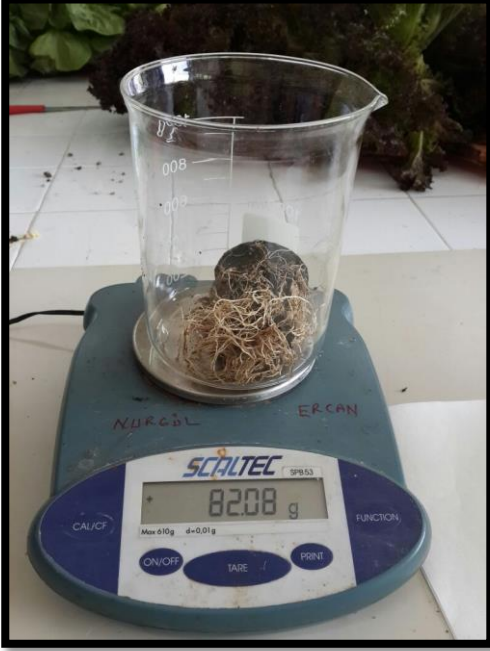
Denemeye alınan tüm bitkiler deneme sonunda kök boğazından kesilip, bitki ağırlıkları tartılarak sonuçlar g olarak kaydedilmiştir (Şekil 5.10.).



Şekil 3.10. Bitki gövde ağırlığı ölçümü

3.5.3. Bitki kök ağırlığı

Denemeye alınan tüm bitkiler deneme sonunda kök boğazından kesildikten sonraki kalan kök kısmı terazide tartılarak sonuçlar g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Bitki kök ağırlığı ölçümü

3.5.4. Bitki yaprak sayısı

Denemeye alınan tüm bitkiler deneme sonunda kök boğazından kesildikten sonra pazarlama değeri olmayan (çürük, sararmış, kararmış, vb.) yaprakları temizlenmiş kalan yapraklar teker teker sayılarak kaydedilmiştir (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Bitki yaprak sayısı ölçümü

3.5.5. Bitki yaprak boyu ve eni

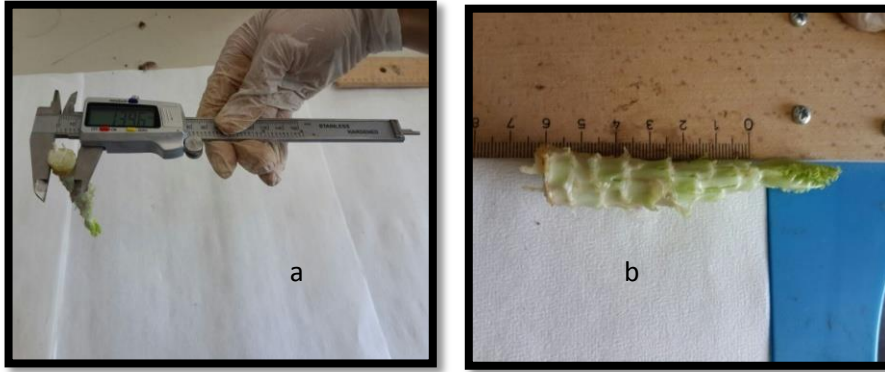
Deneme sonunda her marul çeşidinin yapraklarının eni yaprağın en geniş kısmı esas alınarak cetvel ile ölçülüp cm olarak kaydedilmiştir. Bitki boyu da cetvel ile ölçülmüştür (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Bitki yaprağının boy ve en ölçümü

3.5.6. Bitki gövde boyu ve eni

Bitkilerin yaprakları gövdeden ayrıldıktan sonra gövde boyu ve eni ölçülmüştür (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. Bitki gövdesinin en ve boy ölçümü

3.5.7. Bitki gövde ağırlığı

Bitkilerin yaprakları gövdeden ayrıldıktan sonra ağırlığı ölçülmüştür (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. Bitki gövde ağırlığı ölçümü

3.5.8. pH

Hasat edilen çeşitlerden alınan yaprak örnekleri ayrı ayrı ezilerek suyu ekstrakte edilmiş, pH metre yardımıyla pH değerleri ölçülmüştür (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. pH ölçümü

3.5.9. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM)

Hasat edilen çeşitlerden alınan yaprak örnekleri ayrı ayrı ezilerek suyu ekstrakte edilmiş, dijital refraktometrenin prizmasına damlatılıp suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. SÇKM ölçümü

3.5.10. Bitki yaprak renk analizi

Denemeye alınan tüm çeşitlerin deneme sonunda en dış pazarlanabilir yapraklarından tesadüfi olarak alınan birer yaprak örneği kromometre (Minolta CHROMA METER CR-400/410) ile ölçülerek yaprakların ortalama L, a, b değerleri tespit edilmiştir (Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. Bitki yaprak renk analizi

Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 17; Chicago, IL, USA) istatistik yazılımı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre $p \leq 0,001$ ve $p \leq 0,05$ düzeyinde yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Üç-dört gerçek yapraklı aşamada durgun su kültürüne aktarılan marul fideleri dikimden 48 gün sonra hasada gelmiştir (Şekil 4.1). Soundy ve Smith (1992) bahar ve yaz dönemi toprakta marul yetiştiriciliğinde en erken hasat süresini yaklaşık 80 gün olarak bildirmişlerdir. Buna karşın Maboko ve DuPlooy (2007) su kültüründe kıvırcık marul için bu sürenin çeşitlere göre 35 ile 42 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Nitekim Wurrvd (1996) toprak sıcaklığının artmasıyla hasada gelme süresinin kısaldığını açıklamışlardır. Yapmış olduğumuz bu çalışmada ise hasada gelme süresi 48 gün olup bu bulgu gerek literatür ile gerekse de çeşit özelliklerinde belirtilen dikimden hasada gelinceye dek gerekli süre bilgileriyle uyum içindedir.



Şekil 4.1. Hasada gelmiş bitkilerin genel görünümü

Çalışmada bitki uzunluğu için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.2). 12x15 cm aralıklarla yetiştirilen Yedikule tipindeki Little Gem çeşidinde bitki uzunluğunun 50,3 cm ile en uzun bitki oluşturduğu bunu 38,27 cm ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvırcık marul tipinde olan yeşil yapraklı LoloBionda ve kırmızı yapraklı LolloRossa çeşitleri ise sırasıyla 28,61 cm ve 35,75 cm uzunluğunda olup aynı grup içinde yer almışlardır.

Maboko ve DuPlooy (2007) su kültüründe kıvırcık marul çeşitleri ile yaptıkları çalışmada bitki uzunluğunun 17,21 cm ile 14,38 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar kıvırcık marulda bitki uzunluğu ve bitki çapının yüksek olmasının genellikle pazarlanabilir bitki boyutunun göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

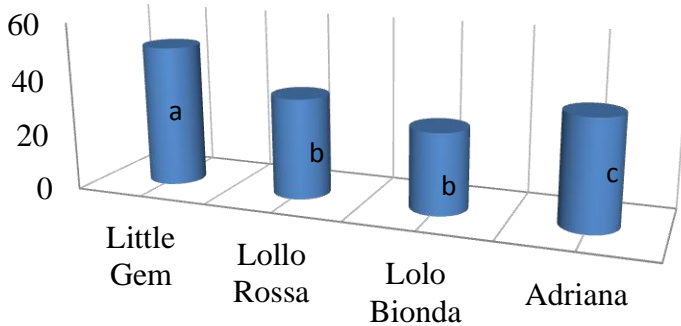
Aynı araştırmacıların 2009 yılında su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marul çeşitlerinde bitki sıklığının verim ve kalite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada ise bitki sıklığının artması ile bitki uzunluğunun arttığını, bunun fotosentetik aktif

radyasyon (PAR) bakımından bitkiler arasındaki rekabetten kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada bitkileri 10x20, 10x25, 15x20, 20x20 ve 20x25 cm aralıklarda yetiştirmişler, çalışmada kullandıkları bütün marul çeşitlerinde bitki sıklığının artmasıyla bitki uzunluğunun da arttığını açıklamışlardır. Araştırmacılar 10x20 cm (50 bitki/m²) ve 10x25 cm (40 bitki/m²) de yetiştiriciliğin daha geniş aralıklarla yetiştirmeye kıyasla istatistiksel olarak daha uzun bitkiler oluşturduğunu açıklamışlardır. Araştırmacılar inceledikleri 4 kıvrıkcık marul içinde "NIZ44-675 ve Tango çeşitlerinin daha uzun bitki boyu oluşturmalarını genetik farklılıklara atfetmişlerdir.

Ercan ve Bayyurt (2014) durgun su kültüründe iki farklı dikim sıklığının Campania kıvrıkcık marul çeşidinin verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 8x8 cm aralıklarla yetiştirilen marul bitkilerinin boyunun 12x12 cm aralıklarla yetiştirilenlerden daha uzun olduğunu, geniş sıra aralığında bitki boyunun 49,56 cm, dar sıra aralığında (8x8 cm) ise 68,2 cm olduğunu açıklamışlardır.

Kıvrıkcık marul tipinde olan LolloRossa ve Lolo Bionda çeşitlerinin 12x15 cm aralıklarla (55 bitki/ m²) yetiştirildiği bu çalışmada bitki boyu sırasıyla 35,75 cm ve 28,61 cm olup literatür bulguları ile uyum içindedir. Şekil 4.2'de görüldüğü üzere yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinin bitki boyunun en yüksek çıkması bitki sıklığına ilave olarak çeşidin generatif faza geçmesinden kaynaklanmış olup bu durum gövde uzunluğu parametresiyle de desteklenmiştir.

Bitki uzunluğu (cm)



	Little Gem	Lollo Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Bitki uzunluğu (cm)	50,3	35,75	28,61	38,27

Şekil 4.2. Bitki uzunluğu

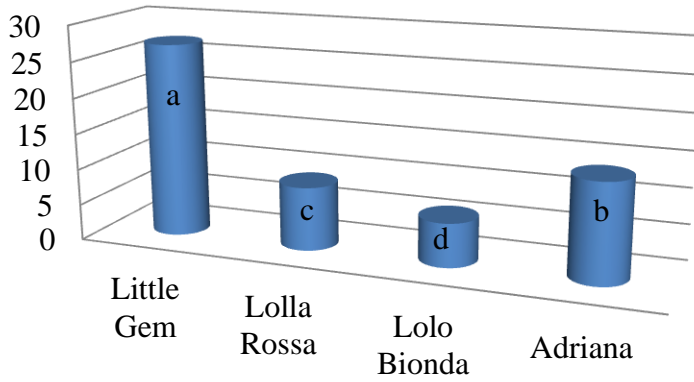


Şekil 4.3. a. Lolo Bionda, b. LolloRossa, c. Little Gem, d. Adriana çeşitlerinin bitki boylarının cetvel ile ölçülmesi

Çalışmada gövde uzunluğu için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.4). Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinde gövde uzunluğunun 27,02 cm ile en uzun gövdeli bitki oluşturduğu bunu 13.66 cm ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvrıkcık marul tipinde olan kırmızı yapraklı LolloRossa ve yeşil yapraklı LoloBionda çeşitleri ise sırasıyla 8.83 cm ve 6.07 cm gövde uzunluğunda olup istatistiksel olarak farklı grupta yer almışlardır. Bu bulgular Maboko ve DuPlooy (2007) ve Jennivd (2003) bulguları ile uyum içindedir. Çalışmada bitkilerin gövde uzunlukları tüm yaprakları ayırıldıktan sonra cetvel yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 4.5).

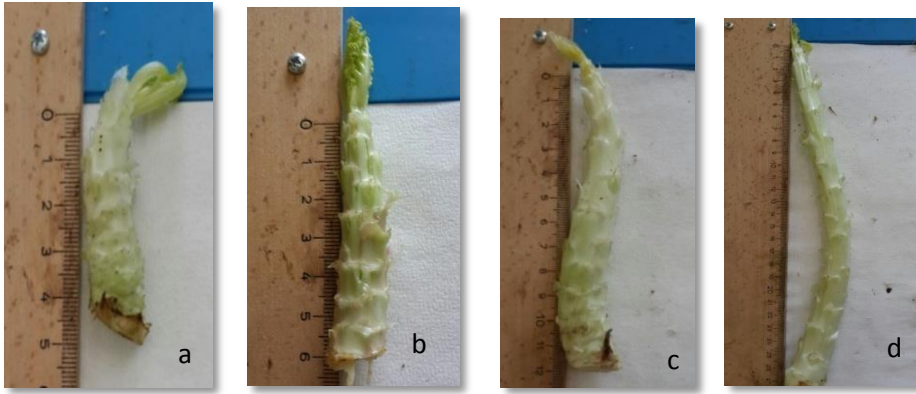
Maboko ve DuPlooy (2007) 16 kıvrıcık marul çeşidinin su kültüründeki performanslarını belirlemek için yaptıkları çalışmada, gövde uzunluğunu bakımından en düşük değerin 9.03 cm, en yüksek değerin ise 15.45 cm olduğunu bildirmişlerdir. Ercan vd (2013) durgun su kültüründe yetiştirilen Campania kıvrıcık marul çeşidinde yaptıkları çalışmada 8x8 cm aralıklarla yetiştirilen marul bitkilerinin gövde uzunluğunun 6.4 cm, 12x12 cm aralıklarla yetiştirilenlerde ise 4.3 cm olduğunu, bitki sıklığının artması sonucu gövde uzunluğunun da arttığını bildirmişlerdir. Jenni vd (2003) kıvrıcık marul çeşitlerinde kısa gövdeye sahip çeşitlerin daha kaliteli olduğunu ve gövde uzunluğunun sıcaklığın artmasıyla artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada Little Gem çeşidinin gövde uzunluğunun diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek bulunmasında bitkilerin generatif faza geçmesinin etkisi olmuştur (Şekil 4.4). Madzivhandila (2005) marulda gövde uzunluğu kısa ve gövde çapı dar olan çeşitlerin sapa kalkmaya karşı dirençli olduğunu ifade etmişlerdir.

Gövde uzunluğu (cm)



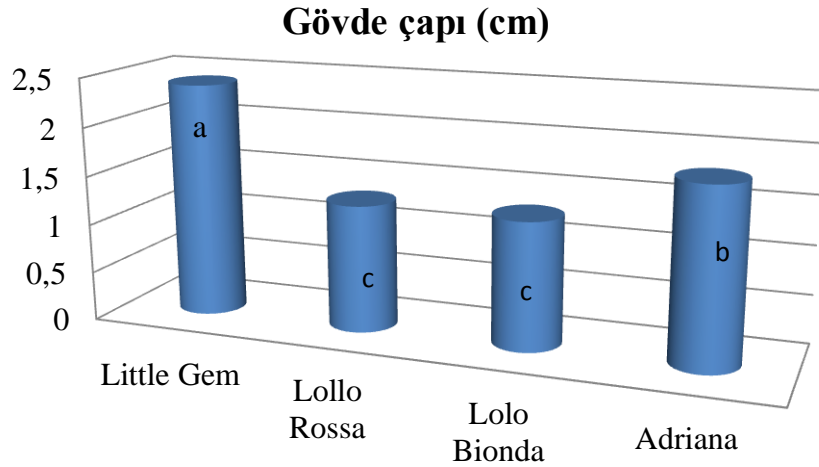
	Little Gem	Lolla Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Gövde uzunluğu (cm)	27,02	8,83	6,07	13,66

Şekil 4.4. Gövde uzunluğu



Şekil 4.5. a. Lolo bionda, b. Lollo Rossa, c. Adriana, d. Little Gem gövde uzunlukları

Çalışmada gövde çapı için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.6). Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinde gövde çapının 2,4 cm ile en geniş çaplı bitki oluşturduğu bunu 1,8 cm ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvırcık marul tipinde olan yeşil yapraklı Lolo Bionda ve kırmızı yapraklı Lollo Rossa çeşitleri ise sırasıyla 1,3 cm ve 1,3 cm gövde çapında olup aynı grup içinde yer almışlardır. Kıvırcık marul çeşitlerinin gövde çapı için elde edilen bulgular, Maboko ve DuPlooy (2007) 16 kıvırcık marul çeşidinin su kültüründeki performanslarını belirlemek için yaptıkları çalışmada, gövde çapı için en düşük ve en yüksek değerlerin sırasıyla 2,43 ile 3,11 cm olduğu şeklindeki bulguları ile uyum göstermektedir.



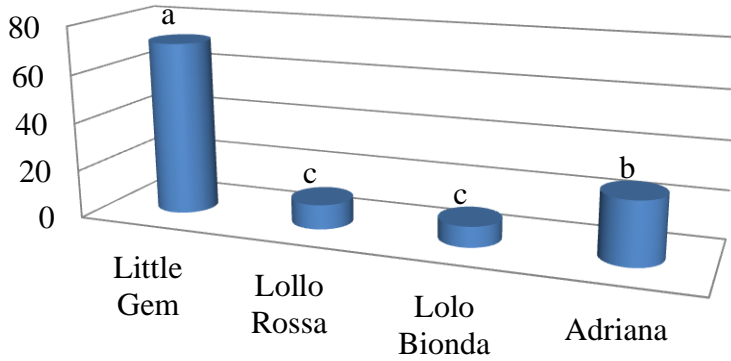
	Little Gem	Lollo Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Gövde çapı (cm)	2,4	1,3	1,3	1,8

Şekil 4.6. Gövde çapı

Çalışmada gövde ağırlığı için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.7). Yedikule tipinde olan Little gem çeşidinde gövde ağırlığının 71.79 g ile en ağır gövde oluşturduğu bunu 25.86g ile Butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmekte Kıvırcık marul

tipinde olan kırmızı yapraklı Lollo Rossa ve yeşil yapraklı Lolo Bionda çeşitleri ise sırasıyla 10.15 g ve 8.49 g gövde ağırlığında olup aynı grup içinde yer almışlardır.

Gövde ağırlığı (g)



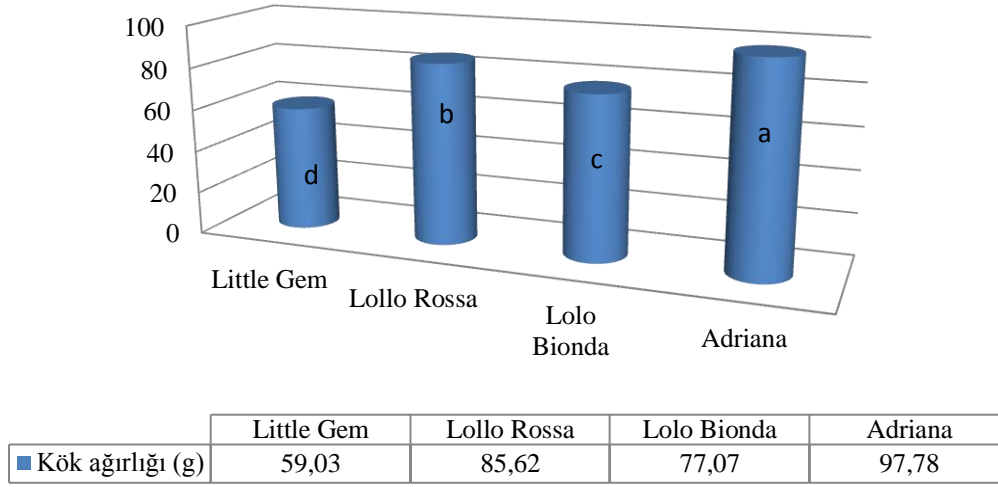
	Little Gem	Lollo Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Gövde ağırlığı (g)	71,79	10,15	8,49	25,86

Şekil 4.7. Gövde ağırlığı

Çalışmada kök ağırlığı için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.8). Butterhead tipinde olan Adriana çeşidinde kök ağırlığının 97.78 g ile en ağır kök oluşturduğu bunu 85.62 g ile Kıvırcık marul tipinde olan kırmızı yapraklı LolloRossa çeşidi izlediği görülmektedir. Kıvırcık marul tipinde olan yeşil yapraklı LoloBionda çeşidi 77.07 g ve Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidi ise 59.03 g kök ağırlığına sahip olup ayrı ayrı gruplar oluşturmuşlardır.

Okudur ve Ercan (2015) durgun su kültüründe farklı gübre uygulamalarının etkisini araştırdıkları çalışmada Confeti kıvırcık marul çeşidinde kök ağırlığını tam gübre uygulamasında 23,55 gr, %50 gübre uygulamasında 24,12 gr ve hazır gübre uygulamasında ise 29,62 gr bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada köklerin Okudur ve Ercan (2015)'a göre daha ağır çıkması çeşit özelliğine, yetiştirme mevsiminin farklılığına ve bitkilerin daha geç hasat edilmesine atfedilebilir.

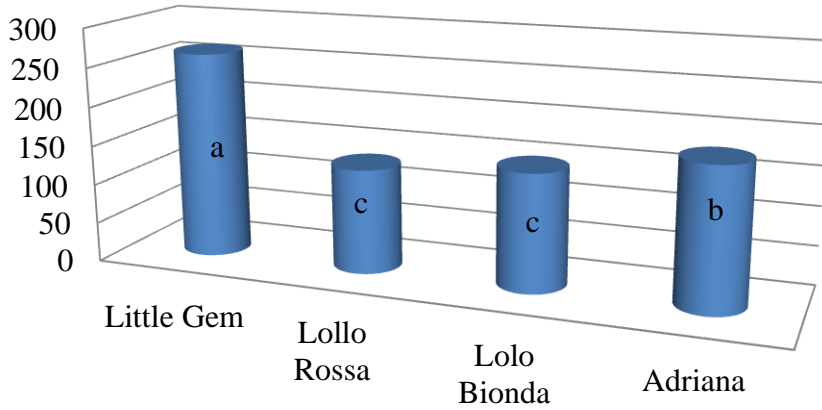
Kök ağırlığı (g)



Şekil 4.8. Kök ağırlığı

Çalışmada bitki köksüz ağırlığı için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.9). Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinde bitki ağırlığının 263.39 g ile en fazla köksüz ağırlık oluşturduğu bunu 178.59 g ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvrıcık marul tipinde olan yeşil yapraklı Lolo Bionda ve kırmızı yapraklı LolloRossa çeşitleri ise sırasıyla 148.89 g ve 132.92 g bitki köksüz ağırlığına sahip olup aynı grup içinde yer almışlardır.

Ercan ve Bayyurt (2014) durgun su kültüründe solüsyona oksijen sağlamak üzere ozon jeneratörü, hava pompası ve hava pompası+ hava taşı uygulamalarını araştırdıkları çalışmada hava pompası+hava taşı uygulamasında bitki köksüz ağırlığının 202 gr, sadece hava pompası uygulamasında 179,8 gr, ozon uygulamasında ise 144,9 gr olarak bulmuşlardır. Okudur ve Ercan (2015) durgun su kültüründe farklı gübre uygulamalarının etkisini araştırdıkları çalışmada Confeti kıvrıcık marul çeşidinde bitki köksüz ağırlığını tam gübre uygulamasında 178,69 g, hazır gübre uygulamasında 129.39 ve %50 gübre uygulamasında ise 98,23 g olarak bulmuşlardır. Ercan vd (2013) durgun su kültüründe yetiştirilen Campania kıvrıcık marul çeşidinde yaptıkları çalışmada 8x8 cm aralıklarla yetiştirilen marul bitkilerinin köksüz ağırlığının 282,8 g, 12x12 cm aralıklarla yetiştirilenlerde ise 178 g olarak bulmuşlardır. Bitki ağırlığında çeşit, yetiştirme mevsimi, gübre uygulamalarından dolayı farklılıklar meydana gelebilmektedir.

Bitki köksüz ağırlığı (g)

	Little Gem	Lollo Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Bitki köksüz ağırlığı (g)	263,39	132,92	148,89	178,59

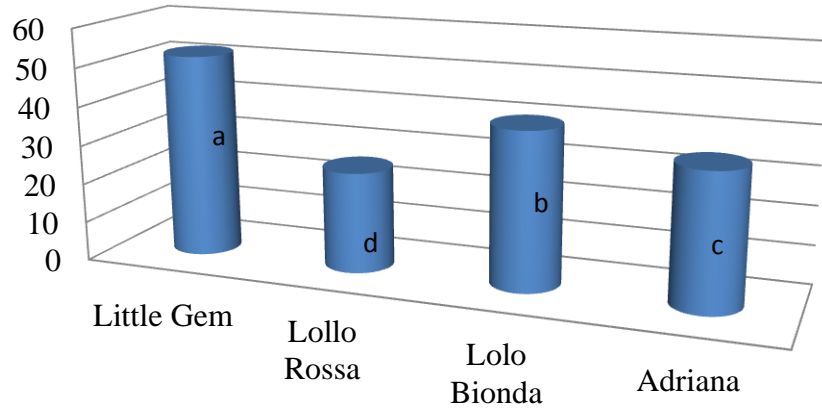
Şekil 4.9. Bitki köksüz ağırlığı

Çalışmada yaprak sayısı için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.10). Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinin yaprak sayısı 52.11 adet ile en fazla yaprak oluşturduğu bunu 40.07 adet ile kıvrıkcık marul tipinde olan Lolo Bionda çeşidi izlediği görülmektedir. Butterhead tipindeki Adriana çeşidi ve kırmızı yapraklı Lollo Rossa çeşitleri ise sırasıyla 34.39 ve 25.68 adet yaprak oluşturduğu belirlenmiştir.

Okudur ve Ercan (2015), durgun su kültüründe marul yetiştiriciliğinde farklı gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkileri üzerinde yapmış oldukları çalışmada tam gübre uygulamasında en fazla 34,66 adet yaprak aldıklarını bildirmişlerdir. Hazır gübrenin kullanıldığı ortamda yetişen marullarda yaprak sayısı 31,10 adet bulunmuştur. Yaprak sayısı bakımından en düşük değer 29,4 adet yaprak sayısı ile %50 gübre uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Ercan ve Bayyurt (2013) durgun su kültüründe solüsyona oksijen sağlamak üzere farklı uygulamaların etkilerini araştırdıkları çalışmada Bohemia ve Delight marul çeşitlerinde bitki başına yaprak sayılarının 28.48 ile 21.3 arasında olduğunu Bohemia çeşidinin daha fazla yaprak oluşturduğunu bildirmişlerdir. Maboko ve DuPlooy (2009) su kültüründe farklı bitki sıklığında yetiştirilen marul çeşitlerinde bitki başına yaprak sayısı bakımından Tango ve NIZ-44-675 çeşidinin en fazla yaprak sayısına sahip olduğunu 20x25 cm sıklıkta Tango çeşidinde 20 adet NIZ-44-675 çeşidinde ise 18 adet yaprak oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bilgi (2009) yedikule tipindeki Bitez marul çeşidinin yaprak sayısının gübre uygulamalarına göre 25.1 ile 37.3 arasında değiştiğini bildirmiştir.

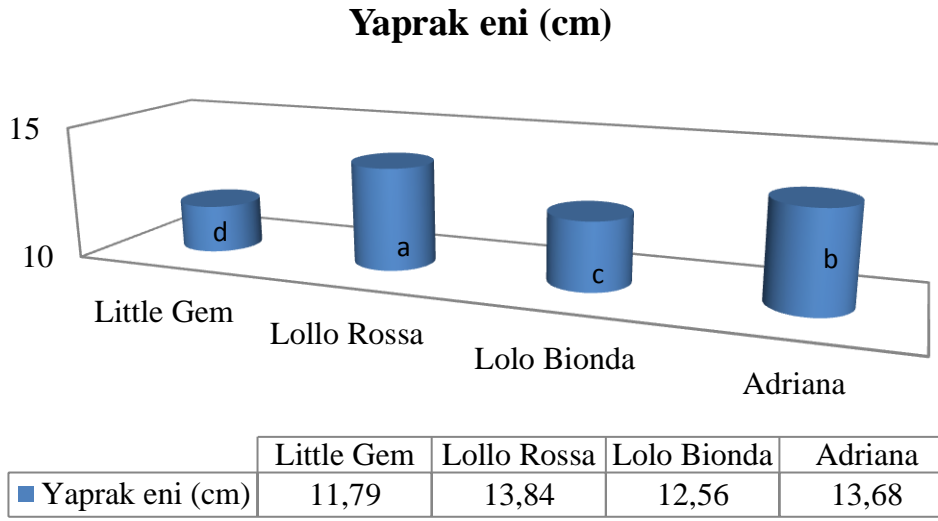
Yaprak sayısı (adet)



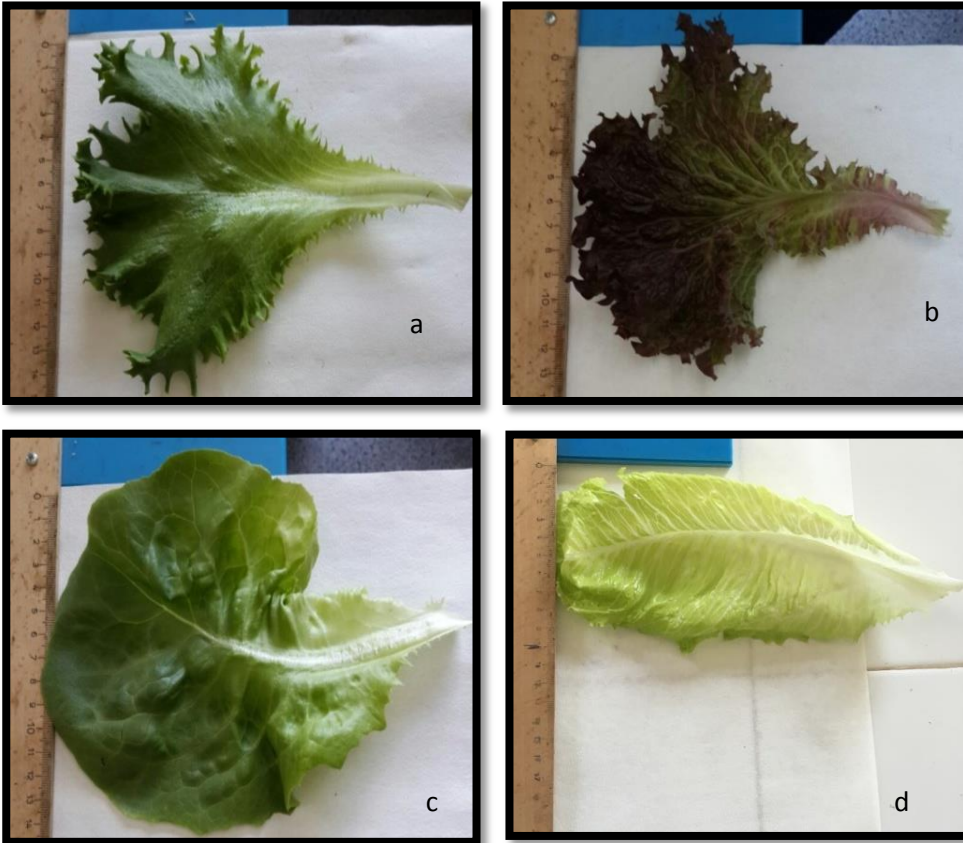
	Little Gem	Lollo Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Yaprak sayısı (adet)	52,11	25,68	40,07	34,39

Şekil 4.10. Yaprak sayısı

Çalışmada yaprak eni için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.11). Kıvrıkcık marul tipinde olan kırmızı yapraklı Lolo Rossa 13.84 cm ile en geniş yaprak eni oluşturduğu bunu 13.68 cm ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvrıkcık marul tipinde olan yeşil yapraklı Lolo Bionda ve Yedikule tipinde olan Little Gem çeşitleri ise sırasıyla 12.56 cm ve 11.79 cm yaprak eninde olup farklı grup içinde yer almışlardır. Bitkilerin yaprak enleri Şekil 4.12'de görüldüğü gibi cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Okudur ve Ercan (2015) durgun su kültüründe marul yetiştiriciliğinde farklı gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmalarında tam gübreleme uygulamasında yaprak enini 16,61 cm, hazır gübre uygulamasında 14,93 cm ve %50 gübre uygulamasında 12,68 cm bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların %50 gübre uyguladıkları sonuçlar ile uyum içerisindedir.



Şekil 4.11. Yaprak eni



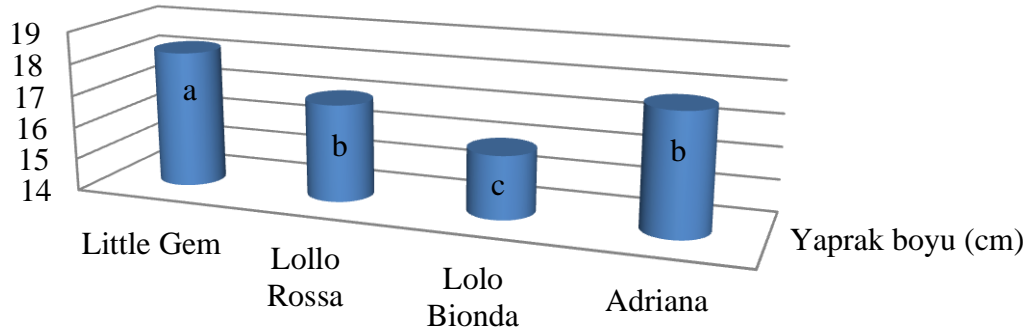
Şekil 4.12. a. LoloBionda, b. LolloRossa, c. Adriana, d. Little Gem çeşitlerinin yaprak eninin cetvel ile ölçümü

Çalışmada yaprak boyu için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.13). Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinde yaprak boyunun 18.24 cm ile en uzun yaprak oluşturduğu bunu 17.71 cm ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvrık

marul tipinde olan kırmızı yapraklı Lolo Rossa çeşitleri ve yeşil yapraklı Lolo Bionda'nın yaprak uzunlukları ise sırasıyla 17.01 cm ve 15.94 cm belirlenmiştir. Bitki boyları şekil 4.14'de görüldüğü gibi cetvel yardımı ile belirlenmiştir.

Okudur ve Ercan (2015) durgun su kültüründe marul yetiştiriciliğinde farklı gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında tam gübreleme uygulamasında yaprak boyunu 18,9 cm hazır gübre uygulamasında 17,98 cm ve %50 gübre uygulamasında ise 15,45 cm bulduklarını bildirmişlerdir. Bilgi (2009) örtüaltında yetiştirilen marul bitkisinin verim ve kalitesi üzerine humik, fulvik ve amino asit içerikli bazı organik maddelerin etkilerini araştırdıkları çalışmada Bitez marul çeşidinin yaprak boyunun humik+fulvik asit içerikli gübre uygulamasında 15,5 cm olarak bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada yaprak boyu araştırmacıların uyguladığı hazır gübre sonuçları ile uyum içerisinde.

Yaprak boyu (cm)



	Little Gem	Lollo Rossa	Lolo Bionda	Adriana
■ Yaprak boyu (cm)	18,24	17,01	15,94	17,71

Şekil 4.13. Yaprak boyu



Şekil 4.14. a. Little Gem, b. Lollo Rossa, c. Lolo Bionda, d. Adriana çeşitlerinin yaprak boyunun cetvel ile ölçülmesi

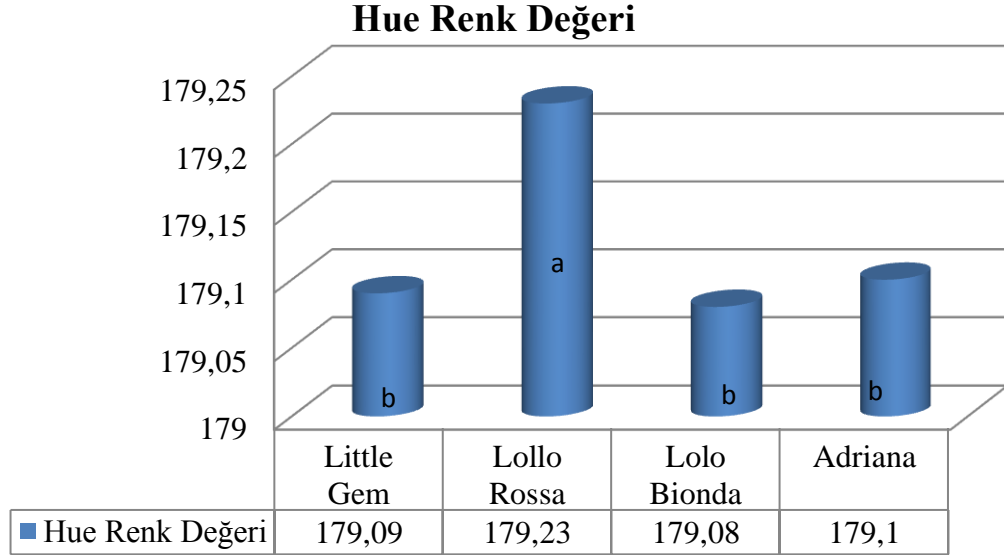
HSV: Hue saturation value veya HSB: Hue saturation brightness olarak adlandırılan renk belirleme sistem. Ve bu sistem renk özü, doygunluk, parlaklık olmak üzere üç ayrı renk belirleme ayrıştırıcısından meydana gelerek formüle dökülmektedir. Renk özü; rengin baskın dalga uzunluğunu belirlemektedir (mavi, yeşil).

Doygunluk; açısal değerdir 0° - 360° veya sayısal olarak belirtilecekse 0-100 arasında değer verilerek ifade edilmektedir. Parlaklık; rengin aydınlığını tam olarak içindeki beyaz oranını belirtmektedir. 0-100 arasında sayısal değerlerle ifade edilmektedir. Hue değeri = $\arctan b/a$ (Alvy Ray Smith 1978) (Şekil 4.15).

Yeşil renkli bitkilerde ölçülmüş olan hue değerinin üzerine eklenen 180° ile bulunan sonucun x ekseninde 180° 'ye en yakın olan sonuç en koyu yeşil renkli

bitkiyi ifade etmektedir. Bu çalışmada kromometre ile marul çeşitlerinin ayrı ayrı L,a,b değerleri ölçülüp belirtilen formül ile hue değerleri belirlenmiştir.

Hue değerleri belirlenmiş olan marulların istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu saptanmış ve renk skalasında aynı grup içinde yer aldıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Hue renk değeri

HSV amacı insanın gözü düzeyine yakın yapı oluşturmaktır ve oluşan bağımsız rengin gösterimi için L,a,b değerleri kullanılmaktadır.

L^* = Açıklık koordinatıdır. $L^* = 0$ ise siyahtır. $L^* = 100$ ise beyazdır.

a^* = Kırmızı/yeşil koordinatıdır. $+a^*$ = kırmızıdır. $-a^*$ = yeşildir.

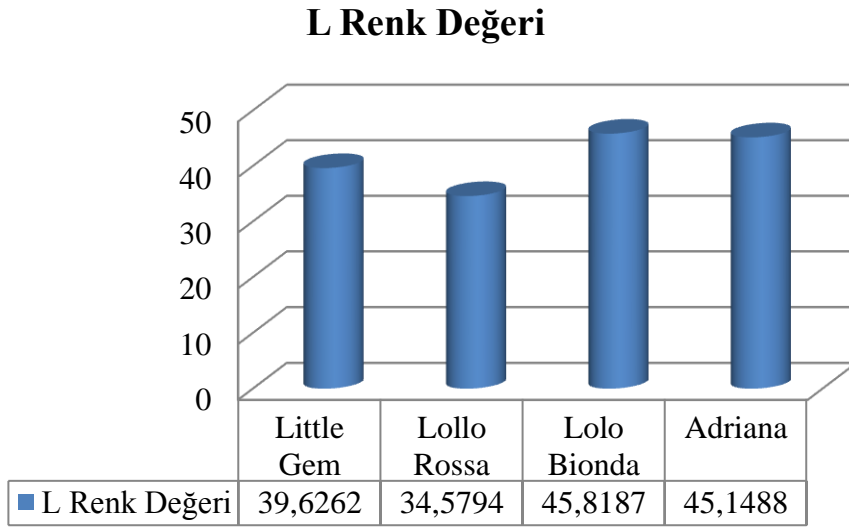
b^* = Sarı/mavi koordinatıdır. $+b^*$ = sarıdır. $-b^*$ = mavidir.

h^* = Hue açısı derece ile ifade edilir; $0^\circ = +a^*$ ekseninde yer alır.

$90^\circ = +b^*$ ekseninde yer alır. $180^\circ = -a^*$ ekseninde yer alır.

$270^\circ = -b^*$ ekseninde yer alır ve $360^\circ = 0^\circ$.

L renk değeri yaprak parlaklığını vermekte olup çeşitler arasında L renk değeri bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı saptanmıştır. Efe (2014) katı ortam kültüründe kıvırcık yapraklı salata yetiştiriciliğinde ilave led aydınlatma uygulamalarının verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri konusunda yaptıkları çalışmada L değerinin kontrol ve mavi+sarı+kırmızı uygulamalarında 54,55 ve 54,11 ile en yüksek değeri verdiğini, mavi+sarı uygulamasının ise 50,98 ile en düşük değeri verdiğini bildirmişlerdir.

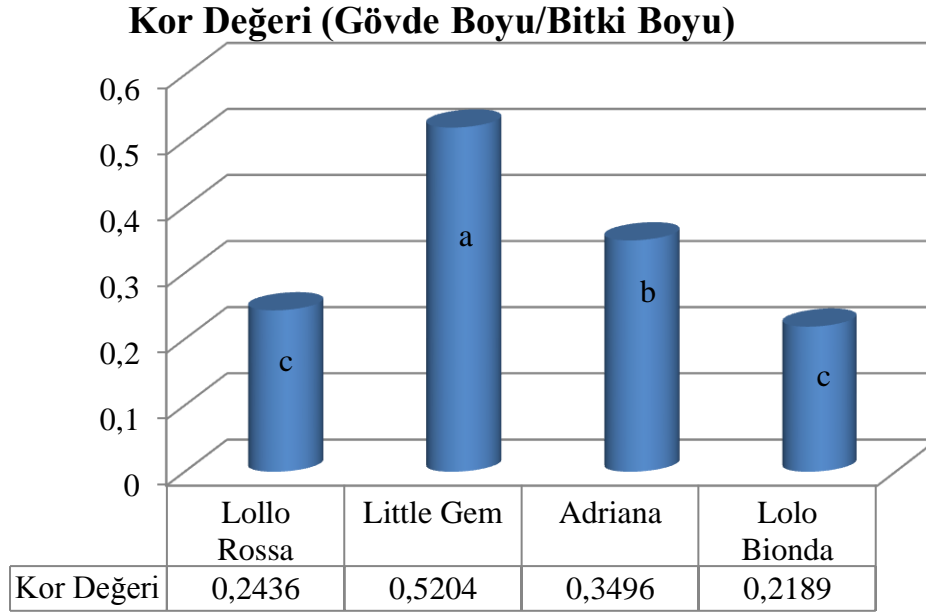


Şekil 4.16. L renk değeri (yaprak parlaklığı)

Çalışmada gövde uzunluğunun bitki uzunluğuna oranlanması sonucu bulunan kor değeri için yapılan istatistik analizde çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.17). Yedikule tipinde olan Little Gem çeşidinde kor değeri 0.5204 cm ile en büyük kor değere sahiptir bunu 0.3496 cm ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinin izlediği görülmektedir. Kıvırcık marul tipinde olan kırmızı yapraklı LolloRossa ve yeşil yapraklı Lolo Bionda çeşitleri ise sırasıyla 0.2436 cm 0.2189 cm ile aynı grup içinde yer almışlardır.

Maboko ve Duplooy (2008) yapmış oldukları çalışmada en yüksek kor değerini Winterhaven çeşidinde (0,45cm) ve en düşük kor değerini Trinity çeşidinde (0,24 cm) gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar kor değerinin 0,50'nin üzerinde olmasının bitkinin uygun çevre koşullarında yetişmediğinin ifadesi olduğunu ve kor değeri 0,50 ve 0,50'nin altında değere sahip olan çeşitlerin generatif faza geçmeye dayanıklı olduğunu, 0,50'nin üstündeki çeşitlerin ise dayanıksız olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada kor değeri için elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Yedikule tipindeki Little Gem çeşidi dışındaki tüm çeşitlerde kor değerinin 0,50 değerinin altında olduğu, buna karşın generatif faza geçip sapa kalkmış olan Little Gem çeşidinde ise 0,52 olduğu şeklindeki bulgularımız Maboko ve Duplooy (2008)'nin bulgularıyla uyum içerisindedir.



Şekil 4.17. Kor değeri analizi

Durgun su kültüründe yapılan bu çalışmada, farklı marul çeşitlerinin parsele verim değerlerinden m^2 'ye verim değerleri hesaplanmış ve istatistik analiz m^2 'ye verim üzerinden yapılmıştır. Yapılan istatistik analizde çeşitler arasında fark istatistiksel olarak önemli ($\alpha=0,05$) bulunmuş olup en yüksek verim Yedikule tipindeki Little Gem çeşidinden ($11925,12 \text{ g/m}^2$) elde edilmiş bunu Butterhead tipindeki Adriana çeşidi $10583,92 \text{ g/m}^2$ ile takip etmiştir. Kıvırcık marul tipindeki yeşil yapraklı Lolo Bionda ve kırmızı yapraklı Lollo Rossa çeşitlerinden ise sırasıyla $8311,36 \text{ g/m}^2$ ve $8191,32 \text{ g/m}^2$ ürün alınmış olup bu iki çeşit aynı grup içinde yer almışlardır (Şekil 4.19). Çalışmada kullanılan marul çeşitlerinin hasat zamanı Şekil 4.18.'de verilmiştir.

Okudur ve Ercan (2015) durgun su kültüründe marul yetiştiriciliğinde en yüksek verimi $6,43 \text{ kg m}^2$ ile tam gübre uygulamasından alınırken bunu hazır gübre ve %50 gübreleme uygulamaları istatistiksel olarak birbirinden farksız olarak takip etmiştir. Hazır gübre ve %50 gübreleme uygulamalarının dekara verim değerleri sırasıyla $4,06 \text{ kg m}^2$ ile $4,05 \text{ kg/m}^2$ olarak bulunmuştur. Araştırmacılar verim analizlerinde marulları köklerinden ayırmadan ölçtüklerini bildirmişlerdir.

Toth vd (2014) durgun su kültüründe üç farklı bitki sıklığında yetiştirdikleri beş marul çeşidinin verimlerini incelemişler ve Bonaly çeşidinin 17 bitki m^2 sıklığında $4,07 \text{ kg m}^2$ ile Tourbilon çeşidinin ise 13 bitki/m^2 sıklığında $4,17 \text{ kg m}^2$ ile en yüksek verime sahip olduklarını bildirmişlerdir.

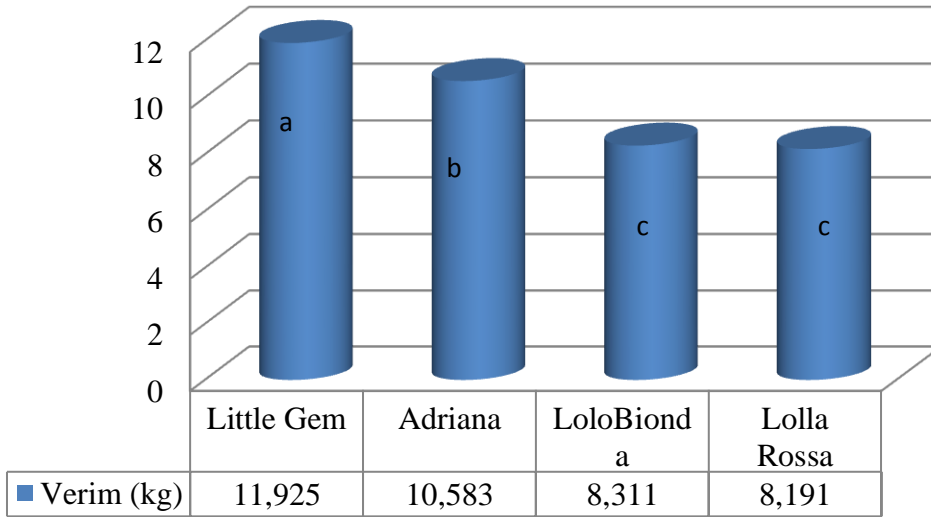
Bu çalışmada ki bulgular araştırmacılar ile uyum içerisindedir. Maboko ve DuPlooy (2009) beş farklı sıklıkta (20, 25, 30, 40 ve 50 bitki m^2) 4 kıvırcık marul çeşidi ile yaptıkları çalışmada metrekarede ki bitki sayısının artmasıyla yaprak yaş ve kuru ağırlığının artma eğiliminde olduğunu, hızlı büyüme oranı nedeniyle yüksek bitki sıklığında bitkilerin önemli sayılacak ölçüde erken hasada geldiklerini açıklamışlardır. Araştırmacılar baş oluşturmayan marul çeşitleri için en uygun mesafenin $20 \times 20 \text{ cm}$ (50 bitki/m^2) olduğunu ve bu sıklıkta verim ile ilgili parametrelerin en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir.

Maboko ve DuPlooy (2008), kış döneminde topraksız tarım koşullarında kıvırcık yapraklı baş marul yetiştiriciliği ile ilgili çalışmada ortalama verimin 48,2-105,9 ton/ha; ortalama baş ağırlığının 301,0-661,6 g; ortalama baş çapının 11,4-16,0 cm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Scuderi ve ark. (2009), topraksız tarımda kıvırcık yapraklı baş marulda dikim sıklığına bağlı olarak verimin 22 – 39 ton/ha arasında değiştiğini belirtmektedirler.



Şekil 4.18. Çalışmada kullanılan Lollo Rossa, Adriana, Lolo Bionda ve Litle Gem görünümleri

Verim (kg)

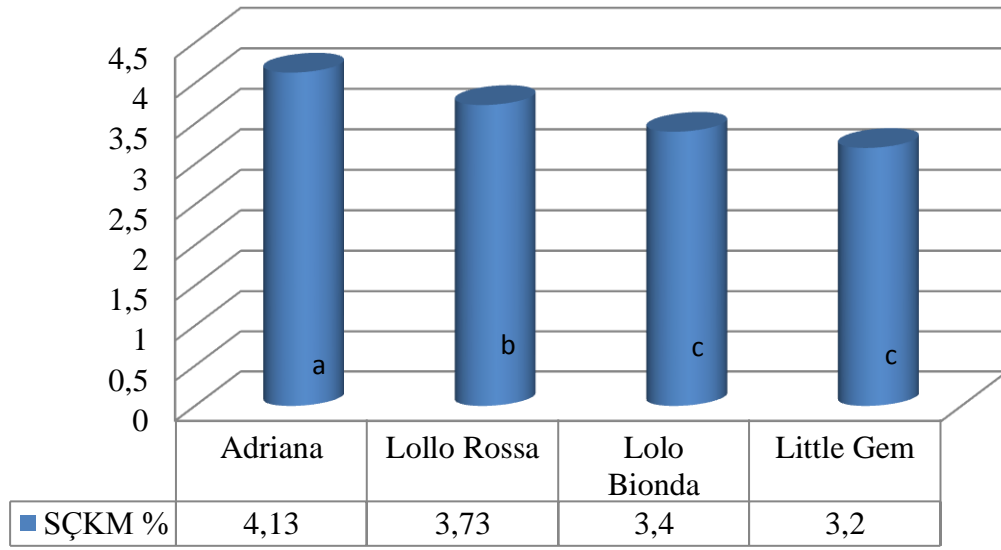


Şekil 4.19. Çalışmanın verim değerleri

Durgun su kültüründe yapılmış olan bu çalışmada çeşitler arasında suda çözünebilir kuru madde miktarı istatistiksel olarak ($P \leq 0,05$) önemli bulunmuştur (Şekil 4.20). En yüksek SÇKM %4,13 ile butterhead tipindeki Adriana çeşidinden elde

edilmiştir. %3,73 ile kıvırcık marul tipindeki kırmızı yapraklı Lolla Rossa takip etmektedir. Kıvırcık marul tipindeki yeşil yapraklı Lolo Bionda ve yedikule tipinde ki Little Gem çeşitleri ise sırayla %3,40 ve %3,20 ile farklı gruplar içinde yer almışlardır. Bizim çalışmamızda elde edilen SÇKM miktarları literatürde belirtilen sınırlar içinde yer almıştır ve araştırmacıların sonuçları ile uyum içindedir. Kıvırcık yapraklı marullarda suda çözünebilir kuru madde miktarı yetiştirme şekli ve yetiştiriciliğin yapıldığı ekolojik faktörlere bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Xu ve ark. (2003), Polat ve ark (2008), kıvırcık yapraklı marullarda SÇKM miktarının konvansiyonel yetiştiricilikte %3,4-4,7 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

SÇKM %



Şekil 4.20. Suda çözülmüş kuru madde miktarı

Durgun su kültüründe yapılmış olan bu çalışmada pH ve asitlik değerleri istatistiksel olarak önemsiz ($P \leq 0,05$) bulunmuştur ve sonuçlar çizelge 4.1'de verilmiştir. Polat vd (1998), kıvırcık yapraklı salatalarda pH miktarının konvansiyonel yetiştiricilikte 6,09-6,39 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Bu denemede bulunan pH değerleri Polat vd (1998) ile yakın değere sahip olup aradaki fark çeşit farklılığı ile açıklanabilir.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan marulların pH ve asitlik değerleri

	LolloRossa	Little Gem	Adriana	LoloBionda
pH	5,87	5,91	5,80	5,87
Asitlik (ml)	0,30	0,38	0,35	0,39

5. SONUÇ

Üç-dört gerçek yapraklı aşamada 24 Şubat tarihinde durgun su kültürüne aktarılan marul fideleri dikimden 48 gün sonra 20 Nisan'da hasada gelmiştir. Çeşitlerin verimleri Lolo Bionda 8 311,36 g/m², Lollo Rossa 8 191,32 g/m², Adriana 10 583,92 g/m², Little Gem 11 925,36 g/m² olarak belirlenmiştir.

Little Gem çeşidi Lollo Rossa, Adriana, Lolo Bionda çeşitlerinden gerek verim gerekse de yaprak boyu, yaprak sayısı, bitki köksüz ağırlığı, gövde ağırlığı, bitki uzunluğu, gövde çapı, gövde uzunluğu parametreleri bakımından daha iyi sonuçlar vermiş olmasına rağmen, yedikule tipinde olan bu çeşidin generatif faza geçerek sapa kalkma eğilimde olduğu saptanmıştır. Nitekim gövde uzunluğunun bitki boyuna oranlanması sonucu hesaplanan ve 0,50 ve 0,50'nin altında olan marulların generatif faza geçmeye dayanıklı olduğunu, 0,50'nin üstünde alınan değerlerin ise dayanıksız olduğunu göstergesi olan kor değeri Little Gem çeşidinde 0.52 olarak bulunmuştur. Bu parametreler doğrultusunda Little Gem çeşidinin erken ilkbaharda yetiştirilmeye uygun olmadığı belirlenmiştir.

Little Gem bahar dönemi yetiştiriciliğine uygun bir çeşit değilken, kıvrıcık marul tipindeki Lolo Rossa ve Lollo Bionda çeşitleri optimum gelişme göstermiş ve pazarlanabilir özellikte verim vermişlerdir. Bu nedenle yılın farklı zamanlarında ayda bir veya iki ayda bir çeşit denemeleri tekrarlanmalı bu denemeler sonucunda farklı marul tiplerinin en uygun yetiştirme dönemleri belirlenerek daha tatmin edici üretim yapılabilmesi mümkün olacaktır.

Günümüzde insanların kendilerine daha fazla zaman ayırma çabalarına, hayatımızın en önemli kısmı olan beslenme için başvurulabilecek kolaylıklar da eklenmiştir. İnsanlar çalışma saatleri dışında kendilerine ayırmak istedikleri zamanı arttırmak adına daha pratik çözümler tercih etmektedirler. Bir çekirdek aile için mutfakta hazırlıkları kolaylaştırmak adına artık birçok yiyecekler için hazır paketleme sanayisine geçilmiş ve çalışan insanlar için bu konuya yönelik birçok pazarlar oluşturulmuştur. Paketlenmeden önce tüketilecek olan yiyecekler yıkanıp doğranmakta ayrıca kullanım tercihlerine göre yapraklarına ayrılıp paketleme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu sayede insanların hazır tüketim ile birlikte kolay ve pratik bir şekilde zamandan kazanmaktadır.

Diğer yandan topraksız ortamda marul yetiştiriciliğinin uygulanabilirliğinin kolay olması, hastalık ve zararlı risklerinin düşük olması, birim alandan daha az su ve besin elementleri kullanarak daha fazla ve temiz ürün elde etmek mümkün olabilmektedir. Suyun içinde yetişen bitkilerin köklerinde dahi toprak bulaşıklığı bulunmadığı için temizlenmesi ve hazır hale gelmesi daha kolay olmaktadır. Hızla gelişen ve hızlanan hayat şartlarına ayak uydurabilmek adına geliştirilen yiyecek paketleme sanayisi insanların tüm isteklerini göz önüne alarak gelişmektedir. Daha kolay ve çürütmeden tek seferde taze tüketilecek daha küçük baş oluşturmuş paketlenmiş marullar artık birçok marketlerin raflarında yerini almıştır.

Su kültüründe yetiştirilen marullar ticari açıdan, paketlenip yurt içi veya yurt dışı pazarlarda temiz kökü ile birlikte paketlenildiğinde topraklı tarıma kıyasla raf ömrü daha uzun olmakta ve dünya standartlarında insan sağlığına ve pratik taze tüketime uygun paketleme olanağı sağlamaktadır. Yetiştiricilik açısından daha basit ve temiz olan topraksız tarım çiftçilerinde emek gücünün az olması ticari açıdan kolay ve temiz ürün

hasadı açısından avantaj sağlamaktadır. Bilinçlenen toplumun kaliteli yiyecek tüketmek isteklerine su kültürü ile birlikte daha kolay çözüm bulunmuştur.

6. KAYNAKLAR

- ANONİM, 2010a. Tarım İstatistikleri Özeti, TÜİK. Ankara.
- ANONİM, 2010a. http://ciftci.ksu.edu.tr/dokumanlar/topraksiz_tarim.html
- ANONİM, 2010b. http://www.antalya.tarim.gov.tr/haber_detay.aspbaslik_id=37&ID=299
- ALEXANDER, T., 2001. The NFT lettuce and herb conference and workshop. *The Growing Edge*, 12(4):12-15.
- BENOIT, F. and CEUSTERMANS, N., 1995. Horticultural aspects of ecological soilless growing methods. *Acta Horticulturae*, 396: 24.
- BOTH, A.J.1995. Dynamic Simulation of Supplemental Lighting for Greenhouse Hydroponic Lettuce Production. Ph. D. Dissertation. Cornell University Libraries, Ithaca, Ny14853.172 p.
- BOULD, C., HEWITT, E.J., NEEDHAM, P. and JONES, J.B.D.1984. Diagnosis of Mineral Disorders in Plants, Volume 1: Principles, Chemical Publishing, Newyork.
- BURRAGE, S. W., 1999. The nutrient film technique (NFT) for crop production in the Mediterranean Region. *Acta Hort*, 491: 301-306.
- CIOLKOSZ, D.E., ALBRIGHT, L.D. and BOTH., A.J. 1998. Characterizing evapotranspiration in a greenhouse lettuce crop. *Acta Horticulture*, 456:255-261.
- DIVER, S., 2006. Aquaponics—Integration of Hydroponics with Aquaculture. Publications of ATTRA, National Sustainable Agriculture Information Service. <https://attra.ncat.org/attra-pub/download.php?id=56>
- ERCAN, N., BAYYURT, R. 2013. The effects of applications which increase the O₂ of the water on yield and quality of lettuce grown in a floating system. International Symposium on Growing Media and Soilless Cultivation, *Acta Horticulturae*, 1034: 77-84.
- FERNANDO, C., 2002. bitter harvest rice fields and fish culture, *World Aquaculture Magazine*, 33: 23-24.
- FOWLKES, D. J. 2001. Burley tobacco production in Tennessee: the float system for tobacco transplants. Agri Ext Ser, The University of Tennessee.
- FOX, R., 1997. Western lettuce. *Practical Hydroponics and Greenhouse Issue*, 34:41-46.
- GOTO, E., ALBRIGHT, L.D., LANGHANS, R.W. and LEED, A.R. 1994. Plant Specing Management in Hydroponic Lettuce Production. Asae Paper No.944574. Asae,2950 Niles Road, St. Joseph, M1 49085-9659, USA,13p.

- GÜL, A., 1991. Topraksız Kültür Yöntemiyle Yapılan Sera Domates Yetiştiriciliğine Uygun Agregat Seçimi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir, 144 s.
- GÜL, A., Tüzel, İ.H., Tüzel, Y., İrget, M.E., Öztan, F., Tepecik, M., 2005. Topraksız Tarım Sistemi ile Biber Yetiştiriciliğine Uygun Sulama ve Gübreleme Programının Geliştirilmesi, 2002 ZRF 03 no'lu bilimsel araştırma projesi.
- GÜL, A., Tüzel, İ.H., Tüzel, Y., Eltez, R.Z., 2003. Ülkemiz seracılığına uygun topraksız yetiştirme sistemlerinin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. Türkiye IV Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Bildiriler Kitabı, ss. 416-418, Antalya.
- GÜL, A., 2006. Topraksız Tarımda Yetiştirme Ortamı Olarak Kula Tüfünün Kullanımı Olanakları. Geçmişten Geleceğe Köprü: Yanık Ülke Kula Sempozyumu, ss. 221-231, İzmir.
- GÜL, A., 2008. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 144 s.
- HERNANDEZ, I., MARTINEZ-ARAGON, J. F., PEREZ-LLORENS, J. L., VAZQUEZ R. and VERGARA J. J., 2002. Biofiltering efficiency in removal of dissolved nutrients by three species of estuarine macroalgae cultivated with sea bass (*Dicentrarchus labrax*) waste waters 2. Ammonium, *Journal of Applied Phycology*, 14:375-384.
- HOAGLAND, D. R. and ARNON, D. J., 1950. The Water- Culture –Method for Growing Plants without Soil. University of California Berkeley, Circular 347.
- JONES, B.J., 2005. Hydroponics. A Practical Guide for The Soilless Grower. Second Edition. Crc Press. New York, 423 p.
- JOVICICH, E. and CANTLIFFE, D. J., 2001. Transplant depth, irrigation, and soilless media effect on “Elephant’s Foot” plant disorder in a hydroponic greenhouse sweet pepper crop. *Acta Horticulturae*, 559: 515–520.
- KAPTAN, H., 1995. Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notları No: I.III. Baskı. Harran Üniversitesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Şanlıurfa.
- KASIM, R. ve KASIM M., 2004. Topraksız Yetiştiricilik. Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Yayın No:130.
- MABOKO, M. and Du PLOOY, C.P. 2009. Effect of plant spacing on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a soilless production system. *South African Journal of Plant and Soil*, 26(3): 195-197.
- MABOKO, M.M. and Du PLOOY, C.P. 2008. Evaluation of crisphead lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) for winter production in a soilless production system. *African Journal of Plant Science*, 2(10): 113-117.

- MABOKO, M.M. and Du PLOOY C.P. 2007. Production of crisphead lettuce in a soilless production system. El-Minia, Egypt. *Afri. Crop. Sci. Proc*, 8: 319-325.
- MARHABA, B.D., 1998. Horticultural Engineering, Volume 13, No:4, July 1998, New Jersey.
- MARR, C.W., 1994. Hydroponic Systems. Greenhouse Vegetable Production. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- MARTINEZ-ARAGON, J. F., HERNANDEZ, I., PEREZ-LLORENS, J. L., VAZQUEZ, R. and VERGARA, J. J., 2002. Biofiltering efficiency in removal of dissolved nutrients by three species of estuarine macroalgae cultivated with sea bass (*Dicentrarchus labrax*) waste waters 1. Phosphkate, *Journal of Applied Phycology*, 14:365-374.
- MCMURTY, M.R., 1990. sand culture of vegetables using recirculating aquacultural effluents. *Applied Agricultural Research*, 5(4): pp. 280–284.
- MICELI, A., MONCADA, F. and VETRANO D.F. 2003. First results on yield and quality response of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in a floating system. International Society for Horticultural Science International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Slina Environment, 9-12 July, Pisa, Italy.
- MILLER, M., 1998. Tobacco Seed-Beds in Argentina: Floating Seed-Trays, <http://res2.agr.ca/winnipeg/storage/pubs/studies.pdf>
- MORGAN, L., 1999. Hydroponic Lettuce Production: A Comprehensive, Practical and Scientific Guide to Commercial Hydroponic Lettuce Production, Casper Publications Pty Ltd, Narrabeen, Australia.
- MORGAN, L., 2002a. Hydroponic classroom experiments, *The Growing Edge*, 13(6): 56-70.
- MORGAN, L., 2002b. Raft system specific, *The Growing Edge*, 14(2): 46-60.
- NICKOLS, M., 2002b. Aeroponics: production systems and research tools, *The Growing Edge*, 13(5): 30-35.
- OKUDUR ve ERCAN 2016, Farklı Gübre Uygulamalarının Durgun Su Kültüründe Yetiştirilen Marullarda Verim ve Kaliteye Etkileri, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Targit Özel Sayısı, ss. 69-78, Antalya.
- OLYMPIUS, C.M., 1999. Protected Cultivation in The Mediterranean Region/Cultures Protegees Dans La Region Mediterranee. Proceedings of The Colloquium/Actes Du Colloque, Volume 31, Litochoro.
- PAPADOPOULOS, A. P., 2000. The status of soilless culture in Canada. World Congress on Soilless Culture on Agriculture in the Coming Millenium, pp. 14-18 May, Israel.

- RAKOCY, J. E., HARGREAVES, J. A., 1993. Integration Of Vegetable Hydroponics With Fish Culture: A Review. In WANG, J. (Editor.), JOSEPH S. M., American Society of Agricultural Engineers Techniques for Modern Aquaculture, pp. 112-136, Australia.
- ROORDA VAN EYSINGA, J.P.N.L. and SMITH, K.W., 1981. Nutritional Disorders in Glasshouse Tomatoes, Cucumbers and Lettuce. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
- RYDER, E.J., 1999. Lettuce, Endive and Chicory, Crop Production Science in Horticulture Series 7, CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.
- SCAIFE, A. and TURNER, M., 1984, Diagnosis of Mineral Disorders in Plants: Volume 2, Vegetables, Chemical Publishing Co., Newyork.
- SEVGİCAN, A., 2003. Örtüaltı Sebzeciliği, Cilt II (Topraksız Tarım). Ege Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:526, Bornova-İzmir, 168s.
- SOUNDY, P. and SMITH, I.E., 1992. Evaluation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars in the Natal midlands. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 2(1): 46 – 49.
- SPELLANE, M., 2001. Fresh greens from quebec. *The Growing Edge*, 12(6):52-59.
- STUART. N.W. 1948. Growing plants without soil. *Sci. Monthly*, 66: pp. 273-282.
- ŞEN, F. ve SEVGİCAN, A., 1998. Topraksız kültür şekillerinden su kültürü ile ortam kültürünün sera domates yetiştiriciliğinde kaliteye etkileri, Ege Bölgesi I.Tarım kongresi, 7 – 11 Eylül, Aydın.
- TOTH, N., VRHOVEC, R., BOROŠIĆ, JOSIP., BOŽIDAR, B. SANJA, F., IVANKA, Z., SANJA, R. 2014. Cultivar and Plant Density Impact on Growth and Morphometric Characteristics of Lettuce in Floating System. 6th Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Zagreb, Croatia.
- VURAL, H., EŞİYOK, D. ve DUMAN, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, İzmir
- WEAVER and BRUNER, 1927. Root Development of Vegetable Crops. First Edition. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. Newyork.

ÖZGEÇMİŞ



Araştırmacı 1990 yılında Antalya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 2009 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversite’si Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden 2013 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 2013’de Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Haziran 2015’den beri de TASACO TARIM SANAYİ ve TİCARET, A.Ş.’de Ar-ge elemanı olarak görev almaktadır.