KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI DEPOLAMA SICAKLIĞININ SEMİZOTU (*Portulaca oleracea* L.) BİTKİSİNDE OKZALİK VE MALİK ASİT DÜZEYLERİNE ETKİSİ

ORHAN KANCA

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI DEPOLAMA SICAKLIĞININ SEMİZOTU (Portulaca Oleracea L.) BİTKİSİNDE OKZALİK VE MALİK ASİT DÜZEYLERİNE ETKİSİ

ORHAN KANCA

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm Ebru ÖZER UYAR Danışman,	Kocaeli Üniversitesi	.....
Doç. Dr. M. Ufuk KASIM Jüri Üyesi,	Kocaeli Üniversitesi	.....
Dr. Öğr. Üyesi Şaziye Betül SOPACI Jüri Üyesi,	Ahi Evran Üniversitesi	.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 28.12.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ülkemizde semizotu üzerine çalışmalar yeni başlamış olup yaygınlaşma aşamasındadır. Semizotunun yaygınlaşması, tüketicinin tanıması ve yurdumuzda üretim deseninde yer alması zaman alacaktır. Ancak Akdeniz mutfağında semizotunun tüketiminin daha yaygın olduğu söylenebilir. Son yıllarda Avrupa ve dünya ülkelerinde semizotunun üretimi, kullanım alanları ve bununla ilgili çalışmalar hızla artmaktadır.

Bu tez çalışmamızda önümüzdeki yıllarda üretimi ve tüketimi önem kazanacak semizotunun içeriğindeki okzalik asit, malik asit konstrasyonlarına hasat sonrası depolama sıcaklığının etkisi araştırılmıştır

Laboratuvar çalışmalarımda beni destekleyen, her türlü bilgi, kaynak ve deneyimlerini benimle paylaşan, çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm Ebru ÖZER UYAR' a saygılarımı sunar teşekkürlerimi arz ederim.

Sera çalışmalarımda bana yardımcı olan Doç. Dr. M. Ufuk KASIM hocama, her türlü eğitim ve bilgi paylaşımlarından dolayı Prof. Dr. Rezzan KASIM hocama en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Hayatımın her döneminde her konuda destekçim ve yardımcım olduğu gibi sera ve laboratuvar çalışmalarımda da benden yardımını ve desteğini esirgemeyen babam Kazım KANCA'ya, mesai arkadaşım Ziraat Mühendisi Kemal ŞİT 'e ve Kocaeli İl Tarım Orman Müdürlüğünde çalışan mesai arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Serdar MEMİŞ' e ve M. Veysel AYHAN' a da saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda, her zaman yanımda olan çok değerli eşim Yasemin KANCA' ya ve annem Gülizar KANCA' ya oğlum Murat Yiğit KANCA' ya gösterdikleri anlayış, sabır ve destekleri için teşekkür ederim.

Aralık – 2020 Orhan KANCA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
ÖZET vii
ABSTRACT viii
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 3
1.1. *Portulaca oleracea L.* (Semizotu) 3
1.2. Semizotunun Morfolojik Özellikleri 3
1.3. Semizotunun Fizyolojisi 4
1.4. Semizotunun Kullanım Alanları 5
1.4.1. Semizotu tıbbı ve aromatik bitki olarak kullanımı 5
1.4.2. Besin bitkisi olarak semizotu 6
1.5. Semizotunun Ekolojik İstekleri 8
1.6. Okzalik Asit 9
1.6.1. Okzalik asit fizyolojisi 10
1.6.2. Bitkide okzalik asit içeriğini etkileyen çevresel faktörler 12
1.7. Malik Asit 12
1.7.1. Bitkide malik asit sentezine etki eden faktörler 14
1.7.2. Malik asit içeren gıdalar 15
2. MATERYAL VE YÖNTEM 16
2.1. Materyal 16
2.1.1. Bitkisel materyal 16
2.1.2. Yetiştirme ortamı 16
2.2. Kimyasallar ve Cihazlar 16
2.3. Yöntem 17
2.3.1. Bitkilerin üretimi 17
2.3.2. Bitkilerin hasadı 18
2.4. Depolama 19
2.5. Analitik Yöntemler 19
2.5.1. Ağırlık kaybı 19
2.5.2. Ekstraksiyon 19
2.5.3. Glikoz, malik asit ve okzalik asit ölçümleri 19
2.6. İstatiksel Analiz 20
3. BULGULAR 21
3.1. Su Kaybı 21
3.2. Okzalik Asit 23
3.3. Malik Asit 27
3.4. Glikoz 31
4. TARTIŞMA VE SONUÇ 35
KAYNAKLAR 38
EKLER 43

KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER 47
ÖZGEÇMİŞ 48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hasat seviyesine gelmiş semizotu 4
Şekil 1.2. Okzalik asidin kimyasal yapısı 9
Şekil 1.3. Okzalik asit metabolizması 11
Şekil 1.4. Malik asidin kimyasal yapısı 13
Şekil 1.5. Malik asit metabolizması 14
Şekil 2.1. Semizotunun hasattaki boyu 17
Şekil 2.2. Hasat seviyesine gelmiş semizotu (A),Tunç çeşidi semizotu ve (B), Assem çeşidi semizotu 17
Şekil 2.3. Semizotunun hasattaki kök yapısı 18
Şekil 2.4. Semizotunun hasattaki gövde kalınlığı 18
Şekil 3.1. Assem çeşidi semizotu yapraklarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı 21
Şekil 3.2. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı 22
Şekil 3.3. Assem çeşidi semizotu saplarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı 22
Şekil 3.4. Tunç çeşidi semizotu saplarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı 23
Şekil 3.5. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında okzalik asidin zamana göre değişimi 23
Şekil 3.6. Assem çeşidi semizotu yapraklarında okzalik asidin zamana göre değişimi 24
Şekil 3.7. Tunç çeşidi semizotu sapında okzalik asidin zamana göre değişimi 25
Şekil 3.8. Assem çeşidi semizotu saplarında okzalik asidin zamana göre değişimi 25
Şekil 3.9. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında malik asidin zamana göre değişimi 27
Şekil 3.10. Assem çeşidi semizotu yapraklarında malik asidin zamana göre değişimi 28
Şekil 3.11. Tunç çeşidi semizotu saplarında malik asidin zamana göre değişimi 28
Şekil 3.12. Assem çeşidi semizotu saplarında malik asidin zamana göre değişimi 29
Şekil 3.13. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında glikozun zamana göre değişimi 31
Şekil 3.14. Assem çeşidi semizotu yapraklarında glikozun zamana göre değişimi 32
Şekil 3.15. Tunç çeşidi semizotu saplarında glikozun zamana göre değişimi 32
Şekil 3.16. Assem çeşidi semizotu saplarında glikozun zamana göre değişimi 33

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Semizotu sistematiği 3
Tablo 1.2. Semizotunun bitki besin elementleri (100 gr taze kütlede)..... 6
Tablo 1.3. Semizotunun içeriğindeki yağ asidi çeşitleri ve yüzdelik oranları. 7
Tablo 1.4. Bazı sebzelerin içerdikleri okzalik asit miktarları. 10
Tablo 3.1. Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında okzalik asit konsantrasyonları 26
Tablo 3.2. Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında malik asit konsantrasyonları 30
Tablo 3.3. Assem ve Tunç çeşidi semizotunun hasat sırasındaki okzalik asit, malik asit ve glikoz değerleri..... 33
Tablo 3.4. Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında glikoz konsantrasyonları 34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	: Santimetre
ds/m	: Metre başına decisiemens
gr	: Gram
M	: Molar
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: milimetre
mM	: Milimolar
°C	: Santigrad derece
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
%	:Yüzdelik

Kısaltmalar

C	: Karbon
CAM	: Crassulacea Acid Metabolism (Crassulaceae Asit Metabolizması)
Cd	: Kadmiyum
CO_2	: Karbondioksit
DA	: Dopamin
H_2SO_4	: Sülfirik Asit
Hg	: Civa
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi)
N	: Azot
NA	: Noradrenalin
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
NO_3^-	: Nitrit
NO_4^+	: Nitrat
PEP	: Fosfoenolpiruvat
PEPC	: Fosfoenolpiruvat Karboksilaz
Se	: Selenyum
TA	: Taze Ağırlık

HASAT SONRASI DEPOLAMA SICAKLIĞININ SEMİZOTU (*Portulaca oleracea* L.) BİTKİSİNDEKİ OKZALİK VE MALİK ASİT DÜZEYLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı sıcaklıklarda saklanan semizotlarında okzalik ve malik asit içeriğindeki değişimleri belirlemektir. Hasat edilen semizotları hasattan sonra üç farklı depolama sıcaklığında 5°C, 15°C ve 25°C on saat tutulmuş, iki saatte bir örnek alınarak, okzalik asit, malik asit ve glikoz içerikleri ile ağırlık kaybı değerleri ölçülmüştür. Çalışmamızın sonunda; Assem semizotu çeşidinin yapraklarında %6,4, Tunç semizotu çeşidinin yapraklarında ise %5,66 ağırlık kaybı gözlenmiştir. Okzalik asit miktarı, Assem semizotu çeşidi yapraklarında 5 ℃'de 0. ile 10.saatteki ortalaması 104 mg/100 gr TA, 15 ℃'de 0. saatle 10.saat ortalaması 116 mg/ 100 gr TA ve 25 ℃'de 0. saat ile 10. saatteki ortalaması 160 mg/100 gr TA; Tunç semizotu çeşidi yapraklarında ise 5 ℃'de 0. saat ile 10. saatin ortalaması 89 mg/100 gr TA ve 25℃'de 0. saat ile 10.saatin ortalaması 122 mg/100 gr TA olarak bulunmuştur. Assem çeşidi semizotu yapraklarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. Assem çeşidi semizotu yapraklarında 5℃'de 0.saat ile 10.saatin ortalaması 49 mg/100 gr TA, 15℃'de 0.saat ile 10. saatin ortalaması 44 mg/100 gr TA ve 25 ℃'de 0.saat ile 10.saatin ortalaması 58 mg/100 gr TA, malik asit belirlenirken; Tunç semizotu çeşidi yapraklarında ise bu değer 15°C'de 0.saat ile 10.saatin ortalaması 36 mg/100 gr TA, 25°C'de 0.saat ile 10.saatin ortalaması, 47 mg/100 gr TA olarak bulunmuştur. Her iki çeşidin yapraklarında okzalik ve malik asidin başlangıç ve 10. saat arasındaki fark önemli bulunmuştur. Yüksek depolama sıcaklığı semizotunda okzalik asit içeriğinde artışa neden olmaktadır. Okzalik asidin sağlık açısından risklere neden olmasından dolayı semizotunun 5 °C ve altında depolanması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Glikoz, Malik Asit, Okzalik Asit, Semizotu (*Portulaca oleracea* L).

THE EFFECT OF POST-HARVEST STORAGE TEMPERATURE ON OXALIC AND MALIC ACID LEVELS IN PURSLANE (*Portulaca oleracea* L.) PLANT

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the changes in oxalic and malic acid contents in purslane stored at different temperatures. The harvested purslane was kept at three different storage temperatures 5°C, 15°C and 25°C for ten hours after harvest, and samples were taken every two hours, and their oxalic acid, malic acid and glucose contents and weight loss values were measured. At the end of our study; a weight loss of 6,4 % was observed in the leaves of the Assem purslane variety and 5,66 % in the leaves of the Tunç purslane variety. The amount of oxalic acid in the leaves of Assem purslane variety was found 104 mg/100 gr FW at 5℃ the average between 0 hour and 10 hours, and 116 mg/100 gr FW at 15℃ the average between 0 hour and 10 hours, and at 25℃ 160 mg/100 gr FW the avarege between 0 hour and 10 hours. In the leaves of Tunç purslane variety, it was 89 mg/100 gr FW at 5℃ the average between 0 hour and 10 hours, and, 122 mg/100 gr FW at 25℃ the average between 0 hour and 10 hours. Malic acid measurement values obtained from purslane leaves of Assem variety were shown difference according to their storage temperature. While determining malic asid in the purslane leaves of Assem variety at 5℃ the average between 0 hour and 10 hours was found 49 mg/100 gr FW, at 15℃ the average between 0 hour and 10 hours was 44 mg/100 gr FW, at 25℃ the average between 0 hour and 10 hours was 58 mg/100 gr FW and where as, in the leaves of Tunç purslane variety at 15°C the average between 0 hour and 10 hours was found 36 mg/100 gr FW, at 25°C the average between 0 hour and 10 hours it was found 47 mg/100 gr FW. The difference between the beginning and 10th hour of oxalic and malic acid in the leaves of both cultivars were found to be significant. High storage temperature causes an increase in oxalic acid content in purslane. Because oxalic acid causes health risks, it may be recommended to store purslane at 5°C and below.

Keywords: Glucose, Malic Acid, Oxalic Acid, Purslane (*Portulaca oleracea* L.).

GİRİŞ

Türkiye, çeşitli iklim ve toprak özelliğine sahip olmasından dolayı birçok bitkinin yetiştiriciliğine uygundur. Ülkemizde son yıllarda yetiştiriciliği ve tüketimi artan bitkilerden birisi de semizotudur.

Semizotu (*Portulaca oleracea L.*), semizotugiller (*Portulacaceae*) familyası içerisinde yer alan tek yıllık bir bitkidir. Semizotunun anavatanı Hindistan olarak bilinmektedir. Ayrıca Himalaya dağları, İran, Güney Rusya ve Anadolu'da semizotunun anavatanı olarak kabul edilmektedir (Dweek, 2001).

Semizotu, morfolojik özellik bakımından yaprak ve gövde bakımından bol sulu bir yapıya sahiptir.Onun için hasattan sonra uygun koşullarda saklanmaması gövde ve yapraklarda pörsümeye neden olmaktadır.

Bunun için semizotununun hasattan sonra uygun sıcaklık ve depolama koşularında saklanması hem raf ömrünün uzaması hem de içeriğindeki bileşenlerinin yapılarının değişmemesi veya en az seviyede değişmesi açısından önemlidir.

Sebze ve meyvelerin üretim alanları ile üretim miktarları yıldan yıla göre değişim göstermektedir. Bu değişikliğin nedeni insanların bu besinlere karşı ilgileri ve beslenme kültürleridir. Semizotunun da son on yıl içinde üretim alanı ve üretim miktarında değişiklik gösterdiği görülmüştür. 2010 yılında 3172 da alandan 4936 ton semizotu elde edilirken, 2011 yılında 3446 da' dan 5501 ton, 2014 yılında 3552 da dan 5797 ton ve 2017 yılında 3168 da' dan 5149 ton elde edilmiştir. Birim alandan en fazla üretim 2019 yılında 2688 da alandan 4931 ton elde edilmiştir (URL-1).

Okzalik asit insan ve hayvan bünyesine doğal yollarla düşük miktarda alındığında bağırsak hareketlerinin düzenlenmesine yardımcı olur (Bataille ve Fournier, 2001).

Semizotunun içerdiği bütün yararlı maddelerin yansıra yüksek miktarda içerdiği okzalik asit nedeniyle fazla miktarda tüketilmesinden dolayı özellikle böbrek taşı, romatoid, artrit ve gut hastalıklarına yol açtığı yapılan araştırmalar sonucunda tespit

edilmiştir (Bataille ve Fournier, 2001). Bunun için aşırıya kaçmadan tüketilmesi önerilmektedir.

Okzalatlar, vücutta bulunduğunda mineraller, lifler, baklagiller ve yağlı tohumlu tahıllarda bulunan mineral sindirim sisteminde emilir. Okzalik asit, dişleri kolalı içeceklerden ve limon suyundan kaynaklı asit erozyonuna karşı korumaktadır. Düşük oranda okzalik asit içeren bir diyet uygulaması vücutta taş oluşumunu engellemektedir. Okzalik asit vücutta kemik kırıklarının iyileşmesinde de etkilidir (Savage 1999).

Yaptığımız çalışmanın amacı yetiştirdiğimiz semizotlarının hasat edildikten sonra farklı sıcaklıklarda saklanmasının, semizotu içeriğindeki okzalik ve malik asit konsantrasyonu değişimine etkilerini belirlemektir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. *Portulaca oleracea* L. (Semizotu)

Semizotu (*Portulaca oleracea* L.), semizotugiller (*Portulacaceae*) familyası içerisinde yer alan tek yıllık bir bitkidir.

Semizotunun sistematikteki yeri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Semizotu sistematiği (URL-2).

Alem	**Plantae**
Bölüm	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Alt Sınıf	Caryophyllidae
Takım	Caryophyllales
Aile	Portulacaceae
Cins	*Portulaca*
Tür	*Portulaca oleracea* L.

Ülkemizde yetişen semizotları iki grupta toplanmaktadır. Kültür formları daha çok Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgesinde şehirlere yakın bölgelerde yetiştirilirken diğer bölgelerimizde yabani formları daha fazla yetiştirilmektedir. Farklı coğrafyalarda yetişen yabani semizotları çeşitli çevresel etmenlerden dolayı seleksiyona uğrayarak farklı adaptif özellikler kazanmışlardır. Bundan dolayı günümüz semizotları farklı fenotipik ve genotipik özelliklere sahiptir (Kaşkar, 2009).

1.2. Semizotunun Morfolojik Özellikleri

Portulacaceae familyası üyeleri yıllık veya çok yıllık otsu bitkilerdir. Semizotu (*P. oleracea* L.) etli, otsu ve tek yıllık bir bitkidir. Yaprak ve gövdesi etli ve suludur. Kökler dikotil şeklinde ve otsu yapıda olup, toprağın ilk 20 ile 40 cm'lik derinliğinde yer almaktadırlar. Semizotu çiçekleri morfolojik bakımdan erselik olmakla birlikte, yabancı tozlanma göstermektedirler. Çok sayıda erkek organ bulunmaktadır ve dişi organ üç-beş karpellidir. Semizotu Mayıs-Eylül ayları arasında hasat edilmezse ana ve yan sürgünlerinden çiçeklenmeye başlar (Ricceri ve Arrigoni, 2000).

Semizotunda tohumlar olgunlaştıklarında bulundukları kapsül açılır. Olgunlaşan tohumlar siyah renktedir. Semizotu tohumları yuvarlak ve çok küçük yapıdadır. Tohum çapları 0,5-0,75 mm arasında değişmektedir. Bin tane ağırlıkları 0,4-0,5 gr'dır. Semizotu tohumlarının çimlenme gücü % 90-95'tir. Semizotunun minimum çimlenme sıcaklığı 15°C ve maksimum çimlenme sıcaklığı ise 40°C'dir (Kadıoğlu, 1997). Semizotu tohumlarının optimum çimlenme sıcaklığı 30°C'dir (BaoGuang ve diğ., 2000).

Gövde, üzerinde birçok boğum taşımakta, dallanmakta ve 20-30 cm boyunda olabilmektedir. Gövde rengi, kırmızımsı-kahverengi veya yeşilimsi sarıdır. Gövde üzerindeki boğumlardan yaprak ve koltuk sürgünleri oluşmaktadır. Yapraklar, aşağıda genelde alternat ve yukarıda sıktır, bir araya toplanmıştır. Her bir boğumda genellikle üç-beş adet yaprak bulunmaktadır ve elips şeklinde (eliptik)-obovat (ters yumurtamsı) ve basit yapraklardır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Hasat seviyesine gelmiş semizotu

1.3. Semizotunun Fizyolojisi

Semizotu, kuraklık stresi altında metabolizmasını Crassulacean asit metabolizmasına değiştiren (CAM) bir C4 etli bitkisidir.C_4 bitkilerinin mezofil ve demet kını hücreleri tamamen farklılaşmıştır (Edwards ve Walker, 1983; Hatch, 2002).

C_4 bitkileri yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddetinde dahi CO_2 pompaları ve ribuloz 1,5- bifosfat karboksilaz/oksijenazı ana enzim çevresinde sabitlenir. Bundan dolayı stomalar kapalı iken bitkinin yüksek miktarda fotosentez yapmasını sağlar (Edwards

ve diğ., 2004). C_4 bitkilerinin stomaları kapalı olduğu için bitki çevresel sıcaklıklardan olumsuz etkilenmemekte ve fazla miktarda su kaybı engellenmektedir. Bu nedenle bitki yaprakları ilk hasattan sonra değişik sıcaklıklarda saklansa bile su kaybı açısından pek bir farklılık olmayacaktır (Edwards ve diğ., 2001).

C_4 bitkilerinde fosfoenolpiruvat karboksilazın (PEPC) CO_2 ile ilk karışımı mezofil hücrelerinde olur. PEPC daha sonra dekarboksilat olarak demet kılıf hücrelerine taşınarak C_3 döngüsü içerisinde CO_2 olarak serbest kalır. C_4 bitkilerinde CO_2 konsantrasyonunda meydana gelen değişikliklerle kanıtlandığı gibi; malik asit ile yaprak yapısı ve PEPC aktivitesi CO_2'nin günlük fiksasyonundan sorumludur (Lara ve diğ., 2004).

Gece boyunca birincil CO_2 sabit olup; CO_2, PEPC tarafından katalizlenir ve malik asit oluşur. Gün boyunca malik asit elde edilebilmesi için Calvin Döngüsü içerisinde CO_2 dekarboksilasyon olayı devam eder (Monson ve diğ., 1984; Rawsthorne 1992). Bu olay bitkilerde bitkinin yaşına ve çevre durumuna bağlı olarak değişir (Osmond 1978; Winter ve Smith, 1996).

Kuraklıktan dolayı CAM bitkilerinin stomalarının büyük bölümü gündüz kapalı olup geceleri açıktır. CAM bitkilerinin bu özelliği C_4 bitkilerinden farklı olarak gece CO_2 fiksasyonu ve aktif C_4 asit dekarboksilasyonu yapmasını; gündüz ise CO_2 sağlayan enzimler sayesinde fotosentetik karbon indirgeme döngüsü yapmasını sağlar. CAM bitkilerinin C_3 ve C_4 bitkilerinden ayırt edilmesini sağlayan bir diğer özellik PEPCnin geceleri fosforilasyonla aktive edilip gün içerisinde fosforilasyonla etkisiz hale getirerek bir karbon elde edilmesidir (Nobel ve North, 1996).

1.4. Semizotunun Kullanım Alanları

1.4.1. Semizotu tıbbı ve aromatik bitki olarak kullanımı

Antik Yunanistan'da Hippocrates, Galenus ve Dioscurides, ateşlenmede, kadın hastalıklarında, mide ağrılarında, hemoroidlerde, yaraları iyileştirmede kullanımından dolayı, semizotunu önemli bir tıbbi bitki olarak kabul etmişlerdir (Kaşkar, 2009). Yine eski Mısırlılar döneminden beri, bu bitkinin sebze, tıbbi ve aromatik bir bitki olarak kullanıldığı ve Orta çağlarda İngiltere'de çok popüler olduğu bilinmektedir (Dweck, 2001).

Semizotunda, içinde 3-4 hidroksil grubu içeren amin grubu organik bileşikler olan katekolaminler vardır (Kulma ve Szopa, 2007).

Katekolaminler, kardiyovasküler bozuklukların yanı sıra, çeşitli nörolojik, psikolojik ve fizyolojik durumların düzenlenmesinde rol oynayan bileşikleri kapsamaktadır (Göğebakan, 2010). Dünyanın her yerinde salata olarak, sebze ve tıbbı bitki olarak yenildiğinde baş, böbrek sancılarında, ağrılı enfeksiyonlarda, süt emziren kadınlarda süt miktarını artırmada, sinirlerin yatıştırılmasında ve beyin yorgunluğunun giderilmesinde faydalı olduğu gösterilmiştir (Yazıcı ve diğ,. 2007; Oliveirea ve diğ., 2009).

1.4.2. Besin bitkisi olarak semizotu

Semizotu Amerika'da yabani bir bitki olarak kabul görse de yapraklı sebze olarak tüketilmektedir. Hafif ekşimsi tadından dolayı Avrupa ve Asya'nın büyük kesimi tarafından yenilmektedir. Salatalarda taze olarak veya ıspanak gibi pişirilerek daha birçok yemek çeşidinde tüketilmektedir (Byrne ve McAndrews, 1975). İçeriğindeki besin elementi zenginliği sayesinde çocuk ve genç yaştaki kişilerin tüketmesi gereken önemli bir besin kaynağıdır. Semizotunun içerdiği bitki besin elementleri Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2. Semizotunun bitki besin elementleri (100 gr taze kütlede) (URL-3)

Bileşen	**Birim**
Su (gr)	92,48
Protein (gr)	2,64
Toplam Lipid (gr)	0,12
Kül (gr)	1,40
Karbonhidrat (gr)	1,77
Kalsiyum (mg)	155
Demir (mg)	4,45
Magnezyum (mg)	118
Fosfor (mg)	46
Potasyum (mg)	414
Sodyum (mg)	41
Vitamin C (mg)	24,6
Toplam Folat (µg)	46
β-Karoten (µg)	3606

Semizotu içermiş olduğu birçok yağ asidi çeşidiyle insan beslenmesinde ve gelişmesinde önemli bir yeri olan bitkidir. Semizotu, omega-3 yağ asitleri bakımından en zengin sebzedir (Zık Akdeniz, 2007). Semizotunun içeriğindeki yağ çeşitleri ve oranları Tablo 1.3'de gösterilmiştir.

Tablo 1.3. Semizotunun içeriğindeki yağ asidi çeşitleri ve yüzdelik oranları (Guil ve diğ., 1996).

Yağ asitleri	**İçeriği (%)**
Yağlar (gr kg^{-1} TA)	3,9
α-linoleik asit – 18:3ω3	32,60
Palmitoleik asit - 16:1ω7	20,96
Palmitik asit - 16:0	17,40
Linoleik asit - 18:2ω6	16,82
Oleik asit - 18:1ω9	5,89
Stearik asit - 18:0	3,46
Behenik asit - 22:0	3,33
Doymuş asit /ω3	0,80
ω3/ω6	2,00

Semizotunda toplam lipidler ve omega-3 yağ asitleri seviyesini bitkinin farklı kısımlarında (yaprak, gövde ve tüm bitki) ve üç büyüme aşamasında (30. 49. ve 59. gün) araştırmışlardır.

Toplam lipidler bakımından gelişme süreleri ve seviyelerinde yapraklar ve gövdeler arasında önemli farklar görülürken; gelişme süresi ve bitkinin farklı kısımları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Üçüncü büyüme aşamasında yaprakların en zengin omega-3 yağ içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Omara-Alwala ve diğ.,1991).

Kültür formlarının ham yağ içeriklerinin yabani formlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Değişik coğrafyalarda yetiştirilen semizotlarının ham protein, toplam yağ asidi içeriği, kül, karbonhidrat ve yağ asidi içerikleri farklıdır. Yapraklardaki yağ asidi içerikleri linoleik asit hariç gövdeye göre daha yüksektir (Ezekwe ve diğ., 1999).

Semizotunda gaz kromotografisi ve HPLC ile yapılan çalışmada toplam yağ asidi içeriği taze yapraklarda 1,5-2,5 mg/gr, gövde de 0,6-0,9 mg/gr ve tohumlarda 80-70 mg/gr arasında bulunmuştur.

Yaprak ve tohumlarda toplam yağ asidi içeriğinin sırasıyla %60 ve %40'ını alfa-linolenik asit oluşturmuştur. Uzun zincirli yağ asidi görülmemiştir (Liu ve diğ., 2000).

Semizotunu hidroponik kültürde komple besin içeriğinde, NO_3^- ve NH_4^+ formunda 14,3 mM azot verilerek ve besin solüsyonunda yetiştirilmeye başlamasından 18 gün sonra hasat edildiğinde yapraklardaki yağ asidi kompozisyonu ve konsatrasyonları, klorofil konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda semizotunda alfa linoleik asit oranının klorofil oranıyla yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir (Palaniswamy ve diğ., 2000).

Yapılan başka bir çalışmada ise azotun doymamış yağ asidine üzerine etkisi olmayıp ancak α-linolenik asit ve linolenik asit oranlarına N oranının artmasıyla beraber arttığı gözlenmiştir.

Besin solüsyonunda NO_3^-/NH_4^+ oranındaki NH_4^+ besin değişimi palmitik asidin azalmasına neden olmuştur (Wenzel ve diğ., 1990).

Semizotunda karbonhidrat ve ham protein içeriği yıldan yıla, ekim zamanına ve çeşide bağlı olarak değişmektedir. Kuru maddedeki ham protein içeriği ortalama %25,4 ve karbonhidrat içeriği ortalama %55,5 olarak belirlenmiştir (Ezekwe ve diğ., 1999).

1.5. Semizotunun Ekolojik İstekleri

Semizotu bir ılıman iklim bitkisidir. Soğuk ve kırağıdan zarar gören bir bitkidir. Kış mevsimi ılık geçen bölgelerde de yetiştirilebilmesine rağmen genellikle erken ilkbahar en iyi gelişme mevsimidir (URL-4).

Semizotu hemen hemen her çeşit toprakta yetiştirilebilmesine rağmen kumlu, tınlı ve tınlı-killi topraklarda daha iyi sonuç vermektedir. Organik maddece zengin topraklar verim açısından en uygun topraklardır. Toprağın bol sulu halini seven bir bitkidir (Thangavel ve diğ., 1999).

Semizotu yetiştiriciliği, ilkbahar ve sonbahar olmak üzere iki ayrı dönemde yapılır. Soğuk ve vejetasyon süresi kısa yerlerde ilkbaharda tohum ekimi yapılır. Yaz süresince bitki yetiştirilir (URL-5).

Semizotunun tuza dayanıklılığı orta derecededir (Kumomoto ve diğ., 1990). Tuzlu topraklarda iyi bir drenaj sistemi kurulması sonucunda halofitik topraklarda da semizotu yetiştirilebilir (Grieve ve Suarez, 1997).

1.6. Okzalik Asit

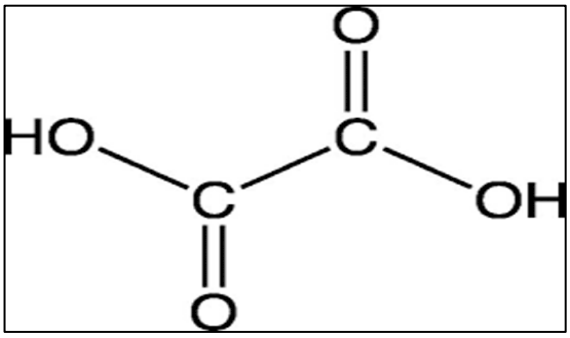
Okzalik asit hemen hemen tüm bitkilerde bulunur. Özellikle diyet amaçlı kullanılan yeşil yapraklı bitkilerin yaprak kısımlarında bol miktarda bulunan bir organik asittir.

Fazla miktarda okzalik asit alımının sağlık açısından olumsuz etkileri vardır. Fazla miktarda okzalik asit alımının çözünmüş durumda olan sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum tuzlarının vücuda alımına engel olduğu bilinmektedir (Miller ve diğ.,1984; Simopoulos ve Salem, 1986; Simopoulos ve diğ.,1992).

Okzalik asit, hücre içinde sentezlenerek de bazı amino asit ve askorbik asit metabolizmalarının son ürünü olarak meydana gelmektedir.

Okzalik asidin aşındırıcı etkisinin yanısıra kalsiyum okzalatın az çözünür olması, kristallenmesi, doku ve organlarda birikerek insan sağlığı açısından önemli problemlere neden olmaktadır (Sezgintürk ve Dinçkaya, 2001).

Hasat sonrasında ise depolama sıcaklığının, saklama şeklinin, etilen uygulamalarının, pişirme ve işleme tekniklerinin okzalik asit içeriğine etkisinin gösterildiği çalışmalar bulunmaktadır (Zık Akdeniz, 2007; Rinaldi ve diğ., 2010; Moreou ve Savage, 2009). Okzalik asidin kimyasal yapısı Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Okzalik asidin kimyasal yapısı (Moldoveanu, 2019)

Bazı sebzelerin içermiş oldukları okzalik asit miktarları Tablo 1.4' te verilmiştir.

Tablo 1.4.Bazı sebzelerin içerdikleri okzalik asit miktarları (URL-6).

Sebze	**Okzalik Asit (gr /100 gr TA)**
Maydanoz	1,70
Semizotu	**1,31**
Ispanak	0,97
Turp	0,48
Fasulye	0,36
Sarımsak	0,36
Marul	0,33
Su teresi	0,31
Tatlı Patates	0,24
Şalgam	0,21
Brokoli	0,19
Kereviz	0,19
Patlıcan	0,19
Karnabahar	0,15
Lahana	0,10

Yukarıdaki sebzelerin 100 gramında 1,7 gramla en fazla okzalik asit içeren sebze maydanozdur. Sebzelerin yanı sıra pek çok baharat ve çeşni de okzalik asit açısından zengindir. Bu baharat ve çeşnilerin başında zencefil, soya ürünleri, tarçın, çikolata ve kakao gelmektedir (URL-6). Çay yapraklarında yüksek yoğunluklu okzalik asit bulunduğu bilinmektedir (URL-6). Ancak evde çay yaparken kullanılan yaprak sayısı az olduğu için makul seviyelerde çay tüketiminin bir zararı yoktur.

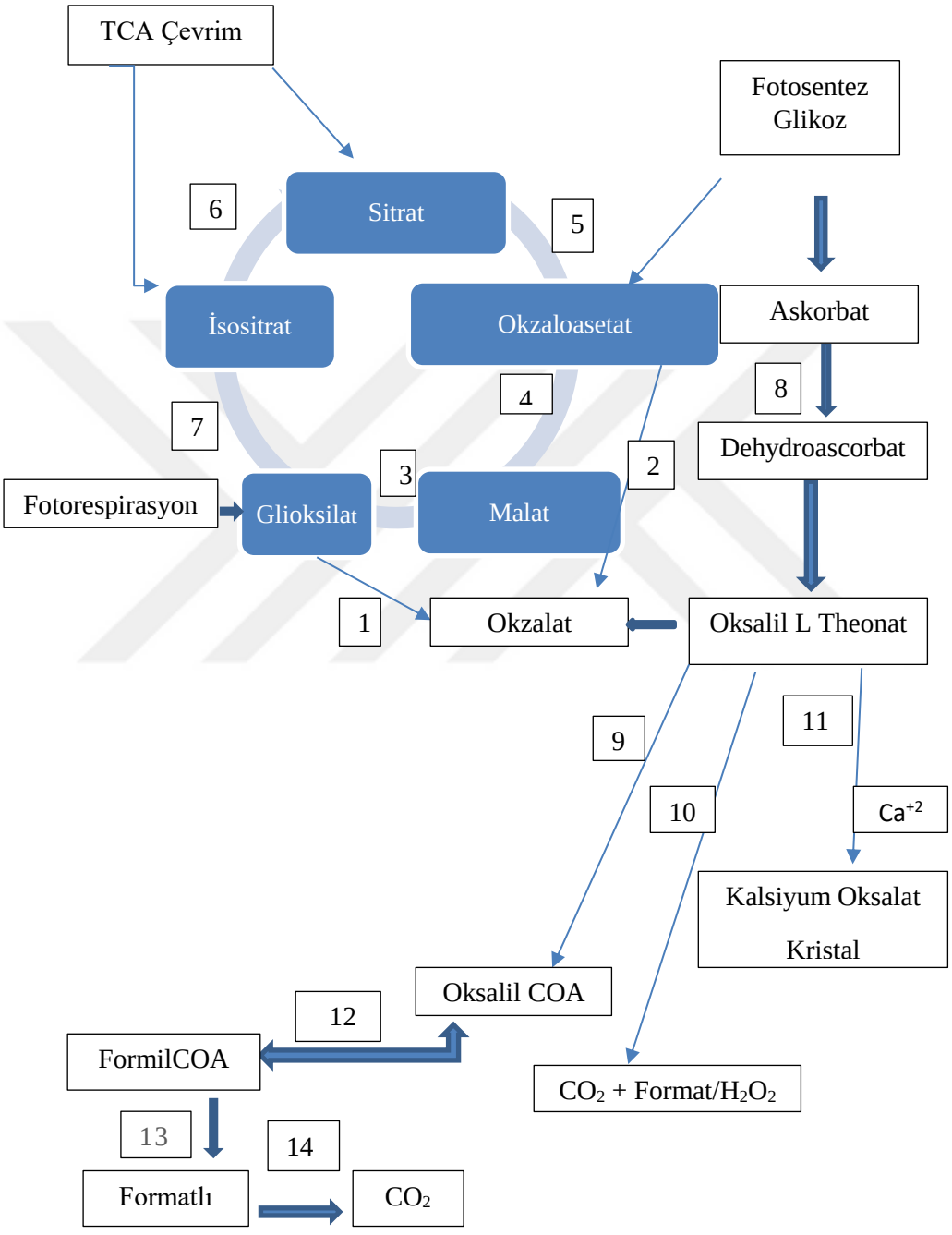
1.6.1. Okzalik asit fizyolojisi

Bitkilerde organik asit sentezi ve metabolizması üzerine uzun süredir çalışılmaktadır. Okzalik asit, metabolizmanın son ürünü olarak kabul edilmektedir. Araştırmalarda okzalik asit üretiminin fotosentez ve karbonhidrat metabolizmasıyla ilgili olduğu anlaşılmıştır (Cai ve diğ., 2018). Semizotunda okzalik asit ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunların bazıları hasat öncesi nitrat/amonyum oranı, hasat zamanı ve tuz stresinin okzalik birikimine etkisi üzerine yapılmış çalışmalardır (Fontana ve diğ., 2006; Palaniswamy ve diğ., 2004; Carvalho ve diğ., 2009).

Yüksek nitrojen içeriği okzalik asit sentezini baskılarken (Fontana ve diğ., 2006), yüksek NO_3^-/NH_4^+ oranı okzalik asit miktarının artmasına neden olmaktadır

(Palaniswamy ve diğ., 2004). Erken hasatta da semizotunda okzalik asit içeriğinin yüksek olduğu gösterilmiştir (Palaniswamy ve diğ., 2004).

Okzalik asit metabolizması Şekil 1.3'te gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Okzalik asit metabolizması (Cai ve diğ., 2018)

(1) Glikolat oksidaz (2) Okzaloasetatı asetilhidrolaz (3) Malat sentaz (4) Malat dehidrojenaz (5) Sitrat sentaz (6) Akonitaz (7) İzositrat liyazı (8) Askorbatperoksidaz/Askorbat oksidaz (9) Oksalil-CoA sentezleri (10) Oksalat dekarboksilaz (11)Oksalat oksidaz (12) Oksalil –Coa Dekarboksilaz (13) Formil CoA hidrolaz (FXH) (14) Format Dehidrojenaz

1.6.2. Bitkide okzalik asit içeriğini etkileyen çevresel faktörler

Bitkilerde okzalik asit oluşumunda yetişme mevsimi, organik madde, gübreleme, ışıklanma, sıcaklık ve hasat zamanı gibi birçok çevresel etmenin etkili olduğu saptanmıştır (Kütük ve Topçuoğlu, 1997).

Ayrıca bazı araştırmacılara göre okzalik asit miktarına çeşit, bitki yaşının, gübreleme gibi kültürel işlemlerin de etkili olduğu belirtmektedir (Palaniswamy ve diğ., 2004; Guil ve diğ., 1997).

Bitkiler yaşlandıkça okzalik asit içeriği düşmekte, gövde yapraklara göre daha az okzalik asit içermekte ve gübrelemede azotun amonyum formunun tercih edilmesi durumunda da okzalik asit içeriği düşmektedir (Palaniswamy ve diğ., 2004).

Bitkide okzalatların büyük kısmı gövde ve çiçekte bulunmaktadır. Geriye kalan ise yaprakta bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda bitkinin yapısında bulunan okzalat oranının kaynatma sonucunda %27 oranında azaldığı gösterilmiştir (Poeydomenge ve Savage, 2007).

Okzalik asidin bitkideki miktarına etki eden bir diğer faktör de ışıklanmadır. Ispanak bitkisinde yapılan araştırmada okzalik asidin ışıkla beraber salındığı daha sonra ıspanak yapraklarında ışıkla beraber arttığı belirlenmiştir. Böylece okzalik asit sentezinin fotosentez sırasında olduğu anlaşılmıştır (Proietti ve diğ., 2004).

Ispanak bitkisinin yapraklarında 20°C'den fazla sıcaklıklarda şekerler azalmaya başlamış, okzalik asit ise artan sıcaklıkla beraber artmıştır (Okazaki ve diğ., 2008; Proietti ve diğ., 2004).

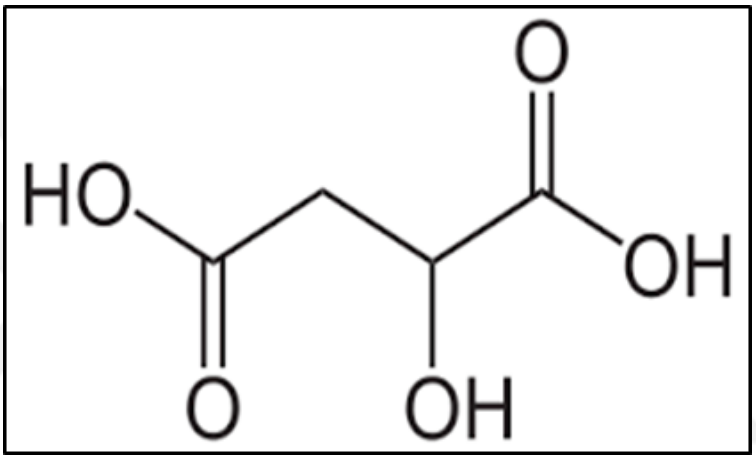
Okzalik asit oranına etki eden bir diğer faktör yaprak sayısına göre hasat zamanıdır. Yaprak sayısı fazla olarak hasat edilen semizotlarında yaprak sayısı az olarak hasat edilenlere göre daha az okzalik asit bulunmaktadır (Palaniswamy ve diğ., 2002).

1.7. Malik Asit

Malik asit, alfa-hidroksi asit yapısında olan bir asittir. Zayıf bir organik asittir. Malik asit, üzümlerde genellikle piruvatlardan ve fosfoenolpiruvatlardan sentezlenmektedir (Redzepovic ve diğ., 2003).

Malik asit sebze ve meyvelerde bulunan başlıca asitlerdendir. Diğer taraftan, malik asit, meyve ve sebzelerin tazeliğinin bir göstergesidir. Malik asit tarımsal ürünlerin kalitesini değerlendirmek için ortak bir değişken olarak kullanılmaktadır (Belitz ve diğ., 2004).

Malik asit meyveler içinde en fazla elma da bulunmaktadır. Bitkinin klorofil bulunan kısımlarında sentezlenir. Yeterli enerji sağlandığında, daha sonra kullanılmak üzere meyvede depo edilir. Enerji düzenleyici bir rol oynar. Dayanaksız bir asittir. Malik asidin kimyasal yapısı Şekil 1.4'de gösterilmiştir (URL7).

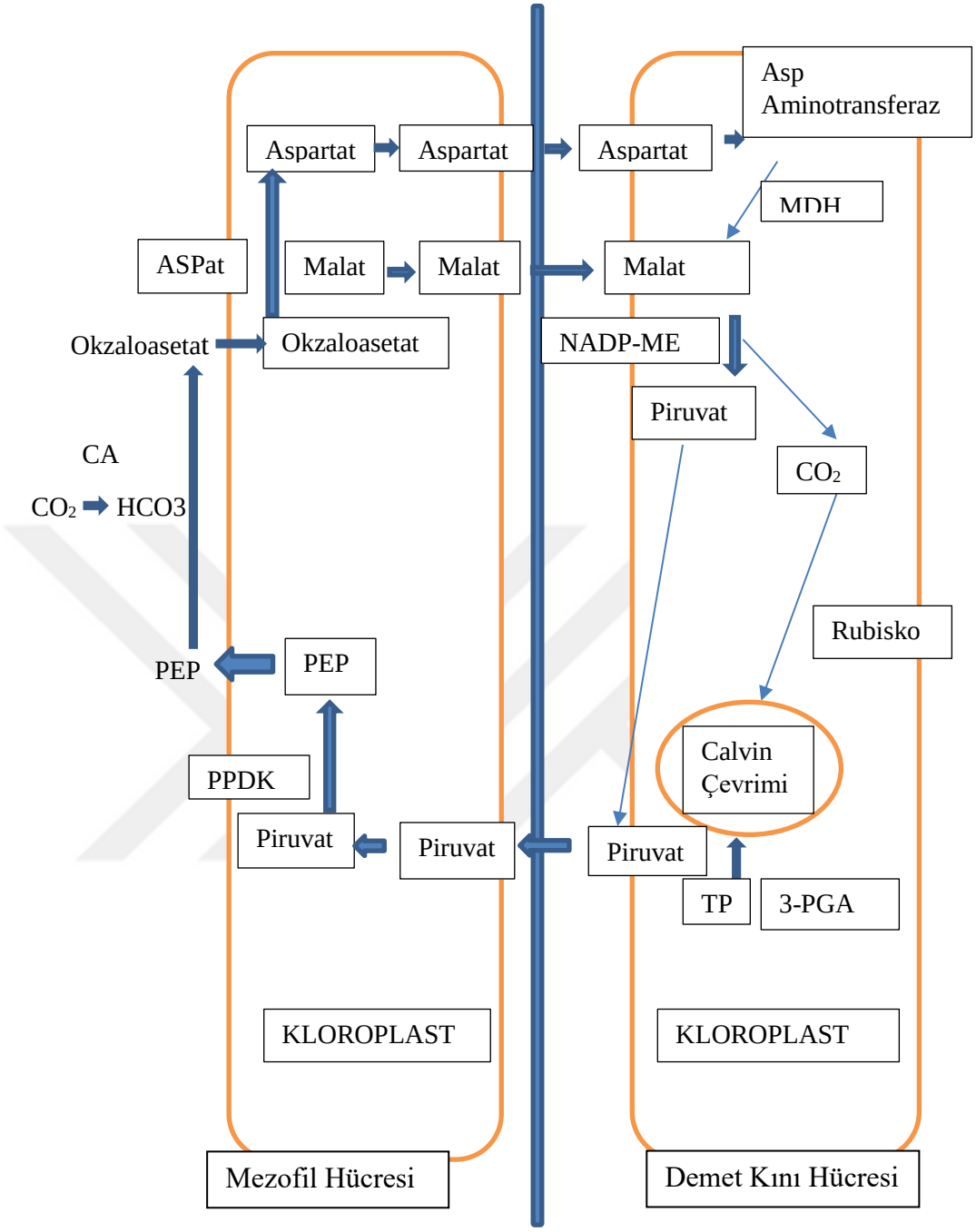


Şekil 1.4. Malik asidin kimyasal yapısı (URL-7)

Malik asit ekşimsi lezzeti olan meyvelerde doğal olarak bulunur. Canlı hücrelerdeki mitokondrilerde bulunan bir enerji döngüsü olan krebs döngüsünde önemli bir basamaktır. Malik asit ekşimsi aromasıyla, düşük erime noktasıyla, harmanlanabilir olmasıyla, düşük higroskopik özellikleriyle, metal iyonları ve şelat yeteneğiyle sağlık açısından pek çok faydaya sahiptir (URL9).

Malik asit, üzümlerde genellikle piruvatlardan ve fosfoenolpiruvatlardan sentezlenmektedir Malik asit miktarı, olgunlaşma koşullarına bağlı olarak 1-10 gr/L arasında değişebilir (Redzepovic ve diğ., 2003).

Bitkide malik asidin hangi hücrelerde ve hangi reaksiyonlar sonucunda meydana geldiği Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Malik asit metabolizması (Gowik ve Westhoff, 2011).

1.7.1. Bitkide malik asit sentezine etki eden faktörler

Serin iklim şartlarında yetiştirilen üzümlerde malik asit oranı daha yüksektir. Çünkü serin iklim şartlarında solunum hızı daha yavaş olduğundan malik asidin parçalanması daha yavaştır (Redzepovic ve diğ., 2003).

Topraktaki organik madde miktarının artması ile birlikte belirlenen organik asit içeriklerinin çoğunda istatistiki olarak farklılıklar oluşmuştur (Kaya ve Erken, 2018).

Toprağa gübre kompostu uygulanması domateste malik asit miktarını artırmıştır. Malik asit miktarını Gübre kompostu + konvensiyonel uygulamasının da artırdığı görülmüştür (Flores ve diğ., 2009).

Toprakta organik madde miktarının artması ile domateste malik asit miktarında azalma olmuştur. Yapılan analizler sonucunda en yüksek malik asit miktarı 220,44 mg/100g^{1} ile konvensiyonel uygulamasında elde edilmiştir. Aynı yüksek değer gübre + konvensiyonel uygulamasında görülmüştür (Belitz ve diğ., 2004).

Xu ve diğ. (2001) domateste yaptıkları çalışmalarda malik asit içeriğinin kimyasal gübreler ve mikroorganizmalarla birlikte gübrelenmiş bitkilerde en az olduğu, tavuk gübresi ve mikroorganizma ile beraber verilenlerde ise daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Domates yetiştiriciliğinde organik maddenin artırması malik asit oranında değişimlere neden olmuştur. Organik madde miktarının artması domateste malik asit oranını azaltmıştır (Kaya ve Erken, 2018).

1.7.2. Malik asit içeren gıdalar

Meyvelerde sert ve yumuşak çekirdekli meyvelerin %50-90'ı malik asit içermektedir. Üzümde malik asidin yanı sıra tartarik asit de bulunmaktadır. Portakal ve mandarinde toplam asidin %10-20'si malik asitten oluşur. Greyfurtta %6-10, limonda %5 düzeyinde malik asit bulunmaktadır (URL-8).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Bitkisel materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak *Portulaca oleracea* L. Assem ve Tunç çeşitleri kullanıldı. Assem çeşidi semizotunun tohumları Anadolu Tohum Üretim ve Pazarlama A.Ş'den, Tunç çeşidi semizotunun tohumlarını ise Paşa Tohumculuk San. ve Tic. Ltd. Şti'den temin edildi.

Assem çeşidi semizotu; bitki boyu 20-25 mm'e kadar boylanabilen erkenci bir çeşittir. Yaprak yapısı bakımından oval bir yapıya sahiptir. Verimli bir çeşittir. Hasatta verimi yüksek olup bitki üzerindeki yaprak yoğunluğu fazladır.

Tunç çeşidi semizotu; bitki boyu 25-30 mm'e kadar boylanabilen bir çeşittir. Yaprak yapısı bakımından düz ve iri bir yapıya sahiptir.

2.1.2. Yetiştirme ortamı

Semizotu yetiştiriciliği Kocaeli ili Kartepe ilçesindeki Arslanbey MYO'nda bulunan cam sera da yapıldı.

Çalışmada kullanılan semizotu tohumları hazır toprak karışımına ekildi. Hazır olarak temin edilmiş toprağın içeriğinde % 60'lık sazlık torfu, %10 perlit, %10 çam tozu ve %10 fermente kompost gübre bulunmaktadır.

2.2. Kimyasallar ve Cihazlar

Çalışmada standart hazırlamak üzere kullanılan okzalik asit, malik asit, glikoz ile sülfirik asit Merck (Darmstadt, Germany) firmasından temin edilmiştir. Kullanılan cihazların listesi EK-A da verilmiştir.

2.3. Yöntem

2.3.1. Bitkilerin üretimi

Her iki çeşit semizotundan dokuzar kasa olacak şekilde ekim yapıldı. Ekim işlemi yapılmadan önce kasaların alt kısmına beyaz naylon serildi. Tohum ekimi tohumların küçük olmasından dolayı çimlenme ve çıkışın daha kolay olabilmesi için 2-3 mm derinliğe yapıldı. Tohum ekiminden üç gün sonra çimlenme gerçekleşmiş, bitki yüzeye çıkmıştır.

Semizotlarında ekimden bir hafta sonra seyreltme işlemi yapıldı. Semizotları 25-30 cm boya ulaştığında (Şekil 2.1) yaklaşık 7-8 yaprak (Şekil 2.2) olduğunda hasat edildi. Ayrıca semizotları hasat edildiğinde bitki bir kazık kök ve onun etrafında oluşan yedi-sekiz adet sekonder köke sahipti (Şekil 2.3), 3-4 mm gövde kalınlığına sahipti (Şekil 2.4).



Şekil 2.1. Semizotunun hasattaki boyu



(A) (B)

Şekil 2.2. Hasat seviyesine gelmiş semizotu (A),Tunç çeşidi semizotu ve (B), Assem çeşidi semizotu



Şekil 2.3. Semizotunun hasattaki kök yapısı



Şekil 2.4. Semizotunun hasattaki gövde kalınlığı

2.3.2. Bitkilerin hasadı

Her iki semizotunda ilk sürgün çıkışı ve kotiledon yaprakların oluşması üç gün sürdü, yedi-sekiz cm'lik boya ulaşması ise ortalama 10-12 günde gerçekleşti**.** Semizotlarının hasat seviyelerine gelmeleri yaklaşık 25 gün sürdü.

Hasat seviyesine gelen semizotları serada kasalardan elle hasat edildi. Hasat edilen semizotları kasayla beraber laboratuvara getirildi. Laboratuvarda kök kısmı elle koparılarak gövdelerinden ayrıldı.

2.4. Depolama

Semizotları hasat edilir edilmez rasgele üç paket onar gr yaprak ve sap tartılıp -20°C'ye konuldu. Geriye kalan semizotları üç farklı sıcaklıkta (5°C, 15°C ve 25°C) saklanmak üzere üçe ayrıldı.

5°C soğuk hava deposunda, 15°C iklim dolabı olarak değiştirilmiş buzdolabında 25°C ise oda koşullarında sağlanmıştır. Bu sıcaklıklarda saklanan semizotlarından her iki saatte bir olmak üzere rasgele 10 gr'lık üç paket yaprak, üç paket sap tartılarak -20°C'ye konuldu.

2.5. Analitik Yöntemler

2.5.1. Ağırlık kaybı

Altışar numune onar gr yaprak ve sap tartıldı. Su kaybını ölçmek için yaprak ve sap örnekleri üç farklı sıcaklığa 5°C, 15°C ve 25°C konuldu. Onuncu saate kadar üç farklı sıcaklığa konulan örnekler her iki saatte bir tartıldı.

2.5.2. Ekstraksiyon

Okzalik asit, malik asit ve glikoz analizleri için ekstraksiyon yöntemi Okutani ve Sugiyama (1994)'nin yaptığı çalışmadan uyarlandı. Semizotu hasadından sonra 10 gr tartılarak -20°C'ye koyulan sap ve yapraklar dondurucudan teker teker çıkartılarak porselen havanda ezildi.

Ezilen semizotlarına herhangi bir ilave yapılmadan 15 ml'lik tüplere konuldu ve santrifüjde 5000 devir/dakika'da 15 dakika çalıştırıldı. Süpernatant kısmı pipetle alınarak 1,5 ml'lik tüplere konuldu. 12000 devir/dakika' da beş dakika tekrar santrifüj edildi. Santrifüjden sonra supernatant boş 1,5 ml'lik tüplere aktarıldı ve tüpler HPLC analizi yapılıncaya kadar -20°C'de muhafaza edildi.

2.5.3. Glikoz, malik asit ve okzalik asit ölçümleri

Semizotu ekstraktlarındaki glikoz, malik asit ve okzalik asit konsantrasyonları HPLC ile tespit edildi. HPLC metodu normal kromatografik prosedüre göre yapıldı: Kolon büyüklüğü 300x7.8 mm. olan Phenoemenex (California, USA), Rezex Cal organik asit kolonu kullanıldı. Mobil faz akış hızı 0,6 ml/ dk olarak ayarlandı. Mobil faz olarak

%0,5 M H_2SO_4, dedektör olarak refraktif indeks dedektörü kullanıldı. Standart çözeltiler ve örnekler 20 µl cihaza enjekte edildi.

HPLC ölçümleri için öncelikle %10'luk (a/h) glikoz, malik asit ve okzalik asit çözeltileri hazırlandı. Hazırlanan bu çözeltiler standart eğri oluşturabilmek için %1, %0,5 ve %0,1 (a/h) olacak şekilde seyreltildi. Elde edilen standart eğriler EK-B de verilmiştir.

2.6. İstatiksel Analiz

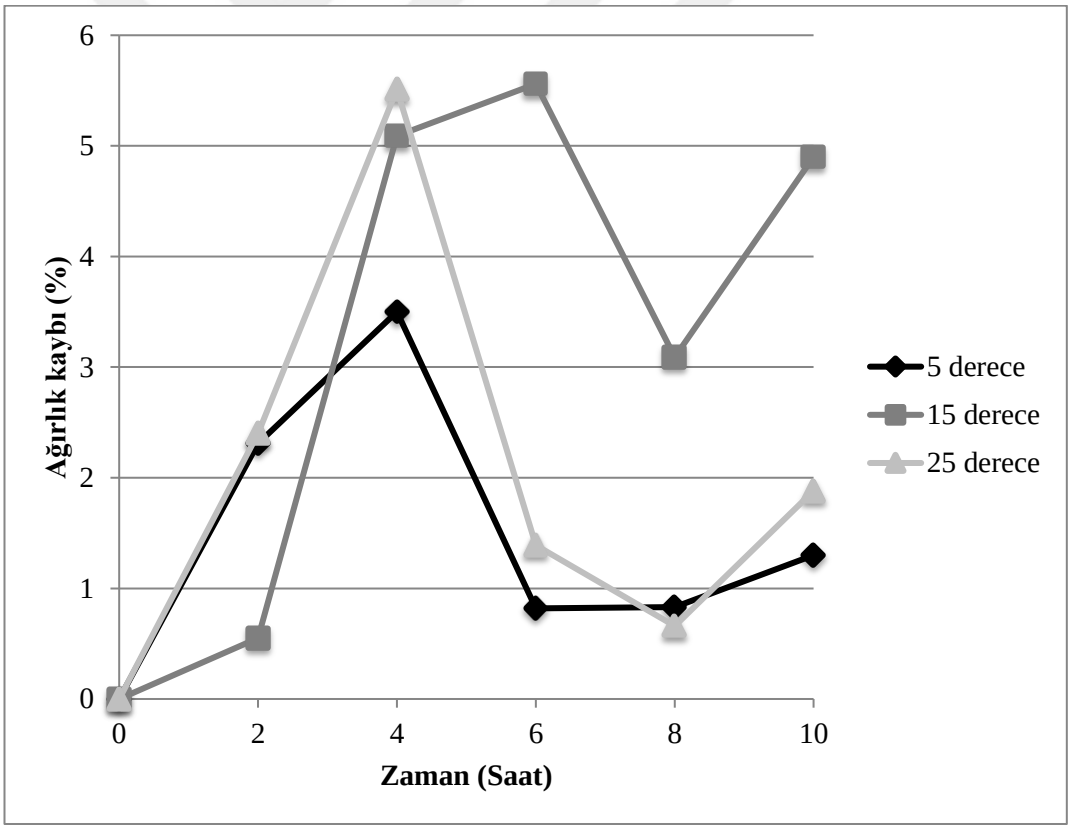
Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş, yürütülmüş ve değerlendirilmiştir. Sonuçlar SPSS 16 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, % 5 hata sınırları içerisinde önemli olan uygulama ortalamaları için Duncan karşılaştırma testi yapılmıştır.

3. BULGULAR

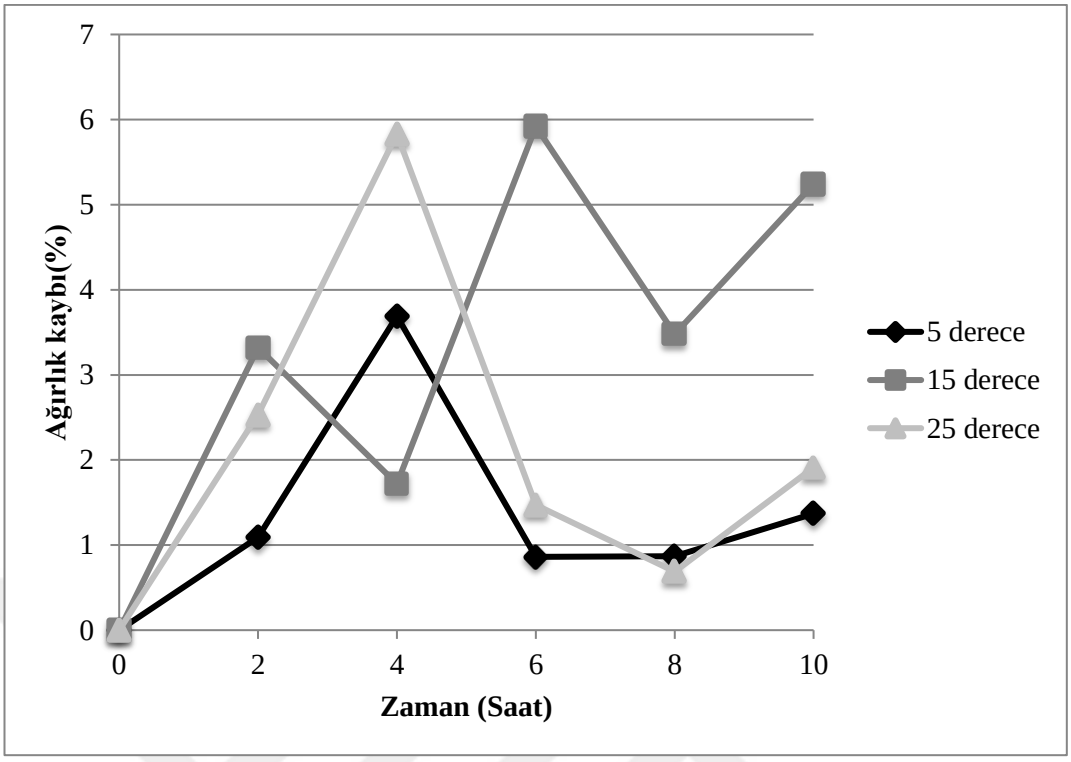
3.1. Su Kaybı

Farklı sıcaklıklarda depolanan Assem ve Tunç çeşitlerinde hem yaprakta hem de sapta 10 saat sonunda su kaybı olup olmadığına bakılmıştır. Su kaybı bitkinin özellikle görsel kalitesini etkilediği için hem üretici hem de tüketici açısından önemli bir parametredir.

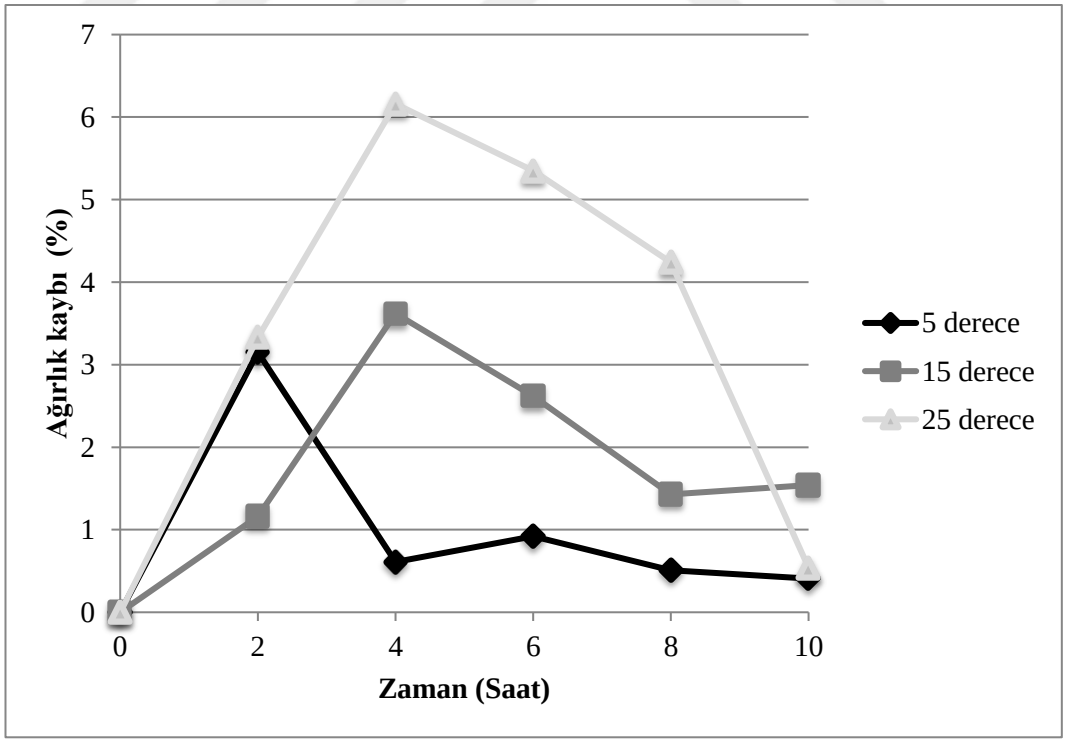
Saplarda her üç depolama sıcaklığında su kaybı meydana gelmezken, yapraklarda 15°C'de on saatin sonunda Assem çeşidinde yaklaşık %6,4, Tunç çeşidinde ise yaklaşık %5,66'lık su kaybı olmuştur (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



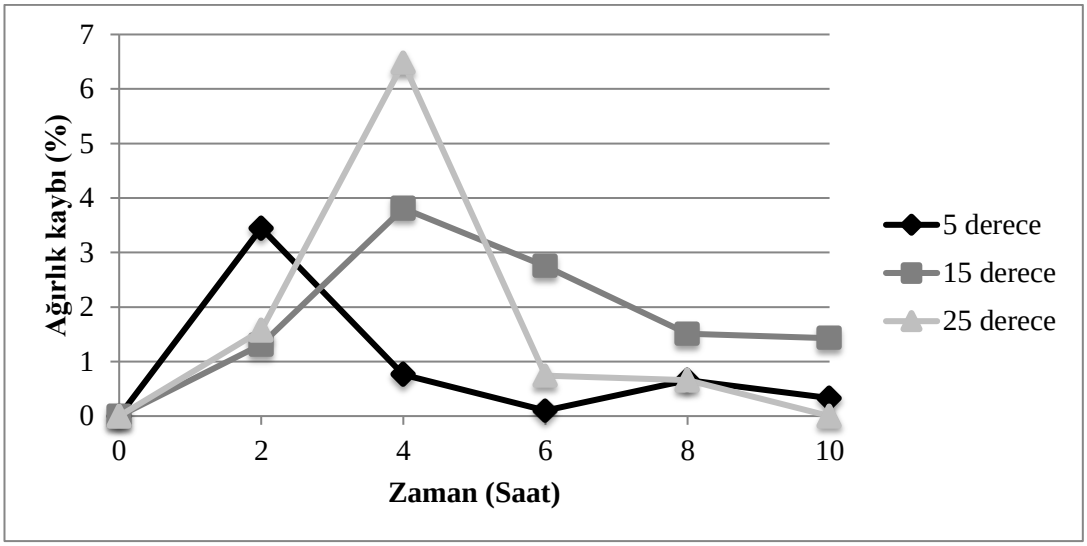
Şekil 3.1. Assem çeşidi semizotu yapraklarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı



Şekil 3.2. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı



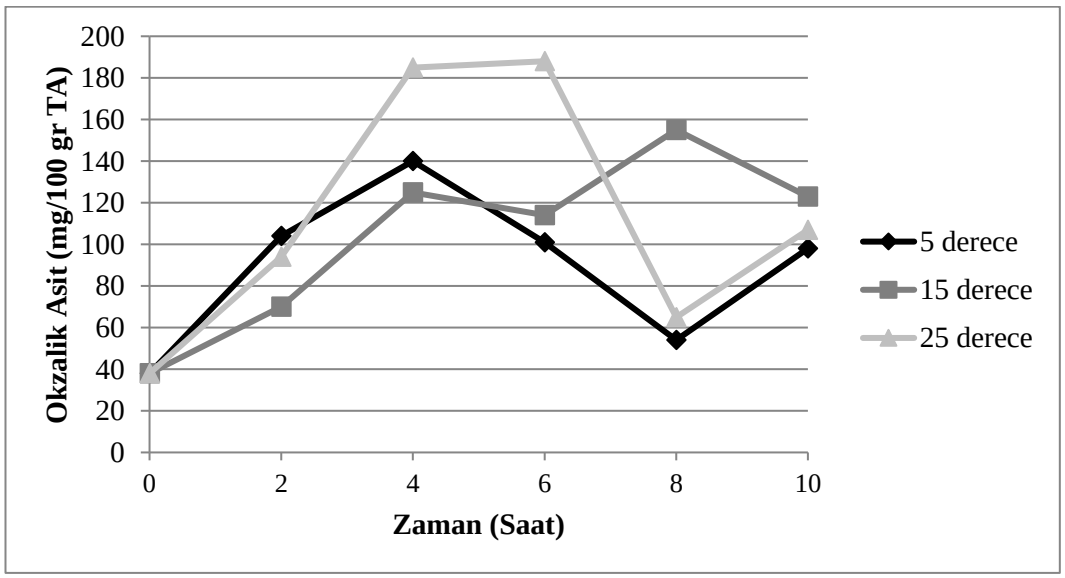
Şekil 3.3. Assem çeşidi semizotu saplarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı



Şekil 3.4. Tunç çeşidi semizotu saplarında farklı sıcaklıklarda zamana göre su kaybı

3.2. Okzalik Asit

Tunç çeşidinin yapraklarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri süre bakımından farklılık göstermiştir. 4.saat, 6. saat ve 10. saat ile 2. saat, 8. saat ve 0. saat arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur. Ayrıca 2. saat ve 8. saatin değerleri, 0. saatin değeri arasındaki fark istatistiki olarak ($p < 0,05$) anlamlıdır. Tunç çeşidinin yapraklarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir, 25°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı ile 5°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur (Şekil 3.5).

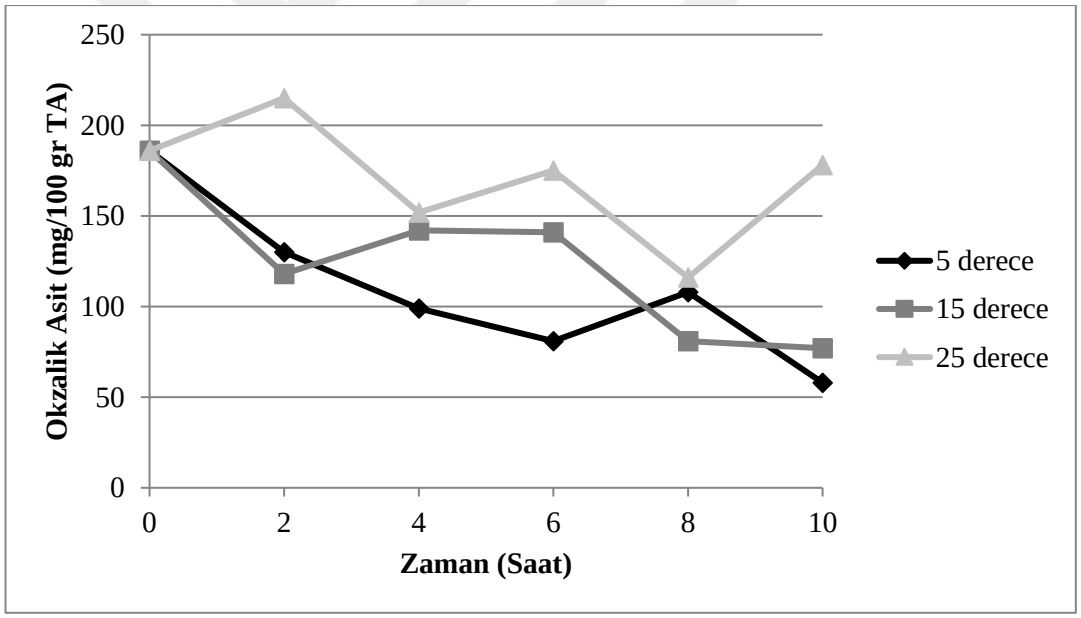


Şekil 3.5. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında okzalik asidin zamana göre değişimi

Assem çeşidinin yaprak kısımlarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri süre olarak farklılık göstermiştir. Bu farklılıklardan 0. saat ölçüm değeri ve 2. saat ölçüm değeri ile 8. saat ölçüm değeri ve 10. saat ölçüm değeri arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemlidir.

Söz konusu fark sebebiyle 0. saat ölçüm değeri ve 2. saat ölçüm değeri aynı istatistiksel grupta yer almıştır. 8. saat ölçüm ve 10. saat ölçüm değerleri ise başka bir grupta tespit edilmiştir.

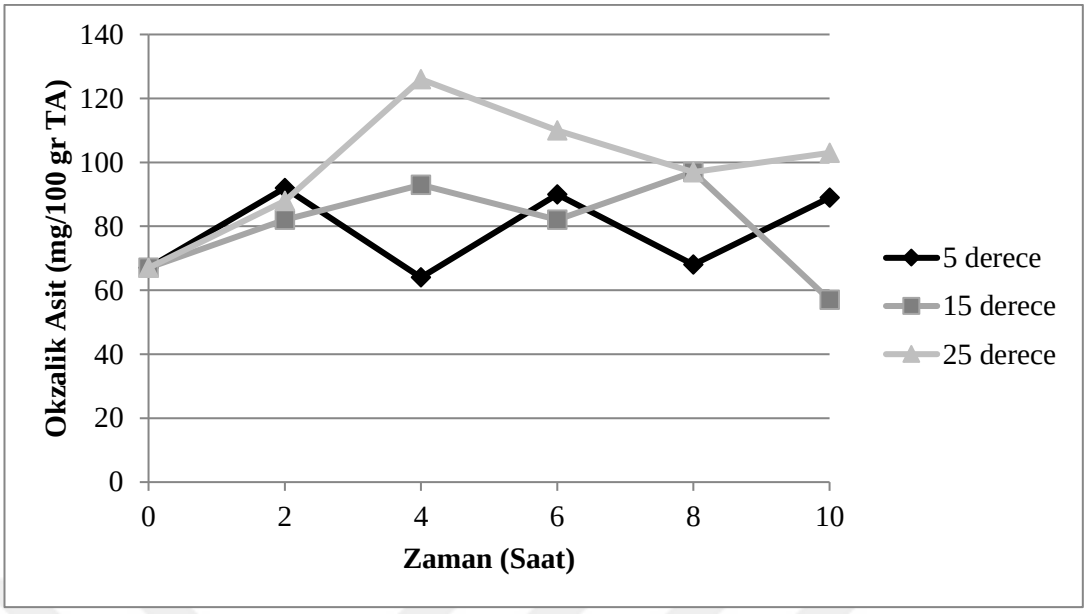
Assem çeşidinin yaprak kısımlarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 25°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı ile 5°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı ve 15°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Assem çeşidi semizotu yapraklarında okzalik asidin zamana göre değişimi

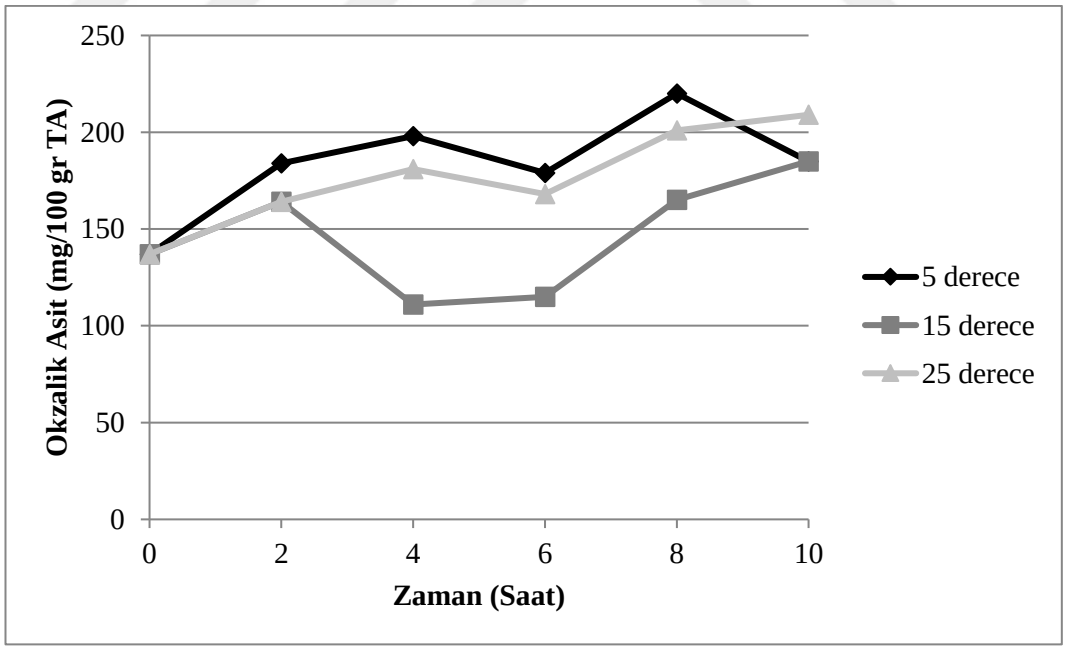
Tunç çeşidinin sap kısımlarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri arasındaki fark süre bakımından istatistiksel anlamda ($p > 0,05$) önemli bulunmamıştır.

Tunç çeşidinin sap kısımlarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 25°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı ile 5°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı ve 15°C sıcaklıktaki okzalik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tunç çeşidi semizotu sapında okzalik asidin zamana göre değişimi

Assem çeşidinin sap kısımlarından elde edilen okzalik asit ölçüm değerleri süreye göre değerlendirildiğinde söz konusu farkın istatistiksel olarak ($p > 0,05$) önemli olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Assem çeşidi semizotu saplarında okzalik asidin zamana göre değişimi

Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında okzalik asit konsantrasyonları Tablo 3.1'de verilmiştir.

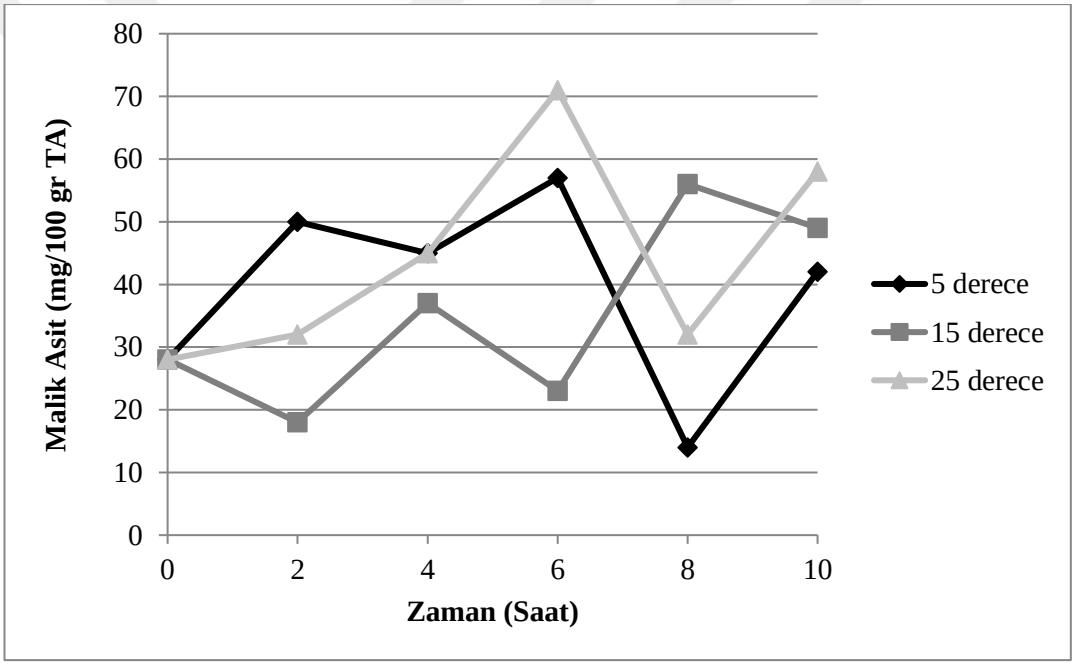
Tablo 3.1. Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında okzalik asit konsantrasyonları (mg/100 gr TA)

		Zaman (saat)						Uygulama ortalaması
		0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	
		Ort±ss	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**
	5℃	138±22	184±16	198±49	179±30	220±24	185±34	184±36 a
	15℃	138±22	16±51	112±27	115±46	166±91	177±67	145±53 b
Assem - Sap	25℃	138±22	165±29	182±47	168±50	202±71	191±36	174±44 ab
	Zaman (ort)	138±19 b	17±33 ab	164±54 ab	154±48 ab	196±64 a	185±42 ab	168±47
	5℃	151±75	130±16	100±9	82±51	109±6	58±21	105±45 b
	15℃	151±75	103±29	142±31	142±25	81±14	77±24	116±45 b
Assem -	25℃	151±75	216±48	153±47	175±27	92±43	179±15	161±55 a
Yaprak	Zaman (ort)	151±65 b	150±58 b	132±37 ab	133±52 ab	94±26 b	105±59 b	127±53
	5℃	67±13	92±13	55±27	91±12	68±40	90±35	77±26 b
	15℃	67±13	83±6	93±17	81±40	96±9	58±15	80±22 b
Tunç- Sap	25℃	67±13	88±24	126±16	110±46	97±19	103±47	99±32 a
	Zaman (ort)	67±12 a	88±14 a	92±36 a	94±34 a	87±27 a	84±36 a	85±28
	5℃	39±20	104±11	140±46	102±9	54±20	98±28	90±41 b
	15℃	39±20	70±15	126±6	114±11	156±50	123±14	105±45 ab
Tunç -Yaprak	25℃	39±20	95±49	185±20	221±44	55±18	142±74	123±77 a
	Zaman (ort)	39±18 c	90±30 b	151±37a	146±61a	88±58 b	121±45 a	106±57

3.3. Malik Asit

Tunç çeşidinin yapraklarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri süre bakımından farklılık göstermiştir. 10. saat ve 6. saatin malik asit değerleri ile 2. saat, 8. saat ve 0. saatin malik asit değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur.

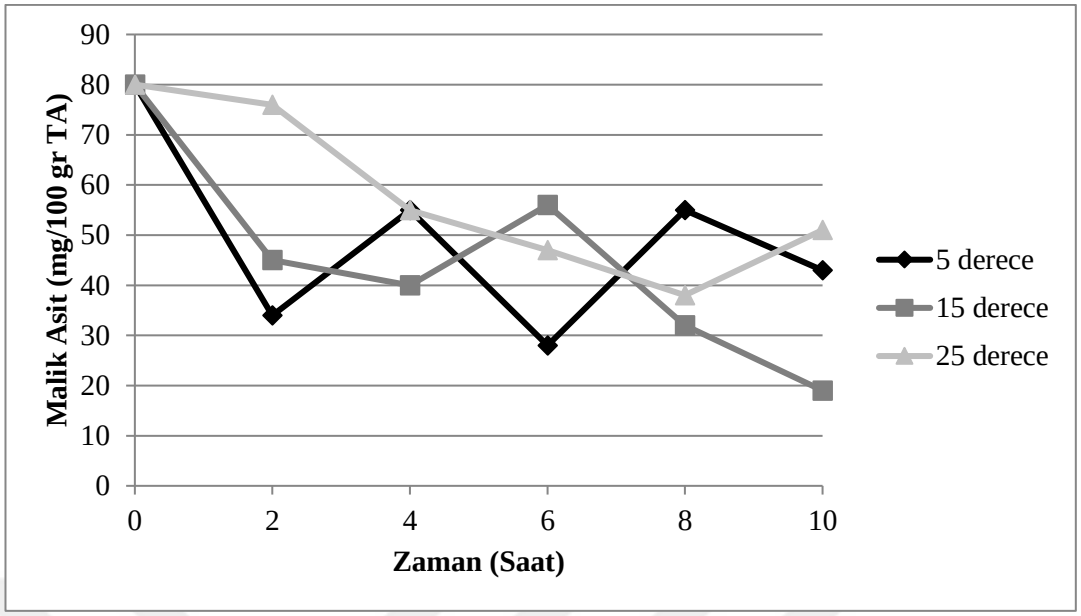
Tunç çeşidinin yapraklarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 25°C sıcaklıktaki malik asit miktarı ile 15°C sıcaklıktaki malik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında malik asidin zamana göre değişimi

Assem çeşidinin yapraklarından elde edilen malik asit ölçüm değerlerinin süre olarak değerlendirilmesinde farklılıklar gözlemlenmiştir. 0. saat ile diğer saatlerin ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) düzeyinde önemlidir.

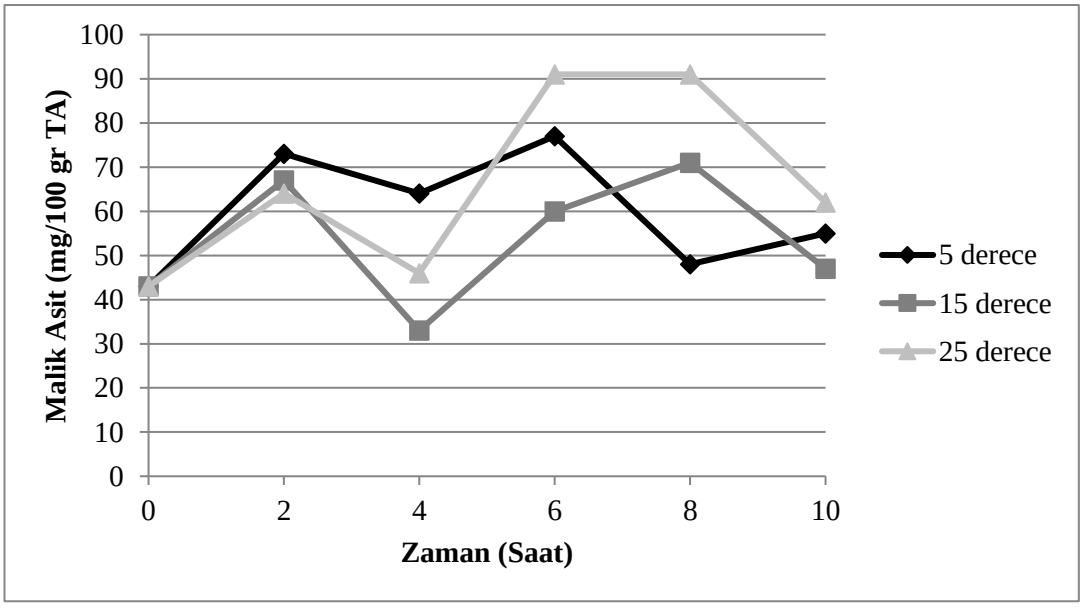
Assem çeşidinin yapraklarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 25°C sıcaklıktaki malik asit miktarı ile 5°C sıcaklıktaki malik asit miktarı ve 15°C sıcaklıktaki malik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemlidir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Assem çeşidi semizotu yapraklarında malik asidin zamana göre değişimi

Tunç çeşidinin sap kısımlarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri süre bakımından farklılık göstermiştir. 6. saatteki ölçüm değeri ile 10. saat, 0. saat ve 4. saat arasındaki ölçüm değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur.

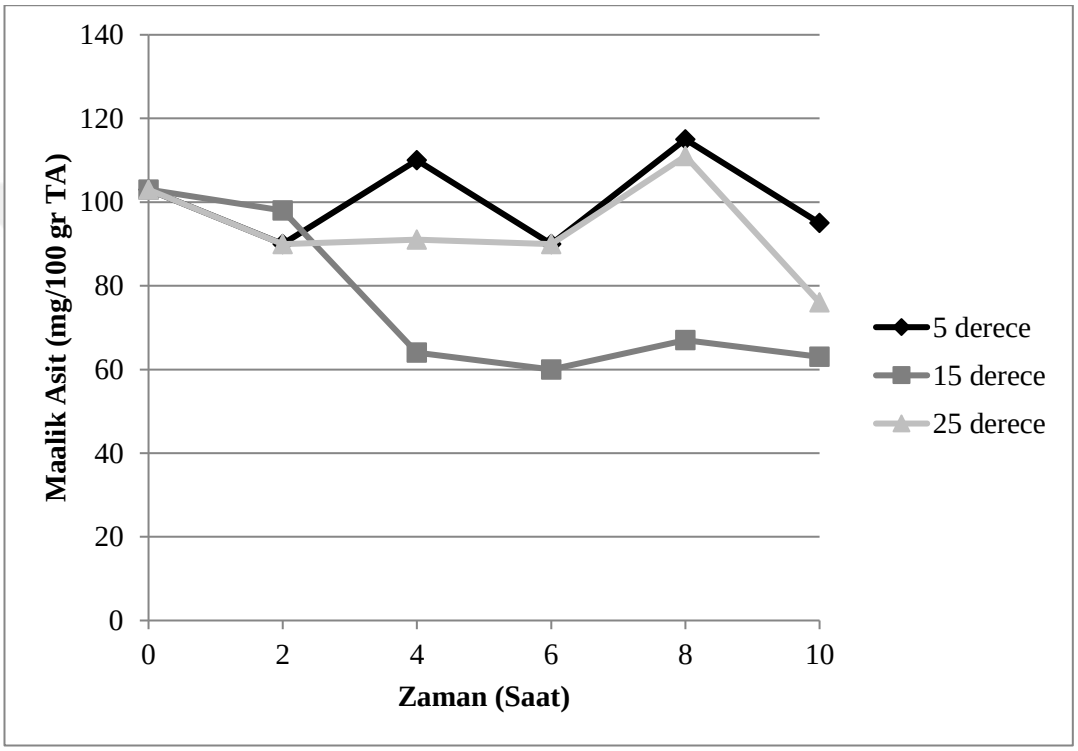
Tunç çeşidinin sap kısımlarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri arasındaki fark sıcaklık bakımından istatistiksel anlamda ($p > 0,05$) önemli bulunmamıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Tunç çeşidi semizotu saplarında malik asidin zamana göre değişimi

Assem çeşidinin sap kısımlarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri süreye göre değerlendirildiğinde ($p > 0,05$) önem seviyesinde önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Assem çeşidinin sap kısımlarından elde edilen malik asit ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 15℃ sıcaklıktaki malik asit miktarı ile 5 °C sıcaklıktaki malik asit miktarı ve 25℃ sıcaklıktaki malik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemlidir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Assem çeşidi semizotu saplarında malik asidin zamana göre değişimi

Araştırmamızda Tunç ve Assem çeşidi semizotlarından alınan yaprak ve sap örneklerinde başlangıç malik asit miktarları ile depolama süresi sonundaki malik asit miktarları arasında farklılık incelenmiştir.

Hasat sonrası 5ºC, 15ºC ve 25ºC'de farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarındaki malik asit konsantrasyonlarına ilişkin istatistiksel veriler Tablo 3.2'de verilmiştir. 0-10 saat arasında değişen ve iki saatlik beş eşit aralıkta Assem – sap, Assem – yaprak, Tunç – sap ve Tunç – yapraklarındaki malik asit konsantrasyonlarının değişimleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

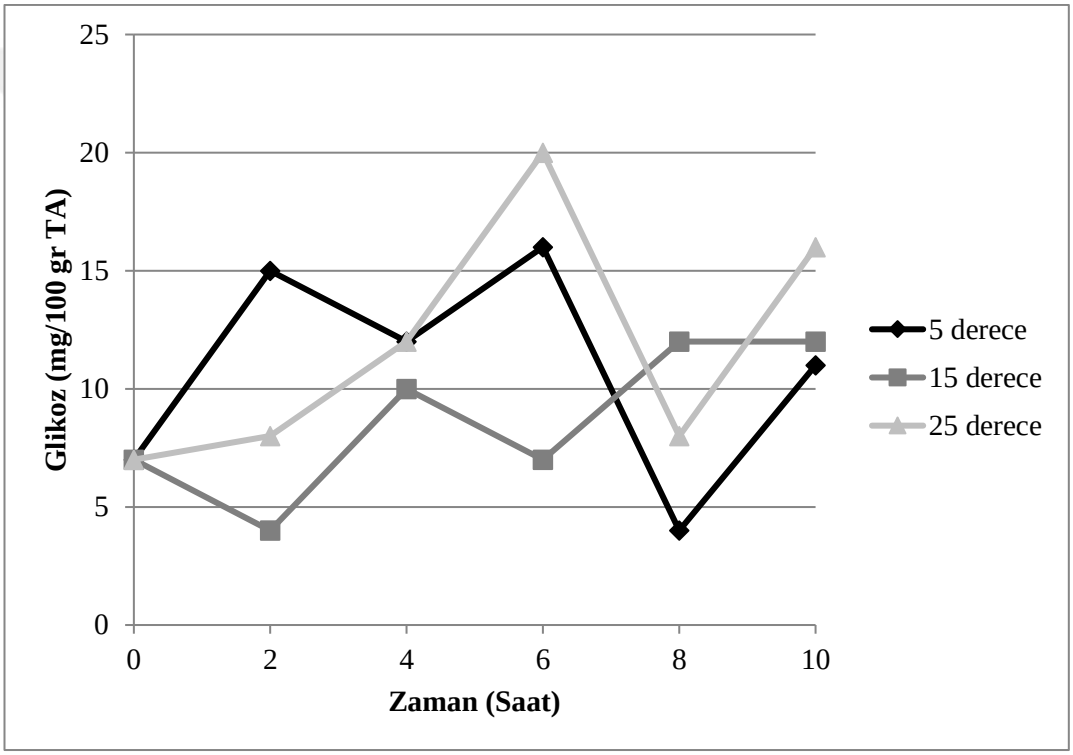
Tablo 3.2. Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında malik asit konsantrasyonları (mg/100 gr TA)

		Zaman (saat)						Uygulama ortalaması
		0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	
		Ort±ss	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**
	5 ºC	104±14	87±18	111±50	93±15	1.15±15	96±15	101±23 b
	15 ºC	104±14	99±26	65±24	60±19	67±28	63± 6	76±25 a
Assem - Sap	25 ºC	104±14	90±15	92±38	91±29	1.12±45	72±10	93±27 a
	Zaman (ort)	104±13 a	92±18 ab	89±39 ab	81±25 ab	98±36 ab	77±17 b	90±27
	5 ºC	80±25	35±10	62±11	26±4	55±8	37±13	49±22 b
	15 ºC	80±25	45±5	41±3	51±9	32±11	19±6	45±22 b
Assem - Yaprak	25 ºC	80±25	77±11	56±13	47±4	39±17	52±2	58±20 a
	Zaman (ort)	80±22 a	52±21 b	53±13 b	41±13 ab	42±15 ab	36±16 b	51±22
	5 ºC	43±8	74±12	65±34	77±14	49±17	56±12	61±20 a
	15 ºC	43±8	68±3	33±8	60±31	72±17	48±15	54±20 a
Tunç- Sap	25 ºC	43±8	65±21	46±7	91±48	91±13	63±23	67±28 a
	Zaman (ort)	43±7 c	69±13 ab	48±22 c	76±32 a	70±23 ab	55±16 bc	60±23
	5 ºC	28±16	51±5	45±5	57±4	14±3	43±10	40±17 ab
	15 ºC	28±16	19±1	42±10	24±3	56±15	50±2	36±17 b
Tunç -Yaprak	25 ºC	28±16	32±17	45±7	77±12	28±8	73±32	47±25 a
	Zaman (ort)	28±14 c	34±17 bc	44±7 ab	53±24 a	33±20 bc	55±22 a	41±20

3.4. Glikoz

Tunç çeşidinin yapraklarından elde edilen glikoz ölçüm değerleri süre bakımından oldukça farklılık göstermiştir. 6. saatin glikoz değerleri ile 0. saatin, 2. saatin, 4. saatin ve 8. saatin glikoz değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur

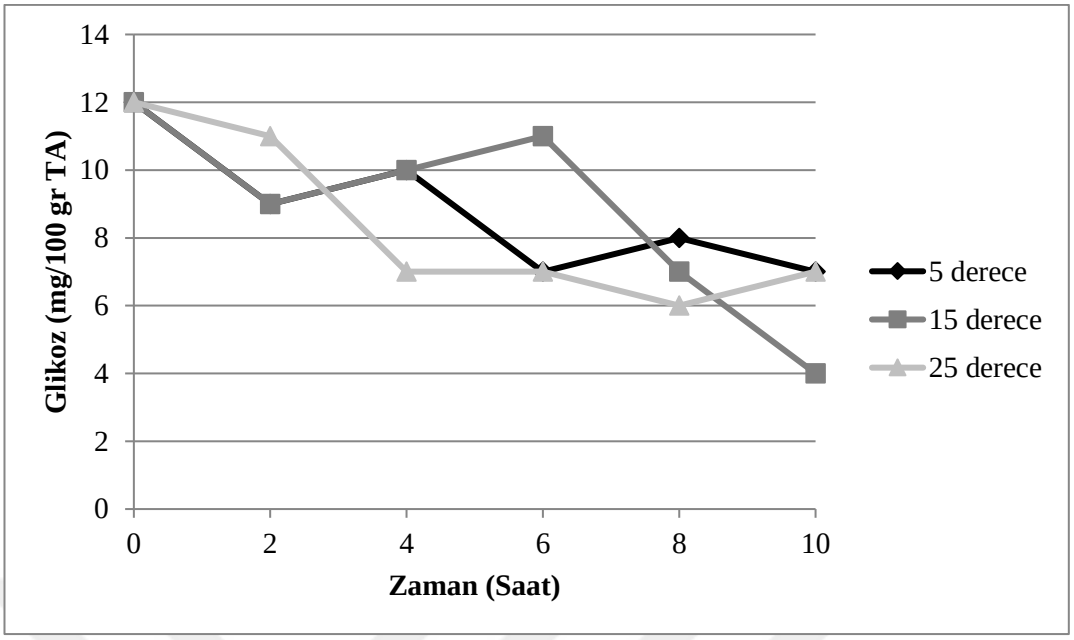
Tunç çeşidinin yapraklarından elde edilen glikoz ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 25℃ sıcaklıktaki glikoz miktarı ile 15℃ sıcaklıktaki glikoz miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Tunç çeşidi semizotu yapraklarında glikozun zamana göre değişimi

Assem çeşidinin yaprak kısımlarından elde edilen glikoz ölçümleri arasındaki fark süre bakımından istatistiksel olarak ($p > 0,05$) önemli bulunmamıştır.

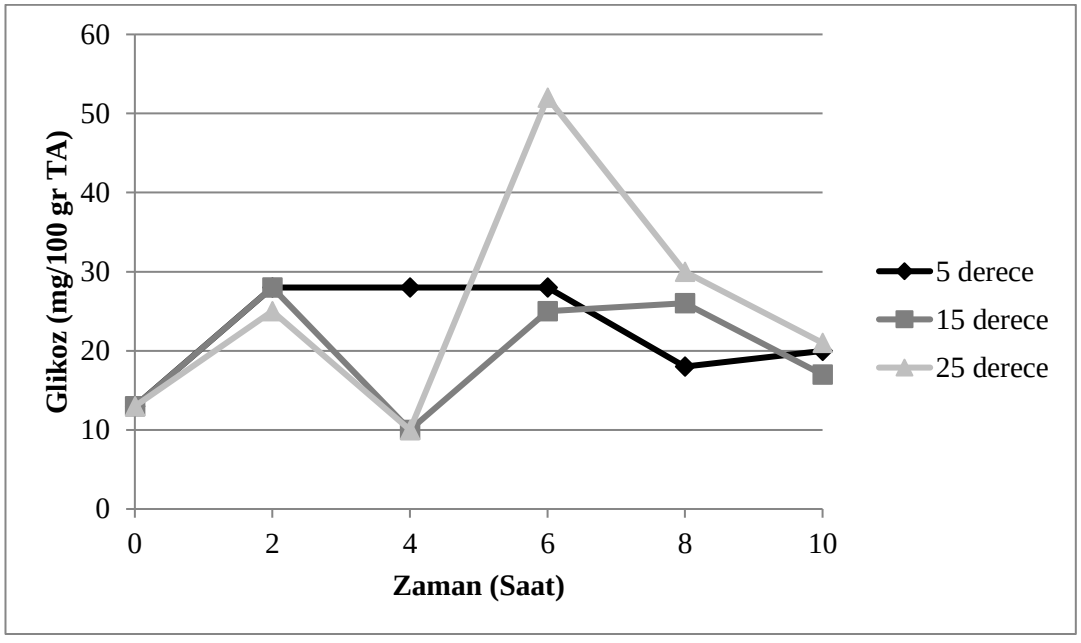
Assem çeşidinin yaprak kısımlarından elde edilen glikoz ölçümleri arasındaki fark sıcaklık bakımından istatistiksel olarak ($p > 0,05$) önemli değildir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Assem çeşidi semizotu yapraklarında glikozun zamana göre değişimi

Tunç çeşidinin sap kısımlarından elde edilen glikoz ölçüm değerleri süre bakımından farklılık göstermiştir. 6. saatteki ölçüm değeri ile 10. saat, 0. saat ve 4. saat arasındaki ölçüm değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur.

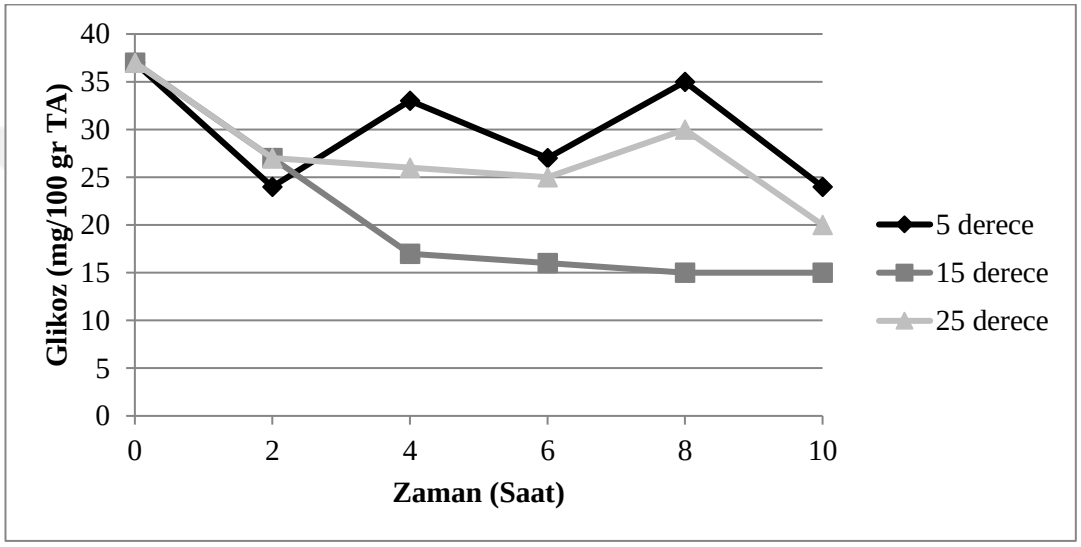
Tunç çeşidinin sap kısımlarından elde edilen glikoz ölçümleri arasındaki fark sıcaklık bakımından istatistiksel olarak ($p > 0,05$) düzeyinde önemli bulunmamıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Tunç çeşidi semizotu saplarında glikozun zamana göre değişimi

Assem çeşidinin sap kısımlarından elde edilen glikoz ölçüm değerleri süre bakımından farklılık göstermiştir. 0. Saatte glikoz miktarı 2.,4.,6.,8. ve 10. saatlerdeki glikoz miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemlidir.

Assem çeşidinin sap kısımlarından elde edilen glikoz ölçüm değerleri sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. 15℃ sıcaklıktaki glikoz miktarı ile 5℃ sıcaklıktaki glikoz miktarı ve 25℃ sıcaklıktaki glikoz miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0,05$) önemlidir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Assem çeşidi semizotu saplarında glikozun zamana göre değişimi

Assem çeşidi semizotu ile Tunç çeşidi semizotunun yaprak ve saplarındaki okzalik asit, malik asit ve glikoz değerleri Tablo 3.3'de verilmişir. Assem çeşidinin değerleri Tunç çeşidine göre daha fazladır. Bunun sebebi Assem çeşidinin Tunç çeşidinden daha sonra ekilmesidir ve dolayısıyla Assem çeşidi semizotunun gün ışığı ve sıcaklıktan daha fazla yararlanmasıdır.

Tablo 3.3. Assem ve Tunç çeşidi semizotunun hasat sırasındaki okzalik asit, malik asit ve glikoz değerleri

	Tunç		**Assem**	
(mg/100gr TA)	Yaprak	Sap	Yaprak	Sap
Okzalik Asit	38,9	67,3	186,7	137,9
Malik Asit	28,3	43,3	80,4	103,7
Glikoz	7,4	13,3	12,9	37,1

Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında glikoz asit konsantrasyonları Tablo 3.4' te verilmiştir.

Tablo 3.4. Hasat sonrası farklı sıcaklıklarda depolanan Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında glikoz konsantrasyonları (mg/100 gr TA)

		Zaman (saat)						Uygulama ortalaması
		0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	
		Ort±ss	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**	**Ort±ss**
Assem - Sap	5 ºC	37±4	25±8	34±17	27±6	36±6	24±6	30±9 a
	15 ºC	37±4	27±9	18±8	17±6	15±7	16±1	22±10 b
	25 ºC	37±4	27±8	26±12	26±5	30±10	19±3	28±9 a
	Zaman (ort)	37±3 a	26±7 b	26±13 b	23±7 b	27±11 b	20±5 b	27±10
Assem - Yaprak	5 ºC	13±3	10±0.05	13±6	8±4	13±8	8±6	11±5 a
	15 ºC	13±3	10±0.04	10±1	12±1	7±2	23±33	12±12 a
	25 ºC	13±3	12±0.01	7±2	8±2	7±3	7±1	9± 3 a
	Zaman (ort)	13±3 a	10±0.03 a	10±4 a	9±03 a	9±5 a	13±18 a	11±8
Tunç- Sap	5 ºC	13±4	28±6	29±17	29±4	18±5	19±3	23±9 a
	15 ºC	13±4	29±2	11±3	25±13	27±9	18±6	20±9 a
	25 ºC	13±4	26±11	16±2	41±22	31±7	21±5	25±13 a
	Zaman (ort)	13±3 c	27±6 ab	19±12 bc	32±15 a	25±8 ab	19±4 bc	23±11
Tunç - Yaprak	5 ºC	7±4	15±2	11±2	17±3	5±2	11±3	11±5 ab
	15 ºC	7±4	5±0	10±5	7±1	12±3	13±1	9±4 b
	25 ºC	7±4	9±4	12±3	20±1	8±2	16±7	12±6 a
	Zaman (ort)	7±4 d	10±5 cd	11±3 bc	15±6 a	8±4 cd	13±4 ab	11±5

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yaptığımız çalışmanın amacı yetiştirdiğimiz semizotlarını hasat sonrasında farklı sıcaklıklarda saklayarak sıcaklığın semizotu içeriğindeki okzalik ve malik asit konsantrasyonlarındaki değişime etkisini belirlemektir. Okzalik asit miktarının değişmediği ya da en az arttığı, malik asit miktarının ise en çok arttığı sıcaklığın belirlenmesidir.

Bu çalışmada örnekleme süresince okzalik asit miktarlarına bakıldığında artış eğiliminin sürekli olmadığı, bazı saatlerde okzalik asit miktarlarında azalma akabinde tekrar yükselme şeklinde olduğu gözlenmiştir. Azalmaların nedeni olarak solunum yapmaya devam eden semizotlarında okzalik asidin kullanılması, artışların nedeni olarak ise su kaybından dolayı okzalik asit konsantrasyonunun artması gösterilebilir.

Tunç ve Assem çeşidi semizotlarından alınan yaprak ve sap örneklerinde başlangıç malik asit miktarları farklılık göstermektedir. Her iki çeşit semizotunda başlangıç olarak yaprak ve saplardaki malik asit değerleri karşılaştırıldığında saplarda 2,5 kat daha fazla malik asit olduğu görülmektedir. Oliviera ve diğ. (2009)'nin yaptığı çalışmada farklı dört bölgeden (Q. Pinheiro Manso, Q. Sta Apolonia, Samil ve S. Bartolomeu) toplanan semizotlarında sadece Q. Pinheiro Manso ve Q. Sta Apolonia bölgesindeki semizotu saplarında yapraklara göre ortalama 1,34 kat fazla malik asit tespit edilmiştir. Ancak Samil bölgesindeki semizotlarında yaprak ve saplardaki malik asit konsantrasyonlarında değişiklik görülmezken, S. Bartolomeu'dan alınan örneklerde yapraklardaki malik asit konsantrasyonu saplara göre yaklaşık 12 kat fazla bulunmuştur. Bu durum bitkinin çeşidi ile ilgili olabilir.

Hasattan hemen sonra (sıfırıncı saat) her iki çeşit semizotundan alınan yapraklarda 28,3 ile 80,4 mg/100 gr TA ve saplarda 43,3 ile 103,7 mg/100 gr TA (Tablo 3.3) arasında belirlenen malik asit miktarları daha önce yapılan çalışmalara uyumludur (Lara ve diğ., 2003; Petropoulos ve diğ., 2015). Petropoulos ve diğ. (2015) altı farklı çeşit semizotunda yaprak ve sap ayrımı yapmadan malik asit değerlerini 23 ile 104 mg/100 gr TA arasında değişen konsantrasyonlarda tespit etmiştir.

Bu çalışmada hasat öncesi semizotlarına herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Hasattan hemen sonra (sıfırıncı saat) her iki çeşit semizotundan alınan yapraklarda 38,9 ile 186,7 mg/100 gr TA ve saplarda 67,3 ile 137,9 mg/100 gr TA arasında belirlenen okzalik asit miktarları daha önce yapılan çalışmalara göre uyumludur. Poeydomenge ve Savage (2007) yaptıkları çalışmada başlangıç okzalik asit değerini yapraklarda ve saplarda sırasıyla 234,5 ve 55,8 mg/100 gr TA olarak belirlerken, başka bir çalışmada ise 57,71 mg/100 gr TA olarak verilmiştir (Moreou ve Savage, 2009). Hidroponik olarak yetiştirilen semizotlarında ise başlangıç okzalik asit miktarı 623 mg/100 gr TA olarak belirlenmiştir (Palaniswamy ve diğ., 2004). Ancak bu değer literatürdeki diğer çalışmaların verdiği ve bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre oldukça yüksek kalmaktadır. Bunun nedeni hidroponik ortamda semizotunun azot asimilasyonunu daha etkili yapması olabilir. Çünkü okzalik asit birikimi bitki besin ortamındaki azot kaynağının çeşidi ve oranıyla ilişkilidir (Cai ve diğ., 2018).

Tunç ve Assem çeşidi semizotlarından alınan yaprak ve sap örneklerinde başlangıç okzalik asit miktarları farklılık göstermektedir. Assem çeşidinde başlangıç değerlerinin yüksek olmasının nedeni ekildiği ve hasat edildiği dönemde güneşlenme süresinin daha uzun olmasıdır. Işığın okzalik asit birikimine neden olduğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Toledo ve diğ., 2003). Ayrıca Assem çeşidi hasat zamanı Tunç çeşidine göre daha uzun olduğu için okzalik asit birikimi de fazla olmuştur.

Tunç çeşidi semizotunda başlangıç olarak yaprak ve saplardaki okzalik asit değerleri karşılaştırıldığında saplarda %73 daha fazla okzalik asit olduğu görülmektedir. Ancak Assem çeşidinde yapraklardaki okzalik asit miktarı saplara göre %35 daha fazladır. Bu durumun benzeri Oliviera ve diğ. (2009)'nin yaptığı çalışmada da görülmüştür. Farklı iki bölgeden (Q. Pinheiro Manso ve S. Bartolomeu) semizotları toplanmış, Q. Pinheiro Manso'dan toplanan semizotlarında yapraklarda, S. Bartolomeu'dan alınan semizotlarında ise saplarda daha çok okzalik asit tespit edilmiştir. Bu durum bitkinin çeşidi ve güneşlenme miktarı ile ilgili olabilir.

Çalışmamızda yetiştirdiğimiz Assem ve Tunç çeşidi semizotunda hasat sonrası değişik sıcaklıkların 5°C, 15°C, 25°C okzalik asit, malik asit düzeylerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmamız Assem ve Tunç çeşidi semizotlarını değişik sıcaklıklarda muhafaza

edilmesinin okzalik asit, malik asit ve glikoz konsantrasyonlarındaki etkilerini belirlenmesi açısından önemlidir.

Bu tez çalışmasında hasat sonrası farklı depolama sıcaklıklarında okzalik asit miktarları Assem çeşidi yaprakları ve Tunç çeşidinde 15°C'de saklanan örnekler haricinde diğer örneklerde her sıcaklıkta artmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da depolama sıcaklığının 5°C, 10°C ve 20°C okzalik asit değerlerini artırdığı gözlenmiştir (Zık Akdeniz, 2007). Rinaldi ve diğ. (2010)'nin yaptığı çalışmada depolama sıcaklığı 0°C, 5°C ve 10°C olarak seçilmiş, yine tüm sıcaklıklarda okzalik asit miktarında artış tespit edilmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda semizotunda okzalik ve malik asit oranlarının değişik sıcaklıklarda, bitkinin değişik organlarına göre, saatten saate göre değiştiğini gözlemlendi. Yunanistan'da altı semizotu çeşidi ile yapılan okzalik asit içeriklerinin 371-753 mg/100 gr arasında olduğu tespit edilmiştir (Petropoulos ve diğ., 2015).

Tunç ve Assem çeşidi semizotu yaprak ve saplarında onuncu saat sonunda en fazla ağırlık kaybı 25°C olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre semizotunun 0-5°C'deki sıcaklıklarda saklanması uygundur. Semizotunun 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda soğuktan zarara uğradığı ve 20°C'nin üzeri sıcaklıklarda ise su kaybı olduğundan depolama ömrünün kısaldığı görülmüştür. Rinaldi ve diğ. (2010) yaptığı çalışmada semizotları hasat edildikten sonra 17 gün boyunca 0°C, 5°C ve 10°C'de saklanmış ve 0°C saklanan semizotları sekiz gün sonra pazarlanamaz duruma gelmiştir. 10°C'de saklanan semizotlarında ise renk tonu açılması ve yüksek miktarda klorofil kaybı olmuş ve ortamda etilen miktarı artarken semizotu içindeki C vitamini de azalmıştır. Ancak 0 ila 5°C de saklanan semizotlarında hiçbir üşüme semptomu gözlenmemiştir. Semizotunun düşük sıcaklıkta don zararına uğramaması, yüksek sıcaklıklarda mevcut besin değerinin kaybetmemesi için depolama sıcaklığı 0 ila 5°C olarak önerilmektedir.

Sayısız faydası olan semizotu beslenme ve sağlık açısından son derece yararlıdır. Bu yüzden ülkemizde daha fazla üretilmesi ve kullanılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

BaoGuang L., YuHua L., YueDong, The Studies on Germination of Purslane Seed, *China Vegetables*, 2000, **6**, 9-11.

Bataille P., Fournier A., 2001. Calcium Supply in Calcium Lithhiasis, *Med.Nutr.*, 2001, **37,** 9-12.

Belitz H., Grosch D., Schieberle W., *Food Chemistry*, 3rd ed., Springer Berlin, Heidelberg, New York, 2004.

Byrne R., Mcandrews J. H., Pre-Columbian Purslane (*Portulaca oleracea* L.) in the New World Nature, *Nature,* 1975, **253**, 726-727.

Cai XF., Ge CH., Expression Analysis of Oxalate Metabolic Pathway Genes Reveals Oxalate Regulation Patterns in Spinach, *Molecules*, 2018, **23**, 1-15

Carvalho I. S., Teixeira M., Brodelius M ., Effect of Salt Stress on Purslane and Potential Health Benefits: Oxalic Acid and Fatty Acids Profile, *In The Proceedings of The İnternational Plant Nutrition Colloquium XVI* , USA, 2009.

Dweek A.C., Purslane (*Portulaca oleracea*) - The Global Panacea, *Personal Care Magazine,* 2001, **4** (2), 7-15.

Edwards G. E., Walker D. A., *Plant, Cell and Environment,* 9th ed., Blackwell Scientific, Oxford, 1983.

Edwards G.E., Franceschi V.R., Voznesenskaya E., Single Cell C4 Photosynthesis Versus the Double Cell (Kranz) Paradigm, *Plant Biology*, 2004, **55** (1), 96-173.

Edwards G.E., Furbank R.T., Hatch M.D., Osmond C.B., What does it Take to be C4? Lessons From the Evolution of C4 photosynthesis, *Plant Physiology*, 2001, (125), 46-49.

Ezekwe M.O., Omara-Alwala T.R., Membrahtu T., Nutritive Characterization of Purslane Accessions as İnfluenced By Planting Date, *Plant Foods for Human Nutrition*, 1999, **54**, 183-191.

Flores P., Hellin P., Fenoll J., Determination of Organic Acids in Fruits snd Vegetables By Liquid Chromatography With Tandem-Mass Spectrometry, *Food Chemistry*, 2012 **132**, 1049–1054.

Fontana E., Hoeberechts J., Nicola S., Cros V., Palmegiano G.B., Peiretti, P.G., Nitrogen Concentration and Nitrate/Ammonium Ratio Affect Yield And Changed The Oxalic Acid Concentration and Faty Acid Profile of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Grown in Soilless Culture System, *Journel of the Science of Food Agriculture,* 2006, (86), 2417-2424.

Gowik U., Westhoff P., The Path from C_3 to C_4 Photosynthesis, *Plant Physiology,* 2011, **155**, 56–63. DOI: https://doi.org/10.1104/pp.110.165308

Göğebakan A., Nitrik Oksit Sentaz İnhibisyonu Oluşturulan Sıçanlarda Kan Basıncı, Tirozin Hidroksilaz Aktivitesi İle Birlikte Bazı Biyokimyasal ve Hematolojik Parametreler Üzerine Propolisin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, 2010, 271434.

Grieve C.M., Suarez D.L., Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A Halophytic crop For Drainage Water Reuse Systems, *Plant and Soil* , 1997, (192), 277-283

Guil J.L., Torija M.E., Gimenez J.J., Rodríguez I., Identification of Fatty Acids in Edible Plants by Gas Chromatography, *Journal of Chromatography A*, 1996, **719** (1), 229-235.

Hatch M. D, C4 Photosynthesis: Discovery and Resolution, *Division of Plant Industry*, 2002,(73), 251-256.

Kadıoğlu İ., Akdeniz Bölgesi Pamuk Ekim Alanlarında Görülen Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme Biyolojileri ve Çıkış Derinlikleri Üzerinde Araştırmalar, *Türkiye 2. Herbiyoloji Kongresi,* İzmir, Türkiye, 1-4 Eylül 1997, 205-217.

Kaşkar Ç., İzmir ve Çevresinde Semizotu (*Portulacacea* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özellikleri ve Moleküler Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2009, 255522.

Kaya S., Erken O., Farklı Organik Gübrelerden Oluşturulan Kompostların Domateste Bazı Organik Asitlerin Değişimi Üzerine Etkileri, *ÇOMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 2018, **6** (2), 123–130.

Kulma A., Szopa A., Catecholamine**s** Are Activecompounds in Plant**s**, *Plant Science,* 2007, **127**, 433 -440.

Kumamoto J., Scora R.W., Clerx W.A., Matsumura W.A., Layfield D., Grieve C.M., Purslane: A Potential New Vegetable Crop Rich İn Omega-3 Fatty Acid With A Controllable Sodium Chloride Content. Editors: Naqvi H.H., Estilai A., Ting I.P., *Proceedings of the 1st International Conference on New Industrial Crops and Products*, University of Arizona, Tucson, AZ, 229-233, 1990.

Kütük C., Topcuoğlu B., Etkinliği Yönünden Değişik Organik Gübreler İle Amonyum Nitratın Ispanak Kalite Öğeleri Üzerindeki Etkisinin Karşılaştırılması, *Akdeniz Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1997, (10),70-80.

Lara M.V., Disante K.B., Podestá F.E., Andreo C.S., Drincovich M.F. Induction of a Crassulacean Acid Like Metabolism in the C4 Succulent Plant, *Portulaca oleracea* L.: Physiological and Morphological Changes are Accompanied by Specific Modifications in Phosphoenolpyruvate Carboxylase, *Photosynth. Res.*, 2003, (77), 241–254.

Lara M.V., Drincovich M.F., Andreo C.S., Induction of a Crassulacean Acid-Like Metabolism in the C4 Succulent Plant *Portulaca oleracea* L.: Study of Enzymes

İnvolved in Carbon Fixation ve Carbohydrate Metabolism, *Plant and Cell Physiology,* 2004, (45), 618-626.

Liu L., Howe P., Zhou Y., Xu Z., Hocart C., Zhang R., Fatty Acids B-Carotene in Australian Purslane (Portulaca oleracea L.) Varieties, *Journal of Chromatography A,* 2000, (893), 207-213.

Miller T.E., Wing J.S., Huete A.R., The Agricultural Potential of Selected C4 Plants in Arid Environment. J. Arid Environ, *Agrıs*,1984, (7), 275–286.

Moldoveanu S.C., Pyrolsis of Organic Molecules Applications to Health and Environmental, *Elsevier Science,* 2019, 1 (2).

Monson R.K., Edwards G.E., Ku M.S.B., C3–C4 Intermediate Photosynthesis in Plants, *Bio Sci*, 1984, (34), 563–574.

Moreau A.G., Savage G.P., Oxalate Content of Purslane Leaves and the Effect of Combining Them with Yoghurt or Coconut Products, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2009, (22), 303-306.

Nobel P.S., North G.B., *Crassulacean Acid Metabolism, Biochemistry, Ecophysiology and Evolution,* Springer-Verlag, 226-280, 1996.

Okazaki K., Oka N., Shinano T., Osaki M., Takebe M., Differences in The Metabolite Of Spinach (Spinacia Oleracea L.) Leaf in Different Concentrations in Nitrate in The Culture Solution, *Plant Cell Physiol*, 2008, **49**,170-177

Okutani I., Sugıyama N., Relationship Between Oxalate Concentration and Leaf Position in Various Spinach Cultivars, *Hon Science*, 1994, **9** (29),1019-1021.

Oliveira J.,Valentão P., Lopes R., Andrade P.B., Bento A., Pereira J.A., Phytochemical Characterization and Radical Scavenging Activity of *Portulaca oleraceae* L. Leaves and Stems, *Microchemical Journal,* 2009, **2** (92), 129 -134.

Omara-Alwala T.R., Mebrahtu T., Prior Debra E., Ezekwe, M.O., Omega-3 Fatty Acids in Purslane *(Portulaca oleraceae* L.) Tissues, *Journal of the American Oil Chemists Society,* 1991, **68** (3), 198-199.

Osmond C.B., Crassulacean Acid Metabolism A Curiosity in Context, *Annual Reviews Plant Physiol*, 1978, **2**9, 379–414.

Palaniswamy U.R., McAvoy R.J., Bible B.B., Omega-3-Fatty Acid Concentration in Portulaca oleracea is Altered by Nitrojen Source in Hydroponic Solution, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.,* 2000, **125** (2), 190-194.

Palaniswamy U.R., McAvoy J.R., Bible B.B., Effect of Nitrate: Ammonium Nitrogen Ratio on Oxalate Levels of Purslane. Trends in New Crops and New Uses, American Society for Horticultural Science, 2002, 453 -455.

Palaniswamy U.R., McAvoy R.J., Bible B.B., Oxalic Acid Concentrations in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is Altered By The Stage of Harvest ve the Nitrate to Ammonium Ratios in Hydroponics, *Scientia Horticulturae,* 2004, **102**, 267-275.

Petropoulos S. A., Karkanis A., Fernandes A., Barros L., Ferreira I.C.F.R., Ntatsi G., Petrotos K., Christos Lykas C., Ebrahim Khah E., Chemical Composition and Yield of Six Genotypes of Common Purslane (*Portulaca oleracea* L.): An Alternative Source of Omega-3 Fatty Acids. *Plant Foods for Human Nutrition,* 2015, **70** (4), 420-426.

Poeydomenge G.Y., Savage G.P., Oxalate content of Raw ve Cooked Purslane, *Journal of Food, Agriculture and Enviroment,* 2007, **5** (1) 124-128

Proietti S., Moscatello S., Leccese A., Colla G., Battistelli A., The Effect of Growing Spinach (*Spinacia oleracea* L.) at Two Light İntensities on the Amounts of Oxalate, Ascorbate and Nitrate in Their Leaves, J. *Hortic. Sci. Biotechnol,* 2004, **79**, 606–609.

Rawsthorne S., C3–C4 Intermediate Photosynthesis: Linking Physiology to Gene Expression, *The Plant Journal,* 1992, **2**, 267–274.

Redzepovic S., Orlic S., Majdak A., Kozina B., Volschenk H., Viljoen-Bloom M., Differential Malic Acid Degradation By Selected Strains of *Saccharomyces* During Alcoholic Fermentation, *International Journal of Food Microbiology,* 2003, **83**, 49–61.

Riccieri C., Arrigoni PV., L'aggregato di *P. oleracea* L. (P*ortulacaceae*) in Italia, *Parlatorea,* 2000, **4**, 91-97.

Rinaldi R., Amodia L.M., Colelli G., Effect of Tempurature And Exogenous Ethylene on The Physiological and Quality Traits of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Leaves During Storage, *Postharvest Biology and Technology*, 2010, **58(**2), 147-156.

Savage G., Oxalate content of foods and its effect on humans, *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition,* 1999, **8** (1), 64-74.

Sezgintürk M., Erkan D.K., Okzalat Tayini İçin Ispanak Homojenatı Yeni Bir Biyosensör, *XV. Ulusal Kimya Kongresi,* İstanbul, Türkiye, 2001.

Simopoulos A.P., Norman H.A., Gillapsy J.E., Duke J.A., Common Purslane: A Source of Omega-3 Fatty Acids ve Antioxidants, *Journal of the American Collage of Nutrition,* 1992 , **11**, 374–382.

Simopoulos A.P., Salem Jr, N., Purslane: A Terrestrial Source of Omega-3 Fatty Acids, *New England Journal of Medicine,* 1986, **315**, 833.

Thangavel P., Sulthana A. S., Subburam V., Interactive Effects of Selenium ve Mercury on the Restoration Potential of Leaves of the Medicinal Plant, *Portulaca oleracea* Linn, *The Science of the Total Environment,* 1999, **1** (8), 243-244.

Toledo M.E.A., Ueda Y., İmohari Y., Ayaki M., L-Ascorbic Acid Metabolism and Vegetables in Short-Term Transport or Storage, Unıversity of California, Publication, 2003.

URL-1: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr (Ziyaret tarihi: 26 Nisan 2020).

URL-2: https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=POOL (Ziyaret tarihi:5 Kasım 2020).

URL-3: https://turkomp.gov.tr/food -semizotu-228 (Ziyaret tarihi: 31 Aralık 2020).

URL-4: http://tohumcu.org/index.php?page=teknikbilgi1DetayT&pid=36 (Ziyaret tarihi: 21 Eylül 2020).

URL-5: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ispanakgil%20Sebzeleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf (Ziyaret tarihi: 21 Haziran 2020).

URL-6: https://tr.qwe.wiki/wiki/Oxalic_acid (Ziyaret tarihi: 24 Nisan 2020).

URL-7: https://www.gidanotlari.com/tag/malik-asit-nedir (Ziyaret tarihi: 23 Kasım 2019).

URL-8: https://www.foodelphi.com/tag/meyvelerde-bulunan-asit-miktarlari/ (Ziyaret tarihi: 31 Aralık 2020).

URL-9: https://www.asit.gen.tr/malik-asit.html (Ziyaret tarihi: 31 Aralık 2020).

Wenzel E.G., Fontana J. D., Correa J.B.C., *The Viscous Mucilage from the Weed Portulaca Oleracea*, L., The Humana Press Inc., 24-25, 1990.

Winter K., Smith J.A.C., An Introduction to Crassulacean Acid Metabolism. Biochemical Principles ve Ecological Diversity, *Springer-Verlag*, 1996, **114**, 1–10.

Xu H.L., Wang R., Mridha M.A.U., Effects of Organic Fertilizers and a Microbial Inoculant on Leaf Photosynthesis and Fruit Yield and Quality of Tomato, *Plants, Journal of Crop Production*, 2001, **3**(1), 173-182.

Yazıcı İ., Türkan İ., Sekmen A.H., Demiral T., Salinity Tolerance of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is Achieved By Enhanced Antioxidative System, Lower Level of Lipid Peroxidation ve Proline Accumalition, *Environmentala and Experimental Botany*, 2007, **61**(1), 49-57.

Zık Akdeniz P., Semizotunda (*Portulaca oleracea* L.) Farklı Saklama Koşullarının Kalite ve Besin İçeriği Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri, İzmir, 2007, 202117.

EKLER

EK-A

Kullanılan Cihazlar

Sartorius cp 3202 S Hassas Terazi

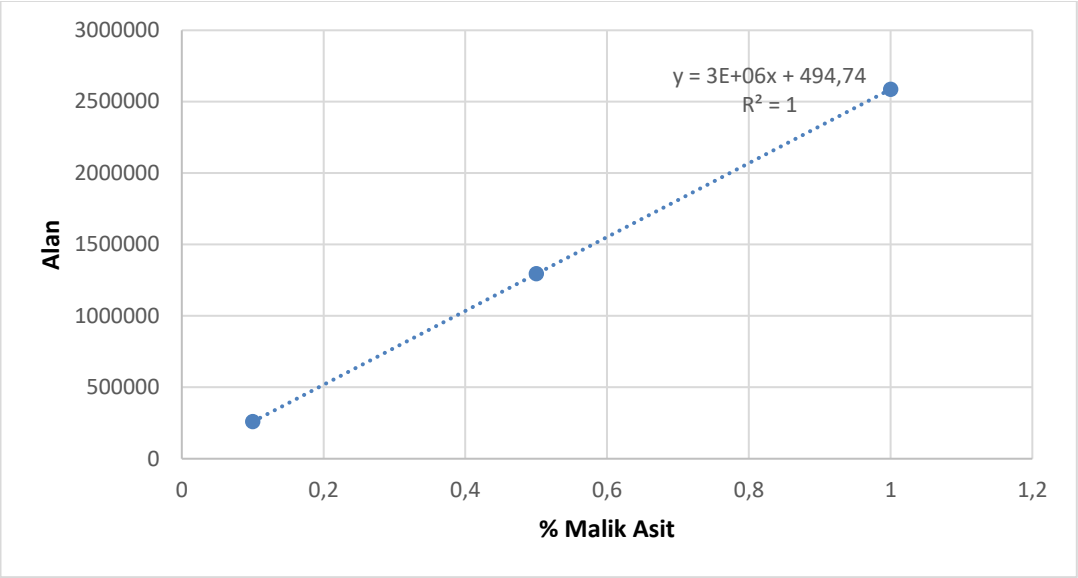
Kendro Laboratory Products D-37520 Osterode Vortex

Eppendorf AG 22331 Santrüfüj

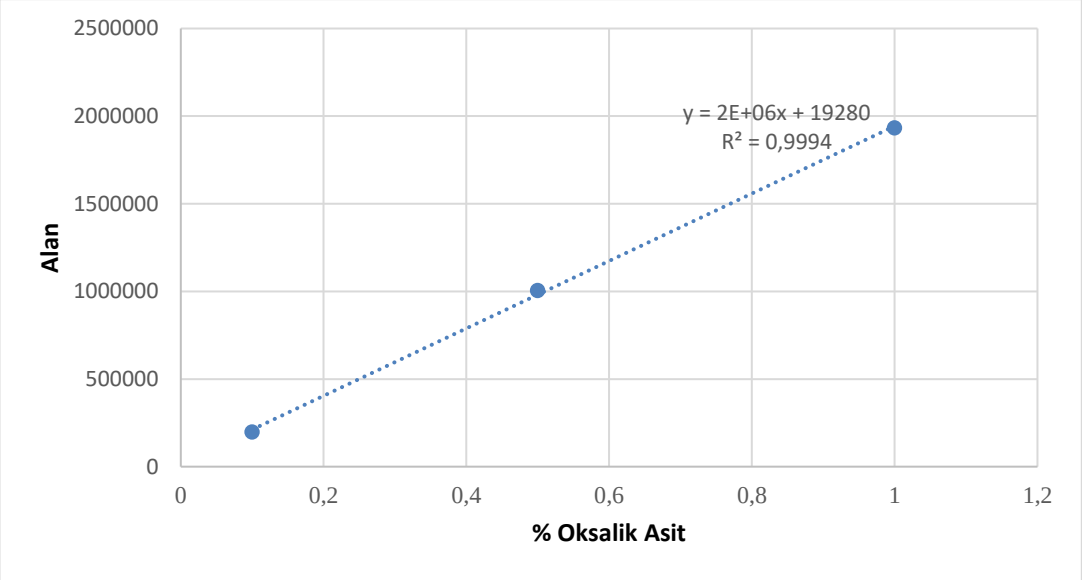
Agilent 1260 Marka HLPC

Memmert D91126 Schwabach Frg Type UN 55 Etüv

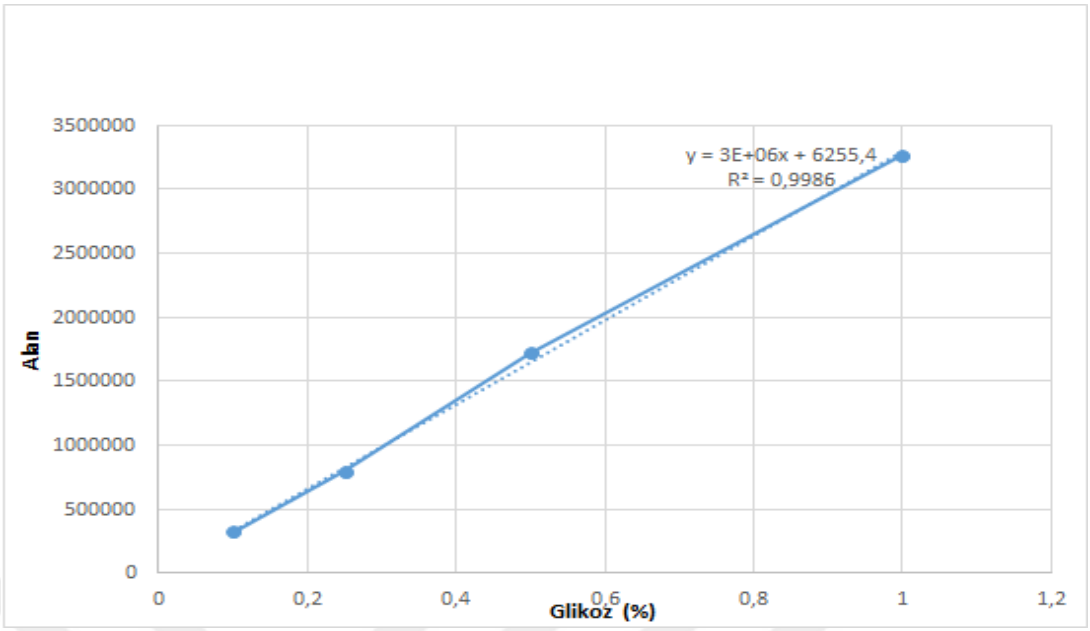
EK-B



Şekil B.1. Malik asit standart eğrisi



Şekil B.2. Okzalik asit standart eğrisi



Şekil B.3. Glikoz standart eğrisi

KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

Özer Uyar G.E., **Kanca O.,** What Might Be The Reason Behind Evolution of C4 Photosynthesis?. *International Eurasian Conference on Biological and Chemical Science*, Ankara, 26-27 April 2018.

ÖZGEÇMİŞ

İlkokula Gümüşhane'de başlayıp İzmit'te devam etti. Ortaokul ve lise öğrenimini de İzmit'te tamamladı. 2003 yılında başladığı Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden 2009'da Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 2011-2013 yılları arasında Afyonkarahisar-Evciler İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde çalıştı. 2014 yılından beri Kocaeli-İzmit İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde iş hayatına devam etmektedir. 2016 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.