



**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE GIDA SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

SIK DİKİM ELMA BAHÇELERİNDE ÜRÜN YÜKÜNÜN AĞAÇ BESLENMESİNE ETKİSİ

Saido Mohamed YUSUF

BURDUR, 2022

**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE GIDA SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

SIK DİKİM ELMA BAHÇELERİNDE ÜRÜN YÜKÜNÜN AĞAÇ BESLENMESİNE ETKİSİ

Saido Mohamed YUSUF

Danışman: Doç. Dr. Ersin ATAY

BURDUR, 2022

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca **Yüksek Lisans** Tezi olarak sunduğum “**Sık Dikim Elma Bahçelerinde Ürün Yükünün Ağaç Beslenmesine Etkisi**” başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

28/10/2022

(İmza)

Saido Mohamed YUSUF

ÖNSÖZ

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Ersin ATAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın bahçelerinde yürütülmesine izin veren Bulargi Gurme (Burdur) firmasına teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki desteklerinden dolayı sayın Dr. Ayşe Nilgün ATAY'a ve Sayın Dr. Aslıhan CESUR TURGUT'a teşekkürlerimizi sunarım.

0781-YL-21 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ekim, 2022

Saido Mohamed YUSUF

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Elma (<i>Malus × domestica</i>).....	3
2.2. Elma için kritik yaprak besin elementi konsantrasyonları	4
2.3. Besin elementlerinin floem hareketliliği.....	5
3. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
4. MATERYAL VE YÖNTEM	10
4.1. Materyal.....	10
4.1.1. Deneme Alanı.....	10
4.1.2. Bitki Materyali	10
4.1.3. Toprak Özellikleri	11
4.2. Yöntem.....	11
4.2.1. Denemenin Kurulması	11
4.2.2. Bitki Besin Elementi Analizleri	12
4.2.3. İstatistik Analizler	13
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	14
5.1. Ürün Yüğü	14
5.2. N.....	15
5.3. P	16
5.4. K.....	17
5.5. Ca	18
5.6. Fe.....	19
5.7. Cu.....	20
5.8. Mn.....	21
5.9. Zn.....	22
5.10. B.....	22
5.11. Yaprak ve Odun Besin İçeriği Arasındaki Korelasyon.....	23
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	25
KAYNAKLAR	27

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. 1961-2020 yılları arasında Türkiye'nin dünya elma üretimindeki payı.....	3
Şekil 2.2. 2000-2020 yılları arasında Türkiye'nin elma üretimi yeterlilik seviyesi.....	4
Şekil 4.1. Deneme bahçesinin uygu görüntüsü.....	10
Şekil 4.2. Bitki örneklerinin analize hazır hale getirilmesi. (a) Yaprak örnekleri, (b) odun (budama artığı) örnekleri, (c) kurutma için etüve yerleştirilmiş örnekler ve (d) kurutma işlemi sonrasında değirmenden geçirilerek analize hazır hale getirilmiş bir yaprak örneği numunesi.	13
Şekil 5.1. Deneme ağaçlarına ait verim (a), gövde kesit alanı (b) ve ürün yükü (c) değerleri.....	14
Şekil 5.2. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında N (azot) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir	15
Şekil 5.3. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında P (fosfor) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir	16
Şekil 5.4. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında K (potasyum) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. *: Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir	17
Şekil 5.5. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Ca (kalsiyum) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. *: Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir	18
Şekil 5.6. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Fe (demir) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermekte	19
Şekil 5.7. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Cu (bakır) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir	20

- Şekil 5.8.** Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Mn (manganez) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. *: Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir 21
- Şekil 5.9.** Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Zn (çinko) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir..... 22
- Şekil 5.10.** Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında B (bor) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir 23
- Şekil 5.11.** Yaprak ve odun besin içeriği arasındaki korelasyon. (a) N: azot, (b) P: fosfor, (c) K: potasyum, (d) Ca: kalsiyum, (e) Fe: demir, (f) Cu: bakır, (g) Mn: manganez, (h) Zn: çinko ve (i) B: bor. Korelasyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir (*) yada önemsizdir (×) 24

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Elma için kritik yaprak besin elementi konsantrasyonları (ppm).....	4
Çizelge 2.2. Bitki besin elementlerinin floem hareketliliği (Epstein and Bloom, 2005; Parent vd., 2020)	5
Çizelge 4.1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları (0-30 cm).....	11



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	: Bor
c	: Korelasyon
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klorür
CO₂	: Karbondioksit
Cu	: Bakır
FBE	: Fen Bilimleri Enstitüsü
Fe	: Demir
GKA	: Gövde kesit alanı
H	: Hidrojen
H₂O	: Su
K	: Potasyum
MAKÜ	: Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Mg	: Magnezyum
Mn	: Manganez
Mo	: Molibden
N	: Azot
O	: Oksijen
P	: Fosfor
S	: Kükürt
ÜY	: Ürün yükü
Zn	: Çinko

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Sık Dikim Elma Bahçelerinde Ürün Yükünün Ağaç Beslenmesine Etkisi

Saido Mohamed YUSUF

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ersin ATAY

Ekim, 2022

Elma endüstrisinde ürün yükü yönetimine olan ilgi giderek artmaktadır. Nitekim ürün yükü yönetimi özellikle periyodisiteyi hafifletmek ve meyve kalitesini arttırmak açısından oldukça önemlidir. Bununla birlikte ağaç beslenmesi de ürün yükü yönetiminden etkilenmektedir. Bu çalışmada (i) ürün yükü ve yaprak besin elementleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmak, (ii) dormant dönemde alınan budama artıklarının (odun) besin elementi içeriklerini belirlemek ve böylelikle ürün yükünün odun dokusunda depolanan besin elementleri üzerine olan etkisini saptamak ve (iii) yaprak ile odun örneklerinin besin elementi içerikleri arasında bir ilişkinin olup olmadığını saptamak amaçlanmıştır. Deneme 2021 yılında Göller Yöresinde (Bayındır Köyü/Yeşilova/Burdur) bulunan Royal Gala/M.9 ağaçlarından oluşan sık dikim bir elma bahçesinde yürütülmüştür. Farklı ürün yüklerini temsil eden toplamda 18 ağaç belirlenerek etiketlenmiş, yaprak analizi, verim ve odun analiz örnekleri/verileri aynı ağaçlardan toplanmıştır. Çalışmada ürün yükü arttıkça Yaprak-potasyum içeriğinin önemli derecede azaldığı, buna karşın Yaprak-kalsiyum ve Yaprak-manganez içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Yaprak ve odun dokularında bulunan kalsiyumun pozitif bir korelasyon (0.5418) gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: makro besin elementleri, mikro besin elementleri, meyve yükü, periyodisite.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0781-YL-21 proje numarası ile desteklenmiştir.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Effect of Crop Load on Tree Nutrition in Intensive Apple Orchards

Saido Mohamed YUSUF

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Sustainable Agriculture and Food Systems**

Supervisor: Assoc. Prof. Ersin ATAY

October, 2022

There is increasing interest in crop load management in the apple industry. Indeed, crop load management is essential, especially in reducing biennial bearing and increasing fruit quality. However, tree nutrition is affected by crop load management. This study aimed (i) to reveal the relationship between crop load and leaf nutrients, (ii) to determine the nutrient content of pruning residues (wood) taken during the dormant period, and thus to determine the effect of crop load on the nutrients stored in the wood tissue, and (iii) to determine whether there is a relationship between the nutrient content of leaf and wood samples. The trial was carried out in 2021 in an intensive apple orchard consisting of Royal Gala/M.9 trees in the Lakes Region (Bayındır/Yeşilova/Burdur). A total of 18 trees representing different crop loads were identified and labelled, and leaf analysis, yield and wood analysis samples/data were collected from the same trees. The study determined that Leaf-potassium content decreased significantly as the crop load increased, whereas Leaf-calcium and Leaf-manganese contents increased. Calcium found in leaf and wood tissues showed a positive correlation (0.5418).

Keywords: biennial bearing, fruit load, macro nutrients, micro nutrients.

The present M.Sc. Thesis was supported by Burdur Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Coordination Unit under the Project number of 0781-YL-21.

1. GİRİŞ

Birçok bitkide olduğu gibi, elma ağaçları da yaşam döngülerini sağlıklı bir şekilde tamamlayabilmek için 16 besin elementine ihtiyaç duyarlar. Su (H_2O) ve karbondioksitten (CO_2) elde edilen karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) mineral olmayan besin elementleridir ve bu besin elementleri organik maddenin ana bileşenlerini oluştururlar (Neilsen ve Neilsen, 2003).

Bitkiler C, H ve O dışında gerekli makro [azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S)] ve mikro [demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), bor (B), manganez (Mn), molibden (Mo) ve klorür (Cl)] besin elementlerini topraktan alırlar (Uçkun vd., 2018).

Bitki besin elementlerinin toprak ve bitkideki miktarları arasında pozitif bir ilişki olması beklenir (Uçgun vd., 2013). Bununla birlikte, bitkilerin besin elementi alımı çoğunlukla toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olduğundan ve besin elementlerinin bulunabilirlik seviyeleri bitki kök ve vejetatif gelişimi, bitki organ veya dokusunun tipi, bitki yaşı ve iklim özelliklerinden etkilendiğinden dolayı toprak analizleri bitkiler için (özellikle meyve bahçeleri için) etkili gübreleme programlarının hazırlanabilmesinde tek başına yeterli olamamaktadırlar (Uçgun vd., 2018).

Bu nedenle meyve ağaçlarında besin elementlerinin noksanlık ve fazlalık durumlarını tespit edebilmek ve buna göre gübreleme tavsiyeleri geliştirebilmek için rutin olarak yaprak element analizlerine başvurulmaktadır (Wojcik ve Filipczak, 2019). Yaprak besin konsantrasyonu; topraktan besin elementi alımını etkileyen faktörleri, iklim ve yıldan yıla ürün yükündeki değişim de dahil olmak üzere besin kullanılabilirliğini etkileyen faktörleri yansıtabilmektedir (Neilsen ve Neilsen, 2003).

Ürün yükü temelde bir ağaçta kalan meyve miktarını ifade etmektedir ve hem meyve iriliği hem de meyve kalitesi üzerine doğrudan etkili bir unsurdur (Robinson ve vd., 2003; Atay vd., 2021). Özellikle elmalarda düzenli ürün eldesini de doğrudan etkilediği için en önemli meyve bahçesi yönetim uygulamalarından biri olarak kabul edilmektedir (Bound, 2019).

Ürün yükünün yapraklardaki makro besin kompozisyonu ve içeriği üzerindeki etkisi meyve türlerine göre farklılık göstermektedir (Wünsche ve Ferguson, 2005). Önceki çalışmalar (Hansen, 1971; Hansen, 1973; Jadcuk ve Lenz, 1994; Samuoline vd., 2016; Anthony vd., 2019; Meszaros vd., 2021; Sidhu vd., 2022) incelendiğinde ürün

yükünün yaprakta bulunan elementler üzerindeki etkisinin net olmadığı veya tutarlılıktan yoksun olduğu görülmektedir. Çeşit, iklim koşulu, dikim sıklığı gibi kriterler değişikçe temel beslenme çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır ve bu özellikle yeni sık dikim bahçe sistemleri için daha önemlidir (Neilsen ve Neilsen, 2003).

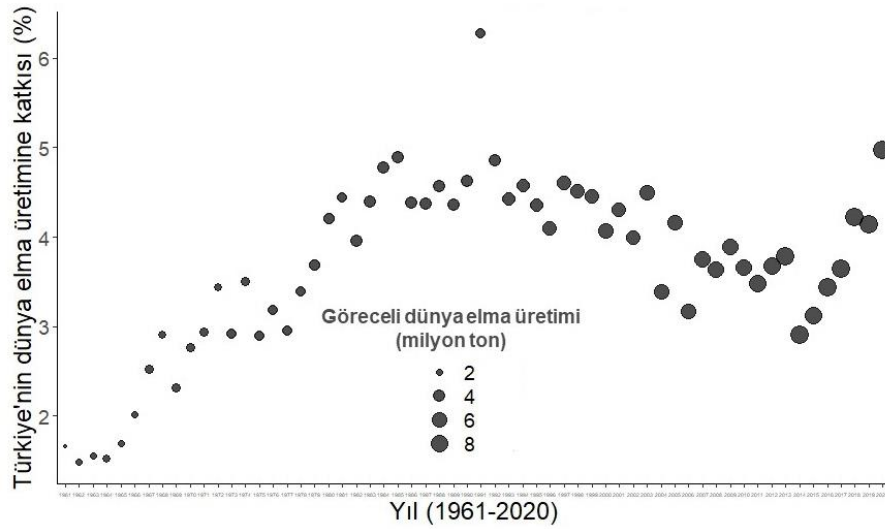
Göller Yöresi şartlarında sık dikim bir elma bahçesinde yürütölen bu çalışmada birinci amaç ürün yükü ve yaprak besin elementleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmak, ikinci amaç ise dormant dönemde budama artıklarının besin elementi içeriklerini belirlemek ve böylelikle ürün yükünün odun dokusunda depolanan besin elementleri üzerine olan etkisini saptamak olmuştur. Çalışmada ayrıca vejetatif gelişim döneminde alınan yaprak örnekleri ile dormant dönemde alınan odun örneklerinin besin elementi içerikleri arasında bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Elma (*Malus × domestica*)

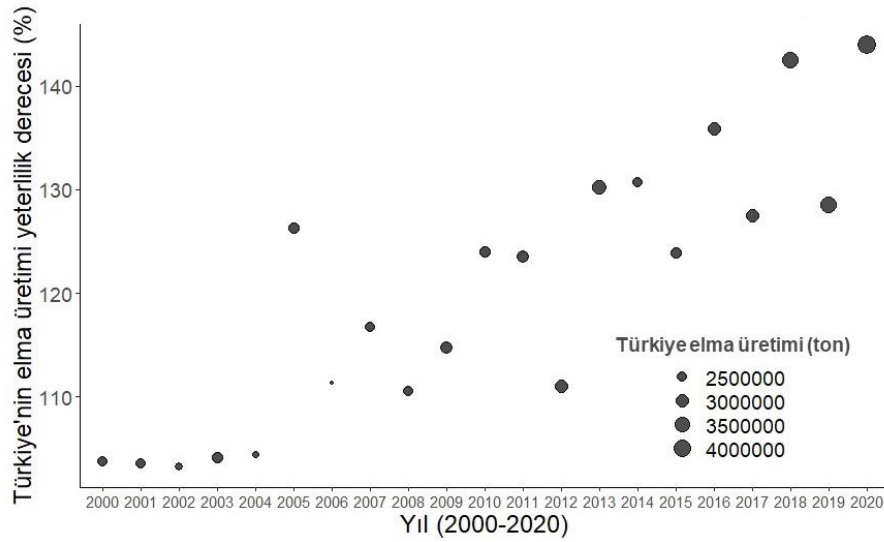
Kültür elmalarının ana vatanının Kazakistan olduğu ve “elma” kelimesinin de Kazakistan’da aynı anlamda kullanılan “alma” kelimesinden köken aldığı bilinmektedir (Dobrzanski vd., 2006). Elma dünyada Antarktika hariç bütün bölgelerde yetiştiriciliği yapılabilen bir meyve türüdür (Phipps ve vd., 1990). Meyveleri taze tüketiminin yanında kurutulmakta, şurup, konserve, marmelat, reçel, pasta, meyve suyu, alkollü içki ve sirke yapımında da kullanılmaktadır (Luby, 2003).

1960’lı yıllarda 20 milyon ton civarında olan dünya elma üretimi 2013 itibari ile 80 milyon tonu aşmış ve son rakamlara göre (2020 yılı) 86.442.716 tona ulaşmıştır (FAO, 2022). Elmanın gen merkez bölgeleri içerisinde yer alan Türkiye köklü bir elmacılık geçmişine sahiptir. 2020 itibari ile Türkiye’nin dünya elma üretimine katkısı %4.97 seviyesindedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. 1961-2020 yılları arasında Türkiye'nin dünya elma üretimindeki payı

TÜİK bitkisel ürün denge tabloları yeterlilik derecesi verilerine göre Türkiye elmada kendi tüketiminden daha fazla elma üreten bir ülke konumundadır. 2000 yılında %104 olan Türkiye'nin elma üretiminde yeterlilik derecesi, son rakamlara göre (2020 yılı) %144 seviyesindedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. 2000-2020 yılları arasında Türkiye'nin elma üretimi yeterlilik seviyesi

2.2. Elma İçin Kritik Yaprak Besin Elementi Konsantrasyonları

Verim çağındaki elma bahçeleri için geçerli olan kritik yaprak besin elementi standartları mevcuttur (Neilsen ve Neilsen, 2003) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Elma için kritik yaprak besin elementi konsantrasyonları (ppm)

Besin elementi	Noksanlık ^a	Normal	Toksik seviye
N	<15000	17000-25000	
P	<1300	1500-3000	
K	<10000	15000-25000	
Ca	<7000	12000-20000	
Mg	<2000	2600-3600	
S	<1000	1000-3000	
Fe	<45 ^b	45-500	
Cu	<5	5-12	
Mn	<25	25-120	>120
Zn	<14	15-120	130-160
B	<20	20-60	>70
Mo	<0.05	0.1-0.2	

^aŞiddetli derecede noksanlık gösteren yapraklar bazen beklenmedik şekilde daha yüksek yaprak konsantrasyonlarına sahip olabilir. ^bYaprak demir konsantrasyonları demir eksikliği ile ilişkili değildir. N: azot, P: fosfor, K: potasyum, Ca: kalsiyum, Mg: Magnezyum, S: Kükürt, Fe: demir, Cu: bakır, Mn: mangan, Zn: çinko, B: bor ve Mo: Molibden.

2.3. Besin Elementlerinin Floem Hareketliliği

Bitkilerde pek çok besin elementinin birincil taşınımı ksilem yoluyla gerçekleşirken, ikincil taşınım, asimilasyon ürünlerinin floemde dağılmasıyla bağlantılıdır (Tromp, 2005). Özellikle bitkinin vejetatif kısımlarına besin elementlerinin dağılımı, esas olarak birincil taşıma ile bağlantılıdır (Van Goor ve Van Lune, 1980). Suda çözünen mineraller ksilem boyunca suyun hareketi ile taşınmakta ve çökelme bölgelerinden bitkiye dağılmaktadır. Bununla birlikte bitkide meyve ve tohum gibi yüksek miktarlarda asimilat yutağı olan kısımlar daha çok floemdeki hareketlilikten etkilenmektedir (Van Goor ve Van Lune, 1980). Nitekim elmalarda çiçeklenmeden 6-10 hafta sonra meyveye ksilemden madde taşınımı durmaktadır (Drazeta vd., 2004). Daha sonra H₂O, karbonhidratlar ve besin elementleri iletim sistemindeki floem yoluyla yapraklardan meyveye taşınmaktadır. Floem özsu, ksilem öz suyundan farklı bir akış hızına ve çok farklı bir bileşime sahip olduğundan, belirli bir elementin floemde yer değiştirme kapasitesi, ksileminkinden oldukça farklı olabilmektedir. Çizelge 2.2’de bitki besin elementlerinin floemdeki hareketlik durumları sunulmuştur. Bununla birlikte, birçok bitkide sadece B elementinin düşük hareketliliği, bu elementin floemden ksileme büyük bir yanal taşınma ve ardından ksilem iletim boruları tarafından depo organlarına geri taşınmasıyla açıklanmıştır (Oertli ve Richardson, 1970). Ayrıca borun floem hareketliliğinin türlere göre değişebileceği ifade edilmektedir (Brown ve Hu, 1998).

Çizelge 2.2. Bitki besin elementlerinin floem hareketliliği (Epstein and Bloom, 2005; Parent vd., 2020)

Çok hareketli	Değişken	Hareketsiz
K	Na	Ca
N	Fe	Si
Mg	Mn	B*
P	Zn	
B*	Cu	
S	Mo	
Cl		

* Bor elementi *Pyrus*, *Malus* ve *Prunus* cinsi meyve ağaçlarında floemde hareketli, diğer cinslerde ise hareketsizdir. K: potasyum, N: azot, Mg: Magnezyum, P: fosfor, B: bor, S: Kükürt, Cl: Klor, Na: Sodyum, Fe: demir, Mn: manganez, Zn: çinko, Cu: bakır, Mo: Molibden, Ca: kalsiyum, Si: Silisyum.

3. KAYNAK ÖZETLERİ

Meyve ağaçlarının beslenmesinde ana görev kökler ve yapraklar tarafından gerçekleştirilir. Kökler suyu topraktaki besin elementleriyle birlikte alırlar. Yapraklar ise köklerden gelen suyu havadan aldıkları CO₂ ile birleştirerek ağaçların vejetatif ve generatif gelişimi için gerekli asimilasyon maddelerini meydana getirirler (Özbek, 1977).

Elma ağaçlarının toplam besin gereksinimlerini hesaplamak oldukça karmaşık bir işlemdir, çünkü gövde ve köklerin çok yıllık yapısında bulunan besinlerin yanı sıra yıllık olarak üretilen yapraklar, yeni sürgünler ve köklerde bulunan besinleri de hesaba katmak gerekmektedir (Neilsen ve Neilsen, 2003).

Bitki analizleri ile belirlenen bitkilerdeki besin elementi miktarları besin elementi alımını etkileyen faktörleri yansıttığından toprak analizlerinin bitki analizleri ile desteklenmesi gerekmektedir (Uçgun vd., 2018).

Besin kaynağı ve ağaç fizyolojisi; yıllık yaprak ve sürgün gelişimi periyodu boyunca değiştiğinden, bitki besin konsantrasyonu sezon içinde sabit değildir. Büyüme mevsimi boyunca bazı besin konsantrasyonları azalır (örneğin N, P, K ve Zn), bazıları (Ca ve Mn gibi) ise artar. Sonuç olarak, çoğu besin elementi için yıllık konsantrasyon değişiklikleri minimum olduğunda standart bir örnekleme zamanı kullanılır. Genellikle bu dönem, tam çiçeklenmeden 110-125 gün sonra meydana gelir ve bu büyüme mevsiminin ortasına denk gelir (Neilsen ve Neilsen, 2003).

Ürün yükü; bitki su potansiyeli ve mikro düzeyde günlük gövde kalınlaşması gibi fizyolojik özelliklerin yanı sıra ağaç verimi ve meyve kalitesi üzerine oldukça etkilidir (Atay vd., 2021). Ürün yükü yönetimi; besin elementi rekabetini azaltmak ve meyve gelişimi için yeterli karbon ihtiyacını karşılayabilmek için birikmiş olan asimilatların dağılımında da rol oynar (Corelli vd., 1989). Karbonhidratlar ağaçlarda rekabet halinde bulunan farklı lokasyonlara taşınırlar ve kullanılırlar (Anthony vd., 2019). Ağacın büyümesi ve besin elementi tahsisi, C mevcudiyetine ve ağaç içindeki asimilat tüketen organların ve fizyolojik süreçlerin talep gücüne bağlıdır (Pallas vd., 2016). Yeterli karbonhidrat tedarikine bağlı olan fizyolojik süreçler arasında solunum, meyve gelişimi, tomurcuk oluşumu, sürgünlerin büyümesi, yapraklar, dallar, kökler ve rezerv tahsisi yer alır (Landsberg, 1974). Kramer ve Kozolowski (1979), elmada en güçlüden en zayıfa doğru "asimilat" tüketimi için şu şekilde bir sıralama önermiştir: meyveler ve tohumlar, genç yapraklar ve gövdeler, olgun yapraklar, vasküler dokular, kökler ve C rezervleri.

Çiçeklenme sonrası, çok sayıda yeni gelişmekte olan meyve dolayısıyla yüksek bir C talebi oluşmaktadır (Lakso vd., 1999). Limitli C kaynaklarına olan talebin azaltılabilmesi için bu aşamada meyve seyreltmesinin yapılması gerekmektedir (Anthony vd., 2019). Meyve iriliği hücre sayısı ve hücre hacmine bağlı olduğu için, hücre bölünme ve büyüme aşamalarında rekabetçi meyvelerin sayılarının azaltılması kalan meyvelerin iriliğini arttırmaktadır (Goffinet vd., 1995). Son yıllarda elma endüstrisinde ürün yükü yönetimine olan ilgi artmaktadır (Anthony vd., 2019). Hassas ürün yükü yönetimi 3 farklı aşamadan oluşmaktadır: (1) kış budaması (çiçek tomurcuklarının kaldırılması), (2) çiçeklenme zamanında çiçek seyreltmesi ve (3) hücre bölünmesi periyodunda henüz yeşil renkte olan küçük meyvelerin seyreltilmesi (Embree vd., 2007). Bu kültürel faktörlerin hepsinin kümülatif etkisi, dengeli bir C arzı ile optimum meyve boyutu, yüksek verim ve meyve kalitesi elde etmektir (Oliveira ve Priestley, 1988).

Yaprak ve meyve besin elementi konsantrasyonları ürün yükünden etkilenebilmektedir (Neilsen vd., 2015; Meszaros vd., 2021). Reig vd. (2018), New York koşullarında farklı anaçlara aşılınmış 'Fuji' elmasında yaprak/meyve mineralleri ile kümülatif ürün yükü arasındaki ilişkinin düşük-orta seviyede olduğunu bulmuşlardır. Düşük ürün yükü seviyeleri, vejetatif büyümeyi artırarak meyvelerde fizyolojik bozukluklara ve depolama ömrünün azalmasına sebep olabilir (Serra vd., 2016; Wünsche ve Ferguson, 2005). 'Golden Delicious'/M.9 elmasında ürün yükü arttıkça, yapraktaki potasyum ve manganez konsantrasyonlarının azaldığı tespit edilmiştir (Atay, 2016).

Dikim sıklığı, meyve bahçesi besin elementi talebini değiştirebilmektedir. Örneğin, birim alana daha fazla ağacın dikildiği sık dikim sistemlerde ağaçların K gereksinimleri daha fazla olabilmektedir. Bunun nedeni bu sistemlerde birim alanda daha fazla meyve hasat edilmesi ve meyvelerin yüksek K konsantrasyonuna sahip olmasıdır (Neilsen ve Neilsen, 2003). Ürün yükü olan ağaçlarda artan K alımı, toplam K'nın yaklaşık %70'inin meyvede bulunduğunu tespit eden Hansen (1971) tarafından da rapor edilmiştir. Elma (Reig vd., 2018) ve armut (İkinci vd., 2014) bahçelerinde yapılan anaç-çesit çalışmalarında, daha kuvvetli anaçlara aşılı çeşitlerin yapraklarının, bodur anaçlara aşılılara göre daha yüksek K içerdiği saptanmıştır. Eriklerde yapılan çalışmalarda da yaprak P içeriğinin anaç-çesit kombinasyonuna göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Reig vd., 2018).

Şeftalide artan ürün yükü, yaprak alanında ve birim yaprak başına düşen kuru kütle miktarında azalmaya neden olmuştur (Nii, 1997). Meyve ağaçlarında nispeten yüksek terleme oranının mineral besin elementlerinin yapraklara taşınmasını arttırdığı

bilinmektedir (Wünsche ve Ferguson, 2005). Bitki yapraklarında mineral durumu ile karbonhidrat metabolizması arasındaki ilişkiler karmaşıktır (Samuoline vd., 2016). N'de ki eksiklik *Arabidopsis* yapraklarında karbonhidrat birikiminin artmasına yol açmaktadır (Remans vd., 2006). N eksikliği olan bitkiler, muhtemelen geri besleme metabolit düzenlemesi nedeniyle fotosentezin azalmasına neden olan daha yüksek şeker içeriği biriktirmektedirler (Martin vd., 2002). P, N'den sonra ikinci en sınırlayıcı mineral besin elementidir (Samuoline vd., 2016). Düşük P, *Arabidopsis* yapraklarında şeker, nişasta ve antosiyanin birikiminin artmasına neden olmuştur (Zakhleniuk vd., 2001). Mg eksikliği olan bitkilerde yaygın bir fenomen, yaprak karbonhidrat birikiminin artmasıdır (Samuoline vd., 2016). Hermans vd. (2005), Mg eksikliğin Mg-ATP'yi ve dolayısıyla H⁺-ATP aktivitesini azaltarak sükröz yüklemesini etkilediğini belirtmiştir. Artan yaprak şeker içeriği (özellikle sakkaroz) stresle ilişkilidir. Genel olarak, yapraklardan sakkaroz taşınmasının N ve P noksanlığına verilen tepkiler için gerekli bir sinyal olduğu, ancak K veya Mg noksanlığına verilen tepkiler için gerekli bir sinyal olmadığı söylenebilir (Samuoline vd., 2016).

Anthony vd. (2019), elmada ürün yükü fazla olan ağaçların yapraklarının daha yüksek konsantrasyonlarda N içerdiğini tespit etmişlerdir. Samuoline vd., (2016) elma üzerinde yaptıkları ürün yükü çalışmasında denemenin ilk yılında ürün yükünün artışıyla birlikte yaprak N içeriğinin arttığını, buna karşın ikinci deneme yılında tutarsız sonuçların ortaya çıktığını saptamışlardır. Bu çalışmada yaprak P, K, Ca, Fe ve Mg içeriği de ürün yükünden tutarlı şekilde etkilenmemiştir.

Elmada meyve veren ağaçların yaprakları, meyve vermeyenlere nazaran genellikle daha yüksek konsantrasyonlarda N, Ca, Mg içerir, ancak meyve vermeyen ağaçlarınkinden daha az K içerir (Wünsche ve Ferguson, 2005). Bununla birlikte ürün yükünün yaprak P konsantrasyonu üzerindeki etkisi net değildir (Hansen, 1971).

Getachew (2000), yaptığı lizimetre çalışmasında meyvesiz 'Golden Delicious' elma ağaçlarının odun dokularında, ürün yükü taşıyan ağaçlara kıyasla 2.2-3.2 kat daha fazla N, P, K, Ca ve Mg biriktirdiğini saptamıştır. Bu sonuç muhtemelen meyve veren ağaçların daha düşük toplam biokütlesinden ve mineral besin elementi alımının tipik olarak vejetatif ağaç organlarının, özellikle köklerin toplam kuru madde artışı ile doğru orantılı olduğu gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde, Hansen (1971), ürün yükünün yaprak N, P, Ca ve Mg alımını %40-50 oranında azalttığını tespit etmiştir. Getachew (2000), elma ağaçlarında meyvelerin toplam alınmış olan besinlerden; %23 N, %42 P, %60 K ve %18 Mg ve sadece %1.5 Ca'yı tükettiğini bulmuştur.

Ekinci (2010), Isparta koşullarında, M.26 ve MM.106 anaçlarına aşılı 'Red Chief' elma çeşidinde, farklı ürün yükü uygulamalarının vejetatif gelişim, verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada farklı ürün yükü uygulamalarının vejetatif gelişim üzerine etkisiz bulunmuş, buna karşın meyve kalitesi ürün yükünden etkilenmiştir.



4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

4.1.1. Deneme Alanı

Çalışma 2021 yılında Göller Yöresinde (Bayındır Köyü/Yeşilova/Burdur) Bulargi Gurme firmasına ait organik sirke üretimine odaklı ticari bir elma bahçesinde yürütülmüştür (Şekil 4.1). Sık dikim sisteminde kısa ağaç formuna göre (bodur sistem) terbiye edilen bahçede ağaç yüksekliği 2-2.5 m’de tutulmuştur. Bahçe düzenli aralıklarla damla sulama yöntemiyle sulanmış ve seyreltme dışında ki tüm kültürel işlemler lokal koşullara göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Deneme bahçesinin uygu görüntüsü

4.1.2. Bitki Materyali

Denemede Ocak/2011’de 4×0.9 m aralıklarla dikilmiş (278 ağaç/dekar) tam verim çağındaki Royal Gala/M.9 ağaçları kullanılmıştır.

M.9 anacı: 1919 yılında İngiltere’de East Malling anaç ıslah programından elde edilmiştir (Ferree ve Carlson, 1987). Tohum anacına kıyasla %65-75 oranında bodurluk sağlama ve meyveye yatma süresini kısaltma özelliklerinden dolayı dünya genelinde en çok kullanılan elma anacıdır (Baritt, 1992). Elma pamuklu bitine (*Eriosoma lanigerum*) hassas, fakat kök boğazı çürüklüğüne (*Phytophthora* spp.) dayanıklıdır (Ferree ve Carlson, 1987).

Royal Gala çeşidi: Orijinal Gala çeşidi Yeni Zelanda da 1934 yılında Orange Red $\times$ Golden Delicious melezlemesiyle elde edilmiş, 1962 yılında bu ismi almıştır (Noiton

ve Alspach, 1996). Royal Gala, orijinal Gala çeşidinin tomurcuk mutasyonu olarak elde edilmiştir (Hampson ve Kemp, 2003). Hasatta gecikmeler sap çukurunda çatlamaya neden olabilmektedir. Önemli depolama bozuklukları göstermez ve depolama ömrü ortadır (Tustin, 1990).

4.1.3. Toprak Özellikleri

Deneme alanı toprağı tınlı tekstüre sahiptir. Toprakta elma yetiştiriciliğini olumsuz etkileyebilecek tuzluluk, pH ve kireç içeriğı mevcut değildir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları (0-30 cm)

Analiz Adı		Sonuç
Fiziksel Analizler	Saturasyon (%)	48
	Tekstür	Tın
	Tuzluluk (mS cm ⁻¹)	0.54
	pH (1:2.5)	7.3
	Kireç (%)	2.85
Kimyasal Analizler	Organik madde (Smith Weldon) (%)	3.6
	P (Olsen ICP) (ppm)	59
	K (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	681
	Ca (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	1266
	Mg (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	1995
	Na (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	6.41
	Fe (DTPA-ICP) (ppm)	5.97
	Cu (DTPA-ICP) (ppm)	2.38
	Mn (DTPA-ICP) (ppm)	10.63
	Zn (DTPA-ICP) (ppm)	1.68

4.2. Yöntem

4.2.1. Denemenin Kurulması

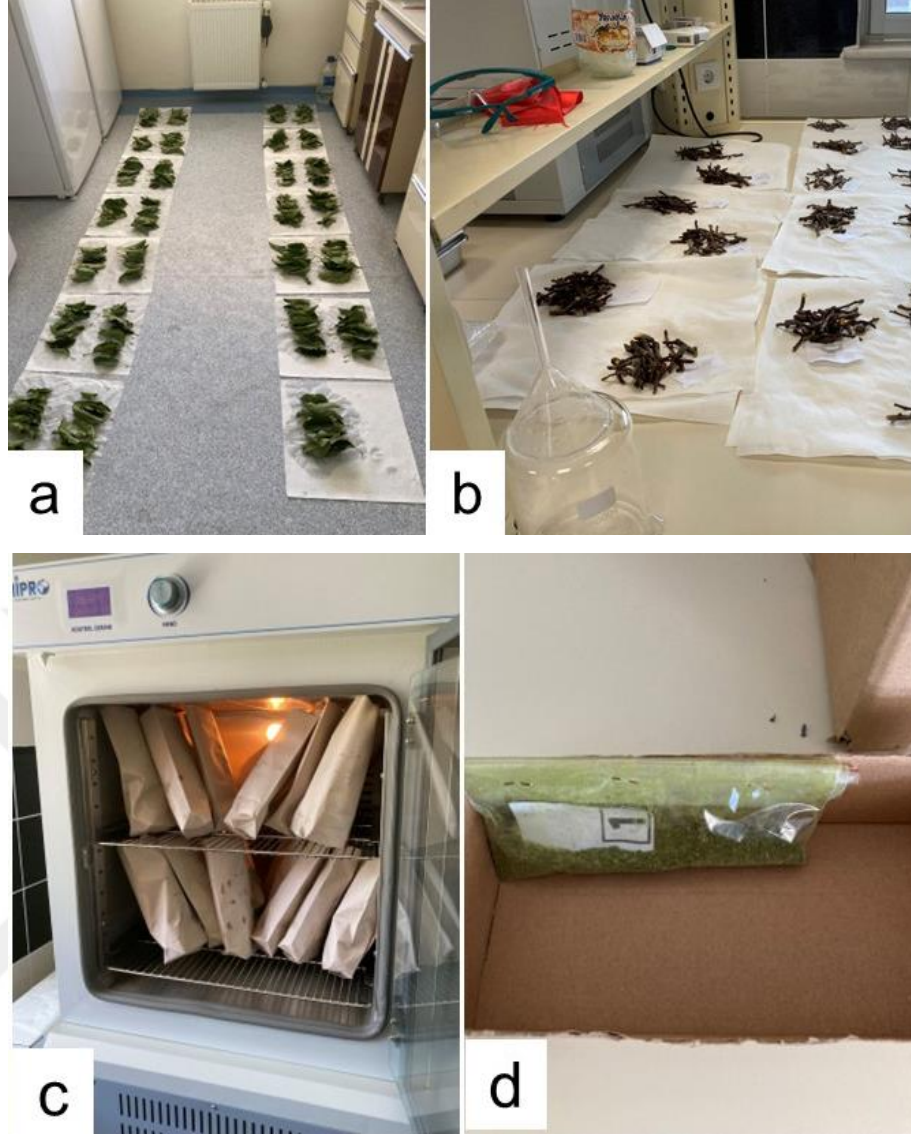
Çiçeklenme ve küçük meyve döneminde yapılan gözlem ve sayımlar sonucunda standart ve ekstrem ürün yüklerini temsil eden toplamda 18 ağaç belirlenerek etiketlenmiş (her bir ağaç farklı bir ürün yükünü temsil edecek şekilde), yaprak analizi, verim ve odun (budama artığı) analiz örnekleri/verileri aynı ağaçlardan toplanmıştır. Ekstrem ürün yüklerini test edebilmek amacıyla deneme ağaçlarında herhangi bir çiçek ya da meyve seyreltmesi yapılmamıştır. Deneme süresince yörede ilkbahar geç donları ya da dolu gibi herhangi bir olumsuz iklim olayı yaşanmamıştır.

4.2.2. Bitki Besin Elementi Analizleri

Yaprak örnekleme, tam çiçeklenme tarihinden (23 Nisan 2021) 111 gün sonra (12 Ağustos 2021) yapılmıştır. Nitekim Neilsen ve Neilsen (2003) besin elementi içerikleri kararlı hale geldiği için, elmalarda yaprak örnekleme için en uygun zaman diliminin tam çiçeklenmeden itibaren 110-125. günler olduğunu bildirmişlerdir. Yaprak örnekleme için güneş gören dalların (omuz hizasındaki) orta kısmında yer alan ~40 yaprak sapları ile birlikte koparılmıştır. Alınan örnekler vakit kaybetmeden laboratuvara ulaştırılmış ve yıkanmıştır. Yıkama işleminde sırasıyla, çeşme suyu, 1 normal hidroklorik asit (HCl) ve son olarakta saf su kullanılmıştır. Kurutma kağıtları üzerinde sularının uçması beklenen örnekler, kese kağıtlarına konularak 45°C'ye ayarlanmış etüvde 24 saat, sonrasında 70°C'de 24 saat bekletilmek suretiyle kurutulmuşlardır. Kuruyan örnekler bitki öğütme değirmeninde (Mikrotest, Ankara, Türkiye) öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Odun örnekleri ise yaprak dökümünden sonra dormant periyotta (29 Aralık 2021) alınmıştır. Odun örneklerinin analize hazır hale getirilmesi işlemi aynı yaprak örneklerinde olduğu şekilde yapılmıştır (Şekil 4.2).

Bitki besin elementi analizleri Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (BİLTEKMER) gerçekleştirilmiştir. N analizleri Dumatherm® cihazı (C. Gerhardt Analytical Systems, Königswinter, Almanya) kullanılarak Dumas metoduna göre yapılmıştır. P, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn ve B analizleri için örnekler mikro dalgada (Milestone Stard D, Sorisole Bergamo, İtalya) yakma işlemine tabi tutulmuş ve okumalar Perkin Elmer Optima-8000 (Waltham, Massachusetts, ABD) ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry) cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Saltan ve Seçilmiş Canbay, 2015).

Hasat zamanında (1 Eylül 2021) ağaç verimi (kg/ağaç) değerleri kaydedilmiştir. Ağaç gövde çapı; aşı noktasının 15 cm üzerinden dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Gövde kesit alanı (GKA) " $GKA = \pi (gövde\ çapı/2)^2$ " formülüne göre cm² olarak hesaplanmıştır. Ürün yükü değerleri ise birim GKA başına düşen verim miktarı hesaplanarak elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Bitki örneklerinin analize hazır hale getirilmesi. (a) Yaprak örnekleri, (b) odun (budama artığı) örnekleri, (c) kurutma için etüve yerleştirilmiş örnekler ve (d) kurutma işlemi sonrasında değirmenden geçirilerek analize hazır hale getirilmiş bir yaprak örneği numunesi.

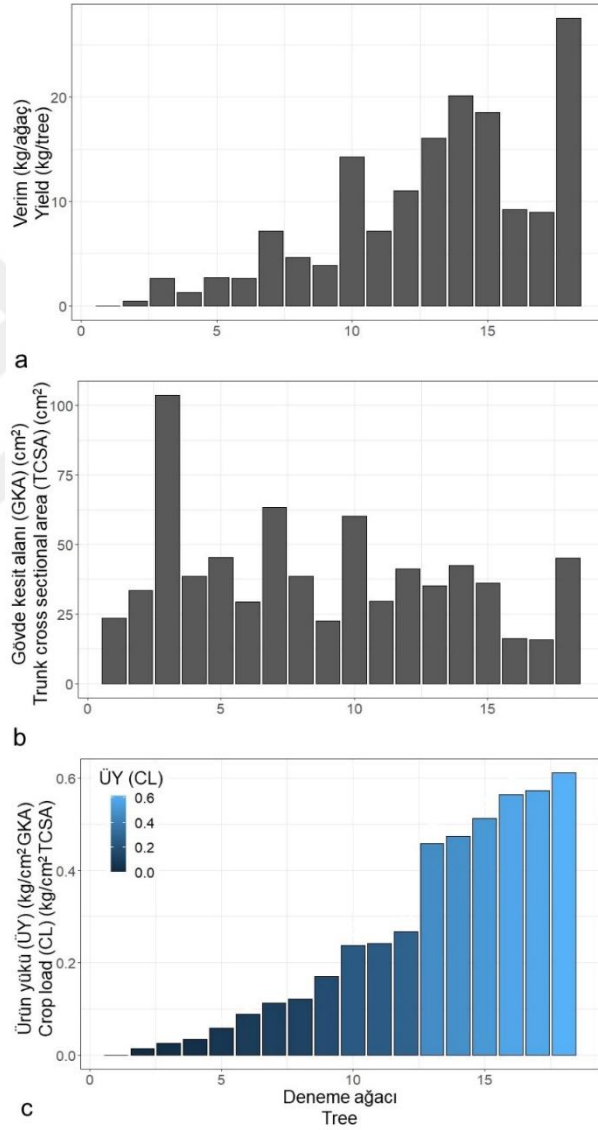
4.2.3. İstatistik Analizler

Regresyon (doğrusal) ve korelasyon analizleri 'R' (versiyon 4.0.4) (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.rproject.org>) ortamında yapılmıştır. Tüm grafikler 'ggplot2' paketi kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Figürlerdeki yaprak besin elementi içeriği normal üst ve alt sınır değerleri Neilsen ve Neilsen (2003)'ün elma için oluşturduğu referans tabloya göre verilmiştir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1. Ürün Yüğü

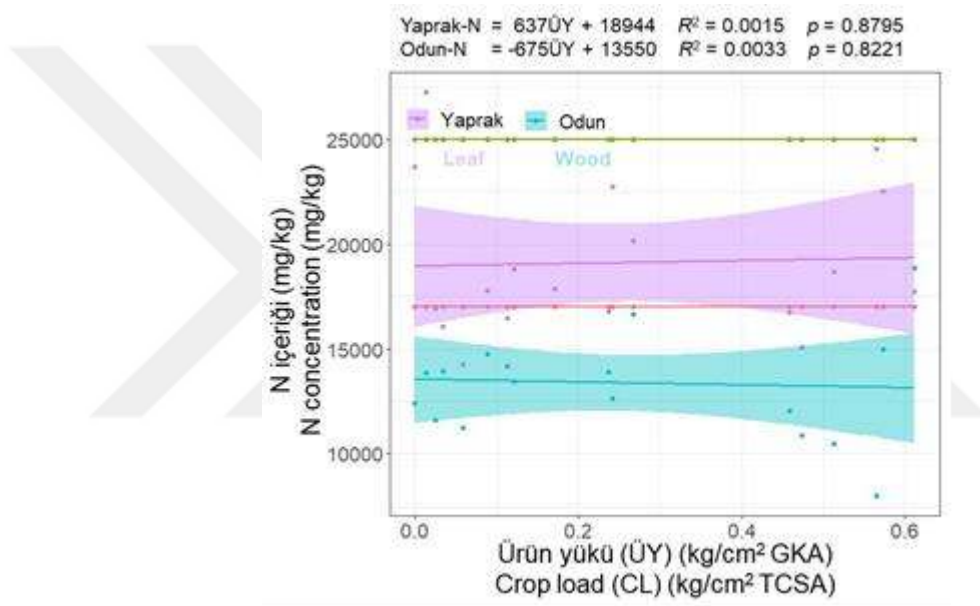
Farklı ürün yüklerini temsil eden 18 tam bodur Royal Gala/M.9 ağacının verim değerleri 0.00 ile 27.57 kg/ağaç (0.00-7666 kg/dekar) arasında değişmiştir (Şekil 5.1a). Deneme ağaçlarının GKA değerlerinin ise 15.60 ile 103.71 cm² arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 5.1b). Aynı ağaçların ürün yükleri 0.00 ile 0.61 kg/cm² GKA arasında değerler almıştır (Şekil 5.1c).



Şekil 5.1. Deneme ağaçlarına ait verim (a), gövde kesit alanı (b) ve ürün yükü (c) değerleri

5.2. N

Farklı ürün yükleri uygulanan ağaçların Yaprak-N değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın pozitif yönlü bir seyir izlediği görülmüştür. Buna karşın Yaprak-N içeriği ile ürün yükü arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan regresyon analizi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.8795$). Deneme ağaçlarının Yaprak-N içeriklerinin genellikle referans normal alt sınır (17000 mg/kg) ve üst sınır (25000 mg/kg) değerleri arasında olduğu görülmüştür. Odun-N değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın negatif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun-N içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ($p=0.8221$) (Şekil 5.2).



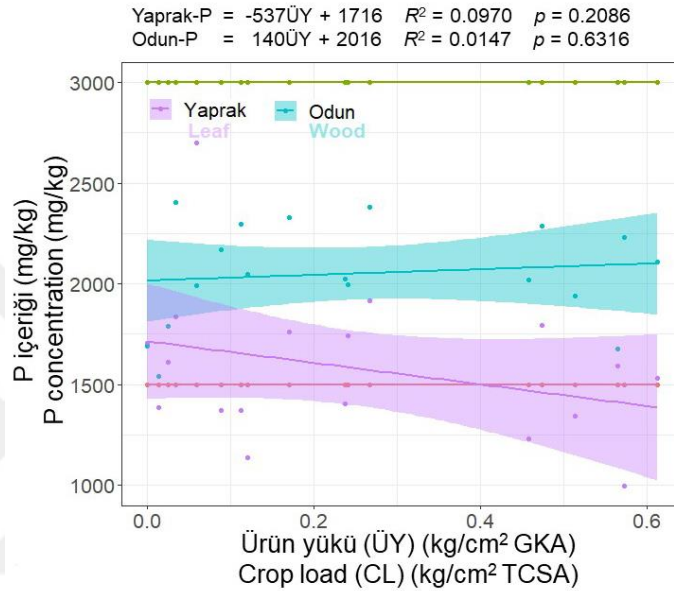
Şekil 5.2. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında N (azot) beslenmesi üzerine etkisi.

Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir

Daha önceki çalışmalar incelendiğinde ürün yükü ve Yaprak-N içeriği arasındaki ilişkinin henüz tam olarak netlik kazanmadığı görülmektedir. Nitekim elmada yapılan bazı çalışmalar (Urban vd., 2004; Wünsche ve Ferguson, 2005; Anthony vd., 2019) ürün yükü arttıkça Yaprak-N içeriğinin de arttığını buna karşın bazıları ise (Ding vd., 2017) artan ürün yükünün Yaprak-N içeriğini azalttığını bildirmiştir. Genotip etkisi dikkate alınmadığında, çalışmalar arasındaki tutarsız sonuçlar, daha önceden Meszaros vd., (2021) tarafından da varsayıldığı gibi, muhtemelen ksilem yoluyla topraktan alınan N alımını etkileyen ürün yükü seviyelerindeki farklılıklarla ilgili olabilir.

5.3. P

Yaprak-P değerlerine ait regresyon eğrisinin istatistiksel olarak önemsiz negatif bir eğilim gösterdiği saptanmıştır ($p=0.2086$). Denemede yer alan 18 tam bodur Royal Gala/M.9 ağacından 8 tanesinde Yaprak-P içeriklerinin referans normal alt sınırının (1500 mg/kg) altında olduğu diğerlerinin de bu sınıra yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Odun-P değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın fakat önemsiz ($p=0.6316$) pozitif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır (Şekil 5.3).

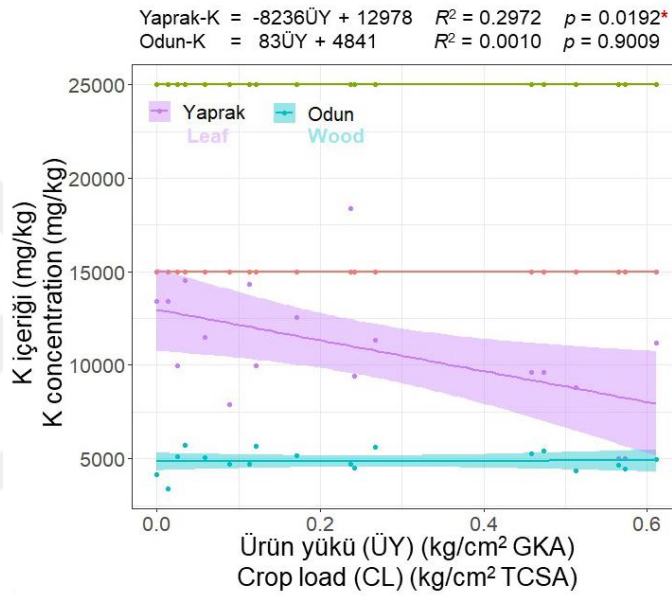


Şekil 5.3. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında P (fosfor) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir

Antep fıstığında “Yok Yılı” ağaçlarına kıyasla, “Var Yılı” ağaçlarında Yaprak-P içeriği daha yüksek bulunmuştur (Gündeşli vd., 2021). Öte yandan mandalinada bunun tam tersi sonuçlar elde edilmiş ve “Yok Yılı” ağaçları “Var Yılı” ağaçlarına kıyasla daha yüksek Yaprak-P değerleri göstermiştir (Stander vd., 2018). Elmalarda ürün yükünün Yaprak-P içeriği üzerine olan etkisinin belirgin olmadığı saptanmıştır (Hansen, 1971; Samuoline vd., 2016; Anthony vd., 2019; Sidhu vd., 2022). Çalışmamızda ürün yükü arttıkça Yaprak-P değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Fizyolojik olarak; mevcut bahçe şartlarında kökler tarafından kaldırılan fosfor için meyve ve yaprak arasında ciddi bir rekabetin olduğunu ve yapraklara giden fosforun oradan da floem aracılığıyla meyveye transfer edildiğini düşünmekteyiz.

5.4. K

Ürün yükü arttıkça Yaprak-K değerlerine ait regresyon eğrisinin belirgin bir negatif yönlü seyir izlediği ve bu azalış eğiliminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p=0.0192$). Deneme ağaçlarının hemen hepsinin Yaprak-K içeriklerinin referans normal alt sınırının (15000 mg/kg) altında olduğu görülmüştür. Tüm deneme ağaçlarında Odun-K değerlerinin 5000 mg/kg'a yakın olduğu belirlenmiştir. Odun-K içeriği ile ürün yükü arasında yapılan regresyon analizinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p=0.9009$) (Şekil 5.4).

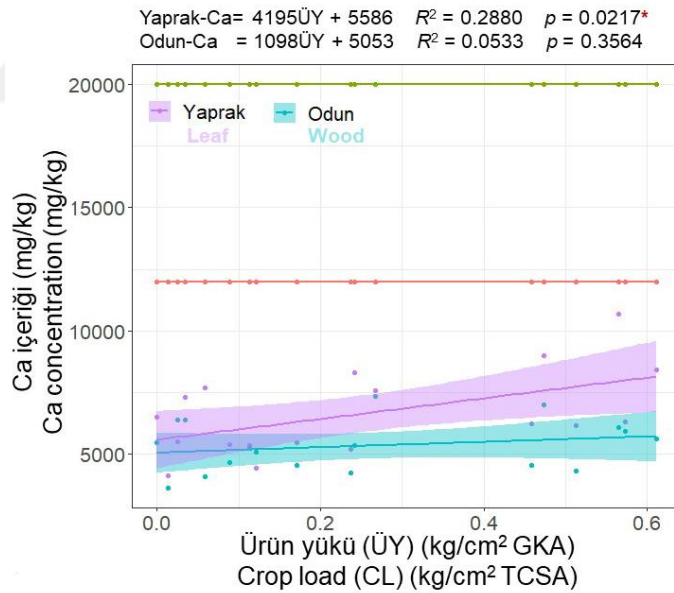


Şekil 5.4. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında K (potasyum) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. *: Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir

Elmalarda artan ürün yüküyle birlikte Yaprak-K içeriği doğrusal olarak azalmıştır (Atay, 2016). Artan ürün yüküne bağlı olarak, büyük bir K yutağı olan meyve ile rekabet edemeyen yaprakların K içeriğinin azalması beklenebilir (Hansen, 1971; Neilsen ve Neilsen, 2003; Şimşek, 2016). K genellikle iyi gelişmiş bir meyve etinde en çok temsil edilen mineral besindir ve meyvede şeker ve suyun taşınması ve depolanması için ozmotikum görevi görür (Vilhena vd., 2022). Bu çalışma, önceki çalışmalarda yaygın olarak kabul edildiği gibi, artan ürün yükünün Yaprak-K içeriğini azalttığını göstermiştir (Wünsche ve Ferguson, 2005; Stander vd., 2018; Anthony vd., 2019).

5.5. Ca

Ürün yükü arttıkça Yaprak-Ca değerlerine ait eğrinin pozitif yönlü bir seyir izlediği ve bu artış seyrinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p=0.0217$). Yaprak-Ca içeriğinin tüm ürün yükü seviyelerinde referans normal alt sınırının (12000 mg/kg) altında olduğu tespit edilmiştir. Odun-Ca değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın pozitif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun-Ca değerleri ve ürün yükü arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p=0.3564$) (Şekil 5.5).

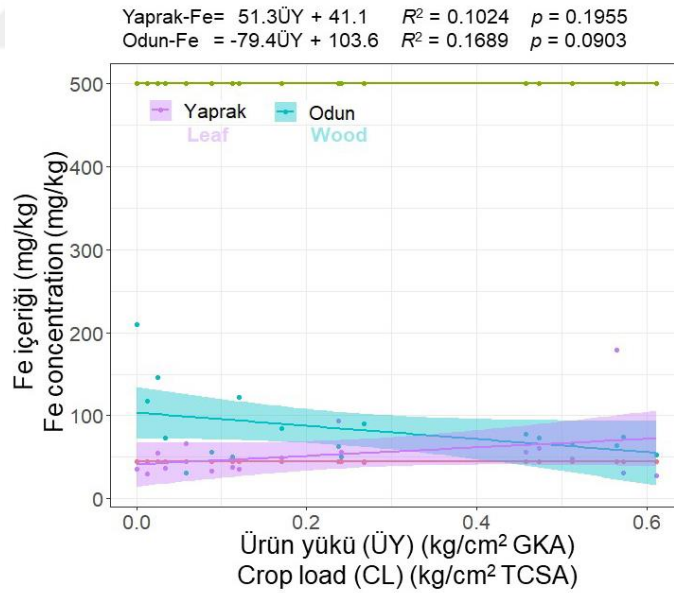


Şekil 5.5. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Ca (kalsiyum) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. *: Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir

Bazı çalışmalar (Anthony vd., 2019; Sidhu vd., 2022), ürün yükü ve Yaprak-Ca içeriği arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varmıştır. Ancak, çalışmamız ile uyumlu olarak, bazı çalışmalarda (Wünsche ve Ferguson, 2005; Meszaros vd., 2021) yüksek ürün yüküne sahip elma ağaçlarında yaprakların düşük ürün yüküne sahip ağaçlara kıyasla daha yüksek Ca içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Ca nispeten floem-hareketsiz bir besin maddesi olduğu için yapraklardan meyvelere taşınmaz (Barkera ve Stratton, 2020; Vilhena vd., 2022). Meyvede Ca birikimi esas olarak terlemeyle oluşan su akışına bağlıdır (Nestby ve Retamales, 2020). Ürün yükünde ki artışa paralel olarak artan terleme nedeniyle topraktan Ca alımı artmış olabilir. Ca meyveye taşınmadığı için yapraklarda kaldığından, ürün yükü arttıkça yaprakların Ca içeriğinin lineer olarak arttığı sonucuna varılabilir.

5.6. Fe

Ürün yükü arttıkça Yaprak-Fe içeriğine ait regresyon eğrisi pozitif buna karşın Odun-Fe içeriğine ait eğri ise negatif bir seyir izlemiştir. Hem Yaprak-Fe hem de Odun-Fe içeriği ile ürün yükü arasındaki regresyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 5.6).

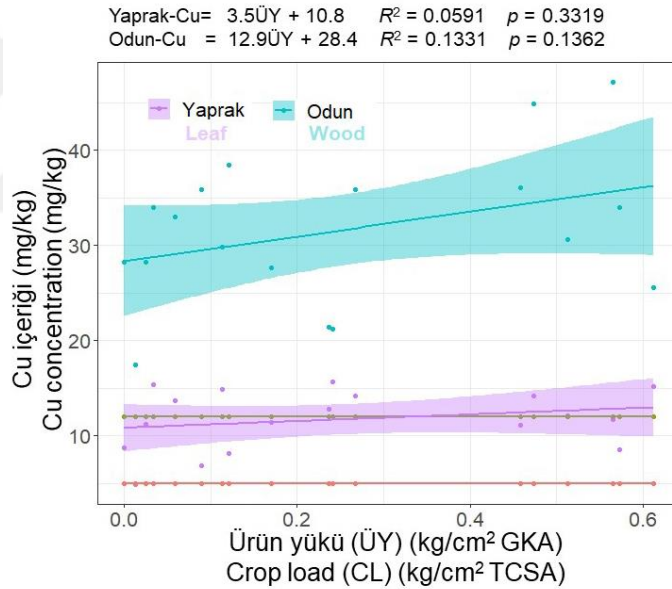


Şekil 5.6. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Fe (demir) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir

Bazı çalışmalar (Blanco vd., 1995; Samuoliene vd., 2016; Anthony vd., 2019), ürün yükünün Yaprak-Fe içeriği üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir. Bazı çalışmalarda (Gündeşli vd., 2021) ise ürün yükü Yaprak-Fe içeriğini arttırmıştır. Mevcut çalışmada ürün yükü artışının belli bir rekabet seviyesine kadar (kırılma noktası) fotosentez, dolayısıyla terleme, dolayısıyla topraktan yapraklara demir akışını arttırabileceği düşünülmüştür.

5.7. Cu

Yaprak-Cu değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın pozitif yönlü bir seyir izlediği görülmüştür. Buna karşın Yaprak-Cu içeriği ile ürün yükü arasındaki regresyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p=0.3319$). Yaprak-Cu değerleri deneme ağaçlarının genelinde referans normal üst sınırını (12 mg/kg) yakalamış ya da aşmıştır. Ürün yükü arttıkça Odun-Cu değerlerine ait eğilim çizgisinin pozitif yönlü buna karşın önemsiz ($p=0.1362$) bir seyir izlediği saptanmıştır (Şekil 5.7).

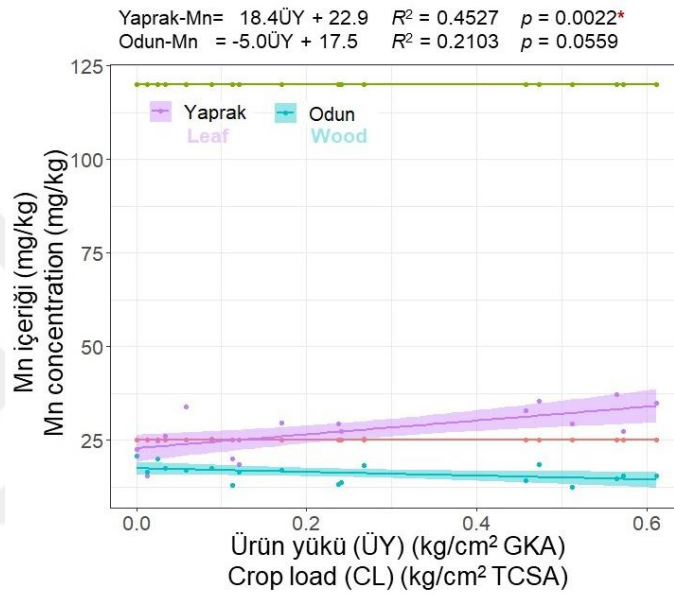


Şekil 5.7. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Cu (bakır) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir

Blanco vd., (1995) 'Catherine'/Nemaguard şeftali ağaçlarının Yaprak-Cu içeriğinin ürün yükü artışı ile herhangi bir değişiklik göstermediğini belirtmişlerdir. Cu ile ilgili önemli olmayan sonuçlar, muhtemelen bahçede bir bakır sülfat çözeltisi olan bordo bulamacının kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

5.8. Mn

Ürün yükü arttıkça Yaprak-Mn değerlerinin arttığı ve bu artış eğiliminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p=0.0022$). Düşük ürün yüküne sahip bazı deneme ağaçlarında Yaprak-Mn içeriklerinin referans normal alt sınırın (25 mg/kg) altında olduğu görülmüştür. Odun-Mn değerlerine ait regresyon çizgisinin yataya yakın negatif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun-Mn içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ($p=0.0559$) (Şekil 5.8).

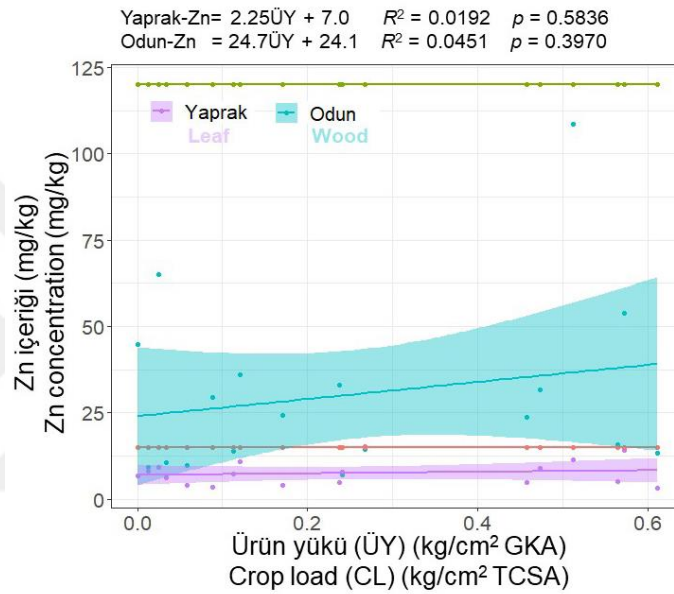


Şekil 5.8. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Mn (manganez) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. *: Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir

Bazı çalışmalarda (Gündeşli vd., 2021) ürün yükünün artması Yaprak-Mn içeriğini arttırırken, bazılarında (Blanco vd., 1995; Atay, 2016) durum tam tersi olmuştur. Diğer çalışmalar (Anthony vd., 2019; Sidhu vd., 2022), ürün yükünün Yaprak-Mn içeriği üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu bulmuştur. Meyvenin varlığı stomaları açarak fotosentezi ve dolayısıyla solunumu tetikler (Silber vd., 2013). Sonuç olarak, mevcut bahçe şartlarında ürün yükü arttıkça, topraktan yapraklara ksilemle taşınan Mn miktarı artmış olabilir.

5.9. Zn

Yaprak-Zn değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın bir seyir izlediği görülmüştür. Buna karşın Yaprak-Zn içeriği ile ürün yükü arasındaki regresyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p=0.8795$). Deneme ağaçlarının hemen hepsinde Yaprak-Zn değerleri referans normal alt sınırınının (15 mg/kg) altında değerler almıştır. Odun-Zn değerlerine ait eğilim çizgisinin pozitif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun-Zn içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ($p=0.3970$) (Şekil 5.9).



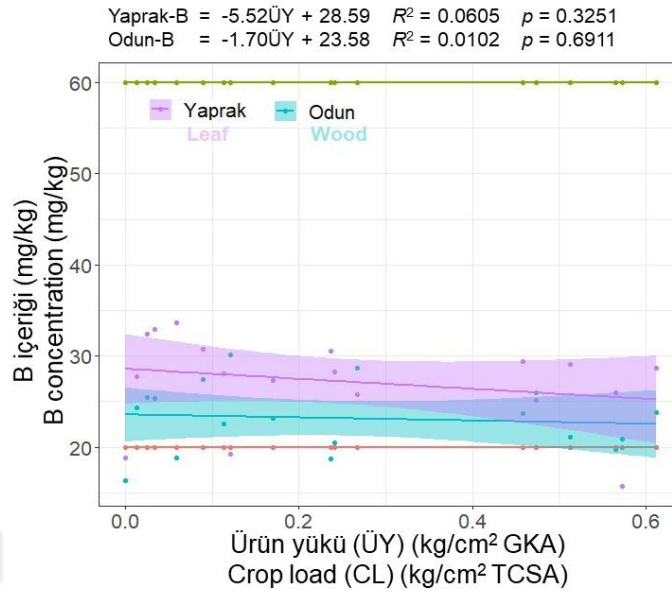
Şekil 5.9. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Zn (çinko) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir

Ürün yükünün Yaprak-Zn içeriği üzerindeki etkisi genellikle önemsiz bulunmuştur (Blanco vd., 1995; Anthony vd., 2019). Zn, floemde mobilitesi değişen besin maddesidir ve bitki Zn açısından zenginse daha hareketli olabilir (Etesami ve Jeong, 2020).

5.10. B

Yaprak-B değerlerine ait eğilim çizgisinin negatif yönlü bir seyir izlediği görülmüştür. Buna karşın Yaprak-B içeriği ile ürün yükü arasındaki regresyonun önemsiz olduğu saptanmıştır ($p=0.3251$). Deneme ağaçlarının Yaprak-B içeriklerinin genellikle referans normal alt sınır (20 mg/kg) ve üst sınır (60 mg/kg) değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Odun-B değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın negatif yönlü bir

seyir izlediği saptanmıştır. Odun-B içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ($p=0.6911$) (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında B (bor) beslenmesi üzerine etkisi.

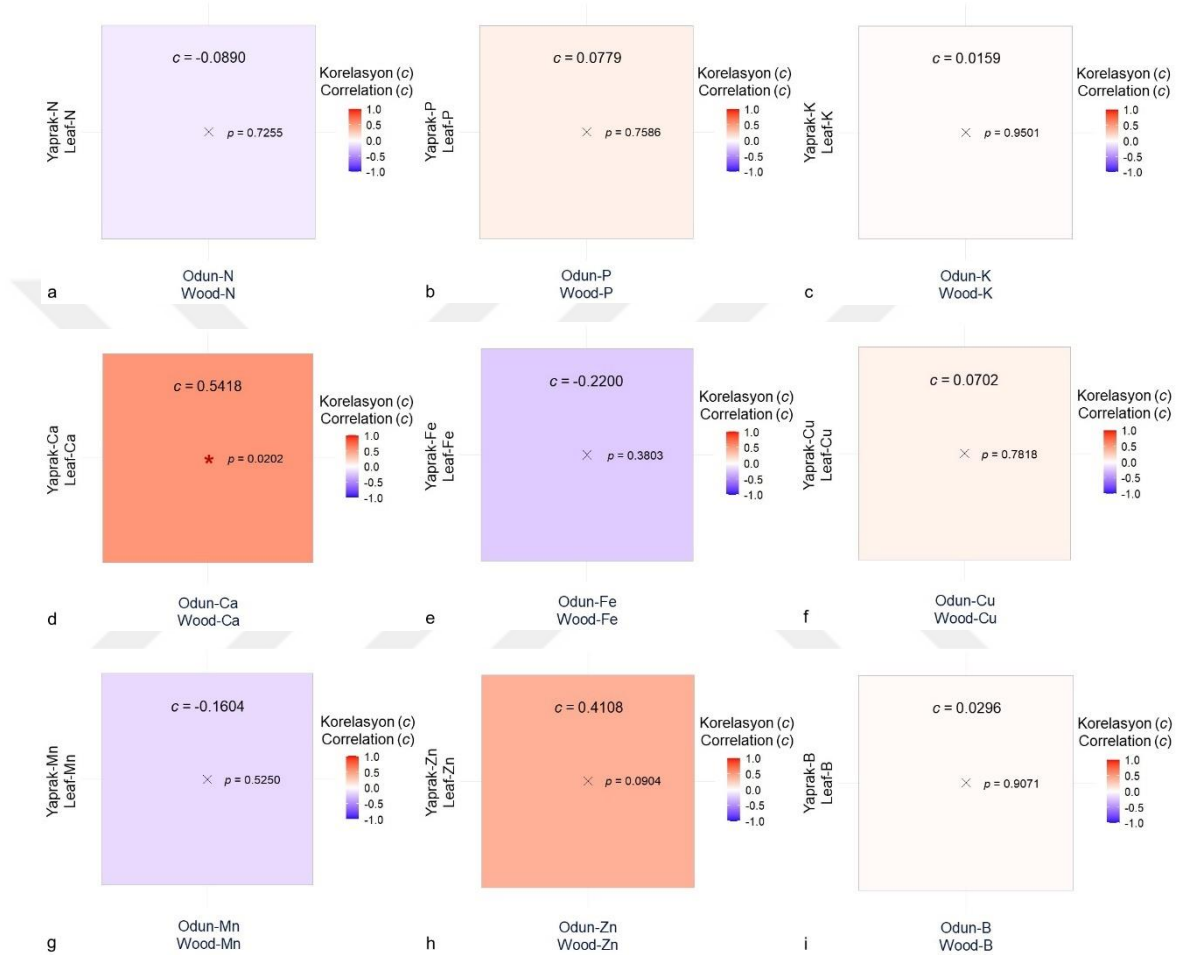
Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir

Elmalarda ürün yükünün Yaprak-B içeriğine önemli etkiler yapmadığı tespit edilmiştir (Sidhu vd., 2022). B pek çok türde floem immobil yani floemde taşınmayan bir elementtir (Mousavi ve Motesharezadeh, 2020). Buna karşın *Malus* cinsinde bor floemde taşınabilmektedir (Brown ve Hu, 1998). Bu durumda ürün yükü arttıkça suyla yani ksilem yoluyla yapraklara gelen bor elementinin, floem yoluyla meyvelere taşındığını söyleyebiliriz. Bununla birlikte rekabetin potasyum kadar yüksek olmadığı anlaşılmaktadır.

5.11. Yaprak ve Odun Besin İçeriği Arasındaki Korelasyon

Yaprak ve odun dokularında N (Şekil 11a), P (Şekil 11b), K (Şekil 11c), Ca (Şekil 11d), Fe (Şekil 11e), Cu (Şekil 11f), Mn (Şekil 11g), Zn (Şekil 11h) ve B (Şekil 11i) içerikleri arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, sadece Ca için istatistiksel olarak önemli ($p=0.0202$) pozitif (korelasyon=0.5418) bir ilişki saptanmıştır. Kökler tarafından absorbe edilen Ca'nın ksilem kanalıyla yapraklara gönderildiği ve floemde nispeten harekesiz olduğu için, kök, meyve ya da gövde gibi organlara taşınmadan meyve dallarında da kaldığı anlaşılmaktadır. Dormant dönem öncesi Ca dışındaki diğer besin

elementlerinin başta yaşlı kökler olmak üzere diğer organlara transfer edilmiş olabilir. Kökler, ilkbaharda sürgün ve köklerin sezon başındaki gelişimini destekleyen karbonhidratlar, diğer besinler ve su için depolama organları olarak hizmet eder (Ibacache vd., 2020). Bates vd., (2002) sezon başlangıcında asmalarda depolanan nişastanın %84'ünü ve azotun %75'ini oluşturan karbonhidrat ve besinlerin ana depolama organının kökler olduğunu bulmuşlardır.



Şekil 5.11. Yaprak ve odun besin içeriği arasındaki korelasyon. (a) N: azot, (b) P: fosfor, (c) K: potasyum, (d) Ca: kalsiyum, (e) Fe: demir, (f) Cu: bakır, (g) Mn: manganez, (h) Zn: çinko ve (i) B: bor. Korelasyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir (*) yada önemsizdir (×)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son FAO rakamlarına (2020) göre; Çin ve ABD'nin ardından 4.300.486 tonluk üretimle dünya elma üretiminde 3. sırada olan Türkiye, dünyada ki elmanın (86.442.716) yaklaşık olarak %4.97'sini üretmektedir (FAO, 2022). Dünya elma üretiminde en önemli ülkelerden biri olan Türkiye, verimlilik, meyve kalitesi ve ihracat bakımından istenilen seviyede değildir.

Bitki besleme çalışmaları süreklilik arz eden bir süreç içermektedir. Bir araştırmanın sonuçları daha sonra yapılacak başka araştırmaların başlangıcını oluşturabilmektedir. Nitekim bu proje sonucunda ortaya çıkan bilgi, elmada daha ileri besleme çalışmalarının yapılmasına ve pratikte karşılaşılan bazı sorunların çözümlenmesine imkân verebilecek niteliktedir. Günümüzde Göller Yöresi ve Türkiye'nin diğer elmacılık bölgelerinde sık dikim bahçelerin en büyük problemlerinden bir tanesini bitki besleme konusu teşkil etmektedir. Çalışma elma ağaçlarının beslenmesinde ürün yükünü de dikkate alan daha hassas bitki besleme programlarının oluşturulabilmesine katkı yapabilecek niteliktedir. Bu da Türkiye'nin meyvecilikte uluslararası alanda rekabet gücünü artıracaktır.

Bu çalışmayla birlikte ülkemizde ürün yükü çalışmalarının önemi konusunda farkındalık oluşturmak ve literatüre katkı yapmak hedeflenmiştir. Literatür incelendiğinde ürün yükünün hafif-orta-şiddetli gibi 3-5 seviyede ele alındığı görülmektedir. Dolayısıyla sınırlı katkılar elde edilmiş durumdadır. Çalışmada 18 farklı ürün yükü ele alınmış ve böylelikle geniş bir yelpazede ürün yükünün bitki beslenmesine olan etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmanın ayrıca metodolojik yönden daha önce yapılan çalışmaların eksikliklerini giderebileceği ve pratiğe dönük modellemeler yapmaya imkân tanıyabileceği düşünülmektedir.

Ürün yükünün bitki besin kompozisyonu ve içeriği üzerindeki etkisi meyve türü ve lokal bahçe şartlarına göre farklı olabilmektedir. Burdur şartlarında organik sirke üretimine odaklı sık dikim ticari bir elma bahçesinde yürütülen bu çalışmada 18 farklı ürün yükü test edilmiştir. Proje kapsamında öncelikle aynı bahçe şartlarında farklı ürün yüküne sahip ağaçlar belirlenmiş, yaprak analizleriyle bu ağaçların beslenme durumları ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen verilerle farklı ürün yüküne sahip ağaçların beslenme durumları modellenmiştir.

Deneme ağaçlarının tamamında normal alt sınırın altında K, Ca ve Zn değerleri tespit edilmiştir. Bu durumda deneme bahçesi koşullarında en azından K, Ca ve Zn elementleri için dengesiz bir bitki besleme programının varlığından söz edebiliriz.

Çalışmada rn yükü arttıa Yaprak-K içeriğinin önemli derecede azaldığı, buna karşın Yaprak-Ca ve Yaprak-Mn içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir.

Yaprak ve odun dokularında bulunan Ca'nın pozitif bir korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

rn yükünün ağaç beslenmesi üzerine olan etkilerinin daha net olarak anlaşılabilmesi için farklı ürün yüküne sahip ağaçlarda terleme ve topraktan gövdeye su akışına neden olan faktörlerin araştırılmasında fayda olacağını düşünmekteyiz. Elde edilen sonuçlar bahçe yönetiminde bitki besleme uygulamalarının daha hassas şekilde yapılabilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Anthony, B., Serra, S., ve Musacchi, S. (2019). Optimizing crop load for new apple cultivar: “WA38”. *Agronomy*, 9, 107. <https://doi.org/10.3390/agronomy9020107>.
- Atay, E. (2016). Which nutrients in the leaf decrease linearly as fruit load increases in apples? A preliminary study. In O. Köksal (Eds.), *1st International Academic Research Congress*, 656-659. Antalya, Türkiye.
- Atay, E., Crété, X., Loubet, D., ve Lauri, P.E. (2021). Effects of different crop loads on physiological, yield and fruit quality of 'JoyaTM' apple trees: High crop load decreases maximum daily trunk diameter and does not affect stem water potential. *International Journal of Fruit Science*, 21, 955-969. <https://doi.org/10.1080/15538362.2021.1951922>.
- Barkera, A. V., ve Stratton, M. L. (2020). Nutrient density of fruit crops as a function of soil fertility. In: A. K. Srivastava, ve C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*, 13-32. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00002-2>.
- Barritt, H. B. (1992). *Intensive orchard management*. Washington State University, Washington.
- Bates, T. R., Dunst, R. M., ve Joy, P. (2002). Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in “Concord” grapevines roots. *HortScience*, 37, 313-316. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.2.313>.
- Blanco, A., Pequerul, A., Val, J., Monge, E., ve Gomez Aparisi, J. (1995). Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in ‘Catherine’ peach. *Journal of Horticultural Sciences*, 70, 623-629. <https://doi.org/10.1080/14620316.1995.11515335>.
- Bound, S. A. (2019). Precision crop load management of apple (*Malus × domestica* Borkh.) without chemicals. *Horticulturae*, 5, 3. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010003>.
- Brown, P. H., Hu, H. (1998). Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops*, 82, 28-31.
- Corelli, L., Sansavini, S. (1989). Light interception and photosynthesis related to planting density and canopy management in apple. *Acta Horticulturae*, 243, 159-174. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.243.20>.
- Ding, N, Chen, Q., Zhu, Z., Peng, L., Ge, S., ve Jiang, Y. (2017). Effects of crop load on distribution and utilization of ¹³C and ¹⁵N and fruit quality for dwarf apple trees. *Scientific Reports*, 7, 14172. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14509-3>.

- Dobrzanski, B., Rabcewicz, J., ve Rybczynski, R. (2006). *Handling of Apple: Transport Techniques and Efficiency Vibration, Damage and Bruising Texture, Firmness and Quality*. ISBN: 83-89969-55-6.
- Drazeta, L., Lang, A., Hall, A. J., Volz, R. K., ve Jameson, P.E. (2004). Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. *Annals of Botany*, 93, 275-282. <https://doi.org/10.1093/aob/mch040>.
- Ekinci, E. (2010). *Farklı ürün yükü uygulamalarının elma ağaçlarının vejetatif gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Embree, C. G., Myra, M. T., Nichols, D. S., ve Wright, A. H. (2007). Effect of blossom density and crop load on growth, fruit quality, and return bloom in ‘Honeycrisp’ apple. *HortScience*, 42, 1622-1625. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.7.1622>.
- Epstein, E., ve Bloom, A. J. (2005). *Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA.
- Etesami, H., ve Jeong, B. R. (2020). Importance of silicon in fruit nutrition: Agronomic and physiological implications. In: A. K. Srivastava, ve C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*, 255-278. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00019-8>.
- FAO. (2022). *FAOSTAT database collections*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Erişim adresi <http://www.fao.org/faostat/en/#data/>.
- Ferree, D. C., ve Carlson, R. F. (1987). Apple Rootstocks. In: R. C. Rom, ve R. F. Carlson (Ed.). *Rootstocks for fruit crops*, 107-138. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Getachew, A. D. (2000). *Measures to counteract alternate bearing in apple* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Wehle Verlag, Bonn.
- Goffinet, M. C., Robinson, T. L., ve Lakso, A. N. (1995). A comparison of ‘Empire’ apple fruit size and anatomy in unthinned and hand-thinned trees. *Journal of Horticultural Sciences*, 70, 375-387. <https://doi.org/10.1080/14620316.1995.11515307>.
- Gündeşli, M. A., Kafkas, N. B., Güney, M., ve Kafkas, S. (2021). Seasonal changes in the mineral nutrient concentrations of different plant organs of pistachio trees in alternate bearing “on” and “off” years. *Erwerbs-Obstbau*, 63, 279-292. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00567-5>.
- Hampson, C. R., Kemp, H. (2003). Characteristics of important commercial apple cultivars. In: D. C Ferree, ve I. J. Warrington (Ed.). *Apples: Botany, production and uses*, 61-89. CABI Publishing, Cambridge.
- Hansen, P. (1971). The effects of cropping on uptake, contents, and distribution of nutrients in apple leaves. *Tidsskrift for Planteavl*, 75, 615-625.

- Hansen, P. (1973). The effect of cropping on the growth and uptake of nutrients by apple trees at different levels of nitrogen, potassium, magnesium and phosphorus. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 23, 87-92. <https://doi.org/10.1080/00015127309436228>.
- Hermans, C., Bourgis, F., Faucher, M., Strasser, R. J., Delrot, S., ve Verbruggen, N. (2005). Magnesium deficiency in sugar beets alters sugar partitioning and phloemloading in young mature leaves. *Planta*, 220, 541-549. <https://doi.org/10.1007/s00425-004-1376-5>.
- Ibacache, A., Verdugo-Vasquez, N., ve Zurita-Silva, A. (2020). Rootstock: Scion combinations and nutrient uptake in grapevines. In: A. K. Srivastava, ve C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and management of nutrient constraints*, 297-316. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00021-6>.
- İkinci, A., Bolat, İ., Ercişli, S., ve Kodad, O. (2014). Influence of rootstocks on growth, yield, fruit quality and leaf mineral element contents of pear cv. 'Santa Maria' in semi-arid conditions. *Biological Research*, 47, 1-8. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-47-71>.
- Jadczuk, E., ve Lenz, F. (1994). Effect of nutrient supply and fruit load on K concentration in plant organ of apple. *Gartenbauwissenschaft*, 59, 149-153.
- Kramer, P. J., ve Kozlowski, T. T. (1979). *Physiology of woody plants*. Academic Press, New York, USA.
- Lakso, A. N., Wünsche, J. N., Palmer, J. W., ve Corelli Grappadelli, L. (1999). Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. *HortScience*, 34, 1040. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.6.1040>.
- Landsberg, J. J. (1974). *Orchard microclimate and its effect on the growth cycle of apple trees* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). University of Bristol.
- Luby, J. J. (2003). Taxonomic classification and brief history. In: D. C Ferree, ve I. J. Warrington (Ed.). *Apples: Botany, production and uses*, 1-14. CABI Publishing, Cambridge.
- Martin, T., Oswald, O., ve Graham, I. A. (2002). Arabidopsis seedling growth, storagelipid mobilization, and photosynthetic gene expression are regulated by carbon:nitrogen availability. *Plant Physiology*, 128, 472-481. <https://doi.org/10.1104/pp.010475>.
- Meszaros, M., Hnátková, H., Conka, P., ve Náместek, J. (2021). Linking mineral nutrition and fruit quality to growth intensity and crop load in apple. *Agronomy*, 11, 506. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030506>.

- Mousavi, S. M., ve Motesharezadeh, B. (2020). Boron deficiency in fruit crops. In: A. K. Srivastava, ve C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and management of nutrient constraints*, 191-210. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00015-0>.
- Neilsen, G. H., ve Neilsen, D. (2003). Nutritional requirements of apple. In: D. C Ferree, ve I. J. Warrington (Ed.). *Apples: Botany, production and uses*, 267-302. CABI Publishing, Cambridge.
- Neilsen, G. H., Neilsen, D., Guak, S. H, ve Forge, T. (2015). The effect of deficit irrigation and crop load on leaf and fruit nutrition of fertigated ‘Ambrosia’/‘M.9’ apple. *HortScience*, 50, 1387-1393. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.9.1387>.
- Nestby, R., ve Retamales, J. B. (2020). Diagnosis and management of nutritional constraints in berries. In: A. K. Srivastava, ve C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and management of nutrient constraints*, 567-582. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00040-X>.
- Nii, N. (1997). Changes of starch and sorbitol in leaves before and after removal of fruits from peach trees. *Annals of Botany*, 79, 139-144. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0324>.
- Noiton, D. A., ve Alspach, P. A. (1996). Founding clones, inbreeding, coancestry, and status number of modern apple cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121, 773-782. <https://doi.org/10.21273/JASHS.121.5.773>.
- Oertli, J. J., Richardson, W. F. (1970). The mechanism of boron immobility in plants. *Physiologia Plantarum*, 23, 108-116. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1970.tb06397.x>.
- Oliveira, C. M., Priestley, C. A. (1988). Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews*, 10, 403-430. <https://doi.org/10.1002/9781118060834.ch10>.
- Özbek, S. (1977). *Genel Meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 111, Ders Kitabı: 6, Adana.
- Pallas, B., Da Silva, D., Valsesia, P., Yang, W., Guillaume, O., Lauri, P.E., Vercambre, G., Génard, M., ve Costes, E. (2016). Simulation of carbon allocation and organ growth variability in apple tree by connecting architectural and source-sink models. *Annals of Botany*, 118, 317-330. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw085>.
- Parent, L. E., Rozane, D. E., de Deus, J. A. L., ve Natale, W. (2020). Diagnosis of nutrient composition in fruit crops: Major developments. In: A. K. Srivastava, ve C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and management of nutrient constraints*, 145-156. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00012-5>.
- Phipps, J. B., Robertson, K. R., Smith, P. G., ve Rohrer, J. R. (1990). A Checklist of the Subfamily *Maloideae* (*Rosaceae*). *Canadian Journal of Botany*, 68, 2209-2269. <https://doi.org/10.1139/b90-288>.

- R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Reig, G., Lordan, J., Fazio, G., Grusak, M. A., Hoying, S., Cheng, L., Francescatti, P., ve Robinson, T. (2018). Horticultural performance and elemental nutrient concentrations on ‘Fuji’ grafted on apple rootstocks under New York State climatic conditions. *Scientia Horticulturae*, 227, 22-37. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.>
- Remans, T., Nacry, P., Pervent, M., Girin, T., Tillard, P., Lepetit, M., ve Gojon, A. (2006). A central role for the nitrate transporter NRT2: 1 in the integrated morphological and physiological responses of the root system to nitrogen limitation in *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 140, 909-921. <https://doi.org/10.1104/pp.105.075721>.
- Robinson, T. L. (2003). Apple-orchard planting systems. In: D. C Ferree, ve I. J. Warrington (Ed.). *Apples: Botany, production and uses*, 345-407. CABI Publishing, Cambridge.
- Saltan, F. Z., ve H. Seçilmiş Canbay. (2015). Eskişehir’de halk arasında kullanılan bazı bitkilerdeki ağır metal ve besin elementlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19, 83-90.
- Samuoliene, G., Viskeliene, A., Sirtautas, R., ve Kviklys, D. (2016). Relationships between apple tree rootstock, crop-load, plant nutritional status and yield. *Scientia Horticulturae*, 211, 167-173. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.08.027>.
- Serra, S., Leisso, R., Giordani, L., Kalcsits, L., ve Musacchi, S. (2016). Crop load influences fruit quality, nutritional balance, and return bloom in ‘Honeycrisp’ apple. *HortScience*, 51, 236-244. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.3.236>.
- Sidhu, R. S., Bound, S. A., ve Hunt, I. (2022). Crop Load and thinning methods impact yield, nutrient content, fruit quality, and physiological disorders in ‘Scilate’ apples. *Agronomy*, 12, 1989. <https://doi.org/10.3390/agronomy12091989>.
- Silber, A., Israeli, Y., Levi, M., Keinan, A., Chudi, G., Golan, A., Noy, M., Levkovitch, I., Narkis, K., Naor, A., ve Assouline, S. (2003). The roles of fruit sink in the regulation of gas exchange and water uptake: A case study for avocado. *Agricultural Water Management*, 116, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.10.006>.
- Stander, P. J, Barry, G. H., ve Cronjé, P. J. R. (2018). The significance of macronutrients in alternate bearing ‘nadorcott’ mandarin trees. *Hortscience*, 53, 1600-1609. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13230-18>.
- Şimsek, M. (2016). Chemical, mineral, and fatty acid compositions of various types of walnut (*Juglans regia L.*) in Turkey. *Bulgarian Chemical Communications*, 48, 66-70.

- Tromp, J. (2005). Mineral nutrition In: J. Tromp, A. D. Webster, ve S. J. Wertheim (Ed.). *Fundamentals of temperate zone tree fruit production*, 55-64. Backhuys Publishers, Leiden.
- Tustin, D. S. (1990) The production and training of ‘Gala.’ *Compact Fruit Tree*, 23, 80-82.
- TÜİK. (2022). *Türkiye İstatistik Kurumu*. Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>.
- Uçgun, K., Akgül, H., Gezgin, S., ve Atasay, A. (2013). Meyve ağaçlarında beslenme durumlarının erken dönemde tespit edilebilirliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8, 93-98.
- Uçgun, K., Altındal, M., ve Cansu, M. (2018). Usage of shoot analyses to assess early-season nutritional status of apple trees. *Erwerbs-Obstbau*, 60, 113-117. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0342-x>.
- Urban, L., Lechaudel, M., ve Lu, P. (2004). Effect of fruit load and girdling on leaf photosynthesis in *Mangifera indica* L. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2075-2085. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh220>.
- Van Goor, B. J., Van Lune, P. (1980). Redistribution of potassium, boron, iron, magnesium and calcium in apple trees determined by an indirect method. *Physiologia Plantarum*, 48, 21-26. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1980.tb03213.x>.
- Vilhena, N. Q., Quiñones, A., Rodríguez, I., Gil, R., Fernández-Serrano, P., ve Salvador A. (2020). Leaf and Fruit nutrient concentration in Rojo Brillante persimmon grown under conventional and organic management, and its correlation with fruit quality parameters. *Agronomy*, 12, 237. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020237>.
- Wojcik, P., ve Filipczak, J. (2019). Prognosis of the nutritional status of apple trees based on prebloom leaves and flowers. *Journal of Plant Nutrition*, 42, 2003-2009. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1648683>.
- Wünsche, J. N., ve Ferguson, I. B. (2005). Crop load interactions in apple. *Horticultural Reviews*, 31, 231-290. <https://doi.org/10.1002/9780470650882.ch5>.
- Zakhleniuk, O. V., Raines, C. A., ve Lloyd, J. C. (2001). pho3: a phosphorous-deficient mutant of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Planta*, 212, 529-534. <https://doi.org/10.1007/s004250000450>.