

## ***Sık Dikim Elma Bahçelerinde Ürün Yükünün Ağaç Beslenmesine Etkisi Üzerine Ön Çalışma***

**Saido Mohamed YUSUF<sup>1</sup>** 

**Ersin ATAY<sup>2\*</sup>** 

<sup>1</sup>*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı, Burdur/TÜRKİYE*

<sup>2</sup>*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bahçe Tarımı Programı, Burdur/TÜRKİYE*

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8295-7997>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0810-3779>

\*Corresponding author (Sorumlu yazar): [ersinatay@mehmetakif.edu.tr](mailto:ersinatay@mehmetakif.edu.tr)

Received (Geliş tarihi): 24.11.2022 Accepted (Kabul tarihi): 06.03.2023 Online: 29.06.2023

**ÖZ:** 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 ön çalışmada (i) ürün yükü ve yaprak besin elementleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmak, (ii) dormant dönemde alınan budama artıklarının (odun doku) besin elementi içeriklerini belirlemek ve böylelikle ürün yükünün odun dokusunda depolanan besin elementleri üzerine olan etkisini saptamak ve (iii) yaprak ile odun doku 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 doku 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, *Malus × domestica*, meyve yükü.

### ***Preliminary Study on Effect of Crop Load on Tree Nutrition in Intensive Apple Orchards***

**ABSTRACT:** 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 preliminary 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, 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:** Macronutrients, micronutrients, *Malus × domestica*, fruit load.

## GİRİŞ

Birçok bitkide olduğu gibi, elma ağaçları da yaşam döngülerini sağlıklı bir şekilde tamamlayabilmek için 16 besin elementine ihtiyaç duymaktadır. Su (H<sub>2</sub>O) ve karbondioksitten (CO<sub>2</sub>) elde edilen karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) mineral olmayan besin elementleridir ve bu besin elementleri organik maddenin ana bileşenlerini oluşturmaktadır (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), mangan (Mn), molibden (Mo) ve klorür (Cl)] besin elementlerini topraktan alır.

Bitki besin elementlerinin toprak ve bitkideki miktarları arasında pozitif bir ilişki olması beklenmektedir (Uçgun ve ark., 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 olamamaktadır (Uçgun ve ark., 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, 2003; Atay ve ark., 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 incelendiğinde ürün yükünün yaprakta bulunan elementler üzerindeki etkisinin net olmadığı görülmektedir (Hansen, 1971; Samuolienė ve ark., 2016; Anthony ve ark., 2019; Meszaros ve ark., 2021; Sidhu ve ark., 2022). 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 yürütülen bu çalışmada birinci amaç ürün yükü ve yaprak besin elementleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmak, ikinci amaç ise ağaçların dinlenme döneminde alınan budama artıklarının besin elementi içeriklerini belirlemek ve böylelikle ürün yükünün odun dokusunda depolanan besin elementleri üzerine olan etkisini saptamak olmuştur. Çalışmada son olarak vejetatif gelişim döneminde alınan yaprak örnekleri ile dinlenme döneminde alınan odun doku örneklerinin besin elementi içerikleri arasında bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma 2021 yılında Göller Yöresinde (Bayındır Köyü/Yeşilova/Burdur) organik sirke üretimine odaklı ticari bir firmanın elma bahçesinde yürütülmüştür. Denemede Ocak/2011'de 4 × 0.9 m aralıklarla dikilmiş (278 ağaç/dekar) tam verim çağındaki M.9 anacına aşılı Royal Gala çeşidi ağaçları kullanılmıştır. Deneme alanı toprağı tınlı tekstüre sahiptir. Toprakta elma yetiştiriciliğini olumsuz etkileyebilecek tuzluluk, pH ve kireç içeriği mevcut değildir (Çizelge 1). Bahçeye gübre olarak 96 g/ağaç üre ve 7,5 g/ağaç MAP verilmiştir. 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 dışındaki tüm kültürel işlemler lokal koşullara göre gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince yörede ilkbahar geç donları ya da dolu gibi herhangi bir olumsuz iklim olayı yaşanmamıştır. 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 doku (budama artığı) analiz örnekleri/verileri aynı ağaçlardan toplanmıştır.

Yaprak örnekleme, tam çiçeklenme tarihinden (23 Nisan 2021) 111 gün sonra (12 Ağustos 2021) yapılmıştır (Neilsen ve Neilsen, 2003). 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 olarak da 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 kurutulmuştur. Kuruyan örnekler bitki öğütme değirmeninde (Mikrotest, Ankara, Türkiye) öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

Odun doku örnekleri ise yaprak dökümünden sonra ağaçların dinlenme döneminde (29 Aralık 2021) alınmıştır (Neilsen ve Neilsen, 2003). Odun doku

örneklerinin analize hazır hale getirilmesi işlemi tıpkı yaprak örneklerinde olduğu gibi yapılmıştır. 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) " $GKA = \pi (\text{gövde çapı}/2)^2$ " formülüne göre cm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Ürün yükü değerleri ise birim GKA başına düşen verim miktarı hesaplanarak elde edilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanı toprak özellikleri (0-30 cm).

Table 1. Soil properties of the research area (0-30 cm).

	Analiz adı (Soil property)	Sonuç (Mean value)
Fiziksel Analizler (Physical analyzes)	Saturasyon (Saturation) (%)	48
	Tuzluluk (EC) (mS cm <sup>-1</sup> )	0,54
	pH (1:2.5)	7,3
	Kireç (Total lime) (%)	2,85
Kimyasal Analizler (Chemical analyzes)	Organik madde (Organic matter) (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	

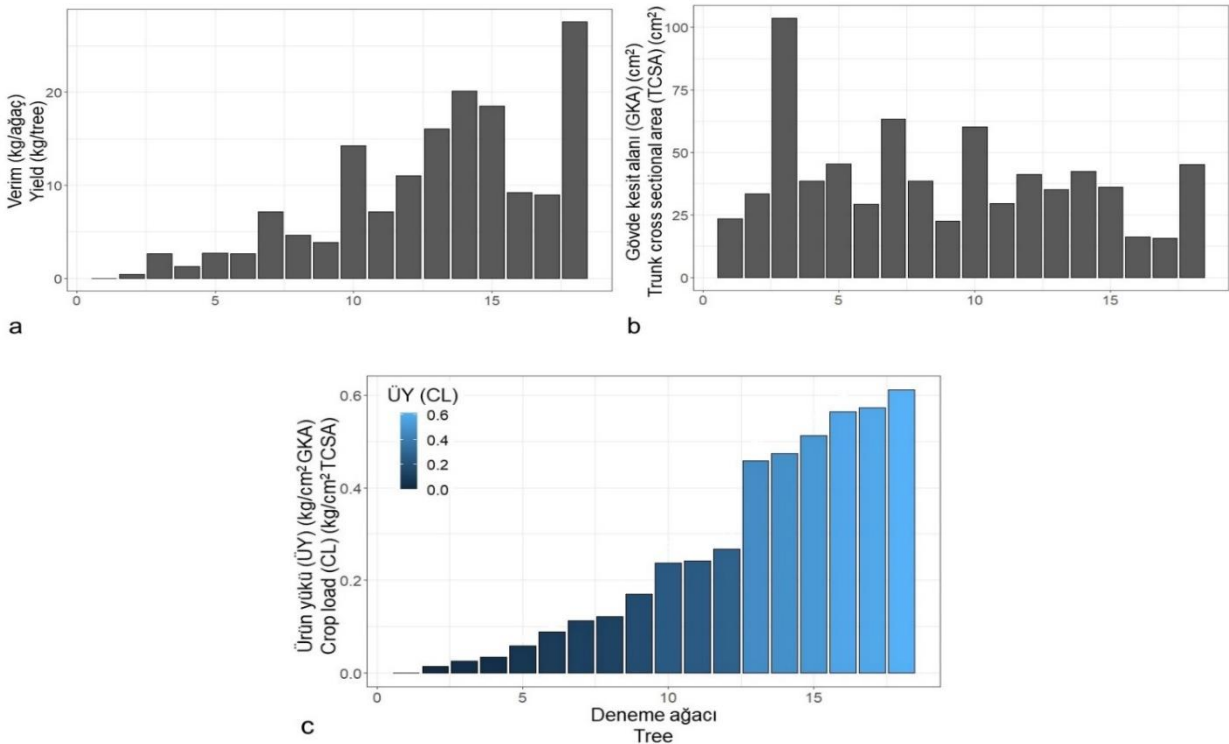
Regresyon (doğrusal) ve korelasyon analizleri ‘R’ (versiyon 4.0.4) (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.rproject.org>) ortamında yapılmıştır (Anonymous, 2021). Tüm grafikler ‘ggplot2’ paketi kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Figürlerdeki yaprak besin elementi içeriği normal üst ve alt sınır değerleri Neilsen ve Neilsen (2003)’ün elma için oluşturduğu referans tablosuna göre verilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı ürün yüklerini temsil eden 18 tam bodur Royal Gala/M.9 kombinasyonu ağacının verim değerleri 0,00 ile 27,57 kg/ağaç (0,00-7666 kg/dekar) arasında değişmiştir (Şekil 1a). Deneme ağaçlarının GKA değerlerinin ise 15,60 ile 103,71 cm<sup>2</sup> arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 1b). Aynı ağaçların ürün yükleri 0,00 ile 0,61 kg/cm<sup>2</sup> GKA arasında değerler almıştır (Şekil 1c).

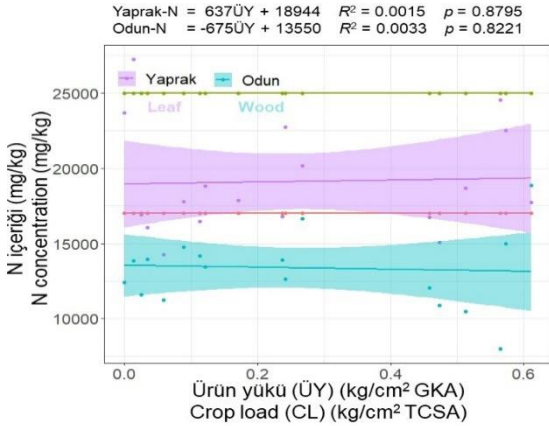
Farklı ürün yükleri uygulanan ağaçların yaprak-N değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın

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 doku-N değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın negatif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun doku-N içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0.8221$ ) (Şekil 2). Daha önceki çalışmalar incelendiğinde ürün yükü ve yaprak-N içeriği arasındaki ilişkinin henüz tam olarak netlik kazanmadığı görülmektedir. Nitekim elmada yapılan bazı çalışmalar ürün yükü arttıkça yaprak-N içeriğinin de arttığını (Urban ve ark., 2004; Wünsche ve Ferguson, 2005; Anthony ve ark. 2019) buna karşın Ding ve ark. (2017) artan ürün yükünün yaprak-N içeriğini azalttığını bildirmiştir. Genotip etkisi dikkate alınmadığında, çalışmalar arasındaki tutarsız sonuçlar, daha önceden Meszaros ve ark. (2021) tarafından da



Şekil 1. Deneme ağaçlarına ait verim (a), gövde kesit alanı (b) ve ürün yükü (c) değerleri.  
Figure 1. Yield (a), trunk cross sectional area (b) and crop load (c) values of trial trees.

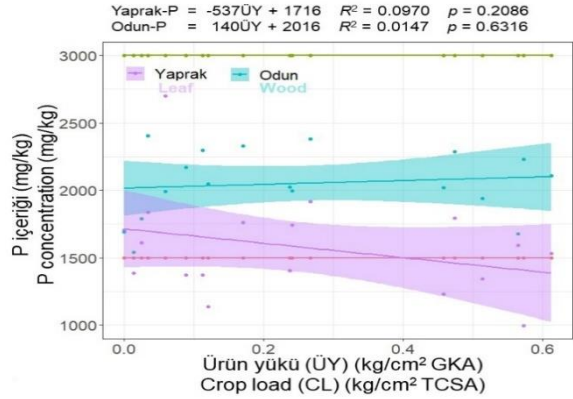
varsayıldığı gibi, muhtemelen ksilem yoluyla topraktan alınan N alımını etkileyen ürün yükü seviyelerindeki farklılıklarla ilgili olabilir. Yaprak-P değerlerine ait regresyon eğrisinin istatistiksel olarak önemsiz negatif bir eğilim gösterdiği saptanmıştır ( $p=0.2086$ ). Denemede yer alan 18 tam bodur Royal Gala/M.9 kombinasyonu ağacından 8 tanesinde yaprak-P içeriklerinin referans normal alt sınırının (1500 mg/kg) altında olduğu diğerlerinin de bu sınıra yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Odun doku-P değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın fakat önemsiz ( $p=0.6316$ ) pozitif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 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.  
Figure 2. Effect of crop load on N (nitrogen) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit.

Antep fıstığında “Yok Yılı” ağaçlarına kıyasla, “Var Yılı” ağaçlarında yaprak-P içeriği daha yüksek bulunmuştur (Gündeşli ve ark., 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 ve ark., 2018). Elmalarda ürün yükünün yaprak-P içeriği üzerinin belirgin olmadığı saptanmıştır (Hansen, 1971; Samuoliené ve ark., 2016; Anthony ve ark., 2019; Sidhu ve ark., 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 edildiği düşünülmektedir. Nitekim elmalarda çiçeklenmeden 6-10 hafta sonra meyve ksilemden ayrılmaktadır (Drazeta vd., 2004). Daha sonra su, karbonhidratlar ve besin elementleri iletim sistemindeki floem yoluyla yapraklardan meyveye taşınabilmektedir.

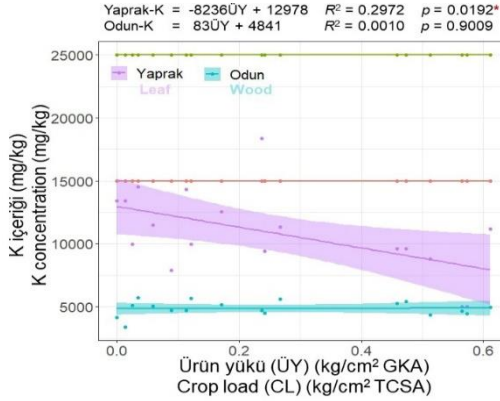


Şekil 3. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında P (fosfor) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir.  
Figure 3. Effect of crop load on P (phosphorus) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit.

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 doku-K değerlerinin 5000 mg/kg'a yakın olduğu belirlenmiştir. Odun doku-K içeriği ile ürün yükü arasında yapılan regresyon analizinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0.9009$ ) (Şekil 4). 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 yapraklarda K içeriğinin azalması beklenebilmektedir (Hansen, 1971; Neilsen ve Neilsen, 2003; Simsek, 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 ve

ark., 2022). Bu çalışma, önceki çalışmalarda yaygın olarak kabul edildiği gibi, artan ürün yükünün yaprak-K içeriğini azalttığını göstermiştir (Wünsche ve Ferguson, 2005; Stander ve ark., 2018; Anthony ve ark., 2019).

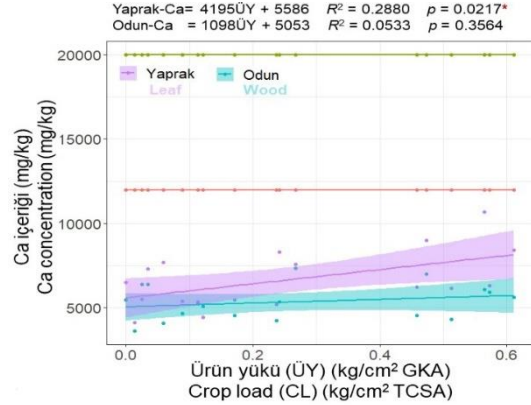


Şekil 4. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında K (potasyum) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir.

\*Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir. Figure 4. Effect of crop load on K (potassium) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit. \*: The regression is significant at  $P < 0.05$ .

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 doku-Ca değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın pozitif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun doku-Ca değerleri ve ürün yükü arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p=0.3564$ ) (Şekil 5). Bazı çalışmalar (Anthony ve ark., 2019; Sidhu ve ark., 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 ve ark., 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 ve ark., 2022). Meyvede Ca birikimi esas olarak terlemeyle oluşan su akışına bağlıdır (Nestby ve Retamales, 2020).

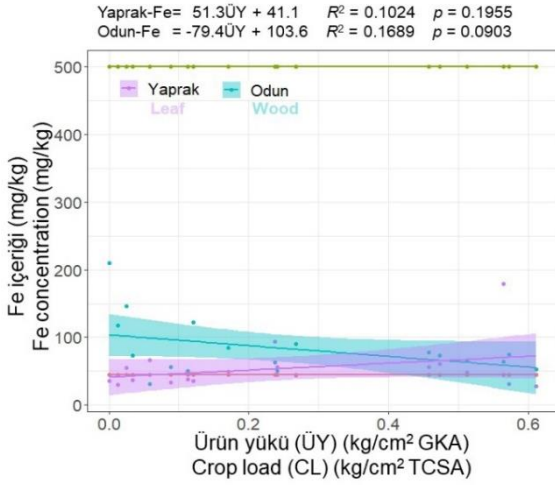


Şekil 5. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Ca (kalsiyum) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. \*:

Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir. Figure 5. Effect of crop load on Ca (calcium) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit. \*: The regression is significant at  $P < 0.05$ .

Ürün yükündeki artışa paralel olarak artan terleme nedeniyle topraktan Ca alımı artabilmektedir. Ca meyveye taşınmadığı için yapraklarda kaldığından, ürün yükü arttıkça yaprakların Ca içeriğinin lineer olarak arttığı sonucuna varılabilir.

Ürün yükü arttıkça yaprak-Fe içeriğine ait regresyon eğrisi pozitif, buna karşın odun doku-Fe içeriğine ait eğri ise negatif bir seyir izlemiştir. Hem yaprak-Fe hem de odun doku-Fe içeriği ile ürün yükü arasındaki regresyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 6). Bazı çalışmalar (Blanco ve ark., 1995; Samuoliené ve ark., 2016; Anthony ve ark., 2019), ürün yükünün yaprak-Fe içeriği üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir. Bazı çalışmalarda (Gündeşli ve ark., 2021) ise ürün yükü yaprak-Fe içeriğini arttırmıştır. Mevcut çalışmada ürün yükü artışının belli bir rekabet seviyesine kadar (kırılma noktası) fotosentez ve terleme ve dolayısıyla topraktan yapraklara demir akışını arttırabileceği düşünülmektedir.



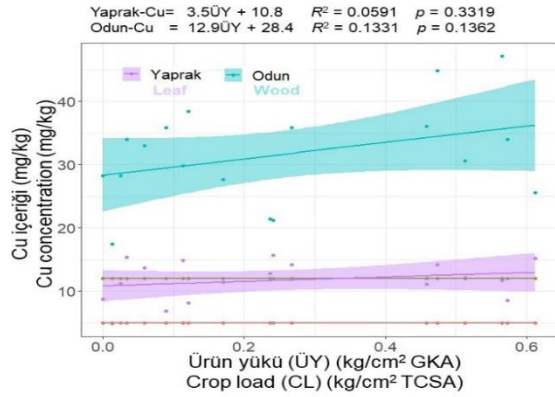
Şekil 6. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Fe (demir) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir.

Figure 6. Effect of crop load on Fe (iron) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit.

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 doku-Cu değerlerine ait eğilim çizgisinin pozitif yönlü buna karşın önemsiz ( $p=0.1362$ ) bir seyir izlediği saptanmıştır (Şekil 7). Blanco ve ark. (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.

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 doku-Mn değerlerine ait regresyon çizgisinin yataya yakın negatif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun doku-Mn içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel

olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0.0559$ ) (Şekil 8). Bazı çalışmalarda (Gündeşli ve ark., 2021) ürün yükünün artması yaprak-Mn içeriğini arttırırken, bazılarında (Blanco ve ark., 1995; Atay, 2016) durum tam tersi olmuştur. Diğer çalışmalar (Anthony ve ark., 2019; Sidhu ve ark., 2022), ürün yükünün yaprak-Mn içeriği üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu bulmuştur. Meyvenin varlığı stomaları açarak fotosentezi ve dolayısıyla solunumu tetiklemektedir (Silber ve ark., 2013). Sonuç olarak, mevcut bahçe şartlarında ürün yükü arttıkça, topraktan yapraklara ksilemlerle taşınan Mn miktarı artmış olabilir.



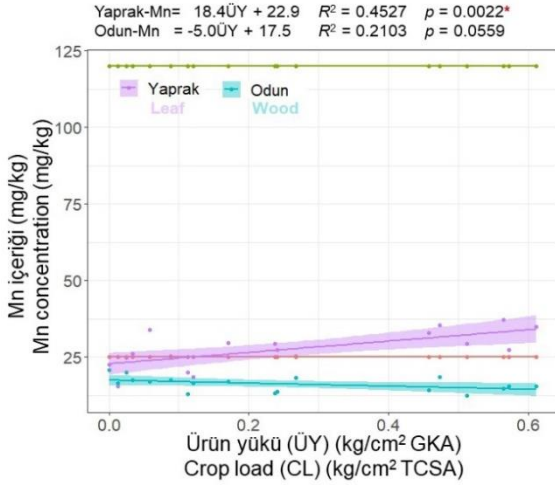
Şekil 7. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Cu (bakır) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir.

Figure 7. Effect of crop load on Cu (copper) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit.

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 doku-Zn değerlerine ait eğilim çizgisinin pozitif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun doku-Zn içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0.3970$ ) (Şekil 9). Ürün yükünün yaprak-Zn içeriği üzerindeki etkisi genellikle önemsiz bulunmuştur (Blanco ve ark., 1995; Anthony ve ark., 2019). Zn, floemde hareketliliği değişken olan bir besin

elementidir ve bitki Zn açısından zenginse bu elementin floemdeki hareketliliği daha yüksek olabilmektedir (Etesami ve Jeong, 2020).

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 ( $p=0.3251$ ).

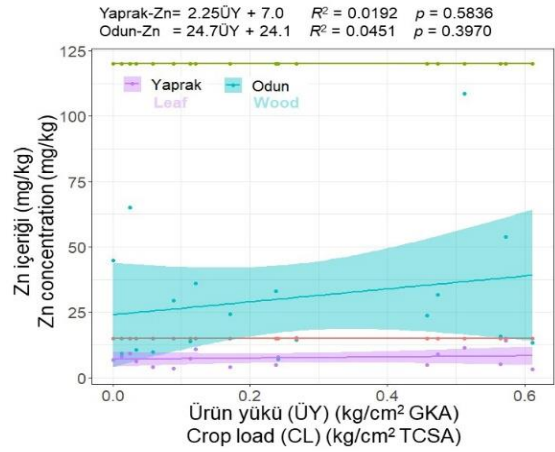


Şekil 8. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında Mn (manganez) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. \*:Regresyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir.

Figure 8. Effect of crop load on Mn (manganese) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit. \*: The regression is significant at  $P<0.05$

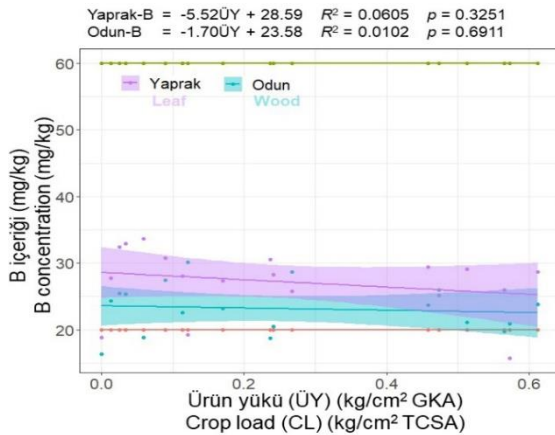
Deneme ağaçlarının yaprak-B içeriklerinin genellikle referans normal alt sınır (20 mg/kg) ve üst sınır (60 mg/kg) değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Odun doku-B değerlerine ait eğilim çizgisinin yataya yakın negatif yönlü bir seyir izlediği saptanmıştır. Odun doku-B içeriği ile ürün yükü arasında istatistiksel olarak önemli bir regresyonun olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0.6911$ ) (Şekil 10). Elmalarda ürün yükünün yaprak-B içeriğine önemli etkiler yapmadığı tespit edilmiştir (Sidhu ve ark., 2022). B pek çok türde floemde hareketsiz 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 borun, floem yoluyla meyvelere taşındığı söylenebilir. Bununla birlikte rekabetin potasyum kadar yüksek olmadığı anlaşılmaktadır. 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.



Şekil 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.

Figure 9. Effect of crop load on Zn (zinc) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit.



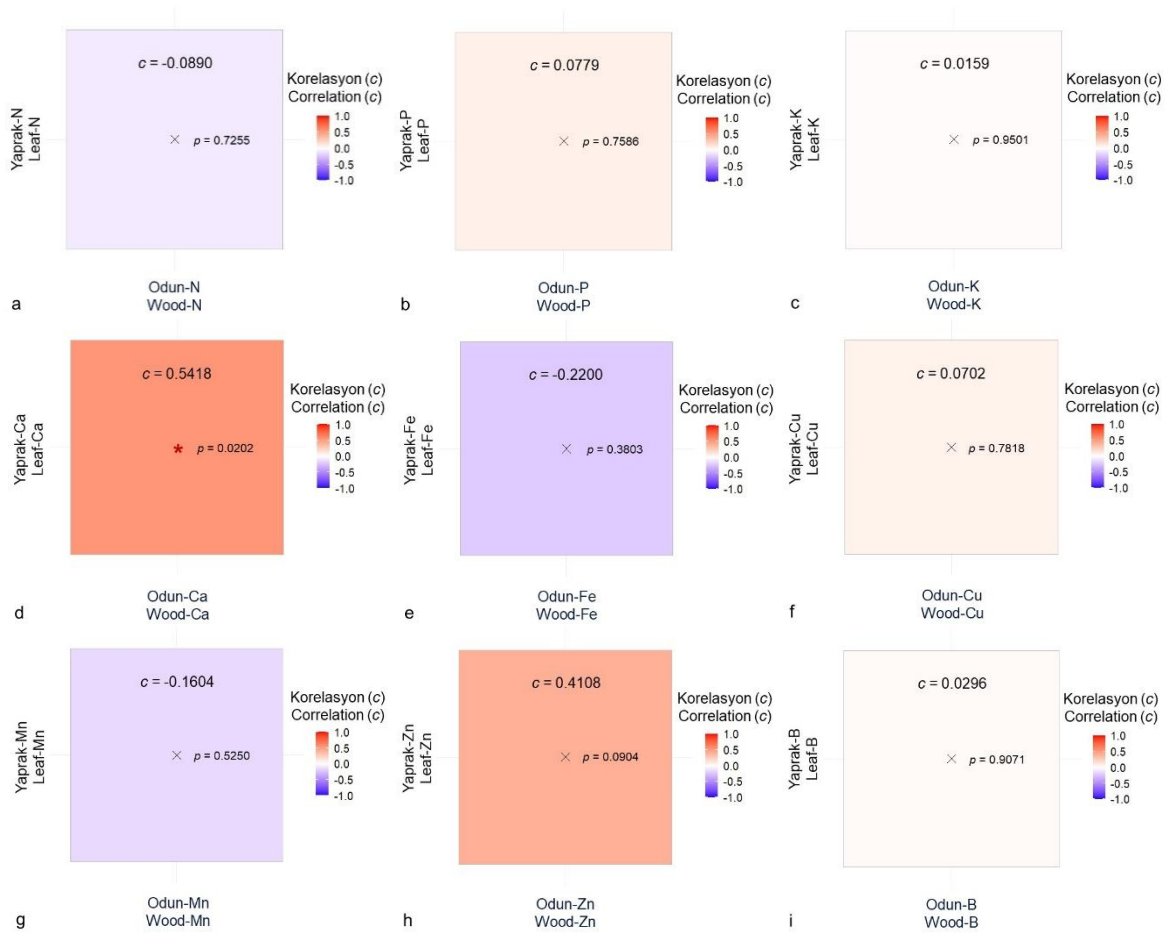
Şekil 10. Ürün yükünün Royal Gala/M.9 elmasında B (bor) beslenmesi üzerine etkisi. Yeşil yatay çizgi elma yapraklarında bulunan besin elementinin normal üst sınırını, kırmızı yatay çizgi ise normal alt sınırını göstermektedir. Figure 10. Effect of crop load on B (boron) nutrition in Royal Gala/M.9 apple. The green horizontal line represents the normal upper limit of the nutrient in apple leaves, and the red horizontal line represents the lower normal limit.



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 olması muhtemeldir. Kökler, ilkbaharda sürgün ve köklerin sezon başındaki gelişimini destekleyen karbonhidratlar, diğer besinler ve su için depolama

organları olarak hizmet etmektedir (Ibache ve ark., 2020).

Bates ve ark. (2002), sezon başlangıcında asmalarda depolanan nişastanın %84'ünü ve azotun %75'ini oluşturan karbonhidrat ve besinlerin ana depolama organının kökleri olduğunu bulmuşlardır.



Şekil 11. Yaprak ve odun doku besin içeriği arasındaki korelasyon. (a) N: azot, (b) P: fosfor, (c) K: potasyum, (d) Ca: kalsiyum, (e) Fe: demir, (f) Cu: bakır, (g) Mn: mangan, (h) Zn: çinko ve (i) B: bor. Korelasyon %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir (\*) yada önemsizdir (x).

Figure 11. Correlation between leaf and wood nutrient concentration. (a) N: nitrogen, (b) P: phosphorus, (c) K: potassium, (d) Ca: calcium, (e) Fe: iron, (f) Cu: copper, (g) Mn: manganese, (h) Zn: zinc, and (i) B: boron. Correlation is significant (\*) or non significant (x) at  $P < 0.05$ .

## SONUÇ

Burdur şartlarında organik sirke üretimine odaklı sık dikim ticari bir elma bahçesinde yürütülen bu çalışmada 18 farklı ürün yükü test edilmiştir. 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 edilebilir. Çalışmada ürün yükü arttıkça 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 (0.5418) gösterdiği belirlenmiştir. Ürün 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 olacağı düşünülmektedir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anthony, B., S. Serra, and S. Musacchi. 2019. Optimizing crop load for new apple cultivar: "WA38". *Agronomy* 9: 107.
- Atay, E. 2016. Which nutrients in the leaf decrease linearly as fruit load increases in apples? A preliminary study. p. 656-659. In: 1st International Academic Research Congress, Antalya, Turkey, 3-5 November. Antalya, Türkiye.
- Atay, E., X. Crété, D. Loubet, and P. E. Lauri. 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. *Int. J. Fruit Sci.* 21(1): 955-969.
- Barkera, A. V., and M. L. Stratton. 2020. Nutrient density of fruit crops as a function of soil fertility. pp. 13-32. In: A. K. Srivastava, and C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Bates, T. R., R. M. Dunst, and P. Joy. 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in "Concord" grapevines roots. *HortScience* 37(2): 313-316.
- Blanco, A., A. Pequerul, J. Val, E. Monge, and J. Gomez Aparisi. 1995. Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in 'Catherine' peach. *J. Hortic. Sci.* 70(4): 623-629.

Elde edilen sonuçlar bahçe yönetiminde bitki besleme uygulamalarının daha hassas şekilde yapılabilmesine katkı sunacaktır.

## TEŞEKKÜR

Saido Mohamed YUSUF'un yüksek lisans tezinden türetilen bu çalışma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 0781-YL-21). Çalışmanın bahçelerinde yürütülmesine izin veren Bulargi Gurme (Burdur) firmasına teşekkür ederiz. Arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki desteklerinden dolayı sayın Dr. Ayşe Nilgün ATAY'a ve Sayın Dr. Aslıhan CESUR TURGUT'a teşekkürlerimizi sunarız. Bu çalışmanın özeti Ulusal Meyvecilik Sempozyumu (27-30 Eylül 2022, Eğirdir, Isparta) bildiri özet kitabında yayınlanmıştır.

- Bound, S. A. 2019. Precision crop load management of apple (*Malus × domestica* Borkh.) without chemicals. *Horticulturæ* 5: 3.
- Brown, P. H., H. Hu. 1998. Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops* 82 (2): 28-31.
- Ding, N, Q. Chen, Z. Zhu, L. Peng, S. Ge, and Y. Jiang. 2017. Effects of crop load on distribution and utilization of 13C and 15N and fruit quality for dwarf apple trees. *Sci. Rep.* 7: 14172.
- Drazeta, L., A. Lang, A. J. Hall, R. K. Volz, and P. E. Jameson. 2004. Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. *Ann. Bot.* 93: 275-282.
- Etesami, H., and B. R. Jeong. 2020. Importance of silicon in fruit nutrition: Agronomic and physiological implications. pp. 255-278. In: A. K. Srivastava, and C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Gündeşli, M. A, N. B. Kafkas, M. Güney, and S. Kafkas. 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.
- Hansen, P. 1971. The effects of cropping on uptake, contents, and distribution of nutrients in apple leaves. *Tidsskr. planteavl* 75: 615-625.

- Ibacache, A., N. Verdugo-Vasquez, and A. Zurita-Silva. 2020. Rootstock: Scion combinations and nutrient uptake in grapevines. pp. 297-316. In: A. K. Srivastava, and C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Meszáros, M., H. Hnátková, P. Conka, and J. Námestek. 2021. Linking mineral nutrition and fruit quality to growth intensity and crop load in apple. *Agronomy* 11: 506.
- Mousavi, S. M., and B. Motesharezadeh. 2020. Boron deficiency in fruit crops. pp. 191-210. In: A. K. Srivastava, and C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Neilsen, G. H., and D. Neilsen. 2003. Nutritional requirements of apple. pp. 267-302. In: Ferree, D. C., and I. J. Warrington (Ed.). *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing, Cambridge.
- Nestby, R., and J. B. Retamales. 2020. Diagnosis and management of nutritional constraints in berries. pp. 567-582. In: A. K. Srivastava, and C. Hu (Ed.). *Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Anonymous, 2021. 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/>.
- Robinson, T. L. 2003. Apple-orchard planting systems. pp. 345-407. In: Ferree, D. C., and I. J. Warrington (Ed.). *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing, Cambridge.
- Saltan, F. Z., and H. Seçilmiş Canbay. 2015. Eskişehir’de halk arasında kullanılan bazı bitkilerdeki ağır metal ve besin elementlerinin belirlenmesi. *SDÜ Fen Bil. Enst. Derg.* 19(1): 83-90.
- Samuolienė, G., A. Viškėlienė, R. Sirtautas, and D. Kviklys. 2016. Relationships between apple tree rootstock, crop-load, plant nutritional status and yield. *Sci. Hortic.* 211: 167-173.
- Sidhu, R. S., S. A. Bound, and I. Hunt. 2022. Crop Load and thinning methods impact yield, nutrient content, fruit quality, and physiological disorders in ‘Scilate’ apples. *Agronomy* 12: 1989.
- Silber, A., Y. Israeli, M. Levi, A. Keinan, G. Chudi, A. Golanb, M. Noy, I. Levkovitch, K. Narkis, A. Naor, and S. Assoulinea. 2013. The roles of fruit sink in the regulation of gas exchange and water uptake: A case study for avocado. *Agric. Water Manag.* 116: 21-28.
- Stander, P. J., G. H. Barry, and P. J. R. Cronjé. 2018. The significance of macronutrients in alternate bearing ‘nadorcott’ mandarin trees. *Hortscience* 53(11): 1600-1609.
- Simsek, M. 2016. Chemical, mineral, and fatty acid compositions of various types of walnut (*Juglans regia* L.) in Turkey. *Bulg. Chem. Commun.* 48(1): 66-70.
- Uçgun, K., H. Akgül, S. Gezgin, and A. Atasay. 2013. Meyve ağaçlarında beslenme durumlarının erken dönemde tespit edilebilirliği. *SDÜ Zir. Fak. Derg.* 8(1): 93-98.
- Uçgun, K., M. Altındal, and M. Cansu. 2018. Usage of shoot analyses to assess early-season nutritional status of apple trees. *Erwerbs-Obstbau* 60: 113-117.
- Urban, L., M. Lechaudel, and P. Lu. 2004. Effect of fruit load and girdling on leaf photosynthesis in *Mangifera indica* L. *J. Exp. Bot.* 55: 2075-2085.
- Vilhena, N. Q., A. Quiñones, I. Rodríguez, R. Gil, P. Fernández-Serrano, and A. Salvador. 2022. 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.
- Wojcik, P., and J. Filipczak. 2019. Prognosis of the nutritional status of apple trees based on prebloom leaves and flowers. *J. Plant Nutr.* 42(16): 2003-2009.
- Wünsche, J. N., and I. B. Ferguson. 2005. Crop load interactions in apple. *Hortic. Rev.* 31: 231-290.