

Elma'nın Beslenmesi Üzerine Demir Zengin Organomineral Gübrelerin Etkisi

Serdar TOPRAK*

Tarımsal Üretim ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Bitkisel Üretim Bölümü, Söke, Aydın, Türkiye

*Sorumlu yazar: serdar.toprak@gmail.com

Özet

Demir eksikliği, kireçli topraklarda ve yüksek pH'da yetişen birçok ürün için önemli bir sınırlamadır. Demir eksikliğinin sıklıkla hem meyve verimini hem de meyve kalitesini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Son yıllarda, organik ve inorganik gübre kaynaklarının karışımı olarak adlandırılan organomineral gübrelerinin kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Bu çalışma, 2012 ve 2013 yıllarında iki yıl boyunca Eskişehir ekolojik koşullarında kireçli bir toprakta demir zengin organomineral gübre dozlarının elmanın beslemesine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, elma ağaçlarına uygulanan gübre dozları kontrol hariç, Organik gübre (Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç⁻¹), FeOMG1 (FeSO₄: 100 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç⁻¹), FeOMG2 (FeSO₄: 200 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç⁻¹), FeOMG3 (FeSO₄: 400 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç⁻¹), FeOMG4 (FeSO₄: 800 g + Çiftlik gübresi: 10 kg ağaç⁻¹) olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, artan dozlarda uygulanan demir açısından zengin organomineral gübreler, yaprak N, P, K ve Fe içeriğini artırmıştır. Ancak yaprak Ca, Mn, Zn ve Cu içerikleri azalmıştır. Ayrıca yaprak Mg içeriği ise değişmemiştir. Bu çalışmada, elma ağaçlarına uygulanacak Fe zengin organomineral gübre FeOM2 dozu olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, demir, organomineral gübreleme, makro besin maddeleri, mikro besin maddeleri

The Effect of Iron Rich Organomineral Fertilizers on the Nutrition of Apple

Abstract

Iron deficiency is an important constraint for many crops grown in high pH and calcareous soils. Iron deficiency is often known to affect negatively both fruit yield and fruit quality. In recent years, the use of organomineral fertilizers, which are called as a mixture of organic and inorganic fertilizer sources, has increased considerably. This study was carried out in order to examine the effect to plant nutrition of the iron-enriched organomineral fertilizer doses to be applied in the apple in Eskişehir ecological conditions in calcareous soil during two years in 2012 and 2013. In this research, fertilizer doses applied to apple trees were determined as (OF) Organic fertilizer (Farmyard manure: 10 kg tree⁻¹), FeOMF1 (FeSO₄: 100 g + farmyard manure: 10 kg tree⁻¹), FeOMF2 (FeSO₄: 200 g + farmyard manure: 10 kg tree⁻¹), FeOMF3 (FeSO₄: 400 g + farmyard manure: 10 kg tree⁻¹), FeOMF4 (FeSO₄: 800 g + farmyard manure: 10 kg tree⁻¹) except the control. According to the research results, iron-rich organomineral fertilizers applied in increasing doses increased the foliar N, P, K and Fe contents. But, foliar Ca, Mn, Zn, and Cu contents were decreased. Also, foliar Mg content was not changed. In this study, the most suitable Fe-enriched organomineral fertilizer to be applied to the apple trees was determined as a FeOMF2 dose.

Keywords: Apple, iron, organomineral fertilization, macronutrients, micronutrients

1. Giriş

Türkiye, dünyadaki en önemli elma üreten ülkelerden biridir. Dünyada elma üretimi toplam 83 139 326 ton ve sırasıyla en çok elma üreten ülkeler Çin (41 390 000 t), ABD (5 173 670 t),

Türkiye (3 032 164 t)'dir. Türkiye'de elma üretimi, dünya elma üretiminin yaklaşık %3,6'sıdır (Anonim, 2019). Ancak verim ve kalite tatmin edici değildir. Bunun temel nedenleri

düşük organik madde, besin elementi eksiklikleri, yüksek pH nedeniyle sonuçlanan olumsuz toprak koşullarıdır (Erdal ve ark.,2004).

Türkiye, dünyanın kurak ve yarı kurak bölgesinde yer almaktadır. Ayrıca, ülkedeki ekili alanların büyük bir kısmı kireçli topraklardan oluşmaktadır. Bu topraklar besin eksikliğine neden olan yüksek kalsiyum ve pH seviyelerine sahiptir. Tarımda kimyasal gübrelerin çok az kullanımı, üretimde girdi maliyetinin azalmasına, toprak verimliliğine ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunur. Mevcut verimli toprağımızın gelecek nesillere aktarılacağı ve gelecekteki beslenme sorununu doğrudan etkileyeceği düşünülebilir. Aksi halde, kimyasal gübre ve ilaç kullanımındaki artışın, ilk olarak, mevcut tarım alanlarımızın verimlerini düşüreceğini ve tarımsal ürünlerin kalitesini bozacağını tahmin etmek zor değildir (Sarioğlu ve ark., 2017).

Toprak verimliliği, toprağın sağlıklı bitki gelişimi için yeterli miktarda besin sağlayabileceği durum veya durum olarak tanımlanır. Toprak organik maddesi, birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik etki yoluyla toprağın verimliliğini artıran ve sürdürülebilirliğini sağlayan önemli bir toprak bileşenidir. Toprak organik maddesi, su ve ısı tutma kapasitesini artırır; drenaj, havalandırma ve toplanmayı iyileştirir; ayrışma ürünleri sayesinde mikrobiyal aktiviteyi artırır, toprak pH'ını, kireç içeriğini, kation değişim kapasitesini vb. geliştirir. Bu özelliklerle organik maddenin, toprak verimliliği ve bitki büyümesi üzerinde dolaylı bir etkisi vardır. Aynı zamanda, mineralleşmeyle salınan besinler açısından organik maddenin toprağın verimliliği ve bitki büyümesi üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır (Cansu ve Erdal, 2018).

Tarımsal üretimde verimliliği artırmanın en hızlı ve etkili yolu kimyasal gübre uygulamaları olmuş ve bu uygulamalardan oldukça başarılı sonuçlar da alınmıştır. Fakat uzun süreli ve aşırı kimyasal gübre uygulamaları toprakların çeşitli özelliklerine olumsuz etki yapması, yer altı sularını kirletmesi vb. nedenlerle çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir (Liu ve ark., 2010; Shan ve ark., 2015).

Konu ile ilgili çalışmalarda yaygın görüş olarak, bitki besin elementi sağlama potansiyeli ve toprak özelliklerinin iyileştirilmesindeki etkisinden dolayı, kimyasal gübrelere en iyi alternatifin organomineral gübreler olduğu savunulmaktadır (Kominko ve ark., 2016). Gübre değeri veya toprak özelliklerini iyileştirici özellikleri bulunan organik atıklara mineral ilavesi

ile oluşturulan organomineral gübreler, temel özellikleri açısından organik ve mineral gübrelere farklı bir gübre sınıfı olarak kabul edilmektedir. Organomineral gübreler, bir ya da birden çok organik gübrenin bir veya birden fazla tekli, kompoze, ikincil veya mikro bitki besin maddeli kimyasal gübreler ile tepkimesi veya karışımı sonucu elde edilen katı ve sıvı ürünler olarak tanımlanmaktadır (Kacar, 2010).

Organomineral gübreler, kimyasal gübrelerde bulunan bitki besin minerallerini ve organik maddeyi yapılarında beraberce bulundurmaktadır. Organomineral gübrelerde azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), çinko (Zn) bitki besin mineralleri ile humik-fulvik ve kompost kaynaklı organik madde bir arada bulunur ve taban gübresi olarak kullanılmaktadır. Organomineral gübrelerin içindeki organik maddeler ve onu oluşturan humik maddelerden humik ve fulvik asitlerin, toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği üzerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik bakımdan çok önemli faydaları bulunmaktadır. Dolayısıyla organik madde toprakların mineral tutma kapasitesini (kation değişimini), su ve hava tutmasını, iz element seviyelerini artırır, pH seviyesini dengeler ve mikro organizma dengesini düzenler. Organomineral gübrelerin içerdiği organik maddenin toprak bünyesini iyileştirici olumlu bu özellikleri, kışık ekmeçlik buğday yetiştiriciliği ve birim alandan alınan verimi olumlu yönde etkilemektedir (Kacar ve Katkat, 1999; Makinde ve ark., 2011; Olaniyi ve ark., 2010; Süzer, 2010a; Süzer, 2010b; Süzer ve Çulhacı, 2016).

Farklı humik materyallerin organik ve organomineral gübre olarak bitki verimliliği, tane verimi ve toprak organik maddesi ile bazı yarayışlı besin elementi içeriklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı gıdya ve humik-fulvik asitlerin bireysel ve NP ile birlikte uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda humik materyallerin bireysel ve kombinasyonlu uygulamalarının toprakların bazı özellikleri üzerinde farklı etkiler gösterdiği fakat hümit materyallerin kimyasal gübrelere birlikte olan etkilerinin bireysel uygulamalarına göre daha iyi olduğu belirtilmektedir (Turgay ve ark., 2011).

Yapılan bir başka çalışmada, leonarditten üretilmiş hümit+fulvik asitle kaplı organomineral gübrenin zeytinin verim, kalite ve mineral beslenmesine olan etkilerini 3 temel besin elementi olan N:P:K'lı kimyasal gübrelere ve çiftlik gübresine karşı incelemek amaçlanmıştır. Elde edilen deneme sonuçlarına göre gerek yıllık verimlerde gerekse ortalama verimlerde en yüksek

verimin OMG uygulamasından elde edildiği bulunmuştur (Pekcan ve ark. 2009).

Bazı tescilli organomineral gübrelerin ekmeçlik buğdayın verim ve verim unsurları üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, organomineral gübrelerin verim, bin tane ağırlığı, bitki boyu değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu vurgulanmıştır (Akıncı ve ark. 2007).

Bu araştırmada elma bahçesinde kullanılan Fe zenginleştirilmiş organomineral gübrelerinin kireçli bir toprakta elmanın bitki besin maddeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Eskişehir iline bağlı Mihalıççık ilçesinde üreticiye ait elma bahçesinde, 20 yaşındaki Stark Crimson çeşidi elma ağaçlarında yürütülmüştür. Çalışma, üç tekrarlamalı tesadüf parselleri deneme tekniğine göre tasarlanmıştır. Her parselde üç ağaç bulunmaktadır. Çalışmada Demir zengin organomineral gübreler 2012 ve 2013 yıllarında uygulanmıştır. Fe zengin organomineral gübre uygulamaları kontrol (gübresiz), ağaç başına, OG: 10 kg çiftlik gübresi, FeOMG1: 100g FeSO₄ + 10 kg çiftlik gübresi, FeOMG2: 200g FeSO₄ + 10 kg çiftlik gübresi, FeOMG3: 400g FeSO₄ + 10 kg çiftlik gübresi ve FeOMG4: 800g FeSO₄ + 10 kg çiftlik gübresi olacak şekilde hesap edilmiş ve uygulanmıştır (Çizelge 1). Organomineral gübreler (OMG), Mayıs ayında ağaç taç iz düşümüne ve 30 cm toprak derinliğine karıştırılarak uygulanmıştır. Elma ağaçlarına N, P, K kaynaklı herhangi bir kimyasal gübre uygulanmamıştır.

Araştırma alanı, Batı Anadolu ve İç Anadolu iklim geçiş bölgesinde yer almaktadır. Vegetasyon döneminde (Mart-Kasım ayları arasında) toplam yağış miktarı 2012 yılında 324.4 mm, 2013 yılında ise 384.2 mm'dir. Ayrıca, ortalama sıcaklık 2012 yılında 19.7C°, 2013 yılında 18.6C° olarak gerçekleşmiştir. Araştırma dönemindeki ortalama sıcaklık, uzun süreli ortalama sıcaklıkla (18.5C°), toplam yağış ise uzun süreli toplam yağışla (366.7 mm) tutarlıdır.

Elma bahçesinden toprak örnekleri Nisan ayında alınmıştır. Toprak örnekleri, 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir (Jackson, 1967). Toprak örneğinde pH; saf su ile sature edilerek cam elektrotlu pH metre ile (Richards, 1954); suda çözünür toplam tuz; elektrik kondaktivite cihazında ölçülmesi ile, kireç (CaCO₃); Scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume, 1966); bünye, saturasyon

yöntemi ile; organik karbon ve organik madde, Reuterbeg-Kremkus yöntemiyle yaş yakma uygulanarak (Schlichting ve Blume, 1966); toplam azot, modifiye makro Kjeldahl yöntemi ile (Bremner, 1965); alınabilir fosfor Olsen yöntemi ile kolorimetrik olarak; alınabilir K, Cave Mg, 1 N Amonyum Asetat (pH=7.0) yöntemi ile elde edilen ekstraktın alev fotometresinde (K ve Ca) ve (Richards, 1954) ve atomik absorpsiyon spektrofotometrede (Mg) okunması ile (Kacar, 1962; Pratt, 1965); alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn DTPA yöntemine göre elde edilen ekstraktın atomik absorpsiyon spektrometrede okunması ile tayin edilmiştir (Lindsay ve Norwell, 1978).

Çiftlik gübresi örneği, hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Analize hazır hale getirilen örneklerde; pH; saf su ile sature edilmiş ekstraktta cam elektrotlu pH metre ile (Richards, 1954); eriyebilir toplam tuz, sature edilmiş ekstraktta elektriksel geçirgenliğinin elektrikli kondaktivite cihazında ölçülmesi ile; organik karbon ve organik madde, Reuterbeg-Kremkus yöntemiyle yaş yakma uygulanarak (Kacar, 1984); toplam azot modifiye makro Kjeldahl yöntemi ile (Kacar, 1984); toplam P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları Kacar (1972)'a göre analize hazır hale getirilmiş örneklerde yaş yakma yöntemi uygulanarak fosfor Vanada-Molibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Eppendorf kolorimetresinde okunarak (Loot ve ark., 1956), toplam K ve Ca miktarları Eppendorf Flamefotometresinde; toplam Mg, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları ise Perkin Elmer 2380 Atomik Absorpsiyon spektrofotometresinde saptandı (Kacar, 1984).

Elma bahçesinden, yaprak besin içeriklerini belirlemek için, o yılki sürgünlerden çalışma yapılan ağaçların dört tarafından yaprak örnekleri toplanmıştır (Bergmann 1992). Yaprak örnekleri laboratuvara getirilmiş çeşme suyu ve damıtılmış su ile yıkanmıştır. Daha sonra, numuneler 2 gün boyunca 65 C°'de kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan numuneler, analize hazır hale getirilmiştir. Toplam N, Kjeldahl yöntemine göre, yaprak P içeriği spektrofotometrik olarak (Shimadzu UV-1208, 430 nm), K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları ise atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Çalışmada istatistiksel analizler, IBM SPSS 22 İstatistik Bilgisayar Yazılımı ile varyans analizi (ANOVA) kullanılarak yapılmıştır. Gübre dozları arasındaki farklılıklar, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir (P≤0.05, P≤0.01).

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanının fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri Çizelge 2’de gösterilmektedir. Toprak analizi sonuçlarına göre, toprağın fiziksel yapısının killi, pH değerinin hafif alkalindir (7.97). Organik karbon içeriği (0.72%) ve organik madde içeriği (1.34%) yetersiz, toprağın toplam tuzluluğunun (0.022%) düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, makro (N, P, K) ve mikro besin (Fe, Zn, Mn, Cu) içeriklerinin toprakta yetersiz olduğu bulunmuştur. Toprakların kireç içeriği 16.5% (yüksek kireçli toprak) olarak kaydedilmiştir. Toprağın Ca ve Mg içerikleri ise çok yüksek olarak belirlenmiştir.

Yanmış çiftlik gübresi, Nisan ayında civardaki hayvancılık işletmesinden temin edilmiştir. Çiftlik gübresinin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, çiftlik gübresinin pH değeri hafif asidiktir (6.52). Organik karbon içeriği (22.1%) ve organik madde içeriğinin (38.6%) yeterli olduğu, toplam tuz içeriğinin (0.31%) hafif tuzlu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, makro (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro besin (Fe, Zn, Mn, Cu) içeriklerinin yeterli olduğu belirlenmiştir.

3.1. Makro besin maddesi içerikleri

FeOMG uygulamalarında, bitki analiz sonuçlarına göre elde edilen yaprak N içerikleri, Şekil 1’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre, uygulanan FeOMG gübrelere, yaprak N içeriği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük yaprak N içeriği kontrol dozunda belirlenmiştir (1. yıl: 1.65%, 2. yıl: 1.68%). En yüksek yaprak N içeriği FeOMF4 uygulamasından elde edilmiştir (1. yıl: 2.24%, 2. yıl: 2.27%). Uygulama dozları arttıkça, yaprak N içeriği de aynı paralellikte artmıştır. Bunun olası nedeni, çiftlik gübresinin içeriğindeki azotun etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Topraktaki organik madde miktarı da dolaylı olarak toprağın azot içeriği üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Farklı organik maddelerin besin içeriği değişse de, harici kimyasal gübreler eklenmemişse toplam toprak azotunun 90-99%’unu sağlamaktadır (Brohi ve ark., 1995). Bununla birlikte, kontrolde yaprak N konsantrasyonu daha az bulunmuş, sonraki dozlarda ise Fe içeriği arttıkça N konsantrasyonu yaprakta artmıştır. Fe içeriği bitkide net fotosentez oranını artırmaktadır ve dolayısıyla bitki besin maddelerinin geçişi daha hızlı olmaktadır (Kacar

ve Katkat, 1998). Wong ve ark., 1999, toprakta farklı miktarlarda uygulanan çiftlik gübresinin toplam makro ve mikro besin maddelerinin arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada, yaprak N içeriği çeşitli araştırmacılar (Jones ve ark., 1991; Rom, 1994; Hoying ve ark., 2004; Rosen, 2005) tarafından belirlenen sınır değerler arasında kalmıştır.

Uygulanan FeOMG dozları, bitki P içeriğini kontrol dozuna kıyasla arttırmış fakat sonraki dozlarda azaltmıştır. Bununla birlikte, 1. yılda, uygulanan dozlar arasında istatistiksel bir fark tespit edilmiş, ancak 2. yılda belirlenmemiştir. En yüksek yaprak P içeriği, FeOMF2 dozunda 1. yılda 0.27%, 2. yılda 0.26% olarak kaydedilmiştir (Şekil 2). En düşük yaprak P içeriği kontrol dozunda belirlenmiştir (1. yıl: 0.18%, 2. Yıl: 0.20%). Çiftlik gübresinin etkisi ilk yılda OG konusunda yaprak fosfor içeriğine yeterli oranda etkili olmuşsa da ikinci yıl bu etki azalmıştır. Topraklardaki fosforun büyük kısmı organik madde ile ilişkili olup, mineral topraklarda toplam fosforun %20-80’i organik bağlı fosfordur. Organik maddenin mineralizasyonu esnasında bu fosfor toprak çözeltisine geçmektedir (Güneş ve ark, 2000). Bununla birlikte, organik gübrenin besin içeriği kimyasal gübre eklenmese dahi toplam fosforun 30-37%’sini sağlamaktadır (Brohi ve ark., 1995). Yaprak Fe içeriği arttıkça P içeriği buna bağlı olmak üzere azalmaktadır (Kacar ve İnal, 2010). Bu çalışmaya paralel olarak Fe uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine negatif yönde etkisinin olduğu yapılan bazı çalışmalar da bilinmektedir (Kovancı ve ark, 1986; Taban ve Alparlan, 1991). Araştırmada, Jones ve ark. (1991), Rom (1994), Aichner ve Stimpfl (2002), Hoying ve ark. (2004) ve Rosen’in (2005) belirttiği alt sınırların üstünde bitki P içerikleri belirlenmiştir.

Yaprak K içerikleri incelendiğinde organomineral gübrelemeyle her iki yılda da artışlar tespit edilmiştir. FeOMG uygulamalarının yaprak K içeriğine etkisi Şekil 3’de sunulmuştur. Her iki yılda da dozlar arasında anlamlı istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir. Çıtak (2009), organik gübre kullanımının toprak değişebilir potasyum içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak bitki topraktaki K’dan yararlanmıştır. En düşük yaprak K içeriği kontrol dozunda belirlenirken (1.63%) en yüksek FeOMG4 dozunda kaydedilmiştir (2.15%). Öte yandan Fe zengini organomineral gübreleme ile K arasında pozitif bir etkileşim belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarla Yağmur ve ark.(2005)’nin bulguları uyum göstermektedir. Bununla birlikte,

çalışmada bitki K içerikleri, Jones ve ark. (1991), Rom (1994), Aichner ve Stimpfl (2002), Hoying ve ark. (2004) ve Rosen'in (2005) belirttikleri sınır değerler arasında kalmıştır.

Yaprak Ca değerleri incelendiğinde, en yüksek yaprak Ca içeriği Kontrol ve OG dozlarından elde edilmiştir. Bu değerler sırasıyla, 1. yıl 1.59% ve 1.62%, 2. yıl ise 1.62% ve 1.64% olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Bununla birlikte, her iki uygulama yılında uygulama dozları arasında önemli istatistikî farklılıklar tespit edilmiştir. Uygulanan Fe zengini organomineral gübreler yaprak Ca içeriğini düşürmüştür. Son dozda (FeOMG4) bu değer, 1. yıl 1.28% iken 2. yılda 1.30% olarak kaydedilmiştir. Bilindiği üzere Fe ve Ca arasında antagonistik bir etkileşim bulunmaktadır. Bitkideki Fe içeriği arttıkça Ca alımı azalmakta ve yaprak Ca miktarı düşmektedir (Kacar ve İnal, 2010). Bu durum çalışmanın sonuçları ile uyum göstermektedir. Yaprak Ca içeriği, FeOMG uygulamasıyla birlikte son dozda kontrole kıyasla 20% düşüş göstermiştir. Bunun yanında elde edilen yaprak Ca içerikleri, Jones ve ark. (1991), Aichner ve Stimpfl (2002), Hoying ve ark. (2004) ve Rosen'in (2005) belirttiği alt ve üst sınır değerler arasında kalmıştır.

FeOMG uygulamalarının elmada yaprak Mg içeriğine etkisi Şekil 5'de sunulmuştur. FeOMG uygulamaları ile birlikte yaprak Mg içerikleri kontrol konusuna kıyasla azalmıştır. Ancak, uygulama dozları arasında her iki yılda da önemli bir istatistikî fark tespit edilmemiştir. Kontrol dozunda ortalama yaprak Mg içeriği 0.36% iken, en yüksek doz olan FeOMG4'de 0.32% olarak belirlenmiştir. Elmada belirtilen yaprak Mg içerikleri sınır değerler arasında kalmıştır (Jones ve ark, 1991; Rosen, 2005). Analiz sonuçlarına göre yaprak Ca ve Mg içeriklerinin, Erdal (2005)'in yapmış olduğu çalışmayla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara benzer şekilde Richer ve Hlusek (1996)'in yaptıkları çalışmaya benzer olarak Fe uygulamaları ile bitki N, P, K ve Mg içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Carpane ve ark. (1969)'nın yaptıkları araştırmada Fe içeriği noksan olan klorotik yapraklardaki Mg içeriklerinin normal görünümü yapraklara oranla daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir.

3.2. Mikro besin maddesi içerikleri

Uygulanan FeOMG yaprak Fe içeriklerini her iki uygulama yılında da beklenildiği üzere hızla artırmıştır. Gübreleme dozları arasında her iki yılda önemli istatistikî farklar elde edilmiştir

(Şekil 6). Fe organomineral gübrelemesi ile yaprak Fe içerikleri en son dozda kontrole kıyasla yaklaşık 2.1 katlık bir artış kaydedilmiştir. En düşük yaprak Fe içeriği, kontrol dozunda 1. yıl 168 mg kg⁻¹, 2. yıl 171 mg kg⁻¹ olarak belirlenirken, en yüksek FeOMG₄ dozunda 1.yıl 357 mg kg⁻¹, 2. yıl 361 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Organik gübre ile birlikte uygulanan Fe'in bitkiye geçişi dozlar arttıkça yaprak analiz sonuçlarına göre hızla artmıştır. Bununla birlikte, organik kilyet formda uygulanan demirden bitkilerin yararlanma oranı, inorganik formdaki demir bileşiklerinden daha yüksek olmasından ileri gelmektedir. (Karaman ve ark, 1999). Kireç kapsamı yüksek olan topraklarda kireç tarafından elverişsiz formlarda bağlanan demirin alımı güçleşmekte, toprakta yeterli düzeyde demir bulursa da bitki alamamaktadır. Bu durumda demir, toprakta ancak kilyetlere bağlı olduğunda alınabilmektedir (Aydeniz ve ark, 1990). Elde edilen bulgular, Jones ve ark. (1991), Rom (1994), ve Rosen (2005)'in belirttikleri elmada Fe içeriği sınır değerler ile uyumludur.

Fe zengini organomineral gübrelemenin elmada yaprak Zn içeriğine etkisi Şekil 7'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre uygulama dozları arasında her iki yılda önemli istatistikî farklar elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en yüksek yaprak Zn içeriği kontrol ve OG uygulamasında sırasıyla 1. yıl: 84 ve 86 mg kg⁻¹, 2. yıl 85 ve 87 mg kg⁻¹ olarak belirlenirken en düşük FeOMG₄ dozunda 1.yıl ortalama 68 mg kg⁻¹ ve 2. yıl ortalama 70 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Uygulanan en yüksek FeOMG dozu kontrole kıyasla yaprak Zn içeriğini yaklaşık 20% düşürmüştür. Birçok bitkide demir-çinko interaksiyonunun var olduğu bilinmektedir. Bu durum, bitki kök bölgesinde demir ve çinko iyonları arasında absorpsiyon bakımından rekabete girmeleri sonucu ortaya çıkmaktadır (Lee ve ark, 1969; Sinha ve Sakal, 1983; Alpaslan ve Taban, 1996). Çalışmada yaprak Zn içerikleri, Jones ve ark. (1991), Rom (1994)'un belirttiği sınır değerler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Yaprak Mn içerikleri, Zn'da olduğu gibi artan dozlarda uygulanan FeOMG'ye karşı negatif bir direnç göstermiştir. Artan uygulama dozları karşısında yaprak Mn içerikleri azalmıştır. Her iki uygulama yıllarında dozlar arasında önemli istatistikî farklar elde edilmiştir (Şekil 8). Yaprak Mn içeriği en yüksek kontrol dozunda ortalama 186.5 mg kg⁻¹ olarak belirlenirken en düşük FeOMG₄ dozunda ortalama 143 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Belirlenen yaprak Mn içerikleri, Jones ve ark,1991'nin belirlediği sınır değerler

arasındadır. Bununla birlikte, yapraklarda artan Fe, Mn konsantrasyonu sınırlamıştır. Bu durum demir, çinko, bakır ve mangan iyonlarının bitki kökleri tarafından aynı aktif yörelerce alınmalarından, dolayısıyla söz konusu iyonların birbirleriyle rekabete girmelerinden ileri gelmektedir (Karaman ve ark., 1999). Elde edilen bulgular benzer araştırma sonuçlarıyla uyum içindedir (Çelebi ve ark., 1988; Taban ve Alpaslan, 1991; Moraghan, 1985).

Uygulanan FeOMG dozlarının yaprak Cu içeriğine etkisi Şekil 9'da sunulmuştur. Her iki uygulama yılında dozlar arasında önemli istatistiki farklılıklar elde edilmiştir. Toprak Cu içerikleri sınır değerinin üzerindedir (Kacar ve Katkat, 1998). Bununla birlikte uygulanan OG (çiftlik gübresi) bitkideki bakır içeriğinin artmasına neden olmuştur.

Bunun sebebi topraktaki var olan Cu'nun uygulanan organik gübreyle kilyet oluşturmasından ve bitkiye alınımının rahat gerçekleşmesinden ileri gelmektedir (Karaman ve ark., 1999). Tüm bitki besin maddeleri içerisinde artan uygulama dozlarına göre en hızlı düşüş tespit edilen besin maddesi Cu'dur. En yüksek yaprak Cu içeriği OG uygulamasında ortalama 37.5 mg kg⁻¹ olarak belirlenirken en düşük FeOMG4 dozunda ortalama 24.5 mg kg⁻¹ olarak kaydedilmiştir. OG konusuna kıyasla FeOMG4 konusunda yaprak Cu içeriğinde yaklaşık 35%'lik bir azalma meydana gelmiştir. Uygulanan Fe zengini organomineral gübreler bitkideki Fe içeriğini arttırmış bunun yanı sıra Cu içeriği hızla azalmaya başlamıştır. Zn ve Mn gibi mikro besin maddelerinde olduğu gibi yaprak Cu içeriklerinin azalması Fe ile aralarındaki negatif etkileşiminden ileri gelmektedir (Kacar ve Katkat, 1998). Öte yandan yaprak Cu içerikleri Jones ve ark. 1991'nin belirttiği sınır değerler ile uyum göstermiştir.

4. Sonuç

Organomineral gübreleme, yüksek pH ve kireç içeriği fazla olan topraklarda bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin ve özellikle mikro bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından kolay alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu durum besin maddelerinin organomineral gübreleri oluşturan organik madde ile kilyetler oluşturup bitkinin alabileceği forma dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sayede bitkinin, olumsuz

toprak koşullarından kaynaklanan besin eksikliği problemi minimuma indirilmektedir.

Bu çalışmada, belli oranlarda FeSO₄ ile zenginleştirilmiş çiftlik gübresi karışımı organomineral gübrelerin Starkrimson çeşidi elmanın besin maddelerinin alınımına ve beslenmesine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilen veriler ışığında, artan dozlarda uygulanan Fe zengini organomineral gübreler elmanın N, P, K alınımına olumlu etkisi bulunurken, Ca, Zn, Mn ve Cu içerikleri özellikle son üç dozda hızla azalmıştır. Bu durum Fe ile Zn, Mn, Cu ve Ca arasındaki antagonistik ilişkilerden kaynaklandığı söylenebilir. Bitkideki Mg içerikleri artan dozlara kıyasla azalmış olmasına rağmen istatistiki bir anlam belirlenmemiştir. Çalışmada beklenildiği üzere artan Fe organomineral gübre dozları bitkinin Fe içeriğini hızla artırmıştır. Bununla birlikte kireç içeriği yüksek bir toprakta yetiştiriciliği yapılan elmada tüm bitki besin maddeleri içerikleri bitkide belirtilen sınır değerler arasında kalmıştır. Sonuç olarak Fe zengini organomineral gübrelemede en uygun dozun FeOMG2 (FeSO₄: 200 g + çiftlik gübresi: 10 kg ağaç) olarak elma ağaçlarının taç izdüşümüne Mayıs ayında toprağa karıştırılarak uygulanabileceği öngörülmüştür.

Son on yıllarda organomineral gübreleme ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır fakat daha çok bilimsel çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle yarı kurak ve kurak alanlardaki besin maddeleri eksiklikleri göz önüne alınırsa hazırlanışı oldukça kolay organomineral gübrelerin kullanımı hızla yaygınlaştırılmalıdır.

Teşekkür

Araştırmada, yörede elma ile ilgili özverili çalışmalarda bulunan bahçe sahibi Mehmet Öndoğan'a ve Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölüm Laboratuvarındaki görevli personele çok teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Aichner, M., Stimpfl, E., 2002. Seasonal Pattern and Interpretation of Mineral Nutrient Concentrations in Apple Leaves. Acta Horticulturae, 594, 377382.
- Akinci, C., Yıldırım, M., Doran, G., Akcan, A. 2007. Ekmeklik Buğdayın Verim ve Verim Unsurları Üzerine Tescilli Organomineral Gübrelerin Etkileri, Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt:2, Erzurum, 607-611 s.

- Alpaslan, M., Taban, S., 1996. Çeltik (*Oryzasativa*L.)'te çinko-demir ilişkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt:2, Sayı:1.
- Anonim, 2019. Food and Agricultural Organization Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 06.06.2019)
- Aydeniz, A., Zabunoğlu, S., Brohi, A. R., Danışman, S., 1990. Kireç-demir ilişkileri, C.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, Tokat.
- Bergmann, W., 1992. Nutritional Disorders of Plants: Development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag.
- Bremner, J. M., 1965. Total nitrogen. In Methods of Soil Analysis, Edited by: Black, C.A. 1149–1178. Madison, WI: American Society of Agronomy. Part 2.
- Brohi, A.R., Karaman, M. R., 1995. Azotlu Gazların (N_2 , N_2O , NO_2 , NO , NH_3) Atmosferik Dönüşüm Olayları ve Çevrede Yol Açtığı Olumsuz Etkiler, Ekoloji Dergisi. 16, 28-30.
- Brohi, A., Aydeniz, A., Karaman, M. R., 1995. Toprak Verimliliği, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:5, Kitaplar Serisi:5, Tokat, 1995.
- Cansu, M., Erdal, İ. 2018. Effect of Humic Substance Applications on Mineral Nutrition and Yield of Granny Smith and Jersey Mac Apple Variet. Journal of Agricultural Sciences, 24 (2), 162-169.
- Carpene, O., S. Llorente, and C. Alcaraz. 1969. Seasonal variations in nitrogen, phosphorus and potassium content of healthy and chlorotic clemontrees. Ari. Edafol. Agrobiol., 28: 49-62.
- Çelebi, G., Turan, C., Taban, S., Dursun, C., 1988. Mg ve Zn ile beslenmenin fasulyede sap ve yaprağın mikro element kapsamları üzerine etkileri, A.Ü.Z.F. Yay.:1084, Bil. Arş. ve Inc.:586.
- Çitak, S., Sonmez, S., 2009. Mineral Contents of Organically and Conventially Grown Spinach (*Spinaceaolerace* L.) during two Successive Seasons. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57, 7892-7898.
- Erdal, İ., Yurdakul, İ., Aydemir, O., 2004. Fertility status of apple orchards in Isparta district. Third National Fertilizer Congress, Agriculture, Industry, Environment, 11-13 October, Tokat, Turkey, pp. 1061-1070.
- Erdal, İ., 2005. Leaf Nutrient Concentrations of Apple Orchards in Isparta Province, Tarım Bilimleri Dergisi 2005, 11 (4) 411-416.
- Güneş, A., Alparslan M., İnal, A., 2000. Bitki Beslenme ve Gübreleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 1514, Ders kitabı: 467, Ankara.
- Hoying, S., Fargione, M., Iungerman, K., 2004. Diagnosing Apple Tree Nutritional Status: Leaf Analysis Interpretation and Deficiency Symptoms. New York Fruit Quarterly, 12(11), 6-19.
- Jackson, M. L., 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.D., U.S.A. pp:27-28.
- Jones, J. R., Wolf, B., Mills, H. A., 1991. Plant Analysis Handbook, Micro Macro Publishing, Inc.
- Kacar, B., 1962. Plant and Soil Analysis. University of Nebraska College of Agriculture, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska, U.S.A.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 453, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme A.Ü. Zir. Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 899 Ders Kitabı 250. Ankara.
- Kacar, B., Katkat, A. V., 1998. Bitki Besleme, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın no: 127. Vipaş Yayınları: 3, Bursa.
- Kacar, B., Katkat, A. V., 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, Vipaş Yayın No: 20, Bursa.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel, 1241 Ankara, Türkiye, s. 115-140.
- Kacar, B., 2010. Çay bitkisi biyokimyası gübrenmesi işleme teknolojisi. Nobel yayın dağıtım, Ankara, 355 s.
- Kacar, B., İnal, A., 2010. Bitki analizleri (2. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım, Y. no: 1211. Ankara. 912 s.
- Karaman, M. R., Brohi, A. R., İnal, A., Taban S., 1999. Kelkit Çayından Siltasyon ile Tarıma Yeni Kazandırılan Topraklarda Demir-Çinko Gübrenmesinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin Büyüme ve Mineral Besin Elementi Konsantrasyonuna Etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (1999) Ek Sayı 2, 341-348.
- Kominko, H., Gorazda, K., Wzorek, Z., 2016. The Possibility of Organo-Mineral Fertilizer Production from Sewage Sludge. Waste Biomass Valor, DOI: 10.1007/s12649-016-9805-9.
- Kovancı, İ., Hakerlerler, H., Oktay, M., Höfner W., 1986. The control of chlorosis in mandarine orange orchards in the Aegean region of Turkey by applying iron compounds to soil and leaves. Plant Research and Development, 24: 118-125.
- Lee, C. R., Craddock, H. E., Hammer, M., 1969. Factor affecting plant growth in high zinc medium. I. Influence of iron on growth of flax at various zinc levels. Agronomy J., 61: 562-565.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of A DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Journal 42: 421-428.
- Liu, E., Changrong Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., Fan, T., 2010. Long-Term Effect of Chemical Fertilizer, Straw, and Manure on Soil Chemical and Biological Properties in Northwest China, Geoderma 158, 173–180.
- Lott, W. L., Gallo J. P., Meaff, J. C., 1956. Leaf analysis technique in coffee research, InIbec. Research Inc, 1-9:21-24.
- Makinde, E. A., Ayeni, L. S., Ojeniyi, S. O., 2011. Effects of organic, organomineral and npk fertilizer treatments on the nutrient uptake of Amaranthus cruentue (L.) on Two soil types in Lagos. J. Central Eur. Agric. 12:114-23.

- Moraghan, J. T., 1985. Manganese deficiency in soybeans as affected by Fe-EDDHA and low soil temperature, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49:1584-1586.
- Olaniyi, J. O., Akanbi, W. B., Olaniran, O. A., Ilupeju, O. T., 2010. The effect of organomineral and inorganic fertilizer on the growth, fruit yield quality and chemical composition of okra. *J. Anim. Plant Sci.*, 9: 11354-1140.
- Olsen, S. R., Cole, A. V., Watanabe, F. S., Dean, L. A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extracting with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture Circulation, 939, Washington DC.
- Pekcan, T., Turan, H. S., Çolakoğlu, H., 2009. Effects of Organomineral, Mineral and Farm Yard Manures on the Yield and Quality of Olive Trees (*Olea europaea* L.). In *The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI*.
- Pratt, P. F., 1965. Potassium. In: *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties*. Ed., C.A. Black. Amer. Soc. Agronomy. Madison, Wisconsin, pp: 1023-1031.
- Richards, L. A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United State Department of Agriculture, Agriculture Handbook, 60.
- Richer, R., Hlusek, J., 1996. Foliar diagnosis of sourcherry: mineral composition of leave sand its effect on Fe chlorosis. 9 th. International Colloquium for the optimization of plant nutrition 8th - 15th september, (Ed. P. Martin – Preveland J. Bainer). pp 103–107, Prague, Czech Republic.
- Rom, C., 1994. Tree Fruit Zinc Nutrition. In: *Tree Fruit Nutrition*. (Eds. Peterson, A.B., Stevens, R.G.), Published by Good Friut Grower, Yakima, Washington, 7-18.
- Rosen, C.J., 2005. Leaf Analysis as a Guide to Apple Orchard Fertilization. *Minnesota Fruit and Vegetable, IPM NEWS*, 2 (7).
- Sarıoğlu, A., Doğan, K., Kızıltuğ, T., Coşkan, A., 2017. Organo-Mineral Fertilizer Applications for Sustainable Agriculture. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, 2017 ISSN 2285-5785.
- Schlichting, E., Blume, H.P., 1960. *Bodenkundliches Praktikum*. P. 209. Series No: 9. ASA Inc. Pub. Madison, Wisconsin. USA. Pp. 1179-1237.
- Shan, L., He, Y., Chen, J., Huang, Q., Wang, H., 2015. Ammonia Volatilization a Chinese Cabbag eField Under Different Nitrogen Treatments in the Taihu Lake Basin, China. *Journal of Environmental Sciences*, 38, 14-23.
- Sinha, R. B., Sakal, R., 1983. Effect of zinc and iron application in calcareous soil, in zinc and iron nutrition of rice, *Journal of The Indian Society of Soil Science*, 31:527-533.
- Süzer, S., 2010a. Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower (*Helianthus Annuus* L.) Hybrids. Sunbio 2010 8'th European Sunflower Biotechnology Conference, 1-3 March 2010, Antalya, Turkey. P.p. 76.
- Süzer, S., 2010b. Effects of Potassium Fertilization on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) and Canola (*Brassica napus* L.) Growth. *Proceedings of the Regional Workshop of the International Potash Institute* held at Antalya, Turkey, 22-25 Nov 2010.
- Süzer, S., Çulhacı, E., 2016. Effects of Different Organomineral and Inorganic Compound Fertilizers on Seed Yield and Some Yield Components of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 2016. Pp: 881-885.
- Taban, S., Alparslan, M., 1991. Değişik form ve miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin gelişmesi ve bazı mineral madde kapsamları üzerine etkileri, *Doğa Tr. J.*, 17: 169 –184.
- Turgay, O. C., Karaca, A., Unver, S., Tamer, N., 2011. Effects of Coal-Derived Humic Substance on Some Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(9), 1050-1070.
- Wong, J. W. C., Ma K. K., Fang K. M., Cheung, C., 1999. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bio-resource Techn.*, 67: 43-46.
- Yağmur, B., Aydın, Ş., Çoban, H., 2005. Bağda Yapraktan Demir (Fe) Uygulamalarının Yaprak Besin Element İçeriklerine Etkisi, *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Dergisi*, 42(3):135-145 ISSN 1018-88.

Çizelge 1. Elma ağaçlarına uygulanan Fe zengin organomineral gübre dozları ve miktarları
Table 1. The Fe-enriched organomineral fertilizer doses and amounts applied to apple trees

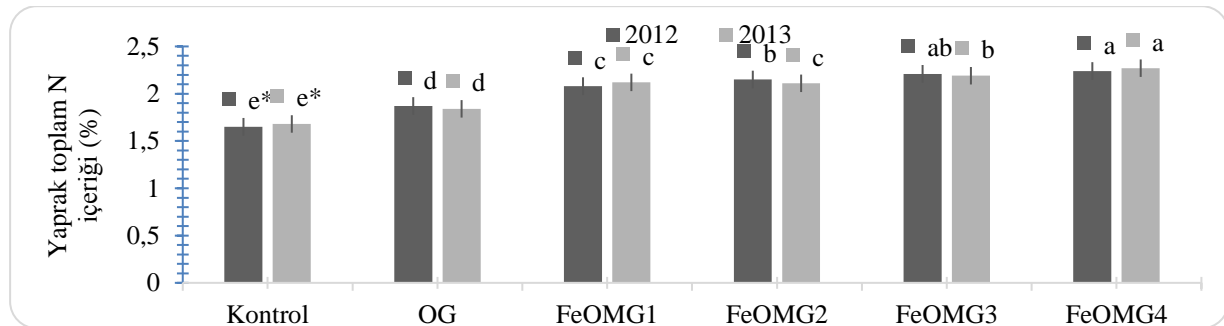
Deneme konuları	FeSO ₄ g ağaç ⁻¹	Çiftlik gübresi kg ağaç ⁻¹
Kontrol (Gübresiz)	0	0
OG (Organik Gübre)	0	10
FeOMG1 (Fe Organomineral Gübre 1)	100	10
FeOMG2 (Fe Organomineral Gübre 2)	200	10
FeOMG3 (Fe Organomineral Gübre 3)	400	10
FeOMG4 (Fe Organomineral Gübre 4)	800	10

Çizelge 2. Deneme bahçesi toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 2. The some physical and chemical properties of experimental orchard soil

İncelenen özellikler			
Bünye (Tekstür)	62	P (%)	4.56
CaCO ₃ (%)	16.5	K (%)	142
pH (1:2.5)	7.97	Ca (%)	4200
Toplam tuz (%)	0.61	Mg (%)	572
Organik madde (%)	1.34	Fe (mg kg ⁻¹)	7.18
Organik karbon (%)	0.78	Zn (mg kg ⁻¹)	0.56
Toplam N (%)	0.058	Mn (mg kg ⁻¹)	7.27
C/N oranı	13.4	Cu (mg kg ⁻¹)	0.73

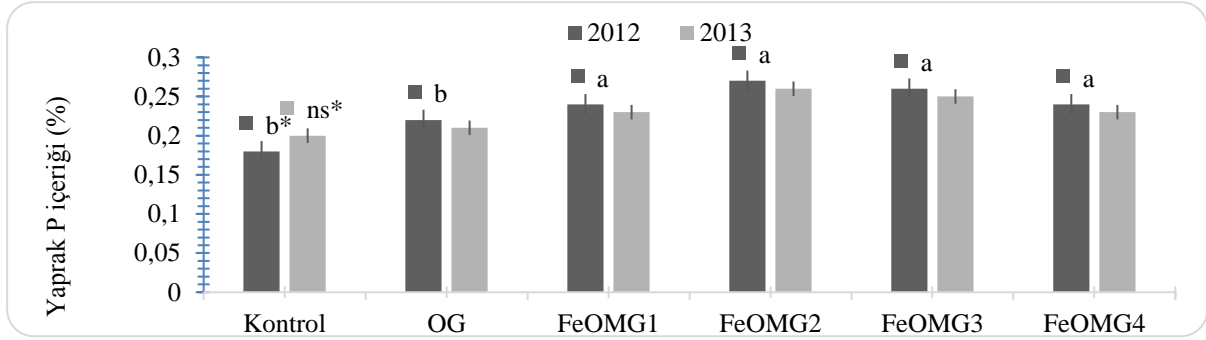
Çizelge 3. Araştırmada uygulanan çiftlik gübresinin bazı kimyasal özellikleri
Table 3. The some chemical properties of farmyard manure in applied of research

İncelenen özellikler			
pH (1:2.5)	6.52	K (%)	3.15
Toplam tuz (%)	0.31	Ca (%)	1.84
Organik madde (%)	38.6	Mg (%)	0.82
Organik karbon (%)	22.1	Fe (mg kg ⁻¹)	421.2
Toplam N (%)	1.27	Zn (mg kg ⁻¹)	52.7
C/N oranı	17.4	Mn (mg kg ⁻¹)	261.1
P (%)	0.78	Cu (mg kg ⁻¹)	12.4



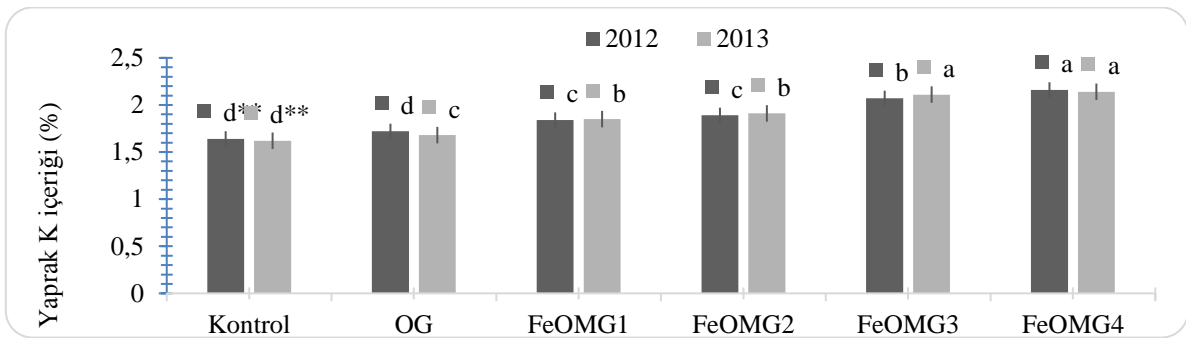
Şekil 1. FeOMF uygulamalarının yaprak toplam N (%) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak toplam N içeriği için Duncan testinin (*, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD_{2012} : 3.2, LSD_{2013} : 2.9)

Figure 1.The effect of FeOMF applications on foliar total N (%) content. The letters indicate the results of the Duncan test (*, $P \leq 0.05$) for the total N contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD₂₀₁₂: 3.2, LSD₂₀₁₃: 2.9)



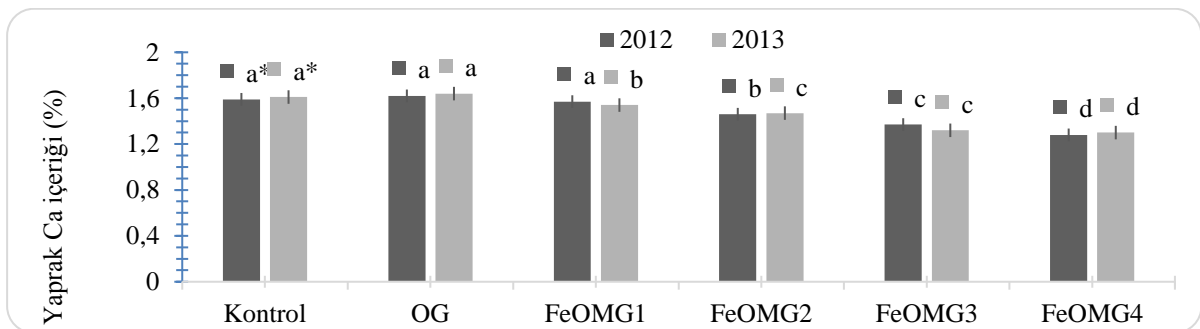
Şekil 2.FeOMF uygulamalarının yaprak P (%) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak P içeriği için Duncan testinin (*, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD₂₀₁₂: 2.4, LSD₂₀₁₃: 2.8)

Figure 2.The effect of FeOMF applications on foliar P (%) content. The letters indicate the results of the Duncan test (*, $P \leq 0.05$) for the P contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD₂₀₁₂: 2.4, LSD₂₀₁₃: 2.8)



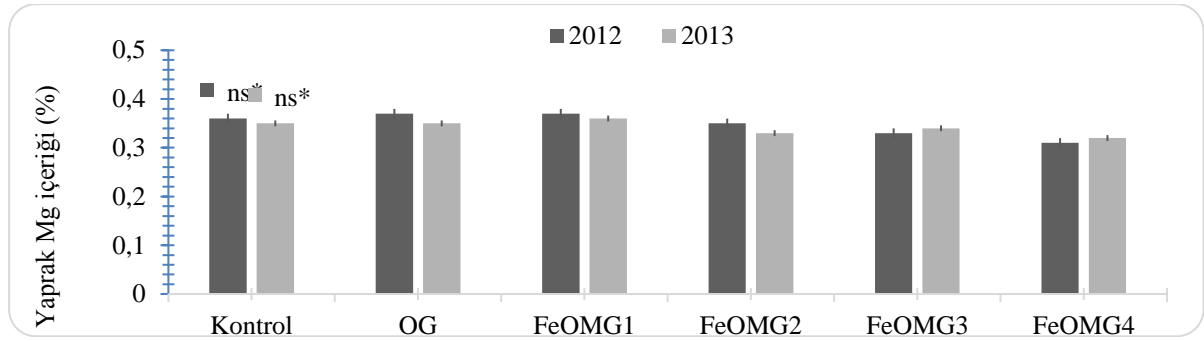
Şekil 3.FeOMF uygulamalarının yaprak K (%) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak K içeriği için Duncan testinin (**, $P \leq 0.01$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD₂₀₁₂: 3.4, LSD₂₀₁₃: 2.7)

Figure 3.The effect of FeOMF applications on foliar K (%) content. The letters indicate the results of the Duncan test (**, $P \leq 0.01$) for the K contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD₂₀₁₂: 3.4, LSD₂₀₁₃: 2.7)



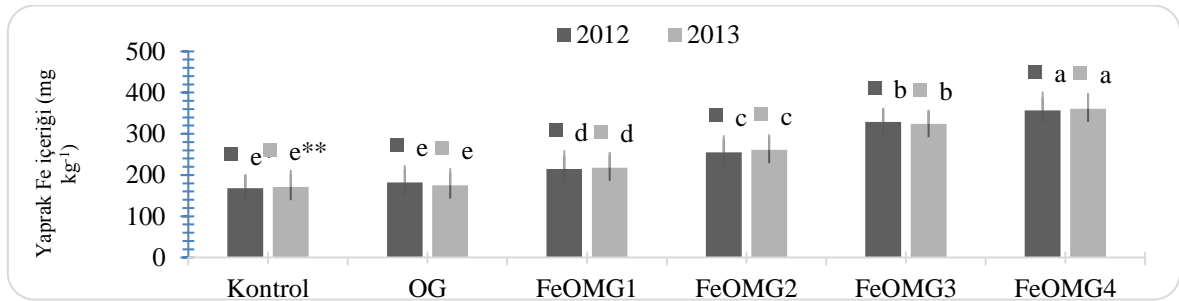
Şekil 4.FeOMF uygulamalarının yaprak Ca (%) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak Ca içeriği için Duncan testinin (*, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD₂₀₁₂: 3.5, LSD₂₀₁₃: 3.8)

Figure 4.The effect of FeOMF applications on foliarCa (%) content. The letters indicate the results of the Duncan test (*, $P \leq 0.05$) for the Ca contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD₂₀₁₂: 3.5, LSD₂₀₁₃: 3.8)



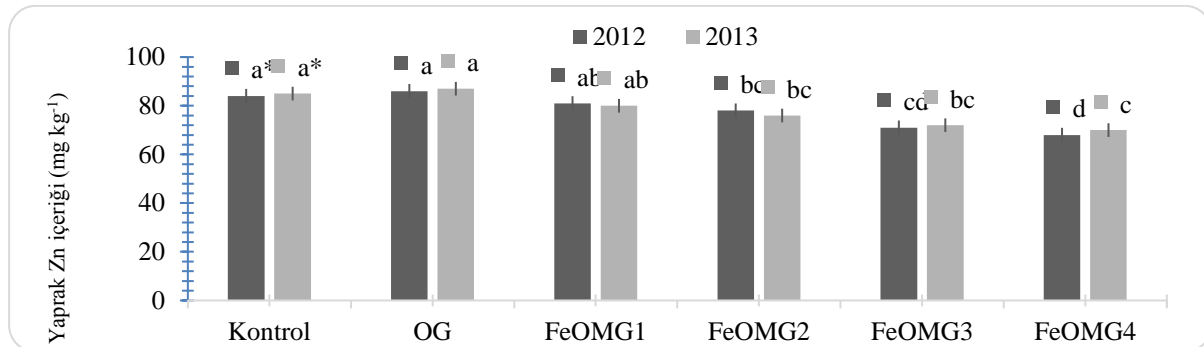
Şekil 5. FeOMF uygulamalarının yaprak Mg (%) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak Mg içeriği için Duncan testinin (*, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD_{2012} : 2.8, LSD_{2013} : 2.6)

Figure 5. The effect of FeOMF applications on foliar Mg (%) content. The letters indicate the results of the Duncan test (*, $P \leq 0.05$) for the Mg contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD_{2012} : 2.8, LSD_{2013} : 2.6)



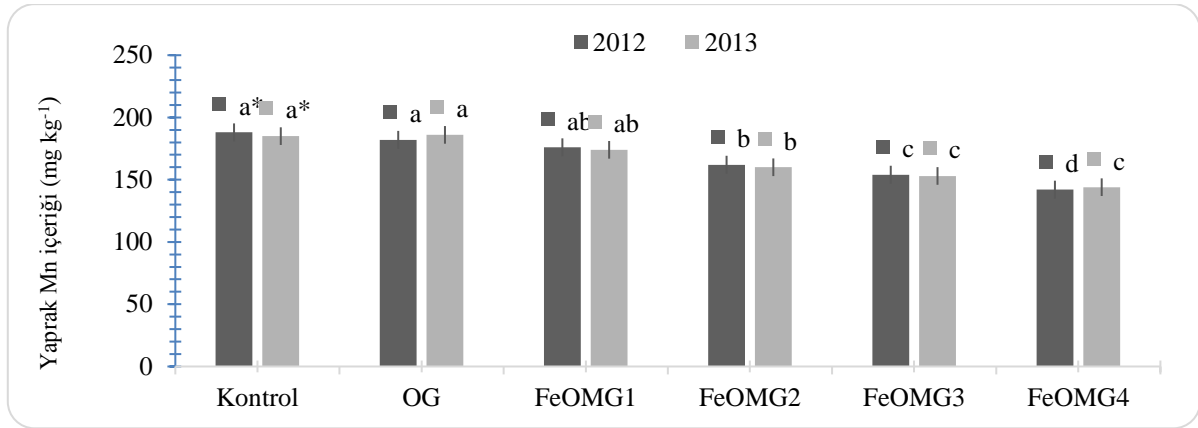
Şekil 6. FeOMF uygulamalarının yaprak Fe ($mg\ kg^{-1}$) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak Fe içeriği için Duncan testinin (*, $P \leq 0.05$, **, $P \leq 0.01$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD_{2012} : 7.3, LSD_{2013} : 6.6)

Figure 6. The effect of FeOMF applications on foliar Fe ($mg\ kg^{-1}$) content. The letters indicate the results of the Duncan test (*, $P \leq 0.05$, **, $P \leq 0.01$) for the Fe contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD_{2012} : 7.3, LSD_{2013} : 6.6)



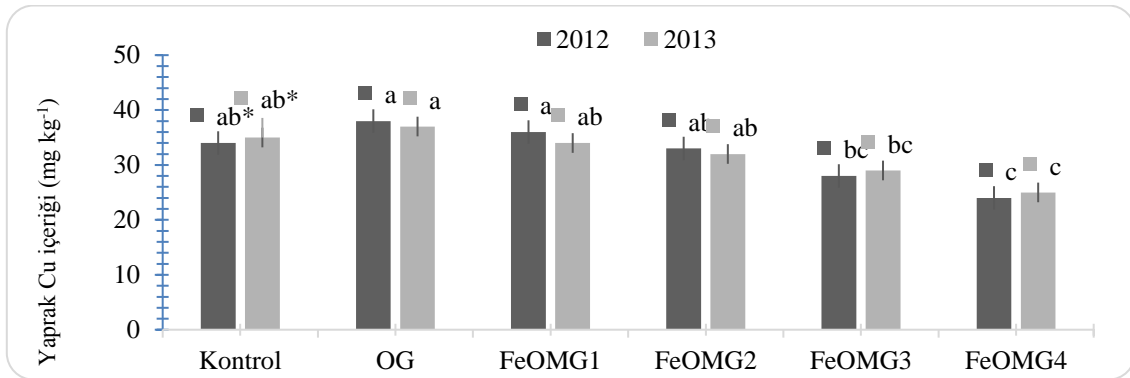
Şekil 7. FeOMF uygulamalarının yaprak Zn ($mg\ kg^{-1}$) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak Zn içeriği için Duncan testinin (*, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD_{2012} : 4.1, LSD_{2013} : 4.8)

Figure 7. The effect of FeOMF applications on foliar Zn ($mg\ kg^{-1}$) content. The letters indicate the results of the Duncan test (*, $P \leq 0.05$) for the Zn contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD_{2012} : 4.1, LSD_{2013} : 4.8)



Şekil 8. FeOMF uygulamalarının yaprak Mn (mg kg^{-1}) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak Mn içeriği için Duncan testinin ($*$, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD_{2012} : 3.3, LSD_{2013} : 3.8)

Figure 8. The effect of FeOMF applications on foliar Mn (mg kg^{-1}) content. The letters indicate the results of the Duncan test ($*$, $P \leq 0.05$) for the Mn contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD_{2012} : 3.3, LSD_{2013} : 3.8)



Şekil 9. FeOMF uygulamalarının yaprak Cu (mg kg^{-1}) içeriği üzerine etkisi. Harfler, yaprak Cu içeriği için Duncan testinin ($*$, $P \leq 0.05$) sonuçlarını gösterir. Çubuklar, ortalama \pm standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir. (LSD_{2012} : 2.3, LSD_{2013} : 3.6)

Figure 9. The effect of FeOMF applications on foliar Cu (mg kg^{-1}) content. The letters indicate the results of the Duncan test ($*$, $P \leq 0.05$) for the Cu contents of leaf. The bars are shown the means \pm standard deviation (SD). (LSD_{2012} : 2.3, LSD_{2013} : 3.6)