

Organik Gübrelemenin Tıbbi Bitkilerin Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri

Gülsüm YALDIZ ^{1*}, Mahmut ÇAMLICA¹, Ferit ÖZEN²

¹ Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bolu, Türkiye

² Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mudurnu Süreyya Astarıcı Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mudurnu, Bolu, Türkiye

*Sorumlu yazar: g_yaldiz@hotmail.com

Özet

Dünya pazarında artan talepten dolayı, son yıllarda organik ürünlerin üretimi hızla artmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmaya ulaşılması, tarımsal politika amaçlarının farkına varılması ve organik tarımın ihtiyaçları doğrultusunda gıda tedarikinde uygun bir çözümün kullanılmasında gübre ve biyolojik organik çözümün etkili olabileceğini gerekli kılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler gıda, kozmetik ve ilaç sanayi de yaygın olarak kullanıldıklarından, üretimlerinde organik veya iyi tarım uygulamaları tercih edilmektedir. Bu nedenle organik sertifikalı tıbbi ve aromatik bitkilerin ticari önemleri gün geçtikçe artmaktadır. Organik sertifikalı bu bitkilere artan talep pazarlamada birçok avantaj sağlamakta, organik tarım ya da iyi tarım teknikleri ile yetiştirilmiş tıbbi ve aromatik bitkilerin hem dış hem de iç pazarda katma değeri artmaktadır. Bugün ileri tarım teknolojilerine sahip ülkelerde, katma değeri yüksek olan tıbbi ve aromatik bitkilerin, organik tarım şartlarında yetiştirilmesinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Türkiye tıbbi ve aromatik bitkilerde dışsattım payını artırmak için organik gübre ya da iyi tarım tekniklerine yönelmek zorundadır. Organik gübrelerin tıbbi ve aromatik bitkilerin verim ve kalitesine etkisini araştıran çok az çalışma bulunmakta birlikte bu çalışmalarda verim ve kalite üzerine organik gübrelemenin pozitif etki yaptığı belirlenmiştir. Bu derlemede organik gübreler ile yetiştirilen tıbbi ve aromatik bitkilerin verim ve kaliteleri ele alınarak, üretimde sürdürülebilirlik kavramına vurgu yapılacak ve organik üretim yöntemlerini teşvik eden yaklaşımların yaygınlaşması katkıda bulunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Organik tarım, tıbbi bitkiler, biyogübre

The Effects of Organic Fertilizer on Yield And Quality Properties of Medicinal Plants

Abstract

Due to the great global market demand, production of organic foods has rapidly increased in the past decades. To achieve sustainable development and the realization of the goals agricultural policies and the use of a solution suitable for providing food in the form of needs of organic agriculture will be necessary that the use of the fertilizer and biological organic solution can be effective. Medicinal and aromatic plants are used in food, cosmetic and pharmaceutical industries commonly. So, they are preferred good agricultural practices or organic in their productions. Therefore, commercial importance of certified organic medicinal and aromatic plants has increased day by day. Increasing demand in marketing provides many advantages to certified organic these plants, which are grown with organic farming or good agricultural techniques, increase the high quality products both outside and domestic market. Today, they have recorded important developments in cultivation of organic agricultural conditions in countries having advanced agricultural technology, because of the high quality products. Turkey has to tend towards organic fertilizer or good agricultural technical to increase the exportation of medicinal and aromatic plants. Although, there were very few studies about yield and quality of medicinal and aromatic plants, positive impact of organic fertilizer was determined on these plants' yield and quality. In this review, we will tackle yield and quality of medicinal and aromatic plants with growing organic fertilizer, emphasising on the concept of sustainability in production and will contribute to widespread of approaches promoted organic production methods.

Keywords: Organic agriculture, medicinal plants, biofertilizer

1. Giriş

Son yıllarda küresel kirliliğin artmasıyla birlikte gerek uluslararası gerekse ulusal düzeyde organik tarım konusu sık sık gündeme gelmektedir. Artan çevre ve sağlık bilinci organik ürünlerin ticaret hacmini artırmış ve önemli boyutlara ulaştırmıştır. Devletler bu pazardan daha fazla pay alabilmek için yaptıkları bir takım düzenlemelerle organik tarımı geliştirmeye çalışmaktadırlar. Organik tarım uluslararası pazarlarda ülkelerin daha fazla pazar payına sahip olabilmeleri amacıyla da desteklenmektedir. Toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlama, çevre kirliliğini azaltma ve dünyada organik tarıma olan artan talebi göz önüne alarak, azotlu ve fosforlu ticari gübrelerin kullanımını en aza indirmede organik gübre kullanımına ağırlık verilmelidir. Organik gübrelemenin, toprağın organik madde içeriğini, su kapasitesini ve bitkide besin alımını artırdığı, toprağın kimyasal ve fizyolojik yapısını iyileştirdiği belirtilmiştir (Bachman ve Metzger, 2008). Tıbbi bitki kültüründe verim yanısıra asıl önemli olan kısım kalite kriterinden biri olan sekonder metabolit içeriğidir. Doğal ve agro ekosistemde tıbbi bitkiler ile yapılan çalışmada doğayla uyumlu bitkilerin seçilmesi hem sürdürülebilirlik hem de sekonder metabolit performansı açısından önemlidir (Sharif ve ark. 2002). Tıbbi ve aromatik bitkilerde kalite kriterleri içerisinde, bitkinin doğru botanik ismi, kaynak ülke veya bölge, hasat zamanı, duyu testleri (renk ve kokunun organoleptik testleri), makroskopik (şekil, ebat, yüzey karakteri, doku, kırılma gibi çıplak gözle veya otantik örnek ile yapılabilir), mikroskopik (parankima, kolenkima, mantar, yaprak epidermisi, kalsiyum oksalat, nişasta, protein, yağ veya otantik maddelerle örneklerin karşılaştırılması yapılabilir), kimyasal (alkaloit, kardiyak glikozitler gibi sekonder metabolitleri varlığının araştırılması) ve kromatografik (özellikle İnce Tabaka Kromatografisi) testler bulunmaktadır (Bayram ve ark. 2010). Çeşitli kullanım alanlarına sahip tıbbi ve aromatik bitkilerde kalite tayini yapılarak standartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Günümüzde kalite standardı giderek önem kazanmaktadır. Türk Standartlar Enstitüsü'nün bazı tıbbi ve aromatik bitkiler ile ilgili çalışmaları bulunmaktadır. Ancak bunlar yeterli olmayıp, belirli bitkileri kapsamaktadır. Bu standartlar genişletilerek günün koşullarına uygun hale getirilmelidir (Bayram ve ark. 2010).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yayımladığı organik tarım üretim istatistiklerine

göre, Ülkemizde organik olarak üretimi 10 ton ve üzeri olan 27 tıbbi bitki bulunmaktadır. Üretimi en fazla yapılanlar defne, keçiboynuzu ve yaban mersini olup, bunlarında büyük kısmı doğadan toplanmaktadır. Ülkemizde haşhaş, rezene, gül, anason, kimyon, karahan, kırkkilit otu, kapari, limon otu, tarhun, fesleğen, funda organik olarak üretilmektedir. Ayrıca üretim değeri 9-10 ton arasında olan bitkiler ise, çörekotu, pelit, mercan köşk, kurt üzümü, deve diken (doğadan toplama), hayıt (doğadan toplama), yoğurt otu, aslanpençesi (doğadan toplama), papatya (doğadan toplama), sarı kantaron otu, su teresi, zahter otu (doğadan toplama), gilaburu, kuzukulağı, kantaron (doğadan toplama), kişniş, ekinezya, lavanta (doğadan toplama), melisa (doğadan toplama), nane (doğadan toplama) ve pürendir. Ülkemizde kırkın üzerinde ilde tıbbi ve aromatik bitkiler organik olarak üretilmektedir. Antalya, Aydın, İzmir, Mersin ve Kocaeli illeri bitki çeşitliği bakımından ilk sırada yer almaktadır. Kırsal kalkınma için seçilen 42 ilde tıbbi ve aromatik bitkiler "Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu" tarafından destekleme kapsamına alınmış ve yaklaşık 2357 adet işletme tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği için verilen destekten yararlanmışlardır. Ne yazık ki Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkilerin organik üretimine yönelik herhangi bir organik tohumluk (tohum, çelik vb.) üretimi ile ilgili çalışma bulunmamaktadır (Kırıcı, 2015).

Organik üretimi yapılan bitkilere ve droglara olan ilgi ve talep her geçen gün artmakta olup, tıbbi ve aromatik bitkilerin tarımında diğer bitkilerde olduğu gibi "İyi Tarım Uygulamaları"nın dikkate alınması gerekir. Bunlar; toprak, bitkisel materyal, ekim/dikim, hastalık, biyolojik olarak yapılan zararlı ve yabancı ot kontrolü, organik gübreleme, mekanizasyon, ürünün hasadı, kalitesi, kurutulması, paketlenmesi ve pazarlanması aşamalarında uygulanacak kuralların; bitkilerin özellikleri dikkate alınarak en yüksek verimde ve kaliteli, standartlara uygun etken maddelerin elde edilmesi gibi özellikleri kapsar. Bu derlemede organik tıbbi bitki yetiştiriciliğini yaygınlaştırmak ve farklı organik gübre uygulamaları hakkında bilgilendirme yapmak amacıyla, organik tıbbi bitki yetiştiriciliği yapan araştırmacıların bulguları tartışılmış ve inorganik yetiştiricilik ile kıyaslanmıştır.

2. Tıbbi Bitkilerde Kullanılan Organik Gübreler

2.1. Kanatlı ve çiftlik gübreleme

İşletmeden işletmeye ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak farklılıklar göstermekle birlikte ahır gübresi % 0.5-1.0 azot (N), % 0.15-0.20 fosfor (P₂O₅), % 0.5-0.6 potasyum (K₂O) içerir. Ahır gübresi içerdiği mikro elementler nedeniyle de değer taşımakta olup, bünyesinde 50-100 g ton⁻¹ mangan (Mn), 20-40 g ton⁻¹ çinko (Zn), 10-15 g ton⁻¹ bor (B), 10-12 g ton⁻¹ bakır (Cu), 0.4-0.7 g ton⁻¹ molibden (Mo), 0.8-1.2 g ton⁻¹ kobalt (Co) bulunur. Ahır gübresinde bulunan bitki besin elementlerinin büyük bir bölümü suda çözünebilir haldedir. Kuru madde olarak; at gübresi % 1.7 N, % 0.3 P, % 1.5 K, sığır gübresi % 2 N, % 1 P, % 2 K, koyun gübresi % 4 N, % 0.6 P, % 9 K ve tavuk gübresi ise kuru madde olarak % 3.9 N, % 2.1 P, % 1.8 K içermektedirler (Soyergin, 2003). Tavuk gübresi organik özelliğinin yanı sıra önemli miktarda temel besinlere de sahip olduğu belirtilmiştir. Belirtilen değerlerden anlaşılacağı üzere tavuk gübresi daha fazla kuru madde üretmekte, bu nedenle tavuk gübresinin kompostlama yapılmadan doğrudan kullanılması çoğu kez ürünlerde yanmalara neden olabilmektedir. Bu yüzden tavuk gübresi ya çok iyi bir kompostlama sonrasında ya da sap, saman değişik organik atıklar gibi genelde besin elementi içeriği düşük materyallerle karşılaştırılarak zararlı etkisi önlendikten sonra kullanılmalıdır (Khalidve ark. 2007).

Kümes hayvanlarının dışkılarında nitrojen fazla olduğu için yaprak büyümesinin, dolayısıyla biomasın arttığı belirtilmiştir (Arul, 2002). Kocabaş ve ark., (2007)'nin yürüttükleri araştırmada adaçayı (*Salvia fructicosa* Mill.) farklı organik gübre (sığır gübresi, koyun gübresi ve tavuk gübresi) ve kombinasyonları ile yetiştirilmiş ve hasat edilen bitkiler N, P, K, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu ve uçucu yağ içeriği bakımından incelenmiş, Cu elementi dışındaki diğer tüm elementlere organik gübre uygulamaları farklı etki göstermiş olup, en fazla uçucu yağ %2.9 ile tavuk-koyun gübresi kombinasyonundan elde ettiklerini belirtmişlerdir. Singh ve Rao (2009), tarafından yapılan çalışmada, farklı kombinasyonlarda kanatlı gübrelemesinin nane (*Mentha arvensis*)'de yaprak biomasını önemli miktarda artırdığını bildirmişlerdir. Horozibiği (*Amaranthus caudatus*) bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada kanatlı gübresinin 7 farklı dozu (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ton ha⁻¹) denenmiş ve en yüksek bitki boyu değerlerine 15 ton ha⁻¹ uygulamasında ulaşıldığı belirtilmiştir (Mshelia and Degri, 2014). Üç farklı fesleğen (*O.basilicum*, *O. sanctum* ve *O.*

citriodorum) türünün herba ve uçucu yağ üretimi üzerine 125 ve 150 ppm humik asit ile 100 ve 200 gr tavuk gübresinin etkilerinin araştırıldığı sakı çalışmasında ise, 100 gr tavuk gübresi ile 125 ppm humik asitin, bitki boyunu artırdığı saptanmıştır (El-Sayedve ark. 2015). Mucize ağacı (*Moringa oleifera* Lam) 'nda yürütülen bir çalışmada 0, 5, 10 ton ha⁻¹ kanatlı gübresi uygulanmış ve çalışma sonucunda 5 ve 10 ton ha⁻¹ kanatlı gübre uygulamasının kontrole göre bitki boyunu ve dal sayısını artırdığı belirtilmiştir (Ndubuaku ve ark. 2015). Kanatlı gübresinin jüt (*Corchorus olitorius*) bitkisinin verimini artırdığı belirtilmiştir (Adejoro, 2011). Hint ekinezyası (*Andrographis paniculata* Nees)'nın verim ve verim değerleri üzerine tavuk, domuz ve sığır gübrelere farklı dozlarının (2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ton ha⁻¹) etkisinin araştırıldığı çalışmada, 12.5 ton ha⁻¹ tavuk gübresinden diğer gübrelere oranla daha yüksek yaprak alan indeksi ile toplam kuru ağırlık elde ettiklerini bildirmişlerdir (Detpiratmongkol ve ark. 2014). Yaldız (2013), fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) verimi ve uçucu yağı üzerine farklı gübre formlarının [(CAN, NPK, kibebe (etçil tavuk gübresi))] etkisini araştırdığı çalışmada en yüksek toplam kuru yaprak veriminin (524.41±9.21 kg da⁻¹) ve uçucu yağ oranının (%1.08±0.08) kibebe gübresi uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Pelin otu (*Artemisia annua*)'nun verim ve artemisin üzerine 0, 45 ve 90 kg N ha⁻¹ ticari gübre ile 2, 4 ve 6 ton ha⁻¹ kanatlı gübresinin etkisi araştırılan çalışmada, en yüksek taze ve kuru yaprak veriminin 4 t ha⁻¹ kanatlı gübresinden alındığını, ayrıca artemisin veriminin bitkinin tam çiçeklenme döneminde yine 4 t ha⁻¹ kanatlı gübresinde (37.24 kg/ha) elde edildiğini bildirmişlerdir (Chaudhary ve ark. 2008). Meryemana (*Silybum marianum* L.) bitkisine, 50 kg da⁻¹ kibebe (etçil tavuk gübresi), 10 kg da⁻¹ CAN (% 26 N), 10 kg da⁻¹ kompoze gübre (N-P-K, 10-10-40) uygulanmış, en yüksek antimikrobiyal aktivite *Escherichia coli*'ye karşı Kibebe gübresi (16.33 mm)'nden elde edilmiştir (Yaldız ve ark., 2013). *Labisia pumila* Benth (KacipFatimah) sekonder metaboliti ve antioksidan aktivitesi üzerine organik (tavuk gübresi; 10-10-10) ve inorganik (NPK; 15-15-15) 0, 90, 180, 270 kg N ha⁻¹ dozlarında uygulanmış, inorganik gübrelemeye kıyasla toplam fenolikler, flavonoidler, antioksidan aktivite, askorbik asit, saponin ve glutathione içeriğinin 90 kg N ha⁻¹ tavuk gübrelemesinde arttığını bildirmişler ve tavuk gübresi kullanımının *L. pumila*'nın sekonder metabolitlerini artırdığı bildirilmiştir (İbrahim ve ark. 2011). Kekik (*Thymus vulgaris*

L)'in verim ve thymol içeriğine kompost, tavuk ve koyun gübresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada en yüksek verim 20 m³kompost ile 10 m³ tavuk gübresi ya da koyun gübresi karışımının verdiği, en yüksek thymol içeriğinin ise 30 m³kompost ile 10 m³ koyun gübresi uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir (Ateia ve ark. 2009). Kekikte, 20 ton ahır gübresi uygulamasının büyüme ve gelişmeyi artırdığı belirtilmiştir (Ateia ve ark. 2009).

Kanatlı gübresi ile yetiştirilen *Java citronella* bitkisinin herba, uçucu yağ içeriği ve kuru madde veriminde önemli artışlar olduğu belirtilmiştir (Adholeya and Prakash, 2004). Üç farklı anason (*Pimpinella anisum*) ekotipi (Çeşme, Fethiye-Seki, Denizli-Acıpayam) ve bir tescilli çeşit (Göhlisar) ile altı farklı gübre uygulaması (kontrol, ticari gübre, ahır gübresi, organik gübre, ticari gübre x organik gübre ve ticari gübre x ahır gübresi kombinasyonu) denenmiş ve Çeşme, Fethiye ve Denizli ekotiplerinde bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitki başına şemsiye sayısı, şemsiyedeki tohum sayısı, tohum verimi ve bin tane ağırlığı, organik gübre ve organik-inorganik gübre kombinasyonu uygulamasından olumlu yönde etkilendiği belirtilmiştir (Doğramacı ve Arabacı, 2015). Thakur ve ark. (1999)'un çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)'de yürüttükleri çalışmada değişik gübre kaynakları (kontrol, DAP, kentsel arıtma çamuru, humik asit ve çiftlik gübresi) uygulamasında ortalama en yüksek bitki boylarını kentsel arıtma çamuru (36.32 cm) ve çiftlik gübresi (35.64 cm) uygulamalarında tespit etmişlerdir. Kimyon (*Cuminum cyminum* L.)'da kontrol, 10 t ha⁻¹vermikompost, 15 t ha⁻¹kompost ve 30 t ha⁻¹ hayvan gübresi uygulamaların da en yüksek tohum verimi (316.39 kg ha⁻¹) ile bin dane ağırlığı (4.61 g) 30 t ha⁻¹ hayvan gübresi uygulamasında saptanmıştır (Forouzand ve ark. 2015).Shafagh Kalvanagh ve Nazari Heris (2013), Lallelantiaiberica'da hayvan gübresi uygulamasının bin tane ağırlığı (5.67 g), bitkide ortalama tohum sayısını (5.65 g) ve verimi artırdığını belirtmişlerdir. Kimyon (*Cuminum cyminum*)'da hayvan gübresi uygulamasının kimyon verimini artırdığını bildirmiştir (Saednejad ve Rezvanmogadam, 2009). James ve ark. (2005), kimyonda en yüksek verim değerlerine sırasıyla, kompost, hayvan gübresi, vermikompost ve kontrolde ulaştıklarını bildirmişlerdir. Moradi (2009),hayvan gübresi uygulamasının rezene (*Foeniculum vulgare* L.) 'de verimi artırdığını belirtmiştir. Yalancı papatya (*Eclipta alba*) bitkisine 75 m³ ha⁻¹ organik gübre (çiftlik gübresi ile kanatlı gübre) ve 980 gm ha⁻¹

'biyolojik gübre (rhizobium ve azospirillum) uygulanmış ve en yüksek verimi kanatlı gübrelemesi ile rhizobium uygulamasından elde edilmiştir (Priya ve R.Elakkiya 2012). Mayıs papatya (*Matricaria chamomilla*)'sına uygulanan çiftlik gübresinin önemli miktarda verimi artırdığını bildirmiştir (Tabrizi, 2004). Delate (2000), melissa (*Melissa officinalis*)'da çiftlik gübresinin kuru ağırlığı artırdığını bildirmiştir. Nanede çiftlik gübresinin kuru ağırlık ile koku kalitesini artırdığını bildirmiştir (Arancon, 2004). Yarı kurak tropikal iklim bölgesinde palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats. var. *motia* Burk.) bitkisinde farklı hasat dönemlerin uçucu yağ verimi ve toplam biyokütleri üzerine yapılan iki yıllık çalışmada, çiftlik gübresi (0 ve 15 t ha⁻¹) ve azot gübresi (0, 40, 80 kg N ha⁻¹) yağmur suyu koşullarında denenmiş, araştırma boyunca Palmarosa bitkisi 7 kez hasat edilmiş ve 99.2-159.1 kg ha⁻¹toplam uçucu yağ verimi ile 23.6-37.2 t ha⁻¹toplam biyokütle verileri elde edilmiştir. Çiftlik gübresinin her yıl 15 t ha⁻¹ uygulanması, kontrol şartlarıyla karşılaştırıldığında uçucu yağ verimini %10.3 ve toplam biyokütle %10.7 oranında artırdığını, çiftlik gübresinin azotlu gübre (80 kg da⁻¹) ile birlikte kullanılması sonucunda ise uçucu yağ verimi %57.6 ve biyokütle verimi %60.3 oranında arttığı belirlenmiştir (Rajeswara Rao, 2001). Organik olarak yetiştirilen fesleğenin, konvensiyonel yetiştiriciliğe göre uçucu yağ verimini iki kat arttığı bildirmiştir (Khalid ve ark. 2006). Mayıs papatyasının uçucu yağ içeriği ve bileşenlerinde konvesiyonel tarıma göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Vildova, 2006). Schefferand Koehler (1993) civanperçemi (*Achille millefolium*)'nde organik gübre kullanmanın verim ve uçucu yağ miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Organik gübre ve çiftlik gübresi uygulamalarının kimyonda biyolojik verimi, şemsiye sayısını, tohum sayısını, bitki boyunu ve dallanmayı artırdığı ve en yüksek biyolojik verimin 1065 kg ha⁻¹ile ve tohum veriminin ise 477 kg ha⁻¹ uygulamalarından alındığı bildirilmiştir (Saednejad and Rezvanmogadam, 2009). Mary ve Nithiya (2015) köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.) bitkisinin büyümesi, fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine organik ve inorganik gübrelerin etkilerinin araştırıldığı çalışmada köpek üzümü yapraklarının alkaloidler, flavonoidler, tanenlar, saponinler ve toplam fenol içeriklerinin inorganik gübrelerle oranla organik gübrelerde daha fazla olduğunu ayrıca organik gübrelerin daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Fesleğinde farklı tavuk ve hindi gübrelerinin (kontrol, 7.5, 10, 12.5, 15 t ha⁻¹) verim ve besin elementleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek yaş ve kuru ağırlıklar 10-12.5 t ha⁻¹ tavuk ve hindi gübre uygulamalarından, en yüksek besin elementi içerikleri 10-12.5 t ha⁻¹ hindi gübrelerinden ve 7.5 t ha⁻¹ tavuk gübresinden, en yüksek uçucu yağ bileşenleri ise tavuk gübresinden elde edildiği bildirilmiştir (Yaldız ve ark. 2019a, b).

2.2. Kompost ve Vermikompost Gübreleme

Vermikompost uygulaması toprakların biyolojik aktivitesini teşvik eder. Mikroorganizmalar bakımından zengin olan vermikompost uygulaması ile toprakların bitki besin elementlerin döngüsünde, bitki büyüme düzenleyicilerinin üretiminde, bitkilerin dirençlerinin artırılmasında veya hastalıklara ve nematod zararlarına karşı dayanıklılıklarının sağlanmasında önemli görevleri olan mikrobiyal popülasyonunda ve aktivitesinde artış sağlamıştır (Arancon ve ark. 2008). Krishnamoorthy ve Vajrabhiah (1986) organik atıklarda solucanlar tarafından sitokinin ve oksinlerin üretildiğini belirtmişlerdir. Vermikompostun ayrıca bol miktarda humik maddeler içerdiği ve bitki büyümesi üzerine bu maddelerin hormonlar ya da toprağa uygulanan bitki büyüme düzenleyiciler ile benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Muscolo ve ark. 1999; Atiyeh ve ark. 2002). Vermikompostun toprak pH'sına, mikrobiyal popülasyonuna ve toprak enzim aktivitesine, dolayısıyla biyosentez bileşimine olumlu etki yaptığı bildirilmiştir (Maheswarappa ve ark. 1999).

Vermikompostun, bitkide kuru ağırlık (Edwards, 1995) ve nitrojen alımını artırdığı belirtilmiştir (Tomati, 1994). Vermikompost nitrat, fosfor, kalsiyum ve potasyum gibi bitki bünyesinde mevcut çoğu besinleri içerdiğini, mikrobiyal popülasyonu, çeşitliliği, özellikle fungi, bakteri ve aktinomisetler açısından zenginlik oluşturduğunu belirtmiştir (Edwards, 1998). Konvansiyonel tarım ile kıyaslandığında marjoram (*Marjoram hortensis* L) bitkilerinde kompost gübre uygulamasının herba, uçucu yağ içeriği ve kuru madde içeriğini artırdığını bildirmişlerdir (Edrisve ark. 2003). Karaçay (*Sideritismontana* L)'da kompost gübreleme miktarı arttıkça vegetatif büyüme ile uçucu yağ miktarının arttığını bildirmişlerdir (El-Sherbenyve ark. 2005). Alman papatyası (*Anthemis nobilis*)'na farklı sulama miktarları ile birlikte ve farklı vermikompost miktarları

uygulanmış, bitki ağırlığı, erken çiçeklenme, kuru ağırlığın önemli miktarda arttığı ve en yüksek uçucu yağ oranının %10 vermikompost ile iki haftada bir 4 mm sulama ile alındığını bildirmişlerdir. Ayrıca %15 vermikompost ile iki haftada bir 2 mm su uygulamasının Alman papatyasında çiçek verimi için en iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir (Azizi ve ark. 2008). Ejderotu (*Dracocephalum moldavica* L.)'ndakompost uygulamasının uçucu yağ üretimi ile birlikte vejetatif büyümeyi teşvik ettiği bildirilmiştir (Husseinve ark. 2006). Marjoram'da biyolojik gübreler ile düşük seviyede kompost kullanıldığında uçucu yağ yüzdesi ve yaş ağırlıkta en yüksek verim alındığı, fakat uçucu yağ bileşenlerinin miktarının gübreleme tipi ve seviyesi ile değişmediğini bildirmişlerdir (Gharib ve ark. 2008). Mercanköşk (*Origanum majorana* L.) yetiştiriciliğinde toprak, %15 ve %30 sulu kompostekstraktı ile muamele edilmiş, uçucu yağ yüzdesi ile herbabiyomasının arttığı bildirilmiştir. En yüksek uçucu yağ yüzdesinin %39.0 ve %52.0 ile %15 ve %30 sulu kompost gübre uygulamalarından alındığını, fakat kimyasal içeriğinde ve miktarında herhangi bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (Fatma ve ark. 2008). *Cymbopogon winterianus* bitkileri ile yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Adholeya ve Prakash, 2004). Ayrıca mayıs papatyasında, kimyasal gübre ve kompost gübre ile yapılan çalışmada kompost gübrelemenin kimyasal gübreye göre daha fazla çiçek sayısı ve uçucu yağ yüzdesi verdiği belirtilmiştir (Hendawy ve Khalid, 2011). Hadj Seyed Hadi ve ark. (2011), vermikompostun mayıs papatyası (*Matricaria recutita* L.) uçucu yağında, çiçek veriminde, bitki büyümesinde olumlu etkileri olduğunu, chamomile üretiminde gerekli elementleri sağladığını ve özellikle sürdürülebilir tarımda hiçbir zararlı etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Vermikompostun birçok ürünün kalite ve verimi için gerekli makro ve mikro elementleri sağladığı bildirilmiştir (Atiyeh ve ark. 2002; Roy ve ark. 2010). Vermikompost mayıs papatyasının uçucu yağ ve chamazulene içeriğini artırdığını belirtmişlerdir (Azizi ve ark. 2009). Tatlı rezene (*Foeniculumvulgare*)'nin uçucu yağında en yüksek anethole içeriği ve en düşük fenchone, limonene ve estragole içeriklerinin vermikompost muamelesinde görüldüğü belirtilmiştir (Moradi ve ark. 2011). Chand ve ark. (2012), nanede 7.5 ton ha⁻¹vermikompost uygulamasının büyüme parametrelerini ve herba

verimini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bazı tıbbi bitkilerde benzer sonuçlar bulunmuştur (Hadj Seyed Hadi ve ark. 2004; Darzi ve ark. 2007). Fesleğen bitkisinde organik (çiftlik gübresi ve vermikompost gübreleri) ve inorganik gübrelerin (N,P,K) 6 farklı kombinasyonu araştırılmış, 5 t ha⁻¹ vermikompost ve 50:25:25 NPK gübrelerinden en iyi büyüme, yeşil ot, kuru ot, uçucu yağ içeriği (linalool ve methylkavykol) ve yağ verimi elde edilmiştir (Anwar ve ark. 2005). Vermikompost uygulaması toprağın, demir, çinko, manganez, bakır ve diğer besin maddelerini artırdığını bildirmiştir (Hashemi Majd ve ark. 2003).

Kekik (*Satureja hortensis*L.) bitkisinde organik gübre olarak; solucan gübresi, leonardit, inorganik gübre olarak; 20-20-0 kompoze gübre kullanılmış, solucan gübresi uygulaması, yeşil herba verimi ve drog herba verimlerinde 20-20-0 uygulaması ile birlikte; uçucu yağ oranı ve veriminde ise tek başına en yüksek değerleri vermiştir (Dinç, 2014). *Agastache* bitkisi, kontrol, nitrojen gübrelemesi (50 kg ha⁻¹), vermikompost (30 t ha⁻¹), sığır gübresi (20 t ha⁻¹), sığır gübresi (25 t ha⁻¹) ve vermikompost ve sığır gübresi (30 t ha⁻¹+20 t ha⁻¹) kombinasyonlarında yetiştirilmiş ve fenolojik (çiçeklenme zamanı ve tam çiçeklenme zamanı) ve morfolojik karakterlerin (bitki boyu, taze ağırlık ve kuru ağırlık) farklı gübrelemelerden önemli derecede etkilendiğini, en yüksek kuru ağırlığın 25 t ha⁻¹ sığır gübresinden (1385.20 g plant⁻¹) elde edildiğini, bunu vermikompost muamelesinin takip ettiğini bildirmiştir. Ayrıca *Agastache*'nin en yüksek herba, uçucu yağ verimi ve içeriğine vermikompost ve 25 t ha⁻¹ sığır gübresinden elde edildiği bildirilmiştir (Farhadi ve ark. 2013).

2.3. Biyolojik gübreleme

2.3.1. Mikorizal funguslar

Mikorizalfunguslar, faydalı mikroorganizmalardır ve biyolojik gübre olarak bilinir. Mikoriza bitki köklerinin belirli mantar türleri ile arasındaki karşılıklı yaşam şeklidir. Bu işbirliğinde mikoriza bitkiden karbon (C), bitki ise mikoriza vasıtasıyla besin maddesi ve su sağlamaktadır. Yani topraktaki bitki besin maddeleri sadece bitki kökleri tarafından değil, mikorizalar tarafından da alınmakta ve bitkiye ulaştırılmaktadır (Atiyeh, 2000). Sera çalışmaları, mikorizaların, fosfor (P) alımını 3-4 kat artırdığını ortaya koymuştur. Mikoriza bitki kökünün içine saldığı hifleri ile ortamın bir parçası haline gelmekte ve bu hifler bitkiye P, bitkiden ise

dışarıya C vermektedirler. Mikorizalar birçok bitkinin kökünde infekte halde ve yaygın bir şekilde simbiyotik yaşamlarını sürdürürler. Mikorizalfunguslar, bitkilerin fosfor, çinko ve bakır gibi sabit elementlerin alımına katkıda bulunur. Bitki hormonlarının üretiminde mikorizalfungusların etkilerinden dolayı, biyotik ve abiyotik strese karşı dirençleri söz konusudur (Sharma, 2003). Birçok çalışma bakterilerin mikorizalfunguslar ve onların inokulasyonları ile snerjik etkiye sahip olduklarını, topraktan suyun mineral maddelerin daha iyi absorbe edildiklerini ve bununda bitki büyümesini artırdığını belirtmişlerdir (Ratti ve ark. 2001). Sadiq Gorsı (2002), 76 tıbbi bitkide, mikorizalsymbiosis'in etkisini araştırmış ve bitkinin vegetatif büyüme aşamasında, çiçeklenme ve meyve aşamasına göre mikorizalsymbiosis'in daha etkili olduğunu ve iyi bir kök sistemi geliştirdiğini bildirmiştir. Otsu bitkilerin, çalı ve dalı form bitkilere göre daha fazla kök kolonizasyonu gösterdiğini saptamıştır. Limon otu (*Symbopogon martini*) (Qupta ve ark. 1990) ve nanede (Khaliq and Janardhanan, 1997) mikorizalinokulasyon uygulanmış ve kontrole göre daha fazla uçucu yağ verimi, yüzdesi ve mineral besin içeriği alındığı bildirilmiştir. Kapoor ve ark. (2004) mikorizal fungusların iki türü (*Glomus macrocarpum* ve *Glomus fasciculatum*) ile rezenenin kök simbiyosisi muamele edilmiş ve bitkide tohum verimi ve şemsiye sayısını artırdığını bildirmiştir. Saedi- Farkoosh ve ark. (2011), mayıs papatyasının ve arbuscular mikorizal fungi ve fosfat çözen bakteri ile inokulasyonu arasında simbiyotik ilişkinin araştırıldığı çalışmada, uçucu yağ veriminde (%28), bileşenlerinden kamuzulenandbisabolen'de artış gözlendiğini bildirmiştir. Kışnişte (*Coriandrum sativum*) uçucu yağ verimi ve bileşeninin mikorizal etkisinin araştırıldığı çalışmada tohumda uçucu yağ konsantrasyonunu %43, uçucu yağında geranial (%19.99) linalool (%61.73) gibi bileşenlerin kontrole göre artırdığı bildirilmiştir (Kapoor ve ark. 2002). Badran ve Safwat (2004) ve El-Ghadban ve ark. (2006), yaptıkları çalışmalarda, Rezene bitkisinde artan büyüme ile birlikte, kimyasal kompozisyon değişiminin ve yağ veriminin olumlu yanıt verdiğini bildirmişlerdir. *Scutellaria integrifolia* tıbbi bitkisinde, mikoriza inokulasyonunun kök uzamasını ve bitki büyümesini düşük fosfor içerikli topraklarda artırdığını bildirmiştir (Joshee ve ark. 2007). Kapoor ve ark. (2004), mikoriza ve organik fosfat kullanımının rezene uçucu yağında anethole içeriğini artırdığını belirtmiştir. Ayrıca, biyolojik

gübre uygulamasının toprak mikrobiyal aktivitesi, makro ve mikro mineral içeriği ile birlikte uçucu yağ oranını artırdığını belirtmiştir.

2.3.2. Bakteri uygulaması

Bakteri karışımı ile toprak inokulasyonunda bitkilerin daha dengeli beslendiğini ve fosfat çözünübilirliği ve nitrojen alımı arasında ana bir mekanizmal interaksyonun olduğunu nitrojen ve fosfor alımının kökü geliştirdiğini bildirmişlerdir (Belimov ve ark. 1995; Sharma, 2002; Abou-Aly ve ark. 2006). Ratti ve ark. (2001), fosfat çözebilen bakterilerin farklı varyetelerinde limon otu bitkisinin boyunun ve biyomasının arttığı belirtilmiştir. İran'da fesleğen kökleri bitki büyümesini teşvik eden, *Putida* 41, *Azotobacterchroococcum* 5 ile *Azospirillumlipoferum* kullanılmış olup, en yüksek taze ağırlık (3.96 g bitki⁻¹), N içeriği (%4.72) ve uçucu yağ oranı (%0.82) *Pseudomonas*+*Azotobacter*+*Azospirillum* muamelesinde gözlemlenmiştir. Bütün parametreler bakımından *Pseudomonas*+*Azotobacter*+*Azospirillum* ve *Azotobacter*+ *Azospirillum* muamelesinde daha yüksek veriler alındığı belirtilmiştir (Ordookhani ve ark. 2011). Leithy (2006), *Azotobacter* biyolojik gübrelemesinin biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)'de uçucu yağ miktarını artırdığını belirtmiştir. Aynı şekilde fosfat çözücü bakteri kullanımı nitrojen fiksasyonunu artırarak, mercan köşk bitkisinde herba ve uçucu yağ verimini artırdığını belirtmiştir (Gharib, 2008). Vinca (*Caharanthusroseus*) tıbbi bitkisinde *Pseudomonas flurescence* bakteri aşılmasının biomass verimini ve alkaloid içeriğini artırdığını belirtmiştir (Abdul-Jaleel, 2007). Rosemary bitkisinin mikroorganizmalar ile muamelesi, konvensiyonel (NPK) gübreleme ile kıyaslandığında, mikroorganizmaların bitkinin büyüme karakterleri ile kimyasal içeriğini artırdığını belirtmiştir (Abdelaziz ve ark. 2007). Esringü ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada; *Agrobacterium sp.*, *Bacillus sp.*, *Pantoea sp.* ve *Pseudomona ssp.*'e ait toplam 19 adet bakteri izolatu kullanılarak 3 farklı bakteri biyoformülasyonu (F1, F2 ve F3) hazırlamışlar ve bu biyoformülasyonlar içerisine daldırılan sarımsak (*Allium sativum*L.) dişleri saksılara ekilerek uygulamaların bitki boyu, klorofil düzeyi ve bazı enzim (katalaz, peroksidaz, polifenoloksidaz ve superoksitdismutaz) aktiviteleri üzerine etkileri saptanmış, tüm bakteri formülasyonu uygulamalarının kontrole göre sarımsakta bitki gelişiminde önemli katkılar

sağladığı ve bitki enzim düzeylerinde de önemli değişikliklere sebep olduğu görülmüştür. Jocarve ark.(2015), Ekinezya (*Echinaceapurpurea*) bitkisine *Pseudomonasputida*, *Azospirillumlipoferum*, *Pseudomonas* + *Azospirillum*, 5 ve 10 ton/ha hayvan gübresi uygulanmış, hayvan ve biyolojik gübre uygulamasında yaprak sayısı, çiçek sayısı, canopy ölçüsü, taze ve kuru ağırlığın kontrole göre arttığı belirtilmiştir. Ayrıca iki bakteri kombinasyonu ile 10 ton hayvan gübresi uygulamasının kontrol ile kıyaslandığında % 40 kuru ağırlığı artırdığı belirtilmiştir.

Rezenede, *Azotobacterchroococcum*, *Azospirillumliboferum* ve *Bacillusmegatherium* karışımı ile sadece önerilen oranda % 50 NPK oranında kimyasal gübre uygulamasının vegetatif büyümeyi teşvik ettiğini belirtmiştir. En yüksek bitki boyu, dal sayısı, taze ve kuru ağırlığın (357 kg amonyum sülfat+238 kg kalsiyum süper fosfat+60 kg potasyum sülfat ha⁻¹) kimyasal gübre uygulamanın yarısını uygulayarak alındığını, uçucu yağ oranının bakteri aşılmasında daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Mahfouz ve Sharaf-Eldin 2007). Anason bitkisine 0, 60 ve 120 kg ha⁻¹ kimyasal gübre (46% nitrojen üre) 0, 3, 6 lit ha⁻¹ biyolojik gübre (*Azotobacter* ticari adı Nitroxin) üç farklı bitki sıklığında (30x2.30x4.30x8 cm) uygulanmış ve biyolojik verime bağlı olarak en yüksek yaprak verimi (19.1 adet bitki⁻¹) 6 lit Nitroxin⁻¹ ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek tohum verimi ile uçucu yağ verimi (1286.4 ve 179.1 kg ha⁻¹) sırasıyla biological Nitroxin (3lit ha⁻¹) ve kimyasal nitrogen 60 ha kg⁻¹ gübrelemesinde 4 cm sıra üzerinde gerçekleşmiştir (Nabizadeh ve ark. 2012).

4. Sonuçlar

Tüm dünyada önemle üzerinde durulan konuların başında toplum sağlığı gelmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde, yetiştirme döneminde veya sonrasında gübre kullanımı önemli bir unsurdur. Gübre kullanımlarının zamanı, miktarı ve özellikleri tıbbi bitkilerin isteklerine uygun olarak değerlendirilmelidir.

Tıbbi bitki yetiştiriciliğinde inorganik gübrelerin sekonder metabolitler üzerine olumlu etkide bulunmasının yanında, özellikle azotlu gübrelerin aşırı kullanımı bitkilerde bazı toksik madde birikimlerinin artmasına neden olmaktadır (Sönmez ve ark. 2008). Bu toksik maddelerin birikmesi, bitkilerde istenmeyen bazı zehirli bileşiklerin artmasına sebep olur ve kullanan kişilerde zehirlenmelere neden olur. Ayrıca uzun

sürelili sadece inorganik gübrelerin kullanılması topraklarda doğal olarak bulunan canlıları olumsuz etkilemekte ve diğer taraftan topraklara yeterince organik madde verilmemesi topraktaki biyolojik yapıyı tahrip etmektedir. Bu nedenle organik gübreler kullanılarak inorganik gübrelerin minimize edilmesi gerekir.

Araştırmacıların bulgularında anlaşılacağı üzere, tıbbi bitkilerde organik gübre kullanımı, bitkilerin büyümesini, yeşil ot, kuru ot ve drog verimini artırmıştır. Özellikle mikorizal fungusların ve bakterilerin uygulaması bitkinin kök sistemi ile sekonder metabolit içeriğini artırmıştır. Tıbbi bitkilerde, nihai ürünün kalitesi çok önemli olduğundan dolayı bu bitkilerden elde edilen sekonder metabolitler ticarete değerlidir. Bu nedenle hem insan, hem de çevre ve toprak sağlığı için, tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliğinde organik gübre kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abdelaziz, M., Pokluda, R., Abdelwahab, M.M., 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 35: 86-90.
- Abdul Jaleel, C., Gopi, R. Sankar, B., Manivannan, P., Kishorekumar, A., 2007. Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedling under salt stress. *South African Journal of Botany*, 73: 190-195.
- Abou-Aly, H.E, Mady, M.A., Moussa, S.A.M., 2006. Interaction effect between phosphate dissolving microorganisms and boron on growth, endogenous phytohormones and yield of squash (*Cucurbita pepo* L.). *The First Scientific Conference of the Agriculture Chemistry and Environment Society*, Cairo, Egypt.
- Adejoro, S.A., Okunlola, A.I., Fakanlu, G., 2011. Evaluation of some manure types for the growth and yield of Watermelon in Southwestern Nigeria. *Researcher*, 3: 393-395.
- Adholeya A, Prakash A. 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisoi. *Bioresource Technology*, 92, 311-9.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manure and inorganic fertilizer on growth, herb yield, nutrient accumulation, and oil quality of french basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 13-14.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *Seed Science and Technology*, 21: 159-178
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P., Metzger, J.D., 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*, 39: 91-99.
- ArulNavamani VJ (2002). Integrated nutrient management of Ashwagandha (*Withania somnifera* Dunal.) for growth, yield and quality. M.Sc., (Hort.) Thesis, AC and RI, TNAU,
- Ateia, E.M., Osman, Y.A.H., Meawad, A.E.A., 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under north Sinai conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4): 555-565.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., Metzger, J.D., 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*, 8 (3): 215-223.
- Atiyeh, R.M., Lee, S.S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J.D., 2002. The influence of humic acid derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84: 7- 14.
- Azizi, H., Moinevaziri, H., 2008. Petrology of Cretaceous volcanic rocks in northern Sanandaj. *Tehran University Journal Science*, 35: 15-23.
- Azizi, M., Rezvani, F., Hassan-Zadeh, M., Lekzian, A., Nemati, A., 2009. Effects of vermicompost and irrigation on morphological traits and essential oil of chamomile. *Iranian Journal of Medicinal Plants*, 241: 82- 93.
- Bachman, G.R., Metzger, J.D., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting

- substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*, 99(8): 3155–3161.
- Badran, F.S., Safwat, M.S., 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82(2): 247-256.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabeen, O., Telci, İ., 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisleri VII. Teknik Kongresi*, Bildiri Kitabı, 11-15 Ocak, Ankara, s. 437-456.
- Belimov, A.A., Kojemiakov, A.P., Chuvarliyeva, C.V., 1995. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 173: 29- 37.
- Chand, S., Pandey, A., Patra, D., 2012. Influence of nickel and lead applied in combination with vermicompost on growth and accumulation of heavy metals by mint. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 3: 256- 261.
- Chaudhary, V., Kapoor, R., Bhatnagar, A.K., 2008. Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L. *Applied Soil Ecology*, 40: 174-181.
- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F., Sephidkon, F., 2007. Effects of Biofertilizers Application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22: 276- 292.
- Delate, K., 2000. Heenahmahyah student from herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. *Annual Reports*, Iowa State University, Ames, pp. 142.
- Dinç, E., 2014. Sater (*Satureja Hortensis* L.) bitkisinde inorganik ve organik gübre uygulamalarının verim ve bazı kalite unsurlarına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Doğramacı, S., Arabacı, O., 2015. Anason (*Pimpinella Anisum* L.) çeşit ve ekotiplerinin bazı teknolojik özellikleri üzerine organik ve inorganik gübre uygulamalarının etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1): 41 – 47.
- Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T., Yoosukyingstaporn, S., 2014. Effects of chicken, pig and cow manures on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees). *Journal of Agricultural Technology*, 10(2): 475-482.
- Edris, A.E., Ahmad, S., Fadel, H.M., 2003. Effect of organic agriculture practices on the volatile aroma components of some essential oil plants growing in Egypt II: sweet marjoram (*Origanum marjorana* L.) essential oil. *Flavor and Fragrance Journal*, 4: 345– 51.
- Edwards, C.A., 1995. Historical overview of vermicomposting. *Bio cycle*, 36: 56 – 58.
- Edwards, C.A., 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: *Earthworm Ecology*. CRC Press LLC, Boca Raton, pp. 327-354.
- El-Ghadban, E.A.E., Shalan, M.N., Abdel-Latif, T.A.T., 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 84(3): 977-992.
- El-Sayed, A.A., El-Hanafy, S.H., El-Ziat, R.A., 2015. Effect of chicken manure and humic acid on herb and essential oil production of *Ocimum* sp. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 15: 367-379.
- El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y., 2005. Influence of compost levels and suitable spacing on the productivity of *Sideritis montana* L. plants recently cultivated under Egyptian conditions. *Cairo University Bulletin of Faculty of Agricultural*, 56: 379-392.
- Esringü, A., Kaynar, D., Turan, M., Ercisli, S., 2016. Ameliorative effect of humic acid and plant growth-promoting rhizobacteria (pgpr) on hungarian vetch plants under salinity stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(5): 602–618.
- Farhadi, N., Estaji, A., Moghaddam, M., Shahhoseini, R., 2013. Influence organic manure and nitrogen fertilizer on growth, yield and essential oil composition of Agastache (*Agastache Foeniculum*). 2nd National Congress on Medicinal Plants, 15-16 Mayıs, Tehran, Iran
- Fatma, A., Gharib, I., Lobana, A., Mossa, A., Osama, N., 2008. Effect of Compost and Bio-fertilizers on Growth, Yield and Essential Oil of Sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4: 381- 387.
- Forouzande, M., Karimian, M.A., Mohkami, Z., 2015. Effect of drought stress and different types of organic fertilizers on yield of cumin

- components in sistan region. *European Journal of Medicinal Plants*, 5(1): 95-100.
- Gharib, F.A., Moussa, L.A., Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agricultural Biology*, 10(4): 381-387.
- Hadj-Seyed-Hadi M., Noormohamadi, G., Masoud-Sinaki, J., Khodabandeh, N., Yasa, N., Darzi, M.T., 2004. Effects of planting time and plant density on flower yield and active substance of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). In: *Fourth International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia.
- HajSeyed Hadi, M., Darz, M.T., Ghandehari, Z., Riazi, G., 2011. Effects of vermicompost and amino acids on the flower yield and essential oil production from *Matricaria chamomile* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23): 5611-5617.
- HashemiMajd, K., Kalbasi, M., Golchin, A., Shariatmadari, H., 2003. Identifying *Eisenia foetid* aspecy in north of Iran. *Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 7(4): 61-68.
- Hendawy, S., Khalid, A., 2011. Effect of chemical and organic fertilizers on yield and essential oil of chamomile flower heads. *Medicinal And Aromatic Plant Science and Biology* 5: 43- 48.
- Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib N.Y., Aly, S.M., 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Scientia Horticulturae*, 108(3): 322- 331.
- Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z.E., 2011. Enhancement of leaf gas exchange and primary metabolites under carbon dioxide enrichment up-regulates the production of secondary metabolites in *Labisia pumila* seedlings. *Molecules*, 16: 3761-3777.
- James, J.J., Tiller, R.L., Richards, J.H., 2005. Multiple resources limit plant growth and function in a saline-alkaline desert community. *Journal of Ecology*, 93: 113-126.
- Jokar, T., Mahmoud, A., Amoli, H.F., Niknejad, Y., 2015. Effect of Bio-fertilizer on the agronomic characteristics of livestock and medicinal herb (*Echinacea purpurea*). *Biological Forum*, 7(1).
- Joshee, N., Mentreddy, S.R., Yadav, K.Y., 2007. Mycorrhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants. *Industrial Crops and Products*, 25: 169-177.
- Kapoor R, Giri B, Mukerji KG. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to enhance the concentration and quality of essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1-4.
- Kapoor, R., Giri, B., Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- Khalid, A.K.H., Hendawy, S.F., El-Gezawy, E., 2006. *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. *Oxidation Technologies and Biological Processes: Recent Developments, Trends, and Advances*, 12: 4-9.
- Khalid, K.A., El-Sherbeny, S.E., Shafei, A.M., 2007. Response of *Ruta graveolens* L. to rock phosphate and/or feldspar under biological fertilizers. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 15(1): 203-213.
- Khaliqu, A., Janardhanan, K.K., 1997. Influence of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Productivity of Cultivated Mints. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Science*, 19: 7-10.
- Krishnamoorthy, R.V., Vajrabhiah, S.N., 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promoter levels in casts. *Proceedings of the Indian Academy of Science*, 95: 341-351.
- Kırıcı, S., 2015. tıbbi ve Aromatik bitkilerin Gıda Sanayisinde Kullanımı. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi (TÜRKTÖB)*, 15: 4-12.
- Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H., Kaplan, M. 2007. Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 105-110.
- Leithy, S., EL-meseiry, T.A., Abdallah, E.F., 2006. Effect of biofertilizers cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. *Journal of applied Research*, 2: 773- 779.
- Maheswarappa, H.P., Nanjappa, H.V., Hegde, M.R., 1999. Influence of organic manures on yield of arrow root, soil physico-chemical and biological properties when grown as intercrop in coconut garden. *Annual Agriculture Research*, 20: 318- 323.
- Mahfouz, S.A., Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield,

- and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Medicinal and Aromatic Plants Department, National Research Centre, Cairo, Egypt*.
- Mary, J.A.L., Nithiya, T., 2015. Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, phenolic compound and antioxidant activity of *Solanum Nigrum* L. *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*, 4(5): 808-822.
- Mshelia, J.S., Degri, M.M., 2014. Effect of different levels of poultry manure on the performance of *Amaranthus caudatus* L. in bama, Nigeria. *International Journal of Science and Nature*, 5: 121-125.
- Moradi, B., 2009. Effect of organic fertilizers and biological yield, grain yield and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare*). MA thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
- Moradi, R., Rezvani-Moghaddam, P., Nasiri-Mahallati, M., Nezhadali, A., 2011. Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*). *Spanish Journal of Agriculture Research*, 9: 546- 553.
- Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., Nardi, F., 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 1303– 1311.
- Nabizadeh, E., Habibi, H., Hosainpour, M., 2012. The effect of Fertilizers and biological nitrogen and planting density on yield quality and quantity *Pimpinella anisum* L. Pelagia Research Library. *European Journal of Experimental Biology*, 2(4): 1326-1336.
- Ndubuaku, U.M., Ede, A.E., Baiyeri, K.P., Ezeaku, P.I., 2015. Application of poultry manure and the effect on growth and performance of potted *Moringa oleifera* L. plants raised for Urban dwellers' use. *African journal of Agricultural Research*, 10: 3575-3581.
- Ordookhani, K., Sharafzadeh, S.H., Zare, M. 2011. Influence of PGPR on growth, essential oil and nutrients uptake of sweet basil. *Advances Environmental Biology*, 5(4): 672-677.
- Priya, S., Elakkiya, R., 2012. Effect of organic and biofertilizers on growth and yield of *Eclipta alba* (L.). *International Journal of Pharm Tech Research*, 4: 1703-1705.
- Qupta, M.L., Janardhanan, K.K., Chattopadhyay, A., Hussain, A., 1990. Associations of *Glomus* with palmrosa and its influence on growth and biochemical production. *Mycological Research*, 561–563.
- RajeswaraRao, B.R., 2001. Biomass and essential oil yields of rain fed palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats. var. *motia* Burk.) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. *Industrial crop and products*, 14: 171-178.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., Gautam, S.P., 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. *motiaby* Rhizobacteria, AMF and Azospirillum Inoculation. *Microbiological Research*, 156: 145- 149.
- Roy, S., Arunachalam, K., Kumar-Dutta, B., Arunachalam, A., 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. *Applied Soil Ecology* 45: 78- 84.
- Sadiq-Gorsi, M., 2002. Studies on mycorrhizal association in some medicinal plants of Azad Jammu and Kashmir. *Asian Journal of Plant Science*, 14: 383- 387.
- Saedi-Farkoosh, S., Ardakani, M.R., Rejali, F., 2011. Effect of mycorrhizal symbiosis and bacillus coagulance on qualitative and quantitative traits of *Matricaria chamomilla* under different levels of phosphorus. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 8: 1-9.
- Saeed-Nejad, A.H., Rezvani Moghadam, P., 2009. Evaluation the effect of using composting, vermicomposting and manure on yield, yield components and essential oil *Cuminum cuminum*. *Journal of Horticultural Science*, 24(2): 142-148.
- Scheffer, M.C., Koehler, H.S., 1993. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefolium*. *Acta Horticulture*, 331: 109-114.
- ShafaghKalvanagh, J., Nazari Heris, A., 2013. The effect of water deficit stress, organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of dragon'shead (*Lallemantiaiberica*). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(7): 1558-1563.
- Sharifi-Ashorabadi, A., Normohammadi, G.H., Matin, A., Ghalavand, A., Lebaschi, M.H., 2002. Comparison efficiency consumption energy in different method of soil fertility (Chemical, Integrated, Organic). *Journal of*

- Research and Construction Forest and Rangeland*, 57: 91-97.
- Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. *Agrobios*, India.
- Sharma, A.K., 2003. Biofertilizersfor Sustainable Agriculture. *Agrobios*, India.
- Singh, M., Rao, R.S.G., 2009. Influence of source and doses of N and K on herbage, oil yield and nutrient uptake of patchouli in semi-arid tropics. *Industrial Crops and Products*, 29: 229-234.
- Soyergin, S., 2003. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü*.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., SÖNMEZ, S., 2008. Kimyasal Gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2): 24-34.
- Thakur, R.N., Arya, P.S., Thakur, S.K., 1999. Response of French bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties to fertilizer levels, Rhizobium inoculation and their residual effect on onion (*Allium cepa*) in MidHills of Nourth-Western Himalayas. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 69(6): 416-418.
- Tabrizi, L., 2004. Effects of water stress and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantagoovate* and *Plantagopsyllium*. M.Sc. Thesis, University of Mashhad, Iran.
- Tomati, U., Galli, E., Grappelli, A., Hard, J.S., 1994. Plant metabolism as influenced by earthworm casts. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institute* 89: 179–185.
- Vildova, A., Stolcova, M., Kloucek, P., Orsak, M., 2006. Quality characterization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and traditional agricultures. *International Symposium on Chamomile Research*, pp. 81-21.
- Yaldiz, G., 2013. İki farklı gübre uygulamasının fesleğen (*Ocimum Basilicum* L.) verimine ve uçucu yağ oranına etkisi. Bildiri Kitapçığı, *Çayır Mera ve Biyoteknoloji. Türkiye 10 Tarla Bitkileri Kongresi*, 10-13 Eylül, Konya, s. 927-932.
- Yaldiz, G., Dede, Ö., Demirkol, G., 2013. Farklı gübre uygulamalarının meryemana diken (*Silybum marianum*)’nde verim, verim unsurları ve antimikrobiyal aktivitelerine etkileri. Bildiri Kitapçığı, *Çayır Mera ve Biyoteknoloji. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi*, 10-13 Eylül, Konya, s. 985-990.
- Yaldız, G., Çamlıca, M., Özen, F., & Eratalar, S.A. 2019. Effect of Poultry Manure on Yield and Nutrient Composition of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(7): 838-852. oi:10.1080/00103624.2019.1589488.
- Yaldız, G., Çamlıca, M., Özen, F. 2019. Biological value and chemical components of essential oils of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) grown with organic fertilization sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99: 2005-2013. Doi: 10.1002/jsfa.9468.