

Hümkik madde uygulamasının Anadolu karaçamı fidanlarının gelişimine etkileri

Durmuş Çetinkaya^{a,*} 

Özet: Bu çalışma, 5. büyüme dönemindeki Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) fidanlarının gelişimine hümkik madde uygulamasının etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hümkik madde uygulanan karaçam fidanlarının fidan boyu, kök boğazı çapı, fidan taze ve kuru ağırlıkları ile gürbüzlük belirteci gibi özellikleri incelenmiştir. Bu nedenle fidanlara %5, %10, %15 ve %20'lik hümkik madde işlemleri uygulanmıştır. Fidanlar ve işlemler arasında anlamlı farklılıklar bulunmakla birlikte çalışma sonucunda; ortalama fidan boyu (46,33 cm) ve kök boğazı çapı (11,41 mm) bakımından en yüksek gelişim %5'lik hümkik madde uygulamasında belirlenmiştir. Uygulanan korelasyon analizi sonucunda, fidan özellikleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuştur. Hümkik madde uygulamalarının fidan morfolojik özelliklerini pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, XRF analizi ile hümkik madde uygulamasının, K₂O, Cr₂O₃, TiO₂, ZnO, MnO ve Nb₂O₅ gibi bileşiklerin alımını artırdığı görülmüştür. Bundan dolayı uygulamalarda %5'lik hümkik madde uygulanması işleminin tavsiye edilmesi uygun görülmüştür. Araştırma sonuçları, hümkik madde uygulamalarının ormanlık uygulamalarında kullanımının yaygınlaştırılmasını desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Hümkik madde, Karaçam, Fidan Boyu, Fidan çapı

Effects of humic substance application on the development of Anatolian black pine seedlings

Abstract: This study was carried out to evaluate the effect of humic substance application on the growth of Anatolian larch (*Pinus nigra* Arnold.) seedlings at the 5th growth stage. In the study, characteristics such as seedling height, root collar diameter, seedling fresh and dry weights, and vigor marker of larch seedlings treated with humic substances were examined. For this reason, 5%, 10%, 15% and 20% humic substance treatments were applied to the seedlings. Although there were significant differences between treatments and seedlings, the highest growth in terms of average seedling height (46,33 cm) and root collar diameter (11,41 mm) was determined in the 5% humic substance treatment. As a result of the correlation analysis, statistically significant positive relationships were found among the seedling characteristics. It was determined that humic substance treatments positively affected the morphological characteristics of seedlings. Furthermore, XRF analysis showed that humic substance application increased the uptake of compounds such as K₂O, Cr₂O₃, TiO₂, ZnO, MnO and Nb₂O₅. Therefore, it was deemed appropriate to recommend the application of 5% humic substance in the applications. The results of the research support the widespread use of humic substance applications in forestry applications.

Keywords: Humic substance, Black pine, Sapling height, Sapling diameter

1. Giriş

Ormanlar, dünya ekosistemlerinin önemli bir parçasıdır ve biyo çeşitliliğin korunması, karbon depolama ve hava kalitesinin düzenlenmesi gibi bir dizi ekolojik, ekonomik ve sosyal faydaya sahiptir (Gross 2020, Kumar vd. 2022). Orman ekosistemlerinin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, fidanların sağlıklı bir şekilde büyümesiyle doğrudan ilişkilidir (Dilaver vd. 2015, Dumins ve Lazdina 2018, Novikov vd. 2019). Bu bağlamda önemli asli orman ağacı türlerimizden olan Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) gibi ağaç türleri orman ekosistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Başta Karaçam olmak üzere fidanlarının sağlıklı büyümesi ve gelişimi, fidan morfolojik özellikleri, toprak kalitesi, besin maddeleri ve çevresel faktörler gibi bir dizi etkenle yakından ilişkilidir (Öner ve Eren 2008, Andivia vd. 2021, Ibáñez vd. 2021, Bardy vd. 2023). Bu bağlamda, hümkik maddeler gibi doğal organik bileşenler toprak verimliliği üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Gerke 2022, Stancampiano vd. 2023). Hümkik maddelerin toprak

yapısını iyileştirme, su tutma kapasitesini artırma ve bitki besin maddelerinin emilimini artırma gibi özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Holatko vd. 2022, Yuan vd. 2022).

Bu çalışmada, Karaçam fidanlarının gelişiminde hümkik madde uygulamasının rolü incelenmektedir. Bu kapsamda, hümkik madde uygulanan 5 yaşlı Karaçam fidanlarının gelişimine odaklanılmış ve performansları değerlendirilmiştir. Ayrıca hümkik maddenin Karaçam fidanlarının büyüme hızı, kök gelişimi, yaprak yapısı ve genel sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiş olup, bu anlamda orman yetiştiriciliğinin pratiğine önemli katkılar sunacağı sonucuna varılmıştır.

2. Materyal ve metod

2.1. Fidanlığın tanıtımı

Bu araştırma, Adana Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Pos-Kıcak Orman Fidanlığı'nda 2022 yılında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu fidanlık AGM ve OGM

^a Aladağ Meslek Yüksekokulu, Çukurova Üniversitesi, 01720, Adana

* Corresponding: dchetinkaya@cu.edu.tr

Received: 01.09.2024, Accepted: 23.09.2024

birimlerinin ihtiyaçlarını karşılamak, uygun maliyetli ve sağlıklı orman fidanları üretmek amacıyla 30 Temmuz 1964 tarihinde kurulmuştur. Fidanlık, 35°12'45" doğu boylamı ve 37°34'40" kuzey enlemleri arasında yer almakta, deniz seviyesinden 980 metre yüksekte ve genel bakışı güneydoğuya yönelmektedir.

Bu fidanlık Adana ilinin Aladağ ilçesinde bulunmakta ve toplamda 120150 metrekaresel bir alanı kapsar; bunun yaklaşık 7.22 hektarı fidan üretimi için ayrılmıştır. Arazi, kuzeyden güneye hafifçe meyilli (%4-5) bir şekle sahip ve fidanlığın güneydoğusunda düz bir alan bulunmaktadır. Drenaj sorunu bulunmamakla birlikte topraklar genellikle orta bünyeli kumlu killi balçık türündedir. Toprağın pH değeri 7,91 ile 8,20 arasında değişmektedir, yani alkali bir

yapıya sahiptir. Kireç oranı (%CaCO₃) genellikle pek fazla kireç içermeyen 0,67 ile 1,08 arasında değişmektedir. Azot (N) içeriği 0,11 ile 0,15 arasındadır ve toprak azot bakımından orta ila zengin kabul edilmektedir. Fidanlık toprağının tuzluluk sorunu genel olarak bulunmamaktadır ve yapılan su analizleri, sulama için güvenli olan C2 SI (T2 Al) sınıfındaki suyun orta tuzlu ve düşük sodyumlu olduğunu göstermektedir. Ortalama yıllık sıcaklık 13,6°C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 70,03 cm'dir. Ortalama nispi nem %60, ortalama rüzgar hızı 2,5 m/s'dir ve baskın rüzgar yönleri kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğudur.



Şekil 1. Pos-Kıvacak Orman Fidanlığı

2.2. Fidan materyali

Araştırmada kullanılan tüplü ve 5 yaşındaki karaçam fidanları; 1970 yılında 1200 metre yükseklikteki 37°37'04" enlem ve 35°14'40" boylam koordinatlarına sahip TM64 Adana Soğukluk orijininin toplanmış tohumlardan yetiştirilmiş fidanlardan örneklenmiştir.

2.3. Fidan özellikleri ve veri toplama

TKİ-Hümas; içeriğinde leonardit ve düşük kaliteli linyitlerden elde edilen doğal organik maddeyi barındıran bir sıvı toprak düzenleyicisidir (Yılmaz vd. 2012). Toplam Organik Madde içeriği %5, Hümik Asit ve Fulvik Asit toplamı ise %12'dir. Ayrıca, ürün suda çözünür Potasyum Oksit içeriği ile de öne çıkar ve pH değeri 11-13 arasındadır (Öztürk ve Akın 2015). Hümik maddenin etkili bir kullanımı için tavsiye edilen dozajı; 100 mg/l su ölçüsüne karşılık gelir (Ferrara ve Brunetti 2010). TKİ-Hümas'ın tavsiye edilen dozajı dikkate alınarak hazırlanan karışım %5, %10, %15 ve %20'lik ölçüde seyrelterek fidanlarda kullanımı için hazırlanmıştır. Uygulama Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ayda 4 defa haftada bir defa olacak şekilde her fidan için 50 ml olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 5 işlem grubu oluşturulmuştur. Bunlar Kontrol (K), %5, %10, %15 ve %20'den oluşmaktadır. Çalışma kapsamında 5 işlem

grubunda her işlem grubuna ait 20 fidanda ölçüm gerçekleştirilmiştir. Fidanlar tesadüfi olarak örneklenmiştir. Örneklenen fidanlarda fidan boyu (FB) ve kök boğazı çapı (KBÇ) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Fidanlarda gövde taze ağırlığı (GTA) ve kök taze ağırlığı (KTA) ölçülmüştür. Kök kuru ağırlığı (KKA) ve gövde kuru ağırlığı (GKA) ölçümleri ise fidanlar 24 saat 105°C'deki etüvde kurutulma sonrası gerçekleştirilmiştir. Gürbüzlük Belirteci (GB) FB/KBÇ oranı yardımıyla belirlenmiştir. Hümik madde uygulanan fidanların köklerinden alınan örneklerine XRF (X-Işını Floresans) analizi gerçekleştirilmiştir.

2.4. İstatistiksel analizler

Veriler SPSS paket programı kullanılarak değerlendirilmiş ve temel istatistiksel değerlerin yanı sıra, çalışmanın odak noktalarına yönelik işlemler arası karşılaştırmalar varyans analizi ile gerçekleştirilmiştir. İşlemler arasında farklılık olması durumunda, Duncan testi uygulanarak homojen işlemler belirlenmiştir. Bu analitik yaklaşım elde edilen verilerin detaylı bir şekilde incelenmesine olanak tanımış ve çalışmanın temel özellikleri arasında anlamlı farklılıkların belirlenmesine yönelik bir metodoloji sunmuştur.

3. Bulgular ve tartışma

5 yaşlı Karaçam fidanlarına ait KBÇ ve FB ilişkin değerler Tablo 1'de verilmiştir. FB ve KBÇ bakımından hümkik madde uygulaması sonrası değişimler ortaya çıkmıştır. Buna göre, fidanların gelişimi bakımından %5H uygulaması 46,33 cm ve 11,41 mm ile en yüksek ortalamaya sahip uygulama olmuştur. 5 Yaşlı karaçam fidanlarında yapılan bir çalışmada ortalama FB'nin 44,4 cm ve KBÇ'nin 20,8 mm olduğu tespit edilmiştir (Ertekin ve Özel 2010). Çalışmada ortalama FB'nin benzerlik gösterdiği görülürken, KBÇ bakımından daha düşük gelişim gösterdiği görülmüştür. Ayrıca Hümkik maddelerin fidanların büyümesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Rizosferik hümkik maddelerin bitki kök ve sürgün büyümesini teşvik eden mekanizmalarının incelendiği çalışmada sürgün ve köklerin büyümesini arttırdığı ifade edilmiştir (Olaetxea vd. 2018).

Hümkik maddelerin kök boyutunu, dallanmayı ve kılcal kök yoğunluğunu artırarak daha fazla besin alımına yol açtıkları belirtilmiştir (Canellas ve Olivares 2014). Hümkik maddelerin fidan gelişimi üzerindeki etkisi, tohum çimlenmesi ve erken büyüme üzerine yapılan bir çalışmada da gözlemlenmiştir. Farklı hümkik madde türleri tohum gelişimini uyarı, linyit hümkik asit en büyük uyarıcı etkiyi göstermiştir (Šerá ve Novák 2011). Yapılan çalışmalarda genel olarak, hümkik maddelerin fidanların büyümesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu, sürgün ve kök büyümesini, besin alımını arttırdığı görülmüştür.

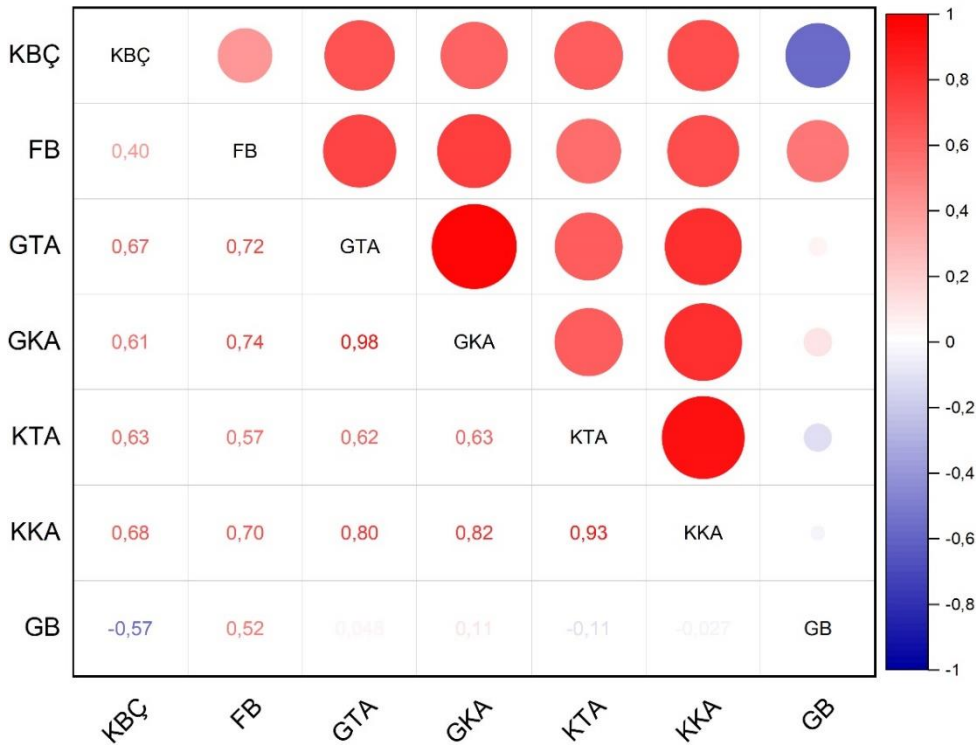
Tablo 1. Beş yaşlı Karaçam fidanlarına ait KBÇ ve FB ortalamaları

		Ort.	Std. sapma	Std. hata	Min.	Max.
KBÇ (mm)	K	8,32	1,35	0,68	6,56	9,66
	%5H	11,41	0,40	0,20	10,89	11,84
	%10H	10,13	1,19	0,59	8,49	11,32
	%15H	9,52	1,14	0,57	7,86	10,43
	%20H	9,76	1,16	0,58	8,29	10,85
FB (cm)	K	38,35	6,03	3,02	31,50	44,00
	%5H	46,33	2,84	1,42	42,30	48,60
	%10H	33,75	1,27	0,64	32,40	35,30
	%15H	34,98	3,43	1,72	32,10	39,10
	%20H	34,25	4,27	2,14	31,40	40,50

Çalışmada, hümkik madde uygulanan fidanlar ile kontrol grubu fidanları arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre genel olarak istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) pozitif ilişkiler bulunmuştur (Şekil 2). GKA ve GTA arasında ($r = 0,98$) istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0,05$) pozitif ilişkiler olduğu ortaya çıkmıştır.

Uygulanan varyans analizi sonucunda fidan özellikleri bakımından işlemler arasında anlamlı farklılık ($p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Yapılan Duncan testi ile KBÇ bakımından 3 farklı homojen grup oluşmuştur (Tablo 2). GTA, GKA, KTA ve KKA bakımından %10 hümkik madde uygulaması sırasıyla 31,25 g, 13,20 g, 25,33 g ve 6,68 g ile ilk sırada yer alan uygulama olmuştur. GB bakımından %10H uygulaması 12,57 ile en iyi gelişimi sergilerken K grubu 11,23 ile son sırada yer almıştır.

Yapılan XRF analizi sonucunda K_2O , Cr_2O_3 , TiO_2 , ZnO , MnO ve Nb_2O_5 gibi bileşiklerin yüzdesel olarak hümkik madde uygulanan fidanlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).



Şekil 2. Korelasyon analizi sonuçları

Tablo 2. Fidanlara ait Duncan testi sonuçları

	KBÇ(mm)	FB(cm)	GTA(g)	GKA(g)	KTA(g)	KKA(g)	GB
K	8,32 ^a	38,35 ^a	39,45 ^a	18,33 ^a	22,30 ^a	6,50 ^a	11,23 ^{ab}
%5H	11,4 ^c	46,33 ^b	63,23 ^b	28,33 ^b	33,48 ^b	10,58 ^b	11,94 ^{ab}
%10H	10,13 ^{bc}	33,75 ^a	31,25 ^a	13,20 ^a	25,33 ^{ab}	6,68 ^a	12,57 ^b
%15H	9,52 ^{ab}	34,98 ^a	38,28 ^a	16,80 ^a	29,65 ^{ab}	7,60 ^a	12,27 ^b
%20H	9,76 ^{abc}	34,25 ^a	38,48 ^a	17,88 ^a	29,40 ^{ab}	8,43 ^a	12,49 ^b

*Sütünlardaki aynı harfler benzer grupları göstermektedir (p<0,05).

Tablo 3. XRF analizi sonuçları

	Kontrol	%5H	%10H	%15H	%20H
	%	%	%	%	%
Fe ₂ O ₃	33,04	34	36,63	31,50	35,00
SiO ₂	30,00	33,01	30,00	25,00	20,40
CaO	18,40	14,90	13,50	17,00	19,20
K ₂ O	5,70	5,80	8,30	10,80	8,50
SO ₃	3,00	3,00	3,00	5,00	4,00
P ₂ O ₅	2,00	1,00	0,00	2,00	1,00
PdO	1,30	0,00	0,00	0,00	2,00
Cr ₂ O ₃	1,26	1,55	1,37	1,50	1,50
TiO ₂	1,10	1,20	1,40	1,30	1,30
NiO	1,10	1,00	0,80	1,00	1,30
ZnO	1,00	1,94	2,40	2,00	2,50
MnO	0,70	0,80	0,80	0,90	0,90
Nb ₂ O ₅	0,70	1,10	1,10	1,30	1,60
CuO	0,30	0,30	0,40	0,50	0,50
V ₂ O ₅	0,10	0,10	0,00	0,10	0,00
MoO ₃	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Bao	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10
Eu ₂ O ₃	0,10	0,20	0,10	0,00	0,00
Re ₂ O ₇	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Toplam	100	100	100	100	100

Yapılan benzer çalışmalarda hümik maddelerin çeşitli bitkilerde bileşiklerin alımını artırdığı bulunmuştur. Örneğin, yapraktan potasyum oksit (K₂O) uygulanan glayöl (*Gladiolus grandiflorus* L.) vejetatif büyümesi ve çiçek kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, potasyum oksidin bitki büyümesini ve çiçek özelliklerini geliştirdiği ifade edilmiştir (Mehta vd. 2022). Ayrıca potasyum alımı bitkilerde tuz toleransının sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (Sayed vd. 2019). Düşük konsantrasyonlarda Cr₂O₃'ün bazı türlerde bitki büyümesini artırdığı, ancak daha yüksek konsantrasyonların zararlı olduğu, tohum çimlenmesini, kök ve sürgün büyümesini, yaprak sayısını, morfolojisini ve tahıl verimini etkilediği belirtilmiştir (Yadav vd. 2019). TiO₂ nanopartiküllerin çeşitli abiyotik stresler altında bitki performansını artırdığı ve tarımda büyüme artırıcı ve koruyucu maddeler olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir (Mattiello vd. 2018). Çinko oksit nanopartiküllerinin (ZnO NPs) bitkiler üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bitkiler tarafından kökler ve yapraklar yoluyla emilebildikleri ve ılımlı uygulama bitki büyümesini teşvik edebildiği ve stresi azaltabildiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte, ZnO NP'lerin aşırı uygulanmasının toksik etkiler yaratabildiği belirtilmiştir (Liu vd. 2022). MnO nanopartiküllerinin *Lactuca sativa* fidelerinin kök uzamasını sağladığı belirtilmiştir (Liu vd. 2016). Nb₂O₅'ün aynı zamanda bitki büyüme düzenleyicileri olarak da işlev gördüğü ifade edilmiştir (Lejczak vd. 1988).

Genel olarak çalışmalar hümik maddelerin bitkilerdeki bileşiklerin alımını artırarak büyüme ve verimin artmasına yol açabileceğini göstermektedir ve çalışmamız sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

4. Sonuçlar

Tüplü Anadolu karaçamı fidanları üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma, türün fidanlık tekniği, verimsiz ormanların ıslahı ve ülkemizdeki ağaçlandırma çalışmalarına katkı sağlama amacını taşımaktadır. Elde edilen sonuçlara göre; hümik madde uygulanan fidanların, hiçbir işlem uygulanmayan kontrol grubu fidanlarına kıyasla daha iyi bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Anadolu Karaçamı fidanlarının yetiştirilme tekniklerinde hümik madde uygulamasının olumlu etkilerini vurgulayarak, verimli orman ıslahı ve ağaçlandırma projelerinde bu yöntemin kullanımının değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Morfolojik özellikler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi, herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, özellikler arasında istatistiksel açıdan anlamlı (p<0,05) ve pozitif (0,40<r<0,98) ilişkiler tespit edilmiştir. Bu bulgular, morfolojik özelliklerin birbirleriyle güçlü bir şekilde ilişkilendiğini ve bu ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstererek, morfolojik özelliklerin birbirleri üzerindeki etkileşimlerini anlama yolunda değerli bir katkı sağlamaktadır. Elde edilen farklılıklar, uygulanan varyans analizi sonuçlarıyla da desteklenmiş ve hümik madde uygulamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı

farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu bulgular, hümik madde uygulamalarının arasındaki çeşitlilik açısından önemli bir istatistiksel ayrımı vurgulayarak, bu uygulamaların arasındaki potansiyel etkileşimleri anlama ve değerlendirme konusunda bilgi sağlamaktadır. Uygulanan Duncan testi sonucunda KBÇ bakımından 3 farklı homojen grup oluşmuştur. Yapılan XRF analizi ile hümik madde uygulanan fidanların K_2O , Cr_2O_3 , TiO_2 , ZnO , MnO ve Nb_2O_5 gibi bileşiklerin alımında kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre fidanlık uygulamalarında %5'lik hümik madde uygulanması tavsiye edilmektedir. Bu sonuçlarla birlikte ülkemiz fidanlıklarında ve ağaçlandırmaya çalışmalarında hümik madde içeren toprak düzenleyicilerin kullanılması tavsiye edilebilir. Ayrıca hümik maddelerin kullanımını sırasında doz bakımından çok dikkatli olunmalıdır, aksi halde fidanların bundan olumsuz etkileneceği bilinmelidir.

Kaynaklar

- Bardy LR, Debiassi TV, Sanada K, Rondina ABL, Torezan JMD, Stolf-Moreira R, Bianchini E, Pimenta JA, Oliveira HC (2023). Effect of Nitrogen Addition to the Soil on Atlantic Forest Tree Seedlings. *Forests*, 14(6):1111.
- Canellas LP, Olivares FL (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1(1):1-11.
- Dilaver M, Seyedi N, Bilir N (2015). Seedling Quality and Morphology in Seed Sources and Seedling Type of Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.). *World Journal of Agricultural Research*, 3(2):83-85.
- Dumins K, Lazdina D (2018). Forest regeneration quality - factors affecting first year survival of planted trees. *Research for Rural Development*, 1:53-58.
- Ertekin M, Özel HB (2010). Çorum Yöresi Erozyonla Mücadele Kapsamında Yapılan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırmaları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18):77-85.
- Ferrara G, Brunetti, G (2010). Efectos de los tiempos de aplicación de un ácido húmico del suelo sobre la calidad de las bayas de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3):817-822.
- Gerke J (2022). The Central Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility and Carbon Storage. *Soil Systems*, 6(2):33-33.
- Gross M (2020). Forests in a warming world. *Current Biology*, 30(12):677-679.
- Holatko J, Hammerschmiedt T, Latal O, Kintl A, Mustafa A, Baltazar T, Malicek O, Brtnicky M (2022). Deciphering the Effectiveness of Humic Substances and Biochar Modified Digestates on Soil Quality and Plant Biomass Accumulation. *Agronomy*, 12(7):1587-1587.
- Ibáñez TS, Wardle DA, Gundale MJ, Nilsson MC (2021). Effects of Soil Abiotic and Biotic Factors on Tree Seedling Regeneration Following a Boreal Forest Wildfire. *Ecosystems*, 25(2), 1-17.
- Kumar D, Thakur CL, Bhardwaj DR, Sharma N, Sharma P, Sankhyan N (2022). Biodiversity conservation and carbon storage of Acacia catechu willd. Dominated northern tropical dry deciduous forest ecosystems in north-western Himalaya: Implications of different forest management regimes. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/FENV.2022.981608/PDF>
- Lejczak B, Kafarski P, Gancarz R (1988). Plant growth regulating properties of 1-amino-1-methylethylphosphonic acid and its derivatives. *Pesticide Science*, 22(3):263-275.
- Liu L, Nian H, Lian T (2022). Plants and rhizospheric environment: Affected by zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs). A review. *Plant Physiology and Biochemistry*, 185:91-100.
- Liu RJ, Hao ZY, Xu W, Zheng X, Mao J, Xiong F, Yang WY (2016). A study of the influence of cooling water on the structural modes and vibro-acoustic characteristics of a gasoline engine. *Applied Acoustics*, 104:42-49.
- Mattiello A, Lizzi D, Marchiol L (2018). Influence of Titanium Dioxide Nanoparticles (nTiO2) on Crop Plants: A Systematic Overview. *Nanomaterials in Plants, Algae, and Microorganisms*, 1:277-296.
- Mehta, A, Sharma S, Gautam H, Sah P, Kunwar K, Sundar Pant S (2022). Effects of foliar spray of potassium oxide on vegetative growth and flower quality of gladiolus cv. american beauty. *Plant Physiology and Soil Chemistry*, 2(2):79-87.
- Novikov A, Sokolov S, Drapalyuk M, Zelikov V, Ivetic V (2019). Performance of Scots Pine Seedlings from Seeds Graded by Colour. *Forests*, 10(12):1064.
- Olaetxea M, De Hita D, Garcia CA, Fuentes M, Baigorri R, Mora V, Garnica M, Urrutia O, Erro J, Zamarreño AM, Berbara RL, Garcia-Mina JM (2018). Hypothetical framework integrating the main mechanisms involved in the promoting action of rhizospheric humic substances on plant root- and shoot- growth. *Applied Soil Ecology*, 123:521-537.
- Öztürk E, Akın A (2015). Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde farklı seviyede salkım ucu kesme ve hümik madde uygulamalarının verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2): 55-61.
- Sayed SAA El, Hellal FA, Gad El-Rab N, Zewainy RM (2019). Ameliorative effects of potassium on the salinity stress in plants: A review. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 4(2): 1-15.
- Šerá B, Novák F (2011). The effect of humic substances on germination and early growth of Lamb's Quarters (*Chenopodium album* agg.). *Biologia*, 66(3):470-476.
- Stancampiano LM, Verrillo M, Cangemi S, Meignant I, Spaccini R, Piccolo A, Bridoux MC (2023). The molecular composition of humic substances extracted from green composts and their potential for soil remediation. *Environmental Chemistry Letters*, 21(5), 2489-2498.
- Yadav AK, Jha P, Desai N, Jobby R (2019). Plant-Chromium Interactions: From Toxicity to Remediation. *Plant-Metal Interactions*, 169-189.
- Yılmaz FG, Harmankaya M, Gezgin S (2012). Farklı Demir Bileşikleri ve TKİ-Hümas Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin Demir Alımı ve Gelişimine Etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1), 217-231.
- Yuan Y, Tang C, Jin Y, Cheng K, Yang F (2022). Contribution of exogenous humic substances to phosphorus availability in soil-plant ecosystem: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 53(10), 1085-1102.