

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

***In Vitro* Şartlarında Küf Etmenlerine Karşı Tavuk Gübresinden Elde Edilmiş Odun Sirkesinin Antifungal Etkisi**

İbrahim KOÇ^{1*}, Erdal Necip YARDIM², Şenol YILDIZ³

¹Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bitlis, Türkiye

²Bitlis Eren Üniversitesi Rektörlüğü, Bitlis, Türkiye

³Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi, Bolu, Türkiye
e-mail: ikoc@beu.edu.tr, Telefon: +90(434) 228 3377

Özet: Bu çalışma, Broiler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilen odun sirkesi'nin, *Aspergillus niger* ve *Penicillium digitatum* mikrofungusları üzerinde antifungal etkisini saptamak amacıyla *in vitro* şartlarında yürütülmüştür. %1, %3, %5, %7 ve %10 mL'lik konsantrasyonlarında odun sirkesi içeren PDA besiyerlerine, patojen kültürlerin 5 mm çapında miselyum diskleri ekilmiş ve 24±1 °C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. Uygulama, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İnkübasyon süresi sonunda, fungusların koloni çapları ölçülmüş ve kontrole göre odun sirkesinin % engelleme oranları hesaplanmıştır. Yapılan uygulamada, Tür x İlaç dozu interaksiyonunun (P=0.000) ve aynı doz odun sirkesinde, *A. niger* ile *P. digitatum*'un misel gelişimleri arasındaki farkların önemli olduğu (P≤0.05) ve %10 mL'lik doz uygulamasının *P. digitatum*'a karşı fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak; odun sirkesinin, *A. niger* ve *P. digitatum*'un misel gelişimlerini engellediği tespit edilmiş olup, hastalık etmenlerine karşı denenmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Antifungal, *Aspergillus niger*, Biyopestisit, Mikrofungus, Odun sirkesi, *Penicillium digitatum*

Antifungal Effects of Wood Vinegar, Derived from Broiler Chicken Manure, on Microfungi under *in vitro* Conditions

Abstract: In this study was conducted to test the antifungal effect of wood vinegar, derived from broiler chicken manure, on *Aspergillus niger* and *Penicillium digitatum* microfungi in *in vitro* conditions. Wood vinegar at doses of 1%, 3%, 5%, 7% and 10% were added in to the PDA growing media. Inoculum sources, taken from the outer margins of growing fungal cultures in 5 mm mycelial discs, were transferred to PDA media. After the inoculation, fungal cultures were kept in incubation at 24 ±1 C° for 7 days. Experiments were set up in Randomized Plot Design with three replicas. Seven days later, colonial diameters of fungal cultures were measured and the inhibition rates (%) of wood vinegar were calculated compared to control treatment. Results revealed that there was a meaningful difference of applied doses on the species, Species X Ingredient interaction (P=0.000) and same dose of wood vinegar had different effect on mycelial development of *A. niger* and *P. digitatum* that were found statistically significant (P≤0.05). It was determined that a dose of 10% mL had a fungicidal effect against *P. digitatum*. As a result; it has been determined that *A. niger* and *P. digitatum* inhibit mycelial growth of wood vinegar and it is thought that it may be useful to try against disease agents.

Keywords: Antifungal, *Aspergillus niger*, Biopesticide, Microfungus, Wood vinegar, *Penicillium digitatum*

Giriş

Buğday üretimi, Dünyada ekonomik ve stratejik bir öneme sahiptir (Arısoy ve Oğuz 2005). Başlangıcı MÖ 7000 yılına kadar uzanan, Dünyanın en eski ve en önemli tahıl ürünlerinden olan buğday, ilk kültüre alınan bitkilerdendir (Anonim 1996). Dünya'nın ve Türkiye'nin hemen hemen her kısmında üretimi yapılan buğday, insanların temel gıdası olan ekmeğin hammaddesini oluşturması ve büyük üretici kitlesini ilgilendirmesi açısından oldukça önemli tarımsal bir üründür (Kızılaslan 2004). Tarımsal ürünlerde; toprak ve yaprak patojenleri, viral mikroorganizmalar, böcekler ve küflerin etkisinden, ötürü hasat öncesi ile sonrasında ürün kaybı ve bozulma meydana gelmektedir (İmamoğlu 2011). Tarla küfleri; genel olarak ürüne yetişme ya da hasat aşamasında bulaşarak, üründe çürüme ve toksin oluşumuna neden olurlar (Aydoğdu 2016). Tarımsal uygulamalarda; hastalık etmenleri ve zararlı ile fiziksel, mekanik, biyolojik, biyoteknik, kültürel ve kimyasal yollarla mücadele yapılabilmektedir (Anonim 2007; Anonim 2016). Kimyasal mücadele, diğer mücadele

yöntemlerine göre zararlılar ile mücadelede uygulamasının kolay ve kısa sürede etki göstermesinden dolayı daha çok tercih edilmektedir (Tiryaki ve ark. 2010; Yorulmaz ve Ay 2010). Tarımsal faaliyetlerde, bitkileri toprak kökenli patojenlerden korumak için fungusitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat, fungusitlerin toprak ekolojisi üzerindeki olası yan etkileri konusunda bilgi eksikliği bulunmaktadır (Chen ve ark. 2001). Fungisitler, fungal patojenleri öldürmesi için tasarlanmalarına karşın yararlı arthropodlar ile zararlılara da etki edebildiği ve etkileri hakkında az bir bilgi bilinmektedir (Yardim 1996). 1987 Amerikan Ulusal Bilim Akademisi raporlarına göre kullanılan fungusitlerin yaklaşık % 90'ında 9 farklı kanserojen bileşik tespit edilmiştir (Benli 2003). Sentetik pestisitlerin yoğun kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan problemler, çeşitli alternatif yöntemlerin ve doğal pestisitlerin aranmasını zorunlu hale getirmiştir (Erdoğan ve Toros 2005). Hayvanlar, bitkiler, bakteriler ve çeşitli mineraller gibi birçok doğal maddeden elde edilen ve vektörle mücadelede kullanılan maddelere biyopestisit denilmektedir (Yarsan ve Çevik 2007). Tsuzuki ve ark. (1989), odun sirkesi (OS)'nin uzun zamandan beri doğal organik pestisit olarak kullanıldığını bildirmişlerdir (Yin 2008). Ikeshima (1999), OS'un tarımda bitki ve toprak kalitesinin geliştirilmesinde, bitki hastalıkları ve zararlı böceklerle karşı etkili, bitki büyümesinde bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre temininde kullanılan, insan ve hayvanlara toksik etkisinin olmadığını ifade etmiştir (Rakmai 2009). OS ve diğer zayıf pyrolysis sıvılar, karbonizasyon işlemlerinin bir yan ürünü olarak üretilmekte olup arkeolojik çalışmalarda, Neanderthal zamanında kullanıldığı tespit edilmiştir (Tilikkala ve ark. 2010). Jang (2004), OS'un % 80-90'ı su, % 10-20'si ise 200'den fazla organik birleşik ile ana kısmını asetik asit'in oluşturduğunu ve son zamanlardaki yıllık üretiminin 14.000 ton civarında olduğunu bildirmiştir (Kim ve ark. 2008). OS'un ana bileşenlerinin; asetik asit ile birlikte organik asitler, fenolik, alkan, alkol ile ester bileşiklerinden oluştuğunu ve OS'un zirai alanda gübre, böcek kovucu ya da organik fungusit olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir (Jothityangkoon ve ark. 2008). OS, organik tarım için iyi bir kaynak olup Japonya'da tarım ve günlük hayatta geniş bir şekilde kullanılmaktadır (Mu ve ark. 2003). Başka bir çalışmada, *Vitex pubescens*'den elde ettikleri OS'un antifungal etki gösterdiği ve gelecek uygulamalarda OS'un bitki korumada iyi bir başlangıç olabileceği bildirilmiştir (Oramahi ve Yoshimura 2013). Baimark ve ark. (2008), OS'un *Penicillium griseofulvum*'a karşı antifungal etki gösterdiğini ifade etmişlerdir. Velmurugan ve ark. (2009), nötralize ettikleri OS'un, antifungal etki gösterdiğini bildirmiştir. Jothityangkoon ve ark. (2008), 2005/2006'da OS'un aflatoksin üreten funguslar üzerindeki etkisini belirleme çalışmalarında kontrol noktalarında kontaminasyonun azaldığını ortaya koymuşlardır. Baimark ve Niamsa (2009), güçlü fenolik bileşikler içermesinden ötürü OS'un, PDA besiyerindeki *Penicillium griseofulvum* fungusun büyümesini engellediğini bildirmiştir. İn-vitro şartlarında kullanılan OS'un, % 0.5 mL doz uygulaması haricindeki doz uygulamalarında *C. beticola* gelişimini tamamen engelleyebildiğini ortaya koymuşlardır (Namlı ve ark. 2014). Saberi ve ark. (2013), salatalıkta önemli bir hastalık olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'un (Forc) gelişimine karşı uyguladıkları OS'un, % 0.25, % 0.37 ve % 0.50 mL'de Forc'un misel büyümesini önemli derecede ($\alpha=0.05$) durdurduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmadaki amaç; Broiler tavuk yetiştiriciliği atığından gazlaştırma makinesi ile elde edilen OS'un, *in-vitro* şartlarında *Aspergillus niger* ve *Penicillium digitatum*'a karşı antifungal etkisini saptamaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Odun sirkesi; Broiler tavuk yetiştiriciliği atığından gazlaştırma makinesi ile elde edilmiştir (Namlı ve ark. 2014). Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri; mikroorganizmaların çoğaltılmasında ve antifungal etkinin belirlenmesinde kullanılmıştır.



Şekil 1. Broiler tavuk yetiştiriciliği atığından elde edilmiş OS (odun sirkesi).

*Metot**Odun sirkesinin antifungal aktivitesinin tespiti*

OS'un saf su ile seyreltilmiş % 1, % 3, % 5, % 7 ve % 10 mL'lik konsantrasyonları, otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilen ve 45-50 °C'ye kadar soğutulan PDA besi ortamlarına ilave edilmiştir. Farklı dozları içeren bu PDA besi ortamları 120 mm çaplı steril petri kaplarına 20 mL olacak şekilde dökülmüştür. PDA besi ortamında 7-10 gün geliştirilen patojen kültürlerinin büyümenin devam ettiği uç kısımlardan 5 mm çaplı mantar delici ile diskler alınarak, oda şartlarında odun sirkesi ilaveli PDA besi ortamına ekimi yapılmıştır. Fungus kültürleri inokulasyondan sonra 24±1 °C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol olarak ise funguslar sadece PDA içeren petri kaplarına ekimi yapılmıştır. İnokulasyondan sonra petrilerin etrafı parafilm ile kapatılmış ve 7 gün sonra fungusların miselyum çapı ölçülerek kaydedilmiştir (Benjilali ve ark. 1984).

Bu çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Miselyum gelişmesi engelleme yüzdesi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Daouk ve ark. 1995).

$$GI (\%) = \frac{dc-dt}{dc} \times 100$$

GI= Miselyum gelişimi engelleme oranı (%); dc= Kontroldeki miselyum gelişimi (mm);

dt=Uygulamadaki miselyum gelişimi (mm).

Denemeler süresince gelişme göstermeyen fungusların misel parçaları, OS'un ari, steril PDA besi ortamlarında 1 hafta süreyle gözlenmiştir. Bu süre sonunda herhangi fungal koloniyal gelişim gözlenmemişse, bu durumda gözlenen etki fungisidal, gelişim gözlenmişse bu da fungistatik etki olarak kaydedilmiştir (Thompson 1989).

Verilerin değerlendirilmesi

Bu çalışmadan elde edilen verilerin istatistik analizlerinde amaca ve verilerin yapısına bağlı olarak Faktöriyel Düzende Varyans Analizi Tekniği (ANOVA), Yapılan varyans analizleri sonucunda farklı grupların belirlenmesinde ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testinden Yararlanılmıştır. Söz konusu istatistik analizlerin yapılmasında Minitab (Ver. 17) istatistik paket programından yararlanılmıştır (Winer ve ark. 1971).

Bulgular ve Tartışma

Dozlar arasındaki farkların türlere göre değiştiği, Tür x İlaç dozu interaksyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (P=0.000). *A. niger*'e yapılan MİK testinde; misel gelişiminin ortalama olarak en az % 10 mL OS'de (5.667 mm) ve en çok kontrolde (28.667 mm) olduğu, *P. digitatum*'a yapılan MİK testinde ise misel gelişiminin ortalama olarak en az % 10 mL OS'de (0 mm) ve en çok kontrolde (34.250 mm) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Koloni çapı bakımından tür ve uygulamaya göre tanıtıcı istatistikler ve TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları

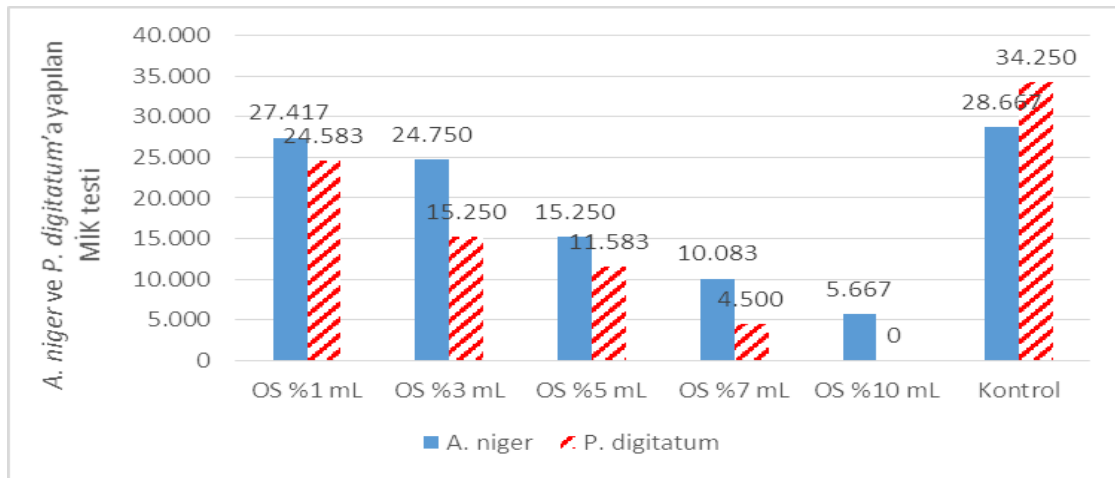
Tür adı	Uygulama	$\bar{X} \mp S_{\bar{x}}$	Koloni çapı (mm)	
			Minimum	Maksimum
<i>A. niger</i>	OS % 1 mL	27.417 ± 0.583 Aa	26.5	28.5
	OS % 3 mL	24.750 ± 0.000 Ab	24.75	24.75
	OS % 5 mL	15.250 ± 0.144 Ac	15	15.5
	OS % 7 mL	10.083 ± 0.220 Ad	9.75	10.5
	OS % 10 mL	5.667 ± 0.220 Ae	5.25	6
	Kontrol	28.667 ± 0.741 Ba	27.25	29.75
<i>P. digitatum</i>	OS % 1 mL	24.583 ± 0.083 Bb	24.5	24.75
	OS % 3 mL	15.250 ± 0.250 Bc	15	15.75
	OS % 5 mL	11.583 ± 0.167 Bd	11.25	11.75
	OS % 7 mL	4.500 ± 0.250 Be	4.25	5
	OS % 10 mL	0.000 ± 0.000 Bf	0	0
	Kontrol	34.250 ± 0.433 Aa	33.5	35

*Aynı türde farklı küçük harflerle gösterilen dozlar arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

*Aynı dozda farklı büyük harflerle gösterilen türler arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05)

Aynı doz OS'da, *A. niger* ve *P. digitatum*'un misel gelişimleri arasındaki farkların önemli olduğu (P≤0.05) bulunmuştur (Çizelge 1). *P. digitatum*'un misel gelişimi, *A. niger*'e göre kontrol dışındaki uygulamalarda daha

az geliştiği ve OS'un % 1 mL'den % 10 mL'ye doğru dozunun artmasına paralel olarak misel gelişimlerinin engellendiği görülmektedir (Şekil 2). Ayrıca OS'un % 10 mL'lik doz uygulamasının, *P. digitatum*'a karşı fungusidal etki gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 2. Koloni çapı bakımından tür ve uygulamaya göre tanıttıcı istatistikler.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla paralellik gösteren çalışmaların (Baimark ve ark. 2008; Baimark ve Niamsa 2009; Chalermman ve Peerapan 2009; Ibrahim ve ark. 2013; Namlı ve ark. 2014; Oramahi ve ark. 2009; Oramahi ve Yoshimura 2013; Saberi ve ark. 2013; Velmurugan ve ark. 2009) olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçların, Oramahi ve ark. (2009) ile Baimark ve Niamsa (2009)'un ifade ettiği gibi OS'un içerdii fenolik bileşiklerden kaynaklanabileceği varsayılmaktadır. Ancak elde edilen sonuçtan farklı olarak Lee ve ark. (1992)'de yaptıkları çalışmada OS'un fungusların büyümesini inhibe etmediğini ortaya koymuşlardır.

Sonuç olarak; yapılan antimikrobiyal madde testlerinde OS'un, *A. niger* ve *P. digitatum*'un misel gelişimlerini engellediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan OS'un, hastalık etmenlerine karşı denenmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Deneme alanından izole edilen mikrofungus izolatlarının teşhisinde yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK ile Yüksek lisans öğrencisi A. Selam KARAOZAN'a ve Antifungal (MİK) testin yapılmasında yardımcı olan Arş. Gör. Ali ÇELİK'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim (1996). Türk tarımında buğdayın yeri ve önemi. <http://www.ito.org.tr/itoyayin/0022759.pdf>. İstanbul Ticaret Odası, İstanbul. Erişim tarihi: 1.2.2016.
- Anonim (2007). http://makinecim.com/bilgi_5523 . Erişim tarihi: 22.10.2016.
- Anonim (2016). Tarla bitkilerine giriş. <http://ziraat.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/138/files/tarla-bitkilerine-giris-16112012.pdf>. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta. Erişim tarihi: 31.01.2016.
- Arısoy H, Oğuz C (2005). Tarımsal araştırma enstitüleri tarafından yeni geliştirilen buğday çeşitlerinin tarım işletmelerinde kullanım düzeyi ve geleneksel çeşitler ile karşılaştırmalı ekonomik analizi-konya ili örneği-. <http://www.tepge.gov.tr/dosyalar/yayinlar/83c3938d2e15467289823d9eb23a05b1.pdf>. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları, No: 130, Ankara. Erişim tarihi: 18.11.2015.
- Aydoğdu H (2016). Edirne ilinde hasat sonrası depolanmış buğdaylar üzerinde taşınan mikrofungusların izolasyon ve identifikasyonu. Akademik Gıda. 14 (4): 362-367.
- Baimark Y, Threeprom J, Dumrongchai N, Srisuwan Y, Kotsaeng N (2008). Utilization of wood vinegars as sustainable coagulating and antifungal agents in the production of naturel rubber sheets. Journal of Environmental Science and Technology. 1 (4): 157-163.
- Baimark Y, Niamsa Y (2009). Study on wood vinegars for use as coagulating and antifungalagents on the production of natural rubber sheets. Biomass and Bioenergy. 33: 994-998.
- Benli M (2003). Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojik mücadele. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi. 1 (8): 1-25

- Benjlali B, Tantadui-Elaraki A, Ayadi A, Ihlal M (1984). Method to study antimicrobial effects of essential oils: application to the antifungal activity of six moroccan essences. *Journal of Food Protection*. 47: 748-752.
- Chalermman Y, Peerapan S (2009). Wood vinegar: by-product from rural charcoal kiln and its role in plant protection. *As. J. Food Ag-Ind.* 189-195.
- Chen S, Edwards CA, Subler S (2001). Effects of the fungicides benomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biology and Biochemistry*. 33 (14): 1971-1980.
- Daouk KD, Dagher MS, Sattout JE (1995). Antifungal activity of the essential oil of *Origanum syriacum* L. *Journal of Food Protection*. 58: 1147-1149.
- Erdoğan P, Toros S (2005). *Melia azaderach* L. (Meliaceae) ekstraktlarının patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.:Chrysomelidae)] larvalarının gelişimi üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*. 45 (1-4): 99-118.
- Ibrahim D, Kassim J, Sheh-Hong L, Rusli W (2013). Efficacy of pyrolygneous acid from rhizophora apiculata on pathogenic *Candida albicans*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 3 (7): 7-13.
- İmamoğlu Ö (2011). Biyokontrolde doğal ürünlerin kullanılması; Kitosan. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.* 68 (4): 215-22.
- Jothityangkoon D, Koolachart R, Wanapat S, Wongkaew S, Jogloy S (2008). Using wood vinegar in enhancing peanut yield and in controlling the contamination of aflatoxin producing fungus. *International Crop Science*. 4: 253-253.
- Kızılaslan H (2004). Dünya’da ve Türkiye’de buğday üretimi ve uygulanan politikaların karşılaştırılması. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21 (2): 23-38.
- Kim DH, Seo HE, Lee S, Lee K (2008). Effects of wood vinegar mixed with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae). *Animal Cells and Systems*. 12 (1): 47-52.
- Lee DH, Lee TS, Kang CH, Kim JK, Kang HY (1992). Aptitude of wood vinegar as an alternative wood preservative. <http://agris.fao.org/agris-search/searchIndex.do?query=Aptitude+of+Wood+Vine>. Res. Rep. For. Res. Inst. No.45, Forestry Research Institute, Seoul, Korea. Erişim tarihi: 22.02.2016.
- Mu J, Uehara T, Furuno T (2003). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. *Journal of Wood Science*. 49 (3): 262-270.
- Namlı A, Akça MO, Turgay EB, Soba MR (2014). Odun sirkesinin tarımsal kullanım potansiyelinin araştırılması. *Toprak Su Dergisi*. 3 (1): 44-52.
- Oramahi HA, Diba F (2009). Components and antifungal efficiency of wood vinegar from wood wastes and oil palm empty fruit bunch. The First International Symposium of Indonesian Wood Research Society, 2nd-3rd November 2009, West Kalimantan, Indonesia, 91.
- Oramahi HA, Yoshimura T (2013). Antifungal and antitermitic activities of wood vinegar from *Vitex pubescens* Vahl. *Journal of Wood Science*. 59 (4): 344-350.
- Rakmai J (2009). Chemical determinations, antimicrobial and antioxidant activities of thai wood vinegars. (thesis of master), Prince of Songkla University. Thailand.
- Saberi M, Askary H, Sarpeleh A, Hosseini A (2013). Wood vinegar as a biological product for managing *Fusarium oxysporum* f. sp. radices-cucumerinum. *Canadian Journal of Plant Protection (CJPP)*. 1 (4).
- Thompson DP (1989). Fungitoxic activity of essential oil components on food storage fungi. *Mycologia*. 81:151-153.
- Tiilikkala K, Fagernäs L, Tiilikkala J (2010). History and use of wood pyrolysis liquids as biocide and plant protection product history and use of wood pyrolysis liquids as biocide and plant protection product. *The Open Agriculture Journal*. 4 (1): 111-118.
- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 26 (2): 154-169.
- Velmurugan N, Han SS, Lee YS (2009). Antifungal activity of neutralized wood vinegar with water extracts of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* saw dusts. *Int. J. Environ. Res.* 3 (2):167-176.
- Winer BJ, Brown DR, Michels KM (1971). *Statistical principles in experimental design*. Vol. 2. McGraw-Hill, New York.
- Yardim EN (1996). The Impacts of Chemical Management of Pests, Diseases and Weeds on Invertebrates in Tomato Agroecosystems (thesis doctor of philosophy). The Ohio State University. USA.
- Yarsan E, Çevik A (2007). Vektör mücadelesinde biyopestisitler. *Türk Hij. Deney. Biyo. Dergisi*. 64 (1): 61-70.
- Yin AL (2008). Isolation and characterization of antioxidant compounds from pyrolygneous acid of *Rhizophora apiculata* (thesis doctor of philosophy). Sains University, Malaysia.
- Yorulmaz S, Ay R (2010). Akar ve böceklerde pestisitlerin detoksifikasyonunda rol oynayan enzimler. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 24 (2): 137-148.