

Alternatif Bir Biyoyakıt Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L.) Türkiye’de Yetiştirme Teknikleri

Süleyman SOYLU

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

Received (Geliş Tarihi): 07.04.2011

Accepted (Kabul Tarihi): 17.05.2011

Özet: Gıda kaynağı olarak kullanılmayan bitkilerden elde edilen biyoyakıtlar, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak, sağladığı çevresel ve ekonomik yararlar nedeniyle, fosil yakıtlara göre avantajlar sağlamaktadır. Geleneksel olarak bilinen ve yaygın kullanımdaki enerji kaynaklarının yok olma riskinin arttığı bir sürecin başlangıcındayız. Klasik enerji kaynakları artan ihtiyacı ve gelişen teknolojiyi beslemekte yetersiz kalmaktadır. Gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine büyük oranlarda bağımlı olmamaya çalışarak alternatif arayışlarını sürdürmektedirler.

Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) çok yıllık bir sıcak iklim (C-4) bitkisidir. Ekonomik olarak 10 yıl faydalanılabilir. Çok yıllık bitkiler üreticisi her yıl toprak hazırlığı, ekim ve tohumluk maliyetlerinden kurtaracağı için bitkisel üretimde daha ekonomik olmaktadır. Bu bitki türünün gen merkezi Kuzey Amerika olup, yetiştirildiği ekolojilerde 15000 – 35000 kg/ha kuru madde üretebilmektedir. Dallı darı son yıllarda benzin yerine kullanılabilen biyoetanol eldesinde önemli kullanım sahası bulmuş bir türdür. Dallı darı Amerikan Biyoenerji Programı tarafından 37 bitki arasında model tür olarak seçilmiştir. Ülkemizde dallı darı üzerinde yetiştirme teknikleri konusunda bir çalışma bilginiz dahilinde yoktur. S.Ü. Ziraat Fakültesi Öğretim Üyelerinden oluşan bir ekip dallı darı ile ilgili adaptasyonu ve çeşitli yetiştirme teknikleri ilgili bir tübitak projesi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada literatür bilgileri ile ülkemizde ilk olarak gerçekleştirilmiş projenin ışığı altında dallı darı bitkisinin ekiminden hasatına kadar ülkemizdeki yetiştirme tekniği ve biyoyakıt olarak değerlendirme potansiyelleri konusunda bilgiler yer alacaktır. Bu bitkinin ülkemiz ekolojisinde yetiştirme tekniği ve bitkinin gelişim fizyolojisi hakkında bilgilerin ortaya konması gelecekte, bu türün enerji kaynağı olarak değerlendireceği geniş kapsamlı çalışmalara öncülük etmesi açısından da büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dallı darı, enerji, yetiştirme tekniği, biyokütle

Investigation of Agronomic Techniques of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an Alternative Biofuel Plant in Turkey

Abstract: Biofuels obtained from plants which are not used as food source are adventitious due to their environmental and economical benefits. We are the beginning of the period during which the traditional and widespread energy sources are at risk of increasingly disappearing. Classical energy sources are insufficient to meet the increasing demand and developing technology. Developed countries increase and spread the energy types and continue to seek the alternative energy sources to prevent the dependent of specific energy types.

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) is a perennial, hot climate (C-4) type plant. It can be useful for 10 years economically. Since the perennial plants prevent the farmers from preparing the soil and seeding costs they provide a more economical plant farming. The gene source of this plant is North America and 15000- 35000 kg/ha dry biomass can be produced in its produced ecology. Switchgrass is important in area of bio-ethanol production which can be used instead of oil recently. Switch grass was selected as model species among 37 plants by American Bioenergy Program. There is not a known study about the switchgrass farming techniques in our country. A group of faculty members of S.U. Faculty of Agriculture is conducting a TUBITAK project related

with the switchgrass adaptation and production techniques. This study is conducted for the first time in our country and in the light of the information from the so called project, techniques from planting to harvesting period of switch grass and its potential to be used as biofuel will be available to literature. Available knowledge about harvesting the switchgrass in ecology of our country and about its developmental physiology is very important and will lead to the evaluation of this species as energy source and large scale projects in future.

Key words : Switchgrass, energy, agronomy techniques, biomass

GİRİŞ

Gıda kaynağı olarak kullanılmayan bitkilerden elde edilen biyoyakıtlar, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak, sağladığı çevresel ve ekonomik yararlar nedeniyle, fosil yakıtlara göre avantajlar sağlamaktadır. Geleneksel olarak bilinen ve yaygın kullanımdaki enerji kaynaklarının yok olma riskinin arttığı bir sürecin başlangıcındayız. Klasik enerji kaynakları artan ihtiyacı ve gelişen teknolojiyi beslemekte yetersiz kalmaktadır. Gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine büyük oranlarda bağımlı olmamaya çalışarak alternatif arayışlarını sürdürmektedirler.

Dallı darı çok yıllık bir C-4 bitkisidir ve doğal olarak 55 N° enlem derecesinde Kuzey Amerika’da ve Meksika’nın iç bölgelerinde bozkır otlarının çoğunluğunu oluşturan önemli bir bitkidir. 1-3 m ye kadar boylanabilmektedir (Moser ve Vogel, 1995). Doğal yayılış alanı Orta ve Kuzey Amerika ile Kanada’nın güney kısımlarını kapsamaktadır. Hem yem kaynağı olarak kullanılması, hem de yüksek biyoenerji kapasitesine sahip olması nedeniyle dallı darı Amerikan Biyoenerji Proğramı tarafından 37 bitki arasında model tür olarak seçilmiştir. Birim alana yüksek net enerji üretimi, düşük üretim maliyeti, düşük kül içeriği, yüksek su kullanım etkinliği, geniş coğrafik adaptasyon yeteneği, marjinal topraklara tohumla tesisinin kolay olması ve toprakta karbon depolama potansiyelinin yüksek olmasından dolayı dallı darı enerji ve yem üretimi için önerilen bir bitkidir (Sanderson ve ark. 1996; Samson ve Omielan, 1992). ABD’de dallı darı erozyon kontrolü, yeşil ve kuru yem üretimi için yıllardır kullanılmaktadır. Son yıllarda Kuzey Amerika’da ve daha henüz yeni olarak Avrupa’da etanol üretimi için potansiyel biyokütle üretim bitkisi olarak kullanılmaktadır. Dallı darının bir diğer kullanım alanı ise lif üretimi ve yabancı yaşamı geliştirme çalışmalarıdır.

Bitkisel ürünlerin, motor yakıtı olarak kullanımı düşüncesi aslında yeni bir fikir değildir. Ancak karşılaşılan sorunlar ve özellikle petrolün yaygınlığı ve ucuzluğu biyoyakıtları son zamanlarda biraz gündemden

düşürmüştür. Ancak petrol fiyatlarının istikrarsızlığı, stratejik yönünün çok öne çıkması, petrol ürünlerinin özellikle benzin ve motorinin aşırı kullanımının çevre açısından çok büyük risk oluşturmaya başlaması, alternatif ve yenilenebilir karakteri olan enerji arayışlarını başlatmış ve biyoyakıtlar tekrar gündeme gelmiştir. Biyoyakıtların günümüzde en yaygın olanları ise biyoetanol ve biyodizel’dir.

Etanol otomobiller ve diğer motorlu araçlarda, tek başına bir yakıt olarak ya da benzine karıştırılan bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Etanol, hava kirliliğini azaltmak ya da petrol ürünlerinin tüketimini azaltmak amacıyla benzinle değişik oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. Bitkilerden elde edilen etanol (biyo – etanol), sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak, sağladığı çevresel ve ekonomik yararlar nedeniyle, fosil yakıtlara göre avantajlar sağlamaktadır. Etanol günümüzde yaygın olarak şeker kamışı, mısır, buğday ve şekerpancarından üretilmektedir.

Ülkemizde dallı darı üzerinde yetiştirme teknikleri konusunda bir çalışma bilgimiz dahilinde yoktur. S.Ü. Ziraat Fakültesi Öğretim Üyelerinden oluşan bir ekip dallı darı ile ilgili adaptasyonu ve çeşitli yetiştirme teknikleri ilgili bir tübitak projesi gerçekleştirmişlerdir. Soylu ve ark. (2010 a) tarafından yürütülen ve tamamlanan proje ile çok yönlü kullanımı olan bu bitkinin ülkemizdeki yetiştirilme ve değerlendirme imkanlarının irdelenmiş ve ülkemiz ekonomisine çok önemli katkılar yapacağı sonucuna varılmıştır. Bu bitkinin ülkemizde çiftçi bazında tarımının gerçekleştirilebilmesi halinde önümüzdeki yıllarda bu bitki ülkemize hem enerji üretimi hemde hayvan beslenmesi ve toprak muhafaza amaçlı kullanım yönünden katkı sağlayacaktır. Dallı darı sadece ülkemiz için değil Avrupa ülkeleri için de yeni bir bitkidir. Bu bitki ile ilgili Avrupadaki çalışmalarda 1998 – 2002 yılları arasında Yunanistan, İtalya, Hollanda, Almanya ve İngiltere yi kapsayan bir AB projesi (FAIR 5-CT97-3701) ile başlamış ve bu proje sonucunda bu bitkinin Avrupa daki yetiştirme imkanları, kullanılacak

çeşit, biyokütle üretim kapasiteleri hakkında temel bulgular ortaya konmuştur.

Bu çalışmada literatür bilgileri ile ülkemizde ilk olarak gerçekleştirilmiş projenin ışığı altında dallı darı bitkisinin ekiminden hasatına kadar ülkemizdeki yetiştirme tekniği ve biyoyakıt olarak değerlendirme potansiyelleri konusunda bilgiler yer alacaktır. Bu bitkinin ülkemiz ekolojisinde yetiştirme tekniği ve bitkinin gelişim fizyolojisi hakkında bilgilerin ortaya konması gelecekte, bu türün enerji kaynağı olarak değerlendirileceği geniş kapsamlı çalışmalara öncülük etmesi açısından da büyük önem arz etmektedir.

YETİŞTİRME TEKNİĞİ

Yetiştirilecek Bölge

Dallı darı bitkisinin doğal yayılış alanı Orta ve Kuzey Amerika ile Kanada'nın güney kısımlarını kapsamaktadır. Ülkemizde Soylu ve ark. (2009) yaptığı çalışmada tespit edilen değerler ve çiçeklenme zamanları incelendiğinde bu bitkinin İç Anadolu bölgesinde rahatlıkla yetişebildiği, fakat daha yüksek verimlilik ve geççi çeşitlerinde tarımını yapabilmek için ortalama sıcaklığın daha yüksek olduğu sahil ve güney bölgelerinin tercih edilmesi gerektiği görülmektedir. Yıllık yağış dağılımında Mayıs – Ağustos ayları arasında yağışın çok düşük olduğu bölgelerde sulu koşulların tercih edilmesinde yüksek verimlilik açısından fayda vardır. Yağışın yüksek olduğu Karadeniz bölgesinde ise kuru koşullarda yüksek performans almak mümkündür. Dallı darı bitkisi toprak sıcaklığı 10 °C'nin üzerine çıktığı zaman ilkbaharda sap büyümesi başlar. Büyüme çok hızlıdır ve yaz ortasına doğru çiçeklenir ve bu döneme kadar biyokütle üretiminin %75'ini gerçekleştirir. Çiçeklenme tamamlandıktan sonra sap ligninleşir ve yaşlanma başlar ve bitki dormant hale gelir. Yaşlanma süresince, yaprak ve saplarda yerleşmiş mineraller köklere gönderilir ve gelecek büyüme döngüsü için buralarda depolanır. Ayrıca seçilecek bölge dışında yetiştiriciliğin yapılacağı alanın derin, su tutma kapasitesi yüksek ve yeterli dreneja sahip topraklar olması biyokütle verimliliğini artıracaktır. Bununla birlikte derin olmayan, sert taşlık ve ara sıra su baskını olan topraklarda da yetiştirilebilir. Düşük toprak verimliliğine sahip asit karakterli topraklarda yetiştirildiğinde, diğer sıcak iklim türleri ve enerji bitkileri ile karşılaştırıldığı zaman daha yüksek verim vermektedir.

Kısa Dayanıklılık

Soylu ve ark. (2010 b) 2007 yılında ekimi yapıp tesisi gerçekleştirilen dallı darı çeşitleri Kasım ayından Nisan ayı sonuna kadar olan süre zarfında Orta Anadolu'nun tipik kış iklimindeki durumlarını tespit etmek için üç yıl kış dönemlerinde gözlem altında tutulmuştur. Dallı darı bitkilerinin yapraklarının diğer bazı buğdaygil yem bitkilerine kıyasla sonbaharda daha geç sararmaya başladığı gözlenmiştir. Bölgede sıcaklık kar örtüsüz Ocak ve Şubat aylarında – 16.9 °C'ye kadar düşmüştür. Fakat dallı darı çeşitleri kış sonrası normal gelişimini göstermiş ve sağlıklı bir şekilde ilkbaharda yeniden büyümeye başlamıştır. Düşük sıcaklıklara dallı darı bitkilerinin dayanması Orta Anadolu gibi kışı sert geçen bölgelerde çok yıllık alternatif bir bitki olabileceği konusunda bize ümit vermiştir. Ülkemizde benzer iklime sahip bölgelerde dallı darı bir enerji ve yem bitkisi olması yanında toprak muhafaza ve erozyon bitkisi olma yönünden de çok önem arz etmektedir. Erozyonun problem olduğu bölgelerin çoğu karasal iklime sahip olan ve kış dönemi çok soğuk geçen bölgelerdir. Ülkemizdeki sonuçların yanı sıra Berdahl ve ark. (2005), Madakadze ve ark. (1998) ABD 'de 3-4 yıl sürdürdükleri çalışmalarda ağır kış şartlarında dallı darı bitkilerinde kış zararı tespit etmemiş ve bitkilerin kıştan çok sağlıklı çıktıklarını tespit etmişlerdir. Bu durum dallı darı bitkisinin ülkemizin büyük bir kesiminde rahatlıkla kış zararı olmadan yetiştirilebileceğini göstermektedir.

Çeşit Seçimi

Genel olarak morfolojik karakteristikleri ve yetiştiği çevreye göre upland (yayla tipi) ve lowland (ova tipi) olmak üzere iki dallı darı ekotipi belirlenmiştir. Lowland tipler yüksek arazilerde yetişen upland tiplerden daha hızlı gelişebilirler (Moser ve Vogel, 1996; Porter, 1996). Upland tipler yağışın sınırlı olduğu kuru ve yüksek alanlarda bulunur, bunlar ince saplı, geniş tabanlı ve yarı yatık habitusludur. Lowland tipleri enerji bitkisi olarak daha uygun olduğu ifade edilmektedir (Hultquist ve ark. 1996). Son zamanlarda ıslah çalışmaları ile verimli, kaliteli ve hastalıklara dayanıklı dallı darı tesis alanları oluşturmak için yeni çeşitler geliştirilmiştir (Moser ve Vogel, 1995; Sanderson ve ark. 1996). Soylu ve ark. (2010 b)'un ülkemizdeki çalışmada kullandığı bazı dallı darı çeşitleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Çeşit seçimini yörenin enlem derecesi ve ekim amacı belirlemektedir. Orta Anadolu koşullarında upland tipi çeşitler ile erkenci lowland çeşitler daha iyi gelişme göstermektedir. Lowland tipi

çeşitlerin ülkemizdeki ekiminde çeşidin erkenciliği çok daha önemli olmaktadır.

Amerikanın güneyinden orjin alan çeşitler en iyi Güney Avrupa ülkelerinde yetişmekle birlikte, Kuzey Avrupa ülkelerinde de verimli olmaktadır. Avrupada yapılan çalışmalar dallı darının Avrupanın en kuzey bölgelerine kadar yetiştirilebileceğini göstermektedir. Ülkemizde dokuz dallı darı çeşidi Orta Anadolu koşullarında test edilmiştir ve birçoğunun da iyi adapte olduğu ispatlanmıştır. Blackwell Kanlow, Carthage, Shawnee, Alamo ve Cave-in-Rock çeşitlerinin ülkemizde iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Soylu ve ark. 2010b).

Münavebe ve Toprak Hazırlığı

Dallı darı çok yıllık bir bitki olması ve yabancı ot problemi nedeni ile münavebedeki ön bitki ve dallı darı alanının bozulmasından sonra yetiştirilecek bitki çok önemlidir. İlkbaharda ve yaz döneminde kendiliğinden çimlenen özellikle çok yıllık yabancı otlar dallı darı alanlarının tesisini ciddi olarak tehdit etmektedir. Şiddetli yabancı ot problemi olan yerlerde dallı darı ekiminden kaçınmak gerekmektedir. Bu yüzden dallı darı ekilecek alanda bir önceki yıl bir çapa bitkisinin ekili olması yabancı ot yoğunluğunu azaltacaktır. Yabancı otları yok etme işlemi ekimden önce başlatmak gerekir. Dallı darının ön bitki olarak özel bir isteği yoktur (Elbersen ve ark. 2004)

Ekim ve ekim zamanı

Dallı darı çeşitlerinin tohumları çok küçük olduğundan hangi ekim metodu uygulanırsa uygulansın toprakla tohumun iyi bir şekilde temas etmesini sağlamak için ekimden önce ve sonra merdane çekilmesi arzu edilir. Ekim mibzerle veya yada serpmeye olarak yapılabilir Toprak ıslak ise merdane çekilmez, çünkü toprak yüzeyinin sertleşmesine ve

kaymak bağlamasına neden olabilir. Ekim derinliği yaklaşık 1 cm olmalıdır. Ekim toprak sıcaklığının 10 °C'nin üzerinde olduğu dönemde yapılmalıdır. Ekim işlemi Orta Anadolu, Trakya ve Karadeniz Bölgesinde Mayıs ayında, Çukurova, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise Nisan ayında tohum yatağında yeterli nem bulunduğu zaman yapılmalıdır. Fakat tohum yatağı çok ıslak olmamalıdır. Kuru tohum yatağından da sakınılmalıdır, çünkü bu zayıf bitki çıkışına ve zayıf dallı darı alanlarının tesisine neden olur. Dallı darı ekiminin çok erken yapılması durumunda yabancı otlar dallı darıdan çok daha hızlı çimleneceği için dallı darı bitkisinin yabancı otlarla rekabeti zor olacaktır.

Ekim sıklığı ve Tohum Miktarı

Ekimde kullanılacak tohumluk miktarı tohum canlılığına ve çimlenme oranına bağlıdır. Dallı darı bitkisinde tohumlardaki çimlenme oranı tohumluğun elde edildiği yıla bağlı olarak geniş bir varyasyon gösterir. Yeni hasat edilen tohumlar yüksek oranda dormansi gösterir ve genelde kullanmadan önce bir yıl depolanır. Tohumlar ekilmeden önce çimlenme oranları test edilmeli elde edilen bilgilere göre tohumluk miktarı hesaplanmalıdır. Gerek ülkemizde gerekse Avrupa’da m²’ye 400 saf canlı tohum kullanımında iyi bir çıkış sağlanmış ve verimli dallı darı alanları tesis edilmiştir. Kullanılacak tohumluk miktarı 1 – 2 kg/da arasında değişmektedir. Uygulanacak sıra arası mesafesi konusunda ülkemizde Soylu ve ark. (2010 a) tarafından yapılan araştırmada 15 – 30 cm arasında değişen sıra aralığı mesafesinin uygun olduğu görülmüştür. Yabancı ot probleminin olduğu bölgelerde sıra aralığının 15 cm, problem olmayan yerlerde ise sıra arası mesafesinin 30 cm ye kadar genişletilebileceği tavsiye edilebilir.

Çizelge 1. Ülkemizdeki çalışmada kullanılmış dallı darı çeşitleri, bunların ekotipleri, ve 100 tohum ağırlıkları, bitkilerin 2. ve 3. yıllarında elde edilen kuru madde verimleri (kg/ha) ve enerji değerleri

Çeşit İsmi	Ekotipi	100 tohum ağı. (mg)	2.yıl kuru madde verimi (ton/ha)	3.yıl kuru madde verimi (ton/ha)
Blackwell	Upland	151.5	15.48	22.61
Cave-in-Rock	Intermediate	134.0	8.74	25.82
Dacotah	Upland	136.8	4.11	11.00
Forestburg	Upland	154.6	4.38	16.66
Kanlow	Lowland	96.9	18.18	21.15
Alamo	Lowland	97.8	11.02	20.39
Shelter	Upland	173.3	3.42	14.45
Shawnee	Upland	159.3	8.17	18.83
Carthage	Upland	174.5	10.44	20.75

(Soylu ve ark. 2010 b)

Gübreleme

Dallı darı bitkisi derin kök sistemi sayesinde topraktaki besin elementlerinin taranıp alınmasında çok etkilidir. İdeal şartlarda nötr topraklarda iyi yetişir. Toprak analiz sonuçlarına göre uygulanacak gübre miktar ve türüne karar verilmelidir. Toprakta fosfor ve potasyum noksanlığı varsa uygulanmalıdır. Ekimle birlikte 10 kg/da fosfor ve 3-4 kg/da azot uygulaması yeterli olmaktadır. Bitki çıkışı sağlandıktan sonra azot miktarı 10 kg/da tamamlanmalıdır. Bitkilerin ikinci yılında toplam 15 kg /da azot iki eşit parça halinde uygulanmalıdır. Daha sonraki yıllarda uygulanacak besin maddelerinin miktarının belirlenmesinde hasatta biyokütle ile kaybolan miktarlar dikkate alınmalıdır. Birkaç yıl biyokütle ile kaldırılan mineral maddeleri karşılamak için gübre uygulaması yapılmalıdır. Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmalarda İtalya'da en yüksek kuru madde verimleri 7.5 kg /da N uygulamasından elde edilmiştir. Yunanistan'da ise en yüksek kuru madde verimleri 15 kg/da N uygulamalarından elde edilmiştir (Alexopoulou ve ark. 2002). Amerika'da yapılan çalışma sonucunda sürdürülebilir bir dallı darı tarımı için yılda en az 16.8 kg/da azot uygulamasına ihtiyaç olduğu belirlenmiştir (Muir ve ark. 2001). Ülkemiz koşullarında da 10 kg/da fosfor ve 10 – 15 kg//da azot uygulamalarından iyi sonuç alınmıştır.

Yabancı ot kontrolü

Yabancı otlarla mücadelede iyi ve zamanında tohum yatağı hazırlanması önceliklidir. Yeterli miktarda bitki çıkışını sağlamış ve kıştan sonra yeniden büyümeye başlamış bir dallı darı alanı tesis etmek için herbisitlerde kullanılabilir. Dallı darı için özel ruhsatlı herbisit yoktur. Tohum yatağı hazırlamadan önce Glyphosate kullanılabilir. Atrazine çıkış öncesi ve sonrası güvenli olarak kullanılabilir. Geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmek için ioxynil, bromoxynil, mecoprop, bentazone ve CMPP gibi ilaçlar dallı darıda kullanılmaktadır. Herbisitlerin bazıları yanmaya ve büyümenin durmasına neden olmaktadır (Elbersen ve ark. 2004).

Dallı darı bitkisinde ilk yıl büyüme yavaştır ve yabancı otlarla rekabeti zayıftır. Yabancı otlara, ilk yıl yeterli miktarda tohum çıkışı sağlayıp, kıştan başarı ile çıkıp, ilkbaharda bitkiler yeniden büyümeye başlayınca kadar çok dikkat etmek gerekir. Dallı darı bitkilerinin ikinci yılından itibaren yabancı ot

mücadelesi daha kolaydır. Dallı darı bitkisinin ikinci yılından itibaren ilkbaharda ilk gelişme döneminde geniş yapraklı yabancı otlarla herbisitlerle mücadele edilebilir.

Hastalık ve Zararlılar

Gerek ülkemizde gerekse Avrupada dallı darı bitkisinde problem teşkil eden önemli bir hastalık ve zararlı ile karşılaşılması (Soylu ve ark. 2010 a, Elbersen ve ark. 2004). Bu durum bu bitkinin ülkemizde sıkıntısız bir şekilde yetiştirilebilmesi açısından önemli bir avantajdır.

Hasat

Dallı darı enerji üretimi amacıyla biyokütle için yetiştirildiği zaman hasatın ülkemiz şartlarında kışa veya erken ilkbahara kadar ertelenmesi tavsiye edilir. Hasat normal ot balya ekipmanları ile gerçekleştirilebilir. Hasat edilen ürünler % 15-20 den daha yüksek nem içermiyorsa uzun süre depolabilir. Bitkilerin kışa doğrumu yoksa ilkbaharda mı hasat edileceğini bitkilerin kuruma oranı ve ilkbaharda yeniden gelişme hareketi belirler. Eger bitkilerde yatma yoksa, zamanında olgunlaşmışsa ve saplar yeterince ince ise bitkiler ilkbaharda yeniden büyüme öncesinde istenen düşük nem seviyesine ulaşacaktır. Ortalama kuru madde, lif ve lignin konsantrasyonları çeşitler arasında önemli ölçüde varyasyon göstermektedir. Enerji amaçlı üretimlerde hasatın çeşitlerin lif miktarı yüksek, lignin ve kül miktarı düşük, fermente olabilen şeker miktarı yüksek, fermente olamayan veya yanma özelliği olmayan kalıntıları düşük olduğu dönemlerde yapılması uygundur (Casler ve Boe 2003). Orta Anadolu koşullarında yeşil ot amaçlı hasatlarda çiçeklenme sonrası bitkilerdeki kuru madde oranı % 30- 40 dolayında olurken, bu oran sonbaharda % 50 'ler dolayına çıkmakta, hasat erken ilkbahar dönemine bırakılması durumunda ise kuru madde oranı % 80-85 ler düzeyine çıkmaktadır. (Soylu ve ark. 2010 b). Yeşil ot ve silaj amaçlı hasat işlemi ise bitkilerin çiçeklenme dönemine ulaştıktan 10-15 gün sonra yapılması gerekmektedir.

VERİM POTANSİYELİ

Dallı darı bitkisi çok yıllık bir bitkidir. Toprak tipine bağlı olarak en yüksek verimliliğe hafif topraklarda 2.

veya 3. yılda, ağır topraklarda ise 4. veya 5. yılda ulaşır. Verim ilk yıl düşüktür ve ilk yıl ekonomik bir hasat olmayabilir. İkinci yılda 8-10 ton/ha kurumadde verimi alınabilir ve üçüncü yılda bu verim daha da artabilir. Çizelge 1.’de ülkemiz koşullarında yapılan çalışmada tespit edilen kuru madde verimleri görülmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere ülkemizde dallı darı çeşitlerinin kuru madde verimleri bitkilerin ikinci yılında 4-18 ton/ha, üçüncü yılında ise 11-25 ton/ha verim potansiyeline ulaştıkları görülmektedir. Dallı darı bitkisinin yetiştirildiği ortamdaki yıllık yağış ve sulama durumu verim potansiyelini önemli oranda etkilemektedir. Ülkemizde sulu koşullarda verim potansiyeli 25 ton/ha kadar yükselirken, sulanmayan koşullarda ise yıllık 300-400 mm yağış koşullarında 2 – 6 ton/ha arasında değişmiştir (Soylu ve ark. 2010 c). İtalya’da yapılan çalışmalarda ise kuru madde verimleri çeşitlere göre ortalama 563-2608 kg/da arasında değişim göstermiştir (Sharma ve ark. 2003).

ENERJİ DEĞERİ

Ülkemizde dallı darının üretim maliyeti üzerine çalışma yapılmamıştır. Faka Avrupa’da yapılan çalışmada dallı darının bir ton kuru madde için ürün maliyeti arazi kirası dışında Yunanistanda 24 Avro, Hollanda’da 62 Avro arasında değiştiği tespit edilmiştir. Mısırdan elde edilen etanolün bir galonunun maliyeti 40-53 sent arasında değişirken, dallı darı bitkisinden etanol elde etmenin maliyetinin 40 sentin altında olduğu ifade edilmektedir.

Dallı darı biyokütlesi fermantasyon, gaz haline dönüştürme (gasification) ve yanma işlemleri yoluyla enerjiye dönüştürülebilmektedir (McLaughlin ve ark. 1999). Yüksek lif oranı büyük oranda fermente olabilir ve yanabilir şeker ihtiva etmesinden dolayı enerji elde

LİTERATÜR LİSTESİ

Alexopoulou, E., Sharma, N., Christou, M., Piscioneri, I., Mardikis, M., Pigniatelli, V., 2002. Switchgrass in the Mediterranean region. Final Report FAIR 5-CT97-3701“Switchgrass”, see www.switchgrass. nl.
Berdahl, J.D. , Frank, A.B., Krupinsky, J.M., Carr, P.M., Hanson, J.D., Johnson, H.A., 2005. Biomass yield, phenology, and survival of diverse switchgrass cultivars and experimental strains in Western North Dakota. Agronomy Journal 97: 549-555.

edilme yönünden oldukça faydalıdır. Lignin fermente süresince parçalamadığı için zararlıdır. Kül ise biyokütle kazanlarını kirletmesinden ve atık madde oluşturmasından dolayı zararlıdır ve bakım masraflarını artırır ve uçan külü kontrol etmekte problemlidir. Dallı darı çeşitlerinin biyo enerji ve hayvan besleme açısından yüksek lif konsantrasyonuna, düşük lignin ve kül oranına sahip olmaları istenir (Miles ve Miles 1994). Brown (2003) dallı darı biyokütlesinin enerji değerini değerini 18.64 Mj/kg olarak belirtmektedir. Aynı araştırmacı mısır sapında bu değerini 17.65 Mj/kg, sorgum sapında 15.40 Mj/kg, buğday sapında ise 17.51 Mj/kg olarak belirtmektedir. Ülkemizde ise Soylu ve ark. (2010b) yetiştirdikleri dallı darı biyoküklelerinin enerji değerlerini 4261 – 4550 cal/g (17.848 – 19.059 Mj/kg) aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Türkiyenin yakıt tüketimi dikkate alındığında (Öğüt ve ark. 2005), alternatif enerji kaynakları konusunda doğru politikalar oluşturulup, ülkemizin çevre dostu enerji kaynaklarına kavuşmasının yolu açılmalıdır. Biyoetanol üretiminin analizinin tam olarak yapılabilmesi ve ülkemiz potansiyelinin ortaya konulabilmesi için hammadde üretiminin mevcut durumun ve potansiyelinin incelenmesinde fayda vardır. Dallı darı biyokütlelerinin diğer tahıl türlerine göre enerji değerinin yüksek olması, insan gıdası olarak tüketilmemesi bu bitkinin enerji kaynağı olarak kullanım potansiyelini artırmaktadır.

TEŞEKKÜR

Ülkemizde desteklenen proje ile ilk defa kültüre alınan ve ülkemiz açısından potansiyeli olan dallı darı bitkisi ile ilgili bilgiler ortaya konan TOVAG 107 O 161 nolu projeye desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

Brown ,R.C., 2003. Biorenewable Resources, Engineering new Products From Agriculture, Iowa State Press, p. 66.
Casler, M.D., Boe, A.R., 2004. Cultivar x environment interactions in switchgrass. Crop Sci. 43: 2226-2233, (2003).
Elbersen, H.W., Christian, D.G., El Bassam, N., Saurbeck, G., Alexopoulou, E., Sharma, N., Piscioneri, I., 2004. A management guide for planting and production of switchgrass as a biomass crop in Europe. 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and ClimateProtection. 10-14 May, Rome, Italy.

- Hultquist, S.J., Vogel, D.J., Lee, D.J., Arumuganathan, K. ve Kaeppler, S., 1996. Chloroplast DNA and nuclear DNA content variations among cultivars of switchgrass, *Panicum virgatum* L. *Crop Sci.* 36 : 1049-1052.
- Madakadze, I.B., Coulman, B.E., Peterson, P., Stewart, K.A., Samson, R., Smith, D.L., 1998. Leaf area development, light interception, and yield among switchgrass populations in a short – season area. *Crop Sci.* 38 : 827-834.
- McLaughlin, S., Bouton, J., Bransby, D., Conger, B., Ocumpaugh, W., Parrish, D., Taliaferro, C., Vogel, K., Wullschleger, S., 1999. Progress in developing switchgrass as a bioenergy feedstock. P. 282-298. In J. Janick (ed.) *Perspectives on new crops and new uses.* ASHS Pres, Alexandria, V.A.
- Miles, T.R., Miles, T.R.Jr., 1994. Alkalis in alternative fuels. p. 152-160. In J. Farrel ve ark. (ed.) *Sixth Natl. Bioenergy Conf.*, Reno, NV.2-6 Oct., Western Reg. Biomass Energy Prog., Golden, CO.
- Moser, L.E., Vogel, K.P., 1995. Switchgrass, big bluestem, and indiangrass. P. 409-420. In R.F.Barnes ve ark. (ed.) *Forages. Vol. I. An introduction to grassland agriculture.* Iowa State Univ. Pres, Ames, IA.
- Muir, P.J., Sanderson, M.A., 2001. Ocumpaugh, W.R., Jones, R.M, Reed, R.L., Biomass production of "Alamo" switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agronomy Journal* 93 : 896-901.
- Öğüt, H., Eryılmaz, T., Akınerdem, F., Oğuz, H., 2005. Tarımsal Kaynaklı Biyoyakıtlar (Biyometanol ve Biyodizel). *Konya Ticaret Borsası Dergisi.* 8(19):26-29.Konya.
- Porter, C.L., 1996. An analysis of variation between upland and lowland switchgrass, *Panicum virgatum* L. in Central Oklahoma. *Ecology*, 47: 980-992.
- Samson, R.A., Omielan, J.A., 1992. Switchgrass : A potential biomass energy crop for ethanol production. In: *The Thirteen North American Prairie conference*, Windsor, Ontario, p.253-258.
- Sanderson, M.A., Reed, R.L., McLaughlin, S.B., Wullschleger, S.D., Conger, V.B., Parrish, D.J., Wolf, D.D., Taliaferro, C., Hopkins, A.A.Ocumpaugh, W.R., Hussey, M.A., Read, J.C., Tischler, C.R., 1996. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioresour. Tech.* 56: 83-93.
- Sharma, N., Piscioneri, I., Pignatelli, V., 2003. An evaluation of biomass yield stability of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) cultivars. *Energy Conversion and Management* 44 : 2953 – 2958.
- Soylu, S., Sade, B., Öğüt, H., Akınerdem, F., Babaoğlu, M., Ada, R., Eryılmaz, T., Öztürk, Ö., Oğuz, H., 2010 a. Türkiye İçin Alternatif Bir Biyoyakıt ve Silaj Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum Virgatum* L.) Yetiştirilme Olanaklarının Araştırılması, TÜBİTAK Proje No: 107 O 161.
- Soylu, S., Sade, B., Öğüt, H., Akınerdem, F., Babaoğlu, M., Öztürk, Ö., Ada, R., Eryılmaz, T., Oğuz, H., 2009. Türkiye İçin Alternatif Bir Biyoyakıt Ve Silaj Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L.) Yetiştirilebilme Olanaklarının Araştırılması. Türkiye VIII Tarla Bitkileri Kongresi 19-22 Ekim Hatay,,s: 617-620.
- Soylu, S., Sade, B., Öğüt, H., Akınerdem, F., Babaoğlu, M., Ada, R., Eryılmaz, T., Öztürk, Ö., Oğuz, H., 2010b . Investigation Of Agronomic Potential Of Switchgrass (*Panicum Virgatum* L.) As An Alternative Biofuel And Biomass Crop For Turkey. 18th European Biomass Conference and Exhibition. Oral presentation, 03-07 May, France, pp:230- 235,
- Soylu, S., Sade, B., Öğüt, H., Akınerdem, F., Babaoğlu, M., Ada, R., Öztürk, Ö., Eryılmaz, T., Oğuz, H., 2010c. Türkiye İçin Alternatif Bir Erozyonla Mücadele Ve Yem Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L.) Yetiştirilebilme Olanaklarının Araştırılması. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18 Haziran, Çorum, s: 383 – 389.