

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİSKANTHUS (*Miscanthus giganteus* Greif and
Deuter)'UN ANTALYA EKOLOJİK
KOŞULLARINA ADAPTASYONU**

Burcu DOĞANER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2011

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİSKANTHUS (*Miscanthus giganteus* Greef and
Deuter)'UN ANTALYA EKOLOJİK
KOŞULLARINA ADAPTASYONU**

Burcu DOĞANER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2011

**MISKANTHUS (*Miscanthus giganteus* Greif and
Deuter)'UN ANTALYA EKOLOJİK
KOŞULLARINA ADAPTASYONU**

Burcu DOĞANER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2009.02.0121.011 proje numarasıyla Akdeniz
Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından desteklenmiştir.**

2011

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİSKANTHUS (*Miscanthus giganteus* Greef and
Deuter)'UN ANTALYA EKOLOJİK
KOŞULLARINA ADAPTASYONU**

Burcu DOĞANER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 26/03/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (85) not
takter edilerek Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**

Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN

Prof. Dr. Salih ÜLGER

Doc. Dr. Mehmet BİLGİN

ÖZET

MİSKANTHUS (*Miscanthus giganteus* Greef and Deuter)'UN ANTALYA EKOLOJİK KOŞULLARINA ADAPTASYONU

Burcu DOĞANER

Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN
Ocak 2011, 55 Sayfa

Bu çalışmada, Antalya koşullarında dikim sıklığı 1, 2, 3 bitki/m² olacak şekilde rizom dikilerek elde edilen miskanthus parsellerinde; verim, kalite ve gelişme özellikleri araştırılmıştır. İki yaşındaki bitkilerde; sap sayısı, sap uzunluğu, sap kalınlığı, elde edilen toplam sap verimi ve ham selüloz miktarları incelenmiştir.

Mart ayının başlarından itibaren rizomlardan yeni sürgünler çıkmaya başlamış ve bu çıkış yaklaşık 4 ay boyunca devam etmiştir. İki yaşındaki bitkilerde saplardaki ortalama boğum sayısı 13 adet, boğum arası uzunluğu 14 cm, sap çapı 6 mm, maksimum sap boyu 310 cm, minimum sap boyu 230 cm ve ortalama sap boyu 265 cm olarak tespit edilmiştir.

Kasım ayında yapılan hasatta, saplardaki nem oranı %52,11 - 54,89; ham selüloz oranı %38,66 - 39,47 arasında değişmiştir. İki yaşındaki bitkilerde kuru madde olarak hektara sap verimi; en düşük 19,20 ton ile 1 bitki/m², en yüksek ise 51,40 ton ile 3 bitki/m² dikim sıklığında elde edilmiştir. Metrekareye üç bitki olacak şekilde uygulanan dikim sıklığı; sap verimi ve sap sayısı bakımından en iyi sonuçları vermiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Miskanthus, Antalya, biyokütle, verim, dikim sıklığı

JURİ: Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN (Danışman)

Prof. Dr. Salih ÜLGER

Doc. Dr. Mehmet BİLGEN

ABSTRACT

INVESTIGATIONS ON ADAPTATION OF MISCANTHUS(*Miscanthus giganteus* Greef and Deuter) TO ANTALYA ECOLOGICAL CONDITIONS

Burcu DOĞANER

M.Sc. Thesis in Horticultural Department
Adviser: Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN

January 2011, 55 Pages

In this study; yield, quality and growth characteristics of miscanthus plants, which were propagated by rhizomes and planted as 1, 2 and 3 rhizomes/m², were investigated in Antalya conditions. Number of stems per plant, stem length, stem thickness, total yield and cellulose amount of miscanthus plants were determined.

Shoot growth started at the beginning of March and continued for about 4 months. Average number of nodes per stem was 13. Internodium length and internodium diameter were measured as 14 cm and 6 mm, respectively. Maximum stem length was recorded as 310 cm, minimum shoot length was measured as 230 cm.

The harvest was performed on November 22nd, which the average moisture content of the stem ranged from 52.11 % to 54.89 %. Cellulose percentage of the stems at harvest ranged from 38,66 to 39,47. Stem yield as dry matter was lowest where the planting density was 1 plant/m² with a result of 19,20 t/ha and highest where the planting density was 3 plants/m² with a result of 51,40 t/ha for two-year old plants.

KEY WORDS: Miscanthus, Antalya, yield, biomass, planting density

COMMITTEE: Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN (Adviser)
Prof. Dr. Salih ÜLGER
Assoc. Prof. Dr. Mehmet BİLGEN

ÖNSÖZ

Biyoyakıtlar azalmakta olan petrol rezervlerine destek sağlamakla birlikte yetiştiricilik yapılan ülkelerin ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca yeni pazarların oluşmasına öncülük eder, hava kirliliğini azaltır ve petrol ürünlerinden çıkan zararlı gazların da etkisiyle artmakta olan küresel ısınmanın önüne geçilmesine yardımcı olurlar.

Petrol fiyatlarının hızlı bir şekilde artması, alternatif enerji kaynaklarına olan ihtiyacı artırmıştır. Ayrıca Avrupa Birliği 2012 yılında yakıtlarının %20'sini alternatif enerji kaynaklarından sağlanmasını zorunlu tutmuştur. Bu nedenle miskanthus gibi biyoyakıt üretimine elverişli bitkilerin enerji bitkisi olarak önemi artmaktadır.

Biyokütle enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Sera etkisi ve zararlı emisyonların fosil yakıtlara göre %90 oranında az olması, fotosentez hızının yüksek olması ve yeni iş sahaları sağlaması gibi avantajları nedeniyle miskanthus bitkisi bu alanda tercih edilmektedir. Fosil yakıtlara göre daha az olmakla birlikte, biyokütle uygulamalarının sera etkisi, su kaynaklarını ve biyoçeşitliliği tehdit etme, hava kirliliği, tarım alanlarını azaltma ve üretim kazaları gibi insan sağlığını ilgilendiren riskleri de vardır.

Bütün bu nedenlerden dolayı miskanthus yetiştiriciliği son yıllarda özellikle Avrupa ve Amerikada önem kazanmış, ancak ülkemizde henüz bir ticari yetiştiriciliği söz konusu olmamıştır.

Alternatif enerji kaynaklarının bu kadar önem kazanmaya başladığı dönemde ülkemiz için yeni bir bitki olan miskanthus üzerinde bana araştırma yapma imkanı sağlayan ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sayın hocam ve aynı zamanda Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN'a, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Arş. Gör. Ayşe Gül CİVANER'e, Arş. Gör. Sedat ÇITAK'a, Arş. Gör. Aylın ÖZGÜR'e ve araştırmanın yürütülmesi için mali yönden destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	4
2.1. Botanik Özellikleri	4
2.2. Biyoetanol Özellikleri	9
2.3. Agroteknik Özellikleri	13
2.3.1 Çoğaltımı.....	15
2.3.2 Arazi hazırlığı.....	16
2.3.3 Ekolojik istekleri.....	17
2.3.4. Gübreleme.....	18
2.3.5 Hastalık ve zararlılar.....	21
2.3.6 Verim.....	22
2.3.7 Hasat ve depolama.....	23
2.3.8 Alternatif kullanım alanları.....	25
3. MATERYAL VE METOT.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.1.1. Araştırma materyali ve yeri.....	27
3.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri.....	28
3.2. Metot.....	29
3.2.1 Bitkisel parametreler.....	29
a) Uyanma ve hasat tarihleri.....	29
b) Ortalama, maksimum, minimum ve orta sap uzunlukları.....	29

c) Boğum sayısı, boğum arası uzunluğu ve sap çapı.....	30
d) Hasattaki sap ağırlığı, saplardaki nem oranı ve ham selüloz tayini.....	30
e) Verim tayini, Kuru madde verimi ve metrekareye düşen sap sayıları.....	32
f) İstatistiksel analiz.....	32
4. BULGULAR.....	34
4.1 Bitkisel Parametreler.....	34
a) Uyanma ve hasat tarihleri.....	34
b) Ortalama, maksimum, minimum ve orta sap uzunlukları.....	35
c) Boğum sayısı, boğum arası uzunluğu ve sap çapı.....	37
d) Hasattaki yaş sap ağırlığı, saplardaki nem oranı ve ham selüloz miktarı.....	38
e) Verim miktarı, Kuru madde verimi ve metrekareye düşen sap sayıları	39
f) Korelasyon analizi.....	40
5. TARTIŞMA.....	42
6. SONUÇ.....	47
7. KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C: Santigrad derece

da.....: Dekar

g.....: Gram

ha.....: Hektar

kg.....: Kilogram

lt.....: Litre

mm.....: Milimetre

m².....: Metrekare

m³.....: Metreküp

Kısaltmalar

A.B.....: Avrupa Birliği

A.B.D.....: Amerika Birleşik Devletleri

TSE.....: Türk Standartları Enstitüsü

MJ.....: Megajul

GJ.....: Gigajul

kWh.....: Kilowattsaat

kcal.....: Kilokalori

N.....: Azot

P.....: Fosfor

K.....: Potasyum

Cl.....: Klor

CO₂: Karbondioksit

CH₄.....: Metan

SO₂.....: Kükürt dioksit

€.....: Avro

\$.....: Dolar

BAP.....: Benzilaminopürin

IAA.....: İndol-3-asetik asit

2,4D.....: 2,4-dikloro fenoksi asetik asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İlk sene hasat dönemindeki miskanthus bitkisinin boy uzunluğu(orijinal).....	5
Şekil 2.2.İkinci sene hasat dönemindeki miskanthus bitkisinin boy uzunluğu(orijinal)...	6
Şekil 2.3. Miskanthus bitkisinin çiçek salkımı(orijinal).....	7
Şekil 2.4. Birbirlerine çok benzeyen kanyaş bitkisinin çiçek salkımı ile miskanthus bitkisinin çiçek salkımının birlikte görünümü(orijinal).....	8
Şekil 2.5. Miskanthus bitkisinin rizomundan bir kesit(orijinal).....	9
Şekil 3.1. Yeni uyanmakta olan miskanthus bitkilerinin genel görünümü(orijinal).....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Miskanthus biyoyakıtının bazı karakteristik özellikleri	11
Çizelge 2.2. Miskanthus ve dallıdırı bitkilerinin yakıt özelliklerinin kıyaslanması.....	11
Çizelge2.3. Miskanthus ve muhtelif materyallerin enerji özelliklerinin kıyaslanması...13	
Çizelge 2.4. İtalya'da miskanthus üzerinde yapılan deneme sonuçları.....	19
Çizelge 2.5. Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde yapılan farklı deneme ve uygulamalar.....	20
Çizelge 2.6. Miskanthus'un farklı hasat dönemleri ve yetiştirme koşullarındaki yakıt kalitesi.....	24
Çizelge 3. 1975 – 2010 tarihleri arasında Antalya koşullarındaki ortalama meteorolojik veriler.....	28
Çizelge 4.1. Haftalara göre rizomlardaki gözlerin uyanma yüzdeleri.....	34
Çizelge 4.2. Haftalara göre ortalama sap uzunlukları.....	36
Çizelge 4.3. Ortalama, maksimum, minimum ve orta sap uzunluklarının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması.....	37
Çizelge 4.4. Saplardaki boğum sayısı, boğum arası uzunluğu ve sap çapının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması.....	38
Çizelge 4.5. Hasattaki yaş sap ağırlığı, saplardaki nem oranı ve ham selüloz miktarlarının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması.....	39
Çizelge 4.6. Verim miktarı, kuru madde verimi ve parsellerdeki sap sayılarının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması.....	40
Çizelge 4.7. Sap uzunluğu, boğum sayısı, boğum arası uzunluğu, sap çapı, sap ağırlığı ve sap nemi parametrelerinin korelasyon analizi.....	41

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki petrol kaynaklarının sınırlı olması ve gün geçtikçe petrol rezervlerinin azalması alternatif enerji kaynaklarına duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Bununla birlikte, petrol fiyatlarındaki aşırı dalgalanmalar ve özellikle ülkemizde meydana gelen fiyat artışları alternatif enerji kaynaklarını bir zorunluluk haline getirmiştir. Bilindiği gibi fosil kaynaklı yakıtların kullanılması çevreyi olumsuz etkilemekte ve kirliliğe neden olmaktadır. Atmosfere büyük oranda sera gazları ve asit yapıcı gazlar salınmaktadır. Bunların sonucunda, dünyanın dengesi bozulmakta ve küresel ısınma gün geçtikçe ciddi bir boyut kazanmaktadır. Bu nedenle çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde araştırmaların artması gerekmektedir. Bilindiği gibi C4 bitkileri sıcak, kurak ve düşük CO₂ miktarlarına dayanıklı bitkilerdir. C4 bitkilerinin yetiştiriciliğinde meydana gelecek bir artış atmosferdeki CO₂ oranının azalmasına ve dolayısıyla küresel ısınmanın önüne geçilmesine de katkıda bulunacaktır.

Enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke olmamız da bu tür araştırmalara duyulan gereksinimi pekiştirmektedir. İthalatımızın büyük bir bölümünün petrol ve doğal gaz olduğu düşünülürse, alternatif enerji kaynakları konusundaki araştırmaların hızla artması zorunluluğu söz konusu olmuştur. Aynı zamanda savaş ve zorunlu hallerde stratejik yakıt olabilecek alternatiflere de ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, enerji bitkileri yetiştiren ülkeler tarımda çeşitlilik, yeni istihdamların artması ve ihracatın artması gibi avantajlardan yararlanmaktadırlar.

Bazı araştırmacıların yaptığı tahminlere göre, diğer biyoyakıt bitkilerinden elde edilen yakıtlar (örn. mısır etanolü) atmosferdeki CO₂ salımını 167 – 420 yılda dengelerken, miskanthus bitkisinden edilen biyoyakıt sayesinde CO₂ salımı 30 yıl içerisinde dengelenebilecektir (Anonim 2010j).

Biyoyakıtların sağladığı bütün diğer bazı avantajlarını da şöyle sıralayabiliriz;

- Ozon tabakasında meydana gelen (28 milyon km²) zararın genişlemesini önlemek
- Motorlar üzerinde sağladığı avantajlar; setan sayısının petrol dizeline göre yüksek oluşu, yağlayıcılık özelliği nedeniyle motorlara yanma ve kullanım açısından sağladığı faydalar
- Taşıma ve depolanması itibariyle dünya standartlarında “Tehlikeli Madde” kapsamında yer almaması
- Güvenli yakıt kabul edilmesi (Acar ve Gizlenci 2008).

Dünyanın bilinen petrol rezervlerinin 2050 yılında, doğal gaz rezervlerinin 2070 yılında ve kömür rezervlerinin 2150 yılında tükeneceği beklenmektedir. Bu nedenle Enerji üretiminde 21. yüzyılın başlarında fosil yakıtların kullanılması gerek çevre, gerekse artan fiyatlar nedeniyle ekonomik olmaktan çıkacaktır (Çetiner 2008). Bu nedenle doğanın bize sunmuş olduğu imkanlardan yararlanmanın gerekliliğinin geç te olsa farkına varılmıştır. Atık yağların ve bitkisel atıkların yanı sıra biyoetanol, şeker ve yağ bitkilerinin yetiştiriciliğinin de alternatif enerji kaynaklarına büyük oranda katkıda bulunacağı şüphesizdir.

Bütün bu çabaların yanı sıra biyoyakıt kullanımı konusundaki en büyük itici güç Kyoto Protokolü'dür. 16 Şubat 2005'te yürürlüğe giren Kyoto Protokolü gereğince protokole imza atan ülkeler, verdikleri sözleri 2008-2012 döneminde yerine getirmekle yükümlüdürler. Kyoto Protokolü'ne göre AB'nin yükümlülüğü sözü edilen dönemde sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesine göre %6 oranında azaltmaktır. Bu nedenle AB'de özellikle biyoyakıt kullanımına büyük önem verilmektedir. Çünkü en önemli sera gazı olan karbondioksit emisyonları, Avrupa Birliği'nde, % 30 oranında ulaştırma sektöründen kaynaklanmaktadır. AB'de biyoyakıt üretiminin ve kullanımının artırılmasının öncelikleri arasında enerji tarımının desteklenmesi yer almaktadır (Acar ve Gizlenci 2008).

Miskanthusun sağladığı diğer avantajları şöyle sıralayabiliriz;

- Her türlü toprağa adapte olabilmesi; Bu özelliği sayesinde halihazırda kullanılmayan çorak ve boş arazilerin değerlendirilebilmesi mümkündür.
- Diğer bitkilere oranla daha az kültürel işlem gerektirmesi; Bu sayede işçilik maliyetleri daha düşük olmaktadır.
- Yok denecek kadar az olan gübreleme ihtiyacı; Böylece gübre maliyetleri de minimum düzeyde olacaktır.
- Hastalık ve zararlılara karşı daha az hassasiyet; Bu özelliğiyle de pestisit ve insektisit maliyetleri daha düşük olacak ve bu işlemler için sağlanması gereken işgücünden tasarruf edilecektir.
- Kullanım amacı dışında birçok alternatif kullanım alanlarının olması; Miskanthus, yüksek biyoetanol veriminin yanında alternatif kullanım alanlarıyla da çevreye ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Bunlardan biri, yapısında bulunan selülozun kağıt üretiminde kullanılması ve dolayısıyla daha çok ağacın korunmasıdır.

Özetle küresel ısınmayı artıran etkenlerden kaçınmak, aksine azaltıcı etki sağlamak, ülkemizde ithalatı azaltıp ihracatı artırmak, yeni istihdamlar sağlamak gibi girişimlerle ülke ekonomisine ve çevreye katkıda bulunarak dünyanın gün geçtikçe kaldıramadığı ağır yükleri hafifletmek amacıyla bu tür çalışmaların artması gerekmektedir.

Miskanthusun Antalya koşullarına adaptasyonu ve dikim sıklığının başta verim olmak üzere diğer bitkisel parametrelere etkisini inceleyen bu çalışma ile, bölge çiftçileri için enerji bitkisi olarak alternatif bir tarım ürününün Antalya koşullarında yetiştirilme potansiyeline ilişkin veriler sunmak amaçlanmıştır.

2.KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Botanik Özellikleri

Miscanthus (Fil Çimeni) bir C4-bitkisidir . Miscanthusun fotosentez mekanizması diğer C4 bitkilerine oranla soğuk iklimlere daha iyi adaptasyon sağlar (Scurlock 1999). Fil çimeninin yanında Gümüş Çin otu olarak ta bilinir (Sperr 2010).

En iyi biyokütle potansiyeline sahip miscanthus genotipi *Miscanthus sacchariflorus* (tetraploid) ile *Miscanthus sinensis* (diploid) bitkilerinin steril melezleri olan *Miscanthus giganteus*'tur. Bu tür ismi aynı zamanda *Miscanthus x giganteus* , *Miscanthus sinensis* Anderss. “*giganteus*”, *Miscanthus ogiformis*, Honda, *Miscanthus sacchariflorus* var *brenbarbis* (Honda) Adati şeklinde de bilinmektedir (Hadkinson vd 2002). Tetraploid ve diploid bitkilerin melezlemesi sonucu oluşan bitkiler steril triploidler olduğundan bu bitkilerin tohumları çoğalabilme yeteneğine sahip değildirler (Thelen vd 2009).

Özen (2006) tarafından belirtilen miscanthusun sistematığı, aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenmiştir:

Alem: *Plantae* (Bitkiler alemi)

Alt alem : *Embryophyta* (Embriyolu bitkiler)

Şube : *Spermatophyta* (Tohumlu bitkiler)

Alt şube : *Angiospermae* (Kapalı tohumlular)

Sınıf : *Liliopsida* (Bir çenekliler)

Alt sınıf : *Lilideae*

Takım : *Poales*

Familya : *Poaceae* (Buğdaygiller)

Alt familya : *Andropogonoideae* (İdris otu, sakal otu)

Cins : *Miscanthus*

Tür : *Miscanthus giganteus* Greef and Deuter

Boyu 4-6 m'ye kadar ulaşabilen miskanthus, güçlü bir sapa ve keskin yapraklara sahiptir (Yaşar 2002). Miskanthus çok hızlı gelişen bir bitkidir. İlk iki yılda insan boyunu aşan sapsar meydana getirir (Şekil 2.1. ve Şekil 2.2.). Avrupa'da yapılan araştırmalarda maksimum sap uzunluğu 4 m olarak saptanmıştır (Scurlock 1999). Sap kısmı, birbirine bağlı boğum aralarından oluşmuştur. Boğum araları katı ve içi boştur fakat yapısı serttir. Sap kısmı boğumlardan çıkarak dikine büyüme gösterir ve boğum araları bir yaprak kını ile çevrilidir (Anonim 2010e).



Şekil 2.1. İlk sene sonbaharda miskanthus bitkisinin boy uzunluğu (orijinal)

Yapraklar, ikili olarak alternat biçimde dizilmiştir. Yapraklar birbirlerinden ayrı, dar, uzun ve düzdür. Yaprak damarları paralel olmakla birlikte bazı durumlarda çapraz bağlı damarcıkları da içerir (Anonim 2010e). Avrupa'da yapılan araştırmalarda maksimum yaprak alan indeksi $8 \text{ m}^2/\text{m}^2$ olarak saptanmıştır (Scurlock 1999).



Şekil 2.2. İkinci sene hasat dönemindeki miskanthus bitkisinin boy uzunluğu (orijinal)

Çiçek salkımları uçlarda ya da koltuklarda bulunur. Çiçek salkımı kısa ve sık şekilde olabildiği gibi başak biçiminde birleşik salkımlardan da meydana gelebilir. Başakçıklar narin bir mil üzerinde karşılıklı dizilen braktelerden meydana gelir. Çiçekçikler karşılıklı 2 braktenin içerisinde tek bir çiçek olarak görülür. Brakteler iç ve dış olmak üzere iki katmanlıdır. Braktelerin apikal ya da dorsal kılıçları vardır. Çiçekler tek eşeyli ya da çift eşeyli olabilir. Ovaryum üst durumlu, yani çiçek hipogindir. Filamentler kılcal, anterler ise çok yöne dağılabilen yapıdadır. Ovaryum bir hücreli olup, serbest ya da tabana birleşmiş biçimdedir. Stigma tepesi tüylüdür. Çiçeklenme periyodu Temmuz – Ağustos olup çiçek rengi gri ya da kırmızıdır (Anonim 2010e).

Miskanthus bir uzun gün bitkisidir. iek salkımları 30 cm'e kadar ulaşır ve 15 cm'lik 20 dala ayrılabilir (Lewandowski 1997). Başka bir ifadeyle iek salkımları yaklaşık 30 cm uzunluğunda olup panikllerin ana eksenini 15 cm uzunluğundadır. Başakçıklar 4-6 mm uzunluğunda olup, en uzun sapık 4 mm'dir. Üzerlerinde bulunan 3 adet anter 2 mm uzunluğundadır. Kallusta bulunan tüylerin uzunluğu başakıktan yaklaşık 2 kat daha uzundur (El Bassam 2010). Şekil 2.3. ve Şekil 2.4.'de miskanthus bitkisinin iek salkımları grlmektedir. Miskanthus bitkisi dış görünüş olarak bir tür yabancı ot olan kanyaş (*Sorghum halepense*) bitkisine çok benzemektedir. Ancak ieklenme döneminde çiçeklere bakarak türleri ayırt etmek mümkündür.

Meyve ekirdeği ince perikarp ile birleşmiş olup, perikarp bazı türlerde etlidir (Anonim 2010e).



Şekil 2.3. Miskanthus bitkisinin iek salkımı (orijinal)



Şekil 2.4. Birbirlerine çok benzeyen kanyaş bitkisinin çiçek salkımı (A) ile miskanthus bitkisinin çiçek salkımının (B) birlikte görünümü (orijinal)

Miskanthus rizomlu bir bitkidir ve kökleri 2 m derinde bulunan suya kadar ulaşabilir. Rizomları çoğaltma materyali olarak kullanılır (Anonim 2010i).

Miskanthus sapından enine kesit alındığında, termal izolasyonu sağlayan bir parankima ve bu parankimayı çevreleyip sertlik oluşturan; epidermis, kalın sklerenkima ve sert yapısını oluşturan radyal damar destelerinden oluşan 3 halka ile çevrili olduğu görülür (Pude vd 2005).

Miskanthus bitkisinin rizomu dış görüntü olarak krem renktedir ve üzerinde çok sayıda göz taşımaktadır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Miskanthus bitkisinin rizomundan bir kesit (orijinal)

İlk yıldan itibaren kalın ve güçlü bir rizom yapısına sahip olup, 2.5 – 3 cm uzunluğunda eklemlerden oluşur. Nisan – Mayıs gibi toprak sıcaklığının 10 °C olduğu dönemlerde yeni sürgünler oluşturur ve 3. yıldan itibaren rizomlardan meydana gelen sapların uzunluğu 3.5 m'yi bulur (Lewandowski 1997).

2.2. Biyoetanol Özellikleri

Miskanthus'a dayalı biyokütle uygulamaları Avrupa'ya 1930'larda Japonya'dan gelmiştir ve 1985'li yıllardan beri uygulanmaktadır. Biyokütle enerjisi, bitkinin yakılması, etanol, metanol, biyodizel ve laktik asit üretilmesi şeklinde elde edilebilir. Miskanthus ekimiyle ilgili Türkiye'de çeşitli denemeler yapılmıştır. Bir araştırmada Konya şartlarında 3. yetiştirme yılında verim değerleri araştırılmış ve enerji bilançosu ortaya konmuştur. En yüksek verim 100 kg.N/ha gübre normunda 13.192 t.KM/ha, net enerji oranı 9.63, enerji tüketimi 1818 MJ/t olarak bulunmuştur (Aktürk 2010).

Miskanthus kökenli yakıtların özellikleri odunsu bitkilerden elde edilen yakıtlar ile buğdaydan elde edilen yakıtların arasında kalmaktadır. Miskanthus'un düşük kül erime noktası ya da alkaliliği nedeniyle, odun ya da kömür için dizayn edilmiş bir

boyler içinde yakılması tavsiye edilemez. Bu nedenle, saman yakıtları için dizayn edilmiş bir boyler kullanmak suretiyle miskanthus kaynaklı yakıtlar kuru ve yüksek enerji değerine sahip yakıtlar haline alacaktır (Anonim 2010d).

Yirmi ton kurutulmuş miskanthus biyokütlesi enerji bakımından 12 ton kömüre, 30 ton kurutulmuş miskanthus biyokütlesi ise 12.000 lt yağa eşittir (Anonim 2008c).

Yapılan bir araştırmaya göre 1 ton miskanthustan ortalama 80 galon (303 kg) selülozik etanol elde edilmiştir (Anonim 2007b).

Miskanthus, içerdiği enzimler sayesinde biyoetanol üretimine uygun olduğu gibi ikinci nesil yakıtlardan olan biyobütanol üretimi için de oldukça uygun bir kaynaktır (Brown ve Valentine 2007).

Miskanthus, mısır bitkisine göre daha fazla biyokütle üretmektedir. Bunun nedeni mısır bitkisinden 6 hafta önce yeşil yapraklarını oluşturması ve mısırdan daha geç kuruması olarak gösterilebilir (Hulls 2009).

Miskanthus biyokütlesinin kimyasal yapısı yanma için istenilen düzeydedir. Mineral düzeyi buğday samanına oranla düşük, söğüt ya da kavak gibi materyallere oranla yüksektir. Erken ilkbahar döneminde mineral konsantrasyonları düşük olup; %0,2 – 0,6 N, %0,5 – 1,3 K, %0,1 – 0,5 Cl ve %1,6 – 4,0 kül şeklindedir (Scurlock 1999) .

Miskanthus, sahip olduğu düşük miktardaki su ve kül içeriğiyle, biyoyakıt endüstrisi için ön sıralarda yer almaktadır (Erickson vd 2008).

Avrupa koşullarında miskanthus üzerinde çalışmalar yapılarak bitkinin bazı içerikleri elde edilmiştir (Çizelge 2.1.). YYD (yüksek yanma değeri) bir enerji bitkisinin enerji potansiyelini ölçmek açısından büyük önem taşımaktadır (Collura vd 2006).

Çizelge 2.1. Miskanthus biyoyakıtının bazı karakteristik özellikleri

Miskanthus	Birim miktarda bulunma yüzdesi
Toplam nem	9.6
Kül	2.3
Uçucu madde (900°C)	80.0
C	47.10
H	05.38
O	46.80
S	0.06
N	0.44
Cl	0.074
YYD (MJ/kg)	17.744

Kaynak: (Collura vd 2006)

Yapılan incelemelerde miskanthusun diğer lignoselülozik bitkilere göre daha düşük kül ve mineral içeriği bulunmuştur. Araştırmada miskanthus ile dallıdırı bitkisi karşılaştırılarak yakıt özellikleri incelenmiştir (Scurlock 1999). Elde edilen değerlerin bazıları benzerlik gösterirken bazıları oldukça farklı bulunmuştur (Çizelge 2.2.)

Çizelge 2.2. Miskanthus ve dallıdırı (*Panicum virgatum*) bitkilerinin yakıt özelliklerinin kıyaslanması

Yakıt Özelliği	Miskanthus	Dallıdırı
Yüksek Yanma Değeri (kuru; GJ/t)	17.1 - 19.4	18.3
Net Enerji İçeriği (kuru; GJ/t)	15.8 - 16.5	-
Hasat Evresinde Nem İçeriği (%)	15	15
Hasat Evresindeki Dal Sayısı (kg/m³)	70 – 100	108
Balyadaki Ürün Yoğunluğu (kg/m³)	130 – 150	105 – 133
Holoselüloz (selüloz + hemiselüloz)(%)	64 – 71	54 – 67
Kül (%)	1.5 – 4.5	4.5 – 5.8
Kül füzyon(erime) sıcaklığı (C)	1090	1016
Sülfür (%)	0.1	0.12

Kaynak:(Scurlock 1999)

Miskanthus külünün kompozisyonu yaklaşık olarak % 30-40 SiO₂, % 20-25 K₂O, % 5 P₂O₅, %5 CaO, ve % 5 MgO'dan oluşmaktadır. Kül füzyonu (topaklanma) birçok diğer biyokütle oranlarına göre oldukça iyidir. Sıvılaştırılmış gaz yatağında, külde topaklanma söz konusu olabilir. Miskanthus külü 600 °C gibi düşük sıcaklıklarda

topaklanma göstermez. Bu durum miskanthusun içerdiği yüksek düzeyde silis, potasyum ve akışkanlık ajanı olan demir gibi maddelerin uyum içerisinde bulunmasından kaynaklanmaktadır (Scurlock 1999).

İllinois'te yapılan tarla denemelerinde dallıdır ve miskanthus karşılaştırılması yapılmış ve miskanthusun dallıdırıya göre en az iki kat daha selüloz verimine sahip olduğu gözlenmiştir (Anonim 2008b).

Almanya'da 3 yaşından büyük miskanthuslar ile yapılan bir denemede 6,081 m³/ha biyoyakıt verimi alındığı görülmüştür. Miskanthusun hektar başı etanol verimi 6,900 – 8,000 lt'dir. Bu oran şeker pancarında ise 2,600 – 3,970 kg arasındadır (Bessou 2009).

Miskanthus ve mısır bitkilerinin etanol verimlerini kıyaslayacak olursak, mısır bitkisinden 4 dekarda 7,6 ton biyokütle ve 2839 lt etanol sağlanırken, miskanthustan 4 dekarda 20 ton biyokütle ile 12.302 lt etanol elde edilmektedir (Anonim 2010g).

Toplam kuru madde ve mısır bitkisi ile kıyaslandığında ise lignin miktarları miscanthusta daha yüksek iken, protein ve kül miktarlarının daha düşük bulunmuştur (Norman ve Murphy 2008).

Mısır dışındaki birçok bitki materyalleriyle miskanthusun içerikleri kıyaslanmıştır. Tahta parçasının enerji içeriği diğerlerinden fazla olurken, bunu miskanthus takip etmiştir (Çizelge 2.3.). Yapılan bir araştırmada 1 hektar alandan yaklaşık 15 ton kuru materyal, 15 ton kuru materyalden ise 8,000 lt akaryakıt elde edilmiştir. 1 lt akaryakıt elde etmek için ise, ilkbahar aylarında hasat edilen %15 nem içeriğine sahip 2,23 kg'lık miskanthus biyokütlesi yeterli gelmiştir (Anonim 2010f).

Çizelge 2.3. Miskanthus ve muhtelif materyallerin enerji özelliklerinin kıyaslanması

Hammadde (ton)	% Su içeriği	Kalori değeri (GJ)	Enerji içeriği (kWh)	Isıtıcı yakıt eşdeğeri (kg)
Sert odun (kayın)	35	11.1	3085	259
Yumuşak odun (ladın)	35	11.3	3139	264
Tahta parçacıkları	< 10	17.0	4725	396
Buğday samanı	15	14.4	4032	339
Buğday taneleri	15	14.2	3976	334
Kuru ot	15	14.3	4004	336
Miscanthus	15	14.9	4172	350
Mazot	önemsiz	42.7	11860	1000
Kömür	önemsiz	26.7	7417	625

Kaynak:(Anonim 2007a)

2.3. Agroteknik Özellikleri

Miscanthus floridulus ya da *Miscanthus japonicus* olarak ta bilinir. Güneş ışığını seven, hemen her tür toprağa adapte olabilen, kısmen kuraklığa toleranslı, rüzgara ve kara dayanıklı bir yapısı vardır (Anonim 2008a).

Miscanthus cinsi içerisinde 10'dan fazla tür bulunmaktadır. Miscanthus türleri Güneydoğu Asya, Çin, Japonya, Polinezya ve Afrika orijinli olup, dünyanın tropikal ya da ılıman bölgelerinde yayılım göstermiştir (Thelen vd 2009).

Diğer C4 bitkilerinden farklı olarak fotosentez hızı ve yaprak gelişimi 6° C gibi düşük sıcaklıklarda bile fonksiyonlarını sürdürebilmektedir (Thelen vd 2009).

Miscanthus daha çok humus içeren topraklarda, yeterli su ve güneş ışığının olduğu yerlerde verimli olarak yetişebilmekte ve bambu kamışına benzer sap uzunluğu 3-4 metreyi bulmaktadır. Özel olarak biyokütle yetiştirmek amacıyla üretilen bitkilerden biri olan miscanthus, dikiminden birkaç yıl sonra, her yıl hasat edilerek biyokütle elde edilir. Bitki %44 selüloz, %24 hemiselüloz, %17 lignin, %15 diğer maddelerden oluşmuştur. Yakıldığında geriye %1,5 gibi küçük bir oranda kül bırakır (Özen 2006). Avusturya koşullarında yapılan bir denemede ise selüloz miktarı % 47,82 olarak bulunmuştur (Yaşar 2002).

Avusturya'da yapılan diğer bir denemede, ilk sene bitki boyları yaklaşık 1 m, ikinci sene 2 m ve üçüncü sene 3 – 4 m'yi bulmuştur (Sperr 2010). Polonya'da yapılan bir başka denemede ise ikinci yılda miskanthusun boyu ortalama 2.05 m, çapı ise ortalama 4,6 mm olarak bulunmuştur (Jezovksi 2008). Danimarka'da yapılan denemede üçüncü yılda sap uzunlukları ortalama 1.98 m, sap çapları ortalama 9 mm, boğum arası sayısı 12, boğum arası uzunluğu ise 22 cm olarak tespit edilmiştir (Kaack ve Schwaz 2001).

Kontrollü koşullarda yapılan denemeler gösterir ki dormant haldeki rizomlar toprak sıcaklığının 10 – 12 °C ' ye ulaşmasıyla birlikte uyanmaya başlar. Yaprak büyümesi için gerekli eşik sıcaklık derecesi ise 5 – 10° C olmakla birlikte bu değer farklı genotiplere göre değişmektedir (Lewandowski vd 2000).

Miskanthus bitkisini enerji bakımından inceleyecek olursak; 1 kg miskanthus talaşı; 0.41 m³ doğal gaz, 0.43 lt mazota, 0.65 lt sıvı gaz, 1.06 kg oduna, 0.88 kg odun kömürüne, 0.88 kg odun talaşına, 0.72 kg kömüre, 4.30 kWh elektriğe eşittir. Talaş halindeki ısı değeri 17.390 KJ/kg'dır (Anonim 2010i).

Miskanthuslarda sık dikim yapıldığında (4 bitki/m²) yabancı ot mücadelesi yapılabilmektedir. Ancak dikim materyali rizomun maliyetinin yüksekliği masrafları artırmaktadır. Ayrıca sık dikimde ışık ve besin maddesi alımındaki rekabet nedeniyle bazı saplar ölebilmektedir. Bu açıdan dikim sıklığı ekonomik ve agronomik açıdan dikkate alınmalıdır. Biyokütle verimi hasat tarihi ile yakından ilgilidir. Hasat tarihinin gecikmesi durumda verim düşmekte fakat yanma kalitesi artmaktadır. Bu nedenle hasat tarihine, verim ile kalite arasında denge güdülerek karar verilmelidir. Bu durum ekolojilere göre farklılık gösterebilir. Soğuk bölgelerde hasattan önce kar yağması durumunda sapların uç kısımları kırılabilir. Kış hasadında verim sonbahar hasadına göre düşük ancak sap kalitesi daha yüksektir. Kış hasadında verim düşmesinin nedenlerinden biri de yaprakların dökülmesidir. Avrupa'nın güney ülkelerinde (İtalya, Yunanistan, Portekiz) verim kuzey ülkelere göre daha yüksek çıkmaktadır. Bu durum kuzeye göre sıcaklıkların daha yüksek olması ve vejetasyon periyodunun daha uzun olmasına

bağlanmaktadır. Ayrıca Güney ülkelerde 21 kasımdan önce hasat edilmesi durumunda yaprak dökümünü oluşturduğu verim kaybı da kuzey ülkelere göre daha az olmaktadır. Kanada da kuru madde üzerinden verim hektara 10-11 ton iken Güney Avrupa ülkelerinde sonbahar hasadında bu miktar 25-30 tona kadar çıkabilmektedir. Fakat hasat kış aylarına geciktirilirse hektara 15 tona kadar düşebilmektedir. Fakat daha iyi kurumuş yani su oranı azalmış ürün elde edilmektedir (Miguez vd 2008).

2.3.1 Çoğaltımı

Steril hibrit olan *Miscanthus giganteus*, tohum oluşturmadığı için vejetatif yolla çoğaltılır. Mekanik olarak bölünmüş rizom parçaları (makro - çoğaltım) ya da doku kültüründe elde edilen bitkicikler (mikro – çoğaltım), üretim materyali olarak kullanılır. Makro çoğaltım olarak adlandırılan rizomları mekanik olarak bölme yöntemi ilk olarak Danimarka'da denenmiştir. Bu yöntemle 2 – 3 yıllık *Miscanthus* rizomları toprağı 1 – 2 kez sürmek suretiyle, 20 – 100 gr'lık parçalara ayrılmıştır. Daha sonra bu parçalar taş ya da patates toplayıcı makinelerle toplanmıştır. Rizom parçaları kurutulmamalıdır. Bu nedenle depolama oldukça kısa süreli yapılabilmektedir. Makro – çoğaltım için kullanılan diğer bir yöntem ise yine 2 – 3 yıllık ana bitkinin rizomlarından 8 – 10 cm olacak şekilde 3 – 4 nodlu parçalar kış mevsiminde alınarak 0 – 1 °C'de depolanmasıdır. Mayıs başında bu materyaller 3 – 6 cm derinliğinde dikilir. Metrekare başına 1 – 4 bitki gelecek şekilde dikim yapılmalıdır. Dikim için minimum toprak sıcaklığı 10 °C olmalıdır. Bitkiler en yüksek uzunluğuna kasım ayında ulaşırlar (Acaroğlu ve Aksoy 2005).

A.B.D.'de yapılan bir araştırmada, 4 aylık depolama süresini geçiren rizomlar çoğaltma materyali olarak kullanıldığı takdirde ve de ağırlığı 25 gr'ın altında ise sap veriminin % 100'ün altına düştüğü, 50 – 60 gr olan rizomlar yeterli metabolik rezerve sahip olduklarından dolayı sap veriminin %100 olduğu saptanmıştır (Pyter vd 2007).

Hektar başına maliyet makro – çoğaltım yöntemiyle yaklaşık 700 TL iken, mikro – çoğaltmada 6.000 – 12.000 TL tutarındadır. Buna rağmen Avrupa'nın birçok yerinde mikro – çoğaltma materyalleri kullanılmaktadır (Lewandowski vd 2000).

Miskanthus bazı diğer bitkiler gibi saplarındaki her boğumda aksiler bir göze sahiptir. Tek bir göze sahip eksplantlar direkt olarak toprağa dikildiği takdirde yeni bitkiler meydana gelir. Bununla birlikte bu gözlerin sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlere nasıl tepki gösterdiklerini incelemek amacıyla kontrollü koşullarda deneyler yapılmıştır. Eksplantlar 15, 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta bırakılmış, ayrı olarak ta karanlık ve 16/8 saat ışıklı/karanlık ortamlarda bırakılarak reaksiyonları ölçülmüştür. Sonuç olarak eksplantların gelişiminin ışıktan etkilenmediği ancak sıcaklıktan etkilendiği ortaya çıkmıştır. Ticari yetiştiricilikte çelikle çoğaltımın řu anda kullanılan rizomla çoğaltım tekniğine oranla 8 kat fazla verimli olacağı düşünölmektedir (Anonim 2010l).

Miskanthusun doku költürüyle çoğaltımı apikal meristemden, yapraktan, rizomdan ya da olgunlaşmamış çiçeklerden eksplant alınarak yapılır. Diğer eksplantlara göre doku költürüne daha elverişli olan çiçek parçaları 30 – 150 mm'lik parçalar halinde alınarak, 7 mm'lik parçalara bölünür. Olgunlaşmamış bitki eksplantlarının doku költürüyle çoğaltımı için en uygun ortam sıvı MS ya da J-25-8 ortamıdır. Optimum yetiştirme düzenleyici konsantrasyonları 4 – 8 mg/l 2,4D + 0,5 – 2 mg/l BAP ve 4 – 8 mg/l 2,4,5T + 0,5 – 2 mg/l kinetindir. Somatik ebriyogenez ile bitki rejenerasyonu görölür. Apikal meristemlerin *in vitro* koşullarda sürgün vermesi aksilar gözlere oranla daha başarılı olmaktadır. Sürgün oluşumu katı MS ortamında 1 – 5 mg/l BAP ve 0 – 0,45 mg/l BAP ve 0 – 0,45 mg/l IAA ile birlikte başarılı olmuştur. Bitkiler sera ortamında kuma dikilerek köklerinden uyarılmıştır. 3 mg/l BAP + 0,45 mg/l IAA ortamında bulunan bitkiler, 5 mg/l BAP + 0,45 mg/l IAA ortamında bulunan bitkilere oranla daha iyi sürgün vermişlerdir (Lewandowski 1997).

2.3.2 Arazi hazırlığı

Arazi hazırlığına başlanmadan önce erken sonbahar döneminde toprak geniş spektrumlu sistemik bir herbisit ile olası çok yıllık yabancı otlardan temizlenmelidir. Kış sezonunda ise toprak sürölerek donma aktiviteleri engellenmelidir (Anonim 2010h).

Dikimden önce toprak 20 – 30 cm derinliğinde sürülmelidir. Yeni sürgünler dona karşı duyarlı oldukları için dikim, havanın – 3 ° C'nin üzerinde olduğu ilkbahar aylarında yapılmalıdır. Çeşitli denemelerde m² başına 1 – 4 bitki arasında değişmekle birlikte m² başına önerilen bitki sayısı 1 adettir. Birim alana düşen bitki sayısı arttıkça ilk 2 – 5 yıl içerisinde birim alandan elde edilen ürünün de artmasını sağlar ancak bu durum artan işçilik maliyetini karşılamaz (Lewandowski vd 2000).

Makineli dikimde, patates dikim makineleri kullanılarak 20.000 – 30.000 rizom/ha olacak biçimde dikim yapılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta, rizomların taze ve dikim zamanına kadar 4°C'de saklanmış olmasıdır (Anonim 2010b).

2.3.3 Ekolojik istekleri

Danimarka, İrlanda ve Almanya'da yapılan denemelerde rizomlar birinci yılındaki kış sezonunda yaşamsal faaliyetlerini sürdürmemiştir. Bu nedenle Kuzey Avrupa'da yetiştiriciliği risklidir. Bu koşullarda *M. sinensis*'in kış şartlarına dayanımı *M. giganteus*'a göre daha fazladır. Bunun nedeni *M. sinensis*'in kış sezonunda daha az su ve daha fazla nişasta içermesidir. Almanya koşullarında yapılan bir deneme göstermiştir ki toprak sıcaklığının – 3,5 ° C' yi bulduğu ocak aylarında rizomlar canlılığını kaybetmiştir. Kuzey Avrupa'da kış ayı süresince 5 cm derinlikteki toprak sıcaklığı – 4 ° C' ye ulaştığı için kayıplar büyük olmaktadır. Mikro – çoğaltım yöntemiyle elde edilen bitkiler rizomdan elde edilen bitkilere göre soğuklara karşı daha az toleranslıdır. Daha büyük rizom parçaları daha derine dikildiğinde ya da rizomların etrafları saman gibi ısıtıcı bir materyalle kaplandıkları zaman kurtulma oranları daha yüksek olabilmektedir (Lewandowski vd 2000).

Miskanthus birçok toprak yapısına iyi adapte olsa da optimum pH isteği 5.5 – 7.5 arasındadır. Ağır kireçli, drenajı kötü ve çorak topraklardan kaçınılmalıdır. Yıllık yağış miktarı ve toprağın su tutma kapasitesi verimi önemli ölçüde etkilemektedir. Miskanthus kökleri 2 m derinde bulunan suya kadar ulaşabilir. Sık dikim yağmur

sularının % 20 – 30 kadarının toprağa ulaşmadan kaybolmasına neden olur. Yetiştirme döneminde suyun sınırlı miktarda olması verimi büyük ölçüde etkiler. Öyle ki topraktaki suyun eksik olan her milimetreküpü 90 kg/ha biyokütle kaybına sebep olur. Kuraklık, önce yaprakların geriye doğru kıvrılmasına, daha sonra uçlardan başlayarak yaprakların kurumasına neden olur (Anonim 2010i).

Genel olarak, minimum sıcaklığın 7 °C , ortalama yağışın 700 – 900 mm olduğu humuslu topraklar, miskanthus yetiştiriciliğinin yapılacağı optimum koşullardır (Anonim 2010a).

İngiltere'nin 3 farklı lokasyonunda yapılan denemeler sonucu, susuz koşullarda ikinci yılda alınan verim hektar başına 12,3 – 17,6 ton arasında değişirken, sulanan bölgelerde 15,9 – 23,6 ton arasında değişim göstermiştir. Üçüncü yılda ise bu oranlar susuz koşulda 13,4 – 16 ton arasında, sulanan bölgelerde ise 15,2 – 18,6 ton arasında bulunmuştur (Price vd 2004).

2.3.4. Gübreleme

Avusturya, Almanya ve Yunanistan'da yapılan denemeler, ikinci ve üçüncü yıldan itibaren miskanthus üzerinde yapılan N gübrelmesi çok belirgin bir fark yaratmadığını göstermiştir. Rizom sisteminin gelişmesi için uygulanacak optimal N miktarı 60 kg/ha'dır. Yetiştirme sezonunun sonunda bitkilerin daha az besin takviyesine ihtiyaç duymalarının sebebi besin maddelerinin rizomlara doğru taşınmasından kaynaklanmaktadır. Yaklaşık olarak saplardan rizomlara % 21 – 46 N, % 36 – 50 P, % 14 – 30 K ve %27 Mg taşınımı gerçekleşir.

Neukirschen'e göre Almanya koşullarında kış sezonu sonu 1 ha alandaki miskanthus rizomlarının N içeriği 265 kg ve K içeriği ise 235 kg olarak saptanmıştır. İlkbahar aylarında depolanan bu besinler yeni sapsız oluşturmak için kullanılırlar. Bu sürgünler topraktan N almaya ihtiyaç duymaksızın gelişirler. N ⁺¹⁵ izotopu ile yapılan denemeler, toprağa uygulanan 60 kg/ha'lık N'un %38'i ¹⁵NH₄¹⁵NO₃ olarak bitki bünyesine alındığını göstermiştir. Bunun sebebi geriye kalan kısmın halihazırda

rizomlarda depolanmış olmasıdır. Bitkide bulunan N'un büyük kısmı gübrelemeden kaynaklı değil topraktaki mineralizasyon sonucu depolanan N kaynaklıdır. Buradan da anlaşılacağı üzere, yapılacak olan N gübrelemesi ancak toprakta yetersiz N bulunduğu yapılmalıdır. Topraktaki N eksikliğini karşılayabilmek için rizomların filizlenme döneminde hektar başına 50 – 70 kg N yeterli olacaktır. Yapılan bir araştırmada, yıllık 50 kg/ha N, 21 kg/ha P, 45 kg/ha K gübrelemesinin yeterli olduğu bulunmuştur (Anonim 2010h).

Konya'da yapılan denemede, hektara 0, 50, 100 , 150 ve 200 kg N uygulaması yapılmış ve bu uygulamalara bağlı kuru madde verimi tespit edilmiştir. Buna göre N uygulaması ikinci yıl verimine etkide bulunmamakla birlikte, üçüncü yıl çok az etkide bulunmuştur. Sonuç olarak ikinci yıl ortalama verim 7 ton/ha, üçüncü yıl ise 13 ton/ha olarak tespit edilmiştir (Acaroğlu ve Aksoy 2005).

Angelini vd (2008)'in İtalya'da yaptığı bir çalışmada toprak hazırlığı esnasında hektar başına 100 kg P₂O₅, 100 kg K₂O ve 100 kg N kullanılarak, takip eden yıllarda kışın K₂O ve P₂O₅, ilkbaharda ise N uygulaması yapılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar Çizelge 2.4. 'te gösterilmiştir. En yüksek verim 2. yılda 48 t/ha olmuştur (Angelini vd 2008).

Çizelge 2.4. İtalya'da miskanthus üzerinde yapılan deneme sonuçları.

Yıl	Kuru Madde Verimi (t/ha)	İnternodyum Çapı (mm)	Sürgün Uzunluğu (cm)	Kuru Madde (%)
1	10	5	120	33
2	48	7	320	48
3	30	8	200	48
4	35	10	390	49
5	30	11	400	40
6	25	10	250	45
7	30	10	300	46

Çizelge 2.5.'ten de anlaşılacağı üzere Avrupa'nın çeşitli lokasyonlarında gübrelemeyle ilgili denemeler yapılmış ve en yüksek verimin Güney İtalya'dan alındığı görülmüştür (Lewandowski vd 2000).

Çizelge 2.5. Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde yapılan farklı deneme ve uygulamalar.

Lokasyon:	Ortalama Sıcaklık/Yağış	Genotip	Plantasyon Yaşı:	m ² /bitki	Hasat Periyodu	Yıllık Verim(ha)/K.madde	Sulama&Gübreleme (ha)
Danimarka	7,3°C 693 mm	M. x giganteus	4-6		Nisan	7-15	70-100 kg N Etkisiz
Danimarka	7,3°C 693 mm	M. x giganteus M. sinensis	3-5 3-5	4 4	Ocak Ocak	5-10 6-11	0-150 kg N Etkisiz
Kuzey Almanya	8-8,8°C 700-720 mm	M. x giganteus	3-4	1-3	Aralık	15-24	80 kg N
Almanya	6,3-9°C 680-760 mm	M. x giganteus	3-4	2	Aralık	4-20	80 kg N
Güney Almanya	7,4-8,5°C 520-810 mm	M. x giganteus	3-4	1-3	Aralık	9-19	80 kg N
Kuzey Almanya	7,9-8,8°C 547-600 mm	M. x giganteus	4-5	1-3	Aralık	8-14	0-100 kg N Etkisiz
Almanya	9,1°C 606 mm	M. x giganteus	6	1-2	Şubat-Mart	6-20	0-100 kg N Etkisiz
Güney Britanya	500-700 mm	M. x giganteus	3	1	İlkbahar	10-15	N'a duyarız kuraklık var
Almanya	8,7°C 617 mm	M. x giganteus	3-4	1-4	Şubat-Mart	15-22	0-240 kg N, 60 kg optimal gerektiğinde sulandı
Almanya	9,3°C 715 mm	M. x giganteus	3	1	İlkbahar	15-18	60 kg N, 8 kg P 80 kg K, 15 kg Mg
Almanya	9,1°C 606 mm	M. x giganteus	3-8	1		5-10 çorak toprak 15-24 verimli toprak	0-150 kg N, sulama yok 100 kg N optimum
Güney Almanya	7,5-9,8°C 691-850 mm	M. x giganteus	2-4	2	Şubat	8-30	0-80 kg N
Kuzey İsviçre	7,5°C 944-1066 mm	M. x giganteus	1-2	3-5	Ocak	13-19	90 kg üzeri N etkisiz
Avusturya	8,8°C 700 mm	M. x giganteus	3	1		22	0-120 kg N Etkisiz
Kuzey-Batı İspanya	12,1-14,7°C 1866-1945 mm	M. x giganteus	4	4		14-34	Gübrelendi ve sık sık sulandı
Kuzey Yunanistan		M. x giganteus	2	1	Eylül	44	0-80 kg N az etkisi oldu
Yunanistan		M. x giganteus	2-3	5		26	40-80 kg N az etkisi oldu, sulandı
Batı Türkiye	17,6°C 698 mm	M. x giganteus	3	1		28	0-200 kg N az etkisi oldu
Güney İtalya	450 mm	M. x giganteus	2-3	4	İlkbahar sonu	30-32	120 kg N Sulandı

Kaynak Lewandowski vd 2000

2.3.5 Hastalık ve zararlılar

Dikimin yapıldığı yıl miskanthus az da olsa yabancı otlardan etkilenmektedir. Bu nedenle ilk yıl mekanik ya da kimyasal yöntemlerle ot mücadelesi yapılmalıdır. Yapılan denemeler, mısır ve diğer hububatlarda kullanılan herbisitler miskanthus yetiştiriciliğinde de kullanılabileceğini göstermiştir. İlk sene iyi bakım yapılan bitkiler ikinci ya da üçüncü yıldan itibaren yabancı ot mücadelesine ihtiyaç duymazlar. Bugüne kadar üretimi sınırlandırabilecek herhangi bir hastalığa rastlanmasa da bitki *Fusarium*, arpa sarı cücelik luteovirüsü ve miskanthus hastalığı'ndan etkilenebilmektedir (Lewandowski vd 2000).

Bu hastalıkların yanında kır güvesi ve hayalet güve zararlıları da miskanthus üzerinden beslenebilir. Hayalet güve (*Hepialus humuli*), nadir olarak rizomlarda görülür. Kır güvesi (*Mesapamea secalis*) ise rizomlara ve bazı genç sürgünlerde zararlıdır (Anonim 2010k).

Asya miskanthus afidi olarak bilinen *Melanaphis sorini* Japonya'dan başlayarak Kaliforniya'ya kadar yayılım göstermiştir. Bununla birlikte nematodlar da virüs ve patojenlerin yayılmasında önemli rol oynamaktadır. Rizomla çoğaltım yöntemi ise nematodların yayılmasında önemli bir etkidir. Bu nedenle çoğaltım materyallerinin steril olması ya da *in vitro* koşullarda üretim yapılması gereklidir (Mascia vd 2010).

Illinois'te yapılan bir araştırmada mısır kök kurdu larvaları miskanthus köklerine transfer edilmiş ve larvaların yaşamsal faaliyetlerini en iyi şekilde sürdürebildikleri gözlenmiştir (Anonim 2010c).

2.3.6 Verim

Tam verim elde edilebilecek bir miskanthus tarlası oluşturmak 3 – 5 yıl almaktadır ve her başarılı yılın ardından verim artışı sağlamaktadır. Kurulu bir miskanthus plantasyonunda metrekaare başına ortalama 54 – 107 sap meydana gelmektedir (Pyter vd 2007).

Genel anlamda, verim artışı zamana ve hasat yöntemine göre değişim gösterir. Güney İtalya'dan Orta Almanya'ya kadar olan bölgelerde 3. hasattan itibaren yıllık kuru madde verimi 25 ton/ha'ı bulmuştur. Bununla birlikte, hektar başı biyokütle verimlerine baktığımız zaman aralarında çok büyük farklar olan rakamlar gözümüze çarpmaktadır. Orta ve Güney Avrupa'da Kuzey kısımlara göre nispeten iklimin daha ılıman olması nedeniyle verim artışı söz konusu olup verim 30 t/ha'a kadar ulaşmıştır (Lewandowski vd 2000).

Ortalama kuru madde verimi bakımından miskanthus 4 dekarda 5 – 15 ton arasında verim verebilmektedir (Deparine 2009).

Sicilya'nın Katalya şehrinde yapılan bir araştırmada, Akdeniz çevrelerinde yapılan yetiştiricilikte biyokütle verimi oldukça yüksek değer olan 14 ton/ha civarında olmuştur. Toprak ve sulama koşullarının iyi olduğu bölgelerde bu oran 27 ton/ha'a kadar yükselmiştir (Cosentino vd 2006).

Yunanistan'da metrekaare başına 0.67, 1 ve 2 bitki gelecek şekilde kurulmuş olan denemenin ikinci yılından itibaren alınan ölçümler sonucu bitki boyunun 323 cm'yi bulduğu, kuru madde verimin ise 38 ton/ha olduğu saptanmıştır. Gübrelemenin sap sayısı üzerine herhangi bir katkı sağlamadığı ancak sık dikimin seyrek dikime oranla metrekaare başına 5 – 10 sap fazla verdiği saptanmıştır. Bununla birlikte, ikinci yılda metrekaareye 2 bitki gelecek şekilde dikilen rizomların metrekaare başına 90 – 100 sap verdiği gözlenmiştir (Danalatos vd 2007).

Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde yapılan denemelerde, hektara düşen kuru madde verimi Hollanda'da 17.9 ton, İngiltere'de 12.4 ton, Kuzey Avrupa'da 15 ton, Güney Avrupa'da ise 25 ton olarak saptanmıştır (Elbersen vd 2005).

Orta Avrupa'daki verim farklılıkları toprak yapısına ve topraktaki su miktarına bağlı olarak değişmektedir. Hafif bünyeli topraklarda plantasyon oluşturmak daha kolayken, ağır bünyeli topraklarda verim artışı daha fazla olmuştur. Bu durum ağır bünyeli toprakların su tutma kapasitesinin daha yüksek olması şeklinde açıklanabilir (Lewandowski vd 2000).

Karşılaştırmalı olarak, İngiltere, Almanya, İtalya, Polonya ve İsveç'te miskanthusların biyokütle verimleri karşılaştırılmış ve hektar başına alınan sonuçlar sırasıyla; 11.6 ton, 19.3 ton, 20.3 ton, 18 ton ve 13 ton olarak bulunmuştur (McKervey vd 2008).

2.3.7 Hasat ve depolama

Hasat, bitkiler yaşlanmaya başladığı dönemde yapılmalıdır. Hasat zamanı, soğuk iklimlerde minimum sıcaklık derecelerine bakılarak tayin edilebilir. Bununla birlikte hasat, nem oranının ya da mineral içeriğinin azalmasıyla da başlatılabilir (Lewandowski vd 2000).

Hasat zamanı ekim - kasım aylarından itibaren ilkbahara kadar olan dönem olarak düşünülebilir. Materyalin yanma kalitesi büyük oranda hasat zamanı ile ilişkilidir. Bitkilerin nem oranı sonbaharda %60 – 70'lerde iken, nisan ayına kadar %20'nin altına inmektedir. Kış aylarında yapraklarını döken *M. giganteus*, yağmurların başlamasıyla birlikte saplardaki besinlerini köklere doğru yönlendirmektedir. Saplardaki potasyum, klor ve kül miktarlarının azalması yanma açısından teknik bir avantaj sağlayacağından ilkbahar ayında yapılacak hasat, yanma kalitesi bakımından en uygun materyallerin elde edilmesi anlamına gelir. Bununla birlikte sonbahar hasatlarının da daha fazla biyokütle ve kuru madde sağlaması gibi avantajları bulunmaktadır (Kristensen 2007).

Güney Avrupa ülkelerinde yapılan geç sonbahar hasatlarında bitkilerdeki ortalama nem oranı %36 – 49 arasında olmakla birlikte, bu dönemde yapılan hasatlar sayesinde kış aylarında meydana gelecek toplam biyokütle kayıplarından da korunabilmektedir (Jones ve Walsh 2001).

Fransa'da yapılan bir araştırmada, Kasım 2007'de yapılan hasat ile Şubat 2008'de yapılan hasat kıyaslanmış ve Kasım ayında yapılan hasatta kuru madde miktarının toplam biyokütlenin %76'sı, içerdiği su miktarının ise %24'ü olduğu saptanmıştır. Şubat 2008'de yapılan hasatta ise kuru madde miktarı toplam biyokütlenin %86'sı olarak bulunmuştur (Huyen vd 2010).

Kristensen (2007) farklı hasat dönemlerinin yakıt kalitesine olan etkisini incelemiş ve Aralık ayında yapılan hasatta daha yüksek veriler elde etmiştir (Çizelge 2.6.).

Çizelge 2.6. Miskanthus'un farklı hasat dönemleri ve yetiştirme koşullarındaki yakıt kalitesi

Hasat Zamanı	Nisan – Mayıs		Aralık
Toprak Tipi	Kum	Kireç	Kum
Nem,%	15.0	9.6	56.0
Kül,%	1.0	2.7	3.1
Cl, g/kg	0.2	8.0	3.3
K, g/kg	1.65	3.2	10.1

Kış sezonu boyunca miskanthus bitkisinin yaprakları ve odunsu olmayan kısımlarının büyük bir bölümü dökülür. Bu kayıpların büyüklükleri Aralık ayına kadar % 3 – 25, Mart ayına kadar ise %15 – 25 olarak değişmektedir. Hollanda'da yapılan bir denemede Ekimden Mart ayına kadar meydana gelen yaprak kaybının % 29 – 42 olduğu görülmüş ancak kayıplar arasındaki büyük kaybın yıllar arasındaki hava koşullarının ve lokasyonların farklılık göstermesinden ileri geldiği anlaşılmıştır. Yapılan araştırmalara göre hasat anında meydana gelen fiili kayıp %25'dir ve hasat sonrasında tarlada kalan anızlar ise bu kayba %17 olarak eklemelidir.

Buna göre, hasat sonunda tarladaki biyokütlenin %67'sini elde edebildiğimizi görüyoruz. İyi düzeyde kurumuş materyal elde etmek için hasat genellikle ilkbahar ayında yapılır. Bununla beraber hasat, yeni filizler çıkmaya başlamadan yapılması gerektiğinden, hasat periyodu oldukça kısadır. Hasat periyodunu daha uzun süreye yaymak için bitkiler toplanarak yapay olarak kurutulmalı ya da silolanmalıdır (Lewandowski vd 2000).

Depolama ve taşıma için toplanan materyalleri diğer bitkilerde olduğu gibi balyalayabiliriz. Kesilmiş materyalleri mısırlarda kullanılan silaj yöntemi ile de depolamak mümkündür. Uzun süren depolamalarda nem içeriği % 15 ya da daha az olmalıdır. Aksi halde küf meydana gelebilir. Eğer hasattan önce bitkiler tam olarak kurumamışsa ve nem oranı % 25'in üzerindeyse ek bir kurutma yapılmalıdır. Danimarka'da yapılan bir araştırmada, %59 oranında neme sahip miskanthus biyokütlesinin 21.500 m³/sa havalandırma ortamında bırakıldığı zaman, 91 saat içerisinde nem oranının %17,5' a düştüğü görülmüştür. Toplanan miskanthuslar anaerobik koşullarda depolanmalıdır. Bunun için siloları plastik ile kaplamak uygun yöntemlerden biridir. Plastikle kaplamadan önce içerisindeki havayı minimum düzeye indirmek için siloların üzerinden traktör ile geçmek uygun olur (Lewandowski vd 2000).

2.3.8 Alternatif kullanım alanları

Miskanthus'un farklı kullanım olanakları mevcuttur. Termal olarak yakılmasından, selüloz üretimi için hammadde olarak kullanılmasına; çatı yapımından sunta yapımına, ev eşyası (mobilya) yapımından otomobil iç aksesuarları (örn: kapı içleri, koltuk, göğüslük v.b...) yapımına, izolasyon maddesi yapımından şarap v.b... şişelerinin paketlenmesine, sıvılaştırarak hidrojen eldesinden yakıt olarak kullanılmasına, gazlaştırarak yanar gaz eldesinden, miskanthus'un öğütülerek tozunun toz türbinlerde yararlanılmasına kadar bir çok kullanım alanı mevcuttur (Özen 2006).

İspanya'da yapılan bir araştırmada kağıt yapımı amacıyla Nisan ayında hasat edilen bitkilerin selüloz analizi yapılmış ve toplam selüloz miktarı % 51 bulunmuştur (Marin vd 2009). Bununla birlikte Yunanistan'da yapılan bir araştırmada yine kağıt yapımı amacıyla miskanthustaki selüloz miktarları ölçölmüş ve selüloz oranı % 40 olarak saptanmıştır (Ververis vd 2004).

Bunların yanında miskanthus ağır metalleri topraktan alımıyla da toprak temizleyici özelliğe sahiptir (Fowler vd 2003).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma materyali ve yeri

Çoğaltma materyali olarak Almanya'dan ithal edilen *miskanthus* rizomları kullanılmıştır. Araştırma yeri Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama Arazisi olarak belirlenmiştir.

Rizomlar Şubat 2009 itibariyle Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü sisleme serasında çimlendirilerek Mart 2009'da Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama Arazisine dikilmiştir. Bitkilerin dikileceği parsellerin her biri 1 x 1 m olacak şekilde düzenlenmiştir. Sıra araları düzenlenirken parseller arasında 1'er metre boşluk bırakılmıştır. Parseldeki bitki sayısı düzenlenirken, tekli dikimde parsel başına 1 bitki, ikili dikimde 50 cm arayla 2 bitki, üçlü dikimde ise 33 cm arayla 3 bitki olacak şekilde dikim yapılmıştır. Gözlemler, rizomların toprağa dikildiği tarihten itibaren haftada 1 gün olacak şekilde yapılmıştır. Sulama, mini yağmurlama yöntemiyle haftada bir gün ve iki saat olacak şekilde düzenlenmiştir. Projeye ilişkin veriler 2010 yılı içerisinde 2 yaşındaki bitkiler üzerinden alınmıştır. Bitkilere Haziran-Eylül döneminde sulama yapılmış ancak gübreleme yapılmamıştır.

Çizelge 3.'te görüldüğü gibi Antalya koşullarında uzun yıllar boyunca kaydedilen ortalama en yüksek sıcaklık 45 °C ile Temmuz ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise -4°C ile Şubat ayında gerçekleşmiştir. Ortalama en yüksek yağış miktarı 269 kg/m² olarak Aralık ayında, ortalama en düşük yağış miktarı ise 5.1 kg/m² olarak Ağustos ayında tespit edilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi, minimum sıcaklığın 7 °C , ortalama yağışın 700 – 900 mm olduğu humuslu topraklar, *miskanthus* yetiştiriciliğinin yapılacağı optimum koşullardır (Anonim 2010a). Çizelge 3.'e göre ortalama sıcaklığın en düşük olduğu dönem 9.6 °C ile Ocak ayında, yıllık ortalama yağışın ise toplam 1119.8 mm olduğu göz önünde bulundurulacak olunursa Antalya ekolojik koşulları *miskanthus* yetiştiriciliği için oldukça elverişlidir.

Çizelge 3. 1975 – 2010 tarihleri arasında Antalya koşullarındaki ortalama meteorolojik veriler

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ortalama	9,6	10	12,4	15,9	20,4	25,4	28,4	28	24,5	19,7	14,3	10,9
Sıcaklık (°C)												
Ortalama En Yüksek	15	15,4	18,1	21,5	26,1	31,4	34,6	34,4	31,4	26,9	21	16,4
Sıcaklık (°C)												
Ortalama En Düşük	5,5	5,8	7,5	10,7	14,6	19,1	22,3	22,1	18,7	14,7	9,9	6,9
Sıcaklık (°C)												
Ortalama Güneşlenme	5,3	6	6,8	8	9,8	11,5	11,8	11,3	9,8	8	6,3	4,9
Süresi (saat)												
Ortalama Yağışlı	11,9	10,5	8,8	7	5,2	2,8	1,5	1,4	2,1	5,8	7,9	11,3
Gün Sayısı												
Ortalama Yağış	226,9	138,6	99,7	61,2	32	9,1	5,6	5,1	15,6	85,5	171,5	269
Miktarı (kg/m ²)												
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)*												
En Yüksek	22,1	23,4	28,8	33,2	37,6	44,8	45	43,3	42,1	37,7	33	25,4
Sıcaklık (°C)												
En Düşük	-2	-4	-1,6	1,4	6,7	11,1	14,8	15,3	10,6	4,9	0,8	-1,9
Sıcaklık (°C)												

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü resmi web sitesi

3.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Materyallerin dikiminin yapıldığı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama Arazisinin toprak yapısı traverten arazi özelliğinde olup derinliği 50 cm'dir. Total kireç oranı 0 – 25 cm'de % 11 iken, 25 – 50 cm'de % 51'e çıkar. Toprak bünyesi killidir. Tuz oranı % 0,013 olup tuzsuz bir yapıya sahiptir. Toprağın pH değeri ise 7,8 – 8,0 arasındadır.

3.2. Metot

3.2.1 Bitkisel parametreler

Her bir uygulama için aşağıdaki parametreler ölçülmüştür. Ölçülen değerler ikinci yıldan itibaren alınmaya başlanmıştır.

a) Uyanma ve hasat tarihleri

Bitkilerin ilk uyanmaya başladığı dönem kayıt altına alınarak bu tarih ile uyanmanın sonladığı tarih arasındaki dönem uyanma periyodu olarak kaydedilmiştir. Bitkilerin yapraklarının sarardığı ve sapların nem oranı yaklaşık %50 olduğu zaman olan ise hasat tarihi olarak belirlenmiştir.

b) Ortalama, maksimum, minimum ve orta sap uzunlukları

Hasat sırasında her bir parselde tesadüfen seçilen 6 adet sapın boyu şerit metre ile ölçülerek cm cinsinden ortalama sap boyu belirlenmiştir. Bu uzunlukların tekli, ikili ve üçlü dikim şekillerine göre ortalamaları alınarak sap uzunlukları karşılaştırılmıştır.

Maksimum sap boyu belirlenirken, hasat sırasında her parselden 1'er sap alınmış olup her tekerrürden 12 sap olmak üzere tüm parsellerde bulunan 3 tekerrürden toplam 36 adet sap örneği alınarak uygulamalara göre sap uzunlukları cm cinsinden belirlenmiştir.

Hasat sırasında her bir uygulamaya ait parsellerden en kısa boylu 1'er sap seçilerek deneme alanındaki toplam 36 adet sap örneğinde minimum sap boyu cm cinsinden ölçülmüştür.

Orta sap boyu belirlemede ise, hasat sırasında her bir uygulamaya ait parselden orta boylu 1'er sap olmak üzere tüm deneme alanındaki o uygulamaya ait toplam 36 adet sap örneği cm cinsinden ölçülerek sap uzunlukları tespit edilmiştir.

c) Boğum sayısı, boğum arası uzunluğu ve sap çapı

Hasat sırasında seçilen 4 adet maksimum, 4 adet orta ve 4 adet minimum boylu toplam 12 sapın boğum sayıları adet olarak tespit edilmiştir.

Her parselden toplam 12 sap olacak şekilde, uzun, kısa ve orta boylu saplardan 4'er adet seçilerek bu saplara boylarının cm cinsinden ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Hasat sırasında yapılan ölçümlerde saplara üst, orta ve alt kısımlarından birer adet boğum arası ölçülerek uzunlukları tespit edilmiştir. Ölçümler şerit metre yardımıyla cm cinsinden yapılmıştır.

Hasat sırasında yapılan ölçümlerde saplara üst, orta ve alt kısmındaki boğum araları tam orta yerinden ölçülerek kalınlıkları tespit edilmiştir. Ölçümler elektronik kumpas yardımıyla mm cinsinden yapılmıştır. Her parselden toplam 12 bitki olacak şekilde, en uzun, en kısa ve orta boylu 4'er sap seçilerek yapılan ölçümler sonucu saplara çap büyüklükleri karşılaştırılmıştır.

d) Hasattaki sap ağırlığı, saptaki nem oranı ve ham selüloz tayini

Hasat esnasında seçilmiş olan, her parseldeki saplara her birinin ayrı olarak yaş ağırlıkları gr cinsinden ölçülmüştür.

Hasattan hemen sonra, her bir uygulama için daha önce seçilmiş olan maksimum, minimum ve orta boylu sapsların orta kısımlarındaki boğumların 4 cm altından ve üzerinden kesilmek suretiyle alınan örnekler etüvde 80 °C 'de 72 saat süreyle kurutulmuştur (Nolan vd 2009).

Nem içeriği Nolan vd (2009) tarafından belirtilen aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Nem Oranı} = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Yaş ağırlık}} \times 100$$

Araştırmadaki ham selüloz tayini hasat aşamasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Analizler Karabulut ve Canbolat (2005)'in uyguladığı yöntemle göre aşağıdaki şekilde uygulanmıştır;

Her tekerrüre ait tekli, ikili ve üçlü dikilen bitkilerden ayrı ayrı örnekler alınmıştır. Örnekler alınırken sapsların tam ortasındaki boğumun altından ve üzerinden 4 cm olacak şekilde toplam 8 cm boyunda parçalar alınmıştır. Daha sonra bu parçalar etüvde 80 °C' de 72 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler değirmen yardımıyla toz haline getirilmiştir. Alınan bu örnekler 3 g tartıldı ve 500 ml'lik beherlere aktarılmıştır. Üzerine 125 ml %5'lik sülfürik asit ve 75 ml saf su ilave edilerek (böylece örneğin konduğu çözelti yoğunluğu %3.125'lik olur) çabucak kaynayacak şekilde ısıtılmıştır. Kaynamaya başladığı andan itibaren 10 dakika süre ile kaynatmaya devam edilmiştir. On dakika süreli kaynamanın sonunda örneğin içinde bulunduğu çözelti üzerinde yaklaşık 2 g cam yünü tabakası olan süzgeçten geçirilerek süzölmüştür. Kaynar su ile iyice yıkanmıştır. Süzgecin üzerinde kalan tortu cam yünü tabakası ile birlikte dikkatlice ve hiç bulaşık bırakmadan aynı behere aktarılmıştır. Bu defa 125 ml %5'lik sodyum hidroksit çözeltisi ve 75 ml saf su konarak çabucak kaynama noktasına kadar

ısıtılarak yine 10 dakika süreyle aynı şekilde kaynatılmıştır. Kaynama sonunda çözelti içerisindeki örnekler asitle kaynatmada olduğu gibi yaklaşık 2 g cam yünü tabakasından süzölmüştür. Daha sonra sıcak su ile iyice yıkanmıştır. Sıcak su ile yıkanan örnekler çözelti kalıntısından tamamen arındırılmıştır.

Süzgeç üzerinde kalmış olan tortudaki ham selüloz miktarını bulmak için, süzme hunisi üzerindeki cam yünü ve tortu dikkatlice ve zayıtsız olarak önceden yakılmış ve darası alınmış porselen krozeve aktarılmış ve 105 °C'lik kurutma dolabında 2 saat süre ile kurutulmuştur. Bundan sonra desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. Tartılarak dara + yıkanmış kuru örnek ağırlığı kaydedilmiştir. Soğutulup tartıldıktan sonra 550 °C'lik yakma fırınında 4 saat süre ile yakılmıştır. Bulunmuş olan ağırlık farkına 4 g cam yününün yanması sonucu kaybedilmiş olduğu ağırlık ilave edilmiş ve böylece tartılmış örnekteki ham selüloz miktarı bulunmuştur. Analizler 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

e) Verim tayini, kuru madde verimi ve parsellerdeki sap sayıları

Metrekareden elde edilen verim, tekli ikili ve üçlü dikim şekillerine göre hektara verim şekline dönüştürölmüştür. Bunun için, hektar başına düşecek parsel sayısının 10.000 adet olduğu varsayılmıştır. Buna göre üç farklı dikim uygulaması için göre metrekare başına düşen ağırlıklar 10.000 ile çarpılarak hektar başına düşen yaş ağırlık miktarları teorik olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlardan her bir uygulama için bulunan nem oranları düşölerek hektar başına kuru madde olarak biyokütle miktarları hesaplanmıştır. Hasat sırasında, her bir metrekare için saplar tek tek sayılarak metrekaredeki sap sayıları adet cinsinden belirlenmiştir.

f) İstatistiksel analiz

Deneme, tek faktörlü tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Her parselde tekli, ikili ve üçlü olmak üzere 3 farklı dikim aralığı uygulanmıştır. Her bir tekerrürdeki parsel sayısı 4'tür. Ortalamaların değerlendirilmesinde SAS programı ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Bitkisel Parametreler

Metrekare başına 1 bitki (tekli), 2 bitki (ikili) ve 3 bitki (üçlü) gelecek şekilde düzenlenmiş olan parsellerdeki bitkiler için aşağıdaki özelliklere(parametreler) ilişkin veriler saptanmıştır.

a) Uyanma ve hasat tarihleri

Bitkilerin Mart ayı başından itibaren uyanmaya başladığı görülmüştür. Aynı bitkilerde çiçeklenmenin başladığı ve Ağustos ayı boyunca devam ettiği gözlenmiştir. Bitkiler, yapraklarının sarardığı ve sapların nem oranı yaklaşık %50 olduğu zaman olan 22 Kasım 2010 tarihinde hasat edilmiştir. Haftalara göre uyanan bitki yüzdesi Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Haftalara göre rizomlardaki gözlerin uyanma yüzdeleri (2010)

Tarih	Uyanma yüzdesi(%)		
	1'li Ocak	2'li Ocak	3'lü Ocak
09/03/2010	12	7	8
17/03/2010	17	10	16
24/03/2010	20	11	17
30/03/2010	22	12	18
06/04/2010	25	16	22
13/04/2010	27	21	25
20/04/2010	33	27	31
27/04/2010	36	32	35
04/05/2010	42	38	41
11/05/2010	47	44	46
17/05/2010	53	49	52
24/05/2010	60	55	57
01/06/2010	64	60	63
07/06/2010	69	66	68
15/06/2010	74	71	75
22/06/2010	81	76	83
29/06/2010	86	84	88
06/07/2010	92	89	96
13/07/2010	98	96	99
20/07/2010	100	100	100

Uyanmakta olan miskanthus bitkilerinin 30 Mart 2010 tarihindeki genel görünümü Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Yeni uyanmakta olan miskanthus bitkilerinin genel görünümü (orijinal)

b) Ortalama, maksimum, minimum ve orta sap uzunlukları

Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi uyanmayı takiben numaralandırılmış bitkiler üzerinden yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar tekli, ikili ve üçlü dikim şekillerine göre gruplandırılarak ortalama sonuçları kaydedilmiştir.

Çizelge 4.2. Haftalara göre ortalama sap uzunlukları

Dikim sıklığı:	1 bitki/m ²	2 bitki/m ²	3 bitki/m ²
Tarih:	(cm)	(cm)	(cm)
06/04/2010	13	12	14
13/04/2010	17	18	20
20/04/2010	27	30	37
27/04/2010	38	47	59
03/05/2010	57	65	81
10/05/2010	76	83	105
18/05/2010	88	100	119
24/05/2010	102	108	129
31/05/2010	113	119	140
08/06/2010	122	128	149
16/06/2010	132	138	159
23/06/2010	141	147	169
30/06/2010	150	161	178
06/07/2010	162	179	196
13/07/2010	174	180	203
20/07/2010	186	191	215
27/07/2010	198	202	226
03/08/2010	211	214	242
10/08/2010	229	228	256
17/08/2010	244	236	269
24/08/2010	251	249	278
31/08/2010	254	251	280
07/09/2010	255	253	282
14/09/2010	255	253	282
21/09/2010	255	253	282

Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi, hasat esnasında tekli, ikili ve üçlü dikim şekline göre ölçülen sapların boy uzunlukları karşılaştırıldığında ikili ve üçlü dikilen bitkilerin tekli dikilenlere göre istatistiksel olarak daha anlamlı fark yarattığı görülmüştür. Kısacası, ikili ve üçlü dikilen bitkiler teklilere oranla daha uzun boyludur. En düşük sap uzunluğu 250.38 cm ile tekli, en uzun saplar ise 268.30 cm ile üçlü dikim yapılan parsellerde tespit edilmiştir. Her iki uygulama arasındaki fark istatistiki bakımdan önemlidir.

Ortalama en uzun sap boyu 310.33 cm ile üçlü dikim sisteminden elde edilmiş ve bu değer tekli ve ikili dikim sisteminden elde edilen uzunluklara göre önemli bulunmuştur.

İkili sistemden elde edilen ortalama 290.75 cm uzunluk, tekli dikim sisteminden elde edilen 277.69 cm'ye göre istatistiki olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.3.).

Her üç dikim sisteminden elde edilen ortalama minimum sap uzunlukları ölçülmüş ve birbirine yakın değerler bulunmuştur. Ölçülen değerler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). En uzun minimum sap boyu 229.89 cm ile üçlü dikim sisteminde saptanmıştır (Çizelge 4.3.).

Her üç dikim sisteminden de elde edilen ortalama orta sap boyları arasında önemli bir fark saptanmamıştır ($P>0.05$). En yüksek ortalama orta sap boyu 264.67 cm ile üçlü dikim sisteminden elde edilirken bunu sırasıyla 257.83 cm ile ikili ve 249 cm ile tekli dikim sistemleri takip etmiştir (Çizelge 4.3.)

Çizelge 4.3. Ortalama, maksimum, minimum ve orta sap uzunluklarının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması

Özellikler	Dikim Sıklığı (bitki/m ²)*		
	1	2	3
Ortalama Sap Uzunluğu (cm)	250.38±8.8 ^b	258.44±9.8 ^{ab}	268.30±13.3 ^a
Maksimum Sap Boyu (cm)	277.69±1.4 ^b	290.75±6.4 ^b	310.33±4.1 ^a
Minimum Sap Boyu (cm)	224.44±14.1 ^a	226.75±9.1 ^a	229.89±18.9 ^a
Orta Sap Boyu (cm)	249.00±3.6 ^a	257.83±0.7 ^a	264.67±10.9 ^a

* Duncan testi sonucu her bir satırdaki aynı harfe sahip ortalamalar arasında fark $P<0.05$ önem seviyesinde anlamsızdır.

c) Boğum sayısı, boğum arası uzunluğu ve sap çapı

Tekli, ikili ve üçlü dikim şekline göre saplardaki boğum sayıları karşılaştırıldığında üçlü dikilen bitkilerin boğum sayısı tekli ve ikili dikilenlere göre daha fazla olmuş ve bu farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Ortalama en az boğum sayısı 13.22 ile tekli, en fazla boğum sayısı ise 14.22 ile üçlü dikim yapılan parsellerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).

Ortalama en yüksek boğum arası uzunluğu 14.80 cm ile üçlü dikim yapılan parsellerde tespit edilmiş ve bunu sırasıyla 14.22 cm ile tekli dikim, 13.42 cm ile ikili dikim sistemi takip etmiştir. Ancak elde edilen değerler istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$) (Çizelge 4.4.).

Ortalama en fazla çap gelişimi 6.72 mm ile tekli dikimde ölçülürken bunu sırasıyla 6.25 mm ile ikili dikim ve 5.83 mm ile üçlü dikim sistemi takip etmiştir. Tekli ve ikili dikim sistemiyle, ikili ve üçlü dikim sistemi arasında ölçülen ortalama değerler istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Ancak tekli ve üçlü dikim arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Saplardaki boğum sayısı, boğum arası uzunluğu ve sap çapının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması

Özellikler	Dikim Sıklığı (bitki/m ²)*		
	1	2	3
Saplardaki Boğum Sayısı	13.22±0.4 ^b	13.56±0.3 ^{ab}	14.22±0.4 ^a
Boğum Arası Uzunluğu (cm)	14.22±.8 ^a	13.42±.5 ^a	14.80±.4 ^a
Sap çapı (mm)	6.72±.3 ^a	6.25±.3 ^{ab}	5.83±.3 ^b

* Duncan testi sonucu her bir satırdaki aynı harfe sahip ortalamalar arasında fark $P<0.05$ önem seviyesinde anlamsızdır.

d) Hasattaki yaş sap ağırlığı, saplardaki nem oranı ve ham selüloz miktarı

Hasat sırasında ölçülen ortalama yaş sap ağırlıkları 61.69 gr ile 68.47 gr arasında değişmiştir. Ortalama en fazla yaş ağırlık 68.47 gr ile tekli dikim sisteminde tartılmıştır. Her üç dikim sisteminden elde edilen ortalama yaş sap ağırlıkları istatistiksel olarak önemsiz olmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.5.).

Saplardaki ortalama nem değerleri birbirine yakın bulunmuştur. En fazla ortalama nem içeriği % 54.89 ile tekli dikim sisteminde olurken bunu sırasıyla % 53.33 ile üçlü ve % 52.11 ile ikili dikim sistemleri takip etmiştir (Çizelge 4.5.). Elde edilen değerler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Her üç dikim sisteminde de elde edilen ortalama % selüloz miktarları, % 40'a yakın bulunmuştur (Çizelge 4.5.). Dikim sistemleri % ham selüloz miktarı üzerinde istatistiksel etki yapmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.5. Hasattaki yaş sap ağırlığı, saplardaki nem oranı ve ham selüloz miktarlarının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması

Özellikler	Dikim Sıklığı (bitki/m ²)*		
	1	2	3
Sap Ağırlığı (gr)	68.47±.4 ^a	61.69±.3 ^a	64.45±.2 ^a
Nem	54.89±0.8 ^a	52.11±0.9 ^a	53.33±1.5 ^a
Selüloz (%)	39.30±0.67 ^a	38.86±0.49 ^a	39.47±0.59 ^a

* Duncan testi sonucu her bir satırdaki aynı harfe sahip ortalamalar arasında fark $P<0.05$ önem seviyesinde anlamsızdır.

e) Verim miktarı, kuru madde verimi ve metrekareye düşen sap sayıları

Tekli, ikili ve üçlü dikim şekline göre parsellerdeki her bir bitkinin ortalama ağırlıkları karşılaştırıldığında ikili ve üçlü dikilen bitkilerin tekli dikilenlere göre istatistiksel olarak daha fazla biyokütle verimine sahip olduğu saptanmıştır. En düşük verim miktarı parsel başına 4.28 kg ile tekli, en yüksek verim miktarı ise parsel başına 10.39 kg ile üçlü dikim yapılan gruplardan alınmıştır. Her iki uygulama arasındaki fark istatistiki bakımdan önemli olmuştur ($P<0.05$). Buna bağlı olarak her bir gruptaki toplam kuru madde verimi de aynı şekilde sonuç vermiştir. En düşük verim miktarı parsel başına 1.92 kg ile tekli, en yüksek verim miktarı ise parsel başına 5.14 kg ile üçlü dikim yapılan parsellerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.).

Her iki uygulama arasındaki fark istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). İkili ve üçlü dikim şekilleri arasındaki fark ise hem yaş verim hem de kuru madde verimleri açısından mutlak değer olarak farklı olsalar da istatistikî bakımdan önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

Teorik olarak hesaplanan hektara kuru sap verimi miktarları; tekli dikim için 19.20 ton, ikili dikim için 38.10 ton ve üçlü dikim için 51.40 ton şeklinde bulunmuştur.

İkili ve üçlü dikilen bitkiler teklilere oranla daha fazla sap sayısına sahip olmuşturlardır. Ortalama en düşük sap sayısı parsel başına 46.44 adet ile tekli, en yüksek sap sayısı ise parsel başına 125.69 adet ile üçlü dikim yapılan parsellerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.). Her iki uygulama arasındaki fark istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.6. Verim miktarı, kuru madde verimi ve parsellerdeki sap sayılarının dikim sıklıklarına göre karşılaştırması

Özellikler	Dikim Sıklığı (bitki/m ²)*		
	1	2	3
Sap Sayısı (adet/m ²)	46.44±4.70 ^b	105.72±14.33 ^a	125.69±7.48 ^a
Yaş Sap Verimi (kg/m ²)	4.28±0.16 ^b	7.96±0.68 ^a	10.39±1.30 ^a
Kuru Sap Verimi (kg/m ²)	1.92±0.31 ^b	3.81±0.33 ^a	5.14±0.77 ^a

* Duncan testi sonucu her bir satırdaki aynı harfe sahip ortalamalar arasında fark $P<0.05$ önem seviyesinde anlamsızdır.

f) Korelasyon analizi

Parametreler arasında korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Boğum sayısı ile boğum arası uzunluğu ve nem arasında; boğum arası uzunluğu ve sap ağırlığı arasında negatif korelasyon söz konusu olurken diğer parametreler arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. En yüksek korelasyonun % 67 ile sap ağırlığı ve sap uzunluğu arasında olduğu bulunmuştur.

Yapılan analizde, sap uzunluğu(sapuz.) ile boğum sayısı(bog. sayısı) arasında orta düzeyde bir korelasyon durumu söz konusudur. Boğum arası uzunluğu(b. arası uz.) ile sap uzunluğu arasında ise, korelasyon katsayısı sıfıra yakın bir değer olduğundan, pozitif yönde fakat yok denecek kadar az bir korelasyon bulunmaktadır. Boğum arası uzunluğu ile boğum sayısı arasında negatif yönde yani ters orantılı olarak, yok denecek kadar az bir korelasyon bulunmuştur. Sap çapı ile sap uzunluğu arasında, doğru orantılı ve orta düzeyli bir korelasyon oluşmuştur. Sap çapı ile boğum sayısı ve boğum arası uzunluğu arasında yok denecek kadar az bir korelasyon bulunmuştur. Sap ağırlığı(sap ag.) ile sap uzunluğu ve boğum sayısı arasında doğru orantılı olarak orta düzeyde bir korelasyon görülmüştür. Sap nemi ile sap uzunluğu, sap çapı ve sap ağırlığı arasında doğru orantılı fakat yok denecek kadar az bir korelasyon bulunmuştur. Sap nemi ile boğum sayısı arasında ise ters orantılı fakat yok denecek kadar az bir korelasyon görülmüştür. Nem ile boğum arası uzunluğu arasında doğru orantılı olarak, orta düzeyden biraz daha az miktarda korelasyon durumu söz konusu olmuştur (Çizelge 4.7.)

Çizelge 4.7. Sapların uzunluğu, boğum sayısı, boğum arası uzunluğu, sap çapı, sap ağırlığı ve sap nemi parametrelerinin korelasyon analizi

	sap uz.	bog. sayısı	b. arası uz.	sap çapı	sap ag
bog.sayısı	0.50593				
b. arası uz.	0.22407	-0.09678			
sap çapı	0.60933	0.14722	0.00776		
sap ag.	0.67121	0.55290	-0.05852	0.58285	
sap nemi	0.21518	-0.32303	0.46554	0.27252	0.02081 s

5. TARTIŞMA

Yapılan araştırma sonucu Antalya ekolojik koşullarında üçlü dikim şeklinin daha avantajlı olduğu saptanmıştır. Buna göre elde ettiğimiz üçlü dikim şekline ait verileri Avrupa'daki denemeler ile kıyasladığımızda çarpıcı sonuçların ortaya çıktığı ve daha yüksek verim elde edildiği görülmüştür.

Antalya koşullarında, bitkilerin ikinci senesinde elde edilen verim hektar bazında incelendiğinde kuru madde olarak 19,20 – 51,40 ton arasında değişmiştir. Avrupa'nın farklı lokasyonlarında tam verim olgunluğuna ulaşan 3 yıllık bitkilerde yapılan denemelerde bu oran Güney Almanya'da 8 ton, Sicilya ve Akdeniz kıyılarında 14 ton olarak saptanmıştır (Cosentino vd 2006). Batı Türkiye'de yapılan bir başka araştırmada ise 3. senede alınan miskanthus verimi 28 ton/ha olarak bulunmuştur (Lewandowski vd 2000).

Konya'da yapılan denemede, ikinci yıl ortalama verim 7 ton/ha, üçüncü yıl ise 13 ton/ha olarak tespit edilmiştir (Acaroğlu ve Aksoy 2005). İtalya'da yapılan denemelerde, sulama yapılmaksızın gübreleme yapılan koşullarda kuru madde verimi 1. yıl 10 t/ha, 2. yıl 48 t/ha, bunu takip eden yıllarda ise verim ortalama 30 t/ha olarak saptanmıştır (Angelini vd 2008). İtalya ve ülkemizin Akdeniz iklimine sahip olması nedeniyle, ikinci yıl aldığımız verim miktarını bu deneme ile kıyaslayacak olursak, toprak hazırlığı aşamasında ve bunu takip eden yıllarda yapacağımız gübreleme uygulamasının verim artışı üzerine etkisinin olması söz konusu olabilir. Ancak verimin ülkelere göre karşılaştırılmasında; ekolojik farklılıkların yanı sıra, hasatın sonbahar veya kış aylarında (Şubat - Mart ayı ya da geç hasat) yapılıp yapılmadığının da dikkate alınması gerekir.

İngiltere'nin 3 farklı lokasyonunda yapılan denemeler sonucu, susuz sulanan bölgelerde hektar başına 15,9 – 23,6 ton arasında verim alınmıştır. Üçüncü yılda ise bu oranlar 15,2 – 18,6 ton arasında bulunmuştur (Price vd 2004).

Yunanistan'da yapılan bir denemede ise ikinci yılda alınan kuru madde veriminin 38 ton/ha olmuştur (Danalatos vd 2007). Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde yapılan denemeler gösterir ki, hektara düşen kuru madde verimi Hollanda'da 17.9 ton, İngiltere'de 12.4 ton, Kuzey Avrupa'da 15 ton, Güney Avrupa'da ise 25 ton olarak saptanmıştır (Elbersen vd 2005).

İngiltere, Almanya, İtalya, Polonya ve İsveç'te miskanthusların biyokütle verimleri karşılaştırılmış ve hektar başına alınan sonuçlar sırasıyla; 11.6 ton, 19.3 ton, 20.3 ton, 18 ton ve 13 ton olarak bulunmuştur (McKervey 2008). Bu araştırmada güneyden kuzeye Avrupa'nın çeşitli lokasyonlarında araştırmalar yapılmış ve en az verim 11,6 ton ile İngiltere'de, en çok verim ise 20.3 ton ile İtalya'dan elde edilmiştir.

Bu denemede hektara elde edilen verimler özellikle metrekaareye 3 bitki olarak yapılan dikim sıklığında daha önceki literatürlere nazaran oldukça yüksek bulunmuştur. Bu durum çalışma alanının oldukça küçük olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu nedenle bir hektarlık alanın tamamının bitkiyle kaplanması durumunda elde edilecek gerçek veriler hesaplanan verim değerlerinden daha düşük çıkabilir. İtalya'da kuru madde üzerinden elde edilen verim değeri 30 ton/ha civarında tespit edilmiştir (Miguez vd 2008). Bu değer teorik olarak ikili dikimden elde edilen 38.100 kg/ha ile üçlü dikimden elde edilen 51.400 kg/ha değerinden oldukça düşüktür.

Elde edilen sonuçlar Güney Avrupa'ya yakınlık göstermekle birlikte, en iyi sonuçlar arasında yer almaktadır.

Yapılan bir çalışmada, 15 ton kuru maddeden 8000 lt akaryakıt elde edilmiştir. Antalya koşullarında 2. yılda, hektar başına 19,20 – 51,40 ton verim elde edilebileceğine göre, alınacak akaryakıt miktarı da 10.240 – 27.410 lt arasında değişeceği varsayılabilir (Anonim 2010f). Almanya'da yapılan bir diğer denemede ise 3. yılda alınan akaryakıt verimi 6000 lt olarak bulunmuştur (Bessou 2009).

Bitkilerin ikinci yılda Jezovski (2008) tarafından belirtilen sap uzunluklarını kıyaslandığında, Avusturya'da 200 cm, Polonya'da ise 205 cm iken Antalya koşullarında

bu değer ortalama 264 cm'dir. İtalya'daki denemede ise ikinci yılda sapların uzunluğu 320 cm'e ulaşırken, üçüncü yılda 200 cm'e düşmüş, dördüncü yılda ise 390 cm'e çıkmıştır (Angelini vd 2008). Yunanistan'da yapılan denemede ise ikinci yılda alınan sap uzunluğu 323 cm'yi bulmuştur (Danalatos vd 2007). Danimarka'da yapılan denemenin

üçüncü yılında sap uzunluklarının ortalama 198 cm olduğu tespit edilmiştir (Kaack ve Schwarz 2001).

Yunanistan koşullarında ikili dikim şekli uygulandığında metrekaireye sap verimi 90 – 100 adet arasında tespit edilmiştir (Danalatos 2007). Antalya koşullarında aynı uygulama söz konusu olduğunda metrekaireye sap verimi ortalama 105,72 adet olarak bulunmuştur. Antalya koşullarındaki sonuçlar komşu ülke olan Yunanistan ile yakınlık göstermiştir.

Polonya'da yapılan bir denemede boğum arası çapı 4,6 mm bulunurken (Jezovksi 2008), Antalya koşullarında 5,83 mm olarak saptanmıştır. İtalya'daki denemede ise, ikinci yılda boğum arası çapı 7 mm bulunmuştur. Ancak Antalya koşulları ile kıyaslama yapılırken, İtalya'daki denemede düzenli olarak gübreleme yapıldığı da göz önünde bulundurulmalıdır (Angelini vd 2008). Bununla birlikte, Danimarka'da yapılan denemede bitki boyu üçüncü yılda 198 cm kalırken çap genişliği 9 mm bulunmuştur (Kaack ve Schwarz 2001). Burada da bitki boyu Antalya koşullarındaki denemeye oranla daha kısa olmakla birlikte, çapının daha fazla olduğu görölmektedir. Bu durum kuzeydeki ülkelerde iklim koşullarının sap boyu üzerinde olumsuz etki yarattığı ancak çapında artışa neden olduğunu düşündürmektedir. Ancak Antalya koşullarındaki denemede yapmış olduğumuz korelasyon analizinde sap uzunluğu ve sap çapı arasında doğru orantılı olarak az bir etkileşim olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 5.).

Antalya'da yapılan denemede boğum sayıları ortalama 14 adet bulunurken, Danimarka'da yapılan denemede üç yaşındaki bitkilerdeki boğum sayıları 12 olarak saptanmıştır (Kaack ve Schwarz 2001). Yapmış olduğumuz korelasyon analizi boğum sayıları ile sap uzunlukları arasında korelasyon katsayısı % 50 ile orta düzeyde

bulunmuştur (Çizelge 5.). Dolayısıyla, Antalya koşullarında daha uzun boylu saplarm meydana gelmiş olması, daha fazla boğum sayısına sahip olacağının bir garantisi değildir. Yine Danimarka'da yapılan denemede boğum arası uzunlukları 22 cm olarak tespit edilmiştir(Kaack ve Schwaz 2001). Antalya'daki denemede ise boğum arası uzunlukları ortalama 14,80 cm olarak tespit edilmiştir. Bu durumda hava sıcaklıklarının daha düşük olmasının boğum arası uzunluklarını artırdığını düşünebiliriz.

İtalya'daki denemede, sonbahar döneminde yaş sapslar 75 °C sıcaklıkta 72 saat boyunca kurutularak % 48 kuru madde ve % 52 nem içeriği saptanmıştır (Angelini vd 2008). Danimarka'da ise Aralık ayında yapılan hasatta sapslardaki nem oranının % 56 olduğu tespit edilmiştir (Kristensen 2007). Antalya koşullarındaki denemede ise sonbahar döneminde yaş sapslar 80 °C sıcaklıkta 72 saat boyunca bekletilmiş ve nem oranı % 52,11 – 54,89 arasında gerçekleşmiştir. İtalya'daki deneme ile Antalya koşullarında yaptığımız deneme % nem içerikleri bakımından benzerlik göstermektedir. Danimarka'daki deneme ile de yakın değerler elde edilmiş ancak güneydeki ülkelerin hava sıcaklıklarının biraz daha fazla olması, nem oranının çok az da olsa daha düşük olmasına neden olmuştur.

İspanya koşullarında Nisan ayında hasat edilen sapslardaki selüloz miktarı % 51 olarak (Marin vd 2009), Yunanistan koşullarında % 40 olarak (Ververis vd 2004) ve Avusturya'da % 47,82 olarak bulunmuştur (Yaşar 2002). Antalya koşullarında Kasım ayında hasat edilen sapslardaki selüloz miktarı ise % 38,86 – 39,47 arasında değişmiştir. Bu durumda İspanya örneğinde olduğu gibi ilkbahar dönemi hasatlarının daha düşük nem oranlarında gerçekleştirilmesinin kuru madde ve dolayısıyla selüloz oranı bakımından olumlu etki yaratacağı düşünülebilir.

Sap sayıları göz önünde bulundurulacak olunursa, Yunanistan'da yapılan denemede gübrelemenin sap sayısı üzerine herhangi bir katkı sağlamadığı ancak sık dikimin seyrek dikime oranla metrekare başına 5 – 10 sap fazla verdiği saptanmıştır. Bununla birlikte, ikinci yılda ikili dikilen parsellere ait rizomların metrekare başına 90 – 100 sap verdiği gözlenmiştir (Danalatos vd 2007). Benzer şekilde Antalya koşullarında m² başına düşen verim tekli dikimde ortalama 46.44, ikili dikimde 105.72, üçlü dikimde

ise 125.69 olmuştur. Sonuçlar sık dikimin sap verimi üzerine olumlu etki ettiğini göstermektedir. Antalya koşullarında yapılan denemede metrekareye düşen sap verimi, Yunanistan'da yapılan deneme ile benzerlik göstermektedir.

Şimdiye kadar yapılan araştırmalar dikkate alındığında miskanthusun Antalya ekolojik koşullarında yetiştiriciliği Avrupa'ya oranla daha avantajlı olabileceği görülmüştür. Sulama ve az miktarda gübreleme gibi kültürel işlemlerin iyi yapılmasıyla sonuçlar olumlu etkilenecektir. Bununla birlikte denemenin henüz 2 yıllık olması ve tam verim çağına ise 3. yıldan itibaren başlayacağı göz önünde tutulursa, denemenin devamında çok daha iyi sonuçlar alınabilecektir.

6. SONUÇ

Antalya koşullarında miskanthusun uyanmadan yaprak dökümüne kadar yaklaşık 9 aylık bir vejetasyon periyoduna sahip olduğu saptanmıştır.

Tekli, ikili ve üçlü dikim sıklıkları boğum arası uzunluğu, minimum ve ortalama sap boyu, hasattaki yaş sap ağırlığı, çiçeklenme zamanı, saplardaki nem oranı ve selüloz miktarı üzerine etkili olmamıştır. İkili ve üçlü dikilen bitkiler tekli dikilenlere oranla daha uzun boylu olmuşlardır. Tekli ve ikili dikimlerden elde edilen çaplar üçlü olanlardan daha geniş olarak ölçülmüştür. Boy ve çap büyüklüğü arasında ters orantı saptanmıştır. Üçlü dikilen bitkilerin tekli ve ikili dikilen bitkilere göre boy uzunluklarının daha fazla olduğu saptanmıştır.

Üçlü dikilen bitkiler, ikili ve tekli dikilen bitkilere göre daha fazla boğum sayısına sahip olmuştur. Sap boyu ile boğum sayıları arasında doğru orantı saptanmıştır.

Hasat tarihi olan Kasım ayında ise saplardaki nem oranı % 53.44 olduğu gözlenmiştir. Selüloz miktarı ortalama % 39.2 olup, hektara kuru madde verimi ise 19,20 – 51,40 ton/ha arasında değişmiştir. Bütün bu veriler göz önünde bulundurulduğunda Antalya ekolojik koşulları için en uygun dikim şeklinin üçlü dikim şekli olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Antalya ekolojik koşullarında sıra arası 1 metre ve sıra üzeri 33 cm (her bir metrede 3 bitki) olacak şekilde yapılması durumunda kuru ağırlık olarak hektar başına ise 51.400 kg miskanthus biyokütlesi elde edilebileceği görülmüştür. Bu miktar verim özellikle Kuzey Avrupa ortalamalarından oldukça yüksektir. Ayrıca bu verim hiç gübreleme yapılmayan şartlarda elde edilmiştir. Gübreleme durumunda bunun artma ihtimali veya yüksek verimin daha uzun yıllar devam etme ihtimali olabilir. Bundan sonraki denemelerin gübreleme ve sulama üzerinde yoğunlaşmasında yarar vardır.

Türkiye’de Miskanthus yetiştiriciliği konusunda özellikle nispeten daha sıcak iklime sahip Antalya, Çukurova ve GAP bölgelerinde yapılacak yetiştiricilikte maliyet analizinin de yapılması, dolayısıyla ürün optimizasyonunu ortaya koyacak, maliyet hesaplamalarının da belirlenerek üreticilere önerilmesinde yarar vardır.

7. KAYNAKLAR

- ACAR, M., GİZLENCİ, Ş., 2008. Enerji Bitkileri Tarımı ve Biyoyakıtlar (Biyomotorin, Biyoetanol, Biyomas). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Enerji Bitkileri ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor (yayınlanmamış), Samsun.
- ACAROĞLU, M., AKSOY, Ş., 2005. The Cultivation and Energy Balance of *Miscanthus giganteus* Production in Turkey. Biomass and Bioenergy 29, Elsevier, pp. 42 – 48, Konya.
- AKTÜRK, Z., 2010. İnsan Sağlığı Açısından Biyokütle Enerjisi ve *Miscanthus giganteus*. *Konuralp Tıp Dergisi*, 2(1):41 – 45
- ANGELINI, G.L., CECCARINI, L., NASSO, N., BONARI, E., 2008. Comparison of *Arundo donax* L. an *Miscanthus giganteus* in a Long Term Experimentin Cenral Italy: Analysis of Productive Characteristics and Energy Balance. Elsevier, Biomass and Bioenergy 33 (2008) 635 – 643.
- ANONİM, 2007a. Biomass As a Fuel. Prifysgol Bangol University Centre for Alternative Land Use, Ref: 010303.
- ANONİM, 2007b. Cellulosic Biomass Study of *Miscanthus giganteus* and the LI-6400 <http://licor.com/env/newslines/pdf/miscanthus.pdf>
- ANONİM, 2008a. Bioethanol Fuel Grasses. <http://miscanthusseedstock.com/>
- ANONİM, 2008b. Giant Miscanthus Favored for Ethanol. <http://magissues.farmprogress.com/PRA/PF09Sep08/pra041.pdf>

- ANONİM, 2008c. Miscanthus as a Biomass Fuel Source. <http://horticulture.umn.edu/miscanthus/biomass.html>
- ANONİM, 2010a. Cultivation Premises. <http://miscanthus-giganteus.at/plantation.htm>
- ANONİM, 2010b. Miscanthus. <http://seai.ie/Renewables/Bioenergy/Miscanthus>
- ANONİM, 2010c. Miscanthus, a Biofuels crop, Can Host Western Corn Rootworm. <http://physorg.com/news181920016.html>
- ANONİM, 2010d. Miscanthus Biomass Fuels. <http://energycrops.com/images/file/miscanthus%20derived%20fuels.pdf>
- ANONİM, 2010e. *Miscanthus giganteus*. http://zipcodezoo.com/Plants/M/miscanthus_giganteus
- ANONİM, 2010f. *Miscanthus giganteus*. <http://miscanthus-rhizome.at/englisch.htm>
- ANONİM, 2010g. *Miscanthus giganteus*: Comparison to Corn Ethanol. <http://www.articlesbase.com/franchise-articles/miscanthus-giganteus-china-gigabit-ethernet-network-card-cwdm-tranceiver-manufacturer-3350672.html>
- ANONİM, 2010h. Miscanthus Manegement. <http://walesbiomass.org/misc-manegement.htm>
- ANONİM, 2010i. Miscanthus Yetiştiriciliği. <http://miscanthus-pellet.com/>
- ANONİM, 2010j. Perennial Grass Miscanthus Shows Promise as Energy Crop While Lowering Atmospheric CO2. <http://sciencedaily.com/releases/2010/05/100521092751.htm>

- ANONİM, 2010k. Planting and Growing Miscanthus. <http://agriculture.gov.ie/media/migration/ruralenvironment/environment/bioenergyscheme/Best%20Practice%20Manual%20For%20miskanthus%202010.pdf>
- ANONİM, 2010l. Seeking a New World of Renewable Energy. <http://energybioscience-institute.org/>
- BESSOU, C., 2009. Greenhouse Gas Emissions of Biofuels, Improving Life Cycle Assessments by Taking Into Account Local Production Factors. Ph. D. Thesis, AgroParisTech Agronomy & Environment, pp. 30 – 33, Paris.
- BROWN, J.C., VALENTINE, J., 2007. Asian Elephant Grass(*Miscanthus*) for Bioenergy. Iger Innovations, pp. 24 – 27.
- COLLURA, S., AZAMBRE, B., FINQUENEISEL, G., ZIMNY, T., WEBER, J., 2006. *Miscanthus giganteus* Straw and Pellets as Sustainable Fuels. Environ Chem Lett(2006) 4: 75–78.
- COSENTINO, S., PATANE, C., SANZONE, E., COPANI, V., FOTI, S., 2006. Effects of Soil Water Content and Nitrogen Supply on the Productivity of *Miscanthus giganteus* Greef et Deu. in a Mediterranean Enviroment. Elsevier, Industrial crops and products 25 (2007) 75 – 88, Italy.
- ÇETİNER, C., 2008. Yenilenebilir Enerji. http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/yenilenebilir_enerji_1.pdf
- DANALATOS, N.G., ARCHONTOILIS, S. V., MITSIOS, I., 2007. Potential Growth and Biomass Productivity of *Miscanthus giganteus* as Affected by Plant Density and N-fertilization in Central Greece. Elsevier, Biomass and Bioenergy 31 (2007)145 – 152, Greece.

- DEPARINE, S., 2009. Miscanthus: A Potential Biofuel Source File Online.
<http://biofuelshub.com/features/4-features/1071-miscanthus-a-potential-biofuel-source>
- EL BASSAM, N., 2010. Handbook of Bioenergy Crops: A Complete Reference to Species, Development and Applications. Earthscan Publications Ltd, pp. 423 – 426, London.
- ELBERSEN, L.N., BAKKER, R.R., ELBERSEN, B.S., 2005. A Simple Method to Estimate Practical Field Yields of Biomass Grasses in Europe. 14th European Biomass Conference, pp. 17 – 21 October 2005, Paris, France.
- ERICKSON, J., RAINBOLT, C. and NEWMAN, Y., 2008. Production of Biofuel Crops in Florida: Miscanthus. University of Florida, SS AGR 292, Florida.
- FOWLER, P.A., MCLAUCHLIN, A.R., HALL, L.M., 2003. The Potential Industrial Uses of Forage Grasses Including Miscanthus. BioComposites Centre, University of Wales, pp. 26 – 27, Bangor.
- HADKINSON R.T., CHASE M.W., TAKAHASHI C., LEITCH I.J., BENNET M.D. and RENVOIZE S.A. 2002. The Use of DNA Sequencing (ITS and TRN 1-F) AFLP, and Fluorescent In Situ Hybridization to Study Allopolyploid Miscanthus(Poaceae). Amer.J. Bot. 89,2,279-286, USA.
- HULLS, K., 2009. Miscanthus as a Biofuel Feedstock. http://liquidbiofuels.org.nz/documents/Events/25March2009/6-Hulls_Miscanthus-BiofuelFeedstock.pdf
- HUYEN, T., REMOND, C., DHEILLY, R.M., CHABBERT, B., 2010. Effect of Harvesting Date and Saccharification of Miscanthus x giganteus. Bioresource Technology. Elsevier, 101(2010) 8224 – 8231

- JONES, M.B., WALSH, M., 2001. *Miscanthus* for Energy and Fibre. James & James(Science Publishers) Ltd., pp. 21 – 86, London.
- KAACK, K., SCHWARZ, K., 2001. Morphological and Mechanical Properties of *Miscanthus* in Relation to Harvesting, Lodging, and Growth Conditions. Elsevier, *Industrial Crops and Products* 14(2001) 145 – 154 , Denmark.
- KARABULUT, A., CANBOLAT, Ö., 2005. Ham Selüloz Analizi. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, ss. 98 – 102, Bursa.
- KRISTENSEN, E.F., 2007. Harvesting and Handling of *Miscanthus*.
http://shortrotationcrops.org/PDFs/IEA_Miscanthus.pdf
- LEWANDOWSKI, I., 1997. Micropropagation of *Miscanthus giganteus*. In: *Biotechnology in Agriculture and Forestry* (BAJAJ, Y.P.S.), High – Tech and Micropropagation V, Vol. 39 , Springer – Verlag, pp. 239 – 254, Berlin
- LEWANDOWSKI, I., CLIFTON – BROWN, J.C., SCURLOCK, J.M.O., HUISMAN, W., 2000. *Miscanthus*: European Experience With a Novel Energy Crop. Elsevier, 19 (4): 209 – 227.
- MARIN, F., SANCHEZ, J.L., ARAUZO, J., FUERTEZ, R., GONZALO, A., 2009. Semichemical Pulping of *Miscanthus giganteus*. Effect of Pulping Conditions on Some Pulp and Paper properties. *Bioresource Technology* 100 : 3933 – 3940.
- MASCIA, P.N., SCHEFFRAN, J., WIDHOLM, J.M., 2010. Plant Biotechnology for Sustainable Production of Energy and Co-Products. Springer, 66 :127 – 128.

- MCKERVEY, Z., WOODS, V.B., EASSON, D.L., 2008. *Miscanthus* as an Energy Crop and Its Potential for Northern Ireland. Agri-Food and Biosciences Institute, Occasional Publication No.8, Hillsborough.
- MIGUEZ, F.E, VILLAMIL, M.B., LONG, S.P., BOLLERO, G.A., 2008. Meta – analysis of the Effects of Management Factors on *Miscanthus giganteus* growth and biomass production. Elsevier, Agricultural and Forest Meteorology 148(2008) 1280 – 1292, Illinois.
- NOLAN, A., DONNELL, K., SIURTAİN, M., CARROLL, J.P., FINNAN, J., RICE, B., 2009. Conservation of *Miscanthus* in Bale Form. Biosysteme Engineering, 104: 345 – 352.
- NORMAN, A.C., MURPHY, M.R., 2008. Feed Value and Situ Dry Matter Digestibility of *Miscanthus giganteus* and Corn Stover. <http://livestockrail.uiuc.edu/uploads/dairynet/papers/Feed%20Value%20Murphy.pdf>
- ÖZEN, Ö., 2006. S.Ü.Kampüsü Atıksularının Ekilmiş Sulak Alanda *Miscanthus giganteus* ile Arıtımı ve Bitkinin Hasat Sonrasında Adsorban Özelliği. Selçuk Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 22 ss., Konya.
- PRICE, L., BULLARD, M., LYONS, H., ANTHONY, S., NIXON, P., 2004. Identifying the Yield Potential of *Miscanthus giganteus*: an Assessment of the Spatial and Temporal Variability of M. *giganteus* Biomass Productivity Across England and Wales. Elsevier, Biomass and Bioenergy 26 (2004), pp. 3 – 13, United Kingdom.
- PUDE, R., TRESELER, H., TRETIN, R., NOGA, G., 2005. Suitability of *Miscanthus* Genotypes for Lightweight Concrete. Die Bodenkultur 56(1)
- PYTER, R., VOIGT, T., HEATON, E., DOHLEMAN, F., LONG, S. 2007. Giant *Miscanthus*: Biomass Crop for Illinois. Issues in New Crops and New Uses.

SCURLOCK, J.M.O., 1999. *Miscanthus*: A Review of European Experience with a Novel Energy Crop. Environmental Sciences Division Oak Ridge National Laboratory, Environmental Sciences Division Publication No. 4845

SPERR, R., 2010. Energy Plant *Miscanthus(sinensis) giganteus* .
<http://energiepflanzen.at/en/farming/energy-plant-miscanthus-sinensis-giganteus/>

THELEN, K., GAO, J., SMITH, S., WITHERS, K., WIDDICOMBE, B., EVERMAN, W., 2009. Biomass Production: Switchgrass and *Miscanthus giganteus*. Michigan State University.

VERVERIS, C., GEORGHIOU, K., CHRISTODOULAKIS, N., SANTAS P., SANTAS, R., 2004. Fiber dimensions, lignin and cellulose content of Various Plant Materials and Their Suitability for Paper Production. *Industrial Crops and Products* 19 (2004): 245 – 254.

YAŞAR, S., 2002. *Miscanthus giganteus* (Fil Çimeni), *Miscanthus goliath* ve *Miscanthus silberfahne*'de selüloz, Hemiselüloz ve Lignin Miktarlarının Karşılaştırılması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri:A Sayı:2

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Antalya'da doğan araştırıcı, ilk, orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamlamıştır. 1998 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden 2002 yılı haziran döneminde mezun olmuştur. 2008 yılı şubat ayında ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlamış ve halen de yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.