

Miscanthus (FİL ÇİMENİ) Giganteus, Miscanthus Goliath ve Miscanthus Silberfahne'DE SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Samim YAŞAR¹

¹Yrd. Doç. Dr., S.D.Ü. Orman Fak., Orman Endüstri Müh. Böl., ISPARTA

ÖZET

Bu çalışmada; selüloz ve kağıt üretimi ile termo-kimyasal ve kimyasal proseslerde hammadde olma özellikleri bakımından oduna alternatif teşkil eden Miscanthus (Fil Çimeni) bitkisinin üç yaşındaki, üç ayrı alttürü¹ Giganteus, Goliath ve Silberfahne 'de selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarları incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Lignin tayini, hemiselüloz ve selüloz izolasyonu için modifiye edilmiş TAPPI-Standart metotları kullanılmıştır. Hemiselüloz ve selüloz analizi, İnce Tabaka Kromatografisi (İTK) ve Yüksek Performans Anyon Değişim Kromatografisi- Puls Amperometrik Dedeksiyon (HPAEC-PAD) ile gerçekleştirilmiştir. Miscanthus Goliath ve Miscanthus Silberfahne lignin, hemiselüloz ve selüloz miktarları bakımından benzer özellikler gösterirken, Miscanthus Giganteus'da bu iki alttüre oranla selüloz miktarında artış, buna karşılık hemiselüloz ve lignin miktarında düşüş tespit edilmiştir.

¹Son yıllardaki Miscanthus sinensis ile ilgili yayınlarda tür ismi kullanılmayıp, tür yerine tanımlama alttürle yapılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Miscanthus (Fil Çimeni), Selüloz, Hemiselüloz, Lignin, TAPPI-Standart Metotları, İnce Tabaka Kromatografisi (İTK), Yüksek Performans Anyon Değişim Kromatografisi- Puls Amperometrik Dedeksiyon (HPAEC-PAD).

VERGLEICHUNG von CELLULOSE-, HEMICELLULOSE- und LIGNINGEHALT bei Miscanthus (ELEFANTENGRAS) Giganteus, Miscanthus Goliath und Miscanthus Silberfahne

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurden der Cellulose-, der Hemicellulose- und der Ligningehalt von drei verschiedenen Unterarten¹ der Pflanze Miscanthus (Elefantengras), die als Rohstoff in der Zellstoff- und in der Papierherstellung sowie in den termisch-chemischen und chemischen Verfahren eine Alternative zu Holz darstellt, untersucht und gegenübergestellt. Giganteus, Goliath und Silberfahne waren die drei untersuchten Miscanthusunterarten, die die drei jährige Aufwüchse waren. Für die Ligninbestimmung sowie die Hemicellulose- und die Celluloseisolation wurden die modifizierten TAPPI-Standard Methoden angewendet. Die Hemicellulose- und die Celluloseanalyse wurden mittels Dünnschichtchromatographie (DC) und Hoch Leistung Anion Austausch Chromatographie-Puls Amperometrische Detektion (HPAEC-PAD) durchgeführt. Während Miscanthus Goliath und Miscanthus Silberfahne die identische Werte des Gehaltes von Lignin, Hemicellulose und Cellulose lieferten, erhalte man bei Miscanthus Giganteus einen höheren Gehaltswert von Cellulose,

dagegen die niedrigeren Werte von Hemicellulose- und Ligningehalt im Vergleich zu den anderen zwei untersuchten *Miscanthus*unterarten.

¹In den letzten Jahren wird die Art bei der Bezeichnung für *Miscanthus sinensis* in der Literatur nicht mehr verwendet . Statt der Art wird die Unterart für die Benennung benutzt.

Stichwörter: *Miscanthus* (Elefantengras), Cellulose, Hemicellulose, Lignin, TAPPI-Standard Methoden, Dünnschichtchromatographie (DC), Hoch Leistung Anion Austausch Chromatographie-Puls Amperometrische Detektion (HPAEC-PAD).

1. GİRİŞ

Miscanthus (Fil Çimeni) bir C₄-Bitkisidir (1,2). Boyu 4-6 m'ye kadar ulaşabilen *Miscanthus*, güçlü bir gövdeye ve keskin yapraklara sahiptir (3). Kökeni Güneydoğu Asya'ya dayanan bu bitki, Aksel Olsen tarafından 1935 yılında Danimarka'ya getirilmiş ve sonrasında tüm Avrupa'da süs bitkisi olarak ilgi görmüştür (4). *Miscanthus*'un tarımsal bitki olarak kültüve edilmesine ilk olarak 1983 yılında Institute for Agricultural Plants/Hornum tarafından Danimarka'da başlanılmıştır.

Danimarkalı araştırmacılar, *Miscanthus*'un büyük miktarlardaki kültüvasyonu ile bu bitkinin kağıt ve selüloz üretiminde hammadde olarak ilgi göreceğini ileri sürmüşlerdir (3). Faix ve Bremer'in (1988) yaptığı çalışma, *Miscanthus*'tan elde edilen lif uzunluğunun kağıt üretiminde kullanılabilir ölçülerde olduğunu ortaya koymuştur (5).

Miscanthus'da kimyasal kompozisyon üzerine yapılan çalışmalar, bu bitkinin odunla karşılaştırılabilir kimyasal özellikler sergilediğini göstermektedir (6,7). Lignoselülozik biyokütle oluşturan *Miscanthus*, şekerleştirme, kömürleştirme, sıvılaştırma ve gazlaştırma gibi teknolojik proseslerde hammadde olma niteliği teşkil etmektedir (8,9,10).

Bu çalışmada, kağıt ve selüloz üretimi ile odunu hammadde olarak kullanan diğer termo-kimyasal ve kimyasal proseslerde önem taşıyan, lignoselülozik materyalin ana kimyasal komponentleri olan selüloz, hemiselüloz ve ligninin miktarları üç ayrı *Miscanthus* alttürü¹ Giganteus, Goliath ve Silberfahne'de incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

¹Son yıllardaki *Miscanthus sinensis* ile ilgili yayınlarda tür ismi kullanılmayıp, tür yerine tanımlama alttürle yapılmaktadır.

***Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'DE
SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

24-30 Nisan 1994 tarihinde Bodenkultur Üniversitesi deneme alanlarında (Gross-Enzersdorf/Avusturya) dikimi yapılan *Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne* 27 Şubat 1997 tarihinde hasat edilmiştir. Yongalanan *Miscanthus* gövdeleri hava kurusu hale kurutulup, Retsch değirmeni ile 0,5 mm'ye öğütülmüştür.

Gross-Enzersdorf deneme alanları, rüzgara açık ve korumasızdır. Deneme alanları kireçli gri toprak yapısına sahiptir. Yıllık ortalama sıcaklık 9,6 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 510 mm'dir. Hektar başına 60 kg azot gübrelemesi uygulanmıştır.

2.2. Yöntem

Aşağıdaki yöntemler Yaşar'a (1999) göre uygulanmıştır. Bu yöntemler, *Miscanthus Giganteus* ve *Cannabis sativa* L.'deki selüloz, hemiselüloz ve lignin analizlerinin, alışılmış standart TAPPI-Methodlarına oranla daha kısa sürede yapılmasını sağlamış ve aynı zamanda daha çok sayıda örnek ile çalışma olanağı doğurmuştur (11).

Örnek hazırlama: 0,5 mm'ye öğütülmüş 2,5 g materyale, 100 ml deionize su (17,5-18,2 MΩcm Milli-Q-Su) eklenilmiş ve 95 °C'de üç saat süreyle sıcak su ekstraksiyonu uygulanmıştır. Elde edilen sıcak su ekstraksiyonu kalıntısına, 60 ml aseton ilave edilmiş ve 24 saat süreyle ekstraksiyon uygulanmıştır. Aseton ekstraksiyonu kalıntısı oda sıcaklığında kurutulup, Retsch bilyalı değirmen ile 95 vibrasyon derecesinde 15 dakika süreyle homojenize edilmiştir.

Lignin Tespiti: Lignin tespiti için TAPPI T222 metodu modifiye edilmiştir. 0,1 g homojenize materyale, 1,5 ml %72 lik H₂SO₄ ilave edilmiş, manyetik karıştırıcı ile 20-25 °C'de 24 saat süreyle hidroliz uygulanmış ve süre sonunda içeriğe 18,5 ml deionize su ilave edildikten sonra 2 saat süreyle kaynatılmıştır. Santrifüj işlemi sonucu lignin kalıntısı olarak elde edilmiştir. 105±2 °C'de kurutulan ligninin miktarı, tam kuru materyal yüzdesi olarak belirlenmiştir.

Hemiselüloz izolasyonu ve hidrolizi: Hemiselüloz ekstraksiyonu için TAPPI T03 metodu modifiye edilmiştir. 0,1 g homojenize materyal, öncelikle 2,5 ml %17,5 lik NaOH çözeltisi ilavesinden sonra manyetik karıştırıcı ile 20-25 °C'de 1 saat süreyle ektrakte edilmiş ve devamında içeriğe 3,3 ml deionize su eklenilmiş ve ekstraksiyon 1 saat daha sürdürülmüştür. Santrifüj işlemi ile kalıntıdan ayrılan alkali ekstraktı, % 8,3 NaOH ile 20 ml'ye seyreltilmiştir. Ekstraktın 2 ml'si, 0,5 ml CH₃COOH ile asitlendirilmiş ve 8 ml aseton ilavesinden sonra -20 °C'de

24 saat süreyle bekletilmek suretiyle hemiselülozların çökmesi sağlanmıştır. Çökelti olarak elde edilen hemiselülozlara, 1,5 ml %72 lik H₂SO₄ ilave edilmiş, manyetik karıştırıcı ile 20-25 °C’de 2 saat süreyle hidroliz uygulanmış, süre sonunda hidrolizata 8,5 ml deionize su ilavesinden sonra 4 saat süreyle kaynatılmıştır. Hemiselülozları oluşturan monosakkarit birimleri, ‘Hemiselüloz Hidrolizati’ olarak elde edilmiştir. Hemiselüloz hidrolizati hacmi deionize su ile 20 ml’ye getirilmiştir.

Selüloz izolasyonu: NaOH ekstraksiyonu kalıntısına *Lignin Tespiti*’nde açıklanan şekilde asit hidrolizi uygulanmıştır. Selülozu oluşturan glikoz birimleri ‘Selüloz Hidrolizati’nda toplanmıştır. Selüloz hidrolizati hacmi deionize su ile 20 ml’ye getirilmiştir.

İnce tabaka kromatografisi (İTK): Hemiselüloz ve selüloz hidrolizatlarının 2 ml’sinde sülfat iyonları, katı baryum klorid dihidrat ilavesiyle çöktürülmüş ve santrifüj işlemi ile hidrolizattan uzaklaştırılmıştır. Sonrasında BIO-RAD AG 501x8 (D) kolonundan geçirilerek iyonlardan arındırılmış hidrolizatlara İTK analizi uygulanmıştır.

Enjektör yardımıyla hidrolizat örneklerinin 30 µl’si Merck-Silika jel 60 levha üzerine aktarılmıştır. Monosakkaritlerin ayrımı, 17:3 oranındaki Aseto nitril:Su karışımında yapılmıştır. Fönlenerek kurutulan levha üzerine, monosakkaritlerin görünebilir hale getirilmesinde renk reaktifi olarak 95 ml etanol ve 5 ml konsantre H₂SO₄ içerisinde çözülmüş timol kullanılmıştır. 10 dakika 105±2 °C’de bekletilen levha üzerinde monosakkarit tespiti gerçekleştirilmiştir. Standart olarak Sigma-Karbonhidrat Kit 93H 9006 kullanılmıştır.

Yüksek performans anyon değişim kromatografisi-Puls amperometrik dedeksiyon (HPAEC-PAD): Enjeksiyon hacmi 30 µl olarak uygulanmıştır. Hemiselüloz hidrolizatının konsantrasyonu 150 µl Hidrolizat/1 ml deionize su ve selüloz hidrolizatının konsantrasyonu 0,5 µl Hidrolizat/1 ml deionize su şeklindedir. HPAEC-PAD sistemi analizde aşağıdaki şekilde kullanılmıştır.

Kolon: Dionex CarboPac PA10 ön ve ayırma kolonu

Pompa: GP40

Enjeksiyon: Otomatik sehpa AS 3500

Dedektör: ED40 Elektro kimyasal dedektör

Akış: 1,20 ml/Dakika

Elüsyon Çözültisi A: Gazı giderilmiş deionize su (1 saat ultrasonik banyoda çalkalama ve 45 dakika helyum gazı geçirilme).

***Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'DE
SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Elüsyon Çözeltisi B: Gazı giderilmiş 200 mM NaOH (1 saat ultrasonik banyoda çalkalama ve 45 dakika helyum gazı geçirilme).

Kromatografik ayırmada A ve B çözeltileri aşağıdaki şekilde kullanılmıştır.

0-17 dakika %90 A+%10 B, 20-25 dakika %50 A+%50 B ve 28-35 dakika %90 A+%10 B.

Standartlar: Arabinoz, ksiloz ve glikoz (Sigma-Karbonhidrat Kit 93H 9006). Kromatografik ayırmaya ait kalibrasyon fonksiyonları her bir monosakkarit için aşağıdaki gibidir.

$$y = 26587703,15 x + 445588,48 R^2 = 0,99999$$

(y: Pik Alanı x: µg Arabinoz/30 µl)

$$y = 31611812,66 x + 388036,10 R^2 = 0,99999$$

(y: Pik Alanı x: µg Ksiloz/30 µl)

$$y = 30567044,84 x + 679715,59 R^2 = 0,99999$$

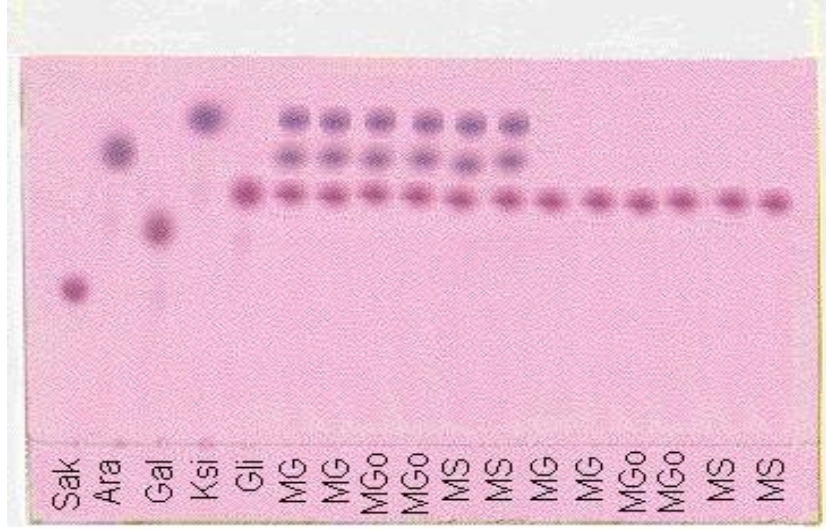
(y: Pik Alanı x: µg Glikoz/30 µl)

İstatistiksel Yöntemler: Levene Testi, Basit Varyans Analizi (Anova Testi) ve Duncan Testi uygulanmıştır.

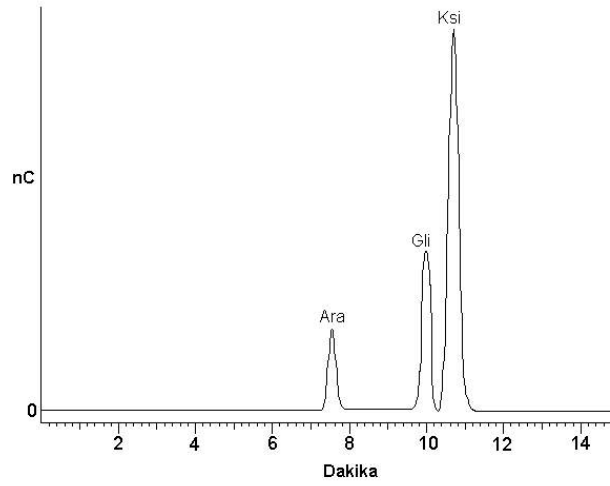
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

İnce tabaka kromatografisi analizi sonucu elde edilen kromatogram Şekil 1'de verilmiştir. Kromatogramda, *Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'deki hemiselüloz ve selülozu oluşturan monosakkarit birimleri görülmektedir. İncelenen örneklerde, hemiselüloz hidrolizatında arabinoz, glikoz ve ksiloz belirlenirken, selüloz hidrolizatında glikoz tek monosakkarit birimi olarak tespit edilmiştir.

Miscanthus Giganteus, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne* örneklerinde HPAEC-PAD ile yapılan hemiselüloz analizi sonucu elde edilen kromatogramlarda arabinoz, glikoz ve ksiloz pikleri yer almıştır. Şekil 2'de *Miscanthus Giganteus*'un hemiselüloz hidrolizatına ait HPAEC-PAD kromatogramındaki arabinoz, glikoz ve ksilozun pikleri görülmektedir.



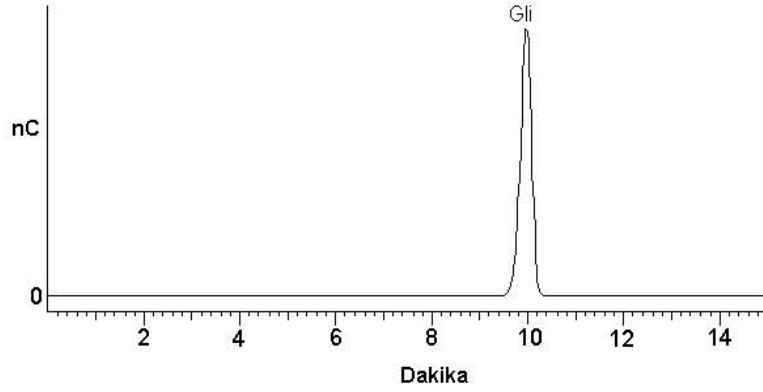
Şekil 1: *Miscanthus* Örnekleri Hemiselüloz Hidrolizati ve Selüloz Hidrolizati İnce Tabaka Kromatogramı (Sak:Standart Sakkaroz, Ara: Standart Arabinoz, Gal: Standart Galaktoz, Ksi: Standart Ksiloz, Gli: Standart Glikoz; MG:*Miscanthus* Giganteus, MGo: *Miscanthus* Goliath, MS: *Miscanthus* Silberfahne).



Şekil 2: *Miscanthus* Giganteus'un Hemiselüloz Hidrolizati HPAEC-PAD Kromatogramı (Ara:Arabinoz, Gli:Glikoz, Ksi:Ksiloz).

***Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'DE
SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Miscanthus Giganteus, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'ye ait selüloz hidrolizatı örneklerinin HPAEC-PAD elüsyonları sonucundaki kromatogramlarda glikoz piki elde edilmiştir. Şekil 3'de *Miscanthus Giganteus*'un selüloz hidrolizatına ait HPAEC-PAD kromatogramındaki glikoz piki görülmektedir.



Şekil 3: *Miscanthus Giganteus*'un Selüloz Hidrolizatı HPAEC-PAD Kromatogramı (Gli:Glikoz).

Miscanthus örneklerinin HPAEC-PAD hemiselüloz ve selüloz analizi sonuçları, İTK analizi sonuçlarını kalitatif olarak onaylamaktadır. Faix v.d.'nin (1988) *Miscanthus Anderss* konulu çalışmalarında, hemiselüloz bileşeni olarak galaktozu tespit etmişlerdir (3). Ancak Yaşar'ın (1999) *Miscanthus Giganteus* konulu çalışmasına ait hemiselüloz analizi sonucunda bu monosakkarit birimine rastlanmamıştır (11). Yine Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibi; *Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne* örneklerinde galaktoz, hemiselüloz yapıtaşı olarak belirlenememiştir.

Miscanthus örneklerinin HPAEC-PAD analizi sonucunda tespit edilen pik alanlarından monosakkarit miktarlarının hesaplanmasında, arabinoz, ksiloz ve glikoz standartları ile elde edilen kalibrasyon fonksiyonları kullanılmıştır. Hemiselüloz hidrolizatında tespit edilen arabinoz, ksiloz ve glikoz miktarlarından arabinan, ksilan ve gluklan olarak hemiselüloz miktarı hesaplanmış, devamında tam kuru ağırlıktaki yüzdeleri belirlenmiştir. Selüloz hidrolizatındaki glikoz miktarından yola çıkılarak elde edilen selüloz miktarının da yine tam kuru ağırlıktaki yüzdesi hesaplanmıştır.

Miscanthus Giganteus, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus*

Silberfahne örneklerine ait selüloz, lignin ve hemiselüloz (Arabınan, ksilan ve gluklan) miktarlarından (%), ayrı ayrı on elemanlı gruplar halinde veri kütükleri oluşturulmuştur. Normal dağılıma ulaşmak için yüzdesel değerlerin, $\text{ArcsinP}^{1/2}$ dönüşümleri yapılmıştır. Öncelikle varyansların homojenliği Levene Testi ile kontrol edilmiş daha sonra aritmetik ortalamaların kontrolü için Basit Varyans Analizi (Anova Testi) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel açıdan farklılığın ortaya çıkması durumunda da farklı grupların belirlenmesi için Duncan Testi kullanılmıştır.

$\text{ArcsinP}^{1/2}$ dönüşümleri yapılmış selüloz, lignin ve hemiselüloz yüzdesel miktarlarının Levene Testi sonucu, selüloz gruplarının Levene test değeri $\text{Değeri}_{2,27}=0,779^{\text{ns}}$ iken $P=0,469$, lignin gruplarının Levene test değeri $\text{Değeri}_{2,27}=1,219^{\text{ns}}$ iken $P=0,311$, arabınan gruplarının Levene test değeri $\text{Değeri}_{2,27}=1,935^{\text{ns}}$ iken $P=0,164$, ksilan gruplarının Levene test değeri $\text{Değeri}_{2,27}=0,784^{\text{ns}}$ iken $P=0,467$ ve gluklan gruplarının Levene test değeri $\text{Değeri}_{2,27}=0,020^{\text{ns}}$ iken $P=0,980$ bulunmuştur. Anova Testi sonucunda, $F=25411,892$ iken $P<0,000$ olup selüloz grupları, $F=7274,93$ iken $P<0,000$ olup lignin grupları, $F=28,409$ iken $P<0,000$ olup arabınan grupları, $F=4559,434$ iken $P<0,000$ olup ksilan grupları ve $F=713,922$ iken $P<0,000$ olup gluklan grupları aritmetik ortalamalar bakımından farklılık göstermektedir. Duncan Testi sonucu, MGo ile MS selüloz grupları, MGo ile MS lignin grupları, MGo ile MS arabınan grupları,

MGo ile MS ksilan grupları ve MGo ile MS gluklan grupları aritmetik ortalamalar bakımından benzerlik gösterirken; MG selüloz grubu MGo ve MS selüloz gruplarından, MG lignin grubu MGo ve MS lignin gruplarından, MG arabınan grubu MGo ve MS arabınan gruplarından, MG ksilan grubu MGo ve MS ksilan gruplarından ve MG gluklan grubu MGo ve MS gluklan gruplarından aritmetik ortalamalar bakımından farklılık göstermektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1’de Levene, Anova ve Duncan Testleri ile istatistiksel analizleri yapılmış olan, *Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*’ye ait tam kuru materyal ağırlığındaki selüloz, lignin ve hemiselüloz (Arabınan, ksilan ve gluklan) yüzde miktarları Çizelge 2’de verilmiştir.

***Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'DE
SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Çizelge 1: *Miscanthus Giganteus* (MG), *Miscanthus Goliath* (MGo) ve *Miscanthus Silberfahne*'nin (MS) Selüloz, Lignin ve Hemiselüloz (Arabinan, Ksilan ve Glukan) Gruplarına ait Levene, Anova ve Duncan Testleri Sonuçları.

Selüloz-Varyansların Homojenlik Testi					
Levene Test Değeri	Serbestlik Derecesi 1 (df1)	Serbestlik Derecesi 2 (df1)	Olasılık (P)		
,779	2	27	,469		
Selüloz-Anova Testi					
Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oran	Olasılık (P)
Gruplar arası	17,623	2	8,812	25411,892***	,000
Gruplar içi	,009362	27	,0003467		
Toplam	17,632	29			
Selüloz-Duncan Testi					
Grup	n	1	2		
MS	10	42,1426			
Mgo	10	42,1489			
MG	10		43,7716		
Olasılık		,453	1,000		
Lignin-Varyansların Homojenlik Testi					
Levene Test Değeri	Serbestlik Derecesi 1 (df1)	Serbestlik Derecesi 2 (df1)	Olasılık (P)		
1,219	2	27	,311		
Lignin-Anova Testi					
Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oran	Olasılık (P)
Gruplar arası	8,077	2	4,038	7274,930***	,000
Gruplar içi	,01499	27	,0005551		
Toplam	8,092	29			
Lignin-Duncan Testi					
Grup	n	1	2		
MG	10	25,4790			
Mgo	10		26,5714		
MS	10		26,5878		
Olasılık		1,000	,129		
Arabinan-Varyansların Homojenlik Testi					
Levene Test Değeri	Serbestlik Derecesi 1 (df1)	Serbestlik Derecesi 2 (df1)	Olasılık (P)		
1,935	2	27	,164		
Arabinan-Anova Testi					
Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oran	Olasılık (P)
Gruplar arası	,418	2	,209	28,409***	,000
Gruplar içi	,199	27	,007358		
Toplam	,617	29			
Çizelge 1 devamı					

SDÜ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

Arabinan-Duncan Testi					
Grup		n	1	2	
MG		10	8,0145		
Mgo		10		8,2496	
MS		10		8,2779	
Olasılık			1,000	,467	
Ksilan-Varyansların Homojenlik Testi					
Levene Test Değeri	Serbestlik Derecesi 1 (df1)	Serbestlik Derecesi 2 (df1)	Olasılık (P)		
,784	2	27	,467		
Ksilan-Anova Testi					
Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oram	Olasılık (P)
Gruplar arası	5,678	2	2,839	4559,434***	,000
Gruplar içi	,01681	27	,0006226		
Toplam	5,695	29			
Ksilan-Duncan Testi					
Grup		n	1	2	
MG		10	23,8106		
MGo		10		24,7289	
MS		10		24,7380	
Olasılık			1,000	,424	
Glukan-Varyansların Homojenlik Testi					
Levene Test Değeri	Serbestlik Derecesi 1 (df1)	Serbestlik Derecesi 2 (df1)	Olasılık (P)		
,020	2	27	0,980		
Glukan-Anova Testi					
Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oram	Olasılık (P)
Gruplar arası	1,687	2	,844	713,922***	,000
Gruplar içi	,03190	27	1,182E-03		
Toplam	1,719	29			
Glukan-Duncan Testi					
Grup		n	1	2	
MG		10	13,3179		
Mgo		10		13,8146	
MS		10		13,8270	
Olasılık			1,000	,428	
* P < 0,05					
** P < 0,01					
*** P < 0,001					

***Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'DE
SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Çizelge 2: *Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'de Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin miktarları (%)

Komponent	% ⁿ TKMA ¹		
	<i>Miscanthus Giganteus</i>	<i>Miscanthus Goliath</i>	<i>Miscanthus Silberfahne</i>
Selüloz	47,82	45,00	44,98
Arabinan	1,94	2,06	2,07
Ksilan	16,28	17,48	17,50
Glukan	5,30	5,70	5,71
Hemiselüloz (Toplam)	23,52	25,24	25,28
Lignin	18,49	19,99	20,01
n = 10 Tayin Sonucu Ortalaması			
1 = Tam Kuru Materyal Ağırlığı			

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, selüloz miktarı *Miscanthus Goliath*'ta %45,00 ve *Miscanthus Silberfahne*'de %44,98 iken *Miscanthus Giganteus*'ta belirgin bir artışla %47,82'dir. Buna karşın lignin ve hemiselüloz (Arabinan, ksilan ve glukand) miktarında, *Miscanthus Giganteus*'ta *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'ye oranla düşüş görülmektedir. *Miscanthus Goliath*'ta %25,24 olan hemiselüloz toplamı %2,06 arabinan, %17,48 ksilan ve %5,70 glukandan oluşurken, *Miscanthus Silberfahne*'de %25,28'lik toplam %2,07 arabinan, %17,50 ksilan ve %5,71 glukandan meydana gelmektedir. *Miscanthus Giganteus*'taki %23,52'lik hemiselüloz toplamını ise %1,94 arabinan, %16,28 ksilan ve %5,30 glukand oluşturmaktadır. Lignin miktarı *Miscanthus Goliath*'ta %19,99 ve *Miscanthus Silberfahne*'de %20,01 iken *Miscanthus Giganteus*'ta bu miktar %18,49 olarak elde edilmiştir.

Miscanthus Anderss'teki lignin miktarının %23,7 olarak verilmiş olduğu yayında, polisakkarit analizi sonucu, Heksoz (% mol) : Pentoz (% mol) oranı 1,99 olarak belirtilmiştir (3). Bu oran *Miscanthus Giganteus*'ta 2,43, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'de 2,16 olarak bulunmuştur.

4. SONUÇ

Selüloz ve kağıt üretimi hammaddesi kimyasal kompozisyonunun en önemli komponentleri olan selüloz, hemiselüloz ve ligninin miktarları yine termo-kimyasal ve kimyasal dönüşüm proseslerinde, lignoselülozik materyalin hammadde olarak seçiminde önemli rol oynamaktadır (12,13,14,15,16,17,18,19,20,21). Sözü geçen üretim proseslerine hammadde olabilecek nitelikteki, odunlaşmış biyokütle sergileyen *Miscanthus* bitkisinin üç ayrı alttüründen, üç yıllık vejetasyon süresi sonucu elde edilen ürünlerinde selüloz hemiselüloz ve lignin miktarları araştırılmıştır. *Miscanthus* Goliath ve *Miscanthus* Silberfahne selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarları bakımından benzer özellikler gösterirken, *Miscanthus* Giganteus'ta bu iki alttüre oranla elde edilen selüloz miktarı artmakta buna karşılık elde edilen hemiselüloz ve lignin miktarları düşmektedir.

***Miscanthus Giganteus*, *Miscanthus Goliath* ve *Miscanthus Silberfahne*'DE
SELÜLOZ, HEMİSELÜLOZ ve LİGNİN MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

KAYNAKLAR

1. **DOWNTON, W.J.S.**, The Occurrence of C₄ Photosynthesis among Plant, *Photosynthetica* 9 (1), 96-105, 1975.
2. **AKITA, S.**, Studies on the Differences in Photosynthesis and Photorespiration among Crops, *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci.* 31, 59-94, 1980.
3. **FAIX, O., MEIER, D., BEINHOFF, O.**, Analysis of Lignocelluloses and Lignins from *Arundo donax* L., *Miscanthus sinensis* Anderss and Hidroliquefaction of *Miscanthus*, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Institute for Wood Chemistry and Chemical Technology of Wood, Hamburg, 1988.
4. **SLOTH, A.**, *Miscanthus sinensis* 'Giganteus'. Ugestkrift for Jordbrug ½, Hornum, 1985.
5. **FAIX, O., MEIER, D.**, Zellartenverteilung und Faserlängen von *Arundo donax* L. und *Miscanthus sinensis* (Thunb.) Anderss als schnellwüchsige Gramineae, *Holz als Roh- und Werkstoff* 46, 402, 1988.
6. **KATALYSE-INSTITUT.**, Hanf & Co., Verlag die Werkstatt, Göttingen, 1995.
7. **HESCH, R., MEYER, A., BECKMANN, F., HESCH K.**, Hanf, Perspektiven für ökologische Zukunft, eine realistische Betrachtung, Taoasis Verlag GmbH, Lemgo, 1996.
8. **FAIX, O., MEIER, D.**, Verflüssigung von *Miscanthus* durch katalytische Druckhydrierung, Dokumentation des KTBL-Fachgespräches in Braunschweig, KTBL-Arbeitspapier 158, 99-104, Darmstadt, 1990.
9. **STEINMÜLLER, H., SCHNEIDER, F.**, Stellt Lignozellulose eine Alternative für die österreichische Landwirtschaft dar?, Zwischenbericht, Universität Graz, 1990.
10. **RUPP, M., STULGIES, A., JONKANSKI, F.**, Energetische Nutzung von *Miscanthus*stroh durch Vergasung. Dokumentation des KTBL-Fachgespräches in Braunschweig, KTBL-Arbeitspapier 158, 90-98, Darmstadt, 1990.
11. **YAŞAR, S.**, Beurteilung der technologischen Qualität von Cellulose, Hemicellulosen und Lignin bei *Miscanthus* 'Giganteus' und *Cannabis sativa* L., Dissertation der Universität für Bodenkultur Wien, 1999.

12. **WEGENER, G.**, Die Rolle des Holzes als Chemierohstoff und Energieträger, Teil 1: Möglichkeiten der direkten Umwandlung von Holz, Holz als Roh- und Werkstoff 40, 181-185, 1982.
13. **WEGENER, G.**, Die Rolle des Holzes als Chemierohstoff und Energieträger, Teil 2: Verwertungsmöglichkeiten für Cellulose, Polyosen und Lignin, Holz als Roh- und Werkstoff 40, 209-214, 1982.
14. **WEGENER, G.**, Nutzungsmöglichkeiten für die Holzkomponenten Polysaccharide und Lignin, Polysaccharide, Ed. Buchard, W., Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, 1985.
15. **GARVES, K.**, Öl und Chemikalien aus Holz und Cellulose, Holz als Roh- und Werkstoff 40, 41-44, 1982.
16. **FENGEL, D., WEGENER, G.**, Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter Verlag, Berlin-New York, 1989.
17. **FAIX, O., MEIER, D.**, Pyrolytic and Hydrogenolytic Degradation Studies on Lignocelluloses, Pulp and Lignins, Holz als Roh- und Werkstoff 47, 67-72, 1989.
18. **FAIX, O., MEIER, D., FORTMANN, I.**, Thermal Degradation Products of Wood, a Collection of Electron-Impact (EI) Mass Spectra of Monomeric Lignin Derived Products, Holz als Roh- und Werkstoff 48, 351-354, 1990.
19. **FAIX, O., MEIER, D., FORTMANN, I.**, Thermal Degradation Products of Wood, Gas Chromatographic Separation and Mass Spectrometric Characterization of Monomeric Lignin Derived Products, Holz als Roh- und Werkstoff 48, 281-285, 1990.
20. **FAIX, O., FORTMANN, I., BREMER J., MEIER, D.**, Thermal Degradation Products of Wood, Gas Chromatographic Separation and Mass Spectrometric Characterization of Polysaccharide Derived Products, Holz als Roh- und Werkstoff 49, 213-219, 1991.
21. **FAIX, O., FORTMANN, I., BREMER J., MEIER, D.**, Thermal Degradation Products of Wood, a Collection of Electron-Impact (EI) Mass Spectra of Polysaccharide Derived Products, Holz als Roh- und Werkstoff 49, 299-304, 1991.