

**PALMIYE BİTKİSİNİN (*WASHINGTONIA SPP.*) YAPRAK
SAPININ SAKKARİFİKASYONUNA FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖN
İŞLEMLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SONER YURTDAŞ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOTEKNOLOJİ
ANA BİLİM DALI**

**MERSİN
MAYIS - 2019**

**PALMIYE BİTKİSİNİN (*WASHINGTONIA SPP.*) YAPRAK
SAPININ SAKKARİFİKASYONUNA FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖN
İŞLEMLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SONER YURTDAŞ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**


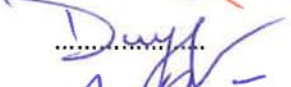

**BİYOTEKNOLOJİ
ANA BİLİM DALI**

**Danışman
Prof. Dr. Mehmet Ali MAZMANCI**

**MERSİN
MAYIS - 2019**

ONAY

Soner YURTDAŞ tarafından Prof. Dr. Mehmet Ali MAZMANCI danışmanlığında hazırlanan "PALMİYE BİTKİSİNİN (WASHINGTONIA SPP.) YAPRAK SAPININ SAKKARİFİKASYONUNA FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖN İŞLEMLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI" başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 29/05/2019 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Ünvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Prof. Dr. Mehmet Ali MAZMANCI (Danışman)	
Üye	Doç. Dr. Havva Duygu ÖZSOY	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ADIGÜZEL	

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14/06/2019 tarih ve 2019.16/697 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
 - Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi
- beyan ederim.

ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

03/05/2019



Recep DABAK

ÖZET

PALMIYE BİTKİSİNİN (*WASHINGTONIA SPP.*) YAPRAK SAPININ SAKKARİFİKASYONUNA FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖN İŞLEMLERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada palmiye yaprak sapından (*Washingtonia spp.*) fiziksel ve kimyasal ön işlemler ile şeker eldesi amaçlanmıştır. Boyut, temas süresi, sıcaklık, basınç, çözücü türü (distile su, asit, baz) gibi faktörlerin etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonunda 4 farklı boyuttan (20-35-50-100 mesh) 100 mesh boyuta sahip örneklerde yüksek şeker konsantrasyonuna ulaşılmıştır. Farklı sıcaklıklarda (40, 60, 70 °C) gerçekleştirilen deneylerde en yüksek şekerleşme 60 °C sıcaklıkta 120. dakikada distile su içeren ortamlarda 0,255 g/L ve H₂SO₄ asit çözeltisi içinde 0,269 g/L olarak kaydedilmiştir. Bazik ortamların şeker çözünürlüğü üzerine etkisi olmadığı saptanmıştır. Basınç altında (1 atm, 121 °C) yapılan çalışmalarda şeker oranı 0,1 M H₂SO₄ içeren ortamlarda 1,291 g/L ve distile su içeren ortamlarda 1,267 g/L seviyelerine ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal Bitki Atıkları, Biyokütle, Şekerleşme, Palmiye (*Washingtonia spp.*), Şeker.

Danışman: Prof. Dr. M. Ali MAZMANCI, Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PHYSICAL AND CHEMICAL PRETREATMENT PROCESSES ON THE SACCHARIFICATION OF PALM LEAF STALK

In this study, it was aimed to obtain sugar with Palm leaf stalk (*Washingtonia spp.*) by physical and chemical pretreatment. In the study, palm leaf stalk was used as raw material. The effects of factors such as size, contact time, temperature, pressure, distilled water, acid and base were investigated.

At the end of the study, high sugar concentration was reached in the samples having a size of 100 mesh in 4 different sizes (20, 35, 50, 100 mesh). In the experiments carried out at different temperatures (40, 60, 70 °C), the highest sugar content was recorded at 60 °C and 120. minute as 0.255 g / L in distilled water and 0.269 g / L in H₂SO₄ acid solution. Basic media had no effect on sugar solubility. Under pressure (1 atm, 121 °C), the sugar content reached to 1.267 g / L for 0.1 M H₂SO₄ and 1.291 g / L for distilled water.

Keywords: Agricultural Plant Waste, Biomass, Saccharification, Palm (*Washingtonia spp.*), Sugar.

Advisor: Prof. Dr. M. Ali MAZMANCI, Department of Environmental Engineering, Mersin University, Mersin.

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca bilgi birikim ve deneyimleriyle yol gösteren, hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen değerli hocam Sn. Prof. Dr. Mehmet Ali MAZMANCI'ya, Tez hazırlık ve yazım sürecinde her zaman yanımda olup destek veren eőim Songül YURTDAŞ'a, onlarla geçireceğim zamandan ödün vererek sabır gösteren kızlarım Saadet Naz ve Songül Deniz YURTDAŞ'a, beni var eden anne ve babama sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Tez çalıőmama maddi destek sunan Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi'ne (Proje no: 2015-AP4-1368) teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	ii
ONAY	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR ve SİMGELER	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	2
2.1. Palmiye (<i>Washingtonia Spp.</i>)	2
2.1.1. Palmiyelerin Dünyadaki Yayılışı	3
2.1.2. Türkiye’de Bulunan Palmiye Türleri Ve Yayılış Alanları	4
2.1.3. Palmiyelerin Fiziksel Özellikleri	7
2.1.3.1. Kök Yapısına Göre Palmiyeler	7
2.1.3.2. Gövde Yüzey Yapısına Göre Palmiyeler	8
2.1.4. Palmiye Üzerine Yapılan Çalışmalar	10
2.2. Biyokütle Ve Biyokütle Türleri	13
2.2.1. Biyokütle	13
2.2.2. Biyokütle Türleri	13
2.3. Biyokütle Proseslerinde Kullanılan Ön İşlemler	14
2.3.1. Fiziksel Süreçler	14
2.3.2. Termokimyasal Süreçler	15
2.3.3. Biyolojik Süreçler	16
2.4. Biyokütlenin Sakkarifikasyonu (Şekerleştirilmesi) Ve Kullanılan Yöntemler	16
2.4.1. Sakkarifikasyonun Tanımı	16
2.4.2. Biyokütlenin Sakkarifikasyonunda Kullanılan Yöntemler	16
2.4.2.1. Biyokütlenin Sakkarifikasyonunda Kullanılan Fiziksel Yöntemler	17
2.4.2.2. Biyokütlenin Sakkarifikasyonunda Kullanılan Kimyasal Yöntemler	17
2.4.2.2.1. Sakkarifikasyon İşleminde Derişik Asit Kullanımı	18
2.4.2.2.2. Sakkarifikasyon İşleminde Seyretilik Asit Kullanımı	18
2.4.2.2.3. Sakkarifikasyon İşleminde Alkali Kullanımı	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Hammaddelere Ön İşlemlerin Uygulanması	19
3.1.1. Fiziksel Ön İşlemler	19
3.1.2. Kimyasal Ön İşlemler	21
3.1.2.1. Seyretilik Asitlerle Ön İşlem	21
3.1.2.2. Alkali Ön İşlem	21
3.2. DNS Metodu İle İndirgen Şeker Analizi	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. Bulgular	23
4.1.1. Boyutların Şeker Çözünürlüğü Üzerine Etkisi	23
4.1.2. Sıcaklığın Şeker Çözünürlüğü Üzerine Etkisi	24
4.1.2.1. Yaprak Sapı Üzerine 40°C Sıcaklıkta Yapılan Çalışmalar	24
4.1.2.2. Yaprak Sapı Üzerine 60°C Sıcaklıkta Yapılan Çalışmalar	26
4.1.2.3. Yaprak Sapı Üzerine 70°C Sıcaklıkta Yapılan Çalışmalar	27
4.1.3. Basıncın Şeker Çözünürlüğüne Olan Etkisi	28
4.1.3.1. Distile Su İçeren Ortamda Şeker Çözünürlüğü	28

	Sayfa
4.1.3.2. H ₂ SO ₄ (0,1 M) İçeren Ortamda Şeker özünürlüğü	29
4.2. Tartışma	31
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	33
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	38



TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Farklı boyutlarda palmiye sapının distile suda zamana karşı şeker çözünlüğü (G/L).	23
Tablo.4.2. Yaprak sapında 40°C sıcaklığın etkileri çalışma koşulları.	25
Tablo.4.3. Palmiye sapından 40°C'de şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi.	25
Tablo.4.4. Yaprak sapında 60°C'de sıcaklığın etkileri çalışma koşulları.	26
Tablo.4.5. Palmiye sapından 60°C'de şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi.	26
Tablo.4.6. Yaprak sapında 70°C'de sıcaklığın etkileri çalışma koşulları.	27
Tablo.4.7. Palmiye sapından 70°C'de şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi.	27
Tablo.4.8. Basıncın distile su ortamında yaprak sapında şekerleşmeye olan etkisi.	28
Tablo 4.9. Basıncın distile su ortamında palmiye sapının şekerleşmesi üzerine etkisi.	28
Tablo.4.10. Basıncın H ₂ SO ₄ (0,1 M) ortamında yaprak sapında şeker çözünlüğüne etkisi ortam şartları.	29
Tablo.4.11. Sülfirik asit ortamında palmiye sapından şeker elde edilmesinde basınç (1.2 Atm) ve sürenin etkisi (g/L).	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Palmiye bitkisi.	2
Şekil 2.2. Palmiyelerin günümüz dünyasındaki yayılış haritası.	3
Şekil 2.3. Datça hurmaları (<i>Phoenix theophrastii</i>), deniz kenarı, Reşadiye Yarımadası.	4
Şekil 2.4. <i>Phoenix theophrastii</i> (Gölköy topluluğu).	5
Şekil 2.5. Türkiyede'ki <i>Phoenix theophrastii</i> (küçük palmiye resimleri) ve <i>Phoenix theophrastii</i> (Gölköy) (büyük palmiye resimleri) yayılışı.	5
Şekil.2.6. Türkiye'de yaygın olarak bulunan palmiye türleri.	6
Şekil 2.7. <i>Verschaffeltia splendida</i> (kök yapısı).	7
Şekil 2.8. <i>Acrocomia aculeata</i> , <i>Bactris gasipaes</i> ve <i>Trithrinax acanthocoma</i> (tüylü veya dikenli gövdeler).	8
Şekil 2.9. <i>Livistona bentharii</i> , <i>Washingtonia robusta</i> ve <i>Sabal palmetto</i> (dallarla kaplı gövdeler).	9
Şekil 2.10. <i>Archontophoenix alexandrae</i> 'Beatrice', <i>Syagrus romanzoffiana</i> ve <i>Veitchia joannis</i> (kendini temizleyen gövdeler).	9
Şekil.2.11. Biyokütle türlerinin sınıflandırılması.	13
Şekil.2.12. Biyokütle kaynaklarına uygulanan dönüşüm süreçleri.	14
Şekil.3.1. Mersin'de palmiye atıklarının toplanması.	20
Şekil.3.2. Palmiye saplarının etüvde kurutulması ve katı parçalayıcıda parçalanması.	20
Şekil.3.3. Kurutulmuş palmiye saplarının katı parçalayıcıda parçalanması ve farklı boyutlardaki eleklerden geçirilmesi.	20
Şekil 3.4. DNS metodu glikoz standart eğrisi.	22
Şekil 4.1. Distile su içeren ortamda farklı tane boyutlarında zamana bağlı şeker değişimi (g/L).	24
Şekil 4.2. Palmiye sapından şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi (40°C, 50 mesh).	25
Şekil 4.3. Palmiye sapından şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi (60°C, 50 mesh üstü).	26
Şekil 4.4. Palmiye sapından şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi (70°C, 50 mesh).	27
Şekil 4.5. Distile su ortamında palmiye sapından şeker elde edilmesinde basınç (1.2 atm) ve sürenin etkisi (g/L).	29
Şekil 4.6 Sülfirik asit ortamında palmiye sapından şeker elde edilmesinde basınç (1.2 atm) ve sürenin etkisi (g/L).	30

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
Spp.	: Türleri
M	: Molar
°C	: Santigrat derece
dk	: Dakika
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
DNS	: Dinitrosalisik asit
%	: Yüzde
yy.	: Yüzyıl
m	: Metre
cm	: Santimetre
mm	: Nanometre
mg/ml	: Miligram/mililitre
g	: Gram
mEq	: Miliiekivalan
kg	: Kilogram
UV	: Ultraviole
UV-B	: Ultra Viole-B
UV-C	: Ultra Viole-B
PPF	: Palmiye lifi
pH	: Power of Hydrogen
atm	: Atmosfer Basıncı
ark	: Arkadaşları
K	: Kelvin
MPa	: Mega Paskal
MJ/ m³	: MegaJul / Metreküp
μ	: Mikron
L	: Litre
mL	: Mililitre
g/L	: Gram/litre
nm	: Nanometre
T	: Zaman
M	: Molar

1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun hızla artış göstermesi insanları birim alandan daha fazla verim alabilme çalışmalarına yöneltmiştir. Her mevsim bitkisel üretim yapılabildiği günümüz koşulları göz önüne alındığında tarımsal ürün ve hasat artıkları (sera bitki artıkları, saman, sap vs.) veya tarımsal endüstri atık materyalleri hızla artış göstermektedir [1].

Biyokütle, yaşayan organizmalardan üretilen madde anlamına gelir. Biyokütleyle örnek olarak odun, sap ve saman gibi tarımsal atıklar, şehir kanalizasyon atıkları, şeker fabrikalarının atığı olan küspe gibi endüstriyel atıklar verilebilir. Biyokütle çeşitli yöntemlerle etanol, metan, metanol ve hidrojen gibi enerji kaynaklarına dönüştürülebilir [2].

Bir biyokütle çeşidi olan odunun yaklaşık % 90-99'u selüloz, lignin ve hemiselülozdan oluşurken; % 1-10'u da inorganik ve bazı organik maddelerden oluşmaktadır. Bir polisakkarit olan selüloz ve hemiselülozun genel kütledeki bulunma oranı yaklaşık olarak % 70-75' tir. Bu polisakkaritler, bazı kimyasal prosesler ve enzimler yardımıyla önce monomerlerine sonra da yakıt değeri bulunan birçok kimyasal ürüne dönüştürülebilmektedir. Fakat odunsu ve otsu lignoselülozik bitkisel materyalde genel kütlede yaklaşık %10-30'u oranında bulunan lignin monomerlerine hidrolize edilemediği için sakkarifikasyon ve fermantasyon yoluyla sıvı yakıtlara dönüştürülemez [3].

Palmiyeler, Arecaceae ailesinin tek çenekli (monokotilodon) odunsu bitkileridir. Son yıllarda Türkiye'de bir takım girişimcilerin desteği ve tanıtımıyla palmye ve benzeri bitkilerin üretiminde artış olmuştur. Bu bitkilerin üretiminin zor ve sektörün spekülasyon olması gibi nedenlerden ötürü palmye üretimi ve ticareti çok sayıda kişi veya kurum tarafından ilgi görmemiştir. Turizm bölgesi olması nedeniyle Bodrum'dan Alanya'ya kadar olan kıyı kesimi bu anlamda daha hareketli olmakla birlikte bu bölgede de genel olarak sadece birkaç palmye türü kullanılmaktadır [4].

Palmiyelerde yaprak sapları bazı cinslerde kuruduktan sonra dökülmeyle gövde üzerinde kalabilirler. Bazı palmyelerde ise yapraklar gövde üzerinde temiz bir iz bırakarak dökülürler veya budanarak gövdeden alınırlar [4]. Palmiyenin dökülen ve budanan yaprak ve yaprak sapları Mersin'de belediyeler tarafından toplanarak çöp depo alanlarına gönderilmektedir. Bu nedenle Akdeniz bölgesinde çok sık bulunan bu palmyelerin (*Washingtonia spp.*) kullanılmayan yaprak saplarının değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır [5].

Bu çalışmanın konusu palmye bitkisinin (*Washingtonia spp.*) kullanılmayan yaprak saplarının çeşitli ön işlemlerden geçirilerek fermente edilen şekerlere dönüşüm koşulları araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. Palmiye (*Washingtonia spp.*)

Palmiyeler, Dünya üzerinde kabaca 30° kuzey ve 30° güney enlemleri arasında, Amerika ve Asya kıtasının tropik ve subtropik bölgelerinde yaygın olarak bulunan tek çenekli bir bitki türüdür. Ülkemizde ılıman iklime sahip Ege ve Akdeniz bölgesinin sahil kuşağında yetişen, gövdesi kalın ve düzgün, büyük yapraklara ve yaprak sapında dikenlere sahip olan halk arasında “Palmiye” olarak bilinen ağaçlardır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Palmiye bitkisi [6,7].

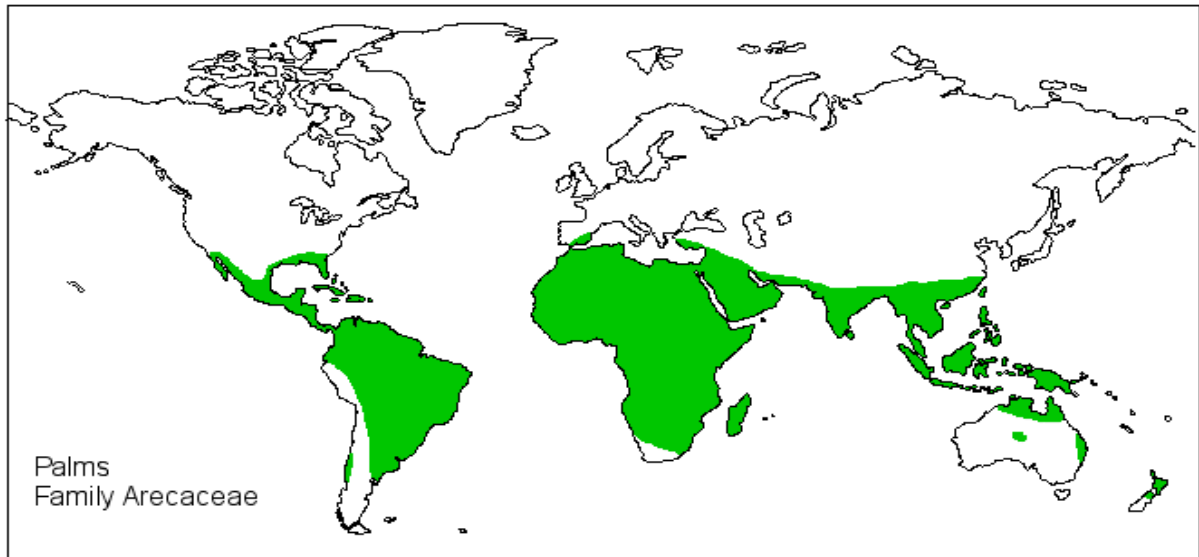
Palmiye, Arecaceae (Palmae) ailesine ait, ayırıcı özellik olarak dallanmamış gövdeler ile tüysü veya el ayası formunda belirgin paralel damar veya dallanmalar gösteren yapraklardan meydana gelen bir taca sahip, ağırlıklı olarak tropik herdem yeşil ağaçlardır ve bugünkü modern ikili biyolojik isimlendirmenin kurucusu olan 18. yy. dönemi İsveçli botanist Carolus Linnaeus tarafından “bitkiler aleminin prensleri” olarak tanımlanmıştır [8].

Palmiye dışındaki tek çenekli bitkilerin hepsinin otsu yapıda olmasına karşın, palmiyeler odunsu gövde yapısı göstermektedir. Palmiye yaprakları genelde gövdenin üst kısmına dağılmıştır veya yalnız tacın üst kısmında bulunmaktadır. Yaprak üç ana kısımdan oluşur; bunlar aya (lamina), yaprak sapı (petiole) ve yaprak kaidesi (kın)'dir. Bitkinin gövdeden çıkarak ilk yaprakçığa kadar uzanan kısmına yaprak sapı denir. Yaprak sapının gövdeyi çevreleyerek genişleyen alt kısmına, yaprak kaidesi veya yaprak kını denir. Yaprığın en belirgin kısmı aya veya sırt bölgesidir [9].

2.1.1. Palmiyelerin Dünyadaki Yayılışı

Arecaceae (Palmae) ailesine ait cins ve tür sayısı hakkında net rakamlar belirtilememekle beraber, genel bir ifadeyle büyük bir bölümü tropik iklim kuşağı florasında bulunmak kaydıyla, günümüzde en az 200 dolayında adı kabul edilmiş cins ve bu cinse ait 2500 dolayında arı tür olduğu söylenebilir [10]. Cins ve tür sayısı hakkında net bir sayı verilememesinin nedeni, doğadaki palmiye sayısı salt arı türlerle sınırlı değildir. Saf türlere ek olarak, aynı cinse ait farklı palmiye türleri ve farklı cinslere ait palmiye türleri de doğada veya yapay koşullar altında birbirleriyle tozlaşma özelliğine sahiptir. Bu şekilde hibrit türler oluşmaktadır. Bir başka nedeni de hibrit türlerin yanı sıra yeni keşfedilen ve keşfedilmeyi bekleyen cins veya türlerin olmasıdır. Buna örnek olarak Şubat 2006 yılında Yeni Gine Adası'nda Foja Dağları'nda gerçekleştirilen ilk yüzeysel araştırmalara göre beş yeni palmiye türünün keşfi gösterilebilir [5].

Günümüzde palmiyeler coğrafi olarak çok farklı habitatlarda bulunabilmektedir. Örneğin Avrupa yelpaze palmiyesi (*Chamaerops humilis*) Akdeniz'deki doğal yayılım alanlarından biri olan Güney Fransa sahillerinde 44° kuzey enleminde yer alırken Yeni Zelanda'nın Chatham Adaları'na özgü bir tür olan Tıraş Fırçası Palmiyesi (*Rhopalostylis sapida*) 44° güney enleminde yer almaktadır. Ancak bu kadar geniş enleme yayılmış gözükmelerine karşın yukarıda da belirtildiği üzere palmiyelerin büyük bir çoğunluğunun habitatu dünyanın tropik bölgeleri olmak üzere sadece 130 kadar palmiye türünün doğal olarak tropik enlemlerin (23.5° K&G) dışında bulunduğu belirtilmektedir [10] (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Palmiyelerin günümüz dünyasındaki yayılış haritası [11].

2.1.2. Türkiye’de Bulunan Palmiye Türleri ve Yayılış Alanları

Türkiye’de doğal olarak yayılım gösteren palmiye türü “Datça hurması” olarak da adlandırılan “*Phoenix theophrastii*” dir. Bu türün Türkiye’deki doğal yayılım alanı Reşadiye Yarımadası’nın Hisar önu Körfezi kıyıları ve Finike Körfezi’nin Kumluca-Karaöz kıyılarıdır. Bu tür, ilk defa 1983 yılında Boydak ve Yaka tarafından Reşadiye Yarımadasında ve 1985 yılında yine Boydak tarafından Finike Körfezi’nin Kumluca - Karaöz kıyıları arasında bulunmuştur. *Phoenix theophrastii* kardeşlenen bir tür olup 17 metreye kadar boylanır ve çiçek sapı uzunluğu 30 cm kadardır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Datça hurmaları (*Phoenix theophrastii*), deniz kenarı, Reşadiye Yarımadası [12].

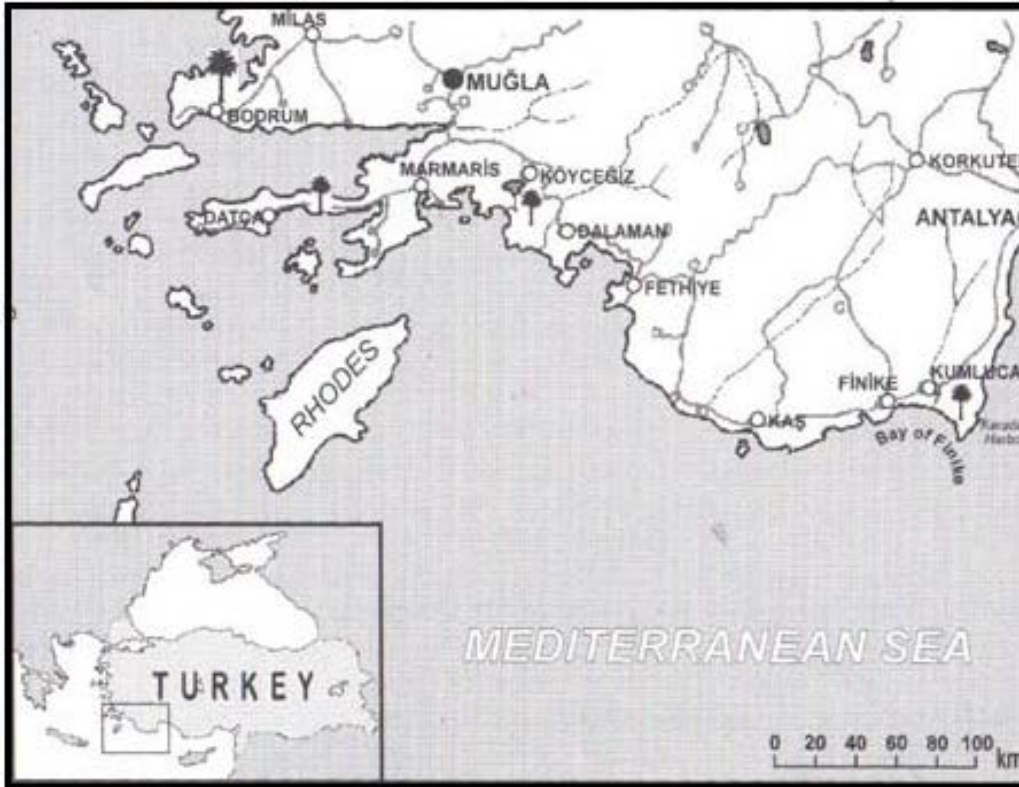
Türkiye’de doğal olarak yayılım gösteren diğeri türün bilimsel olarak adlandırılmasında şu şekilde bir süreç gerçekleşmiştir. Bodrum Yarımadası’nın kuzeyinde, Gölköy’de bir tür palmiye topluluğunun varlığı yüzyıllardır yöre halkı tarafından bilinmekteydi. Buna karşın ilk bilimsel ziyaret Ege Üniversitesi peyzaj mimarlığı profesörleri tarafından 1988 yılında yapılmış ve bu palmiyeler yeni bir Datça hurması topluluğu olarak değerlendirilmiştir.

Boydak 1990 yılında yaptığı ziyarette Bodrum-Gölköy’deki yeni palmiye topluluğunun Datça hurmasından farklılık gösterdiğini gözlemlemiş ve daha sonra Londra Kew Gardens’tan Sahsa Barrow’un da katılımıyla yaptığı çalışmalarda bu palmiyenin farklı yeni bir tür veya Datça hurmasının bir alt türü (*Phoenix theophrastii* ssp. Gölköy) olabileceği sonucuna varılmıştır.

Ancak kesinlik arz etmediği için sözü geçen tür için bu çalışmada “Phoenix theophrastii (Gölköy topluluğu)” ifadesi kullanılacaktır (Şekil 2.4 ve 2.5).

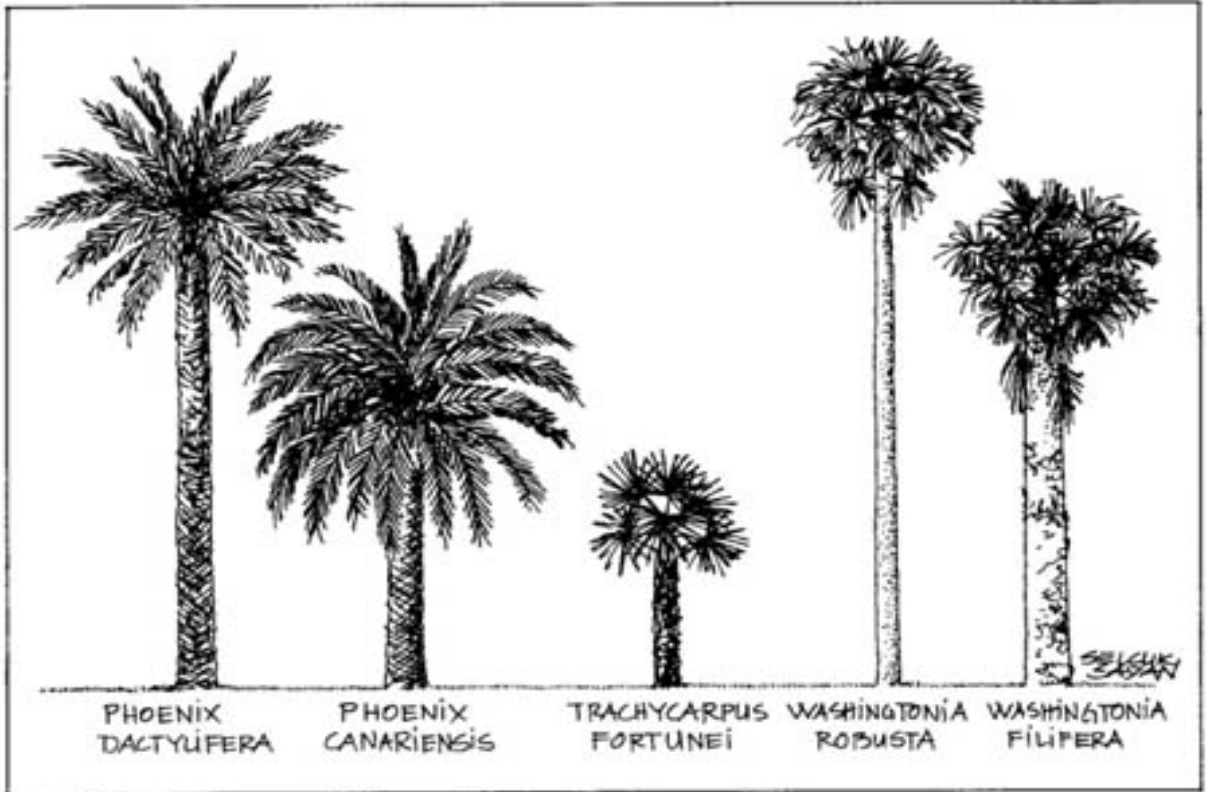


Şekil 2.4. *Phoenix theophrastii* (Gölköy topluluğu) [12].



Şekil 2.5. Türkiyede’ki *Phoenix theophrastii* (küçük palmiye resimleri) ve *Phoenix theophrastii* (Gölköy) (büyük palmiye resimleri) yayılışı [12].

Türkiye’de yaygın olarak kullanılan beş adet palmiye türü kullanılmaktadır. Bunlar Marmara ve Karadeniz Bölgeleri’nde *Trachycarpus fortunei* (Çin yelpaze palmiyesi), Ege Bölgesi’nde *Washingtonia filifera* ve *Phoenix canariensis* (Yabani hurma), Akdeniz sahil kuşağında ise *Washingtonia robusta* ve *Phoenix dactylifera* (Arap hurması) olup gerek belediyelerce, gerekse özel şahıslarca sözü geçen bölgelerde çok sık kullanım alanı bulmuştur [13] (Şekil 2.6).



Şekil.2.6. Türkiye’de yaygın olarak bulunan palmiye türleri [14].

2.1.3. Palmiyelerin Fiziksel Özellikleri

2.1.3.1. Kök Yapısına Göre Palmiyeler

Genel olarak palmiye kökleri diğer ağaçlarınkine göre yüzeyseldir. Gövdenin dibinden çıkan kökler diğer bitkilerde olduğu gibi bitkinin toprağa tutunmasında, su ve besin maddesi alımında görevlidir. Bitkinin erken dönemlerindeki tutunmayı sağlaması ve beslenme gereksinimlerini karşılaması açısından ilk (primer) kök sistemi fideler açısından önem taşımaktadır. Kısa ömürlü olan bu kök sistemi yerini palmiye gövdesinin tabanından toprak yüzeyine çok yakın olarak çıkan ikincil (sekonder) kök sistemine bırakır. "Adventif kök sistemi" (adventitious) olarak da adlandırılan bu sistemin ek kökleri ya da diğer deyişle saçakları palmiyenin türüne göre çok veya az sayıda, kısa veya uzun mesafede yayılcı tarzda olabilir. *Archontophoenix cunninghamiana* gibi bazı palmiyelerde ek kökler gövde tabanında, toprak üzerinde görülebilir. *Aiphanes caryotifolia* gibi bazı türlerde kökler toprak yüzeyindedir. Bazı palmiyeler gövdeden aşağı toprağa uzanan hava köklerine sahiptir. *Verschaffeltia splendida* gibi bazı türler ise gövde, köklerinin üzerinde havada durup bütünüyle toprağın üzerinde yer alır [13]. (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. *Verschaffeltia splendida* (kök yapısı) [15].

2.1.3.2. Gövde Yüzey Yapısına Göre Palmiyeler

Gövde yüzeyinin yapısı, palmiyeleri tanımlama ve teşhis etmedeki en temel araçtır. Palmiye gövdesinin kambiyumu yoktur. Ancak dış deri doku (epidermis) sertleşerek koruyucu bir tabaka oluşturur. Bütün palmiyeler belli bir erişkinliğe ulaştıklarında gövde oluştururlar. Gövde oluşumundan belli bir süre sonra ulaşabileceği en kalın gövde çapına sahip olur ve diğer ağaçlarda olduğu gibi artık daha fazla gövdesini kalınlaştırmaz.

Palmiye gövdesinin yüzeyi palmiyeleri teşhis etmede önem taşır. Gövde pürüzsüz olabildiği gibi dikenlerle (Şekil 2.8) eski dallar veya yapraklarla (Şekil 2.9) kaplı olabilir. Gövdesi pürüzsüz olan türler kendini temizleyen (self-cleaning) türler olarak da ifade edilir ve bu türlerin eski dalları gövde üzerinde kuruyarak zaman içinde dökülür. Ancak bu dallar dökülene kadar palmiye üzerinde çirkin görüntüye neden olur. Bu yüzden dökülmeleri beklenmeden budanması yerinde olur. Kendini temizleyen türdeki bazı palmiye türlerinin gövdelerinde çok net bir şekilde gözlemlenebilen, eski dalların gövdeden çıktığı hatların izleri olarak kalan halkalar bulunmaktadır (Şekil 2.10).

Palmiye gövdesinin şekli de ayırt edici özelliklerdendir. Büyük bir bölümünün gövdesi düzdür. Ancak bazı türler orta kısımda şişkinleşebilir. Bu durum da şişe görünümü oluşturabilir. Örneğin *Roystonea* türlerinde bu şişe gövde görüntüsü yıllık yağış rejimlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.8. *Acrocomia aculeata*, *Bactris gasipaes* ve *Trithrinax acanthocoma* (tüylü veya dikenli gövdeler) [16-18].



Şekil 2.9. *Livistona benthamii*, *Washingtonia robusta* ve *Sabal palmetto* (dallarla kaplı gövdeler) [16, 19, 20].



Şekil 2.10. *Archontophoenix alexandrae* 'Beatrice', *Syagrus romanzoffiana* ve *Veitchia joannis* (kendini temizleyen gövdeler) [21-23].

2.1.4. Palmiye Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yamada ve ark. (2010), Malezya ve Endonezya gibi ülkelerde kesilmiş olan palmiye gövdeleri gibi biyokütle kaynaklarından gövdedeki palmiye öz suyunu kullanarak büyük miktarda palmiye yağı üretmişlerdir. Tüm gövde ağırlığının yaklaşık % 70'ini büyük miktarda özsu içerdiğini ve kesilen gövdenin 30 gün depolama sırasında ve sonrasında öz sudaki mevcut şekerlerde belirgin bir artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Öz sudaki toplam şekeri 83 mg /ml - 153 mg /ml olduğunu ve şeker kamışı suyu konsantrasyonu ile karşılaştırmışlardır. Öz suda bulunan şekerlerin endüstriyel maya suşları tarafından fermente edilebilen glukoz, sakkaroz, früktoz ve galaktoz olduğu belirtilmiştir. Bu öz suyun biyoetanol için iyi bir hammadde olabileceğini, eski palmiye gövdelerindeki yağın uygun şekerlerin açığa çıkışı ile umut verici bir kaynak haline geleceği belirtilmiştir [24].

Imeddine (2011), *Washingtonia filifera* tohumlarından çıkarılan tohum yağının karakteristikliğini değerlendirmiştir. *W. filifera* tohum yüzdesi oluşumu: kül %1.37, yağ %16.30, protein içeriği %3.46, toplam karbonhidrat %77.19 ve nem %3,22 olarak tespit etmiştir. Tohumlarda bulunan ana besin (tohum mg/100 g) şunlardır: Potasyum (67.33), magnezyum (34.35), kalsiyum (187,85) ve fosfor (23,26) dir. Yağın fiziko-kimyasal özellikleri şunlardır: iyot değeri; 67.33 g/100 g yağ, sabunlaşma değeri; 191,63 mg yağ KOH / g yağ, kırılma indeksi (25°C); 1.469, sabunlaşmayan madde; % 0.83, asitlik; % 0,41, p-anisidine değeri; 0.87, peroksit değeri; 7.60 mEq O₂/kg yağ, karotenoid içeriği; 14.8 mg/100 g ve klorofil içeriği; 0.13 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. *W. filifera* tohumunun yağı, geniş spektrumlu UV'nin potansiyel kullanımını ile UV-B ve UV-C aralığında bir absorpsiyon değeri göstermektedir. Bu çalışmanın sonucunda *Washingtonia filifera* çekirdeğinin yağını kozmetik, ilaç ve gıda ürünlerinde kullanılabileceğini tespit etmişlerdir [25].

Kosugi ve ark. (2010), yaşlı palmiyenin sıkıştırılmış gövdelerinden elde edilen yağ içeren öz suyundan etanol ve laktik asit üretilebileceğini belirlemişlerdir. Kesilmiş eski palmiye gövdelerinin yağının öz suyunda yüksek glukoz içeriğinin varlığını tespit etmişlerdir. Özellikle, gövdenin iç kısmında özsu tüm gövde ağırlığının % 80'nin'den fazlasını oluşturmaktadır. İç kısım, özsu ve glukoz konsantrasyonu 85,2 g / L ve dış kısma doğru azalma olduğu tespit edilmiştir. Nispeten düşük konsantrasyonlarda bulunan diğer şekerler; fruktoz, galaktoz, ksiloz, ramnoz ve sakkaroz elde edilmiştir. Buna ek olarak, palmiyenin yağ öz suyunda amino asitler, organik asitler, vitaminler ve mineraller, çeşitli açıdan zengin olduğu bulunmuştur. Bu bulgulara dayanarak, özsu bira maya suşu: *Saccharomyces cerevisiae* kullanarak fermente edilip etanol

üretimiştir. Bu sonuçlar palmiye gövdelerindeki yağı Malezya ve Endonezya gibi hurma yağı üreten ülkelerde alternatif bir yakıt olabilecek etanol ve laktik asidin üretiminde önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir [26].

Boonsawang ve ark. (2017), sıkıştırılmış Palmiye lifinin (PPF) (lignoselülozik malzemedir) etanol üretimi için önemli bir potansiyele sahip olabilecek ucuz bir substrat olabileceğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, alkali ön işleme tabi tutularak PPF'nin enzimatik hidrolizi araştırılmıştır. Selülazın (10 FPU -1 PPF) ve (10 Ug - 1 PPF arasında) β -glükozidaz ile hidrolizinde tek başına selülaz kullanarak daha yüksek bir indirgeyici şeker ürettiği tespit edilmiştir [27].

Singhal ve ark. (2008), önümüzdeki yıllarda olabilecek küresel gıda kıtlığı konusunun derin bir endişe yaratacağını, atıl konumda olan yoğun bitki kaynaklarının günümüzde dünya çapında bilim adamları tarafından değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda sago palmiyesinden elde edilecek ürünlerin, en uygun toprak koşullarında geliştirme yeteneğine sahip sürdürülebilir bir bitki olması nedeniyle 21. yüzyılda nişasta kadar önem kazanmaktadır. Nişastalı gıdaların değerli bir kaynak olduğu, modifiye edilmiş nişastaları, laktik asit, siklodekstrinler ve etanol gibi önemli ticari değeri olan sayısız diğer ürünlerin sago palmiye üzerinde odaklanmalarına neden olmuştur. Ticari olarak istismar edilebilir sago palmiyesi ürünlerinin özellikleri ve uygulamaları birçok önemli yönleri ile ele alınması gerektiği tespit edilmiştir [28].

Mazmanci (2010), *Washingtonia robusta* tohumlarından ticari maya kullanılarak etanol üretimini incelemiştir. Farklı etkenleri: temas süresi (1 - 24 saat), pH (2 - 12), sıcaklık (20, 30, 40, 50°C) ve otoklav (121°C, 10 dakika, 1.2 atm) ile meyve şekeri çözünürlüğünü arttırmak için incelenmiştir. Baker'ın mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) bu indirgeyici şeker fermantasyonu için kullanılmıştır. Sonuçlara göre fruktozun çözünürlüğü artan temas süresi ile artmıştır. Optimal pH 7.2 (deiyonize su) ve sıcaklık 50°C ile fruktozun çözünürlüğünün 6.8 olduğu belirlenmiştir. HPLC analizi ile yapılan çalışmada örneklerin bir şeker kaynağı olarak sadece glikoz ve fruktoz içerdiği tespit edilmiştir. Ticari maya kullanılarak etanol üretimi 8 gün sonunda 25 g/L kadar ulaşmıştır. Biyoetanol veriminin 71.42 ± 1.4 g etanol / kg meyve olduğu bulunmuştur [29].

Gutierrez ve ark. (2009), biyodizel üretimi için Hurma yağının proses entegrasyon kullanılarak palmiye yağı endüstrisinin lignoselülozik artıklarından elde edilen etanol üzerine çalışmışlardır. Hammadde (palmiye yağı) olarak biyokütle süreci simülasyon yoluyla

araştırılmıştır. Taze elde edilen yağ tohum (meyve) demetinin biyodizel üretiminde kullanılabileceği öngörülmüştür [30].

Chin ve ark. (2013), palmiyenin gövdesinin kauçuk, ahşap, talaş ve karışık ahşap kısımlarındaki yağdan glikoz üretimi üzerine çalışmışlardır. Dünyada hurma yağı ve ahşap mobilya üst düzey üreticileri Malezya'da bulunmaktadır. Bu lignoselülozik biyokütlelerden yakıt ve bazı kimyasalları üretiminde kullanmadan önce lignoselülozik malzemelerden elde edilen yağın glikoza dönüştürülmesi gerekir. Dolayısıyla, dönüşüm verimliliğini araştırmak ve dönüşüm için optimum koşulları belirlemek için ihtiyaç olan glikozun üretimi bu lignoselülozik malzemelerden elde edilir. Palmiye gövdesindeki yağ, talaş ve karışık parke gibi alternatif lignoselülozik hammaddeler glukoz üretiminde kullanılabilir [31].

Chiew ve ark. (2011), atık palmiye yağları kullanılarak enerji üretimi üzerine analiz yapmışlardır. Ağaçlar, bitkiler, gübre ve evsel katı atıklar gibi biyolojik materyaller bu gibi yenilenebilir enerji biyokütle kaynakları anlamına gelmektedir. Bir bölge içinde biyokütle durumu, taşıma mesafeleri ve güç tesislerinin ölçekleri ve konumlarını dikkate almak gereklidir. Enerji kaynağı olarak biyokütlelerin optimum etkin kullanımı hesaplanmıştır [32].

Sumathi ve ark. (2008), Malezya enerji kaynağı olarak palmiye yağı kullanımında dünyanın en büyük üreticisi ve ihracatçısı konumundadır. Malezya palmiye yağı üretiminde dünya arzının yaklaşık % 47'sini karşılar. Malezya'da bitkisel yağlar 2005 yılındaki küresel ticarete yüksek yüzdelerle hesaplanmıştır. Palmiye yağı, yenilenebilir enerji konusunda sürekli artan bir ilgiye sahiptir. Palmiye yağından biyodizel üretimi dikkat çekici noktalardan biridir. Malezya'da çevre koruma ve enerji arz güvenliği nedenleri ile biyo-dizel uygulanması önemli bir konuma sahiptir. Bu palmiye yağı, iyi bilinen metan gazı, biyo-plastik, organik asitler, biyo-gübre, kontrplak gibi katma değeri yüksek ürün üretimindeki aktif karbon ve hayvansal hammaddeler gibi yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Hurma yağ fabrikası atıkları enerji üretmek için dönüştürülmüştür. Yerliler için palmiye yağı birçok fırsat ve sosyal faydalar yaratmıştır. Bu çalışma yenilenebilir enerji kaynağı olarak palmiye yağının doğru kullanımı ile Malezya palmiye yağı endüstrisinin beklentileri karşılamayı amaçlamaktadır [33].

2.2. Biyokütle ve Biyokütle Türleri

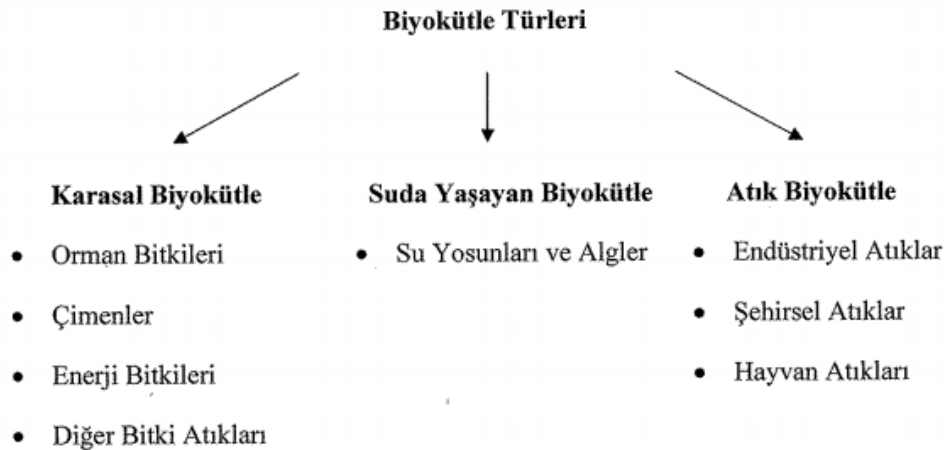
2.2.1. Biyokütle

Biyokütle, güneş enerjisinin fotosentez yoluyla bitkilerde kimyasal enerjiye dönüşerek besin olarak depolanması ile oluşan biyolojik kütledir, fosil olmayan biyolojik kökenli organik maddedir. Bir başka deyişle, canlı proseslerden üretilen biyolojik maddedir. Biyokütle, çevre açısından tehlikeli olmayan, yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Biyokütle; kolay ve her yerde yetiştirilebilmesi, çevreye zarar vermemesi, depolanabilir olması, elektrik, kimyasal madde ve yakıt kullanımında kullanılabilmesi yönleriyle Türkiye için stratejik bir enerji kaynağıdır [34].

2.2.2. Biyokütle Türleri

Biyokütleye örnek olarak; orman ve ağaç endüstri atıkları, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları, enerji bitkileri, su bitkileri, otlar, algler, mısır ve buğday gibi özel yetiştirilen bitkiler, hayvan dışkıları... vb. organik atıklar verilebilir [34, 35] (Şekil.2.11).

Biyokütle, günümüz dünyasında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Bu ülkelerden Tanzanya'da %90, Hindistan'da %45, Çin'de %30, Meksika'da %10, Avusturya'da %14, Finlandiya'da %20'sini karşılamaktadır [35].



Şekil.2.11. Biyokütle türlerinin sınıflandırılması [35].

Bitkilerden elde edilen biyokütle, güneş enerjisinin fotosentez yoluyla biyokütle biçiminde bitkide depolanmış halidir. Bitkisel biyokütleye örnek olarak, karasal ortamdaki; orman bitkileri (orman endüstrisi atıkları, odunsu ve otsu bitkiler), enerji bitkileri (okaliptüs,

söğüt, kavak gibi hızlı büyüyen ağaçlar, şeker kamışı gibi şeker içeren bitkiler, soya, ayçiçeği, pamuk yağ içeren tohumlar), çimenler, bitki atıklarını (odun parçaları, talaş, saman, yağlı tohum bitkileri, şekerli bitkilerin kökü, sapı, kabuğu ve çekirdekleri, kâğıt sanayi atıkları), Sucul ortamdaki; bazı mikroorganizmaları, su yosunları, saz bitkileri ve diğer su bitkileri verilebilir [36].

2.3. Biyokütle Proseslerinde Kullanılan Ön İşlemler

Biyokütle dönüşüm prosesleri, kimyasal madde ve yakıt üretimi amacı ile yapılır. Ayrıca biyokütlenin uzun süre saklanması, taşınma ve depolanma kolaylığı, enerji içeriğini yükseltme gibi avantajlar da sağlar. Materyale uygun dönüşüm prosesinin seçiminde; biyokütlenin tipi ve miktarı, çevresel ve ekonomik koşullar, enerji taşıyıcıların ve son kullanım uygulamaları gibi şeyler göz önünde tutulmalıdır [37] (Şekil.2.12).



Şekil.2.12. Biyokütle kaynaklarına uygulanan dönüşüm süreçleri [35].

2.3.1. Fiziksel Süreçler

Su giderme ve kurutma: Amacı, biyokütlenin bozulmadan daha uzun süre depolanmasıdır. Basit ve doğal yöntemlerle (sıcak havada, güneşte) yapılabilirken, sprey kurutucular, konveksiyon fırınlar, mikrodalga ve rötari kurutma gibi gelişmiş teknolojilerle de kurutma yapılabilir.

Boyut küçültme (öğütme): Biyokütlenin daha küçük parçalara ayrılarak yüzey alanının artırılmasını ve sonraki işlemlerin daha etkin ve kolay gerçekleşmesini sağlamaktadır. Islak-kuru öğütme, sıkıştırma ve titreşimli bilyeli öğütücü yöntemleri kullanılmaktadır.

Yoğunluk artırma (pelletleme ve briketleme): Odun, saman, kâğıt ve birçok bitkisel lifler içerdiği kayda değer miktardaki lignoselülozik materyal potansiyelinden dolayı önemli enerji kaynaklarıdır. Fakat hacim/ağırlık oranının büyük olması, depolama, taşımanın pahalı olması büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu soruna çözüm olarak pelletleme ve biriketleme üretilmiştir. Materyallerin kurutulup yüksek basınç altında sıkıştırılıp yoğunluğunun artırılması ile üretilirler. 6-10 mm boyutlarına pellet, 5-20 cm boyutlarındaki haline biriket denmektedir. Böylelikle daha az yer kaplaması, taşıma ve depolama maliyetinin düşürülmesi, kullanım kolaylığı, yüksek yoğunluk ve yüksek ısı değeri sağlanır [2].

Ayırma: Biyokütle kaynaklarına dönüşüm prosesleri sırasında karışım halinde olan maddeleri ayrıştırmak için kullanılan yöntemler: Katı-katı karışımlarında; mıknatıs kullanma, eleme ve savurma yöntemleri, katı-sıvı karışımlarında; buharlaştırma, süzme ve yüzdürme yöntemi, sıvı-sıvı karışımlarda; ayırma hunisi ve ayırmsal damıtma yöntemleri kullanılır [36].

2.3.2. Termokimyasal Süreçler

Doğrudan yakma: Kömür gibi bazı biyokütle kaynaklarının doğrudan yakılarak enerjiye dönüştürülmesi bilinen en eski yöntemlerdendir. Günümüzde geliştirilen yakma işlemleri biyokütleden elektrik ve ısı üretimde kullanılmaktadır.

Piroliz: Biyokütlenin, oksijensiz ortamda yaklaşık 773°K gibi yüksek bir sıcaklıkta hızlı bir şekilde ısıtılıp ayrıştırılması ile buharlaştırılmasıdır. Daha sonra elde edilen gaz yoğunlaştırılır ve sıvı yakıt elde edilir. Sert ve yumuşak odunların, otların ve tarımsal artıkların pirolizi ile biyo-yağlar üretilir.

Gazlaştırma: Biyokütlenin oksijensiz ortamda 973-1273°K gibi yüksek sıcaklıklarda hızlı bir şekilde ısıtılması ile buharlaştırılmasıdır. Elde edilen gaz (singaz) elektrik ve ısı üretimde yakıt olarak kullanılabilir.

Sıvılaştırma: Biyokütlenin 798-873°K gibi yüksek sıcaklıklarda, yüksek (5-20 MPa) basınç altında ve hidrojen atmosferinde, uzun molekül yapısının bozularak kısa molekül yapısına dönüştürülmesi ile sıvı yakıt haline getirilmesidir [36].

Karbonizasyon: Havasız ortamda odun ve kömür gibi organik maddelerin kimyasal parçalamaya uğratılmasıdır. CO, CO₂, CH₄ ve H gibi gazlar oluşurken yaklaşık 8,9 MJ/m³'lük enerji açığa çıkar.

2.3.3. Biyolojik Süreçler

Fermantasyon: Bazı mikroorganizmaların sahip olduğu enzimler etkisiyle organik maddelerin (biyokütlenin) parçalanmasıyla CO₂, asetik asit ve çözülebilir organik uçucu maddelere dönüştürülmesidir. Bu işlem sayesinde bir yakıt olan alkol elde edilir.

Havasız çürütme: Oksijensiz ortamda, ıslak ve yeşil biyokütlenin mikroorganizmalar yardımıyla CO₂ ve metana dönüştürülmesidir. Son yıllarda çok kirli atık suların temizlenmesi için kullanılmaktadır [37].

2.4. Biyokütlenin Sakkarifikasyonu (Şekerleştirilmesi) ve Kullanılan Yöntemler

2.4.1. Sakkarifikasyonun Tanımı

Biyokütleyi oluşturan polisakkaritlerin (selüloz ve polyozlar (Hemiselüloz)) monomerlerine hidrolize edilmesidir. Materyaller öncelikli olarak sakkarifikasyon ön işlemine tabii tutularak içerisindeki şekerin açığa çıkması sağlanır.

Birçok sakkarifikasyon metodunda selülozun hidrolizinden önce kolayca hidrolize olabilen polyozların (Hemiselülozların) uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla ön hidroliz işlemi uygulanmaktadır. Bu ön hidroliz işlemi ile odundan metanol, ksilitol, furfural, aseton, asetik asit ve sorbitol gibi yan ürünlerin elde edilir [38].

2.4.2. Biyokütlenin Sakkarifikasyonunda Kullanılan Yöntemler

Ksiloz ve arabinoz gibi pentozlar fermente edilemezken glikoz, galaktoz ve mannoz gibi heksozlar fermente edilebilir. Bu durum sert ve yumuşak ağaçlardan elde edilen fermente edilebilen şeker oranı farklılığının nedenidir. Sert ağaçlarda pentoz oranı daha fazla olduğu için fermente edilebilen şeker oranı %50 iken, yumuşak ağaçlarda heksoz oranı pentoz oranından fazla olduğu için elde edilen fermente olabilen şeker oranı %58'dir [39].

Selülozun glikoza dönüşümü işleminde mikrobiyal veya enzimatik hidroliz yöntemleri kullanılabilmektedir. Fakat verim ancak % 20-40' larda kalmaktadır. Ayrıca reaksiyon süresinin uzun olması, enzimlerin yüksek maliyeti, enzimlerin inhibisyonu gibi sebepler sınırlayıcı olmaktadır [40].

2.4.2.1. Biyokütlenin Sakkarifikasyonunda Kullanılan Fiziksel Yöntemler

Parçalama, öğütme, defibrasyon ve elektron ışın radyasyonu gibi fiziksel ön işlemler selülozu dekristalize ve polimerize etmekte, bu şekilde hidroliz oranı ve verimi yükseltmektedir. Ancak bu yöntemde yüksek enerji kullanılması gerektiğinden fabrikalarda tercih edilmemektedir. Bunların dışında selüloz çözücüleri (kadoksen, demir sodyum tetrahidrat gibi) ile selülozun çözündürülmesi veya amorf selülozun (enzimler tarafından kolayca hidrolize olan reaktif formu) çökeltmesi teknikleri de kullanılmaktadır [40].

2.4.2.2. Biyokütlenin Sakkarifikasyonunda Kullanılan Kimyasal Yöntemler

Sakkarifikasyon işleminde asit ön işleminde; hidroklorik asit (HCl), sülfirikasit (H_2SO_4), perasetik asit, nitrik asit ve fosforik asit gibi kimyasallar kullanılmaktadır. Asit ön işlemi biyokütleden yüksek verimde şeker eldesi amaçlamaktadır. Derişik asitler oda sıcaklığında uygulanabilirken, seyreltik asitlerle hidrolizin hızlı olabilmesi için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulur. Fakat yüksek sıcaklık teçhizatların korozyonunu artırır. Ayrıca ekonomik olarak derişik asitler geri kazanılmalı ve yeniden konsantre hale getirilmelidir.

Asitlerin selülozu hidrolize etmesi iki aşamada olmaktadır. Birinci aşamada, asitler kolayca ulaşabildikleri amorf bölgeleri parçalar; amorf bölgesi parçalanmış selüloza hidroselüloz denir ve geriye kalan kısmın kristallik derecesi artar. Bitkisel kaynağa bağlı olarak selüloz zincirinin polimerleşme derecesi ile amorf/kristalin bölgelerin farklıdır, dolayısıyla asitlerle selülozun hidroliz edilme süresi kristallik derecesi ile yakından ilgilidir. Odunun asitlerle hidrolize edilmesiyle selülozdan %90 saflıkta glikoz elde edilebilmektedir [38].

2.4.2.2.1. Sakkarifikasyon İşleminde Derişik Asit Kullanımı

Lignoselülozik materyalin (selüloz, hemiselüloz, lignin) hidrolizinde seyreltik asit ile gerçekleştirilen Bergius-Rheinau prosesi, derişik asit ile gerçekleştirilen Madison prosesi kullanılmaktadır. Endüstriyel düzeyde derişik hidroklorik asitin kullanıldığı Bergius-Rheinau prosesi ile odunlardan yaklaşık %65 verimle şeker elde edilebilmektedir [41, 42].

Derişik asit metodunda, asidin konsantrasyonu %30'un üzerinde olmaktadır. Düşük sıcaklıklarda etkilerini gösterebilmektedirler [43].

2.4.2.2.2. Sakkarifikasyon İşleminde Seyreltik Asit Kullanımı

Seyreltik asit metodunda, asit konsantrasyonu % 10'nun altında olmaktadır ve yüksek sıcaklıkla kullanılmaktadırlar. Seyreltik asitlerin geri kazanılmasına gerek yoktur. Derişik asit ön işlemine göre daha fazla tercih edilmektedir.

Biyokütlenin seyreltik asitlerle sakkarifikasyonunda reaksiyonlar yavaş ve basamaklıdır. Bundan dolayı da karmaşık ve heterojen bir yapı gösterir. Derişik asitlerle yapılan işlemdeki gibi selülozun şişmesi görülmez. Selülozun hidrolizi ile oligosakkaritler gibi bazı ara ürünler oluşur ve bunların hızla parçalanması ile monosakkaritler oluşur. Selülozun hidrolizi sıcaklık ve asit konsantrasyonuna bağlı olarak birkaç saatte gerçekleşirken, hemiselülozun hidrolizi birkaç dakikada gerçekleşmektedir [39].

2.4.2.2.3. Sakkarifikasyon İşleminde Alkali Kullanımı

Lignoselülozik materyalin alkali ön işleminde NaOH, KOH, Ca(OH)₂ ve NH₄OH kullanılmaktadır. Alkali ön işlem sırasında lignin bozunur, gözenekliliği artar böylece enzim yüzey alanı genişler ve reaksiyon hızlanır.

Alkali ön işlemi, diğer ön işlemlere göre daha düşük sıcaklık ve basınçla gerçekleştirilmesi avantajını taşır. Ancak gerçekleşme süresi asit ön işleminde olduğu gibi saniye ve dakikalardan ziyade saat ve günlerle ifade edilmektedir. Ayrıca bazı alkaliler geri dönüşümü olmayan tuzlara dönüşümü diğer bir dezavantajdır [44].

NaOH kullanılan alkali ön hazırlık işleminde uzun bekleme süresi ve düşük sıcaklıklarda sakkarifikasyonun hızlandığı görülmüştür [45].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Akdeniz bölgesinde özellikle Mersin’de peyzaj amacı ile yoğun olarak yetiştirilen bir palmiye türü olan *Washingtonia spp.* sapı kullanılmıştır (Şekil.3.1).

Araştırma Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği su ve atık su laboratuvarı, Biyoteknoloji laboratuvarı ve İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada farklı ön işlemler (fiziksel ve kimyasal ön işlemler) uygulanmıştır. Uygulanan işlemlerin farklılığına göre gerekli olan substratların (heksozlar) oluşup oluşmadığı incelenmiştir.

3.1. Hammaddelere Ön İşlemlerin Uygulanması

Seçilen materyallerden fermente olabilen şekerlerin açığa çıkarılması amacıyla fiziksel ve kimyasal ön işlemler uygulanmış ve işlem verimleri karşılaştırılmıştır. Numuneler ön işlemlerden önce 70°C’ de 24 saat etüvde kurutulmuştur (Şekil.3.2). Her bir ön işlem basamağından sonra elde edilen numuneler sıvı faza alınarak nötralize edilerek, 0,45 µm gözenekliliğe sahip filtre ile süzölmüştür.

3.1.1. Fiziksel Ön İşlemler

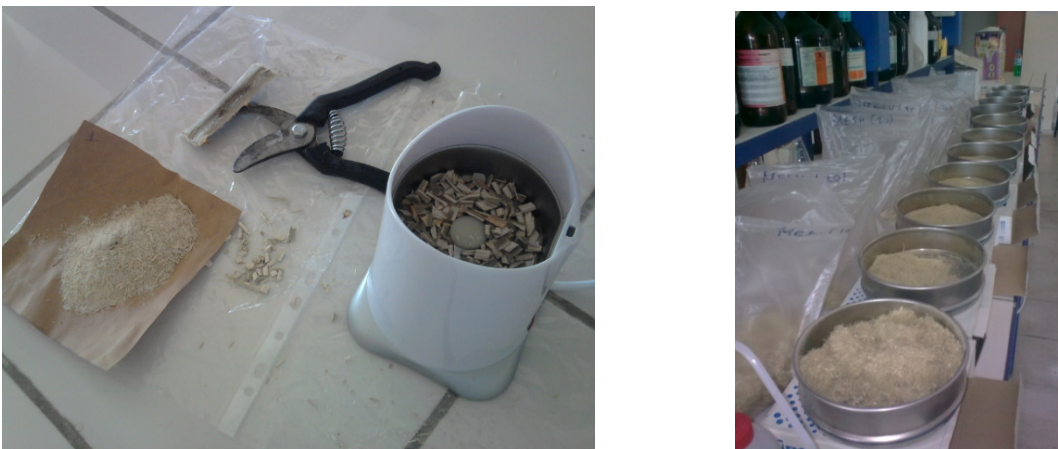
Budama sonrası elde edilen yaprak sapsarı etüvde kurutulduktan sonra katı parçalayıcı (coffee grinder) ile parçalanmıştır. Daha sonra farklı mesh boylarında (20 mesh, 35 mesh, 50 mesh, 100 mesh) eleklerden geçirilerek ayrılmış ve elek üstü örnekler toplanmıştır. Boyutlarına göre ayrılan yaprak sapsarı etüvde 103°C kurutulularak +4°C buzdolabında saklanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil.3.1. Mersin’de Palmiye atıklarının toplanması.



Şekil.3.2. Palmiye saplarının etüvde kurutulması ve katı parçalayıcıda parçalanması



Şekil.3.3. Kurutulmuş Palmiye saplarının katı parçalayıcıda parçalanması ve farklı boyutlardaki eleklerden geçirilmesi.

3.1.2. Kimyasal Ön İşlemler

3.1.2.1. Seyreltik Asitlerle Ön İşlem

Mekanik öğütmeden elde edilen numuneler derişimleri % 0.75-5.0 (Vasit/Vsu) arasında değişen H₂SO₄ ile farklı sürelerde, farklı sıcaklıklarda muamele edilmiştir. Daha sonra örnekler 10-180 dakika arasında değişen farklı sürelerde 121°C 'de basınç altında (otoklav; 1 atm) tutulmuştur. Ardından örnekler 0,45 µm filtreler yardımı ile süzölmüştür [14].

3.1.2.2. Alkali Ön İşlem

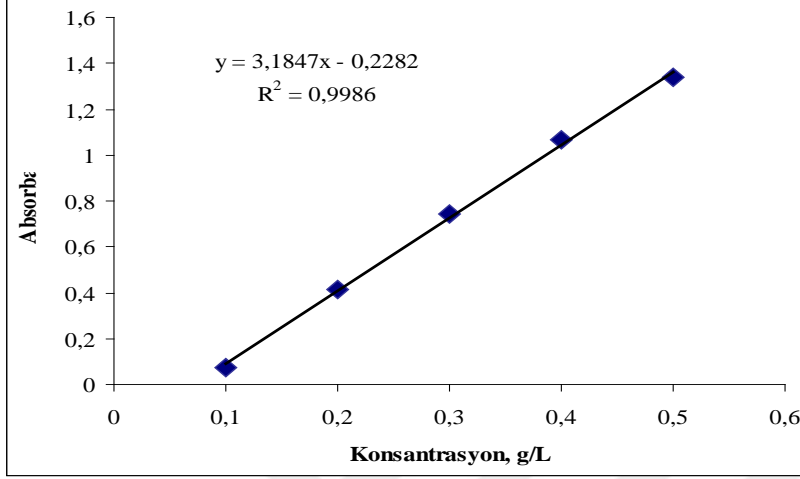
Mekanik öğütmeden elde edilen numunelere % 1-5 (w/v) arasında değişen farklı derişimlerde NaOH ilave edilerek 24 saat 60°C'de ön işlem uygulanmıştır [15].

3.2. DNS Metodu ile İndirgen Şeker Analizi

Dinitrosalisik asit (DNS) metodu glikoz indirgen şeker tayini için kullanılmıştır. DNS metodunda 10 g dinitrosalisik asit, 2 g fenol, 0,5 g sodyum sülfid ve 10 g sodyum hidroksit kimyasal maddelerinin 1 L deiyonize suya tamamlanması ile oluşturulan dinitrosalisik asidin %1' lik çözeltisi ve potasyum tartaratın %40' lik çözeltisi (Rachelle çözeltisi) kullanılmış ve yöntem aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilmiştir.

1. Fiziksel işlemlerden geçirilen katı numune sıvı faza alınarak 10 mL' lik numuneler alınmış ve santrifüj tüplerine aktarılmıştır.
2. Santrifüj tüplerindeki numuneler katı partiköllerin çöktürölmesi amacı ile 4°C' de 6000 rpm'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir.
3. Santrifüj edilen tüplerdeki numunelerin üst fazlarından 3'er mL' lik numuneler alınmış ve her tüpe 3 mL dinitrosalisik asit çözeltisi ilave edilmiştir.
4. Ortamlarda renkli kompleksin oluşması için cam tüplerdeki numuneler 90°C' lik su banyosunda 15 dakika süreliğine beklemeye bırakılmıştır.
5. Tüplerdeki numunelerde oluşan rengin sabitlemesi amacıyla 1 mL Rachelle tuzu ilave edilerek oda sıcaklığında 15 dakika soğumaya bırakılmıştır.
6. Oda sıcaklığına gelen numunelerin spektrofotometrede, 575 nm' de absorbansı okunmuştur. Okunan absorbans değerleri oluşturulan glikoz standart eğrisi yardımıyla glikoz cinsinden konsantrasyonu saptanmıştır.

Glikoz standart eğrisi 0,5 g/L' lik glikoz çözeltisinin 0,1 g/L, 0,2 g/L, 0,3 g/L, 0,4 g/L, 0,5g/L, konsantrasyonlarındaki seyreltilmiş çözeltilerinin 3 mL' lik 3 tekrar numunelerine DNS metodunun uygulanması ve 575 nm' de spektrofotometrede absorbans değerlerinin okunması ile belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. DNS metodu glikoz standart eğrisi.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

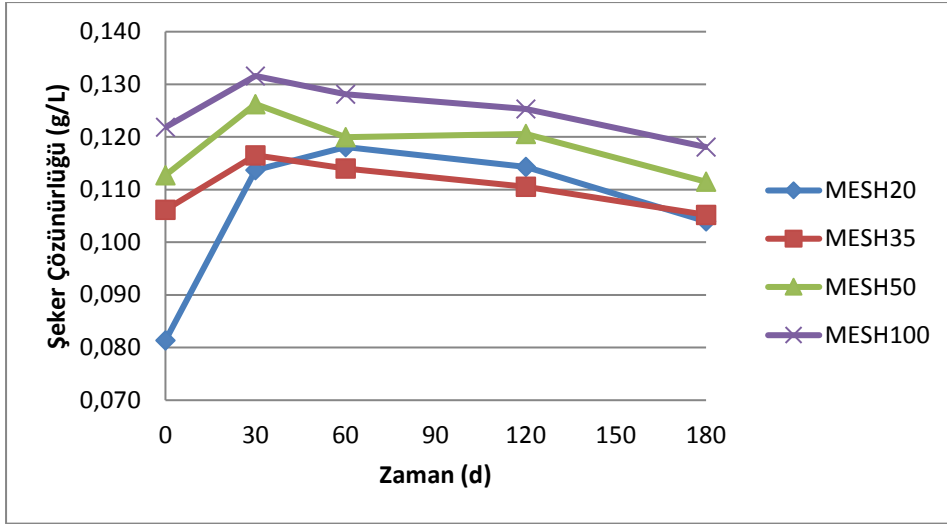
4.1. Bulgular

4.1.1. Boyutların Şeker Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Yaprak ayasından ayrılan yaprak sapları öğütülerek 4 farklı boyuta (20-35-50-100 mesh) göre sınıflandırılarak şekerleşmeye olan etkisi incelenmiştir. Şekerleşmeye ilişkin veriler ve standart sapma sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. İşlemin başladığı T0 anından itibaren belirli zaman aralıklarında toplam 180 dakika süren (T180) çalışmada materyalde mevcut şekerin distile suya geçişi üç tekrarlı olarak izlenmiştir.

Tablo 4.1. Farklı boyutlarda palmye sapının distile suda zamana karşı şeker çözünürlüğü (g/L).

Süre (dakika)	Elek Boyutu (Mesh)	Şeker Çözünürlüğü (g/L)	Std. Sap.
T0	20	0.081	± 0.005
	35	0.106	± 0.003
	50	0.113	± 0.002
	100	0.122	± 0.003
T30	20	0.114	± 0.005
	35	0.117	± 0.003
	50	0.126	± 0.003
	100	0.132	± 0.002
T60	20	0.118	± 0.002
	35	0.114	± 0.001
	50	0.120	± 0.001
	100	0.128	± 0.002
T120	20	0.114	± 0.003
	35	0.111	± 0.001
	50	0.121	± 0.002
	100	0.125	± 0.000
T180	20	0.104	± 0.002
	35	0.105	± 0.002
	50	0.111	± 0.001
	100	0.118	± 0.002



Şekil 4.1. Distile su içeren ortamda farklı tane boyutlarında zamana bağlı şeker değişimi (g/L).

Distile suyun farklı tane boyutlarında (Mesh 20-35-50-100) farklı zaman aralıklarında (0-180 dakika) şeker çözünürlüklerinin karşılaştırılmasında ilk 30 dakika içerisinde şeker çözünürlüğünde artış görülmüş ve bu artış en fazla 20 mesh elek üstü örneklerde gerçekleşmiştir (Tablo 4.1). Farklı elek boyutlarının ilk ölçüm anındaki şeker çözünürlükleri incelendiğinde 100 Mesh üstü örneklerin en yüksek çözünürlüğe sahip olduğu ve sıralamanın büyükten küçüğe doğru 100 > 50 > 35 > 20 şeklinde olduğu görülmüştür (Şekil 4.1). Çalışmanın sonraki aşamalarında işlem yapılacak Mesh boyutunun belirlenmesi için yapılan değerlendirmeler ışığında 100 Mesh ile 50 Mesh de çözünen şeker miktarı yönünden birbirine yakın diğerlerinden fazla değerlere sahip oldukları görülmüştür. 100 Mesh örneklerde ilk 30 dakika içinde 50 Mesh örneklerden daha fazla çözünme gerçekleştirilmesine karşın, değerlerin birbirine yakın bulunması, çalışmada 100 Mesh örneklerinin sulu ortamdan alınmasında yaşanan güçlükler ve bu örneklerin elde edilmesinde kullanılan yöntemde harcanan enerji de göz önüne alınarak çalışmaya 50 Mesh ile devam edilmesine karar verilmiştir.

4.1.2. Sıcaklığın Şeker Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Yaprak sapında yapılan sıcaklık çalışmalarında 3 farklı sıcaklık (40-60-70°C) kullanılmıştır.

4.1.2.1. Yaprak Sapı Üzerine 40°C Sıcaklıkta Yapılan Çalışmalar

Çalışmanın bu aşamasında 1 g/L öğütülmüş ve elenmiş (50 mesh) palmye sapı kullanılmıştır.

Örnekler 100 mL hacimde üç farklı ortama eklenerek farklı zaman aralıklarında redükte şeker oluşumlarına bakılmıştır. Çalışma 40°C de yapılmıştır (Tablo 4.2).

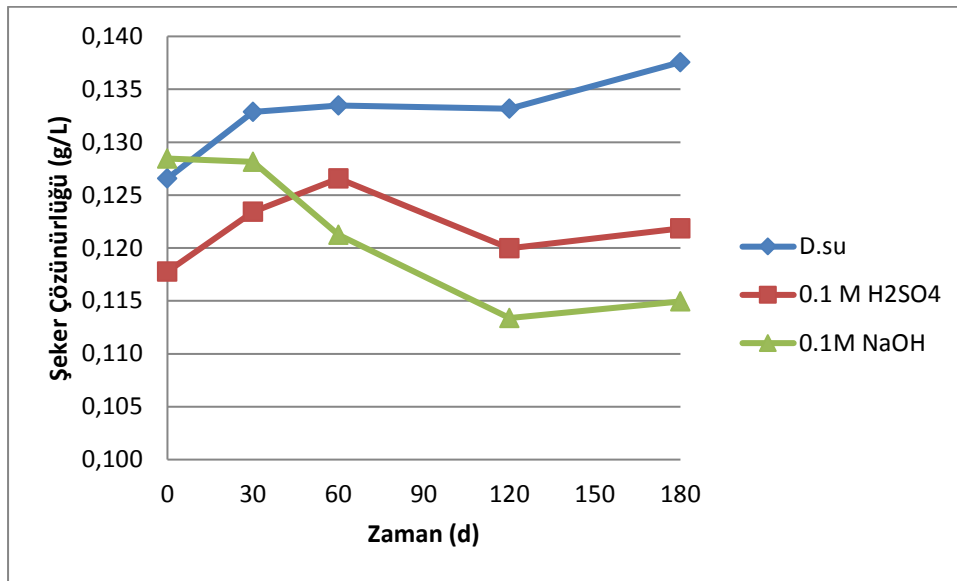
Tablo.4.2. Yaprak sapında 40°C sıcaklığın etkileri çalışma koşulları.

Basınç	---
Süre	0, 30, 60, 120, 180dk
Hacim	100 mL
Partikül Büyüklüğü	50 mesh
Numune Türü	Palmiye sapı
Çözücü	d.su/0.1M NaOH/0.1M H ₂ SO ₄
Sıcaklık	40 °C
Kullanılan numune miktarı	1 g/L

Yaprak sapı örneklerinin 40°C sıcaklıkta farklı çözücülerle muamele edildiğinde en yüksek şekerleşme değerinin 0.1 M NaOH ve en düşük değerinin 0.1 M H₂SO₄' te olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3) . Şekerleşmenin zamana bağlı olarak azaldığı saptanmış ve her üç çözücü için en uygun sürenin 30 ve 60. dakikalar olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2).

Tablo.4.3. Palmiye sapından 40°C'de şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi.

Süre (dakika)	Şekerleşme (g/L)		
	Distile su	0,1 M H ₂ SO ₄	0,1M NaOH
0	0.127	0.118	0.128
30	0.133	0.123	0.128
60	0.133	0.127	0.121
120	0.133	0.120	0.113
180	0.138	0.122	0.115



Şekil 4.2. Palmiye sapından şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi (40°C, 50 mesh).

4.1.2.2. Yaprak Sapı Üzerine 60°C Sıcaklıkta Yapılan Çalışmalar

Çalışmanın bu aşamasında 1 g/L öğütülmüş ve elenmiş (50 mesh) palmiye sapı kullanılmıştır. Örnekler 100 mL hacimde üç farklı ortama eklenerek farklı zaman aralıklarında redükte şeker oluşumlarına bakılmıştır. Çalışma 60°C de yapılmıştır (Tablo 4.4).

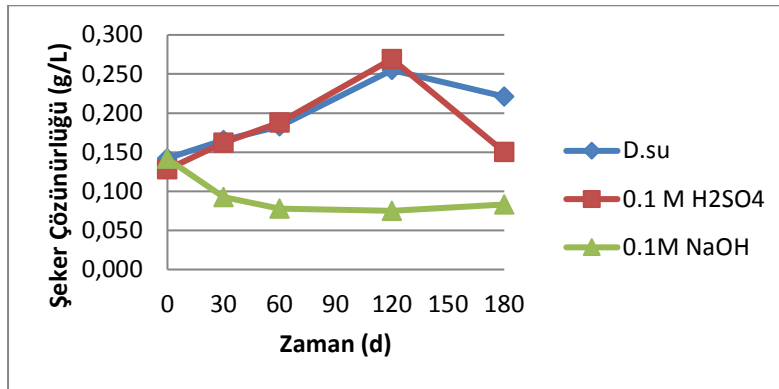
Tablo.4.4. Yaprak sapında 60°C'de sıcaklığın etkileri çalışma koşulları.

Basınç	----
Süre	0,30,60,120,180dk
Hacim	100 mL
Partikül Büyüklüğü	50 mesh
Numune Türü	Palmiye sapı
Çözücü	d.su/0.1M NaOH/0.1M H ₂ SO ₄
Sıcaklık	60°C
Kullanılan numune miktarı	1 g/L

Yaprak sapının 60°C sıcaklıkta şekerleşme sonuçları NaOH içeren ortamların etkili olmadığı saptanmıştır. Distile su ve H₂SO₄ içeren ortamlarda çözünürlüğün 120 dakika boyunca arttığı ve ardından azaldığı bulunmuştur (Tablo 4.5). Şekerleşmede en yüksek değer 0.269 g/L olarak 120. dakikada H₂SO₄ içeren ortamlarda gerçekleşmiştir. Bu sıcaklıkta gerçekleşen şekerleşmenin 40°C ile yapılan çalışmalardan yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca sıcaklık artışının NaOH içeren ortamlarda şekerleşme üzerine negatif etki oluşturduğu saptanmıştır (Şekil 4.3).

Tablo 4.5 Palmiye sapından 60 °C'de şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi.

Süre (Dakika)	Şekerleşme (g/L)		
	D.su	0,1 M H ₂ SO ₄	0,1M NaOH
T0	0.142	0.128	0.142
T30	0.166	0.162	0.093
T60	0.183	0.188	0.078
T120	0.255	0.269	0.075
T180	0.221	0.150	0.083



Şekil 4.3. Palmiye sapından şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi (60°C, 50 mesh üstü).

4.1.2.3. Yaprak Sapı Üzerine 70°C Sıcaklıkta Yapılan Çalışmalar

Çalışmanın bu aşamasında 1 g/L öğütülmüş ve elenmiş (50 mesh) palmiye sapı kullanılmıştır. Örnekler 100 mL hacimde üç farklı ortama eklenerek farklı zaman aralıklarında redukte şeker oluşumlarına bakılmıştır. Çalışma 70°C de yapılmıştır (Tablo 4.6).

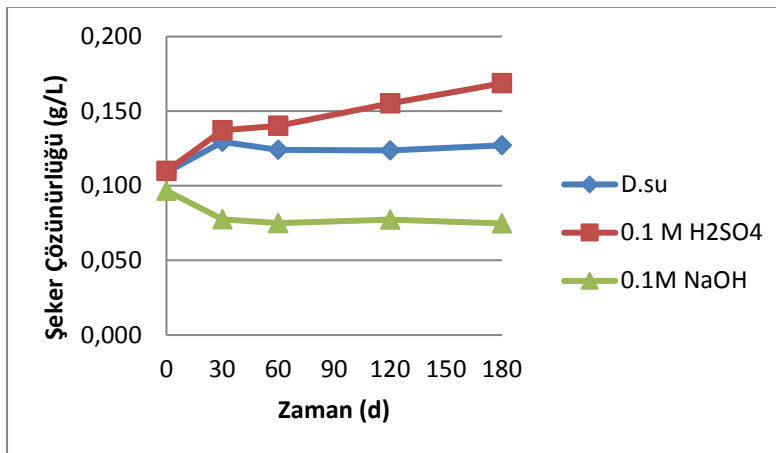
Tablo.4.6. Yaprak sapında 70°C'de sıcaklığın etkileri çalışma koşulları.

Basınç	----
Süre	0, 30, 60, 120, 180 dk
Hacim	100 mL
Partikül Büyüklüğü	50 mesh
Numune Türü	Palmiye sapı
Çözücü	d.su/0.1M NaOH/0.1M H ₂ SO ₄
Sıcaklık	70°C
Kullanılan numune miktarı	1 g/L

Yaprak sapında 70°C sıcaklıkta 0.1 M NaOH, distile su ve 0.1 M H₂SO₄ ortamında çözünen şeker değerlerinin birbirine yakın olduğu ve 40°C ve 60°C sıcaklıktan düşük olduğu saptanmıştır (Tablo 4.7). Zamana bağlı olarak bazda şekerleşmenin 40°C ve 60°C sıcaklıkta olduğu gibi azaldığı, distile su ve asitte ise arttığı görülmüştür. Distile suda 30. dakikadan sonra şekerleşmenin sabit kaldığı asitte ise artışın 180. dakikaya kadar sürekli olarak devam ettiği bulunmuştur (Şekil 4.4).

Tablo.4.7. Palmiye sapından 70°C'de şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi.

Süre (dakika)	Şekerleşme (g/L)		
	D.su	0,1 M H ₂ SO ₄	0,1M NaOH
T0	0.109	0.110	0.097
T30	0.129	0.137	0.078
T60	0.124	0.140	0.075
T120	0.124	0.155	0.077
T180	0.127	0.169	0.075



Şekil 4.4. Palmiye sapından şeker elde edilmesinde farklı çözücülerin etkisi (70°C, 50 mesh).

Çalışmaya sıcaklığın etkisi genel olarak değerlendirildiğinde ilk ölçüm zamanına göre en yüksek şekerleşmenin 60°C sıcaklıkta 0.142 g/L değeri ile distile su ve bazda gerçekleştiği görülmüştür. Bütün sıcaklık değerlerinde şekerleşmenin NaOH içeren ortamlarda gerçekleşmediği bulunmuştur. En yüksek şekerleşme 60°C sıcaklıkta 120. dakikada distile su içeren ortamlarda 0.255 g/L ve H₂SO₄ asit çözeltisi içinde 0.269 g/L olarak kaydedilmiştir. Şekerleşmenin arttırabilmesi amacı ile basınç altında çalışmalara devam edilmiş ve baz ile ilgili çalışmalar yapılmamıştır.

4.1.3. Basıncın Şeker Çözünürlüğüne Olan Etkisi

4.1.3.1. Distile Su İçeren Ortamda Şeker Çözünürlüğü

Çalışmanın bu aşamasında farklı konsantrasyonlarda öğütülmüş ve elenmiş (50 mesh) palmiye sapı kullanılmıştır (Tablo 4.8). Örnekler 100 mL hacimde distile su içeren ortama eklenerek farklı zaman aralıklarında redükte şeker oluşumlarına bakılmıştır. Çalışma basınç altında ve 121°C de yapılmıştır.

Tablo.4.8. Basıncın distile su ortamında yaprak sapında şekerleşmeye olan etkisi.

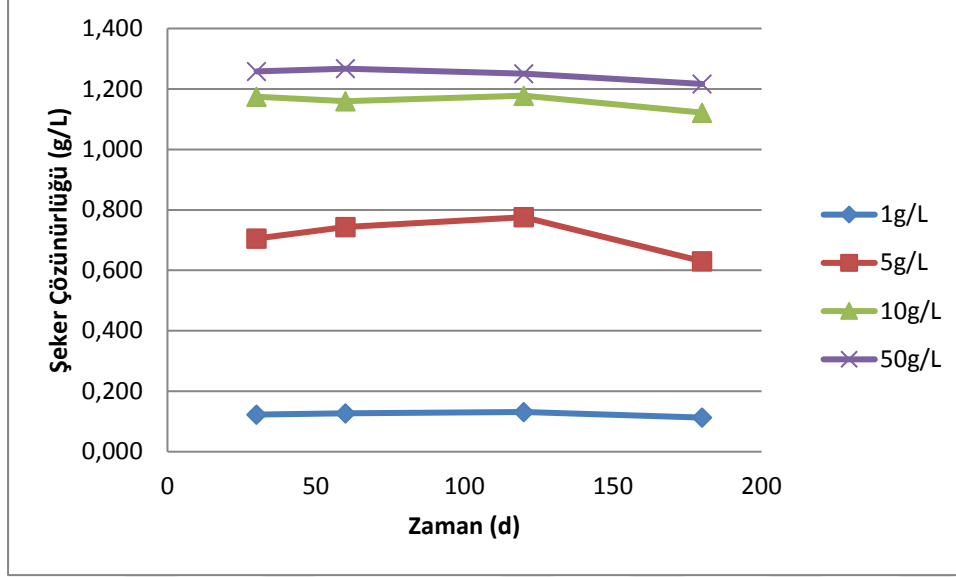
Basınç	1,2 atm (otoklav)
Süre	30, 60, 120, 180 dk
Hacim	100 mL d.su
Partikül Büyüklüğü	50 mesh
Numune Türü	Palmiye sapı
Çözücü	Distile su
Sıcaklık	121°C
Kullanılan numune miktarı	1-5-10-50 g/L

Öğütülmüş (50 mesh) palmiye sapı konsantrasyonunun artması ile şeker konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır. En yüksek değerler her bir palmiye sapı konsantrasyonu için 60-120. dakikalar arasında elde edilmiş ve ardından düşüşler saptanmıştır (Tablo 4.9). Ancak çalışmanın ilk 30 dakikasından sonra süreye bağlı artışlar ihmal edilebilecek oranda düşük gerçekleşmiştir (Şekil 4.5). Bu çalışmada artan palmiye sapı konsantrasyonunun şekerleşmeyi arttırdığı bulunmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.9. Basıncın distile su ortamında palmiye sapının şekerleşmesi üzerine etkisi.

Süre (dakika)	Şekerleşme (g/L)			
	1 g/L	5 g/L	10 g/L	50 g/L
T30	0.123	0.705	1.175	1.258
T60	0.128	0.743	1.159	1.267

T120	0.131	0.776	1.178	1.251
T180	0.113	0.630	1.122	1.217



Şekil 4.5. Distile su ortamında Palmiye sapından şeker elde edilmesinde basınç (1.2 atm) ve sürenin etkisi (g/L).

Basıncılı ortamda 30 dakika sonunda 0.123 g/L değerine ulaşılmıştır. Bu değer 40°C sıcaklıkta 0.133 g/L, 60°C sıcaklıkta 0.166 g/L ve 70°C sıcaklıkta 0.129 g/L değerlerine ulaşılmıştır. Distile suda sıcaklıkla değişen çözünen şeker değerlerinin ilk ölçüm değerine göre basınçtan (1.2 atm-121°C) daha yüksek olduğu görülmüştür. Basıncı (1.2 atm-121°C) ölçülen en yüksek çözünen şeker derişim değerinin 120 dakikada 0.131 g/L olarak ölçülmesine karşın (Tablo 4.9) en yüksek çözünen şeker miktarına 60°C sıcaklıkta 120. dakikada 0.255 g/L değeri ile ulaşıldığı görülmektedir. Örnek miktarının artması ile şekerleşmenin arttığı ve en yüksek değere 50 g/L içeren ortamlarda (1.267 g/L) ulaşıldığı saptanmıştır.

4.1.3.2. H₂SO₄ (0,1 M) İçeren Ortamda Şeker Çözünürlüğü

Çalışmanın bu aşamasında farklı konsantrasyonlarda öğütülmüş ve elenmiş (50 mesh) palmiye sapı kullanılmıştır (Tablo 4.10). Örnekler 100 mL hacimde H₂SO₄ (0,1 M) içeren ortama eklenerek farklı zaman aralıklarında redükte şeker oluşumlarına bakılmıştır. Çalışma basınç altında ve 121°C de yapılmıştır.

Tablo.4.10. Basıncın H₂SO₄ (0,1 M) ortamında yaprak sapında şeker çözünürlüğüne etkisi ortam şartları.

Basınç	1,2 atm (otoklav)
Süre	0, 30, 60, 120, 180 dk
Hacim	100 mL d.su
Partikül Büyüklüğü	50 mesh
Numune Türü	Palmiye sapı
Çözücü	H ₂ SO ₄ (0,1 M)

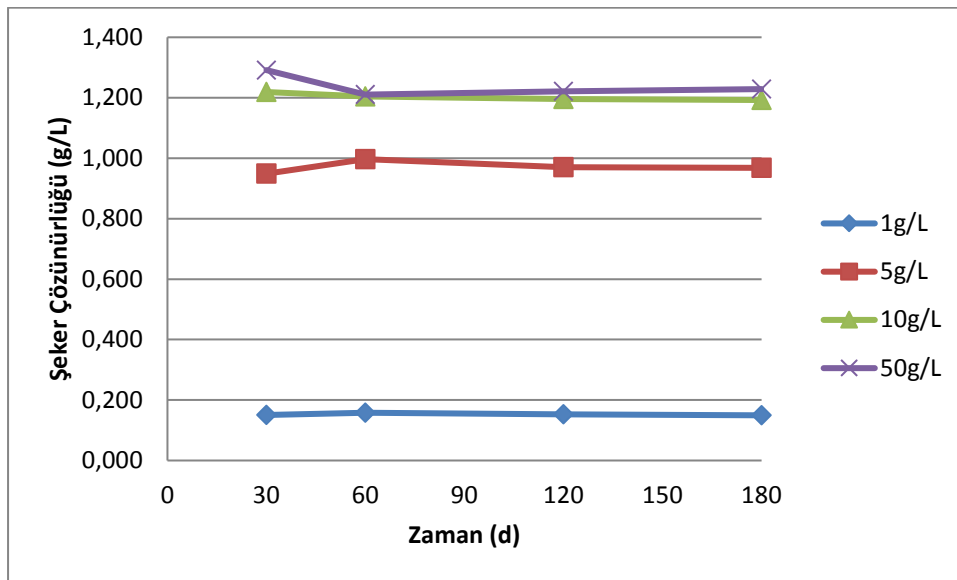
Sıcaklık	121°C
Kullanılan numune miktarı	1-5-10-50g/L

Öğütülmüş (50 mesh) palmye sapı konsantrasyonunun artması ile şeker konsantrasyonunun arttığı bulunmuştur. En yüksek değerler 30-60. dakikalar arasında gerçekleşmiş ve ardından düşüşler saptanmıştır (Tablo 4.11). Ancak çalışmanın ilk 30 dakikasından sonra süreye bağlı artışlar ihmal edilebilecek oranda düşük gerçekleşmiştir (Şekil 4.6).

Basınç (1.2 atm-121°C) ve sıcaklığın (40-60-70°C) H₂SO₄ (0,1 M) çözeltisi üzerinden yapılan karşılaştırılmasında elde edilen veriler ışığında şu sonuçlara varılmıştır. Basıncı ortamda 30. Dakikada yapılan ölçümde 0.151 g/L değerine ulaşılmıştır. Bu değer 40°C sıcaklıkta 0.123 g/L, 60°C sıcaklıkta 0.188 g/L ve 70°C sıcaklıkta 0.137 g/L değerlerine ulaşılmıştır. H₂SO₄ 0,1 M sıcaklıkla değişen çözünen şeker değerlerinin ilk ölçüm değerine göre 40°C ve 70°C de basınçtan (1.2 atm-121°C) daha düşük olduğu 60°C ise daha yüksek olduğu görülmüştür. Basıncı (1.2 atm-121°C) ölçülen en yüksek çözünen şeker derişim değerinin 120 dakikada 0.158 g/L olarak ölçülmesine karşın (Tablo 4.11) en yüksek çözünen şeker miktarına 60°C sıcaklıkta 120. dakikada 0.269 g/L değeri ile ulaşıldığı görülmektedir (Tablo 4.5).

Tablo.4.11. Sülfürik asit ortamında palmye sapından şeker elde edilmesinde basınç (1.2 atm) ve sürenin etkisi (g/L).

Süre (dakika)	Şekerleşme (g/L)			
	1 g/L	5 g/L	10 g/L	50 g/L
T30	0.151	0.949	1.219	1.291
T60	0.158	0.997	1.205	1.210
T120	0.152	0.970	1.196	1.222
T180	0.149	0.968	1.193	1.228



Şekil 4.6 Sülfürik asit ortamında Palmiye sapından şeker elde edilmesinde basınç (1.2 atm) ve sürenin etkisi (g/L).

Basıncılı ortamda yapılan çalışmanın genel değerlendirmesi sonucunda palmiye sapı konsantrasyonunun artması ile şeker konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır (Tablo 4.11). Distile suda olduğu gibi numune miktarının artması ile şekerleşmenin arttığı ve en yüksek değere 50 g/L içeren ortamlarda (1.291 g/L) ulaşıldığı saptanmıştır. (Şekil 4.6).

4.2. Tartışma

Bu çalışmada palmiye bitkisinin (*Washingtonia spp.*) yaprak sapının sakkarifikasyonuna fiziksel ve kimyasal ön işlemlerin etkisi ile boyut, temas süresi, sıcaklık, basınç, çözücü gibi faktörlerin şekerleşme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Basınç altında asit ön işlemlerin şeker çözünürlüğüne etkisi distile su ve NaOH ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmada distile suyun çözücü olarak kullanıldığı deneylerde elde edilen şeker değerleri palmiye sapının çözünebilen şeker içerdiğini göstermiştir. Bu sonuç Kosugi ve ark. (2010) tarafından rapor edilmiş ve kesilmiş hurma gövdelerinden elde edilen öz suyunun yüksek oranda glukoz içerdiği bildirilmiştir [26].

Wang ve ark. (2013) hasattan sonra tarlada bırakılan mısır bitkisinin yaprak, sap ve koçanlarından oluşan atıklarda yaptıkları çalışmada asit, alkali ön işlemler ile asit-alkali ön işlemler gerçekleştirmişlerdir. Muamele edilmemiş mısır atıklarının glukan içeriği % 35.38 olarak bulunurken seyreltilmiş asit ön işleminden geçirildikten sonra % 44.14, alkali ön işleminden geçirildikten sonra % 53.92 ve asit-alkalin iki aşamalı ön işleminden geçirildikten sonra %61.53'e ulaştığı rapor edilmiştir. En yüksek değer asit-alkali iki aşamalı ön işleminden sonra elde edilmiştir [46].

Hernandez ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada *Moringa oleifera* bitkisinin meyve kabuklarının seyreltik H₂SO₄ ile ön işlemini incelemişlerdir. 130-190°C sıcaklıklarda, 10-30 dakika boyunca polisakaritlerin geri kazanımı ve selülozun enzimatik hidroliz hızı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Genel selüloz geri kazanımı, 130 ve 160°C'de yapılan ön işlemlerde % 95'in üzerinde ve 190°C'deki ön işlemlerde % 87-90 arasında değişiklik göstermiştir. Asit prehidrolizatlardaki en yüksek şeker konsantrasyonuna (15.0 g/L) 160°C'de ve 20. dakikada gerçekleştirilen ön işlemlerle ulaşıldığı bildirilmiştir [47].

Hoşgün ve Bozan (2017) yaptıkları çalışmada fındık kabuklarından enzimatik hidroliz ile glikoz üretimi için, düşük sıcaklık kısa zaman alkali ön işlemi uygulanmıştır. Çalışılan alkaliler içinde enzimatik hidroliz verimi ve lignin giderimi açısından sodyum hidroksitin etkili olduğu görülmüştür. Çalışılan koşullarda glikoz verimi ve enerji bakımından en uygun ön işlem koşulunun %2.25 NaOH, 60°C, 30 dakika, 1/10 (w/v) oranında olduğu sonucuna varılmıştır [48].

Silverstein ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, pamuk saplarından etanol üretiminde %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonlarda (w/v) H₂SO₄, NaOH ve H₂O₂ ve ozon önışlemlerinin etkisini araştırmışlardır. 15 psi 'de 90°C ve 120°C sıcaklıklarda 30, 60 ve 90 dakikalık sürelerde %2 NaOH ile yapılan ön işlemde (90 dk, 121°C/15psi) selüloz %60,8 oranında parçalandığı rapor edilmiştir [49].

Kim ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada palmye meyvesinin salkım saplarını (EPFBF) sırasıyla seyreltik asit ve ardından alkali ile ön işlemde geçirildiği bir yöntem geliştirmiştir. Seyreltik H₂SO₄ yalnız başına kullanıldığında hemiselülozun % 90'ını ve ligninin % 32' sini parçalayabilmiştir. NaOH yalnız uygulandığında ise % 70'lik lignin delignifikasyon verimi sağlarken EPFBF'nin fibrillerini kısmen bozmuştur. H₂SO₄ ve NaOH ardışık uygulandığında ise kalan biyokütlenin %82'i selüloz, % 1'den az hemiselüloz ve % 30'dan kısmının ise lignin içeriğinden oluştuğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar bu kaynağın yeni bir biyokütle olarak geniş ölçüde faydalı olabileceğini ifade etmişlerdir [50].

Li ve ark. (2004) yaptıkları çalışmalarda, mısır sapında %2 seyreltik NaOH+irradiasyon (500 kGy) muamelesinin NaOH ön muamelesine (verim %43) nazaran verimi %20 oranında artırdığı gözlemlenmiştir [51].

Onsoy ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise yer elmasından biyoetanol üretimi için asit hidrolizi ön hazırlık işlemi olarak gerçekleştirilmiştir. En yüksek indirgen şeker miktarı 80°C'de H₂SO₄ varlığında elde edilmiştir [52].

Xu ve Hanna (2010) ise kurutulmuş mısır kullanarak yaptığı çalışmada optimum ön hazırlık işlem değerlerini % 3.2 (w/v) asit konsantrasyonu, 112°C'de 84.5 dakika reaksiyon sıcaklığı olarak belirlemişlerdir. Elde edilen ksiloz verimi 267.3 mg/g kuru madde, arabinoz verimi 121.2 mg/g kuru madde ve glukoz verimi ise 46.3 mg/g kuru madde olarak bulmuşlardır [52].

Moe ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada Çam odununun optimum kristalleşme koşullarının maksimum verimi için 64 g şeker/100 g kuru odun, 28-40°C sıcaklık, % 70-74 H₂SO₄ konsantrasyonunda olduğu görülürken, Kavak odunu için yaklaşık ağırlık 56g şeker/100g kuru odun, 30-40°C sıcaklıkta ve % 65-69 H₂SO₄ konsantrasyonunda gerçekleştiği görülmüştür [53].

Chiesa ve Gnansounou (2014) yaptıkları çalışmada meyve kabuklarından biyoetanol üretiminde ön hazırlık işlemi olarak 161°C, 9 dakika, % 1.5 H₂SO₄ kullanmışlardır ve indirgen şeker verimi % 85'e kadar arttırabilmişlerdir [52].

Uçar ve Balaban (2003) yaptıkları çalışmada polisakkaritlerin klasik hidroliz yönteminde olduğu gibi selüloz örneği; otoklavda 120°C 'de %72'lik H₂SO₄ ile işleme tabi tutmak yerine, daha düşük basınçta, %77'lik H₂SO₄ ile muamele edilmiştir. Modifiye hidroliz yöntemi ile selülozik materyalin hidrolizinin küçük kayıplarla (Glikoz, 1,07; Manno, 1,09; Galaktoz, 1,10; Ksiloz, 1,09; Arabinoz, 1,08) gerçekleşmesi sağlamışlardır [54].

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada şekerin Palmiye sapında (*Washingtonia spp.*) fiziksel ve kimyasal ön işlemler ile elde edilmesi araştırılmıştır. Fiziksel ve kimyasal ön işlemler ayrı ve bir arada olduğu durumlar için şekerleştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hammadde olarak palmiye sapı kullanılmış ve boyut, temas süresi, sıcaklık, basınç, distile su, asit, baz gibi faktörlerin şekerleşme üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonunda 4 farklı boyuttan (20-35-50-100 mesh) 100 mesh boyuta sahip örneklerde yüksek şeker konsantrasyonuna ulaşılmıştır. Farklı sıcaklıkların gerçekleştirilen deneylerde en yüksek şekerleşme 60°C sıcaklıkta 120. dakikada distile su içeren ortamlarda 0.255 g/L ve H₂SO₄ asit çözeltisi içinde 0.269 g/L olarak kaydedilmiştir. Bazik ortamların şekerleşme üzerine etkisi olmamıştır. Basınç altında 0.1 M H₂SO₄ içeren ortamlarda yapılan çalışmalarda şekerleşme oranı 1.291 g/L ve distile su içeren ortamlarda 1.267 g/L seviyelerine ulaşmıştır.

KAYNAKLAR

- [1]. Çıtak, S., Sönmez, S., Öktüren, F., (2010). Bitkisel kökenli atıkların tarımda kullanılabilme olanakları. <http://www.derim.com.tr/download/article-file/52937>
- [2]. Üçgül, İ., Akgül, G., (2010). Biyokütle teknolojisi. Yekarum Dergisi, 1 (1), 3-11. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/204132>
- [3]. Şahin, H. T., Arslan, M. B., Cengiz, M., (2013). Lignoselülozik maddelerin asit hidrolizi. https://makinecim.com/bilgi_7873_ligno-selulozik-maddelerin-asit-hidrolizi-
- [4]. Coşkun, A. (2006). Dünya ve Türkiye'deki palmyeler, ekolojik özellikleri ile İzmir ve Çeşme kullanımları üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- [5]. Uzun G., Söğüt Z., (1998). Palmyeler Ve Peyzaj Mimarlığında Kullanımı. Çukurova Üniversitesi, 109-110.
- [6]. Garden World, 13 Nisan 2019 tarihinde <https://www.gardenworld.in/washingtonia/> adresinden erişildi.
- [7]. Doğa ve peyzaj, 13 Nisan 2019 tarihinde <http://www.naturepaysage.fr/catalogue/p/palmier-2/> adresinden erişildi.
- [8]. Houghton Mifflin Company, (2000). American Heritage College Dictionary-Third Edition, Boston/New York, 1630 p.
- [9]. Kosugi, A., Tanaka, R., Magara, K., Murata, Y., (2010). Ethanol and lactic acid production using sap squeezed from old palm trunks felled for replanting. Journal of Bioscience and Bioengineering, vol 110 ,322-325.
- [10]. Food and agriculture organization of the united nations 15 Nisan 2019 tarihinde <http://www.fao.org/3/X0451E/X0451e03.htm> adresinden erişildi.
- [11]. The university of arizona 15 Nisan 2019 tarihinde <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/palms.gif> adresinden erişildi.
- [12]. Palmiye merkezi. 15 Nisan 2019 tarihinde <http://www.palmiyemerkezi.com/images/palmiyeler.jpg> adresinden erişildi.
- [13]. Esener, R., (1999). Palmyeler, Ümit Yayıncılık Ltd. Şti., Ankara, 80s.
- [14]. Palmiye bilgi arşivi. 16 Nisan 2019 tarihinde <http://monopalmiye.blogspot.com/search/label/T%C3%BCrkiye'deki%20palmiye%20t%C3%BCrleri...> adresinden ulaşıldı.
- [15]. Palm pedia 16 Nisan 2019 tarihinde http://www.palmpedia.net/wiki/Verschaffeltia_splendida adresinden erişildi.

- [16]. Fairchild tropical botanic garden, 16 Nisan 2019 tarihinde https://www.fairchildgarden.org/palmguide/image.php?image=88539B_2004101462874 adresinden erişildi.
- [17]. Plantapalm , 17 Nisan 2019 tarihinde http://plantapalm.com/vpe/photos/Species/Pics/bactris_gasipaes_trunk adresinden erişildi.
- [18]. 18 Nisan 2019 tarihinde http://www.palmtreepages.com/results_detail.cfm?id=8748 adresinden erişildi.
- [19]. Washingtonia robusta, 18 Nisan 2019 tarihinde https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Washingtonia_robusta_1.jpg adresinden erişildi.
- [20]. Paradise palms, 13 Nisan 2019 tarihinde <http://www.paradisepalmsnc.com/north-carolina-palm-trees/sabal-palmetto-palm/> adresinden erişildi.
- [21]. Garden Traveller 13 Nisan 2019 tarihinde <https://www.flickr.com/photos/garden-traveller/17030847346> adresinden erişildi.
- [22]. PACSOA Palms and Cycads wiki 15 Nisan 2019 tarihinde http://www.pacsoa.org.au/w/index.php?title=Syagrus_romanzoffiana adresinden erişildi.
- [23]. Fairchild tropical botanic garden, 16 Nisan 2019 tarihinde https://www.fairchildgarden.org/palmguide/image.php?image=88539B_2004101462874 adresinden erişildi.
- [24]. Yamada,H., Tanaka,R., Sulaiman, O., Hashim,R., Hamid, Z.A.A., Yahya, M.K.A., Kosugi, A., Arai,T., Murata, Y., Nirasawa, S., Yamamoto, K., Ohara, S., (2010). *Old oil palm trunk: A promising source of sugars for bioethanol production*. Biomass and Bioenergy, Cilt 34, 1608-1613.
- [25]. Imededdine, A. N., (2011). Washingtonia filifera'nın özellikleri ve bileşimi (Linden ex Andre) H. Wendl. *Tohum ve tohum yağı*. Gıda kimyası, Vol 126, 197-202.
- [26]. Kosugi, A., Tanaka, R., Magara, K., Murata, Y., Arai, A., Sulaiman et.al. (2010). *Ethanol and lactic acid production using sap squeezed from old palm trunks felled for replanting*, Journal of Bioscience and Bioengineering, vol 110 ,322-325.
- [27]. Boonsawang, P., Youravong, W., (2017). *Sustainability issues, challenges and controversies surrounding the palm oil industry*. Thailand: Chichester.
- [28]. Singhal, R.S., (2008). *Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products*. Carbohydrate Polymers, Vol 72, 1-20.
- [29]. Mazmançı, M.A., (2011). *Ethanol production from Washingtonia robusta fruits by using commercial yeast*, African Journal of Biotechnology, Vol. 10(1), pp. 48-53.
- [30]. Gutierrez, L., Sanchez, O.J., Cardona, C.A., (2009). *Process integration possibilities for biodiesel production from palm oil using ethanol obtained from lignocellulosic residues of oil palm industry*, Bioresource Technology, Vol 100 1227-1237.
- [31]. Chin, K.L., Go, W.Z., Wong, W.Z. et. al. (2013), *Optimization of torrefaction conditions for high energy density solid biofuel from oil palm biomass and fast growing species available in Malaysia*. Industrial Crops and Products, Vol 49, 768-774.

- [32]. Chiew, Y.L., Iwata, T., Shimada, S., (2011). *System analysis for effective use of palm oil waste as energy resources*, Biomass and Bioenergy, Vol 35, 2925-2935.
- [33]. Sumathi, S., Chai, S.P., Mohammed, A.R., (2008). *Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 12, 2404-2421.
- [34]. Meteoğlu, M., (2006). *Çeşitli biyokütle numunelerinin yanma özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [35]. Özçimen, D., (2007). *Çeşitli bitkisel atıkların karbonizasyon yoluyla değerlendirilmesi*. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [36]. Yılmaz, E., (2012). *Biyokütle yarıkoku-kömür karışımlarının yanma davranımlarının incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [37]. Kurt, G., Nacar Koçer, N., (2010). *Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi*. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Vol 26(3), 240-247.
- [38]. Tozoğlu, A., Şahin, H.İ., Bekar, İ., (2009). *Tarımsal atık bileşenlerinden kimyasal ve enerji üretiminde faydalanma*, 5. Uluslararası ileri teknolojiler sempozyumu, Karabük.
- [39]. Şahin, H.T., Arslan, M.B., Cengiz, M., (2001). *Lignoselülozik maddelerin asit hidrolizi*, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- [40]. Dubois M, Gilles KA, Hamilton J.K., (1956). Calorimetric method for determination of sugars and related substances, Anal. Chem. 28:350-356.
- [41]. Helm, R., (2001). *Wood chemistry, products and processes*, Virginia Polytechnic and State University, 3434 lecture notes (Unpublished).
- [42]. Young, R. A., (1992). *Wood and Wood Products*. In: Riegels Handbook of Industrial Chem. 9th ed. J.A. Kent, V.N. Reinhold (Eds), New York.
- [43]. Ertaş, M., Fidan, M.S., Alma, M.H., (2005). *Alternatif enerji kaynağı biyoetanolün üretimi ve önemi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- [44]. Çöpür, Y., Tozluoğlu, A., Özyürek, Ö., (2011). *Selülozik biyoetanol üretim teknolojisi*. Journal of Forestry, Washington, 7(1), 10-37.
- [45]. Fersiz, S., (2018). *Biyokütleden biyoetanol üretimi için uygulanan ön hazırlık işlemleri*. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, Vol 4(1), 56-62.
- [46]. Wang, H., Gao, H., Li, B., Mu, X., (2013). Acid-Alkaline Two-stage Pretreatments of Corn Stover for Enhancing Enzymatic Saccharification. Advanced Materials Research, Vols 724-725, 207-211.
- [47]. Hernandez, E., Garcia, A., Lopez, M., Puls, J., Parajo, J., Martin, C., (2013). Dilute sulphuric acid pretreatment and enzymatic hydrolysis of Moringa oleifera empty pods. Industrial Crops and Products, Vol. 44, 227-231.

- [48]. Hoşgün, E. Z., Bozan, B., (2017). Düşük sıcaklık düşük zaman alkali ön işlemlerinin fındık kabuğunun bileşimi ve enzimatik hidrolizi üzerine etkisinin incelenmesi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 32:2 (2017) 517-529.
- [49]. Silverstein, R.A. et all, (2007). A comparison of chemical pretreatment methods for improving saccharification of cotton stalks. Bioresource Technology, Vol. 98, Issue 16, 3000-3011.
- [50]. Kim, S. Et. all., (2012). Sequential acid-/alkali-pretreatment of empty palm fruit bunch fiber. Bioresource Technology, Vol. 109, 229-233.
- [51]. Çöpür, Y., Tozluoğlu, A., Özyürek, Ö., (2016). *Selülozik biyoetanol üretim teknolojisi*. Düzce Üniversitesi Ormanlık dergisi, Vol 7, Sayı 1, 10-37.
- [52]. Fersiz, S., (2018). *Biyokütleden biyoetanol üretimi için uygulanan ön hazırlık işlemleri*. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, Vol. 4(1), 56-62.
- [53]. Moe, S., Janga, K. et.al., (2012). Saccharification of lignocellulosic biomass for biofuel and biorefinery applications A renaissance for the concentrated acid hydrolysis?. Sciverse Science Drect, Energy Procedia 20, 50-58.
- [54]. Uçar, G., Balaban, M., (2003). Hydrolysis of Polysaccharides with 77% Sulfuric Acid for Quantitative Saccharification. Turk J Agric For 27, 361-365

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Soner YURTDAŞ
Doğum Tarihi : 16/12/1975
E-mail : soneryurtdas@hotmail.com

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Fen Fakültesi / Biyoloji Bölümü	Ege Üniversitesi	1999
Yüksek Lisans			
Doktora			

Görevler :

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Proje Uzmanı	Mersin Üniversitesi / Dış İlişkiler Koordinatörlüğü	2012-2019
Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı / Milli Eğitim Müdürlüğü Ar-Ge Birimi Proje Uzmanı	2009-2012
Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı / Biyoloji Öğretmenliği	2005-2009
Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı / Sınıf Öğretmenliği – Fen Bilgisi Öğretmenliği	2004-2005
Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı / Sınıf Öğretmenliği	2000-2004