

**ADİ FINDIK (*Corylus avellana* L.) ODUNUNUN KÂĞIT HAMURU ÜRETİMİNE
UYGUNLUĞU**

Ufuk ÖZGÜL

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
ŞUBAT 2014**

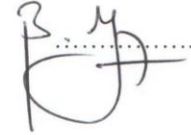
KABUL:

Ufuk ÖZGÜL tarafından hazırlanan “ADİ FINDIK (*Corylus avellana* L.) ODUNUNUN KÂĞIT HAMURU ÜRETİMİNE UYGUNLUĞU” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.
27/02/2014

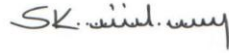
Başkan : Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER (BÜ)



Üye : Doç. Dr. Barbaros YAMAN (BÜ)

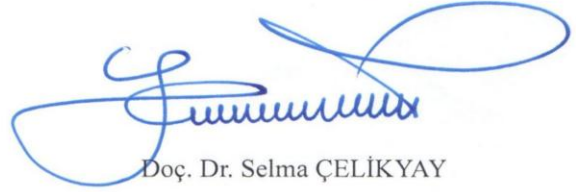


Üye : Yrd. Doç. Dr. Sezgin Koray GÜLSOY (BÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./..../2014



Doç. Dr. Selma ÇELİKAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Ufuk ÖZGÜL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ADİ FINDIK (*Corylus avellana* L.) ODUNUNUN KÂĞIT HAMURU ÜRETİMİNE UYGUNLUĞU

Ufuk ÖZGÜL

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER

Şubat 2014, 95 sayfa

Bu çalışmada, Adi findık (*Corylus avellana* L.) odunundan Soda (NaOH) ve Sülfat (Kraft) yöntemleriyle kâğıt hamuru ve deneme kâğıtları üretilmiştir. Literatür araştırması yapılarak yonga/çözelti oranı 1/5, pişirme sıcaklığı 170 ± 2 °C, maksimum sıcaklığa ulaşma süresi 90 dakika sabit alınarak; Soda (NaOH) yönteminde NaOH oranı %20,%22,%24,%26, maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 60 dakika ve 90 dakika alınarak 8 adet ve Sülfat (Kraft) yönteminde aktif alkali/sülfitide oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18 ve maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 60 dakika alınarak 6 adet pişirme yapılmıştır.

Yapılan pişirmeler sonucunda NaOH yönteminde, pişirme süresinin artmasıyla kappa numarası ve viskozitenin azaldığı, elenmiş verim ise %20 NaOH ve %22 NaOH'da artarken, %24 NaOH ve %26 NaOH'da azaldığı tespit edilmiştir. Bu değerlere göre sürenin etkisi incelendiğinde %24 NaOH'da 150 dakikada artışta iken aynı konsantrasyonda 180 dakikada azalmaya başlamıştır. Buna göre yüksek konsantrasyonlarda süre artışı ile verim kaybı meydana gelmektedir. Bu durum %24 NaOH oranında 150 dakikalık pişirmede viskozite

ÖZET (devam ediyor)

değerinin 883,13 cm³/g, 180 dk'lık pişirmede 857,05 cm³/g olması ile de doğrulanmaktadır.

Kraft yönteminde ise elenmiş verim ele alındığında ideal pişirme %47,59 ile aktif alkali/sülfidite oranı 20/26'dır. Bundan sonra aktif alkali/sülfidite oranı arttıkça elenmiş verim azalmaktadır. Bu durum karbonhidratların bozulmalarından kaynaklanmaktadır. Bunu bu pişirmeden sonra viskozitenin düşmesi ve kappa numarasının azalması da desteklemektedir.

Anahtar Sözcükler: *Corylus avellana* L., soda kağıt hamuru üretimi, kraft kağıt hamuru üretimi

Bilim Kodu : 502.06.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

FEASIBILITY OF USING COMMON HAZELNUT (*Corylus avellana* L.) WOOD FOR PULP PRODUCTION

Ufuk ÖZGÜL

**Bartın University
Graduate School of Applied Sciences
Forest Industry Engineering**

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Ayhan GENÇER

February 2014, 95 pages

In this study, pulp and experimental papers were produced from common hazelnut (*Coryllus avellana* L.) wood by using Soda (NaOH) and Sulfate (Kraft) methods. According to the literature, chip/solution ratio was chosen as 1/5, cooking temperature was 170 ± 2 °C and duration of reaching maximum temperature was 90 minutes. For Soda method, NaOH ratios were chosen as 20%, 22%, 24% and 26%, cooking durations at maximum temperature were 60 and 90 minutes and 8 cooking were carried out. For sulfate method, active alkali /sulfidity ratios were 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, and 28/18 and cooking duration at maximum temperature was 60 minutes and 6 cooking were carried out.

According to the results, as cooking duration increased kappa number and viscosity was reduced, sieved yield was increased with 20% and 22% NaOH and decreased at 24% and 26% NaOH. Investigating the effect of cooking duration, sieved yield increased at 24% NaOH with 150 minutes, it was decreased at 180 minutes with same concentration.

ABSTRACT (continued)

Thus, yield lost was observed at increased cooking duration with high concentrations. Same situation was observed and it was proved that 24% NaOH and 150 minutes cooking duration having 883.13 cm³/g viscosity value and for 180 minutes it was 857.05 cm³/g.

For Kraft method, sieved yield was found best in 20/26 active alkali/sulfidity ratio with 47.59%. With increased active alkali/sulfidity ratios, sieved yield was decreased. This was due to break down of carbohydrates and this is also proved by decrease on viscosity after cooking and kappa number.

Key words : *Corylus avellana* L., soda pulp production, kraft pulp production

Science Code: 502.06.01

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez savunmamda jüri üyesi olma nezaketini gösteren sayın hocalarım Doç. Dr. Barbaros YAMAN ve Yrd. Doç. Dr. Sezgin Koray GÜLSOY'a, laboratuvar çalışmalarında hiçbir zaman bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Ayben KILIÇ, Yrd. Doç. Dr. Sezgin Koray GÜLSOY, Yrd. Doç. Dr. Deniz AYDEMİR, Yrd. Doç. Dr. İlyas BOLAT'a, lif ölçümlerindeki değerli katkılarından dolayı sayın hocam Doç. Dr. Barbaros YAMAN'a, tezimin istatistiksel çalışmalarında yardımını esirgemeyen sayın hocalarım Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ ve Yrd. Doç. Dr. Kenan MELEMEZ'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Bu çalışmada “Adi Fındık (*Corylus avellana* L.)'nin Kâğıt Hamuru Üretimine Uygunluğu” adında, 2013.1.87 kod numaralı proje olarak Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Bartın Üniversitesine teşekkür ederim. Tüm öğrenim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ufuk ÖZGÜL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 GENEL BİLGİLER	1
1.1.1 Odunun Makroskopik Yapısı	1
1.1.2 Odunun Mikroskopik Yapısı	2
1.1.3 Odunun Kimyasal Yapısı	3
1.1.4 Kâğıdın Tanımı ve Tarihçesi	4
1.1.5 Kâğıt Sektörünün Sınıflandırılması	5
1.2 KİMYASAL YÖNTEMLERLE KÂĞIT HAMURU ÜRETİMİ	7
1.2.1 Soda (NaOH) Kâğıt Hamuru Üretim Yöntemi	7
1.2.2 Sülfat (Kraft) Kâğıt Hamuru Üretim Yöntemi	8
1.3 ADI FINDIK (<i>Corylus avellana</i> L.) HAKKINDA GENEL BİLGİLER	9
1.4 LİTERATÜR ÖZETİ	11
1.5 ÇALIŞMANIN AMACI	14
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD	15
2.1 MATERYAL	15
2.2. METOD	15
2.2.1 Adi Fındık (<i>Corylus avellana</i> L.) Odununun Bazı Fiziksel ve Morfolojik Ölçmelerle İlgili Yöntemler	15

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.1.1 Özgül Ağırlık Değeri	15
2.2.1.2 Lif Morfolojisine Ait Ölçme Metotları.....	16
2.2.1.3 Lif Boyut İlişkilerinin Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler.....	16
2.2.2 Kimyasal Analizlere Ait Yöntemler.....	17
2.2.2.1 Rutubet Tayini	17
2.2.2.2 Holoselüloz Tayini.....	18
2.2.2.3 Alfa Selüloz Tayini	18
2.2.2.4 Lignin Tayini	19
2.2.2.5 Kül Tayini.....	19
2.2.2.6 Alkol Çözünürlüğü	19
2.2.2.7 Soğuk Su Çözünürlüğü.....	20
2.2.2.8 Sıcak Su Çözünürlüğü	20
2.2.2.9 %1'lik NaOH Çözünürlüğü.....	20
2.2.3 Kâğıt Hamuru Pişirme Planları.....	21
2.2.3.1 Soda (NaOH) Yöntemi	21
2.2.3.2 Sülfat (Kraft) Yöntemi	21
2.2.4 Kâğıt Hamuru ve Deneme Kâğıtlarının Elde Edilmesi	22
2.2.5 Kâğıtların Bazı Fiziksel, Optik ve Mekanik Özellikleri.....	22
2.2.6 Kâğıt Hamuru Üzerinden Yapılan Deneyler.....	23
2.2.6.1 Kappa Numarası Tayini	23
2.2.6.2 Viskozite Tayini.....	24
2.2.7 Verilerin Değerlendirilmesi	24
BÖLÜM 3 BULGULAR VE İRDELEME	25
3.1 LİF MORFOLOJİSİ	25
3.1.1 Lif Boyutlarına Ait Bulgular ve Karşılaştırılması	25
3.1.2 Adi Fındık (<i>Corylus avellana</i> L.) Liflerinin Morfolojik Özelliklerinin Kâğıdın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi	30
3.1.2.1 Elastiklik Katsayısı.....	30
3.1.2.2 Rijidite Katsayısı	31
3.1.2.3 Runkel Oranı	31
3.1.2.4 Keçeleşme Oranı	31

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.2 ADI FINDIK (<i>Corylus avellana</i> L.) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	31
3.3 ADI FINDIK (<i>Corylus avellana</i> L.) ODUNUNUN KÂĞIT HAMURU VE DENEME KÂĞITLARINA AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ ...	32
3.3.1 NaOH Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamuruna Ait Bulgular.....	33
3.3.1.1 NaOH Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamurunda Sürenin Kâğıt Hamuru Verimine Etkisi	33
3.3.1.2 NaOH Yöntemiyle Farklı Sürelerde Pişirilen Kâğıt Hamurunda NaOH Oranının Kappa Numarasına Etkisi	36
3.3.1.3 NaOH Yöntemiyle Farklı Sürelerde Pişirilen Kâğıt Hamurunda NaOH Oranının Viskoziteye Etkisi	37
3.3.1.4 NaOH Yöntemiyle Elde Edilen Deneme Kâğıtlarına Ait Bulguların Değerlendirilmesi	38
3.3.1 Kraft Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamuruna Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Kâğıt Hamuru Verimine Etkisi	67
3.3.1.1 Kraft Yöntemiyle Üretilen Kâğıt Hamurunda Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Kappa Numarasına Etkisi.....	69
3.3.1.2 Kraft Yöntemiyle Üretilen Kâğıt Hamurunda Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Viskoziteye Etkisi.....	70
3.3.1.3 Kraft Yöntemiyle Elde Edilen Deneme Kâğıtlarına Ait Bulguların Değerlendirilmesi	71
BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	88
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ.....	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Odunun makroskopik yapısı.....	2
3.1 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait lifin boydan görünüşü.	27
3.2 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait lifin lümen boşluğu ve çeper kalınlığı	27
3.3 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait lif kümelesi.....	28
3.4 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait lif, trahe hücresi ve paranzim hücresi görünümleri.....	28
3.5 Adi fındık trahe hücresinin görünümü	29
3.6 Adi fındık trahe hücresinde perforasyon tablasının görünümü (a-b)	29
3.7 %20 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.	34
3.8 %22 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.	34
3.9 %24 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.	34
3.10 %26 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.	35
3.11 NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda kappa numaralarının pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişimi.....	36
3.12 NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda NaOH oranının viskoziteye etkisi.	37
3.13 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.....	40
3.14 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.....	40
3.15 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.....	40
3.16 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.....	41
3.17 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.	44
3.18 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.	44

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.19 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.	44
3.20 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.	45
3.21 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.	48
3.22 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.	48
3.23 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.	48
3.24 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.	49
3.25 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.	52
3.26 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.	52
3.27 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.	52
3.28 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.	53
3.29 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.	55
3.30 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.	56
3.31 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.	56
3.32 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.	56
3.33 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.	59

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.34 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.....	60
3.35 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.....	60
3.36 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.....	60
3.37 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.....	63
3.38 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.....	63
3.39 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.....	64
3.40 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.....	64
3.41 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının elenmiş verime etkisi.....	68
3.42 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının elek artığına etkisi.....	68
3.43 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının toplam verime etkisi.....	69
3.44 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının kapa numarasına etkisi.....	69
3.45 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının viskoziteye etkisi.....	70
3.46 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kalınlığa etkisi.....	73
3.47 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının hava geçirgenliğine etkisi.....	75
3.48 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının opaklığa etkisi.....	77
3.49 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının parlaklığa etkisi.....	79
3.50 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının yırtılma indisine etkisi.....	81
3.51 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kopma indisine etkisi.....	83
3.52 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının patlama indisine etkisi.....	85

TABLolar DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Türkiye’de fındık ağaç sayısı, toplu meyveliklerin alanı ve üretimi	11
1.2 <i>Corylus avellana</i> L.’nin lif boyutları	12
1.3 Türk Fındığı (<i>Corylus colurna</i> L.)’nin kimyasal analizlerine ve çözünürlüklerine ait sonuçlar.	12
1.4 Anadolu Kestanesi ve Türk Fındığı odununun pişirme yöntemlerine ait fiziksel ve kimyasal bulgular.....	13
1.5 Anadolu Kestanesi ve Türk Fındığı Örneklerinden Değişik Pişirme Koşullarında Elde Edilen Sülfat-Bor Hamurlarından Yapılan Test Kâğıtlarının 50 ⁰ SR sindeki Bazı Fiziksel ve Optik Özellikleri	13
2.1 Kimyasal analizlerde kullanılan yöntemler.	17
2.2 Soda (NaOH) yöntemi için uygulanan pişirme planı.	21
2.3 Sülfat (Kraft) yöntemi için uygulanan pişirme planı.....	21
2.4 Kâğıtların bazı fiziksel, optik ve mekanik testlerinde kullanılan yöntemler.	23
2.5 Kâğıt hamuru üzerinden yapılan deneylerde kullanılan yöntemler.	23
3.1 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait lif boyutlarının karşılaştırılması.....	25
3.2 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait özgül ağırlık değerinin karşılaştırılması.	26
3.3 <i>Corylus avellana</i> L. odununa ait lif boyutları arasındaki ilişkiler ve karşılaştırılması.	30
3.4 <i>Corylus avellana</i> L. odununun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait bulgular ve karşılaştırılması.	32
3.5 <i>Corylus avellana</i> L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappa numarası ve viskozitesi.....	33
3.6 <i>Corylus avellana</i> L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel, optik, mekanik özellikleri ve Duncan testi	38
3.7 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	42

TABLULAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.8 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kağıtlarının kalınlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	43
3.9 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kağıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	46
3.10 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	47
3.11 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	50
3.12 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	51
3.13 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	54
3.14 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	55
3.15 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	58
3.16 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	59
3.17 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	62
3.18 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	62
3.19 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	66
3.20 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	66
3.21 <i>Corylus avellana</i> L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappa numarası ve viskozitesi.....	67
3.22 <i>Corylus avellana</i> L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel, optik, mekanik özellikleri ve Duncan testi.....	71

TABLULAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.23 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	73
3.24 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	74
3.25 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	75
3.26 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	76
3.27 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	78
3.28 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	78
3.29 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	80
3.30 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	80
3.31 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	82
3.32 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	82
3.33 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	84
3.34 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	84
3.35 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.	86
3.36 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.	86

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

α	:	Alfa
$\pm s$:	Standart sapma

KISALTMALAR

A.A	:	Aktif Alkali
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
K1	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %18 NaOH, % 28 Na ₂ S, 170 °C, 150 dakika
K2	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %20 NaOH, % 26 Na ₂ S, 170 °C, 150 dakika
K3	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %22 NaOH, % 24 Na ₂ S, 170 °C, 150 dakika
K4	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %24 NaOH, % 22 Na ₂ S, 170 °C, 150 dakika
K5	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %26 NaOH, % 20 Na ₂ S, 170 °C, 150 dakika
K6	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %28 NaOH, % 18 Na ₂ S, 170 °C, 150 dakika
M.S	:	Maksimum Sıcaklık
M.S.P.S	:	Maksimum Sıcaklıkta Pişirme Süresi
M.S.U.S	:	Maksimum Sıcaklığa Ulaşma Süresi
P.N	:	Pişirme No
S	:	Sülfidite
S1	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %20 NaOH, 170 °C, 150 dakika
S2	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %22 NaOH, 170 °C, 150 dakika
S3	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %24 NaOH, 170 °C, 150 dakika
S4	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %26 NaOH, 170 °C, 150 dakika
S5	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %20 NaOH, 170 °C, 180 dakika
S6	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %22 NaOH, 170 °C, 180 dakika
S7	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %24 NaOH, 170 °C, 180 dakika
S8	:	Yonga/Çözelti oranı 1/5, %26 NaOH, 170 °C, 180 dakika

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

- ⁰SR : Schopper Riegler
- SPSS : Statistical Package for Social Sciences
- TAPPI : Technical Association of the Pulp and Paper Industry
- TEMA : Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
- TEPGE : Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
- TMO : Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü
- Y/Ç : Yonga/Çözelti oranı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ağaç malzemenin kullanılması nüfusa paralel olarak tüketimin artması ile artmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile ağaç malzemesinin daha bilinçli kullanılması hedeflenmektedir. Ağaç malzemenin doğru kullanılması; anatomik, fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin belirlenerek yerinde kullanılmasıdır.

Fındık ağacı ülkemizde büyük bir öneme sahiptir. TMO (2013) verilerine göre dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'ini ve ihracatının yaklaşık %80'ini Türkiye yapmaktadır. Bu da yapılan araştırmaların büyük bir kısmının meyvecilik üzerine olmasına neden olmaktadır. Ancak meyve verimi düşmüş yaşlı ağaçlar kesilerek ya yakacak olarak ya da hasır sandalye, sepet ve fiçı çemberi yapımında kullanılmaktadır (TEMA 2004). Bu kullanımların yanında endüstriyel faydanın da ortaya koyulması yerinde olur. Bu nedenle Adi fındık (*Corylus avellana* L.) odununa soda ve kraft yöntemleri uygulanarak kâğıt hamuru ve kâğıt üretim olanakları incelenmiştir.

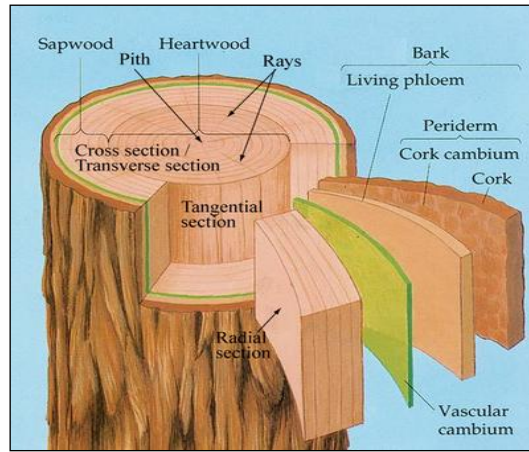
1.1 GENEL BİLGİLER

1.1.1 Odunun Makroskopik Yapısı

Odunun makroskopik özellikleri çıplak gözle ya da lup (10x) altında incelendiğinde görülebilen özellikleridir. Bu özellikler, ağacın boyuna eksenine göre kesiliş şekli ile değişmektedir. Çünkü ağacın enine ve boyuna yönde uzanan hücreler farklı açılarla kesildiği zaman kesit yüzeyinde değişik görüntüler ortaya çıkmaktadır. Odunun makroskopik tanımında sadece bu görünüş özelliklerinden değil rengi, parlaklığı, kokusu tadı, tekstürü, lif yapısı, ağırlığı ve sertliği gibi karakteristik özelliklerinden de yararlanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

Vaskular kambiyum hücreleri gövdenin dış kısmına doğru sekonder floemi, iç kısmına doğru da sekonder ksilemi (odunu) oluşturur (Merev 2003). Kabuk ise vaskular kambiyum tarafından üretilen sekonder floem (iç kabuk) ile follegen tarafından üretilen felloderm ve felle dokularından ibarettir (Kantay ve Köse 2005). Vejetasyon periyodu içerisinde vaskular kambiyum tabakasının iç tarafa bölünerek yeni hücreler meydana getirmesiyle her yıl gövdeye bir yıllık halka eklenmektedir (Berkel 1970). Oluşan yıllık halkalar homojen olmayıp; çeperleri ince ve lümenleri geniş hücrelerden oluşan ilkbahar odunu, çeperleri kalın ve lümenleri dar olan yoğun odun kısmından oluşan yaz odunu kısımlarına ayrılmaktadır (Kırcı 2000). Yaşlı ağaçların ortasında bulunan koyu renkli oduna öz odun, öz odunun çevresinde bulunan açık renkli oduna diri odun denir. Su iletimini, fizyolojik işlevlerini yerine getirmeyen ve paranzim hücreleri ölü olan öz oduna “pasif odun”, su ileten, fizyolojik işlevlerini yerine getiren ve paranzim hücreleri canlı diri oduna da “aktif odun” denir (Merev 2003). Öz, ağaç gövdesinin ortasında bulunur ve paranzim hücrelerinden meydana gelmiştir. Enine kesitte öz’den çevreye doğru, ağaç türüne göre kalınlığı ve rengi değişen, ışınlar halinde uzanan öz ışınları bulunmaktadır (Berkel 1970).

Şekil 1.1’de Odunun makroskopik yapısı görülmektedir.



Şekil 1.1 Odunun makroskopik yapısı (URL-1, 2014).

1.1.2 Odunun Mikroskopik Yapısı

Odun, hücre adı verilen çok sayıda küçük birimlerden oluşmuştur. Hücreler çeşitli şekillerle bir araya gelerek odunu oluşturmaktadır. Odunsu bir hücrede dışta hücre çeperi, çeper üzerinde hücreden hücreye besin suyu akışını sağlayan çok küçük açıklıklar (geçitler)

ve ortada hücre boşluğu (lümen) bulunmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

Odun heterojen bir madde olup, çeşitli odun hücrelerin yan yana gelmesiyle meydana gelmiş bir dokudur. Odunu oluşturan hücrelerin esas görevi; besi suyunu iletme, depo etme ve bitkiyi destekleme, kuvvetlendirir (Berkel 1970). Yaşayan bir ağaçta iletim ve destek görevi gören odun hücreleri ölüdür. Hücreler gelişim safhası sonunda protoplazma ve çekirdeklerini kaybettiklerinden dolayı bu hücrelerin lümeni boştur. Yaşayan bir ağacın odun dokusunda sadece diri odundaki paranzim hücreleri canlılıklarını korur. Paranzim hücrelerinin lümenleri protoplazma ve depo maddeleri ile dolu olarak bulunur, kesimden kısa bir süre sonrada bu hücreler de canlılıklarını kaybetmektedir (Bozkurt ve Erdin 2000).

İğne yapraklı ağaç odunu yapraklı ağaçlara göre daha basit bir anatomik yapı göstermektedir. İğne yapraklı ağaçlar esas olarak boyuna traheid ve özışını paranzim hücrelerinden oluşmaktadır. Ancak bazı türlerde özışını traheidleri, boyuna paranzim hücreleri ve epitel hücreleri (reçine kanallarında) de bulunur (Berkel 1970).

Yapraklı ağaç odunlarının hücre yapısı iğne yapraklı ağaçlara göre daha karmaşık bir durum göstermektedir. Yapraklı ağaç odunlarında görevleri bakımından daha özelleşmiş değişik hücre çeşitleri bulunur. Yapraklı ağaç odunlarının en tipik karakteri iğne yapraklı ağaçlarda bulunmayan, hücrelerin üst üste gelerek ve aralarındaki zarların erimesi ile meydana gelen boru şeklindeki trahe'lerin olmasıdır. Traheler besi suyu iletme görevi görmektedirler. Yapraklı ağaçlar esas olarak trahe, lif, boyuna paranzim ve özışını paranzim hücrelerinden oluşmaktadır. Bazı türlerde vaskular veya vasisentrik traheidler ve salgı kanalları da bulunur (Berkel 1970).

1.1.3 Odunun Kimyasal Yapısı

Odun hücrelerden oluşmuş bir dokudur. Odunsu olmayan bitkilerden farkı, hücre çeperleri içerisinde bulunan lignin maddesi ile odunlaşmasıdır. Odunlaşma ile önce hücrelerin destekleme, ağaç gövdesini kuvvetlendirme görevi gören hücrelerin çeperleri kalınlaşmakta ve kuvvetlenmektedir. Öte yandan, odunlaşma ile daha yumuşak olan hücre çeperi sertleşir ve etrafındaki hücelere daha iyi tutunarak yapışır. Böylelikle lignin ağaçların hücre çeperlerine gerekli sertlik ve direnci vermektedir (Berkel 1970).

Odun esas itibariyle organik elementlerden olan karbon, hidrojen ve oksijenden oluşmakta, az miktarda olmak üzere azot ve kül bulunmaktadır. Kül içerisinde kükürt, fosfor, silisyum, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, mangan ve demir bulunur (Berkel 1970).

Odun kimyasal bileşimi oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Odunda bulunan kimyasal bileşikler karbonhidratlar, fenolik maddeler, terpenler, alifatik bileşikler, alkoller, aldehytler, hidrokarbonlar, alkoloitler, proteinler, polihidrik alkoller, iki değerli asitler ve inorganik bileşiklerdir (Hafizoğlu ve Deniz 2010).

Karbonhidratlar odunun $\frac{3}{4}$ 'ünü oluşturur. Selüloz, hemiselüloz, pektinler, suda çözünen polisakkaritler bu sınıfa girmektedir. Fenolik maddeler odunun %20-30'unu meydana getirirler. Fenolik maddelerin en önemli kısmını lignin oluşturur. Fenolik maddelerin bir kısmı (tanenler, flobafenler, renkli maddeler ve lignanlar) su ve organik çözücülerde çözünebilmektedirler. Terpenler ve terponoik bileşikler hem uçucu hem de uçucu olmayan bileşikleri içerir. Terebentinde bulunan uçucu bileşikler ve reçineyi oluşturan reçine asitleri en önemli bileşiklerdir. Alifatik bileşikler ağaçlarda yüksek yağ asitleri ve esterler biçiminde yer almaktadır. Alkoller hem serbest hem de esterleşmiş olarak odunda yer almaktadır. Aldehytler odunda az miktarda bulunur ve karbonil grubu içerirler. Hidrokarbonlar az miktarda bulunan bileşiklerdir ve en önemli grubu alifatik hidrokarbonlardır. İki değerli asitler genellikle kalsiyum tuzları biçiminde bulunurlar. Kül inorganik bileşiklerinden oluşmaktadır (Hafizoğlu ve Deniz 2010).

1.1.4 Kâğıdın Tanımı ve Tarihçesi

Kâğıt, bitkisel liflerin özel aletlerde dövülmesi sonucu liflerin keçeleşmesi, saçaklanması, su emerek şişmesi ve mekanik etkiler sonucu kesilmesinden sonra süzgeç üzerinde oluşturulan safihanın daha sonra kurutulmasıyla hidrojen bağlarının oluşumu sonucu belirli bir sağlamlık kazanan düzgün safihadır (Eroğlu 1990).

Kâğıda benzeyen ilkyazı safıhası M.Ö 4000'li yıllarda Mısırlılar tarafından "cypruspapyrus" denilen ve kamışa benzeyen bir bitkiden yapılmıştır. İnsanların yıllar boyunca yazma ve çizme için denedikleri taç tabletler, metal yapraklar, tahta levhalar, kabuklar ve derilerden sonra ekonomik olarak daha bol ve kolay işlenebilir bir madde ihtiyacı ile ortaya çıkan kâğıt, günümüz koşullarında en önemli endüstri maddelerinden biri

haline gelmiştir (URL-2, 2014).

Çin imparatorluk nazırlarından Tsai Lun M.S. 105 yılında Kanton'un kuzeyinde küçük bir yer olan "Lel Yank" da askeri imalathanelerin tesislerinden yararlanarak kâğıdı bulmuştur. Tsai Lun kâğıt yapımı için ağaç kabuklarını, kendir liflerini ve bambu gövdelerini kullanmıştır. Tsai Lun bu materyalleri uzun süre kaynatılıp bir havan içerisinde dövdükten sonra elde ettiği maddeyi bambu gövdelerinden yapılmış bir bez üzerinden süzerek kâğıt haline getiriyordu.

Osmanlı döneminde 1746 yılında ilk Türk matbaasının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Yalova'nın Elmalık köyü yakınındaki Hark Deresi kenarında "Yalakabat Kâğıthanesi" kurulmuştur. İlk kâğıt fabrikası özel sektör tarafından 1846 yılında İzmir'in Halkapınar semtinde kurulmuştur. Cumhuriyet devrinde ilk kâğıt fabrikası olan İzmit Kâğıt Fabrikasının temeli 1934 yılında atılmış, 1938 yılında tamamlanarak fabrikanın kuruluşu Sümerbank tarafından gerçekleştirilmiştir (Eroğlu ve Usta 2004).

1.1.5 Kâğıt Sektörünün Sınıflandırılması

Kâğıt hamuru sektörü aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

1. Kimyasal Odun Hamurları: Odundan elde edilen, beyazlatılmış ve beyazlatılmamış hamurları kapsar.
2. Odun Hamuru: Odundan elde edilen ve mekanik, termo-mekanik ve kimyasal termo-mekanik olarak üretilen odun hamurları kapsar.
3. Yıllık Bitkilerden Üretilen Hamurlar: Odun dışındaki buğday, çeltik, kendir, kenevir, kamış, jüt, bambu gibi yıllık bitkilerden kimyasal ve yarı kimyasal olarak elde edilen hamurlar olup beyazlatılmış ve beyazlatılmamış halde kullanılır.
4. Atık Kâğıt Hamuru: Sadece kâğıt-karton üretiminde kullanılmaya elverişli eski kâğıt, hurda, kırpıntı, toplama kâğıt veya geri kazanılan kâğıt olarak çeşitli şekilde ifade edildiği atık kâğıtlardan elde edilen kâğıt hamurunu kapsar.

Kâğıt-Karton grupları uluslararası literatürde genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

a) Kültürel Kâğıtlar

- 1) Yazı Tabı Kâğıtları: Üzerine yazı yazılabilir ve baskı yapılabilir nitelikte kâğıtlardır. Kompozisyon itibariyle kimyasal hamurdan veya kimyasal hamur ile mekanik odun hamurundan oluşmaktadır. Ayrıca bu kâğıtlara kullanım amacına bağlı olarak kaplama (kuşeleme) işlemi uygulanmaktadır.
- 2) Gazete Kâğıdı: Yüksek oranda mekanik odun hamuru ile düşük oranlarda kimyasal hamur ihtiva eden ve özellikle gazete basımı için kullanılan kâğıtlardır.

b) Endüstriyel Kâğıtlar

- 1) Sargılık Kâğıtlar: Atık kâğıt ve odun hamurundan elde edilen ambalaj malzemesi olarak kullanılan kâğıtlardır.
- 2) Temizlik Kâğıtları: Selüloz ve atık kâğıttan, az miktarda odun hamuru (CTMP, TMP) içeren düşük gramajlı kâğıtlardır.
- 3) Kraft Torba Kâğıdı: Beyazlatılmamış ya da beyazlatılmış kraft hamurundan yapılan çok dayanıklı ambalaj kâğıdıdır.
- 4) Oluklu Mukavva Kâğıtları: Bir veya daha fazla oluklu tabakanın alt ve/veya üst yüzeylerinin düz tabaka (kraft liner) ile kaplanmasıyla meydana gelen bir üründür. Ambalaj kutularının imalinde ve kırılğan eşyanın paketlenmesinde ayırıcı ve destekleyici olarak kullanılır.
- 5) Kartonlar: Yüksek gramajlı, kalın, tek veya çok katlı olabilen kâğıtlardır. Kullanım amacına bağlı olarak çok çeşitli adlarda ve özelliklerde üretimi yapılmaktadır.

- 6) Sigara kâğıtları ve İnce Özel Kâğıtlar: Genellikle kendir, keten, jüt ve paçavra selülozdan üretilen yüksek mukavemetli ve düşük gramajlı kâğıtlardır (URL-2, 2014).

1.2 KİMYASAL YÖNTEMLERLE KÂĞIT HAMURU ÜRETİMİ

Kimyasal yöntemlerle kâğıt hamuru üretiminde temel prensip, odun yongalarının kimyasal bir pişirme çözeltisiyle belirli bir sıcaklık ve basınç altında işleme maruz bırakılarak istenilen delignifikasyon derecesi elde edilinceye kadar pişirilmesidir. Kaliteli hamurlar elde edebilmek için kabuk odundan uzaklaştırılmalı ve yongalar içerisinde ki yabancı maddelerden temizlenmesi gerekmektedir.

Odunun kimyasal bileşenlerinden, pişirme sırasında en az etkilenen selülozdur, oysa çözeltideki kimyasal maddeler lignini çözecek yapıda olduğundan, pişirme sonunda lignini çözerek yıkama sırasında hamurdan ayrılmaktadır. Hamurda kalan lignin miktarına bağlı olarak hamurun direnç özelliklerini ve beyazlığını düşürüp, renk stabilitesini azalttığı için istenmemektedir.

Pişirme esnasında ligninle beraber odun içerisindeki diğer maddelerde ayrılmaktadır. Bu maddeler pişirme çözeltisindeki kimyasal reaktiflere dayanıklılığı az olan hemiselülozlar, reçine, ekstraktif ve mineral maddelerdir.

Pişirmenin ilk kademelerinde, orta lamelde bulunan ve lifleri bağlayıcı bir rol oynayan lignin, pişirmenin tipine bağlı olarak primer zardaki ligninin ayrıldığı belirlenmiştir. Pişirmenin fazlaca uzatılması durumunda sekonder çeperdeki ligninin bir kısmı da ayrılmakta, ancak bu arada selülozun degradasyonu da başlamaktadır (Bostancı 1987).

1.2.1 Soda (NaOH) Kâğıt Hamuru Üretim Yöntemi

Soda yönteminde genellikle yapraklı ağaç odunları tercih edilmektedir. Bunun nedeni ise iğne yapraklı ağaç odunlarının pişirilmesi yapraklı ağaçlara kıyasla daha uzun sürelidir. İğne yapraklı ağaç odunlarından soda yöntemiyle üretilen hamurlar sülfat ve sülfite yöntemiyle üretilen hamurlara göre daha zayıftır. Yapraklı ağaç odunlarından soda yöntemiyle üretilen hamurların lif boyu kısa ve mukavemet değerleri düşüktür. Yalnız bu

hamurlardan opaklık ve hava geçirgenliđi yüksek, oldukça yumuřak ve dűzgűn yűzeyli baskı kâđıtları elde edilir.

Yıllık bitkilerden kâğıt hamuru űretilmek amacıyla kurulan fabrikaların çoğunluğunda soda yűntemi tercih edilmektedir. Bunun nedeni pişirme kimyasallarının ve ısının etkili bir şekilde kazanılabilmesi ve geleneksel doldurulup boşaltılan tip (batch) pişirme kazanlarında ağartılabilir nitelikte kâğıt hamuru űretimine uygun olmasından kaynaklanmaktadır. Soda yűnteminin en önemli sakıncası fabrika atık sularından kaynaklanan evre kirliliğinin önlenmesi için pahalı bir yatırım olan geri kazanma sisteminin kurulma zorunluluğudur (Kırcı 2000).

1.2.2 Sűlfat (Kraft) Kâđıt Hamuru űretim Yűntemi

Kraft yűntemine sűlfat yűntemi de denilmektedir. Sűlfat denmesinin sebebi ise piřirme zeltisinin geri kazanılması esnasında sodyum sűlfatın, sodyum sűlfűre indirgenmesindedir (Casey 1980).

Sűlfat piřirmesinin temel amacı ligninin odun yongasından zűnerek uzaklařtırılmasıdır. Ancak sűlfat piřirme zeltisi ile karbonhidrat kısmından kayıp vermeden kâđıt hamuru űretmek műmkűn deđildir. Özellikle dűřűk molekűl ađırlıđına sahip alkaliye dayanıksız hemiselűloz fraksiyonları piřirmenin bařında piřirme zeltisi içerisine geçer.

Kraft yűnteminin avantajları:

1. Bűtűn odun tűrleri hammadde olarak kullanılabilir.
2. Piřirme sűresi kısadır.
3. Hamur yűksek direnç özelliklerine sahiptir.
4. Atık zelti içerisindeki pişirmede kullanılan kimyasal maddeleri geri kazanmak kolaydır.

Kraft yűnteminin dezavantajları:

1. Fabrikaların kuruluş masrafları yűksektir.
2. Kâğıt hamurunun rengi koyudur bu nedenle ağartılması için klorlu bileşiklerin kullanılması gerekir.

3. Pişirme esnasında “uçucu kükürt bileşiklerinden” kaynaklanan kötü kokulu gazlar havayı kirletir.
4. Dövme işlemi esnasında enerji tüketimi fazladır (Kırcı 2000).

1.3 ADI FINDIK (*Corylus avellana* L.) HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Corylus avellana L. 6 m' ye kadar boylanabilen bir çalıdır. Son sene sürgünleri sarımtırak gri, tüylü veya glandular (siğilli) tüylü, bir önceki seneye ait sürgünler ise gri-kahverenginde hafif tüylü veya tamamen çıplaktır; lentiseller çıplak gözle görülebilecek kadar büyük, beyzi şekilli ve beyaz renklidir; uç tomurcuğu pseudo-terminal durumludur, yan tomurcuklar sürgünlere alması dizilmiştir ve sürgünlere kısmen yatmıştır; yaprak tomurcukları kirpikli pullarla örtülmüşlerdir. Erkek çiçek kurullarından bir kaç bir sap üzerinde, son sene sürgünlerinde yan durumlu olarak kışı açıkta geçirirler; yaprak sapının sürgün üzerinde bıraktığı iz yarım daire biçiminde olup, üzerinde 5 adet iletim demeti izi vardır; yaprak sapı izinin iki tarafında dar kama biçiminde iki tane kulakçık izine de rastlanır. 5-12x3-10 cm boyutlarında, yuvarlakça veya geniş yumurta biçiminde, sivri damla uçlu, çift sıralı dişli ve az belirgin loplu yapraklarının üst yüzü koyu yeşil ve çıplak, alt yüzünde, 8-12 çift damarlar boyunca tüylüdür; 1-2 cm uzunluğundaki yaprak sapları tüylü veya siğilli tüylüdür; küt uçlu, yandan basık küre veya dar yumurta biçimindeki nus meyveleri dıştan kupula adı verilen üç brahtecikten oluşmuş, uç kısmı açık ve gayri muntazam dişli bir meyve örtüsü içine almıştır; meyve örtüsünün bir tarafı veya iki tarafı dip tarafa kadar parçalanmıştır.

Bu tür Kuzey ve Kuzeydoğu hariç tüm Avrupa, Kafkasya, Anadolu ve Kuzeybatı İran da görülmektedir. Ülkemizde doğal olarak yetişme gösteren Adi Fındık (*Corylus avellana* L.), Kuzey Anadolu'da, Karadeniz Bölgesinde ormanlarda, özellikle yapraklı (*Quercus-Carpinus-Fagus*), yahut iğne yapraklı-yapraklı karışık ormanlarında (*Fagus-Abies veya Picea*), 20-1500 m yükseltiler arasında, ormanın çalı katında veya meşcere kenarlarında görülür. Ayrıca Batı, Güney ve Doğu Anadolu'da da nadir olarak, dere kenarlarında veya dere tabanlarında, pseudomaki çalıları arasında görülmektedir.

Bu türün ülkemizde doğal yetişen iki varyetesi mevcuttur. Bunların birbirinden ayrılması meyveyi taşıyan kupulanın belirgin özellikleri yardımı ile olur: Şöyle ki;

- 1) var. *avellana* da, meyve örtüsü (kupula) iki tarafından parçalanmıştır ve meyve boyundan kısadır.
- 2) var. *pontica* (C.Koch) Winkler-Trabzon fıncığında ise, söz konusu kupula bir kenarından yırtıktır ve meyvenin boyundan daha uzundur. Bu varyete Kuzey Batı ve Kuzey Doğu Anadolu'da görülmüştür.

Bu türün parkçılıkta değerdendirilen birkaç kültüvarı vardır.

- C. a. cv. 'Fusco-Rubra'- Yaprakları koyu şarap renginde kırmızıdır.
- C. a. cv. 'Atropurpurea'- Yaprakları purpur kırmızımsı renktedir.
- C. a. cv. 'Aurea'- Yaprakları açık sarı renklidir. Kırmızı yapraklı Lambert fıncığı ile kontrast teşkil eder.
- C. a. cv. 'Contorta'- Tirbişon fıncığı, sürgünler arap saçı gibi kıvrıktır, yavaş büyür, kış görünümü ilginçtir.
- C. a. cv. 'Quercifolia'- (Heterophylla)- Yaprakları küçük ve meşe yaprakları gibi lopludur.
- C. a. cv. 'Pendula'- Türk fıncığı, Ağaç fıncığı, Ayı fıncığı (Sarıbaş 2012).

Adi Fındık da büyüme yavaştır, ancak sürgün verme kabiliyeti çok fazladır. Ekseriya çalılıklar içerisinde orman ve dere kenarlarında görülür. Odunu hasır sandalye, sepet yapımında kullanılır, fiçi çemberi olarak da değerdendirilir. Adi Fındığın kömürü kara barut yapımında ve resim kömürü olarak kullanılır (TEMA 2004).

TEPGE (2011)'de yapmış olduğu bir çalışmada Türkiye'de fındık ağaç sayısı, toplu meyveliklerin alanı ve üretimini Tablo 1.1'de gösterildiği gibi vermiştir.

Tablo 1.1 Türkiye’de fındık ağaç sayısı, toplu meyveliklerin alanı ve üretimi (TEPGE).

Yıllar	Toplu meyveliklerin alanı (dekar)	Üretim (ton)	Meyve veren yaşta ağaç sayısı	Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı	Toplam ağaç sayısı
1991	0	315.000	245.574.000	20.389.000	265.963.000
1992	0	520.000	240.000.000	21.000.000	261.000.000
1993	0	305.000	255.271.000	25.046.000	280.317.000
1994	0	490.000	259.200.000	20.200.000	279.400.000
1995	5.388.730	455.000	271.150.000	21.500.000	292.650.000
1996	5.390.090	446.000	270.295.000	20.390.000	290.685.000
1997	5.380.100	410.000	271.730.000	23.200.000	294.930.000
1998	5.403.220	580.000	273.980.000	17.450.000	291.430.000
1999	5.306.740	530.000	278.900.000	16.350.000	295.250.000
2000	5.495.000	470.000	282.970.000	9.881.000	292.851.000
2001	5.550.000	625.000	285.000.000	12.100.000	297.100.000
2002	5.600.000	600.000	289.000.000	10.876.000	299.876.000
2003	6.000.000	480.000	303.900.000	13.900.000	317.800.000
2004	6.500.000	350.000	325.000.000	20.000.000	345.000.000
2005	6.550.000	530.000	321.500.000	15.215.000	336.715.000
2006	6.662.262	661.000	337.380.483	15.135.382	352.515.865
2007	6.638.174	530.000	357.948.270	19.286.768	377.235.038
2008	6.631.928	800.791	340.285.551	16.803.193	357.088.744
2009	6.428.669	500.000	347.414.378	21.852.143	369.266.521
2010	6.678.649	600.000	356.761.858	11.510.803	368.272.661

1.4 LİTERATÜR ÖZETİ

Merev (1998) Odun Anatomisi Cilt 1’de, *Corylus avellana* L.’nin lif boyutları ölçümlerini Tablo 1.2’de gösterildiği gibi vermiştir.

Tablo 1.2 *Corylus avellana* L.’nin lif boyutları (Merev 1998).

Özellikler (μm)	Ortalama	Maksimum Değer	Minimum Değer
Lif uzunluğu	1056,29	1558,78	588,22
Lif genişliği	23,76	37,32	14,93
Lümen genişliği	14,08	27,99	5,59
Çeper kalınlığı	4,80	7,46	2,79

Korkut vd. (2009) “Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)’nin Fiziksel, Mekanik, Kurutma ve Kimyasal Özellikleri” adlı çalışmada kimyasal analiz sonuçlarını Tablo 1.3’de gösterildiği gibi tespit etmiştir.

Tablo 1.3 Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)’nin kimyasal analizlerine ve çözünürlüklerine ait sonuçlar (Korkut vd. 2009).

Bileşenler	Ortalama (%)	Standart Sapma	Çözünürlükler	Ortalama (%)	Standart Sapma
Holoselüloz	68,8	0,06	Alkol-benzen çözünürlüğü	7,42	0,08
α selüloz	43,5	0,07	Sıcak su çözünürlüğü	7,40	0,28
Lignin	23,6	1,41	Soğuk su çözünürlüğü	6,30	0,14
Kül	0,3	0,28	%1’lik NaOH çözünürlüğü	25,5	0,28

Aytekin (2011), “Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Odunlarından Modifiye Kraft Yöntemi İle Kağıt Hamuru Üretimi Olanaklarının Araştırılması” adlı yüksek lisans çalışmasında yapmış olduğu bir dizi pişirmelerin sonuçları Tablo 1.4 ve 1.5’deki sonuçları tespit etmiştir.

Tablo 1.4 Anadolu Kestanesi ve Türk Fındığı odununun pişirme yöntemlerine ait fiziksel ve kimyasal bulgular (Aytekin 2011).

Piştirme No	Süre (dk)	Alkali (%)	NaBH ₄	Elenmiş Verim (%)	Elek Artığı (%)	Toplam Verim (%)	Kappa No	Viskozite (cm ³ /g)
F1	60	16	-	43,13	1,96	45,09	23,70	1460
F2	90	16	-	42,53	1,81	44,34	22,89	1456
F3	120	16	-	40,81	1,25	42,06	22,70	1418
F4	60	18	-	42,21	1,92	44,13	23,49	1544
F5	90	18	-	41,13	1,33	42,46	19,74	1428
F6	120	18	-	39,64	0,96	40,60	17,78	1388
F7	60	20	-	41,36	1,31	42,67	18,76	1429
F8	90	20	-	40,27	1,29	41,56	19,41	1305
F9	120	20	-	39,16	0,71	39,87	16,81	1335
FB1	60	16	0,5	43,51	1,75	45,26	23,08	1526
FB2	60	16	1	44,78	1,46	46,24	22,51	1546
FB3	60	16	1,5	45,67	1,12	46,79	22,22	1567

Not: Tüm pişirmelerde, pişirme sıcaklığı 160 °C ve çözelti/yonga oranı 5/1 olarak sabit alınmıştır. F: Türk fındığı FB: Türk fındığı- NaBH₄ olarak gösterilmiştir.

Tablo 1.5 Anadolu Kestanesi ve Türk Fındığı Örneklerinden Değişik Piştirme Koşullarında Elde Edilen Sülfat-Bor Hamurlarından Yapılan Test Kâğıtlarının 50 °SR sindeki Bazı Fiziksel ve Optik Özellikleri (Aytekin 2011).

Piştirme No	Süre (dk)	Alkali (%)	NaBH ₄	Parlaklık (%)	Uzama (%)	Kopma Uzunluğu (km)	Patlama İndisi (kPam ² /g)	Yırtılma İndisi (mNm ² /g)
F1	60	16	-	12,81	2,32	5,86	3,42	5,32
F2	90	16	-	14,12	2,50	5,98	3,62	6,00
F3	120	16	-	14,16	2,68	5,24	2,96	5,06
F4	60	18	-	12,41	2,47	6,29	4,03	6,77
F5	90	18	-	12,33	2,66	5,58	3,10	7,08
F6	120	18	-	14,71	2,34	5,12	3,01	5,80
F7	60	20	-	12,29	2,52	6,35	3,80	6,18
F8	90	20	-	12,12	2,71	6,22	3,72	5,46
F9	120	20	-	14,23	2,81	5,01	2,71	5,01
FB1	60	16	0,5	14,89	2,17	6,17	3,49	5,97
FB2	60	16	1	16,12	2,21	6,46	3,41	6,30
FB3	60	16	1,5	17,83	1,97	5,72	2,71	6,10

Not: Tüm pişirmelerde, pişirme sıcaklığı 160 °C ve çözelti/yonga oranı 5/1 olarak sabit alınmıştır. F: Türk fındığı FB: Türk fındığı- NaBH₄ olarak gösterilmiştir.

1.5 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada NaOH ve Kraft yöntemi ile ayrı ayrı iki pişirme modeli kurulmuştur. Bu amaçla kimyasal madde oranları ve pişirme süreleri değiştirilerek 8 adet NaOH ve madde oranları değiştirilerek 6 adet Kraft pişirmesi yapılarak elde edilen hamurların ve kâğıtların özelliklerini tespit etmektir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1 MATERYAL

Çalışmada kullanılan Adi fındık (*Corylus avellana* L.) odunu Bartın İli Merkez Dalıca köyünden temin edilmiştir.

2.2. METOD

Bu çalışmada Adi fındık (*Corylus avellana* L.) odununun bazı fiziksel ve morfolojik özellikleri belirlenmiş ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Kâğıt üretim yöntemlerinden kraft (sülfat) ve NaOH (soda) yöntemleri kullanılarak kâğıt hamuru üretilmiştir. Üretilen kâğıt hamurlarından deneme kâğıtları yapılarak bazı fiziksel, optik ve mekanik testleri yapılmıştır.

2.2.1 Adi Fındık (*Corylus avellana* L.) Odununun Bazı Fiziksel ve Morfolojik Ölçmelerle İlgili Yöntemler

Adi Fındık (*Corylus avellana* L.) odununa ait bazı fiziksel ve morfolojik ölçmelerle ilgili yöntemler aşağıdaki gibidir.

2.2.1.1 Özgül Ağırlık Değeri

Odun higroskopik bir maddedir. Su alış-verişi sırasında hacmi değiştiği için farklı özgül ağırlıkları söz konusudur.

Corylus avellana L. odunundan 15 adet 1x1x1 cm'lik örnekler alınarak tartılmıştır. Örnekler etüvde 103±2 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, desikatörde

soğutulduktan sonra tartılarak tam kuru ağırlık (m_0) değeri bulunmuştur. Daha sonra örnekler parafine daldırılarak yüzeyleri parafin ile kaplanmıştır. Bu yöntemle su alış verişi kapatılan örnekler mezura konulan suya daldırılıp taşan hacimden V_0 değeri bulunmuş ve eşitlik 2.1 yardımıyla tam kuru özgül ağırlık hesaplanmıştır.

$$\text{Tam kuru haldeki özgül ağırlık; } d_0 = (m_0/V_0) \times 100 \quad (2.1)$$

2.2.1.2 Lif Morfolojisine Ait Ölçme Metotları

Gövdede kabuğun hemen altından en son oluşan yıllık halkalardan kibrit çöpü büyüklüğünde odun parçaları çıkarıldı. Liflerin maserasyonunda klorit yöntemi kullanılmıştır (Wise ve Jahn 1952). Maserasyon işleminde kibrit çöpü büyüklüğünde kesilen örneklerden hava kurusu 5 g alınarak 250 ml'lik erlenmayer içerisine konulmuş ve üzerine 160 ml destile su, 1,5 gr Sodyum Klorit (NaClO_2) ve 0,5 ml Buzlu Asetik Asit (CH_3COOH) ilave edilmiştir. Erlenmayerin üzeri 50 ml'lik bir erlenmayer ile ters çevrilerek kapatılmış ve su banyosuna yerleştirilmiştir. Su banyosunun sıcaklığı $78-80^\circ\text{C}$ 'de ayarlanarak 1 saat işlem görmüştür. 1 saat sonunda karışıma 1,5 gr Sodyum Klorit (NaClO_2) ve 0,5 ml Buzlu Asetik Asit (CH_3COOH) ilave edilip bu işlem 3 defa tekrarlanmıştır. Erlenmayer su banyosundan çıkarıldıktan sonra buz banyosuna konularak soğutulmuştur. Soğuyan süspansiyon yıkanarak mikserde karıştırılmış ve oluşan süspansiyon buchner hunisinde filtre kâğıdıyla süzümüştür. Süzülme sırasında alkolle dehidrolize edilmiştir. Filtre kâğıdı üzerinde kalan örnekler deney tüpüne yerleştirilip üzerine gliserin ilave edilerek muhafaza edilmiştir. Sonra liflerden biraz alınarak preparatlar hazırlanmış ve mikroskopta ölçümleri yapılmıştır. Mikroskopta 40 adet trahe hücresi boyu, 308 adet lif boyu, 108 adet lif ve lümen genişliği ölçümüştür. Lif genişliğinden lümen genişliği çıkartılıp ikiye bölünerek çeper kalınlığı bulunmuştur.

2.2.1.3 Lif Boyut İlişkilerinin Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler

Adi fındık liflerinin Elastiklik oranı (Eşitlik 2.2), Runkel sınıflandırması (Eşitlik 2.3), Keçeleşme oranı (Eşitlik 2.4), Katılık katsayısı (Eşitlik 2.5) ilgili eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Elastiklik oranı} = (\text{Lümen Çapı} \times 100) / \text{Lif Genişliği} \quad (2.2)$$

$$\text{Runkel sınıflandırması} = (\text{Lif çeper Kalınlığı} \times 2) / \text{Lümen Çapı} \quad (2.3)$$

$$\text{Keçeleşme oranı} = \text{Lif Uzunluğu} / \text{Lif Genişliği} \quad (2.4)$$

$$\text{Katılık katsayısı} = (\text{Lif Çeper Kalınlığı} \times 100) / \text{Lif Genişliği} \quad (2.5)$$

2.2.2 Kimyasal Analizlere Ait Yöntemler

Kimyasal analizlere ait yöntemler aşağıdaki gibidir.

2.2.2.1 Rutubet Tayini

Rutubet tayini için $2 \pm 0,1$ gr örnek darası alınmış bir kaba konularak, etüvde 103 ± 2 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak rutubet oranı eşitlik 2.6 yardımıyla % olarak hesaplanmıştır.

$$r = (m_r - m_0) / m_r \times 100 \quad (2.6)$$

Kimyasal analizler için odun kibrit çöpü büyüklüğünde kesildikten sonra Willey değirmenin de öğütülmüştür. Öğütülen örnekler sarsıntılı elekte, üstten alta doğru sırasıyla 40-60-80 mesh'lik elekler sıralanarak elenmiştir. 60 mesh'lik elek içerisindeki numuneler bir kavanoza alınarak kimyasal analizler için muhafaza edilmiştir.

Adi fındık odununun kimyasal özellikleri belirlenirken Tablo 2.1'de gösterilen yöntemler kullanılmıştır.

Tablo 2.1 Kimyasal analizlerde kullanılan yöntemler.

Deney	Kullanılan Yöntem
Holoselüloz tayini	Klorit (Wise ve Jahn 1952)
Alfa selüloz tayini	Rowell 2005
Lignin tayini	TAPPI T 222 om-02
Kül tayini	ASTM Standart D 1102-84
Alkol çözünürlüğü	TAPPI T 204 cm-97
Sıcak ve soğuk su çözünürlüğü	TAPPI T 207 cm-99
%1 NaOH çözünürlüğü	TAPPI T 212 om-02

2.2.2.2 Holoselüloz Tayini

Holoselüloz tayini işlemlerinin hiç birisinde tam olarak holoselüloz miktarı belirlenemediği bilinmektedir. Bunun nedeni ise ligninin tam olarak uzaklaştırılması esnasında karbonhidrat kaybı da gerçekleşmekte ve bu engellenememektedir. Bu çalışmada en yaygın olan Klorit yöntemi kullanılmıştır (Wise ve Jahn 1952). Bu yöntemde diğer yöntemlere göre daha az karbonhidrat uzaklaştırılır. Bu yöntemde %2-4 miktarında lignin kalmaktadır (Hafizoğlu ve Deniz 2010).

Holoselüloz miktarını belirlemek için alkol ekstraksiyonuna uğratılmış örnekten hava kurusu $5\pm 0,1$ g alınarak 250 ml'lik erlenmayer içerisine konulmuştur ve üzerine 160 ml destile su, 1,5 g Sodyum klorit (NaClO_2) ve 0,5 ml buzlu Asetik asit (CH_3COOH) ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı 50 ml'lik erlenmayer ters çevrilerek kapatılmış ve su banyosuna yerleştirilmiştir. Sıcaklığı $78-80$ °C' de ayarlanarak 1 saat işlem görmüştür. Reaksiyon süresince erlenmayer ara sıra çalkalanarak karıştırılmıştır. 1 saat sonunda karışıma 1,5 g Sodyum klorit (NaClO_2) ve 0,5 ml buzlu Asetik asit (CH_3COOH) ilave edilip bu işlem 3 defa tekrarlanmıştır. İşlem sonunda süspansiyon buz banyosunda soğutularak krozeden süzülmüştür. Kalıntı önce az miktarda aseton ile sonrada bol miktarda soğuk destile su ile yıkanmış ve 103 ± 2 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak holoselüloz oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.3 Alfa Selüloz Tayini

Rowell (2005)'e göre yapılan bu deneyde, %17,5'lük Sodyum hidroksit (NaOH), % 8,3'lük Sodyum hidroksit (NaOH) ve %10'lük Asetik asit (CH_3COOH) çözeltileri 20 °C' deki su banyosunda bekletilip sıcaklığın 20 °C' ye gelmesi sağlanmıştır. 100 ml'lik bir beher içerisine holoselüloz tayinine uğratılmış $2\pm 0,1$ g örnek ve üzerine 10 ml %17,5'lük NaOH çözeltisi ilave edilerek bir bağet yardımıyla homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Daha sonra her 5 dakikada 1 kere 5 ml %17,5'lük NaOH çözeltisi karışıma ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Bu işlem 3 defa tekrarlanmıştır. Karışım 20 °C' deki su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra çıkarılmış ve içerisine 33 ml destile su ilave edildikten sonra 20 °C' deki su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra karışım krozeden süzülmüştür. Krozedeki kalıntı önce 100 ml % 8,3'lük NaOH çözeltisi ile sonra da destile su ile yıkanmıştır. Sonrada krozedeki kalıntı üzerine 15 ml %10'lük Asetik asit

(CH₃COOH) dökülerek 3 dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda Asetik asit (CH₃COOH) süzülerek kalıntı 250 ml destile su ile yıkanmış ve etüvde 103±2 °C’ de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra desikatöre konularak soğutulmuş ve sonrada tartılarak alfa selüloz oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.4 Lignin Tayini

Lignin oranının tayini için mevcut olan yöntemlerden Klason yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde sülfürik asit karbonhidratları hidrolize eder ve çözer. Tappi T 222 om-02 standartları dâhilinde yapılmıştır.

Tappi T 222 om-02 standardına göre yapılan bu deneyde, alkol ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu 1±0,1 g örnek alınarak bir behere konulmuştur. Üzerine 15 ml %72’lik sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edilerek 12-15 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda beherdeki örnek 1 lt’ lik şilifli erlenmayere alınmıştır. Asit konsantrasyonunun %3 olması için erlenmayere 560 ml destile su ilave edilerek seyreltme işlemi yapılmıştır. Bu karışım soğutucu altında 4 saat süreyle kaynatılmıştır. Bu işlemden sonra krozeden süzülerek, sıcak destile su ile yıkama yapılmıştır. Elde edilen kalıntılar etüvde 103±2 °C’ de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra desikatöre konularak soğutulmuş ve sonrada tartılarak lignin oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.5 Kül Tayini

ASTM Standart D 1102-84 standardına göre yapılan bu deneyde boş kroze 525±25 °C’ de 1 saat fırında bekletildikten sonra desikatöre konularak soğutulduktan sonra tartılarak darası alınmıştır. Darası alınan kroze 2±0,1 g örnek konulduktan sonra üzeri kapatılıp kül fırınına konularak sıcaklık yavaş yavaş artırılıp 580-600 °C’ de bekletilmiştir. Sonra krozeler fırından çıkarılarak desikatörde soğutulmuştur. Desikatörde soğuyan örnekler tartılarak kül miktarı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.6 Alkol Çözünürlüğü

TAPPI T 204 cm-97 standardına göre yapılan bu deneyde örnek içindeki yağ, mumsu maddeler, tanen gibi maddelerin miktarı belirlenmektedir. Sokslet cihazında 300 ml etil

alkol (C₂H₅OH) ile 6 saat ekstraksiyona tabi tutulan örnekler daha sonra etüvde 103±2 °C' de tam kuru hale getirilip, desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak çözünürlük miktarı oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.7 Soğuk Su Çözünürlüğü

TAPPI T 207 cm-99 standardına göre yapılan bu deneyde, 400 ml' lik bir beher içerisine hava kuru su 2 g örnek konularak üzerine 300 ml destile su ilave edilmiştir. Bir baget yardımıyla karıştırıldıktan sonra üzeri saat camı ile kapatılıp 23±2 °C' de 48 saat süreyle bekletilmiştir. Bu süre içerisinde arada bir karıştırılmıştır. Sonra örnekler krozeden süzülerek, destile su ile yıkama yapılmıştır. Elde edilen kalıntılar etüvde 103±2 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra desikatöre konularak soğutulmuş ve sonrada tartılarak soğuk su çözünürlük oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.8 Sıcak Su Çözünürlüğü

TAPPI T 207 cm-99 standardına göre yapılan bu deneyde, 250 ml' lik bir erlenmayer içerisine hava kuru su 2 g örnek konularak üzerine 100 ml sıcak destile su ilave edilmiştir. Sonra erlenmayer kaynayan sıcak su banyosuna yerleştirilmiştir. Erlenmayerler soğutucu altında 3 saat süreyle kaynayan su banyosunda tutulmuştur ve bu sürenin sonunda krozelerde süzülerek sıcak su ile yıkanmıştır. Elde edilen kalıntılar etüvde 103±2 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra desikatöre konularak soğutulmuş ve sonrada tartılarak sıcak su çözünürlük oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.9 %1'lik NaOH Çözünürlüğü

TAPPI T 212 om-02 standardına göre yapılan bu deneyde, 250 ml' lik bir erlenmayer içerisine hava kuru su 2 g örnek konularak üzerine 100 ml %1'lik sodyum hidroksit (NaOH) ilave edilerek, erlenmayerin ağzı 50 ml'lik erlenmayer ile ters çevrilerek kapatılmış ve kaynayan su banyosuna yerleştirilmiştir. 1 saat beklenildikten sonra darası alınmış krozede süzülerek önce 25 ml %10'luk asetik asit (CH₃COOH) ile yıkandıktan sonra sıcak su ile yıkanmıştır. Elde edilen kalıntılar etüvde 103±2 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra desikatöre konularak soğutulmuş ve sonrada tartılarak %1'lik NaOH çözünürlük oranı % olarak hesaplanmıştır.

2.2.3 Kâğıt Hamuru Pişirme Planları

Soda ve kraft yöntemlerinde kullanılan pişirme planları aşağıdaki gibidir.

2.2.3.1 Soda (NaOH) Yöntemi

Bu çalışmada NaOH kullanılarak Tablo 2.2' de belirtilen pişirme koşullarında 8 adet pişirme yapılmıştır.

Tablo 2.2 Soda (NaOH) yöntemi için uygulanan pişirme planı.

P.N	Y/Ç	NaOH (%)	M.S (°C)	M.S.U.S (dk)	M.S.P.S (dk)
S1	1/5	20	170	90	60
S2	1/5	22	170	90	60
S3	1/5	24	170	90	60
S4	1/5	26	170	90	60
S5	1/5	20	170	90	90
S6	1/5	22	170	90	90
S7	1/5	24	170	90	90
S8	1/5	26	170	90	90

Not: P.N: Pişirme No, Y/Ç: Yonga/ Çözelti oranı, M.S: Maksimum Sıcaklık, M.S.P.S: Maksimum Sıcaklıkta Pişirme Süresi, M.S.U.S: Maksimum Sıcaklığa Ulaşma Süresi.

2.2.3.2 Sülfat (Kraft) Yöntemi

Bu çalışmada Sülfat (Kraft) Tablo 2.3' de belirtilen pişirme koşullarında 6 adet pişirme yapılmıştır.

Tablo 2.3 Sülfat (Kraft) yöntemi için uygulanan pişirme planı.

P.N	Y/Ç	NaOH (%)	Na ₂ S (%)	M.S (°C)	M.S.U.S (dk)	M.S.P.S (dk)
K1	1/5	18	28	170	90	60
K2	1/5	20	26	170	90	60
K3	1/5	22	24	170	90	60
K4	1/5	24	22	170	90	60
K5	1/5	26	20	170	90	60
K6	1/5	28	18	170	90	60

Not: P.N: Pişirme No, Y/Ç: Yonga/ Çözelti oranı, M.S: Maksimum Sıcaklık, M.S.P.S: Maksimum Sıcaklıkta Pişirme Süresi, M.S.U.S: Maksimum Sıcaklığa Ulaşma Süresi.

2.2.4 Kâğıt Hamuru ve Deneme Kâğıtlarının Elde Edilmesi

Her bir pişirmede 700 g tam kuru yonga kullanılmıştır. Yongalar tam kuru ağırlığı 700 g olacak şekilde tartılarak hava almayacak şekilde polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir. Pişirme işlemleri elektrik ile ısıtılan, 25 kg/cm² basınca dayanıklı, 15 lt kapasiteli, dakikada 2 devir yapabilen laboratuvar tipi pişirme kazanın da yapılmıştır. Termostat ayarlandıktan sonra pişirme kazanının üzerindeki termometre gözlenerek sıcaklık ± 2 °C hassasiyetle, sıcaklık ayarları elle yapılmıştır.

Pişirme sonucunda elde edilen hamurlar 150 mesh'lik elek içerisinde alınarak yıkama suyu berraklaşmaya kadar ve 30'ar dakika yıkanmıştır. Materyal yapraklı ağaç olduğu için 5 dakika süre uygun görülerek yıkanmış hamurlar laboratuvar tipi lif açıcıda açılmıştır. Açılan lifler TAPPI T 275 sp-02 standardına göre Somerville tipi sarsıntılı vakum eleğinde elenerek elek artığı ayrılmıştır. Elenen hamur suyu bir miktar giderildikten sonra poşetlenerek ağzı kapatılmış ve bir süre bekletildikten sonra her pişirmeden tesadüfî 3'er örnek alınarak rutubetleri hesaplanmıştır. Pişirmelerin tam kuru hali hesaplanarak pişirme öncesi alınan tam kuru hal göz önüne alınarak verimi % olarak hesaplanmıştır. Elek artıkları da etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup tartılarak tam kuru yonga ağırlığına oranlanarak elek artığı miktarı % olarak hesaplanmıştır.

Elenen hamurlar TAPPI T 200 sp-01 standardına göre Hollander'de 35⁰SR ve 50⁰SR'e kadar dövülmüştür. Hamurların serbestlik derecesi Schopper Riegler cihazında ISO 5267-1 standardına göre belirlenmiştir. Dövülmemiş, 35⁰SR ve 50⁰SR kadar dövülmüş hamurlardan ISO 5269-2 standardına göre 75 \pm 2 g/m² gramajlı 10'ar adet deneme kâğıtları yapılarak dövme esnasında hamurların 35⁰SR ve 50⁰SR'e ulaşma süreleri tespit edilmiştir.

2.2.5 Kâğıtların Bazı Fiziksel, Optik ve Mekanik Özellikleri

Deneme kâğıtları TAPPI T 402 sp-03 standardına göre 23 \pm 2 °C sıcaklık ve %50 \pm 2 bağıl nemde 24 saat kondisyonlandıktan sonra Tablo 2.4'de gösterilen standartlara göre bazı fiziksel, optik ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Tablo 2.4 Kâğıtların bazı fiziksel, optik ve mekanik testlerinde kullanılan yöntemler.

Deney	Kullanılan yöntem
Kalınlık	TAPPI T 411 om-97
Hava geçirgenliği	ISO 5636-3
Opaklık	TAPPI T 519 om-02
Parlaklık	TAPPI T 525 om-02
Yırtılma indisi	TAPPI T 414 om-98
Kopma indisi	TAPPI T 494 om-01
Patlama indisi	TAPPI T 403 om-02

2.2.6 Kâğıt Hamuru Üzerinden Yapılan Deneyler

Kâğıt hamuru üzerinden yapılan deneylerde kullanılan yöntemler Tablo 2.5’de verilmiştir.

Tablo 2.5 Kâğıt hamuru üzerinden yapılan deneylerde kullanılan yöntemler.

Deney	Kullanılan yöntem
Kappa numarası	TAPPI T 236 om-99
Viskozite	SCAN-CM 15-62

2.2.6.1 Kappa Numarası Tayini

Kappa numarası tam kuru 1 g kâğıt hamurunun tükettiği 0,1 N KMnO_4 çözeltisinin ml olarak miktarına denilmektedir (Hafizoğlu ve Deniz 2010).

TAPPI T 236 standardına göre önceden elenerek rutubeti dengelemek amacıyla poşetlenmiş hamurlardan rutubet alınarak kuru maddesi bulunmuştur. 2 lt’lik beher içerisine 1 g tam kuru hamur ve 800 ml destile su konularak lifler bireysel hale gelinceye kadar açılmıştır. Sonra üzerine 200 ml beher içerisine konulan 100 ml 4N H_2SO_4 ve 100 ml 0,1 N KMnO_4 karışımı ilave edilerek 10 dk süre ile karıştırılmıştır. Süre bitiminde 20 ml 1 N KI ve bir miktar %0,2 nişasta ilave edilerek titrasyon (titrasyon için kullanılan madde 0,2 N Sodyum tiyosülfat) başlatılmıştır. Renk beyaz olduğu noktadaki tüketim sarfiyat olarak kaydedilerek karışımın sıcaklığı ölçülmüştür.

2.2.6.2 Viskozite Tayini

Hamur viskozitesinin belirlenebilmesi için, 9 g tam kuru hamur tartılıp, 400 ml'lik bir behere konularak üzerine 9 g %100'lük Sodyum klorit, 3 g Sodyum asetat, 6 ml asetik asit, 200 ml destile su ve 1 damla Formik asit ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında 18 saat bekletildikten sonra Watman 4 nolu kâğıt üzerinde süzülüp bol destile su ile iyice yıkanmıştır. Ağartılmış hamurlar poşet içerisine konularak rutubeti dengelenmiştir. Sonra ağartılmış hamurların rutubetleri alınarak kuru maddesi tespit edilmiştir.

SCAN-CM 15-62 standardına göre 0,1 g ağartılmış tam kuru hamur tartılmış, 10 ml destile su içerisine konularak lifler bireysel hale gelinceye kadar açılmıştır. Daha sonra üzerine 10 ml CED çözeltisi ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Son olarak karışım Viskozimetre pipetinde ölçülmüştür.

2.2.7 Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Bu program kullanılarak deneme kâğıtlarının özelliklerinin birbirine etkisini tespit etmek için çoğul varyans analizi ve varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığı tespit etmek için ise bu farkın %95 güven aralığında anlamlı olup olmadığı Duncan testi ile belirlenmiştir. Microsoft Office 2010 paket programı kullanılarak aritmetik ortalaması ve standart sapması belirlenmiştir.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE İRDELEME

3.1 LİF MORFOLOJİSİ

Adi findık (*Corylus avellana* L.)’ye ait lif morfolojisine ait bulgular ve karşılaştırılması aşağıdaki gibidir.

3.1.1 Lif Boyutlarına Ait Bulgular ve Karşılaştırılması

Corylus avellana L. odununa ait lif boyutlarının karşılaştırılması Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 *Corylus avellana* L. odununa ait lif boyutlarının karşılaştırılması.

Özellikler (μm)	<i>Corylus avellana</i> L. (Tespit)	<i>Corylus avellana</i> L. (Merev 1998)	<i>Olea europea</i> L. (Ververis vd. 2003)	<i>Actinidia deliciosa</i> (Yaman ve Gençer 2005)
Lif uzunluğu	1041,96 \pm 160,24	1056,29	850	1583,9
Lif genişliği	22,20 \pm 3,81	23,76	15,1	35,97
Lümen genişliği	13,66 \pm 3,23	14,08	6,2	22,30
Çeper kalınlığı	4,27	4,80	4,5	6,84
Trahe uzunluğu	631,10 \pm 70,62	599,98	-	-

Tablo 3.1 incelendiğinde *Corylus avellana* L. odununun lif uzunluğu 1041,96 μm , lif genişliği 22,20 μm , lümen genişliği 13,66 μm , çeper kalınlığı 4,27 μm , trahe uzunluğu 631,10 μm olarak tespit edilmiştir. IAWA (1989)’a göre ortalama lif uzunluğu 900-1600 μm arasında olduğu için Adi Fındığın “orta uzunlukta” liflere sahip olduğu söylenebilir.

Corylus avellana L. odununa ait benzer bir çalışmada elde edilen sonuçlar ise; Merev (1998) benzer şekilde sırasıyla lif uzunluğu 1056,29 µm, lif genişliği 23,76 µm, lümen genişliği 14,08 µm, çeper kalınlığı 4,80 µm, trahe uzunluğu 599,98 µm olarak tespit etmiştir. Bu değerler ile elde edilen değerler benzerlik göstermektedir.

Corylus avellana L. odunu lif özellikleri farklı türler ile karşılaştırıldığında; *Olea europea* L. ile çeper kalınlığı benzer özellik gösterirken lif uzunluğu, lif genişliği ve lümen genişliği daha yüksektir. *Actinidia deliciosa*'dan ise lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı daha düşüktür.

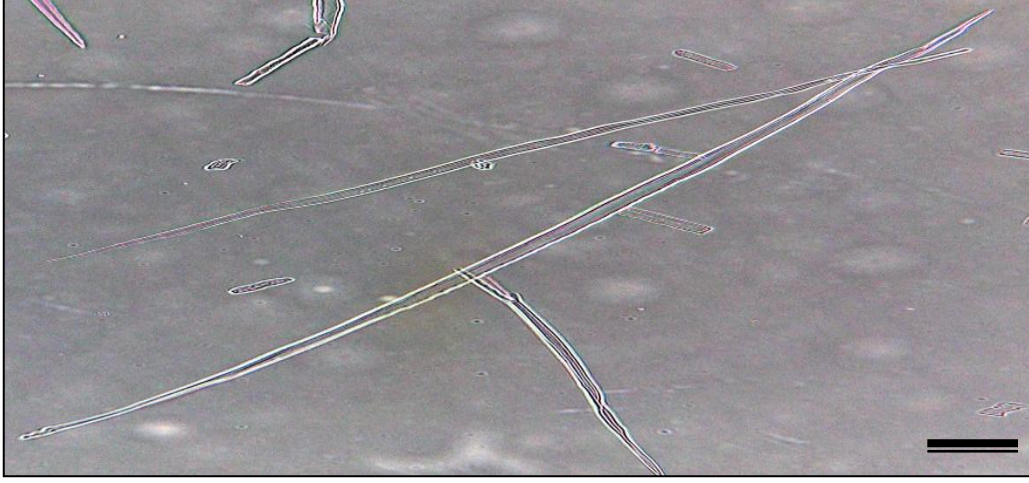
Corylus avellana L. odununa ait özgül ağırlık değerinin karşılaştırılması Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2 *Corylus avellana* L. odununa ait özgül ağırlık değerinin karşılaştırılması.

Kaynak	Tür	Özgül ağırlık (g/cm ³)
Tespit	<i>Corylus avellana</i> L.	0,67±0,04
Miles ve Smith (2009)	<i>Carya cordiformis</i>	0,66
	<i>Taxus brevifolia</i>	0,67
	<i>Quercus stellata</i>	0,67
	<i>Ulmus alata</i>	0,66

Tablo 3.2 incelendiğinde *Corylus avellana* L. odununun özgül ağırlığı 0,67 g/cm³ olarak tespit edilmiştir. Bu değer ile *Carya cordiformis*, *Taxus brevifolia*, *Quercus stellata* ve *Ulmus alata* ile benzer özellik göstermektedir.

Corylus avellana L. odununa ait lifin boydan görünüşü Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 *Corylus avellana* L. odununa ait lifin boydan görünüşü (Ölçek: 100 μm).

Corylus avellana L. odununa ait lifin lümen boşluğu ve çeper kalınlığı Şekil 3.2’de verilmiştir.



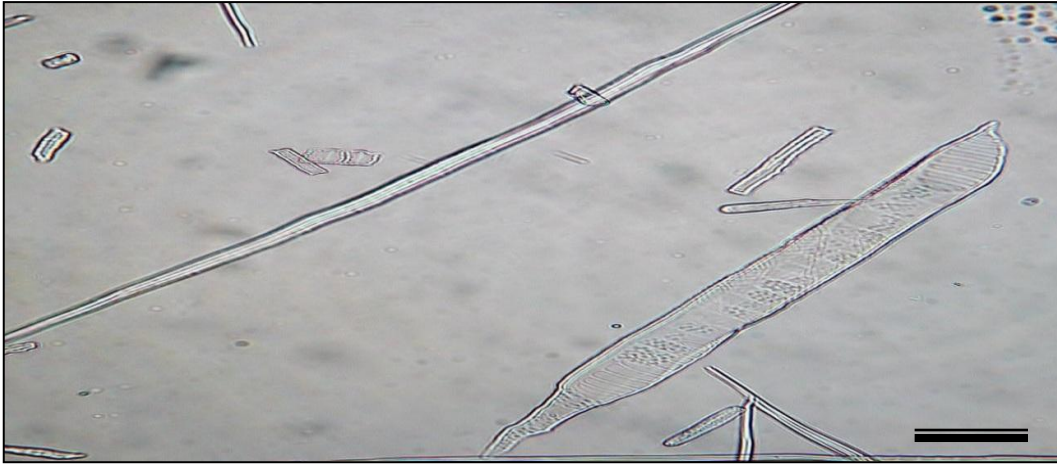
Şekil 3.2 *Corylus avellana* L. odununa ait lifin lümen boşluğu ve çeper kalınlığı (Ölçek: 22 μm).

Corylus avellana L. odununa ait lif kümesi Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3 *Corylus avellana* L. odununa ait lif kümesi (Ölçek: 120 μ m).

Corylus avellana L. odununa ait lif, trahe ve paranzim hücrelerinin görünüşleri Şekil 3.4'de verilmiştir.



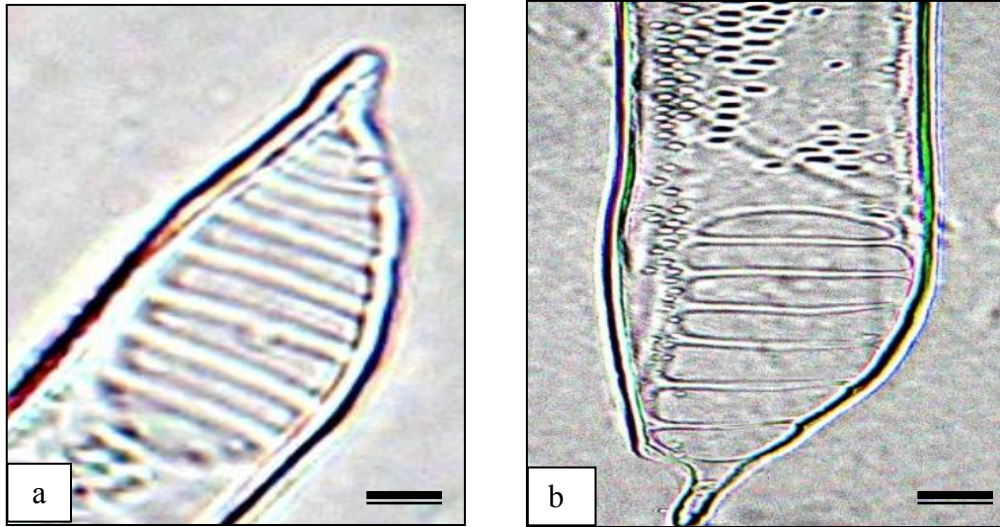
Şekil 3.4 *Corylus avellana* L. odununa ait lif, trahe hücresi ve paranzim hücresi görünüşleri (Ölçek: 12 μ m).

Corylus avellana L. odununa ait trahe hücresi görünümü Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5 Adi fındık trahe hücresinin görünümü (Ölçek: 75 µm).

Corylus avellana L. odununa ait trahe hücresinde perforasyon tablasının görünümü Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6 Adi fındık trahe hücresinde perforasyon tablasının görünümü (a-b)(Ölçek: 5 µm).

Ağaç gövdesi eksenine paralel, boyuna yönde uzanan hücre elemanlarından olan traheler besi suyu iletme görevi görmektedirler. Üst üste hücrelerin birleşmesi ve aralarındaki bölmelerin az veya çok erimesiyle boru şeklini almaktadır (Berkel 1970). *Corylus avellana* L.’nin perforasyon tablası merdiven şeklinde olduğu için skalariform perforasyon tablasına sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.1.2 Adi Fındık (*Corylus avellana* L.) Liflerinin Morfolojik Özelliklerinin Kâğıdın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi

Corylus avellana L. odununa ait lif boyutları arasındaki ilişki Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3 *Corylus avellana* L. odununa ait lif boyutları arasındaki ilişkiler ve karşılaştırılması.

Özellikler	<i>Corylus avellana</i> L. (Tespit)	<i>Actinidia deliciosa</i> (Yaman ve Gençer 2005)
Elastiklik Katsayısı	61,53	61,99
Rijidite Katsayısı	19,23	19,00
Runkel Oranı	0,63	0,61
Keçeleşme Oranı	46,93	44,03

Tablo 3.3 *Corylus avellana* L odununa ait lif boyutları arasındaki ilişkiler incelendiğinde Elastiklik katsayısı 61,53, Rijidite katsayısı 19,23, Runkel oranı 0,63, Keçeleşme oranları 46,93 olarak tespit edilmiştir.

Corylus avellana L. odununa ait lif boyutları arasındaki ilişkiler, farklı türler ile karşılaştırıldığında; Yaman ve Gençer (2005) *Actinidia deliciosa*’nın Elastiklik katsayısı 61,99, Rijidite katsayısı 19,00, Runkel oranı 0,61, Keçeleşme oranları 44,03 olarak tespit etmiştir. Tespit edilen değerler ile bu değerler benzerlik göstermektedir.

3.1.2.1 Elastiklik Katsayısı

Tablo 3.3 *Corylus avellana* L. odununa ait lif boyutları arasındaki ilişki ve Tablo 3.2 *Corylus avellana* L. odununa ait özgül ağırlık değerleri incelendiğinde Elastiklik katsayısı 61,76 ve özgül ağırlığı 0.67 g/cm^3 ’dür. Elastiklik katsayısı 50-75 arasında olan ve $0,55-0,70 \text{ g/cm}^3$ arasında orta yoğunluğa sahip odunlar bu gruba girmektedir. Bu grupta çeper kalınlıkları biraz fazla olmalarına karşın, lümen boşlukları da geniş olduğu için kâğıt yapımı sırasında kısmen ezilip direnç özellikleri iyi olan kâğıtlar verirler (Bostancı 1987). *Corylus avellana* L. bu özellikleri ile esnek lifler sınıfına girer ve iyi bir yüzey bağlantısı sağlayabileceği varsayılabilir.

3.1.2.2 Rijidite Katsayısı

Corylus avellana L.' nin Rijidite katsayısı 19,23 olarak tespit edilmiştir. Rijidite katsayısı ise elastiklik katsayısının tersi bir durum oluşturmaktadır. Rijidite katsayısının yüksek olan liflerden üretilen kâğıdın fiziksel direnç özellikleri olumsuz etkilenmekte ve katılık katsayısı yüksek olan liflerde lifler arası bağlantı yeterince kurulamamaktadır (Akkayan 1983; Göksel 1986; Yaman ve Gençer 2005). Rijidite katsayısının büyüklüğü, kâğıdın fiziksel direnç niteliklerinin, özellikle de patlama ve kopma dirençlerinin düşük olacağı anlamını taşır (Tank 1980).

3.1.2.3 Runkel Oranı

Corylus avellana L.' nin Runkel oranı 0,63 olarak tespit edilmiştir. Runkel oranı 1'den küçük ise ince çeperli lifler sınıfına girmektedir. Bu liflerden elde edilen kâğıdın yırtılma ve çift katlanma direnci hariç diğer nitelikleri daima iyiye doğru bir gidiş göstermektedir. (Bostancı 1987).

3.1.2.4 Keçeleşme Oranı

Corylus avellana L.' nin Keçeleşme oranınının 46,93 olarak tespit edilmiştir. Keçeleşme oranı 70'den düşük bulunan lifsel hammaddelerin kâğıtçılık yönünden değersiz oldukları şeklinde bir görüş varsa da, keçeleşme oranı 70'den küçük yapraklı ağaç odunu liflerinden elde edilen kâğıt hamurlarının fiziksel niteliklerinin iyi oluşu, bu oranın kâğıdın çeşitli fiziksel nitelikleri ile sistematik bir ilişki göstermediğini, sadece kâğıdın yırtılma direnci ile bağlantılı olduğunu ortaya çıkarmıştır (Bostancı 1987).

3.2 ADI FINDIK (*Corylus avellana* L.) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Corylus avellana L. ve *Corylus colurna* L. odunlarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait bulgular ve karşılaştırılması Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4 *Corylus avellana* L. odununun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait bulgular ve karşılaştırılması.

Özellikler (%)	<i>Corylus avellana</i> L. (Tespit)	<i>Corylus colurna</i> L. (Korkut vd. 2009)	<i>Olea europea</i> L. (Ververis vd. 2003)	<i>Prunus dulcis</i> L. (Ververis vd. 2003)
Rutubet miktarı	7,79±0,26	-	-	-
Ekstraktif madde oranı	2,83±0,00	7,42	-	-
Soğuk su çözünürlüğü	2,90±0,03	6,30	-	-
Sıcak su çözünürlüğü	3,70±0,21	7,40	-	-
Holoseülüz	82,07±1,00	68,80	-	-
α -selüloz	41,33±0,12	43,50	41,70	40,7
Lignin	15,89±0,09	23,60	21,5	27,3
%1 NaOH çözünürlüğü	18,48±0,34	25,50	-	-
Kül miktarı	0,72±0,00	0,30	2,00	2,2

Tablo 3.4 *Corylus avellana* L. odununun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait bulgular incelendiğinde rutubet miktarı %7,79, ekstraktif madde oranı %2,83, soğuk su çözünürlüğü %2,90, sıcak su çözünürlüğü %3,70, holoseülüz %82,07, α -selüloz %41,33, lignin %15,89, %1 NaOH çözünürlüğü %18,48 ve kül miktarı %0,72 olarak tespit edilmiştir.

Corylus avellana L. odununun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait bulgular farklı türler ile karşılaştırıldığında; *Corylus colurna* L. odununa göre α -selüloz benzerlik gösterirken, holoseülüz ve kül miktarı yüksek, diğer oranlarının ise düşük olduğu görülmektedir. *Olea europea* L. odununa göre α -selüloz benzerlik gösterirken, kül miktarı ve lignini düşüktür. *Prunus dulcis* L. odununa göre α -selüloz benzerlik gösterirken, , kül miktarı ve lignini düşüktür.

3.3 ADI FINDIK (*Corylus avellana* L.) ODUNUNUN KÂĞIT HAMURU VE DENEME KÂĞITLARINA AİT BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan pişirmeler ile ilgili verilen tablolarda maksimum sıcaklığa ulaşma süresi ve maksimum sıcaklıkta pişirme süresi toplanarak 150 dk ve 180 dk olarak verilmiştir.

3.3.1 NaOH Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamuruna Ait Bulgular

Corylus avellana L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verim, elek artığı, toplam verim, kappa numarası ve viskozitesi Tablo 3.5’de verilmiştir.

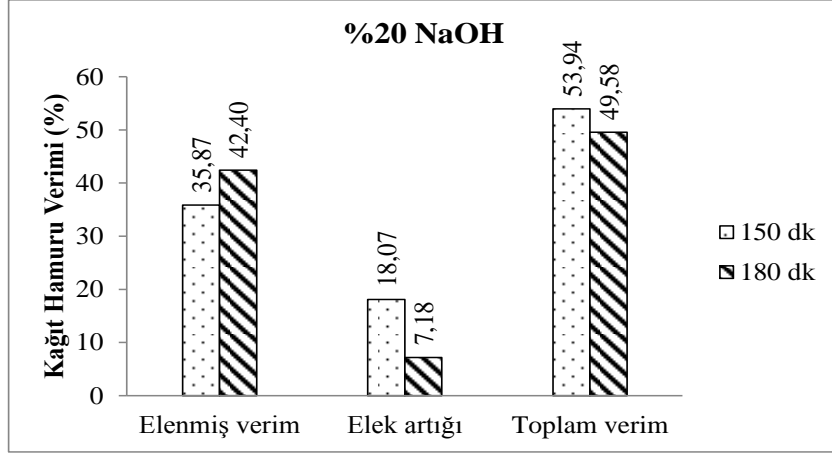
Tablo 3.5 *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappa numarası ve viskozitesi.

Kod	Elenmiş Verim (%)	Elek Artığı (%)	Toplam Verim (%)	Kappa No	Viskozite cm ³ /g
S1	35,87	18,07	53,94	35,25	961,60
S2	45,37	6,34	51,71	26,70	943,85
S3	47,27	3,04	50,31	25,20	883,13
S4	45,50	0,57	46,07	15,75	742,48
S5	42,40	7,18	49,58	30,85	959,66
S6	47,59	2,78	50,37	22,70	928,50
S7	46,97	0,91	47,88	20,35	857,05
S8	45,39	0,14	45,53	14,90	719,01

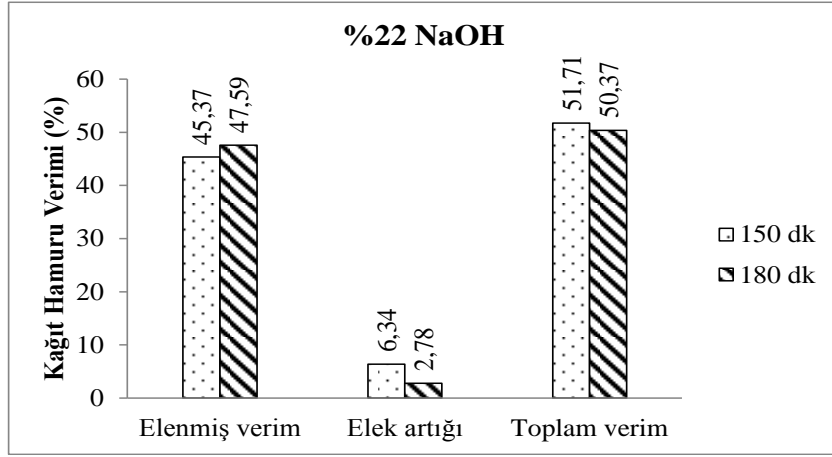
Tablo 3.5 *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappa numarası ve viskozitesi incelendiğinde en yüksek elenmiş verim S6 numaralı pişirmede %47,59, en düşük elek artığı S8 numaralı pişirmede %0,14, en yüksek toplam verim S1 numaralı pişirmede %53,94, en düşük kappa numarası S8 numaralı pişirmede %14,90, en yüksek viskozite S1 numaralı pişirmede 961,60 cm³/g olarak tespit edilmiştir.

3.3.1.1 NaOH Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamurunda Sürenin Kâğıt Hamuru Verimine Etkisi

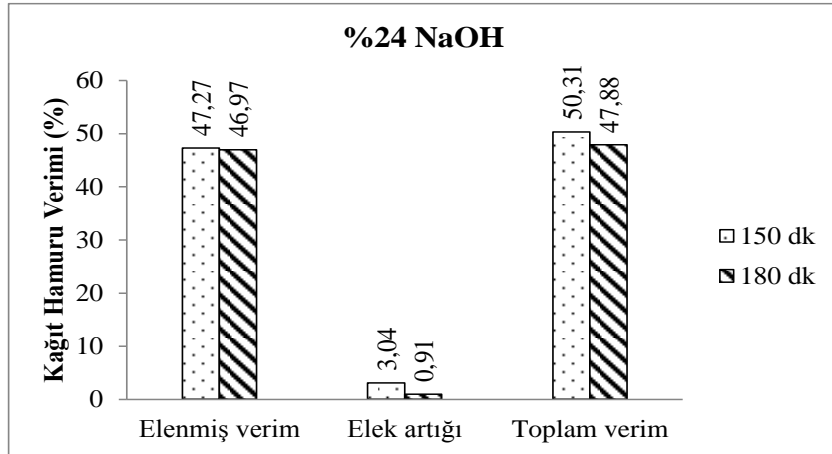
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi sırasıyla Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10’da verilmiştir.



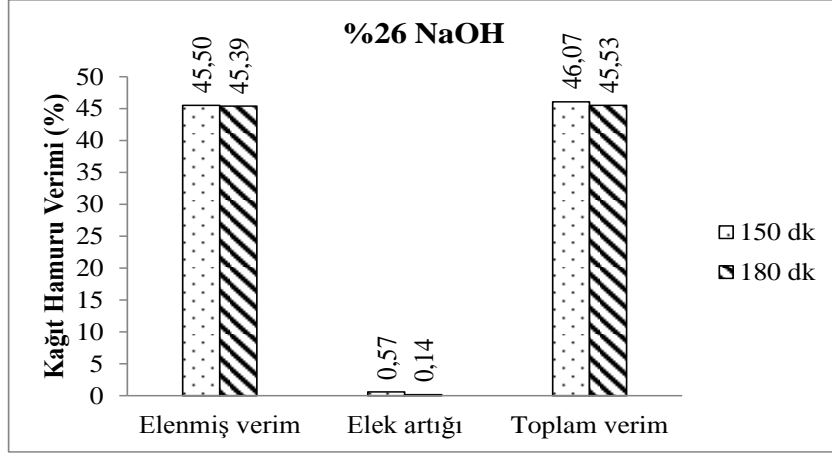
Şekil 3.7 %20 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.



Şekil 3.8 %22 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.



Şekil 3.9 %24 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.



Şekil 3.10 %26 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi.

Şekil 3.7 %20 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi incelendiğinde elenmiş verim 150 dk'da %35,87 ve 180 dk'da %42,40'dır. Elek artığı 150 dk'da %18,07 ve 180 dk'da %7,18'dir. Toplam verim 150 dk'da %53,94 ve 180 dk'da 49,58'dir. Buna göre süre arttıkça elenmiş verim artmakta iken elek artığı ve toplam verim azalmaktadır.

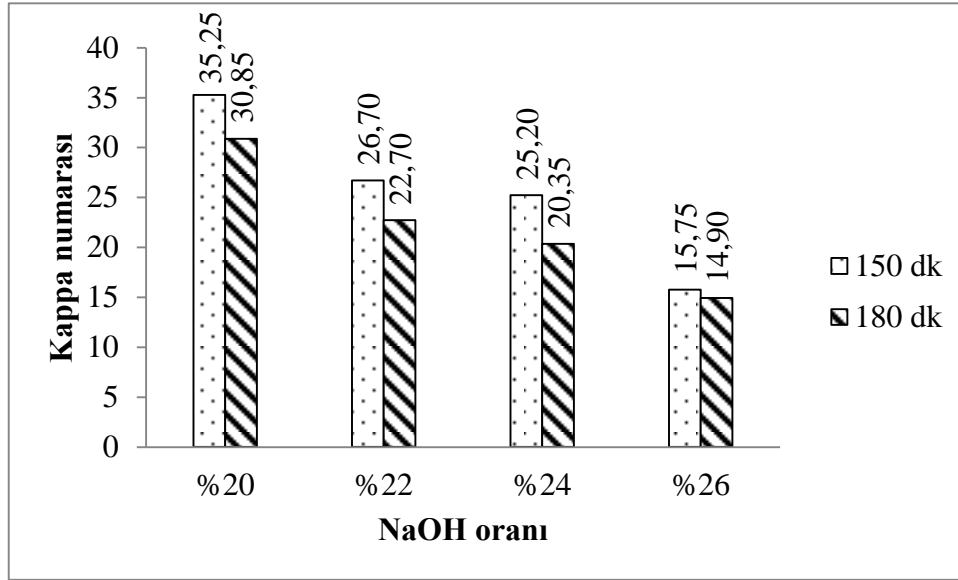
Şekil 3.8 %22 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi incelendiğinde elenmiş verim 150 dk'da %45,37 ve 180 dk.'da %47,59'dır. Elek artığı 150 dk'da %6,34 ve 180 dk'da %2,78'dir. Toplam verim 150 dk'da %51,71 ve 180 dk'da 50,37'dir. Buna göre süre arttıkça elenmiş verim artmakta iken elek artığı ve toplam verim azalmaktadır.

Şekil 3.9 %24 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi incelendiğinde elenmiş verim 150 dk'da %47,27 ve 180 dk'da %46,97'dir. Elek artığı 150 dk'da %3,04 ve 180 dk'da %0,91'dir. Toplam verim 150 dk'da %50,31 ve 180 dk'da 47,88'dir. Buna göre süre arttıkça elenmiş verim, elek artığı ve toplam verim azalmaktadır.

Şekil 3.10 %26 NaOH oranında pişirme süresinin verime etkisi incelendiğinde elenmiş verim 150 dk'da %45,50 ve 180 dk'da %45,39'dur. Elek artığı 150 dk'da %0,57 ve 180 dk'da %0,14'dür. Toplam verim 150 dk'da %46,07 ve 180 dk'da 45,53'dür. Buna göre süre arttıkça elenmiş verim, elek artığı ve toplam verim azalmaktadır.

3.3.1.2 NaOH Yöntemiyle Farklı Sürelerde Pişirilen Kâğıt Hamurunda NaOH Oranının Kappa Numarasına Etkisi

NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda kappa numaralarının pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişimi Şekil 3.11’de verilmiştir.



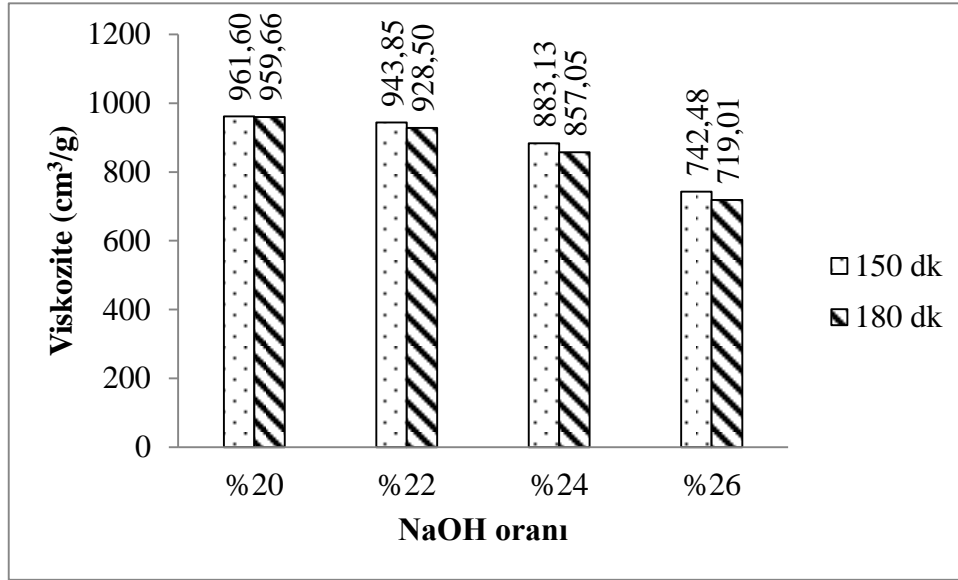
Şekil 3.11 NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda kappa numaralarının pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişimi.

Şekil 3.11 NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda kappa numaralarının pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişimi incelendiğinde %20, %22, %24, %26 sırasıyla 150 dk’da 35,25, 26,70, 25,20, 15,75’dir. 180 dk’da 30,85, 22,70, 20,35, 14,90’dır. Buna göre NaOH oranı ve süre arttıkça kappa numarasının azaldığı görülmektedir.

Aynı madde miktarlarında pişirme süresinin 150 dakikadan 180 dakikaya arttırılması ile elenmiş verim artmakta ve kappa numarası azalmaktadır. Bunu Gençler vd. (2012) yapmış olduğu bir çalışma ile desteklemektedir.

3.3.1.3 NaOH Yöntemiyle Farklı Sürelerde Pişirilen Kâğıt Hamurunda NaOH Oranının Viskoziteye Etkisi

NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda NaOH oranının viskoziteye etkisi Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.12 NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda NaOH oranının viskoziteye etkisi.

Şekil 3.12 NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda NaOH oranının viskoziteye etkisi incelendiğinde %20, %22, %24, %26 sırasıyla 150 dk’da 961,60 cm³/g, 943,85 cm³/g, 883,13 cm³/g, 742,48 cm³/g’dir. 180 dk’da 959,66 cm³/g, 928,50 cm³/g, 857,05 cm³/g, 719,01 cm³/g’dir. Buna göre NaOH oranı ve süre arttıkça viskozitenin azaldığı görülmektedir.

3.3.1.4 NaOH Yöntemiyle Elde Edilen Deneme Kâğıtlarına Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Tablo 3.6 *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel, optik, mekanik özellikleri ve Duncan testi.

⁰ SR	Kod	Fiziksel özellikler		Optik özellikler		Mekanik özellikler		
		Kalınlık (µm)	Hava geçirgenliği (ml/dk)	Opaklık (%)	Parlaklık (%)	Yırtılma indisi (mN.m ² /g)	Kopma indisi (N.m/g)	Patlama indisi (kPa.m ² /g)
Dövülmemiş	S1	138,50 k	>5000 n	99,87 j	19,68 k	3,97 cdefg	42,09 ab	1,77 a
	S2	135,00 j	>5000 n	99,85 j	22,68 p	4,40 gh	44,94 bcd	1,92 b
	S3	137,50 k	>5000 n	99,87 j	23,92 s	4,23 fgh	46,74 cde	2,14 c
	S4	138,75 k	>5000 n	99,92 j	26,01 t	4,53 h	42,55 abc	2,12 c
	S5	128,25 ı	>5000 n	99,88 j	20,30 m	4,51 h	55,20 f	2,55 d
	S6	135,50 j	>5000 n	99,86 j	23,47 r	4,43 gh	49,86 e	2,16 c
	S7	141,25 l	>5000 n	99,88 j	23,94 s	4,03 defg	48,44 de	2,25 c
	S8	143,75 m	>5000 n	99,80 j	26,62 u	3,20 a	38,66 a	1,69 a
35	S1	95,25 f	84,40 g	99,21 f	15,56 c	3,70 bcde	86,00 ij	4,94 ijk
	S2	95,25 f	132,30 k	99,25 fg	18,33 h	3,97 cdefg	91,79 klm	5,01 kl
	S3	100,25 h	212,90 m	99,42 hı	19,94 l	4,20 fgh	85,22 ij	4,68 fg
	S4	95,00 f	100,50 h	99,24 f g	20,74 n	4,14 efgh	80,11 gh	4,70 fgh
	S5	95,25 f	109,25 ı	99,38 ghı	16,36 e	4,13 defgh	93,82 lm	4,99 kl
	S6	97,75 g	163,10 l	99,46 hı	19,27 j	4,04 defg	86,44 ij	4,80 ghı
	S7	100 h	162,50 l	99,54 ı	19,92 l	4,26 fgh	88,96 jk	4,64 f
	S8	95,50 f	117,00 j	99,36 fgh	22,10 o	3,67 bcd	78,26 g	4,25 e
50	S1	87,75 ab	16,50 a	98,57 b	13,85 a	3,11 a	94,98 m	4,98 jkl
	S2	88,25 abc	14,65 a	98,30 a	16,05 d	3,53 abc	94,04 lm	5,05 kl
	S3	93,00 e	51,35 f	98,97 e	18,19 h	3,80 bcdef	86,84 ij	4,84 hij
	S4	89,50 cd	25,05 c	98,60 bc	18,98 ı	3,47 ab	86,07 ij	4,76 fgh
	S5	89,50 cd	21,45 b	98,76 cd	14,80 b	3,39 ab	93,82 lm	5,10 l
	S6	87,25 a	21,05 b	98,46 b	16,68 f	3,49 ab	91,31 klm	4,94 ijk
	S7	90,25 d	38,00 e	98,84 de	17,63 g	3,54 abc	89,68 jkl	4,82 ghı
	S8	88,75 bc	29,10 d	98,81 de	19,78 k	3,50 ab	82,82 hı	4,30 e

Tablo 3.6 incelendiğinde aynı sütundaki aynı harfler %95 güven aralığında farkların istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir.

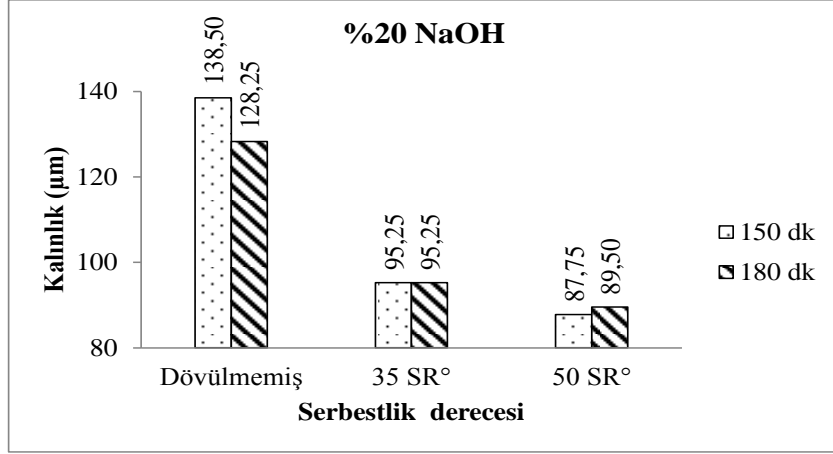
Tablo 3.6 *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının bazı fiziksel özellikleri incelendiğinde en yüksek kalınlık S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 143,75 μm ve en düşük kalınlık ise S6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile 87,25 μm 'dir. En düşük hava geçirgenliği ise S2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile 14,65 ml/dk ve tüm pişirmeler için yapılan hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk'dan büyük çıktıkları için en yüksek hava geçirgenliği değeri dövülmemiş hamurlardan elde edilen deneme kağıtlarına aittir.

Tablo 3.6 *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının bazı optik özellikleri incelendiğinde en yüksek parlaklık değeri S4 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile %99,92 ve en düşük opaklık değeri ise S2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile %98,30'dur. En yüksek parlaklık değeri S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile %26,62 ve en düşük parlaklık değeri ise S1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile %13,85'dir.

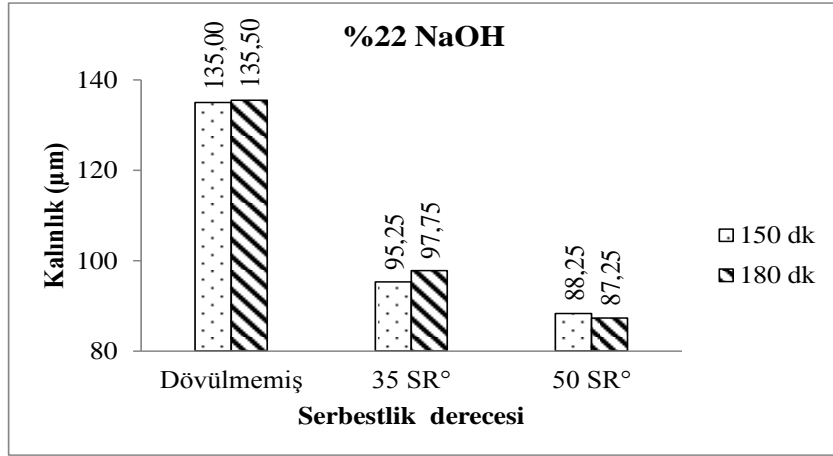
Tablo 3.6 *Corylus avellana* L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının bazı mekanik özellikleri incelendiğinde en yüksek yırtılma indisi değeri S4 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 4,53 $\text{mN.m}^2/\text{g}$ ve en düşük yırtılma indisi değeri S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 3,20 $\text{mN.m}^2/\text{g}$ 'dir. En yüksek kopma indisi değeri S5 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 35⁰SR ve 50⁰SR ile 93,82 N.m/g ve en düşük kopma indisi S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 38,66 N.m/g 'dir. En yüksek patlama indisi değeri S5 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile 5,10 $\text{kPa.m}^2/\text{g}$ ve en düşük patlama indisi değeri S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 1,69 $\text{kPa.m}^2/\text{g}$ 'dir.

Kalınlık

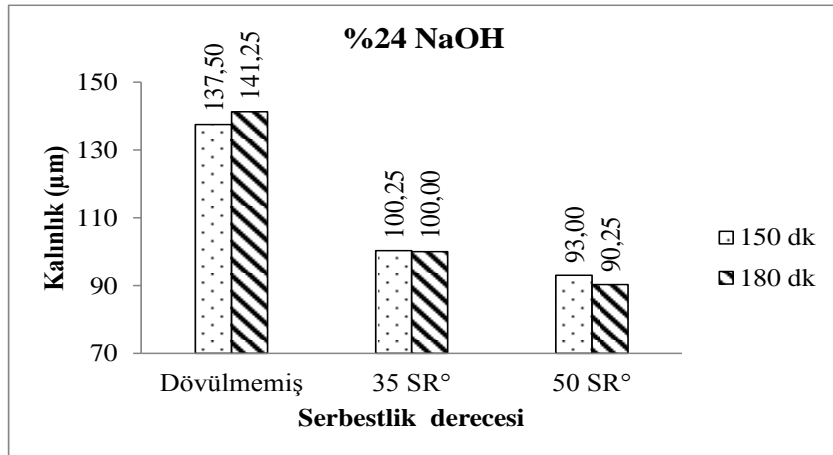
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kağıt hamurlarından elde edilen deneme kağıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi sırasıyla Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15 ve Şekil 3.16'da verilmiştir.



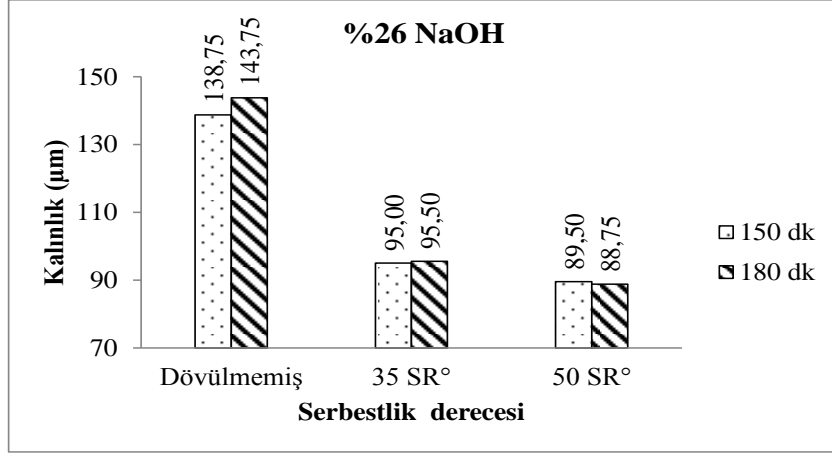
Şekil 3.13 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.



Şekil 3.14 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.



Şekil 3.15 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.



Şekil 3.16 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi.

Şekil 3.13 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR de, elde edilen deneme kâğıtlarında kalınlık değerleri sırasıyla 138,50 µm, 95,25 µm, 87,75 µm'dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 128,25 µm, 95,25 µm, 89,50 µm'dir. Buna göre süre arttıkça dövülmemiş de kalınlık azalmakta iken 35 ⁰SR'de eşit ve 50 ⁰SR ise artmaktadır. Schopper derecesi arttıkça kalınlık azalmaktadır.

Şekil 3.14 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında kalınlık değerleri sırasıyla 135,00 µm, 95,25 µm, 88,25 µm'dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 135,50 µm, 97,75 µm, 87,25 µm'dir. Buna göre süre arttıkça dövülmemiş de ve 35 ⁰SR'de kalınlık artmakta iken, 50 ⁰SR ise azalmaktadır.

Şekil 3.15 %24 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kalınlığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında kalınlık değerleri sırasıyla 137,50 µm, 100,25 µm, 93,00 µm'dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 141,25 µm, 100,00 µm, 90,25 µm'dir. Buna göre süre arttıkça dövülmemiş de kalınlık artmakta iken, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de ise azalmaktadır.

Şekil 3.16 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin

kalınlığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında kalınlık değerleri sırasıyla 138,75 µm, 95,00 µm, 89,50 µm’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 143,75 µm, 95,50 µm, 88,75 µm’dir. Buna göre süre arttıkça dövülmemişte ve 35 °SR’de kalınlık artmakta, 50 °SR’de ise azalmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait kalınlık değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	217836,667	23	9471,159	2,306	0,000
Kesme noktası	5577140,833	1	5577140,833	1,358	0,000
Süre	0,833	1	0,833	0,203	0,653
NaOH	1568,750	3	522,917	127,343	0,000
Schopper	213655,104	2	106827,552	2,602	0,000
Süre*NaOH	330,417	3	110,139	26,822	0,000
Süre*Schopper	39,479	2	19,740	4,807	0,009
NaOH*Schopper	981,563	6	163,594	39,839	0,000
Süre*NaOH*Schopper	1260,521	6	210,087	51,161	0,000
Hata	1872,500	456	4,106		
Toplam	5796850,000	480			
Düzeltilmiş toplam	219709,167	479			

Tablo 3.7 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında süre satırındaki değerlerden sürenin ($p=0,653$, $p>0,05$) kalınlık üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. NaOH, Schopper, Süre * NaOH, NaOH * Schopper ve Süre * NaOH * Schopper satırındaki değerlerin ($p=0,000$, $p<0,05$) kalınlık üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Süre * Schopper satırındaki değerlerden ($p=0,009$, $p<0,05$) kalınlık üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.8 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.8 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kağıtlarının kalınlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

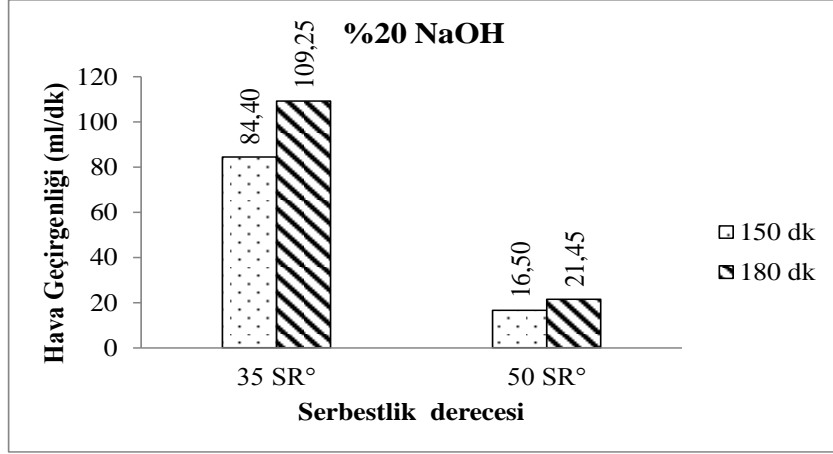
Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	217836,667	23	9471,159	2,306	0,000
Gruplar içi	1872,500	456	4,106		
Toplam	219709,167	479			

Tablo 3.8’deki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kağıtlarının kalınlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kağıtlarına ait kalınlık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

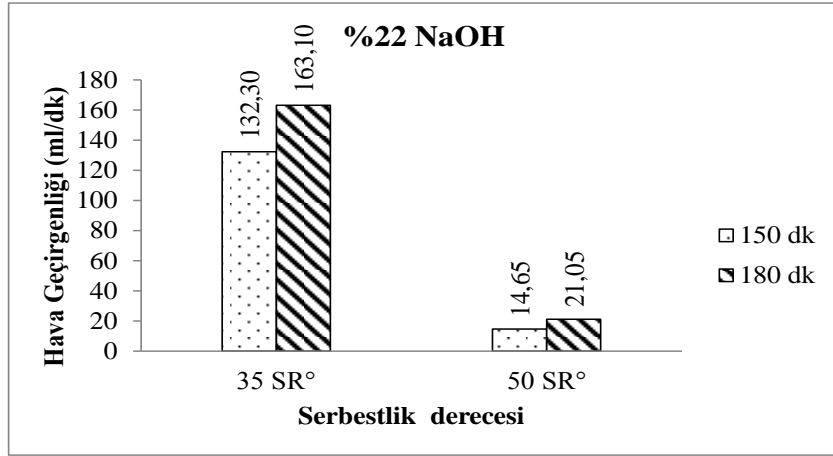
Hava Geçirgenliği

Dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında yapılan hava geçirgenliği testlerinde hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk’dan büyük çıktıkları için hava geçirgenliği için yapılan Şekil 3.17, 3.18, 3.19 ve 3.20’de ki şekillerinde dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait değerler verilmemiştir. Ancak yapılan istatistiksel analizlerde değerleri 5001 ml/dk olarak alınmıştır.

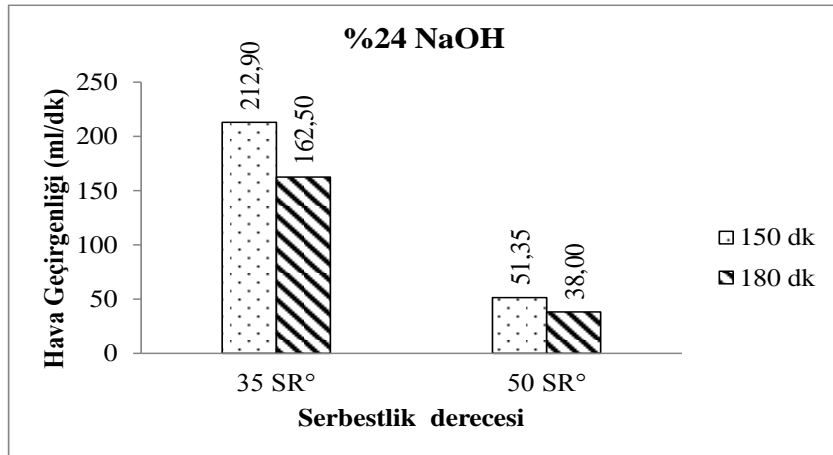
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi sırasıyla Şekil 3.17, Şekil 3.18, Şekil 3.19 ve Şekil 3.20’de verilmiştir.



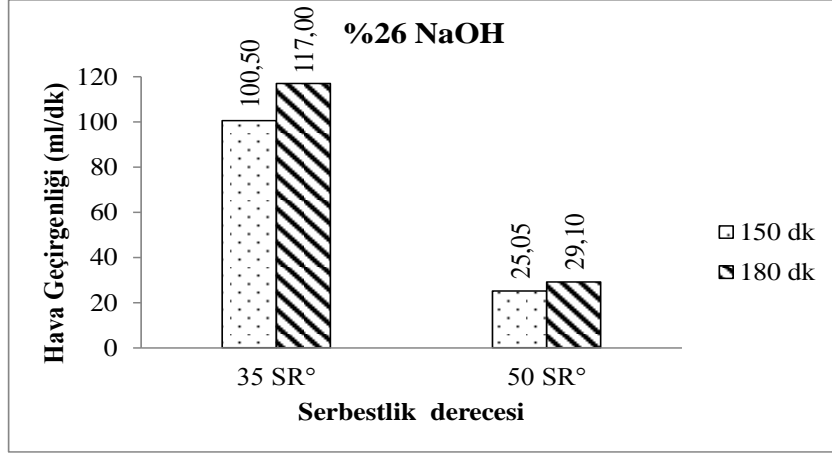
Şekil 3.17 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.



Şekil 3.18 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.



Şekil 3.19 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.



Şekil 3.20 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi.

Şekil 3.17 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi incelendiğinde 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında hava geçirgenliği değerleri sırasıyla 84,40 ml/dk, 16,50 ml/dk’dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 109,25 ml/dk, 21,45 ml/dk’dır. Buna göre süre arttıkça hava geçirgenliği 35 °SR ve 50 °SR’de artmaktadır.

Şekil 3.18 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi incelendiğinde 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında hava geçirgenliği değerleri sırasıyla 132,30 ml/dk, 14,65 ml/dk’dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 163,10 ml/dk, 21,05 ml/dk’dır. Buna göre süre arttıkça hava geçirgenliği 35 °SR ve 50 °SR’de artmaktadır.

Şekil 3.19 %24 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin hava geçirgenliğine etkisi incelendiğinde 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında hava geçirgenliği değerleri sırasıyla 212,90 ml/dk, 51,35 ml/dk’dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 162,50 ml/dk, 38,00 ml/dk’dır. Buna göre süre arttıkça hava geçirgenliği 35 °SR ve 50 °SR’de azalmaktadır.

Şekil 3.20 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin

hava geçirgenliğine etkisi incelendiğinde 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında hava geçirgenliği değerleri sırasıyla 100,50 ml/dk, 25,05 ml/dk’dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 117,00 ml/dk, 29,10 ml/dk’dır. Buna göre süre arttıkça hava geçirgenliği 35 °SR ve 50 °SR’de artmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait hava geçirgenliği değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	2,583	23	1,123	3,986	0,000
Kesme noktası	1,422	1	1,422	5,047	0,000
Süre	472,033	1	472,033	16,755	0,000
NaOH	103789,508	3	34596,503	1,228	0,000
Schopper	2,583	2	1,291	4,584	0,000
Süre*NaOH	22055,450	3	7351,817	260,948	0,000
Süre*Schopper	721,129	2	360,565	12,798	0,000
NaOH*Schopper	118017,979	6	19669,663	698,163	0,000
Süre*NaOH*Schopper	23137,988	6	3856,331	136,878	0,000
Hata	12847,100	456	28,173		
Toplam	4,005	480			
Düzeltilmiş toplam	2,583	479			

Tablo 3.9 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde, %95 güven aralığında Süre, NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper, NaOH * Schopper ve Süre * NaOH * Schopper satırındaki değerlerin (p=0,000, p<0,05) hava geçirgenliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.10 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3,6'da verilmiştir.

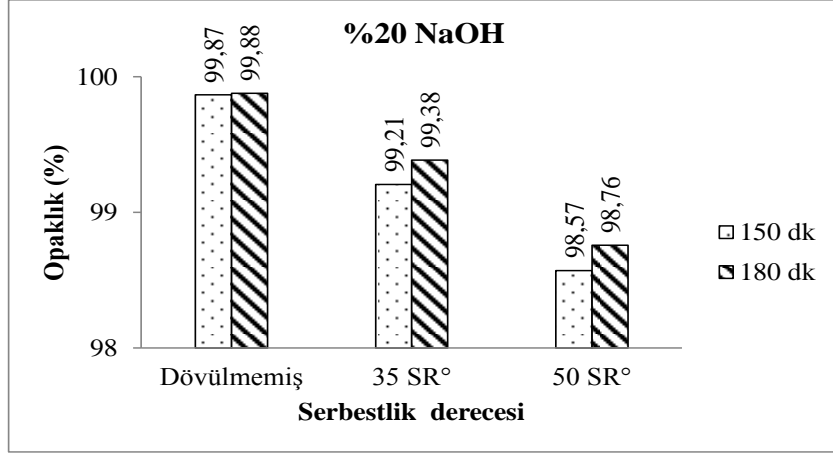
Tablo 3.10 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	2,583	23	1,123	3,986	0,000
Gruplar içi	12847,100	456	28,173		
Toplam	2,583	479			

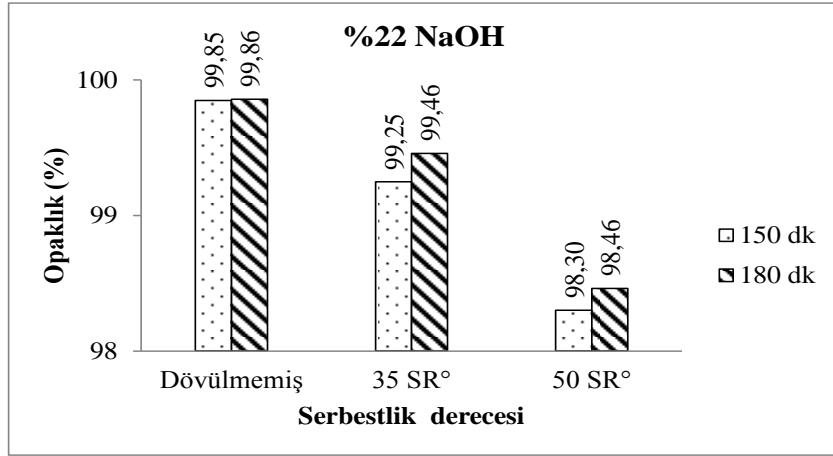
Tablo 3.10'daki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait kalınlık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3,6'da verilmiştir.

Opaklık

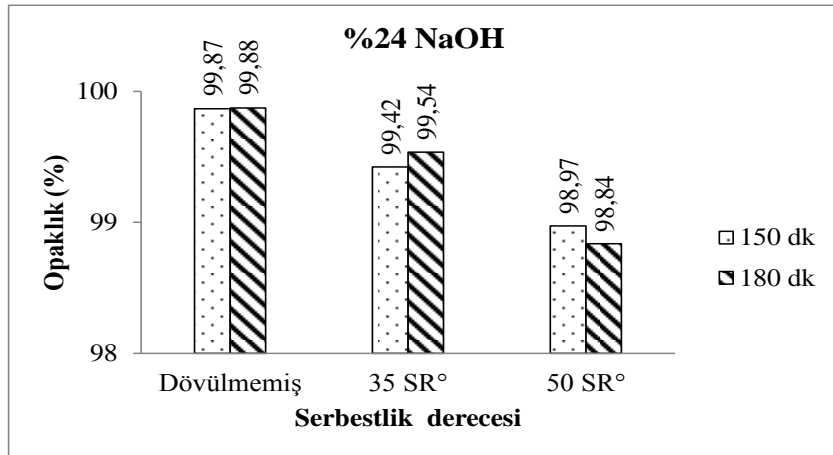
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi sırasıyla Şekil 3.21, Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24'de verilmiştir.



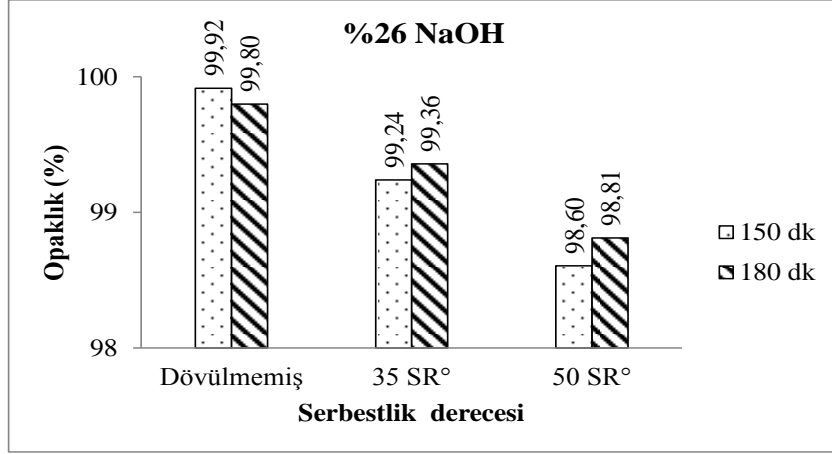
Şekil 3.21 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.



Şekil 3.22 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.



Şekil 3.23 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.



Şekil 3.24 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin opaklığa etkisi.

Şekil 3.21 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin opaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında opaklık değerleri sırasıyla %99,87, %99,21, %98,57'dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %99,88, %99,38, %98,76'dır. Buna göre süre arttıkça opaklık dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de artmaktadır.

Şekil 3.22 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin opaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında opaklık değerleri sırasıyla %99,85, %99,25, %98,30'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %99,86, %99,46, %98,46'dır. Buna göre süre arttıkça opaklık dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de artmaktadır.

Şekil 3.23 %24 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin opaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR'de elde edilen deneme kâğıtlarında opaklık değeri sırasıyla %99,87, %99,42, %98,97'dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %99,88, %99,54, %98,84'dür. Buna göre süre arttıkça opaklık dövülmemiş ve 35 ⁰SR'de artmakta, 50 ⁰SR ise azalmaktadır.

Şekil 3.24 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin

opaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR de, elde edilen deneme kâğıtlarında opaklık değerleri sırasıyla %99,92, %99,24, %98,60'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %99,80, %99,36, %98,81'dir. Buna göre süre arttıkça opaklık dövülmemişte azalmakta, 35 °SR ve 50 °SR'de artmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait opaklık değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	62,499	23	2,717	87,853	0,000
Kesme noktası	2366259,427	1	2366259,427	7,650	0,000
Süre	0,378	1	0,378	12,209	0,001
NaOH	1,552	3	0,517	16,730	0,000
Schopper	58,022	2	29,011	937,943	0,000
Süre*NaOH	0,176	3	0,059	1,901	0,130
Süre*Schopper	0,335	2	0,167	5,409	0,005
NaOH*Schopper	1,724	6	0,287	9,292	0,000
Süre*NaOH*Schopper	0,311	6	0,052	1,675	0,128
Hata	6,681	216	0,031		
Toplam	2366328,607	240			
Düzeltilmiş toplam	69,180	239			

Tablo 3.11 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul

varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında Süre*NaOH satırındaki değerlerden süre ve NaOH'ın opaklık üzerindeki ortak etkisinin ($p=0,130$, $p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Süre*NaOH*Schopper satırındaki değerlerden süre, NaOH ve Schopperin opaklık üzerindeki ortak etkisinin ($p=0,128$, $p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Süre*Schopper satırındaki değerlerden süre ve Schopperin opaklık üzerindeki ortak etkisinin ($p=0,05$, $p=0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Süre satırındaki değerlerden opaklık üzerindeki etkisinin ($p=0,01$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. NaOH, Schopper, NaOH * Schopper satırındaki değerlerden opaklık üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.12 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.6'da verilmiştir.

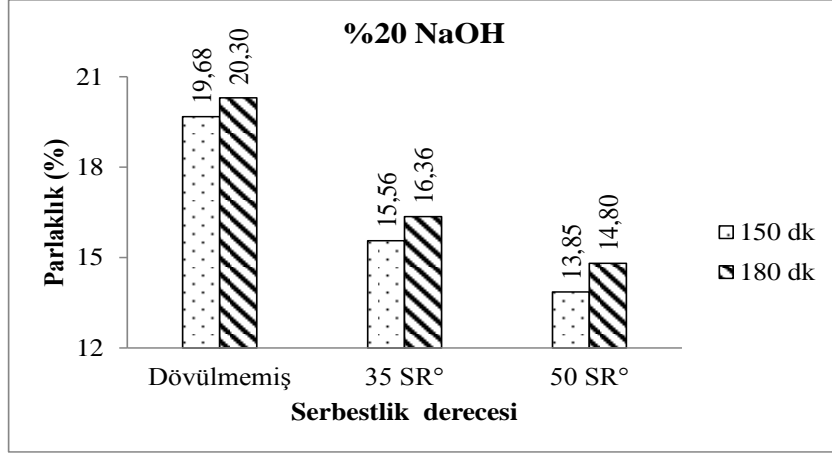
Tablo 3.12 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	62,499	23	2,717	87,853	0,000
Gruplar içi	6,681	216	0,031		
Toplam	69,180	239			

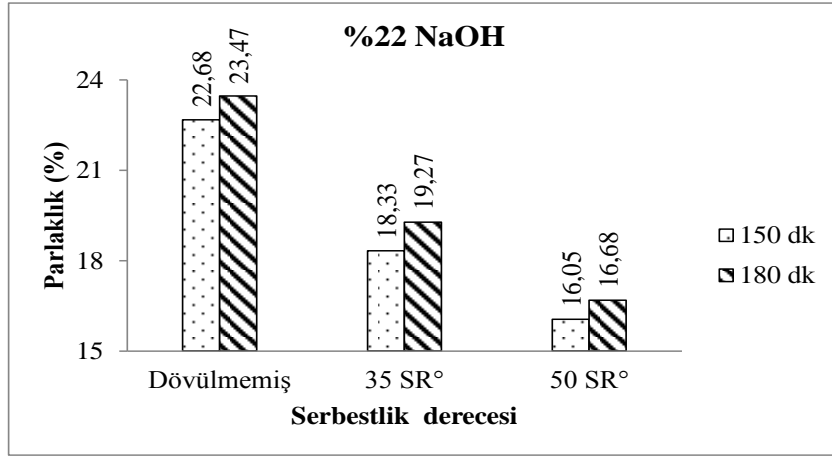
Tablo 3.12'deki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait opaklık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Parlaklık

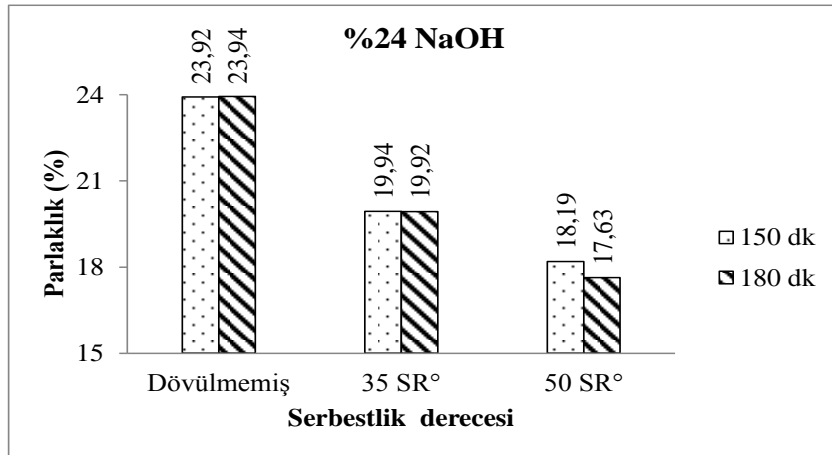
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi sırasıyla Şekil 3.25, Şekil 3.26, Şekil 3.27 ve Şekil 3.28'de verilmiştir.



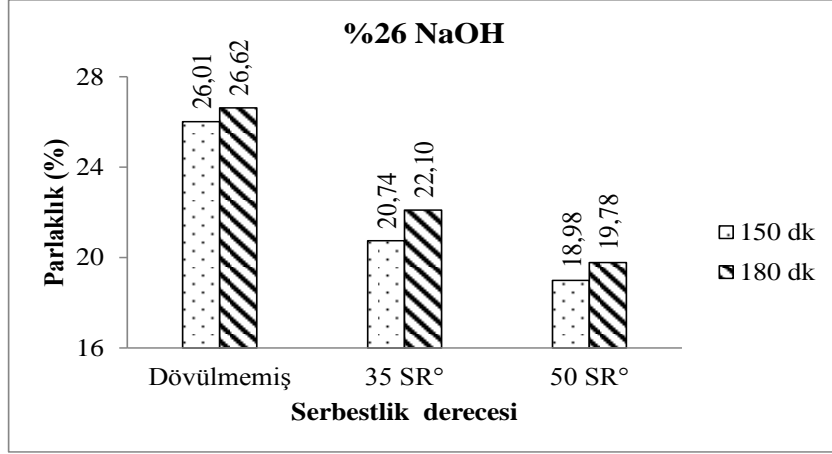
Şekil 3.25 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.



Şekil 3.26 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.



Şekil 3.27 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.



Şekil 3.28 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi.

Şekil 3.25 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında parlaklık değerleri sırasıyla %19,68, %15,56, %13,85’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %20,30, %16,36, %14,80’dir. Buna göre süre arttıkça parlaklık dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR’de artmaktadır.

Şekil 3.26 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında parlaklık değerleri sırasıyla %22,68, %18,33, %16,05’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %23,47, %19,27, %16,68’dir. Buna göre süre arttıkça parlaklık dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR’de artmaktadır.

Şekil 3.27 %24 NaOH ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında parlaklık değerleri sırasıyla %23,92, %19,94, %18,19’dur. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %23,94, %19,92, %17,63’dür. Buna göre süre arttıkça parlaklık dövülmemiş, 35 ⁰SR ve 50 ⁰SR’de azalmaktadır.

Şekil 3.28 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin parlaklığa etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında parlaklık değerleri sırasıyla %26,01, %20,74, %18,98’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla %26,62, %22,10, %19,78’dir. Buna göre süre arttıkça parlaklık dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de artmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait parlaklık değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	2718,663	23	118,203	4,693	0,000
Kesme noktası	93913,463	1	93913,463	3,729	0,000
Süre	19,970	1	19,970	792,895	0,000
NaOH	996,655	3	332,218	1,319	0,000
Schopper	1674,391	2	837,195	3,324	0,000
Süre*NaOH	11,742	3	3,914	155,398	0,000
Süre*Schopper	1,194	2	0,597	23,705	0,000
NaOH*Schopper	12,775	6	2,129	84,536	0,000
Süre*NaOH*Schopper	1,937	6	0,323	12,818	0,000
Hata	5,440	216	0,025		
Toplam	96637,566	240			
Düzeltilmiş toplam	2724,104	239			

Tablo 3.13 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında Süre, NaOH, Schopper, Süre*NaOH, Süre*Schopper, NaOH * Schopper ve Süre*NaOH*Schopper satırındaki değerlerden parlaklık üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.14 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.6’da verilmiştir.

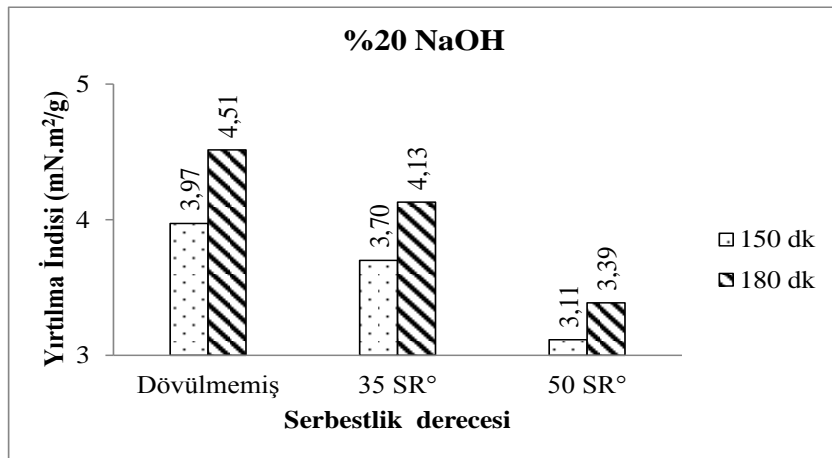
Tablo 3.14 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	2718,663	23	118,203	4,693	0,000
Gruplar içi	5,440	216	0,025		
Toplam	2724,104	239			

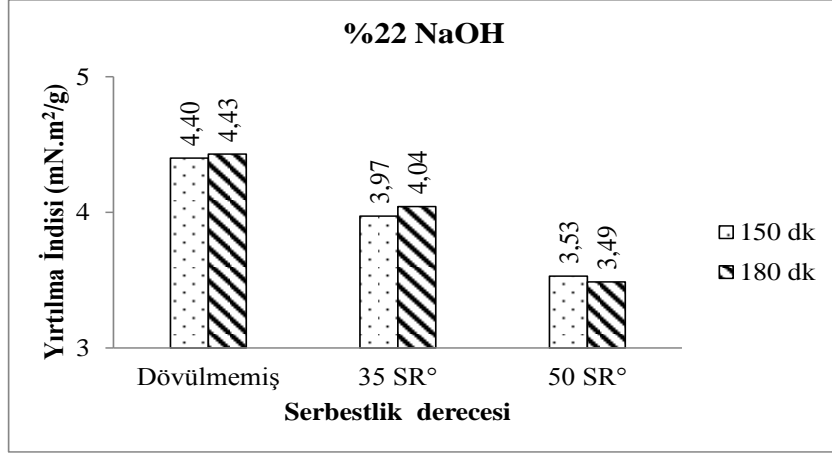
Tablo 3.14’deki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait parlaklık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Yırtılma indisi

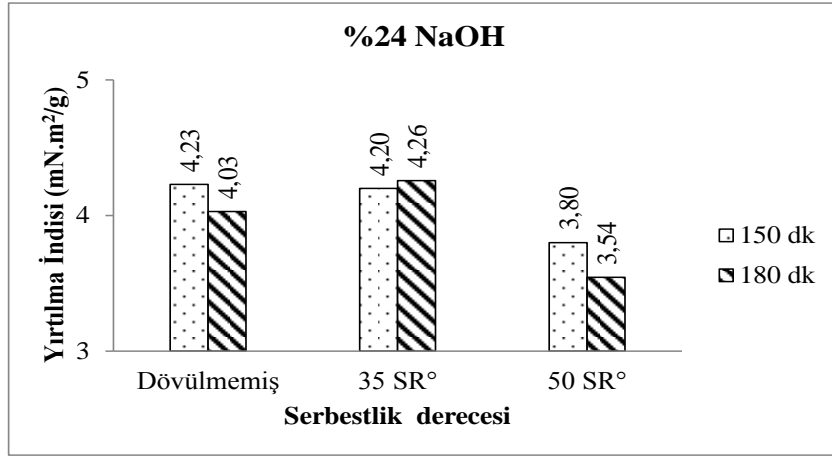
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi sırasıyla Şekil 3.29, Şekil 3.30, Şekil 3.31 ve Şekil 3.32’de verilmiştir.



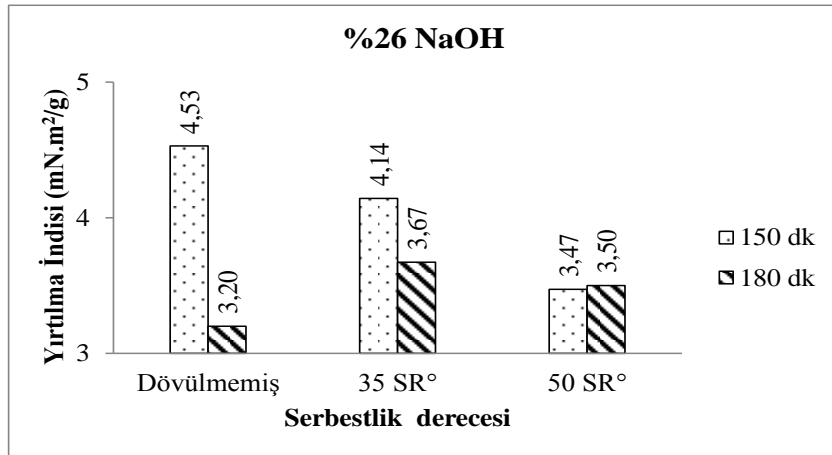
Şekil 3.29 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.



Şekil 3.30 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.



Şekil 3.31 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.



Şekil 3.32 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi.

Şekil 3.29 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında yırtılma indisi değerleri sırasıyla 3,97 mN.m²/g, 3,70 mN.m²/g, 3,11 mN.m²/g’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 4,51 mN.m²/g, 4,13 mN.m²/g, 3,39 mN.m²/g’dir. Buna göre süre arttıkça yırtılma indisi dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de artmaktadır.

Şekil 3.30 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında yırtılma indisi değerleri sırasıyla 4,40 mN.m²/g, 3,97 mN.m²/g, 3,53 mN.m²/g’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 4,43 mN.m²/g, 4,04 mN.m²/g, 3,49 mN.m²/g’dir. Buna göre süre arttıkça yırtılma indisi dövülmemiş ve 35 °SR artmakta, 50 °SR’de azalmaktadır.

Şekil 3.31 %24 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR ° de, elde edilen deneme kâğıtlarında yırtılma indisi değerleri sırasıyla 4,23 mN.m²/g, 4,20 mN.m²/g, 3,80 mN.m²/g’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 4,03 mN.m²/g, 4,26 mN.m²/g, 3,54 mN.m²/g’dir. Buna göre süre arttıkça yırtılma indisi dövülmemiş ve 50 °SR’de azalmakta, 35 °SR’de artmaktadır.

Şekil 3.32 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin yırtılma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR’de, elde edilen deneme kâğıtlarında yırtılma indisi değerleri sırasıyla 4,53 mN.m²/g, 4,14 mN.m²/g, 3,47 mN.m²/g’dir. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 3,20 mN.m²/g, 3,67 mN.m²/g, 3,50 mN.m²/g’dir. Buna göre süre arttıkça yırtılma indisi dövülmemiş ve 35 °SR’de azalmakta, 50 °SR’de artmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait yırtılma indisi değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.15’de verilmiştir.

Tablo 3.15 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	28,247	23	1,228	8,735	0,000
Kesme noktası	2535,817	1	2535,817	1,804	0,000
Süre	0,221	1	0,221	1,575	0,211
NaOH	2,026	3	0,675	4,803	0,003
Schopper	14,499	2	7,249	51,562	0,000
Süre*NaOH	5,432	3	1,811	12,879	0,000
Süre*Schopper	0,587	2	0,293	2,086	0,128
NaOH*Schopper	2,422	6	0,404	2,871	0,011
Süre*NaOH*Schopper	3,061	6	0,510	3,628	0,002
Hata	20,246	144	0,141		
Toplam	2584,310	168			
Düzeltilmiş toplam	48,493	167			

Tablo 3.15 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında Süre satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,211$, $p>0,05$) ve Süre*Schopper satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,128$, $p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları görülmektedir. NaOH satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,003$, $p<0,05$), NaOH * Schopper satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,011$, $p<0,05$) ve Süre*NaOH*Schopper satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,002$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Schopper ve Süre*NaOH satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.16 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.6'da verilmiştir.

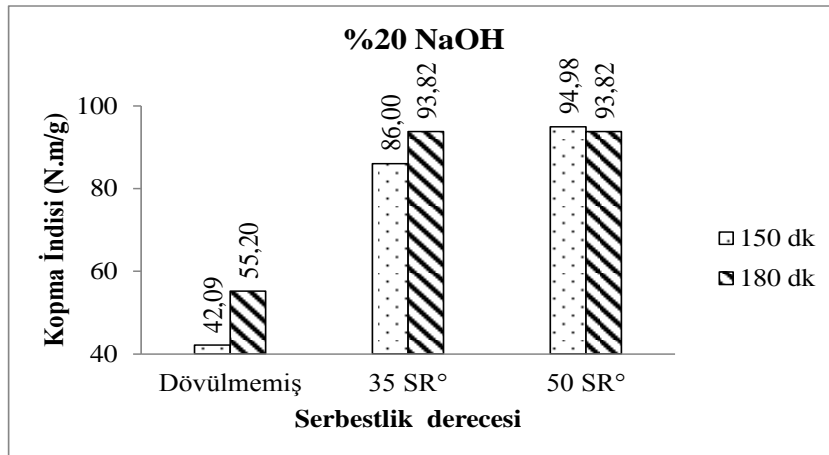
Tablo 3.16 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	28,247	23	1,228	8,735	0,000
Gruplar içi	20,246	144	0,141		
Toplam	48,493	167			

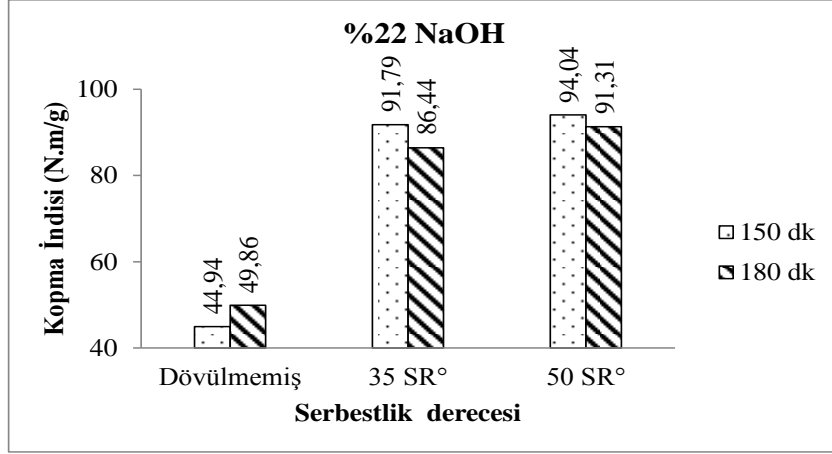
Tablo 3.16'daki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait yırtılma indisi değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Kopma indisi

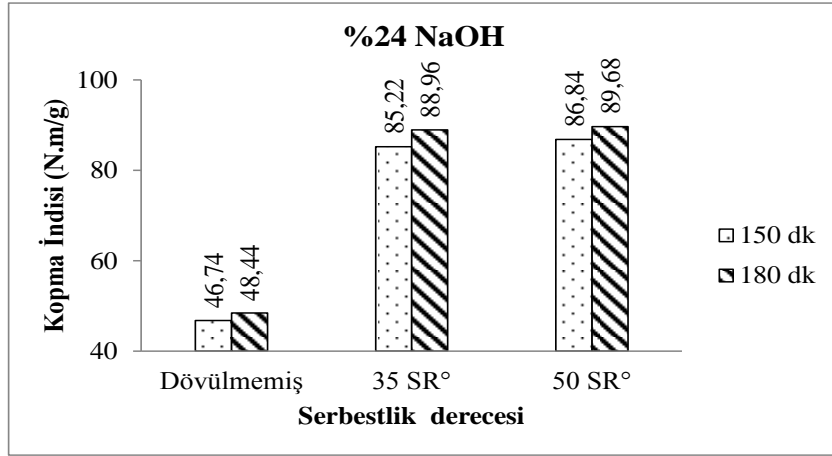
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi sırasıyla Şekil 3.33, Şekil 3.34, Şekil 3.35 ve Şekil 3.36'da verilmiştir.



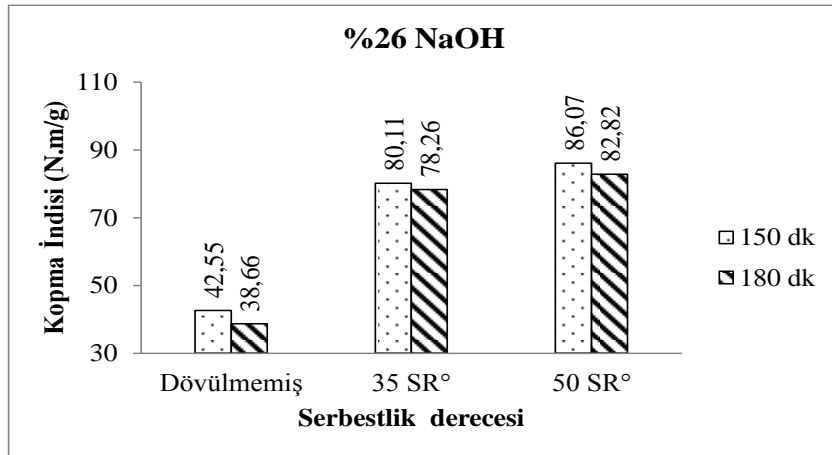
Şekil 3.33 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.



Şekil 3.34 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.



Şekil 3.35 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.



Şekil 3.36 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi.

Şekil 3.33 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR de, elde edilen deneme kâğıtlarında kopma indisi değerleri sırasıyla 42,09 N.m/g, 86,00 N.m/g, 94,98 N.m/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 55,20 N.m/g, 93,82 N.m/g, 93,82 N.m/g'dır. Buna göre süre arttıkça kopma indisi dövülmemiş ve 35 °SR'de artmakta, 50 °SR'de azalmaktadır.

Şekil 3.34 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında kopma indisi değerleri sırasıyla 44,94 N.m/g, 91,79 N.m/g, 94,04 N.m/g N.m/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 49,86 N.m/g, 86,44 N.m/g, 91,31 N.m/g'dır. Buna göre süre arttıkça kopma indisi dövülmemişte artarken, 35 °SR ve 50 °SR'de azalmaktadır.

Şekil 3.35 %24 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında kopma indisi değerleri sırasıyla 46,74 N.m/g, 85,22 N.m/g, 86,84 N.m/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 48,44 N.m/g, 88,96 N.m/g, 89,68 N.m/g'dır. Buna göre süre arttıkça kopma indisi dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de artmaktadır.

Şekil 3.36 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin kopma indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında kopma indisi değerleri sırasıyla 42,55 N.m/g, 80,11 N.m/g, 86,07 N.m/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 38,66 N.m/g, 78,26 N.m/g, 82,82 N.m/g'dır. Buna göre süre arttıkça kopma indisi dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de azalmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait kopma indisi değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.17 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	140203,960	23	6095,824	202,842	0,000
Kesme noktası	1845401,252	1	1845401,252	6,141	0,000
Süre	147,870	1	147,870	4,920	0,027
NaOH	4550,475	3	1516,825	50,473	0,000
Schopper	132915,798	2	66457,899	2,211	0,000
Süre*NaOH	1136,954	3	378,985	12,611	0,000
Süre*Schopper	357,351	2	178,676	5,946	0,003
NaOH*Schopper	296,080	6	49,347	1,642	0,135
Süre*NaOH*Schopper	799,431	6	133,239	4,434	0,000
Hata	9376,238	312	30,052		
Toplam	1994981,450	336			
Düzeltilmiş toplam	149580,198	335			

Tablo 3.17 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında NaOH*Schopper satırındaki değerlerden kopma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,135$, $p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları görülmektedir. Süre satırındaki değerlerden kopma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,027$, $p<0,05$) ve Süre*Schopper satırındaki değerlerden kopma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,003$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. NaOH, Schopper ve Süre*NaOH*Schopper satırındaki değerlerden kopma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.18 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.6'da verilmiştir.

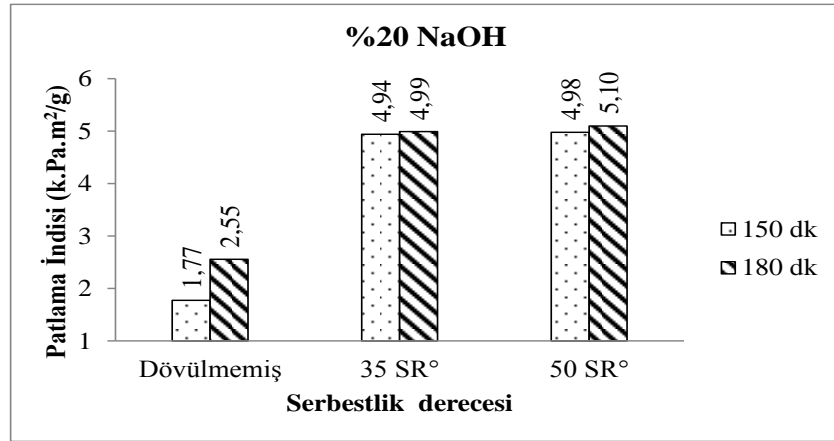
Tablo 3.18 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	140203,960	23	6095,824	202,842	0,000
Gruplar içi	9376,238	312	30,052		
Toplam	149580,198	335			

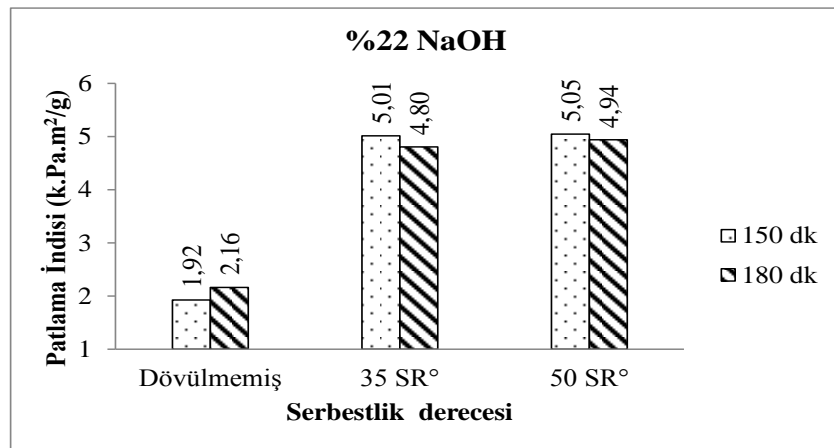
Tablo 3.18'deki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait kopma indisi değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Patlama indisi

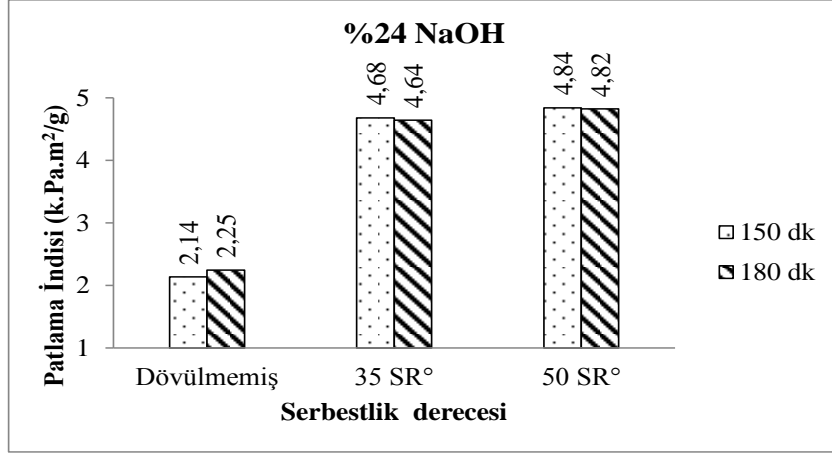
Corylus avellana L. odununa ait sırasıyla %20 NaOH, %22 NaOH, %24 NaOH ve %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi sırasıyla Şekil 3.37, Şekil 3.38, Şekil 3.39 ve Şekil 3.40'da verilmiştir.



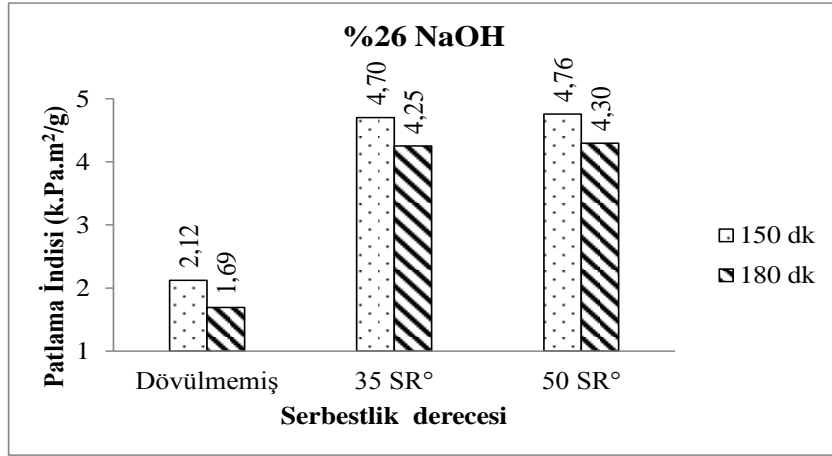
Şekil 3.37 %20 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.



Şekil 3.38 %22 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.



Şekil 3.39 %24 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.



Şekil 3.40 %26 NaOH oranında farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarının serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi.

Şekil 3.37 %20 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35⁰SR ve 50⁰SR de, elde edilen deneme kâğıtlarında patlama indisi değerleri sırasıyla 1,77 k.Pa.m²/g, 4,94 k.Pa.m²/g, 4,98 k.Pa.m²/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 2,55 k.Pa.m²/g, 4,99 k.Pa.m²/g, 5,10 k.Pa.m²/g'dır. Buna göre süre arttıkça patlama indisi dövülmemiş, 35⁰SR ve 50⁰SR'de artmaktadır.

Şekil 3.38 %22 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35⁰SR ve 50⁰SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında patlama indisi değerleri sırasıyla 1,92 k.Pa.m²/g, 5,01 k.Pa.m²/g, 5,05 k.Pa.m²/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer

şekilde sırasıyla 2,16 k.Pa.m²/g, 4,80 k.Pa.m²/g, 4,94 k.Pa.m²/g'dır. Buna göre süre arttıkça patlama indisi dövülmemişte artmakta, 35 °SR ve 50 °SR'de azalmaktadır.

Şekil 3.39 %24 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında patlama indisi değerleri sırasıyla 2,14 k.Pa.m²/g, 4,68 k.Pa.m²/g, 4,84 k.Pa.m²/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında patlama indisi değerleri sırasıyla 2,25 k.Pa.m²/g, 4,64 k.Pa.m²/g, 4,82 k.Pa.m²/g'dır. Buna göre süre arttıkça patlama indisi dövülmemişte artmakta, 35 °SR ve 50 °SR'de azalmaktadır.

Şekil 3.40 %26 NaOH oranında ve 150 dakikada pişirilen hamurların serbestlik derecesinin patlama indisine etkisi incelendiğinde dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de, elde edilen deneme kâğıtlarında patlama indisi değerleri sırasıyla 2,12 k.Pa.m²/g, 4,70 k.Pa.m²/g, 4,76 k.Pa.m²/g'dır. 180 dakikada pişirilen hamurlarda elde edilen deneme kâğıtlarında benzer şekilde sırasıyla 1,69 k.Pa.m²/g, 4,25 k.Pa.m²/g, 4,30 k.Pa.m²/g'dır. Buna göre süre arttıkça patlama indisi dövülmemiş, 35 °SR ve 50 °SR'de azalmaktadır.

Farklı sürelerde pişirilen yongalardan elde edilen deneme kâğıtlarına ait patlama değerlerine etki eden NaOH miktarı, süre ve serbestlik derecesinin etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu belli olacaktır.

NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.19'de verilmiştir.

Tablo 3.19 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	614,542	23	26,719	760,063	0,000
Kesme noktası	5450,902	1	5450,902	1,551	0,000
Süre	0,111	1	0,111	3,166	0,076
NaOH	8,944	3	2,981	84,807	0,000
Schopper	593,441	2	296,721	8,441	0,000
Süre*NaOH	6,690	3	2,230	63,436	0,000
Süre*Schopper	2,004	2	1,002	28,498	0,000
NaOH*Schopper	1,961	6	0,327	9,298	0,000
Süre*NaOH*Schopper	1,391	6	0,232	6,595	0,000
Hata	11,812	336	0,035		
Toplam	6077,256	360			
Düzeltilmiş toplam	626,354	359			

Tablo 3.19 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında Süre satırındaki değerlerden patlama indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,076$, $p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları görülmektedir. NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper ve Süre * NaOH * Schopper satırındaki değerlerden patlama indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.20 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.20 NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	614,542	23	26,719	760,063	0,000
Gruplar içi	11,812	336	0,035		
Toplam	626,354	359			

Tablo 3.20'deki NaOH yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait patlama indisi değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Aytekin (2011), “Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Odunlarından Modifiye Kraft Yöntemi İle Kağıt Hamuru Üretimi Olanaklarının Araştırılması” adlı yüksek lisans çalışmasında benzer özellik gösteren kappalar ve ⁰SR'de; Adı Fındığın, Türk Fındığına göre patlama indisi yüksek iken yırtılma indisi düşüktür.

3.3.1 Kraft Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamuruna Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Kâğıt Hamuru Verimine Etkisi

Corylus avellana L. odunundan kraft yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappalar ve viskozitesi Tablo 3.21'da verilmiştir.

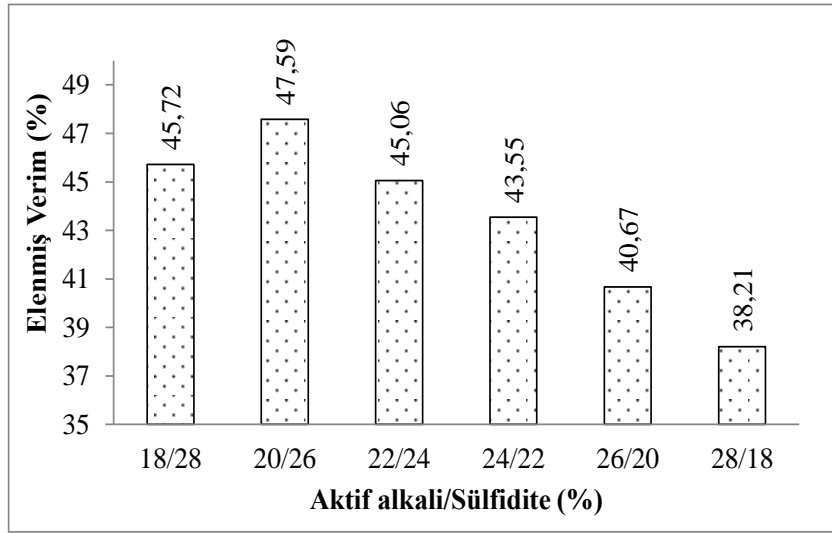
Tablo 3.21 *Corylus avellana* L. odunundan kraft yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappalar ve viskozitesi.

P.N	Elenmiş Verim (%)	Elek Artığı (%)	Toplam Verim (%)	Kappalar no	Viskozite (cm ³ /g)
K1	45,72	0,20	45,92	17,25	778,26
K2	47,59	0,05	47,64	17,35	947,01
K3	45,06	0,13	45,19	15,25	697,17
K4	43,55	0,07	43,62	14,65	685,47
K5	40,67	0,06	40,73	14,55	680,39
K6	38,21	0,06	38,27	14,45	607,48

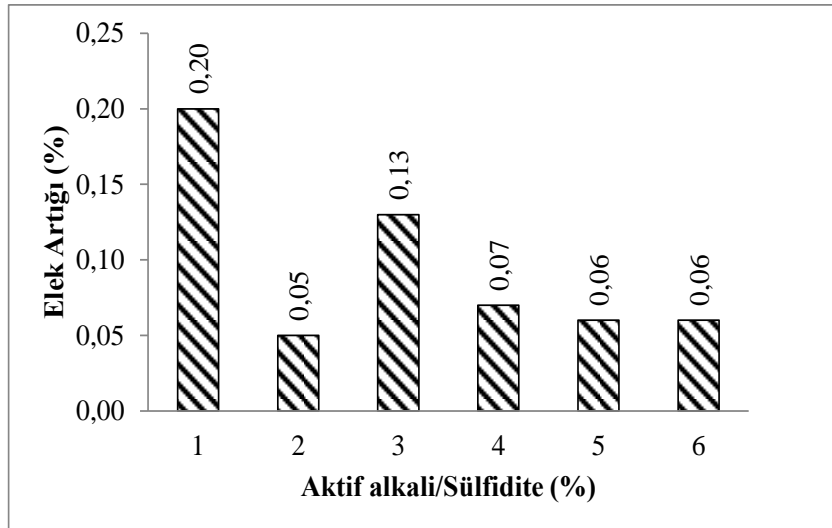
Tablo 3.21 *Corylus avellana* L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kappalar ve viskozitesi incelendiğinde en

yüksek elenmiş verim K1 numaralı pişirme %47,59, en düşük elek artığı K1 numaralı pişirme %0,05, en yüksek toplam verim K1 numaralı pişirme %47,64, en düşük kappa numarası K6 numaralı pişirme %14,45, en yüksek viskozite K1 numaralı pişirme 947,01 cm³/g olarak tespit edilmiştir.

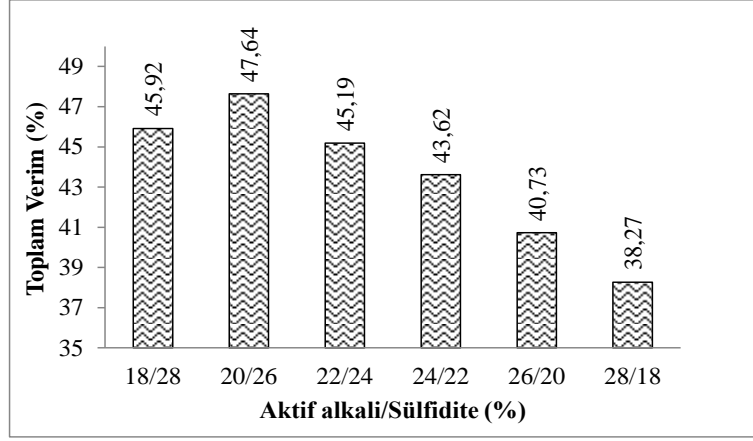
Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının sırasıyla elenmiş verimine, elek artığına ve toplam verimine etkisi sırasıyla Şekil 3.41, Şekil 3.42 ve Şekil 3.43’de verilmiştir.



Şekil 3.41 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının elenmiş verime etkisi.



Şekil 3.42 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının elek artığına etkisi.

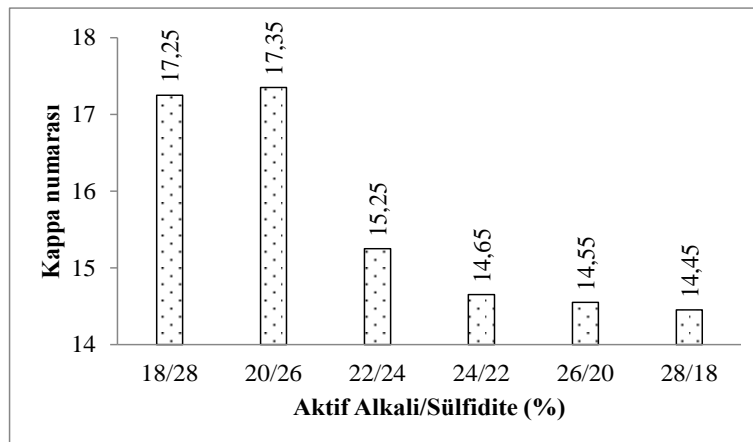


Şekil 3.43 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının toplam verime etkisi.

Şekil 3.41, Şekil 3.42 ve Şekil 3.43 incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı sırasıyla 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18'in elenmiş verimi sırasıyla %45,72, %47,59, %45,06, %43,55, %40,67, %38,21'dir. Elek artığı sırasıyla %0,20, %0,05, %0,13, %0,07, %0,06, %0,06'dır. Toplam verim sırasıyla %45,92, %47,64, %45,19, %43,62, %40,73, %38,27'dir. Bu verilere göre Aktif alkali oranı arttıkça, elenmiş verim ve toplam verim için Aktif alkali/Sülfidite oranı 20/26'da arttıktan sonra azalma eğilimi görülmektedir.

3.3.1.1 Kraft Yöntemiyle Üretilen Kâğıt Hamurunda Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Kappa Numarasına Etkisi

Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının kappa numarasına etkisi Şekil 3.44'de verilmiştir.

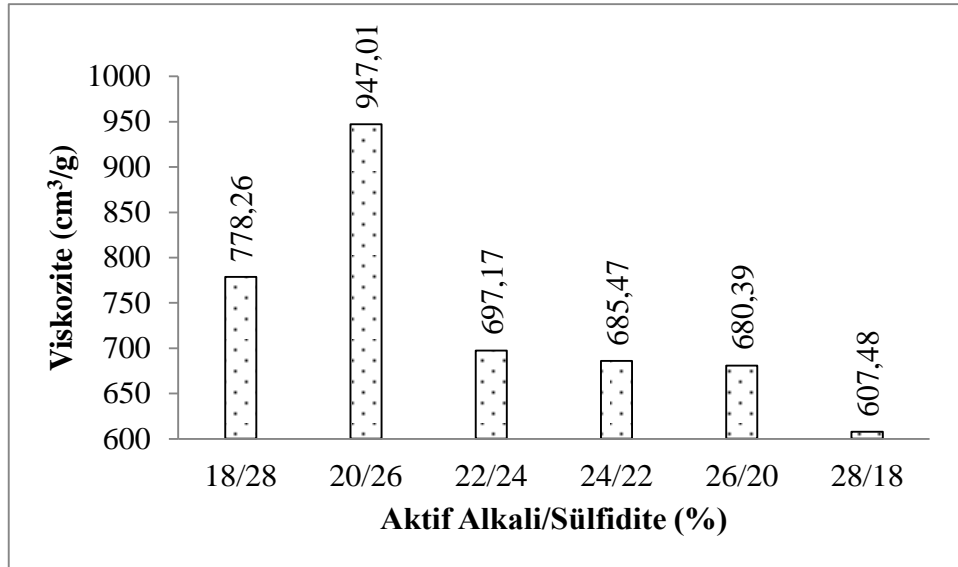


Şekil 3.44 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının kappa numarasına etkisi.

Şekil 3.44 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının kapa numarasına etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı sırasıyla 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18'in kapa numarası sırasıyla 17,25, 17,35, 15,25, 14,65, 14,55, 14,45'dir. Bu verilere göre Aktif alkali oranı arttıkça, Aktif alkali/Sülfidite oranı 20/26'da arttıktan sonra azalma eğilimi görülmektedir.

3.3.1.2 Kraft Yöntemiyle Üretilen Kâğıt Hamurunda Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Viskoziteye Etkisi

Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının viskoziteye etkisi Şekil 3.45'de verilmiştir.



Şekil 3.45 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının viskoziteye etkisi.

Şekil 3.45 Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının viskoziteye etkisi incelendiğinde aktif alkali oranı arttıkça viskozitenin azaldığı gözükmemektedir. Bu verilere göre Aktif alkali oranı arttıkça, Aktif alkali/Sülfidite oranı 20/26'da arttıktan sonra azalma eğilimi görülmektedir.

3.3.1.3 Kraft Yöntemiyle Elde Edilen Deneme Kâğıtlarına Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Tablo 3.22 *Corylus avellana* L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel, optik, mekanik özellikleri ve Duncan testi.

°SR	No	Fiziksel özellikler		Optik özellikler		Mekanik özellikler		
		Kalınlık (µm)	Hava geçirgenliği (ml/dk)	Opaklık (%)	Parlaklık (%)	Yırtılma indisi (mN.m ² /g)	Kopma indisi (N.m/g)	Patlama indisi (kPa.m ² /g)
Dövülmemiş	K1	141,00 ı	>5000 j	99,88 g	25,18 h	2,93 bcd	34,86 c	1,51 d
	K2	131,00 h	>5000 j	99,89 g	25,39 ı	3,83 ı	43,23 d	1,87 e
	K3	148,75 j	>5000 j	99,92 g	26,05 k	2,64 abc	34,69 c	1,30 c
	K4	153,50 k	>5000 j	99,93 g	26,99 m	2,60 ab	29,71 b	1,37 c
	K5	160,00 l	>5000 j	99,85 fg	29,38 o	2,41 a	29,57 b	1,11 b
	K6	163,75 m	>5000 j	99,79 fg	32,17 p	2,34 a	24,41 a	0,95 a
35	K1	95,00 d	55,75 e	99,21 c	19,50 c	3,86 ı	80,66 ı	4,62 k
	K2	93,00 c	38,80 b	98,44 b	19,33 c	3,63 ghı	83,29 ı	5,01 l
	K3	99,50 e	140,15 f	99,70 ef	21,69 f	3,70 hi	76,91 h	4,04 ı
	K4	102,00 f	217,15 h	99,69 ef	23,19 g	3,61 fghı	70,03 f	3,80 h
	K5	102,00 f	211,50 g	99,69 ef	25,67 j	3,49 fghı	69,36 f	3,41 g
	K6	103,75 g	243,90 ı	99,59 e	28,68 n	3,43 fgh	62,61 e	3,33 fg
50	K1	86,25 a	7,45 a	98,51 b	17,75 a	3,39 fgh	86,29 j	4,63 k
	K2	89,50 b	9,65 a	97,87 a	18,26 b	3,34 efgh	87,86 j	5,19 m
	K3	93,50 c	38,75 b	99,37 d	20,07 d	3,26 defg	81,16 ı	4,16 j
	K4	94,25 cd	50,85 cd	99,41 d	21,23 e	3,23 def	73,78 g	3,81 h
	K5	95,00 d	48,50 c	99,38 d	23,19 g	2,99 cde	67,52 f	3,43 g
	K6	95,50 d	52,30 d	99,16 c	26,31 l	2,89 bcd	62,12 e	3,25 f

Tablo 3.22 incelendiğinde aynı sütunda ki aynı harfler %95 güven aralığında farkların istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.22 *Corylus avellana* L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel özellikleri incelendiğinde en yüksek kalınlık değeri K6 numaralı

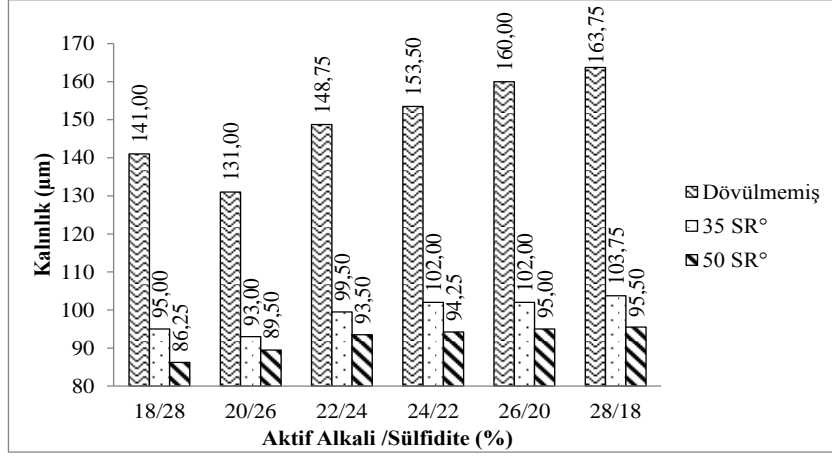
pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemişte 163,75 μm ve en düşük kalınlık değeri K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 86,25 μm 'dir. En düşük hava geçirgenliği değeri ise K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 7,45 ml/dk'dır ve tüm pişirmeler için yapılan hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk'dan büyük çıktıkları için en yüksek hava geçirgenliği değeri dövülmemiş hamurlardan elde edilen deneme kâğıtlara aittir.

Tablo 3.22 *Corylus avellana* L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı optik özellikleri incelendiğinde en yüksek opaklık değeri K4 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de %99,93 ve en düşük opaklık ise K2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de %97,87'dir. En yüksek parlaklık değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de %32,17 ve en düşük parlaklık değeri ise K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de %17,75'dir.

Tablo 3.22 *Corylus avellana* L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı mekanik özellikleri incelendiğinde en yüksek yırtılma indisi değeri K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 35⁰SR'de 3,86 mN.m²/g ve en düşük yırtılma indisi değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de 2,34 mN.m²/g'dır. En yüksek kopma indisi değeri K2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 87,86 N.m/g ve en düşük kopma indisi değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de 24,41 N.m/g'dır. En yüksek patlama indisi değeri K2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 5,19 kPa.m²/g ve en düşük patlama indisi değeri ise K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de 0,95 kPa.m²/g'dır.

Kalınlık

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kalınlığa etkisi Şekil 3.46'da verilmiştir.



Şekil 3.46 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kalınlığa etkisi.

Şekil 3.46 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kalınlığa etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18'in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında kalınlıklarının sırasıyla 141,00 µm, 131,00 µm, 148,75 µm, 153,50 µm, 160,00 µm, 163,75 µm'dir. 35⁰SR'den elde edilen deneme kâğıtlarının kalınlıklarının sırasıyla 95,00 µm, 93,00 µm, 99,50 µm, 102,00 µm, 102,00 µm, 103,75 µm'dir. 50⁰SR'den elde edilen deneme kâğıtlarının kalınlıklarının sırasıyla 86,25 µm, 89,50 µm, 93,50 µm, 94,25 µm, 95,00 µm, 95,50 µm'dir.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.23'de verilmiştir.

Tablo 3.23 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	253296,181	17	14899,775	3,389	0,000
Kesme noktası	4656925,069	1	4656925,069	1,059	0,000
A.A/S.	12831,181	5	2566,236	583,643	0,000
Schopper	235216,806	2	117608,403	2,675	0,000
A.A/S. * Schopper	5248,194	10	524,819	119,360	0,000
Hata	1503,750	342	4,397		
Toplam	4911725,000	360			
Düzeltilmiş toplam	254799,931	359			

Tablo 3.23 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S. * Schopper satırındaki değerlerden kalınlık üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.24 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

Tablo 3.24 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

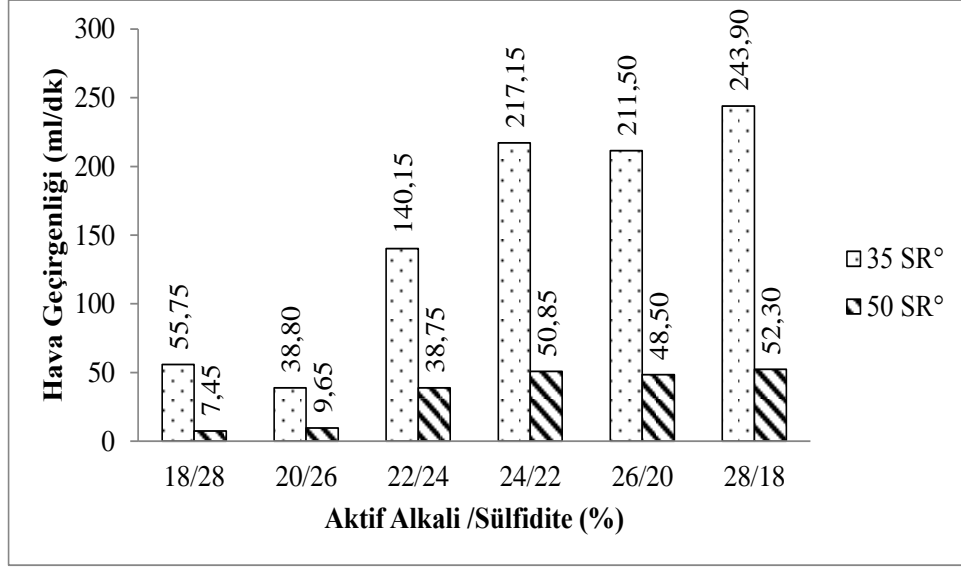
Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	253296,181	17	14899,775	3,389	0,000
Gruplar içi	1503,750	342	4,397		
Toplam	254799,931	359			

Tablo 3.24’deki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kalınlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait kalınlık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Hava geçirgenliği

Dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında yapılan hava geçirgenliği testlerinde hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk’dan büyük çıktıkları için hava geçirgenliği için yapılan Şekil 3.47’e dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait değerler verilmemiştir. Ancak yapılan istatistiksel analizlerde değerleri 5001 ml/dk olarak alınmıştır.

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının hava geçirgenliğine etkisi Şekil 3.47’de verilmiştir.



Şekil 3.47 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının hava geçirgenliğine etkisi.

Şekil 3.47 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının hava geçirgenliğine etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18'in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında hava geçirgenlik değerleri 5000 ml/dk'dan büyük çıktıkları için tabloda yer verilmemiştir. 35⁰SR'den elde edilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenlik değerleri sırasıyla 55,75 ml/dk, 38,80 ml/dk, 140,15 ml/dk, 217,15 ml/dk, 211,50 ml/dk, 243,90 ml/dk'dır. 50⁰SR'den elde edilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenlik değerleri sırasıyla 7,45 ml/dk, 9,65 ml/dk, 38,75 ml/dk, 50,85 ml/dk, 48,50 ml/dk, 52,30 ml/dk'dır.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.25'de verilmiştir.

Tablo 3.25 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	1,929	17	1,135	3,933	0,000
Kesme noktası	1,076	1	1,076	3,730	0,000
A.A/S.	389293,547	5	77858,709	2,699	0,000
Schopper	1,928	2	9,640	3,342	0,000
A.A/S. * Schopper	422561,561	10	42256,156	1,465	0,000
Hata	9865,850	342	28,848		
Toplam	3,005	360			
Düzeltilmiş toplam	1,929	359			

Tablo 3.25 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S. * Schopper satırındaki değerlerden hava geçirgenliği üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.26 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

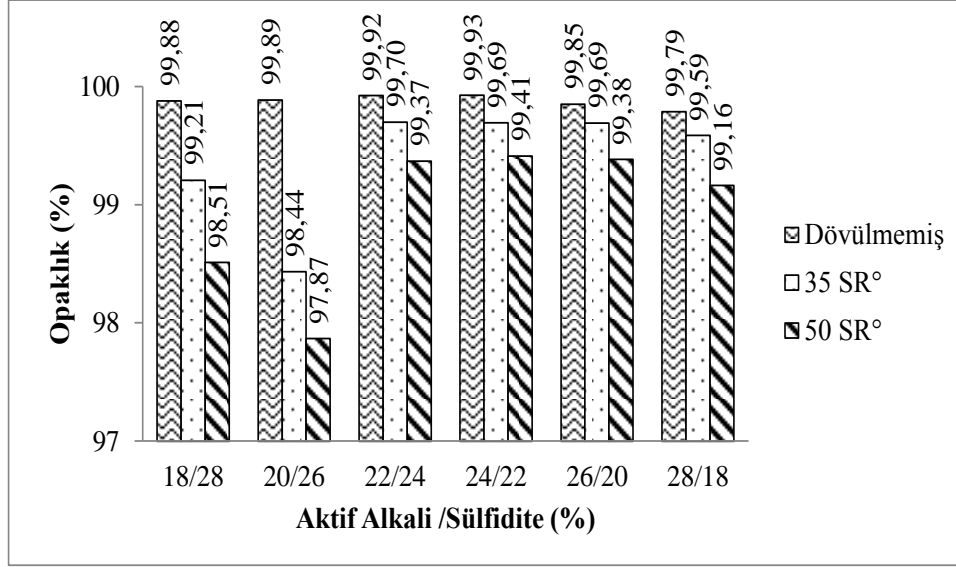
Tablo 3.26 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	1,929	17	1,135	3,933	0,000
Gruplar içi	9865,850	342	28,848		
Toplam	1,929	359			

Tablo 3.26’deki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait hava geçirgenliği değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Opaklık

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının opaklığa etkisi Şekil 3.48’de verilmiştir.



Şekil 3.48 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının opaklığa etkisi.

Şekil 3.48 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının opaklığa etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18’in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında opaklık değerleri sırasıyla %99,88, %99,89, %99,92, %99,93, %99,85, %99,79’dur. 35⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının opaklık değerleri sırasıyla %99,21, %98,44, %99,70, %99,69, %99,69, %99,59’dur. 50⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının opaklık değerleri sırasıyla %98,51, %97,87, %99,37, %99,41, %99,38, %99,16’dır.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.27’de verilmiştir.

Tablo 3.27 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	58,180	17	3,422	114,072	0,000
Kesme noktası	1778617,879	1	1778617,879	5,928	0,000
A.A/S.	21,204	5	4,241	141,350	0,000
Schopper	25,598	2	12,799	426,614	0,000
A.A/S. * Schopper	11,378	10	1,138	37,925	0,000
Hata	4,860	162	0,030		
Toplam	1778680,920	180			
Düzeltilmiş toplam	63,040	179			

Tablo 3.27 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S.* Schopper satırındaki değerlerden opaklık üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.28 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

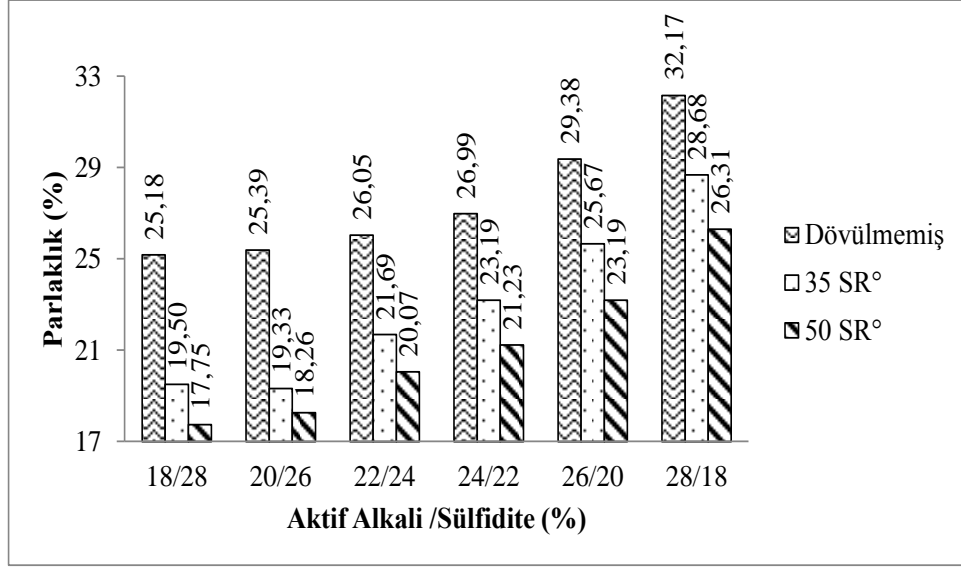
Tablo 3.28 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	58,180	17	3,422	114,072	0,000
Gruplar içi	4,860	162	0,030		
Toplam	63,040	179			

Tablo 3.28’deki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının opaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait opaklık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Parlaklık

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının opaklığa etkisi Şekil 3.49’de verilmiştir.



Şekil 3.49 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının parlaklığa etkisi.

Şekil 3.49 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının parlaklığa etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18’in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında parlaklık değerleri sırasıyla %25,18, %25,39, %26,05 %26,99, %29,38, %32,17’dir. 35⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerleri sırasıyla %19,50, %19,33, %21,69, %23,19, %25,67, %28,68’dir. 50⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerleri sırasıyla %17,75, %18,26, %20,07, %21,23, %23,19, %26,31’dir.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.29’da verilmiştir.

Tablo 3.29 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	2856,512	17	168,030	4,168	0,000
Kesme noktası	102736,078	1	102736,078	2,548	0,000
A.A/S.	1529,094	5	305,819	7,585	0,000
Schopper	1294,569	2	647,284	1,605	0,000
A.A/S. * Schopper	32,849	10	3,285	81,475	0,000
Hata	6,532	162	0,040		
Toplam	105599,121	180			
Düzeltilmiş toplam	2863,043	179			

Tablo 3.29 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S.* Schopper satırındaki değerlerden parlaklık üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.30 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

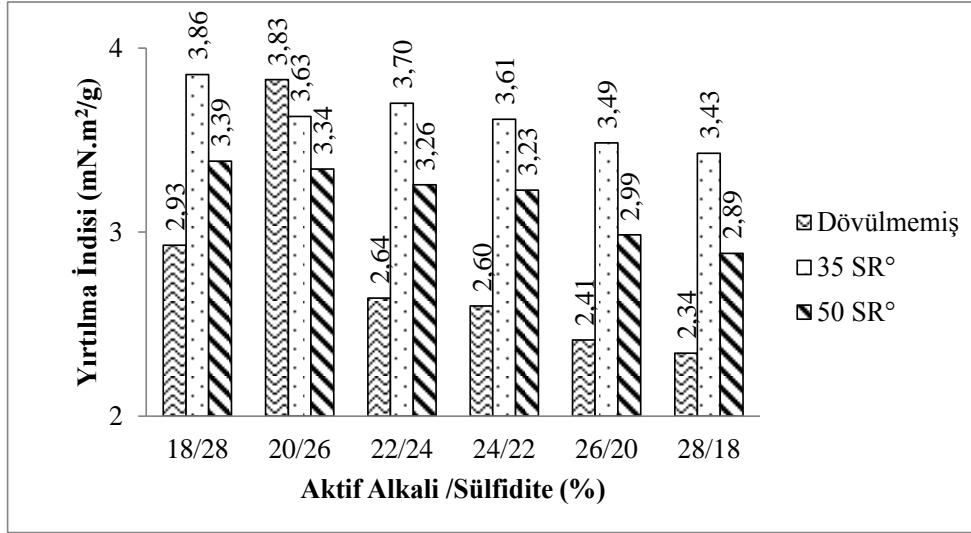
Tablo 3.30 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	2856,512	17	168,030	4,168	0,000
Gruplar içi	6,532	162	0,040		
Toplam	2863,043	179			

Tablo 3.30’deki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait parlaklık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Yırtılma indisi

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının yırtılma indisine etkisi Şekil 3.50’de verilmiştir.



Şekil 3.50 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının yırtılma indisine etkisi.

Şekil 3.50 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının yırtılma indisine etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18’in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında yırtılma indisi değerleri sırasıyla 2,93 mN.m²/g, 3,83 mN.m²/g, 2,64 mN.m²/g, 2,60 mN.m²/g, 2,41 mN.m²/g, 2,34 mN.m²/g’dir. 35 °SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerleri sırasıyla 3,86 mN.m²/g, 3,63 mN.m²/g, 3,70 mN.m²/g, 3,61 mN.m²/g, 3,49 mN.m²/g, 3,43 mN.m²/g’dir. 50 °SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerleri sırasıyla 3,39 mN.m²/g, 3,34 mN.m²/g, 3,26 mN.m²/g, 3,23 mN.m²/g, 2,99 mN.m²/g, 2,89 mN.m²/g’dir.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.31’de verilmiştir.

Tablo 3.31 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	27,061	17	1,592	15,731	0,000
Kesme noktası	1288,321	1	1288,321	1,273	0,000
A.A/S.	7,444	5	1,489	14,712	0,000
Schopper	14,352	2	7,176	70,915	0,000
A.A/S. * Schopper	5,265	10	0,527	5,203	0,000
Hata	10,929	108	0,101		
Toplam	1326,310	126			
Düzeltilmiş toplam	37,989	125			

Tablo 3.31 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S. * Schopper satırındaki değerlerden yırtılma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.32 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

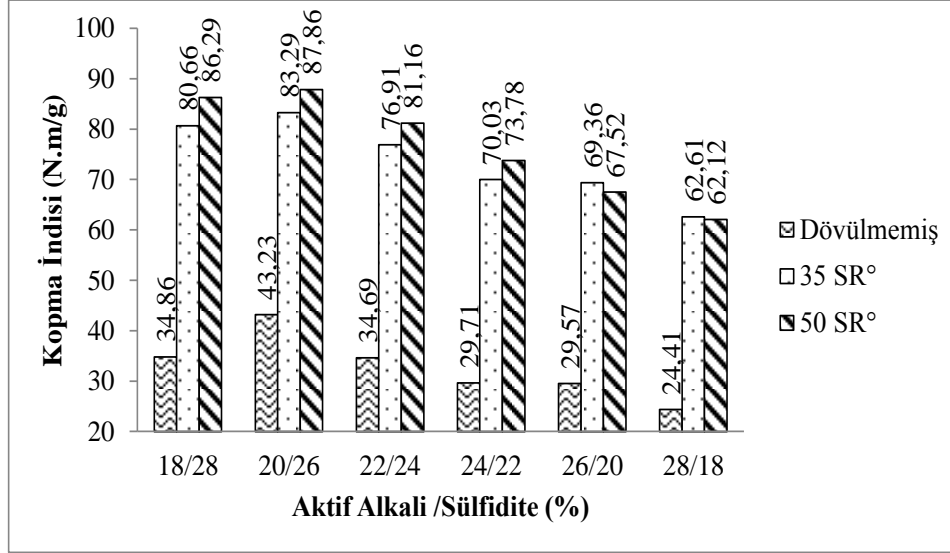
Tablo 3.32 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	27,061	17	1,592	15,731	0,000
Gruplar içi	10,929	108	0,101		
Toplam	37,989	125			

Tablo 3.32’deki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının yırtılma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait kalınlık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Kopma indisi

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kopma indisine etkisi Şekil 3.51’de verilmiştir.



Şekil 3.51 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kopma indisine etkisi.

Şekil 3.51 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının kopma indisine etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18’in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında kopma indisi değerleri sırasıyla 34,86 N.m/g, 43,23 N.m/g, 34,69 N.m/g, 29,71 N.m/g, 29,57 N.m/g, 24,41 N.m/g’dir. 35⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerleri sırasıyla 80,66 N.m/g, 83,29 N.m/g, 76,91 N.m/g, 70,03 N.m/g, 69,36 N.m/g, 62,61 N.m/g’dir. 50⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerleri sırasıyla 86,29 N.m/g, 87,86 N.m/g, 81,16 N.m/g, 73,78 N.m/g, 67,52 N.m/g, 62,12 N.m/g’dir.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.33’de verilmiştir.

Tablo 3.33 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	115672,772	17	6804,281	512,970	0,000
Kesme noktası	937789,603	1	937789,603	7,070	0,000
A.A/S.	13735,617	5	2747,123	207,104	0,000
Schopper	100915,011	2	50457,506	3,804	0,000
A.A/S. * Schopper	1022,144	10	102,214	7,706	0,000
Hata	3103,886	234	13,264		
Toplam	1056566,260	252			
Düzeltilmiş toplam	118776,657	251			

Tablo 3.33 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S. * Schopper satırındaki değerlerden kopma indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.34 ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

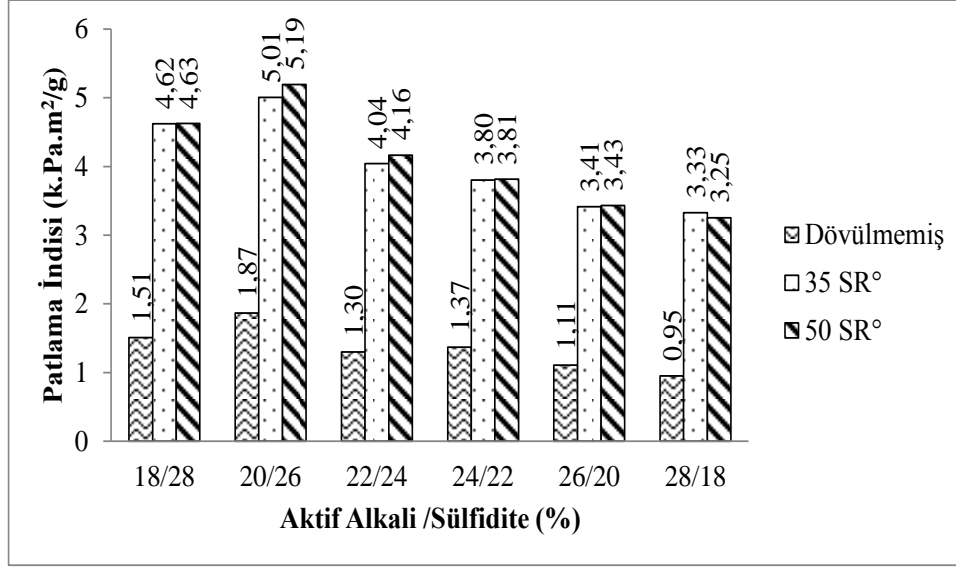
Tablo 3.34 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	115672,772	17	6804,281	512,970	0,000
Gruplar içi	3103,886	234	13,264		
Toplam	118776,657	251			

Tablo 3.34’de ki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının kopma indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait kopma indisi değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Patlama indisi

Corylus avellana L. odununa ait farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının patlama indisine etkisi Şekil 3.52’de verilmiştir.



Şekil 3.52 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının patlama indisine etkisi.

Şekil 3.52 Farklı Aktif alkali/Sülfidite oranlarının patlama indisine etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18’in dövülmemiş kâğıt hamurlarından elde edilen deneme kâğıtlarında patlama indisi değerleri sırasıyla 1,51 k.Pa.m²/g, 1,87 k.Pa.m²/g, 1,30 k.Pa.m²/g, 1,37 k.Pa.m²/g, 1,11 k.Pa.m²/g, 0,95 k.Pa.m²/g’dir. 35⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerleri sırasıyla 4,62 k.Pa.m²/g, 5,01 k.Pa.m²/g, 4,04 k.Pa.m²/g, 3,80 k.Pa.m²/g, 3,41 k.Pa.m²/g, 3,33 k.Pa.m²/g’dir. 50⁰SR’den elde edilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerleri sırasıyla 4,63 k.Pa.m²/g, 5,19 k.Pa.m²/g, 4,16 k.Pa.m²/g, 3,81 k.Pa.m²/g, 3,43 k.Pa.m²/g, 3,25 k.Pa.m²/g’dir.

Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 3.35’de verilmiştir.

Tablo 3.35 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Düzeltilmiş modeli	521,513	17	30,677	1,250	0,000
Kesme noktası	2689,228	1	2689,228	1,096	0,000
A.A/S.	73,314	5	14,663	597,443	0,000
Schopper	439,795	2	219,898	8,960	0,000
A.A/S. * Schopper	8,404	10	0,840	34,242	0,000
Hata	6,185	252	0,025		
Toplam	3216,926	270			
Düzeltilmiş toplam	527,698	269			

Tablo 3.35 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait çoğul varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven aralığında A.A/S., Schopper ve A.A/S. * Schopper satırındaki değerlerden patlama indisi üzerindeki etkisinin ($p=0,000$, $p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

İnteraksiyon gruplarından hangilerinin farklı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi Tablo 3.36’da ve duncan testi sonucu farklı gruplar Tablo 3.22’de verilmiştir.

Tablo 3.36 Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-oranı	P-değeri
Gruplar arası	521,513	17	30,677	1,250	0,000
Gruplar içi	6,185	252	0,025		
Toplam	527,698	269			

Tablo 3.36’deki Kraft yöntemiyle üretilen deneme kâğıtlarının patlama indisi değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde farklı interaksiyon gruplarından elde edilen deneme kâğıtlarına ait kalınlık değerleri arasında %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Hangi gruplar arasında farklılığın olduğunu görmek için duncan testi yapılmış ve sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir.

Requejo A. vd. (2012)’de “Optimization of ECF Bleaching and Refining of Kraft Pulping

from Olive Tree Pruning” adlı çalışmada benzer özellik gösteren kappa numarası ve ⁰SR’de, *Corylus avellana* L.’nin Kraft yöntemiyle *Olea europaea*’ya göre patlama ve yırtılma indisi değerleri yüksektir.

Dvlme işlemi sırasında selülozun kimyasal yapısında belirgin bir değişikliğin olmadığı X işinını kırılma izlerinden anlaşılmaktadır. Dvlmenin etkisi daha çok fiziksel yönden olmaktadır. Bu etkilerin en önemlileri, lif primer zarının parçalanıp kısmen ayrılması, lif uzunluğunun azalması, elastikiyetinin artması, fibrillerde saçaklanma oluşumu ve lifin dış özgül yüzeyinin artmasıdır (Tank 1998). Dövme süresi arttıķa kopma, patlama, çift katlama dirençleri ve % uzama artmakta, yırtılma direnci dövmenin hemen başlangıcında çok hızlı yükselir ve sonra düşer. Opaklık, parlaklık, geçirgenlik ve hacimlilik azalır. Dövme süresi arttıķa kalınlık azalır (Eroğlu 2003). Bu bilgiler de yapılan testleri doğrulamaktadır..

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada NaOH ve Kraft yöntemi ile ayrı ayrı iki pişirme modeli kurulmuştur. Bu amaçla kimyasal madde oranları ve pişirme süreleri değiştirilerek 8 adet NaOH ve madde oranları değiştirilerek 6 adet Kraft pişirmesi yapılmıştır. Elde edilen hamurların dövülmemiş, 35⁰SR, 50⁰SR'de deneme kâğıtları yapılmıştır.

NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda kappalarının ve viskozitenin, NaOH ve süreye bağlı değişimi incelendiğinde NaOH oranı %20, %22, %24, %26 için kappalar sırasıyla 150 dk'da 35,25, 26,70, 25,20, 15,75'dir. 180 dk'da 30,85, 22,70, 20,35, 14,90'dır. Aynı şekilde viskozite için 150 dk'da 961,60 cm³/g, 943,85 cm³/g, 883,13 cm³/g, 742,48 cm³/g'dir. 180 dk'da 959,66 cm³/g, 928,50 cm³/g, 857,05 cm³/g, 719,01 cm³/g'dir. NaOH oranı ve süre arttıkça kappaların azaldığı görülmektedir. Kappa numarasının azalması hamurda kalan ligninin azaldığını göstermekte olup, beklenen bir sonuçtur. NaOH oranı ve süre arttıkça viskozitenin azaldığı görülmektedir. Selüloz her ne kadar alkaliye dayanıklı bir polimer olsa da NaOH konsantrasyonunun artmasıyla polimer zincir uzunluğu kısaldığından viskozite de azalır.

NaOH yöntemiyle farklı sürelerde pişirilen kâğıt hamurunda %20 NaOH'da elenmiş verim 150 dk'da %35,87 ve 180 dk'da %42,40'dır. %22 NaOH'da elenmiş verim 150 dk'da %45,37 ve 180 dk'da %47,59'dır. %24 NaOH'da elenmiş verim 150 dk'da %47,27 ve 180 dk'da %46,97'dir. %26 NaOH'da elenmiş verim 150 dk'da %45,50 ve 180 dk'da %45,39'dur. Bu değerlere göre sürenin etkisi incelendiğinde 150 dk'da %24 NaOH da artışta iken aynı konsantrasyonda 180 dk'da azalmaya başlamıştır. Buna göre yüksek konsantrasyonlarda süre artışı ile verim kaybı meydana gelmektedir. Bu durum %24 NaOH oranında 150 dk'lık pişirmede viskozite değerinin 883,13 cm³/g, 180 dk'lık pişirmede 857,05 cm³/g olması ile de doğrulanmaktadır.

Corylus avellana L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kapa numarası ve viskozitesi incelendiğinde en yüksek elenmiş verim S6 numaralı pişirmede %47,59, en düşük elek artığı S8 numaralı pişirmede %0,14, en yüksek toplam verim S1 numaralı pişirmede %53,94, en düşük kapa numarası S8 numaralı pişirmede %14,90, en yüksek viskozite S1 numaralı pişirmede 961,60 cm³/g olarak tespit edilmiştir.

Corylus avellana L. odunundan NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel özellikleri incelendiğinde en yüksek kalınlık S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 143,75 µm ve en düşük kalınlık ise S6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile 87,25 µm'dir. En düşük hava geçirgenliği ise S2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile 14,65 ml/dk ve tüm pişirmeler için yapılan hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk'dan büyük çıktıkları için en yüksek hava geçirgenliği değeri dövülmemiş hamurlardan elde edilen deneme kâğıtlarına aittir. En yüksek parlaklık değeri S4 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile %99,92 ve en düşük opaklık değeri ise S2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile %98,30'dur. En yüksek parlaklık değeri S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile %26,62 ve en düşük parlaklık değeri ise S1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile %13,85'dir. En yüksek yırtılma indisi değeri S4 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 4,53 mN.m²/g ve en düşük yırtılma indisi değeri S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 3,20 mN.m²/g'dır. En yüksek kopma indisi değeri S5 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 35⁰SR ve 50⁰SR ile 93,82 N.m/g ve en düşük kopma indisi S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 38,66 N.m/g'dır. En yüksek patlama indisi değeri S5 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR ile 5,10 kPa.m²/g ve en düşük patlama indisi değeri S8 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş ile 1,69 kPa.m²/g'dır.

NaOH yöntemi ile kâğıt hamurundan elde edilen deneme kâğıtlarının fiziksel, optik ve mekanik özellikleri incelendiğinde %95 güven aralığında kalınlık değerleri için süre değişkeni etkisiz, NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper, NaOH* Schopper ve Süre * NaOH * Schopper değişkenleri ise etkilidir. Hava geçirgenliği değerleri için Süre, NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper, NaOH* Schopper ve Süre * NaOH * Schopper değişkenlerinin etkili olduğu görülmüştür. Opaklık değerleri için süre * NaOH ve Süre * NaOH * Schopper değişkenleri etkisiz, Süre, NaOH, Schopper, Süre * Schopper ve

NaOH* Schopper değişkenleri ise etkilidir. Parlaklık değerleri için Süre, NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper, NaOH* Schopper ve Süre * NaOH * Schopper değişkenlerinin etkili olduğu görülmüştür. Yırtılma indisi değerleri için Süre, Süre * Schopper ve NaOH* Schopper değişkenleri etkisiz, NaOH, Schopper, Süre * NaOH ve Süre * NaOH * Schopper değişkenleri ise etkilidir. Kopma indisi değerleri için NaOH* Schopper değişkeni etkisiz, Süre, NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper ve Süre * NaOH * Schopper değişkenleri ise etkilidir. Patlama indisi değerleri için Süre değişkeni etkisiz, NaOH, Schopper, Süre * NaOH, Süre * Schopper, NaOH* Schopper ve Süre * NaOH * Schopper değişkenleri ise etkilidir.

Kraft yöntemiyle üretilen kâğıt hamurunda aktif alkali/sülfidite oranının kapa numarasına ve viskoziteye etkisi incelendiğinde Aktif alkali/Sülfidite oranı sırasıyla 18/28, 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 28/18'in kapa numarası sırasıyla 17,25, 17,35, 15,25, 14,65, 14,55, 14,45'dir. Aynı şekilde viskozite 778,26 cm³/g, 947,01 cm³/g, 697,17 cm³/g, 685,47 cm³/g, 680,39 cm³/g, 607,48 cm³/g'dir. Aynı şekilde elenmiş verim %45,72, %47,59, %45,06, %43,55, %40,67, %38,21'dir. Kraft pişirmesinde elenmiş verim ele alındığında en ideal pişirme %47,59 ile A.A/S. oranı 20/26'dır. Bundan sonra A.A./S. oranı arttıkça verim azalmaktadır. Bu durum karbonhidratların bozulmalarından kaynaklanmaktadır. Bunu bu pişirmeden sonra viskozitenin düşmesi ve kapa numarasının azalması da desteklemektedir.

Corylus avellana L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, elek artığı, toplam verimi, kapa numarası ve viskozitesi incelendiğinde en yüksek elenmiş verim K1 numaralı pişirme %47,59, en düşük elek artığı K1 numaralı pişirme %0,05, en yüksek toplam verim K1 numaralı pişirme %47,64, en düşük kapa numarası K6 numaralı pişirme %14,45, en yüksek viskozite K1 numaralı pişirme 947,01 cm³/g olarak tespit edilmiştir.

Corylus avellana L. odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının bazı fiziksel özellikleri incelendiğinde en yüksek kalınlık değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş 163,75 µm ve en düşük kalınlık değeri K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 86,25 µm'dir. En düşük hava geçirgenliği değeri ise K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 7,45 ml/dk'dır ve tüm pişirmeler için yapılan hava geçirgenliği değerleri 5000 ml/dk'dan büyük çıktıkları için en yüksek hava geçirgenliği değeri dövülmemiş hamurlardan elde edilen deneme kâğıtlarına

aittir. En yüksek opaklık değeri K4 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de %99,93 ve en düşük opaklık ise K2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de %97,87'dir. En yüksek parlaklık değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de %32,17 ve en düşük parlaklık değeri ise K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de %17,75'dir. En yüksek yırtılma indisi değeri K1 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 35⁰SR'de 3,86 mN.m²/g ve en düşük yırtılma indisi değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de 2,34 mN.m²/g'dır. En yüksek kopma indisi değeri K2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 87,86 N.m/g ve en düşük kopma indisi değeri K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de 24,41 N.m/g'dır. En yüksek patlama indisi değeri K2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi 50⁰SR'de 5,19 kPa.m²/g ve en düşük patlama indisi değeri ise K6 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi dövülmemiş'de 0,95 kPa.m²/g'dır.

Kraft yöntemi ile kâğıt hamurundan elde edilen deneme kâğıtlarının fiziksel, optik ve mekanik özellikleri incelendiğinde %95 güven aralığında kalınlık, hava geçirgenliği, opaklık, parlaklık, yırtılma indisi, Kopma indisi, patlama indisi üzerindeki etkilerinin (p=0,000, p<0,05) istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir.

Adi findık (*Corylus avellana* L.)'nin kâğıt hamuru özellikleri tam olarak belirlemek için diğer hamur üretim yöntemlerinin de araştırılması gerektiği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- Aytekin, E.** (2011). Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Odunlarından Modifiye Kraft Yöntemi İle Kağıt Hamuru Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD., 115 sayfa, Düzce.
- Berkel, A.** (1970). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 1448, O.F Yayın No:147, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Bostancı, Ş.** (1987). *Kâğıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi*. Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi, Karadeniz Üniversitesi Basımevi, Genel Yayın No:114, Fakülte Yayın No: 13, Trabzon.
- Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N.** (2000). *Odun Anatomisi*. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 4263, Orman Fakültesi Yayın No: 466, ISBN:975-404-592-5, Dilek Matbaası, İstanbul.
- Casey, J. P.** (1980) *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Vol. 1. Third Edition, Wiley Interscience Publisher Inc, New York, 409.
- Eroğlu, H.** (1990). *Kâğıt ve Karton Üretim Teknolojisi 2. Baskı*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No:90 Fakülte Yayın No: 6, Trabzon.
- Eroğlu, H.** (2003). *Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziği Ders Notları*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 27, Fakülte Yayın No: 13, Bartın.
- Eroğlu, H. ve Usta, M.** (2004). *Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi I. Cilt*. Selüloz ve Kağıt Sanayi Vakfı, ISBN:975-98513-0-X (Takım No) ISBN:975-98513-1-8 (1. Cilt), Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon.
- Gençer, A. Eroğlu, H. ve Yapıcı, F.** (2012). Üretim parametrelerinin kağıt hamuru verimi ve kappa numarasına etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14 (Özel sayı): 59-68.
- Hafizoğlu, H. ve Deniz, İ.** (2010). *Orman Ürünleri Kimyası Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
- IAWA Committee** (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification *IAWA Bulletin n.s.*, 10: 219–332.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kantay, R. Köse, C.** (2005). Türkiye’de kabuk konusunda yapılan bugüne kadar yapılan çalışmalar ve değerlendirme. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56-B (2): 1-15.
- Kırcı, H.** (2000). *Kâğıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Ders Notları Yayın No:63, Trabzon.
- Korkut, S. As, N. Akgül, M. Çöpür, Y. ve Büyüksarı, Ü.** (2009). Türk Fındığı (*Corylus colurna L.*)’nın Fiziksel, Mekanik, Kurutma ve Kimyasal Özellikleri. Destekleyen Kuruluş: Tubitak, Proje No: TOVAG-105O531, Düzce.
- Merev, N.** (1998). *Odun Anatomisi Cilt 1*. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, Genel Yayın No: 189, Fakülte Yayın No: 27, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Merev, N.** (2003). *Odun Anatomisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın No:209 Fakülte Yayın No: 31, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Miles, P. D. ve Smith, W. B.** (2009). Specific gravity and other properties of wood and bark for 156 tree species found in north america. Res. Note NRS-38. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 35 p.
- Requejo, A. Rodriguez, A. Colodette, J. L. Gomide, J. L. ve Jimenez, L.** (2012). Optimization of ECF bleaching and refining of kraft pulping from olive tree pruning. *Bioresources*, 7 (3): 4046-4055.
- Rowell, R.M.** (2005). *Wood Chemistry and Wood Composites*. CRC press, USA.
- Sarıbaş, M.** (2012). *Dendroloji II Angiospermae*. Kapalı Tohumlular Angiospermae (Amentiferae), Bartın Üniversitesi Yayın No:7, Orman Fakültesi Yayın No:5, Bartın.
- Tank, T.** (1980). Lif ve Selüloz Teknolojisi 1. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:272, İstanbul.
- Tank, T.** (1998). *Kağıt Fabrikasyonu*. İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, Üniversite Yayın No: 4028, Fakülte Yayın No: 446, ISBN: 975-404-457-0, İstanbul.
- TEMA** (2004). Ağaçlar, Doğa Severler İçin Rehber Kitap, Marmara Bölgesi Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. 3. Basım, TEMA Vakfı Yayınları, Yayın No:39, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, İstanbul.
- TEPGE** (2011). *Durum ve Tahmin Fındık 2011/2012*. TEPGE Yayın No: 1918, ISBN: 978-975-407-338-6, ISSN: 1306-0260, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- TMO** (2013). 2012 Yılı Fındık Sektör Raporu. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- URL-1** (2014). http://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/wood/structure_wood_pt2.php (01.03.2014).
- URL-2** (2014). <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-47.pdf> (01.03.2014).
- Ververis, C. Georghiou, K. Christodoulakis, N. Santas, P. ve Santas, R.** (2004). Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. *Industrial Crops and Products*, 19 (2004): 245-254.
- Wise, L.E. ve Jahn, E.C.** (1952). *Wood Chemistry*. 2nd Edition, Vol 1-2, Reinhold Publication Co. New York, U.S.A, 1330.
- Yaman, B. ve Gençer, A.** (2005). Trabzon koşullarında yetiştirilen kiwi (*Actinidia deliciosa* (A.Chev.) C. F. Liang& A. R. Ferguson)' nin morfolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A (2): 149-155.

ÖZGEÇMİŞ

Ufuk ÖZGÜL 1987'de Malatya'da doğdu; ilk ve orta öğretimini aynı şehirde tamamladı. Malatya Hacı Ahmet Akıncı Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2006 yılında kazandığı Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü 2008 yılında Bartın Üniversitesi'nin kurulmasıyla öğrenci kaydı bu üniversiteye geçti ve 2011'de bu bölümden mezun oldu. 2012 yılında Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstrisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı ve halen aynı bölümde yüksek lisans öğrencisidir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Bartın Cezaevi Lojmanları

74100 Merkez/BARTIN

Tel: +90 (543) 396 0542

E-posta: ufukozgul44@hotmail.com