

**BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TTK ÜZÜLMEZ BÖLGESİNDE ÜRETİM YAPILAN KÖMÜR DAMARLARININ
YIKANABİLİRLİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GÖKHAN SARIHAN**

MART 2018

**BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TTK ÜZÜLMEZ BÖLGESİNDE ÜRETİM YAPILAN KÖMÜR DAMARLARININ
YIKANABİLİRLİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GÖKHAN SARIHAN**

DANIŞMAN: Prof. Dr. Sait KIZGUT

ZONGULDAK

Mart 2018

KABUL:

Gökhan SARIHAN tarafından hazırlanan “ TTK Üzülmez Bölgesinde Üretim Yapılan Kömür Damarlarının Yıkanabilirlik Özellikleri ve Kullanım Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 16/03/2018

Danışman: Prof. Dr. Sait KIZGUT

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. İhsan TOROĞLU

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. Ayhan Ali SİRKECİ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Cevher Hazırlama Mühendisliği Bölümü

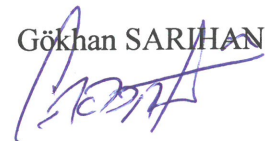
ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum./..../2018


Doç. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
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.”

Gökhan SARIHAN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TTK ÜZÜLMEZ BÖLGESİNDE ÜRETİM YAPILAN KÖMÜR DAMARLARININ YIKANABİLİRLİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gökhan SARIHAN

Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sait KIZGUT

Mart 2018, 101 sayfa

Bu çalışmada, Üzülmöz havzasındaki taşkömürü damarlarının yıkanabilirlikve petrografik özellikleri incelemiştir. Üzülmöz havzasındaki taşkömürü üzerinde yıkanabilirlik deneyleri yapılmış ve deneysel verilere göre de yıkama eğrileri çizilmiştir. Kömür peletleri dökülerek petrografik analizler yapılmış kömürün içerisindeki kömür grupları belirlenmiştir.

Havza kömürünün elementel analizi ve kalori analizi yapılmış olup, havzaya uygun kül-kalori, hidrojen-kül, karbon-kül denklemleri ve Kül-hidrojen, kalori-karbon diyagramları oluşturularak havzadaki kömürlerin petrografileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüzdürme-Batırma, kalori, kül, sabit karbon, hidrojen, kükürt, petrografi, kömür petrografik bileşenleri, yansıtma

Bilim Kodu: 607.02.07



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

WASHABILITY AND PETROGRAPHIC PROPERTIES OF COAL SEAMS IN UZULMEZ BASIN

Gökhan SARIHAN

**Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mining Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Sait KIZGUT

March 2018, 101 pages

In this study, determination of petrographical properties and washability characterization for Üzülmez Basin (Zonguldak) coal was realized. Float and sink analysis was carried out on the sample taken from Üzülmez Basin and their washability figures were obtained. In order to carry out petrographical observations, coal pellets were formed in laboratory and the coal samples from each seam were characterized in terms of their maceral composition.

Not only elemental analysis was carried out on the samples but also calorific values of each sample was determined. Ash-calori, hydrogen-ash, carbon-ash equation and ash-hydrogen, calori-carbon diagrams were obtained for the Üzülmez Basin coal and their petrographic characterization were discussed.

Keywords: Float and sink, calories, ash, fixed carbon, hydrogen, sulfur, petrography, coal

Science Code: 607.02.07



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, bu çalışmanın tamamlanabilmesi için bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sait KIZGUT'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın çeşitli aşamalarında bana destek veren ve çalışmaları arasında bana zaman ayıran değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ayhan Ali SİRKECİ'ye, Prof. Dr. İhsan TOROĞLU'ye, Prof. Dr. Dilek ÇUHADAROĞLU'na şükranlarımı sunarım.

Tez yazım aşamasında maddi ve manevi olarak yardımcı olan Arş. Gör. Ali İhsan ŞEKERTEKİN'e teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında yardımcı olan Uzman Dr. SerdarYILMAZ'a Arş. Gör. Mehmet BİLEN'e, teşekkür ederim.

Tez çalışmamı yürütmemde idari desteklerini esirgemeyen ve laboratuvar çalışmalarında destek veren TTK Genel Müdürü Sayın Kazım EROĞLU'na, pazarlama daire başkanı Sayın Nizam ÇEBİ'ye, Laboratuvar Şube Müdürü Sayın Nurettin BEŞE'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma ve yaşam süreci boyunca desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 KÖMÜR.....	3
2.1 KÖMÜRÜN OLUŞUMU	3
2.1.1 Turbalaşma	3
2.1.2 Kömürleşme	3
2.2 KÖMÜRÜN SINIFLANDIRILMASI	4
2.3 KÖMÜR TÜRLERİ	4
2.3.1 Turba	4
2.3.2 Linyit	4
2.3.3 Taşkömürü.....	5
2.3.4 Antrasit	5
2.4 KÖMÜRÜN İÇERDİĞİ SAFSIZLIKLAR.....	5
2.4.1 Nem	5
2.4.2 Kül.....	5
2.4.3 Kükürt.....	5
2.5 KÖMÜRÜN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	6
2.5.1 Yoğunluk.....	6

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.5.2 Gözeneklilik	6
2.5.3 Sertlik	6
2.5.4 Yansıtma.....	6
2.5.5 Renk	6
2.5.6 Özgül ısı	7
2.5.7 Isıl iletkenlik.....	7
2.5.8 Ufalanabilirlik	7
2.5.9 Öğütebilirlik	7
2.5.10 Tane boyut dağılımı	7
2.5.11 Dielektrik sabiti	8
2.6 KÖMÜRÜN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	8
2.6.1 Oksidasyon	8
2.6.2 Koklaşma.....	8
2.6.3 Hidrojenasyon	8
2.7 KÖMÜRÜN PETROGRAFİK ÖZELLİĞİ	8
2.7.1 Kömürün makropetrografik bileşenleri	9
2.7.2 Kömürün mikropetrografik özellikler	9
2.7.2.1 Vitrit	9
2.7.2.2 Liptinit.....	10
2.7.2.3 İneritit	10
BÖLÜM 3DÜNYA VE TÜRKİYE’DEKİ MEVCUT KÖMÜR DURUMU.....	11
3.1 DÜNYADA KÖMÜR.....	11
3.1.1 Dünya Kömür Rezervleri	11
3.1.2 Dünyadaki Kömür Üretimi ve Tüketimi	13
3.2 DÜNYA KÖMÜR FİYATLARI	15
3.3 KÖMÜR İTHALATI VE İHRACATI.....	16
3.4 KÖMÜR VE ENERJİ	17
3.5 TÜRKİYE’DE KÖMÜR.....	17
3.5.1 Türkiye’de Kömür Tüketimi	19
3.6 ZONGULDAK HAVZASI	21

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 4 DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	25
4.1 NUMUNE ALMA.....	25
4.2 ELEK ANALİZİ	26
4.3 RUTUBET ANALİZİ	26
4.4 KÜL ANALİZİ	27
4.5 YÜZDÜRME-BATIRMATESTLERİ.....	27
4.4.1 Piç Damarı Yüzebilirlik Deneyleri.....	28
4.4.2 Piriç Damarı Yüzebilirlik Deneyleri	32
4.4.3 Nasifoğlu Damarı Yüzebilirlik Deneyleri.....	37
4.4.4 Sulu Yüzdürme Analizi.....	41
4.6 CHS(KARBON, HİDROJEN, KÜKÜRT) ANALİZLERİ.....	45
4.7 KALORİFİK DEĞER ANALİZİ.....	50
4.8 KÖMÜR GENEL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	55
4.8.1 Piç Damarı.....	55
4.8.2 Piriç Damarı	57
4.8.3 Nasifoğlu Damarı	60
4.8.4 Sulu Damarı.....	63
4.8.5 Genel grafikler.....	65
4.9 PETROGRAFİK ANALİZLERİ.....	69
4.9.1 Numunelere Ait Mikrofotograflar	72
4.9.1.1 Piç Damarına Ait Mikrofotograflar.....	72
4.9.1.2 Piriç Damarına Ait Mikrofotograflar	77
4.9.1.3 Nasifoglu Damarına Ait Mikrofotograflar	84
4.9.1.4 Sulu Damarına Ait Mikrofotograflar.....	90
BÖLÜM 5 SONUÇ.....	95
KAYNAKLAR.....	99
ÖZGEÇMİŞ	101



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 2009 Yılı dünya birincil enerji arzı kaynak payları	11
Şekil 3.2 Dünyadaki kömür üretimi ve tüketimi.....	14
Şekil 3.3 Dünya kömür fiyatları	16
Şekil 3.4 Kömür arzının sektörlere göre tüketim dağılımı.....	19
Şekil 3.5 Türkiye 2014 sonu elektrik kurulu gücünde kaynakların payı ve elektrik üretimi ...	20
Şekil 3.6 Kömürün ithal edildiği ülkeler.....	21
Şekil 3.7 Havzadaki kömür rezervi dağılımı miktarları.....	22
Şekil 3.8 Havzadaki kömür rezervi dağılım yüzdeleri.....	22
Şekil 4.1 Yüzdürme-batırma analizinin şema ile gösterimi	28
Şekil 4.2 Piç Damarına ait yüzebilirlik eğrileri.....	32
Şekil 4.3 Piriç Damarına ait yüzebilirlik eğrileri	36
Şekil 4.4 Nasifoğlu Damarına ait yüzebilirlik eğrileri	40
Şekil 4.5 Sulu Damarına ait yüzebilirlik eğrileri.....	44
Şekil 4.6 Piç Damarıkarbon-kalori değişim grafiği	55
Şekil 4.7 Piçdamarı hidrojen-kül değişim grafiği	56
Şekil 4.8 Piç Damarıkül-kalori değişim grafiği	56
Şekil 4.9 Piç Damarıhidrojen-karbon değişim grafiği	57
Şekil 4.10 Piriç Damarı karbon-kalori değişim grafiği	58
Şekil 4.11 Piriçdamarı hidrojen-kül değişim grafiği.....	58
Şekil 4.12 Piriç damarı kül-kalori değişim grafiği.....	59
Şekil 4.13 Piriç damarı hidrojen-karbon değişim grafiği.....	60
Şekil 4.14 Nasifoğludamarı karbon-kalori değişim grafiği.....	60
Şekil 4.15 Nasifoğludamarı hidrojen-kül değişim grafiği.....	61

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.16 Nasifoğlu damarı kül-kalori değişim grafiği.....	62
Şekil 4.17 Nasifoğlu damarı karbon-hidrojen değişim grafiği.....	62
Şekil 4.18 Sulu damarı karbon-kalori değişim grafiği	63
Şekil 4.19 Sulu damarı hidrojen-kül değişim grafiği	64
Şekil 4.20 Sulu damarı kül-kalori değişim grafiği	64
Şekil 4.21 Sulu damarı karbon-hidrojen değişim grafiği	65
Şekil 4.22 Genel kül-kalori değişim grafiği	66
Şekil 4.23 Genel karbon-hidrojen değişim grafiği	67
Şekil 4.24 Genel hidrojen-kül değişim grafiği	68
Şekil 4.25 Genel karbon-kalori değişim grafiği	69
Şekil 4.26.a Fuzinit (Sıkışmış bogen yapısı, sıkışma sonucu bogenyapı kırılanmıştır).....	72
Şekil 4.26.b Fuzinit (Sıkışmış bogen yapısı, sıkışma sonucu bogenyapı kırılanmıştır, ancak sıkışma ile boşluklar önemli düzeyde kapanmıştır).....	73
Şekil 4.26.c İnertinit, semifusinitinertinit ve liptinit (farklı yansıtma özelliğine sahip semifuzinit bantları ve detrinitik formda inertinitler, liptinit-sporinitmaserali...)	73
Şekil 4.26.d Vitrit, (psödovitrit, yalancı vitrit, kenarlarda testre dişi ve içe dönük açıklıklar ve iç kesimde sınırlı açıklıklar vitritten ayrımı ifade eder, yansıtma düzeyi vitrit ile aynı veya sınırlı düzeyde daha yüksektir)	74
Şekil 4.26.e Semifuzinit (yansıtma seviyesi vitritte yakın, sıkışma sonucu sınırlı boşluklar, yüzey dalgalı görüntülü)	74
Şekil 4.26.f Vitrit ve Semifuzinit (üst kesimde boşluklu yapı gösteren semifuzinitten vitritte geçiş, her iki maseral de aynı yansıtma derecesine sahip)	75
Şekil 4.26.g Vitrit ve Semifuzinit (üst kesimde boşluklu yapı gösteren semifuzinitten vitritte geçiş, her iki maseral de aynı yansıtma derecesine sahip).....	75
Şekil 4.26.h İnertinit, semifusinitinertinit ve liptinit (farklı yansıtma özelliğine sahip semifuzinit bantları ve detrinitik formda inertinitler, liptinit-sporinit yapısında).....	76
Şekil 4.26.i Vitrit, liptinit (vitritik hamur içerisinde gömülü liptinit-sporinit yapısında) ...	76
Şekil 4.26.j Vitrit, liptinit, inertinit (vitritik hamur içerisinde gömülü liptinit-sporinit yapısında ve detrinitikinertinit).....	77

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.27.a Semifüzinit (yüksek yansıtmalı, sıkışma nedeniyle boşluklar önemli düzeyde kapanmış).....	78
Şekil 4.27.b Vitirinit (telakollinit, rankvitritine olarak bilinir ve yansıtma değerleri bu maseraller üzerinde yapılır)	78
Şekil 4.27.c Vitrititik hamur içerisinde liptinitler ve kil bantları	79
Şekil 4.27.d Vitrititik hamur içerisinde gömülü megasporinit	79
Şekil 4.27.e İnertinit/semi füzinit/mineral madde (semifüzinitik yapı içerisinde detrititkinertinitler ve mineral madde dolgusu)	80
Şekil 4.27.f Pirit (Vitrititik hamur içerisinde fromboidal ve ince taneli taneli, çatlaklara yerleşmiş).....	80
Şekil 4.27.g Psödovitritinit (dalgalı boşlukları içeren yapı vitrititten ayrılmasını gösteriyor)..	81
Şekil 4.27.h Vitritinit ve semifüzinit içerisinde kil bantları	81
Şekil 4.27.i Semifusinit ve inertinit (detritititik inertinitler semifüzinitler içersine gömülü)....	82
Şekil 4.27.j Semifüzinit/vitritinit.....	82
Şekil 4.27.k Vitritinit/semifüzinit (Semifusinitten vitritinite geçiş).....	83
Şekil 4.27.l Vitirinit/liptinit/inertinit/semifüzinit (semi füzinitten vitritinite geçiş, her iki yapı içerisinde gömülü liptinit-resinit ve detrititikinertinitler).	83
Şekil 4.28.a Semifusinit (yansıtma seviyesi yüksek)	84
Şekil 4.28.b Semifusinit (yüksek yansıtma ve boşluklu yapı vitritittev ve psödovitrititten ayrılmayı gösteriyor).....	85
Şekil 4.28.c Vitritinit (telakollinit, rankvitritine olarak bilinir ve yansıtma değerleri bu maseraller üzerinde yapılır)	85
Şekil 4.28.d Fusinit (semi füzinit, sıkışma sonucu boşluklu yapı kırılarak sıkılaştırmış)	86
Şekil 4.28.e Pirit (vitritinit içinde çatlaklara yerleşmiş disseminerombusal ve fromboidal pirit tanecikleri)	86
Şekil 4.28.f Vitritinitten semifüzinite geçiş, ayrıca detrititikinertinitletlerdağını şekilde).....	87
Şekil 4.28.g Psödovitritinit (Telekollinite oranla daha yüksek yansıtması ve dış yüzeylerde iç yönelmiş açıklıklar ve iç yüzeyde sınırlı açıklıklar).....	87
Şekil 4.28.h Vitritinitten semifüzinite geçiş vitritinit içerisinde inertodetrititler.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.28.i Vitrit (Tellit, hücre içleri rezit dolgusu)	88
Şekil 4.28.j Vitrit ve çeşitli formlarda (reaktif ve inert) semifüzinin	89
Şekil 4.28.k Vitrit hamuru içerisinde sporin ve inertin	89
Şekil 4.29.a Mineral madde ve vitrit (tane hem organik hemdeinorganik kısımlardan oluşuyor, serbest haldeki nu tane atığa giderse atık külünü düşürür, temiz kömüre giderse kül içeriğini yükseltir)	90
Şekil 4.29.b Vitrit yapısı üzerinde inertodetrinler (reaktif hamur içine gömülü inertinler yanma sırasında reaktif davranabilmektedir)	91
Şekil 4.29.c Mikro faylanma (Mikro düzeyde kırılma sonucu sporin kırılmış ve oluşan baskı üzerine birbiri üzerine binmiştir)	91
Şekil 4.29.d Vitritik hamur içerisinde inertodetrinler ve sporinler	92
Şekil 4.29.e Psödovitrit (gri seviyesi vitritle aynı ancak yapı içinde meydana gelen açılmalar vitritten ayrımı sağlar)	92
Şekil 4.29.f Semifüzinin vitritine doğru geçiş (vitrit ve semifüzinin aynı gri seviyesindedirler, semifüzinin boşluklu yapı ile atırt edilmektedir)	93
Şekil 4.29.g Semifüzinin (yüksek ve düşük yansıtımlı semifüzinler, parlak olan nispeten daha düşük reaktivite gösterir)	93
Şekil 4.29.h Semifüzinin vitritine geçiş (vitritik hamur içerisinde sporinler ve detritin inertinler)	94
Şekil 4.29.i Vitritinik hamur içerisinde inertodetrinler ve fusinin	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Çeşitli ranklarda (Kömürleşme derecesi) kömür özellikleri	4
Çizelge 2.2 Kömür litotiplerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	9
Çizelge 3.1 Dünyadaki kömür rezervleri	12
Çizelge 3.2 Dünyadaki kömür üretimi ve tüketimi	13
Çizelge 3.3 Kömür üreticileri.....	14
Çizelge 3.4 Dünya kömür fiyatları	15
Çizelge 3.5 Kömür ihraç eden ülkeler.....	16
Çizelge 3.6 Kömür ithal eden ülkeler.....	16
Çizelge 3.7 Elektrik üretiminde kömür kullanımları	17
Çizelge 3.8 Türkiye'deki linyit rezervleri	18
Çizelge 3.9 Türkiye'de kömür üretimi	19
Çizelge 3.10 Lavvarlar bazında üretilen satılabilir kömürlerinin özellikleri	23
Çizelge 3.11 Yıllık Taşkömürü Üretimi.....	24
Çizelge 4.1 Üzülmez Müessesesinde üretim yapılan damarlar	25
Çizelge 4.2 Numune alınan ayaklar ve numune miktarları	26
Çizelge 4.3 Örneklerin Boyut dağılımı	26
Çizelge 4.4 Örneklerin rutubet içerikleri.....	27
Çizelge 4.5 Ayırmanın güçlük veya kolaylık derecesi.....	27
Çizelge 4.6 Piç Damarı yüzdürme ürün miktarları	29
Çizelge 4.7 Piç Damarı yüzdürmeürün külleri.....	29
Çizelge 4.8 Piç Damarı yüzdürme verileri	30
Çizelge 4.9 Piriçdamarı yüzen kömür miktarları	33
Çizelge 4.10 Piriçdamarı yüzen kömür külleri.....	33

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.11 Piriç damarı yüzdürme tablosu	34
Çizelge 4.12 Nasifoğlu damarı yüzen kömür miktarları	37
Çizelge 4.13 Nasifoğlu damarı yüzen kömür külleri	37
Çizelge 4.14 Nasifoğlu damarı yüzdürme tablosu	38
Çizelge 4.15 Sulu damarı yüzen kömür miktarları	41
Çizelge 4.16 Sulu damarı yüzen kömür külleri.....	41
Çizelge 4.17 Sulu damarı yüzdürme grafiği.....	42
Çizelge 4.18 Piç Damarı CHS sonuçları	45
Çizelge 4.19 Piriç Damarı CHS sonuçları.....	47
Çizelge 4.20 Nasifoğlu Damarı CHS sonuçları	48
Çizelge 4.21 Sulu Damarı CHS sonuçları.....	49
Çizelge 4.22 Piç damarı kalori sonuçları	50
Çizelge 4.23 Piriç damarı kalori sonuçları	51
Çizelge 4.24 Nasifoğlu damarı kalori sonuçları.....	53
Çizelge 4.25 Sulu damarı kalori sonuçları	54
Çizelge 4.26 % Yansıtma değerleri.....	70
Çizelge 4.27 Örneklerin Petrografik Grup Bileşimleri (1,30, 1,40 ve 1,50 g/cm ³ yoğunluklarda yüzen kısımların birleştirilmesiyle oluşturulan örnekler).....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

- TKİ : Türkiye Kömür işletmeleri
TTK : Türkiye Taşkömürü Kurumu
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
ETKB : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TS : Türk Standartları



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kömür jeolojik devirler boyunca başkalaşıma uğrayan, kalori değeri olan bitki ve hayvan kalıntılarıdır. Kömür yüzyıllardır vazgeçilmez enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde enerji ihtiyacının büyük kısmı aralarında başlıca kömürün olduğu fosil kaynaklardan sağlanmaktadır. Teknolojinin gün geçtikçe gelişmesi ve yayılması enerjiye olan ihtiyacı artırmaktadır. Kömür sadece enerji kaynağı değildir; birçok sanayi grubunun ham maddesi olarak kullanılır. Örneğin demir-çelik sanayisi, alüminyum sanayisi, sağlık sanayisi, boya sanayisi, plastik sanayisi, vb.

Kömür kullanılacağı alana göre farklılık göstermektedir. Demir-çelik, ısınma, termik santrallerde kullanılan kömürlerde farklı nitelikler aranır. Bu farklılıklar boyut, mineral madde içeriği, kalori, kükürt gibi bileşenler yanı sıra koklaşmaya bağlı özellikler olabilir. Kömürün ısınma amaçlı evsel kullanımı ve özel izinler alınmadan çeşitli alanlardaki kullanımına yönelik yasal düzenlemeler vardır. Çevre kirliliği açısından yüksek kükürtlü kömürlerin kullanımına izin verilmemektedir.

Kömürü daha iyi tanımamız açısından ve sanayi kollarının istediği kömürü elde etmek için yıkanabilirlik özellikleri önemlidir. İstenilen boyut, kül, kalori, uçucu ve nem değerlerinde kömür elde etmek için kömür hazırlama gereklidir.

Tez kapsamında,TTK Üzümez Bölgesindeki kömürlerin yıkanabilirlik çalışmaları yapılarak, kömür tam analizleri ve petrografik analizleri yapılmıştır.



BÖLÜM 2

KÖMÜR

2.1 KÖMÜRÜN OLUŞUMU

Kömür, farklı oranlarda organik ve inorganik bileşenler bünyesinde bulunduran organik bir kayaç olup doğada birebir özdeş kömürlerin bulunması imkan dışıdır (Kural 1991). Yeterli oranlarda organik madde içeren, doğal halde veya bazı değişimlerden sonra yanıcı hale gelen kayaçlara “mineral yakıtlar” denilmektedir. Yanabilen bütün mineraller yakıt sınıfına dahil edilmezler. Mineral yakıtların ortak özelliği organik yapıda olması ve belirli oranlarda karbon, hidrojen, kükürt ve azot içermeleridir. Kömürü oluşturan ana element karbondur. Kömürün oluşumu uygun çevresel koşullarda, bitkinin fiziksel ve biyokimyasal bozuşmaya uğramasıyla başlar. Kömürün oluşmaya başladığı bataklık ortamları, akarsular, deltalar, lagünler ve göller sayılabilir.

2.1.1 Turbalaşma

Organik maddelerin kömüre dönüşmesinde ilk kademeyi turbalaşma oluşturur. Bitkisel organik artıkların anaerobik koşullar altında bakterilerin enzimlerin etkileriyle oluşan organik tortul kütlelere “turba” denir. Turbaların özellikleri, başlangıçtaki bitki cinslerine, oluşum şartlarına ve bozuşma derecesine bağlı olarak değişir.

2.1.2 Kömürleşme

Kömürün ilk aşaması turbadır. Turbaların jeolojik ve kimyasal değişime uğramasıyla linyit, taşkömürü, antrasit oluşmasına “kömürleşme” denir. Kömürleşme seviyesi “kömür rankı” olarak tanımlanır. Kömürleşme seviyesini belirleyen faktörler; bitkisel köken, gömülme derinliği, ortam koşulları ve kömürleşme zamanıdır.

2.2 KÖMÜRÜN SINIFLANDIRILMASI

Kömürlerin sınıflandırılmasında uçucu madde içeriği, sabit karbon içeriği, kalorifik değer, nem içeriği gibi özellikler temel alınmıştır. Günümüzde en fazla kullanılan sınıflandırma A.S.T.M sınıflandırılmasıdır. A.S.T.M sınıflandırılması Çizelge 2.1’ de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Çeşitli ranklarda (Kömürleşme derecesi) kömür özellikleri (TKİ 2010).

Rank (Kömürleşme Derecesi)	Uçucu Madde İçeriği (% yaş-külsüz)	Karbon içeriği (% Ağırlık, yaş- külsüz)	Kalorifik değer (Btu/Lb,Mineral maddesiz)	Nem içeriği (%)
1. Linyit	69-44	76-62	8.300-6.300	52-30
2. Alt Bitümlü	52-40	80-71	11.500-8,300	30-12
3. Bitümlü				
a) Yüksek uçuculu-B	50-29	86-76	13.000-10.500	15-2
b) Yüksek uçuculu-C				
c) Yüksek uçuculu-A	49-31	88-78	14.000	5-1
d) Orta uçuculu	31-22	91-86	14.000	5-1
e) Düşük uçuculu	22-14	91-86	14.000	5-1
4. Antrasit	14-2	99-91	14.000	5-1

2.3 KÖMÜR TÜRLERİ

2.3.1 Turba

Yaş olarak en geç kömür türüdür. Renk olarak sarı, kahverengi, siyah olabilir. Sertliği oldukça azdır. Turbalarda odunsu yapıyı görmek mümkündür; bozuşma tamamen olamamıştır. Bünyesinde oldukça fazla su barındırmaktadır ve basınç uygulandığında bünyesindeki nemi dışarıya vermektedir.

2.3.2 Linyit

Linyitler, turbalar ve taşkömürleri arasında en geniş aralığı oluşturmaktadır. Nem içeriği olarak %20 ile %60 arasında değişim göstermektedir. Nem içeriği ne kadar yüksek ise kömürleşme derecesi o kadar düşüktür. Linyitler dış görünüşü itibariyle yumuşak ve sert olarak ayrılabilir.

Sert linyitlerin nem içeriği %35'ten azdır. Yumuşak linyitlerde ise bu oran %35 ile %75 arasındadır.

2.3.3 Taşkömürü

Nem içeriği oldukça düşük, kalori değeri ise oldukça yüksek kömür türüdür. Yapısı itibariyle sert ve dayanıklıdır. Uçucu özelliğine bağlı olarak koklaşma özelliği gösterebilir. Taşınması ve depolanması kolay ve rahattır.

2.3.4 Antrasit

Uçucu ve nem içeriği düşüktür. Kalori değeri taşkömüründen az, kükürt içeriği düşük, sert ve geç yanabilen kömürler olup, evsel yakıt olarak tercih edilirler.

2.4 KÖMÜRÜN İÇERDİĞİ SAFSIZLIKLAR

2.4.1 Nem

Kömürde iki tür nem bulunmaktadır. Bunlar bünye nemi ve yüzey nemidir. Bünye nemi, kömürdeki inorganik maddeler tarafından tutulan sudur. Yüzey nemi ise serbest halde bulunan sudur.

2.4.2 Kül

Kömürün yapısında organik ve inorganik maddeler bulundurulur. Organik kısım yanan kısımdır. Oksitlenmiş yada inorganik kısım ise yanmayan kısımdır. Bu kısım külü oluşturur. Kül yani mineral madde kömürün hazırlanması veya kullanılmasını etkiler. Kömürde mineral madde istenmez. Kömürün organik ve inorganik kısmının yoğunlukları farklıdır. Bu farklılıktan yararlanılarak kömür hazırlama işlemleri yapılır.

2.4.3 Kükürt

Kömür türleri farklı oranlarda kükürt içerirler. Kömürdeki kükürt organik ve inorganik olarak bulunmaktadır. Elementel kükürt eser miktardadır. İnorganik kükürt kömürden

uzaklaştırılması mümkünken organik kükürtün uzaklaştırılması fiziksel yöntemlerle olası değildir; organik kükürt kömürün bir parçası olarak ele alınabilir.

2.5 KÖMÜRÜN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

2.5.1 Yoğunluk

Kömürde yoğunluk büyük önem arz eder. Kömür zenginleştirmede yoğunluk farkına dayalı yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Kömürün yoğunluğu içerisindeki bileşenlere bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca kömür türlerini de yoğunluk sınıflandırması yapabiliriz. Linyitten antrasite doğru kömürün yoğunluğu artmaktadır.

2.5.2 Gözeneklilik

Bir katı maddenin gözenekliliği, sahip olduğu boşluk veya gözenek yüzdesi olarak tanımlanabilir. Gözenekliliği sınıflara ayıracak olursak, makro gözenekler, geçiş gözenekler, mikro gözenekler olarak üçe ayrılır. Kömürün gözeneklilik derecesi içerdiği karbon miktarına bağlıdır.

2.5.3 Sertlik

Kömürün sertliği, kömürün türüne, karbon miktarına, uçucusuna bağlı olarak değişmektedir. Kömür türleri içerisinde en yumuşak linyit, en sert ise antrasittir.

2.5.4 Yansıtma

Bir kömür yüzeyine gelen dik ışının yüzde olarak yansıtma değeridir. Yansıtma indeksi direkt olarak kömürleşme derecesiyle bağlantılıdır.

2.5.5 Renk

Kömürlerin rengi kahverengiden koyu siyaha kadar değişebilmektedir. Linyitler açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar gidebilmektedir. Taşkömürü ve diğer kömürlerde açık siyahtan koyu siyaha doğru gitmektedir ve farklı tonlarla karşılaşılabilir.

2.5.6 Özgöl ısı

Birim kütle için ısı kapasitesine özgöl ısı denir. Suyun özgöl ısısı kömürden büyüktür. Bu yüzden kömürde nem artışı kömürün özgöl ısısının artmasına neden olacaktır.

2.5.7 Isıl iletkenlik

Isıl iletkenlik, ısı enerjisinin çok olan bölgeden az olan bölgeye transferidir. Yani sıcak bölgeden soğuk bölgeye enerji aktarımıdır. Kömürde uçucu maddenin, nemin, yoğunluğun ve sıcaklığın artmasıyla ısıl iletkenlik katsayısı artmaktadır.

2.5.8 Ufalanabilirlik

Ufalanabilirlik, kömürün kendisinden küçük parçalara bölünme eğilimidir. Bu eğilim sertlik, kırılabilirlik, sıklık ve elastiklik gibi özelliklere bağlıdır. Ufalanabilirlik bazen istenmeyen bir durumdur; kömürün kendiliğinden tutuşmasına, koklaşma özelliğinin azalmasına, lavvarlarda kayıpların artmasına neden olur.

2.5.9 Öğütebilirlik

Malzemenin öğütme işlemine karşı gösterdiği direnç, öğütebilirlik olarak tanımlanır. Öğütebilirlik Bond ve Hardgrove yöntemleri ile belirlenir. Sertlik, kırılabilirlik ve mukavemete bağlıdır. Kömürün türüne göre öğütebilirlik derecesi değişir; linyitlerde kolay, antrasitte zordur.

2.5.10 Tane boyut dağılımı

Kömürde tane boyutun belirli bir değerin altına düşmemesi istenir. Tane boyutu madencilik sektöründe kullanılan yöntemlere göre tane boyutu dağılımı değişir.

2.5.11 Dielektrik sabiti

Bir malzemenin üzerinde yük depolayabilme yeteneğini ölçmeye yarayan bir katsayıdır. Başka bir deyişle yalıtkanlık katsayısıdır. Kömürün dielektrik sabiti düşüktür. Kömürde nem ve külün artmasıyla dielektrik sabiti de artar.

2.6 KÖMÜRÜN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

2.6.1 Oksidasyon

Kömürle havanın etkileşimi ile meydana gelmektedir. Kömürün oksidasyonu oksijenin bulunduğu tüm ortamlarda gerçekleşebilir. Ocaklarda silolarda, taşıma esnasında, depolamada oksidasyon gerçekleşebilir. Yüksek uçuculu kömürler, mineral madde içeriği az olan kömürler, yüzey alanı geniş olan kömürler yanmaya daha yatkındır.

2.6.2 Koklaşma

Belirli uçucuya sahip taşkömürlerinin koklaşma özelliği vardır. Kömürün havasız ortamda belirli bir sıcaklığa çıkarıp uçucu madde ve gazların verilmesiyle, kömürün tekrar gözenekli yapıya dönüşmesine koklaşma denir.

2.6.3 Hidrojenasyon

Kömüre hidrojen katma işlemidir. Bu işlem sonucunda pek çok ürün elde edilir. Bu sistemle parafinler, olefinler, alkoller, ketonlar, deterjan hammaddeleri, süper benzin, amonyak gibi maddeler üretilebilmektedir.

2.7 KÖMÜRÜN PETROGRAFİK ÖZELLİĞİ

Kömür yapısı itibari ile heterojen bir maddedir. Bu yüzden kömürü daha iyi tanımamız için petrografik analizler yapılmaktadır. Kok üretiminde petrografik analizler önemli bir yer kaplar. Koklaşma kalitesini, petrografik analiz sayesinde önceden belirleyebiliriz. Kömür, maseral adı verilen mikroskobik yapı taşlarından oluşmaktadır. Bu maserallerin belirlenmesi mikroskopta yansıyan ışık altında yapılır. Yansıtma belirli türde maseral üzerinde yansıyan

ışığın yüzdesinin ölçülmesidir. Kömürü gruplara ayıracak olursak, makropetrografik bileşenler ve mikropetrografik bileşenler olarak ayrılabilir

2.7.1 Kömürün makropetrografik bileşenleri

Kömür, yataklanmaya dik kesitlerde parlak, yarı parlak, mat veya ince bantlar halindedir. Bu bantlar fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Bu bantlar litotip olarak adlandırılır; bu litotipler vitren, klaren, düren ve füzendir. Litotipler parlaklık, renk, şekil olarak birbirinden ayrılmaktadır. Kömür litotiplerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2. 2Kömür litotiplerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Stach 1982).

Litotip	Görünüş
Vitren	Homojen, parlak, Siyahbantlı
Klaren	Tabakalı, parlakve mat bantlı
Düren	Mat, yansıtmasız Zayıf tabakalı
Füzen	Odunkömürü

2.7.2 Kömürün mikropetrografik özellikler

Kömürün mikroskop altında belirlenen bitkisel kökenli üç bileşeni vardır; bunlar vitrinit, liptinit ve inertinit grupları olmak üzere üç ana başlıkta incelenir.

2.7.2.1 Vitrinit

Taşkömürlerinde en önemli grup olup, humik maddelerin kömürleşme ürünleridir. Vitrinitin özellikleri kömürleşme derecesi ile değişmekte olup, kömürleşme derecesi arttıkça, yansıyan ışıkta rengi siyahımsı griden beyaza kadar değişir (Özpeker 1988).

2.7.2.2 Liptinit

Protein, selülöz, reçine ve diğer hidrokarbonların bakterilerle bozunması sonucu oluşmuştur. Yansıtma derecesi, karbon içeriği ve yoğunluğu düşüktür (Özpeker 1988).

2.7.2.3 İneritinit

Hidrojenca fakir, karbonca zengin olan bir maseral grubudur. Koklaşma sırasında reaksiyon göstermezler. En yüksek yansıtmaya sahiptir ve yansıyan ışıkta beyaz renktedir (Özpeker 1988).



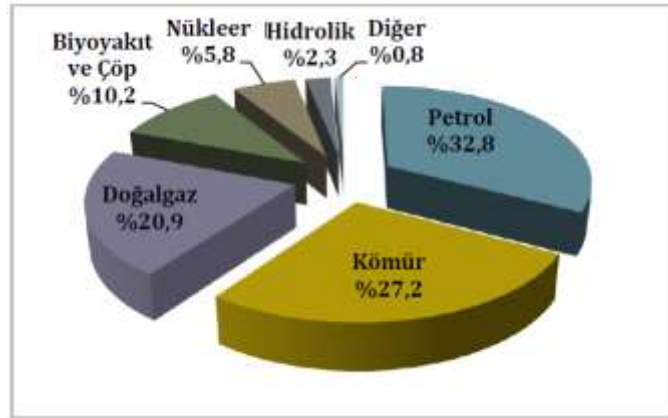
BÖLÜM 3

DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT KÖMÜR DURUMU

3.1 DÜNYADA KÖMÜR

Kömür yüzyıllardır enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kömür 19. Yüzyılda sanayi devrimini, 20. Yüzyılda ise elektrik çağını başlatmıştır. Kömürün kullanım alanları oldukça geniştir. Santrallerde, demir-çelik sektöründe, çeşitli endüstriyel faaliyetlerde ve ısınma amaçlı gibi oldukça yaygın kullanıma sahiptir. Nüfusun artmasına bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak için kömür üretimi de artmaktadır.

Dünya genelinde kömür kullanımı, demir-çelik sanayisinde %70, elektrik üretiminde %40, toplam üretilen enerjide ise %31'lik kısmını karşılamaktadır. Dünya birincil enerji arzı kaynak payları Şekil 3.1' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 2009 Yılı dünya birincil enerji arzı kaynak payları (www.worldcoal.org).

3.1.1 Dünya Kömür Rezervleri

Dünyadaki en büyük kömür rezervleri Amerika da bulunmaktadır. Avrupa ve Asya kömür bakımından en zengin bölgedir. En fakir bölge ise Afrika'dır. Kömür rezervleri açısından zengin olan başlıca ülkeler; ABD, Rusya, Çin, Avustralya ve Hindistan'dır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Dünyadaki kömür rezervleri (BP 2017)

Ülkeler	Antrasit ve Bitümlü (milyon ton)	Linyit ve Y.bitümlü (milyon ton)	Toplam Kömür
Amerika	221400	30182	251582
Kanada	4346	2236	6582
Meksika	1160	51	1211
Brezilya	1547	5049	6596
Kolombiya	4881	0	4881
Venezuela	731	0	731
Diğer S. &Cent. Amerika	1784	24	1808
Toplam S. &Cent. Amerika	235849	37542	273391
Bulgaristan	192	2174	2366
Çek Cumhuriyeti	1103	2573	3676
Almanya	12	36200	36212
Yunanistan	0	2876	2876
Macaristan	276	2633	2909
Kazakistan	25605	0	25605
Polonya	18700	5461	24161
Romanya	11	280	291
Rusya Federasyonu	69634	90730	160364
Sırbistan	402	7112	7514
İspanya	868	319	1187
Türkiye	378	10975	11353
Ukrayna	32039	2336	34375
Birleşik Krallık	70	0	70
Özbekistan	1375	0	1375
Diğer Avrupa ve Avrasya	2618	5172	7790
Toplam Avrupa ve Avrasya	153283	168841	322124
Güney Afrika	9893	0	9893
Zimbabve	502	0	502
Diğer Afrika	2756	66	2822
Orta Doğu	1203	0	1203
Toplam Orta Doğu ve Afrika	14354	66	14420
Avustralya	68310	76508	144818
Çin	230004	14006	244010
Hindistan	89782	4987	94769
Endonezya	17326	8247	25573
Japonya	340	10	350
Moğolistan	1170	1350	2520
Yeni Zelanda	825	6750	7575
Pakistan	207	2857	3064
Güney kore	326	0	326
Tayland	0	1063	1063
Vietnam	3116	244	3360
Diğer Asya Pasifik	1322	646	1968
Toplam Asya Pasifik	412728	116668	529396
Toplam Dünya	816214	323117	1139331

3.1.2 Dünyadaki Kömür Üretimi ve Tüketimi

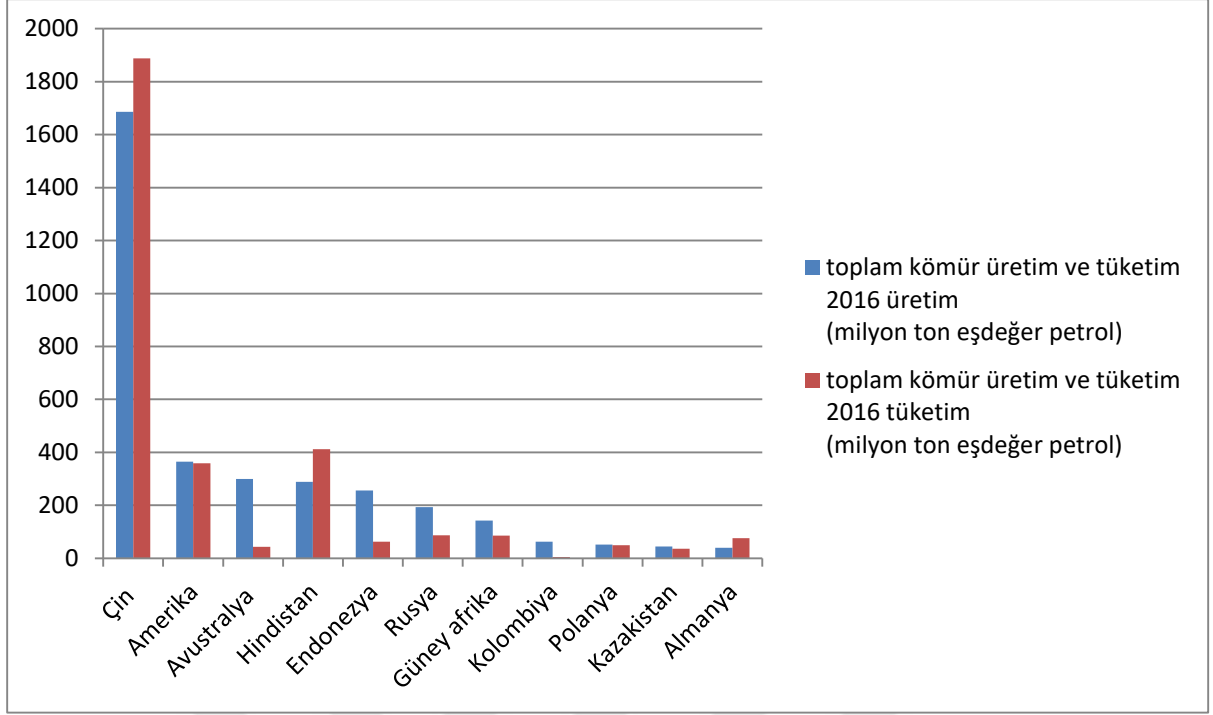
Dünya kömür üretimi son yıllarda artmıştır. Kömür üretimindeki artış, Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebinden kaynaklanmaktadır(BP 2017). Enerji tüketiminin, Asya kıtasında fazla olmasının sebebi, bölgedeki ülkelerin gelişmekte olan sanayileridir. Özellikle Çin, sanayisini ve teknolojisini geliştirmekte olan ülkeler arasında baş sırada gelir.

Dünya kömür tüketimi, enerji ihtiyacıyla doğru orantılı bir şekilde artmıştır. Kömür, elektrik üretmek amacıyla en çok doğrudan kullanılan yakıttır. Kömürün aynı zamanda ısınma, demir-çelik, çimento gibi sanayi kollarında kullanımı yaygındır. Kömür tüketimin yarısına yakını Çin tarafından gerçekleştirilmektedir. Diğer önemli tüketiciler ABD, Hindistan, Güney Afrika Cumhuriyeti, Rusya veAlmanya'dır. Dünyadaki kömür üretim ve tüketim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Ülkelerin kömür üretimi ve tüketimi Şekil 3.2' de karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.2Dünyadaki kömür üretimi ve tüketimi (BP 2017).

Ülkeler	Üretim (milyon ton eşdeğer petrol)	Tüketim (milyon ton eşdeğer petrol)
Çin	1685,7	1887,6
Amerika	364,8	358,4
Avustralya	299,3	43,8
Hindistan	288,5	411,9
Endonezya	255,7	62,7
Rusya	192,8	87,3
Güney afrika	142,4	85,1
Kolombiya	62,5	4,6
Polanya	52,3	48,8
Kazakistan	44,1	35,6
Almanya	39,9	75,3

*Milyon ton eşdeğer petrol (mtp), (Tüketim Miktarı (verilen brimde) × Isıl Değeri) / 10 000 000



Şekil 3.2 Dünya'daki kömür üretimi ve tüketimi (BP 2017)

Dünya da buhar kömür üretimi ve koklaşabilir kömür üretiminde ilk sırayı Çin almaktadır. Linyit üretiminde ise ilk sırayı ise Almanya almaktadır. Türkiye ise linyit üretiminde 5. sırayı almaktadır. Ülkelerin kömür üretim miktarları Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kömür üreticileri (IEA 2014)

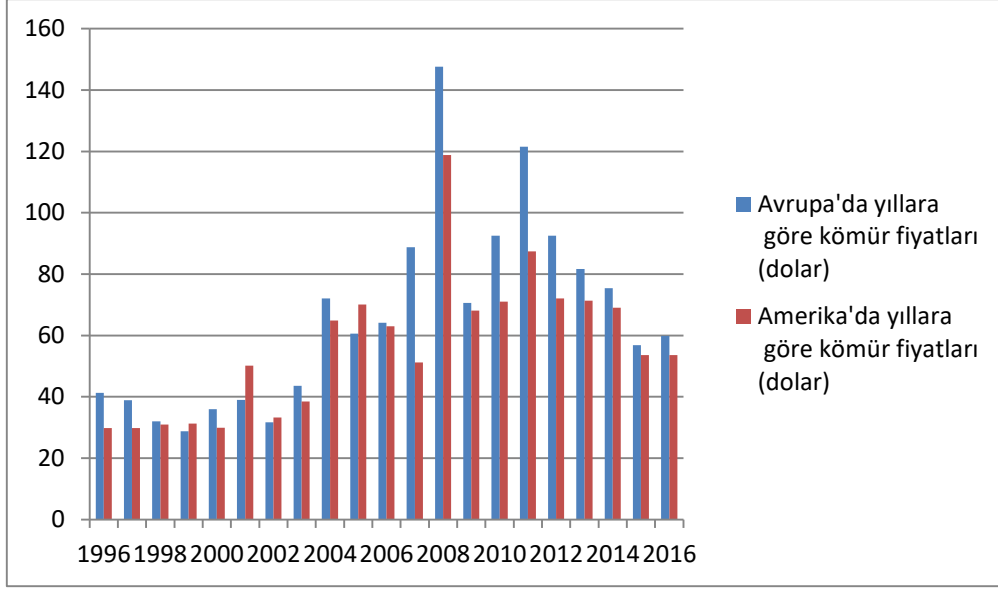
Buhar kömür üreticileri	üretim (Milyon Ton)	Koklaşabilir Taşkömürü Üreticileri	üretim (Milyon Ton)	Linyit üreticileri	üretim (Milyon Ton)
Çin	3034	Çin	527	Almanya	183
Amerika	756	Avustralya	158	Rusya	73
Hindistan	526	Amerika	78	Amerika	70
Endonezya	486	Rusya	73	Polanya	66
Güney afrika	255	Hindistan	42	Türkiye	63
Avustralya	239	Kanada	34	Avustralya	63
Rusya	201	Moğolistan	20	Yunanistan	54
Kazakistan	103	Ukranya	20	Hindistan	45
Kolombiya	81	Polanya	12	Çek Cumhuriyeti	40
Polanya	65	Kazakistan	12	Sırbistan	40

3.2 DÜNYA KÖMÜR FİYATLARI

Kömür dünyada pek çok ülkede üretilmekte ve tüketilmektedir. Bazı sanayi dallarının ise hammadde girdisidir. Kömür bu özelliği sayesinde Dünya ticaretinde önemli bir yer edinmiştir. Düşük kalorili kömürlerin ithalatı ve ihracatı yapılmaz. Çünkü ekonomik değillerdir. Nakliyat, taşıma, depolama gibi masraflardan dolayı pek tercih edilmez. Dünyada iki tane kömür pazarı vardır. Bunlar Atlantik ve Pasifik pazarlarıdır. Kömür ticaretinin %90'ı ucuz olması nedeniyle deniz yoluyla yapılmaktadır. 2003 yılına kadar kömür fiyatları istikrarlı bir seyir izledi. 2003 yılından sonra dalgalanmalar başladı. 2008 ve 2011 küresel ekonomik krizleri kömür fiyatlarındaki dalgalanmayı arttırmıştır. Bu dalgalanmaları ek olarak Çin'in artan tüketim talebi etkilemektedir. Yıllara bağlı olarak kömür fiyatları Çizelge 3.4'te verilmiştir. Dünya kömür fiyatları yıllara bağlı olarak değişimi Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 Dünya kömür fiyatları (BP 2017)

Yıllar	Avrupa'da yıllara göre kömür fiyatları (USD)	Amerika'da yıllara göre kömür fiyatları (USD)
1996	41,25	29,86
1997	38,92	29,76
1998	32,01	31
1999	28,79	31,29
2000	35,99	29,9
2001	39,03	50,15
2002	31,65	33,2
2003	43,6	38,52
2004	72,08	64,9
2005	60,54	70,12
2006	64,11	62,96
2007	88,79	51,16
2008	147,67	118,79
2009	70,66	68,08
2010	92,5	71,03
2011	121,52	87,38
2012	92,5	72,06
2013	81,69	71,39
2014	75,38	69
2015	56,79	53,59
2016	59,87	53,56



Şekil 3.3 Dünya kömür fiyatları (BP 2017)

3.3 KÖMÜR İTHALATI VE İHRACATI

Ülkeler ihtiyaçlarına göre kömür ithalatı yada ihracatı yapmaktadır (Çizelge 3.5 ve 3.6). Çin en fazla kömür üreten ülke olmasına rağmen, üretimi tüketimi karşılamadığı için dış alım da yapmaktadır. Endonezya, dünyada en fazla kömür ihracatının yapıldığı ülkedir.

Çizelge 3.5 Kömür ihraç eden ülkeler (BP 2014)

Kömür ihraç eden ülkeler	Toplam (Milyon Ton)	Buhar (Milyon Ton)	Koklaşabilir (Milyon Ton)
Endonezya	426	423	3
Avustralya	336	182	154
Rusya	141	118	22
Amerika	107	47	60
Kolombiya	74	73	1
Güney Afrika	72	72	0
Kanada	37	4	33

Çizelge 3.6 Kömür ithal eden ülkeler (IEA 2014)

Kömür ithal eden ülkeler	Toplam (Milyon Ton)	Buhar (Milyon Ton)	Koklaşabilir (Milyon Ton)
Çin	327	250	77
Japonya	196	142	54
Hindistan	180	142	38
Güney Kore	126	95	31
Çin Taypesi	68	61	7
Almanya	51	43	8
Ukranya	50	44	6
Türkiye	32	26	6

3.4 KÖMÜR VE ENERJİ

Enerjiyi elde etmek için farklı metotlar vardır. Enerji elde edilmesi yenilenebilen ve yenilenemeyenler olarak ikiye ayrılır. Kömür yenilenemeyen enerji kaynakları içerisinde, yani fosil yakıttır. Ülkeler bu fosil yakıtları ihtiyaçlarına göre çoğunlukla enerji elde etmede kullanırlar. Kömür kullanımı ise ülkelerin gelişmişlik veya refah düzeylerine göre değişir. Avrupa kömür kullanımı yerine doğal gaz kullanımı yaygınlaşmaktadır. Elektrik üretiminde kömürü yüksek oranda kullanan çok sayıda ülke bulunmaktadır. Bunlar arasında; Moğolistan(%95), Güney Afrika (93), Polonya (%83), Çin (%81), Avustralya (%69) en yüksek oranda kullanan ülkelerdir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Elektrik üretiminde kömür kullanımları (BP 2014)

Elektrik üretimindeki kömürün kullanım yüzdesi	Elektrik üretiminde kullanılan kömürün yüzdesi
Moğolistan	95
Güney Afrika	93
Polonya	83
Çin	81
Avustralya	69
Hindistan	71
İsrail	61
Endonezya	48
Almanya	44
Amerika	38
Ukranya	39
Japonya	21

3.5 TÜRKİYE'DE KÖMÜR

Ülkemizde, 2015 yılı itibariyle kömür üretimi 58,7 milyon ton linyit ve 2 milyon ton taşkömürü olmak üzere toplam 60,7 milyon ton olmuştur. 2005-2015 yılları arasında yaklaşık 7,38 Milyar ton rezerv artışı sağlanmıştır. 2005 yılında 8,3 Milyar ton olan linyit rezervleri 2015 yılı sonu itibariyle 15 Milyar tonu aşmıştır. Taşkömürü ise Zonguldak havzası içerisinde 5 bölgede çıkarılmaktadır. Yaklaşık rezervi 1,3 milyar tondur. Türkiye'deki linyit rezervleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Türkiye’deki linyit rezervleri (TKİ)

	REZERVLER(1000 Ton)			
	Görünür	Mümkün	Muhtemel	Toplam
Toplam TKİ	3459764	15733	18451	3635548
Adana-Tufanbeyli	323329			323329
Bursa-Keles	46989	19945	1560	68494
Çanakkale-Çan	73053			73053
Konya-İlgın	18843	974		19817
Konya-Beyşehir	81011			81011
Kütahya-Tunçbilek	239636		16891	256527
Manisa-Soma	689179	15000		704179
Tekirdağ-Saray	196778	86651		283429
Bolu-Göynük	36875	1000		37875
Çorum-Dodurga	18591	4042		22633
Bingöl-Karlıova	88662	15000		103662
Eskişehir-Alpu	1453228			1453228
Kırklareli-Vize	136704	2722		139426
Diğerleri	56886	11999		68885
Toplam EÜAŞ	7448657	133706	2964	7585327
Afşin-Elbistan havzası	4831902			4831902
Çayırhan Havzası	394896	31000		425896
Tekirdağ-Merkez Sahası	160585	50934	2964	214483
İstanbul-Çatalca Sahası	228457	51772		280229
Konya-Karapınar Havzası	1832816			1832816
Toplam MTA	1207484	5629		1213113
Afyon-Dinar	935811	5629		941440
Isparta-Şakırağa	238490			238490
Denizli-Çardak	25629			25629
Denizli-Çivril	7554			7554
Özel Sektör	2897853	32800		2930653
Sivas-Kangal	98500			98500
Kütahya-Seyitömer	147733	32800		180533
Muğla-Milas	249576			249576
Muğla-Yatağan	154914			154914
Bursa-Orhaneli	36578			36578
Diğer Özel Sektör	2210552			2210552
TOPLAM TÜRKİYE	1501375	329468	21415	15364642

Türkiye’de yıllık linyit üretimi 2011-2015 yılları arasında bir azalma göstermiştir. Fakat son dönemdeki yerli kaynaklı termik santral projeleri linyit üretimini artırması beklenmektedir. TKİ’nin kömür üretimi yıllara bağlı olarak azalmakta, özel sektörün kömür üretimi ise artmaktadır. Bu durum TKİ bağlı sahaların özel sektöre devretmesine bağlı olarak

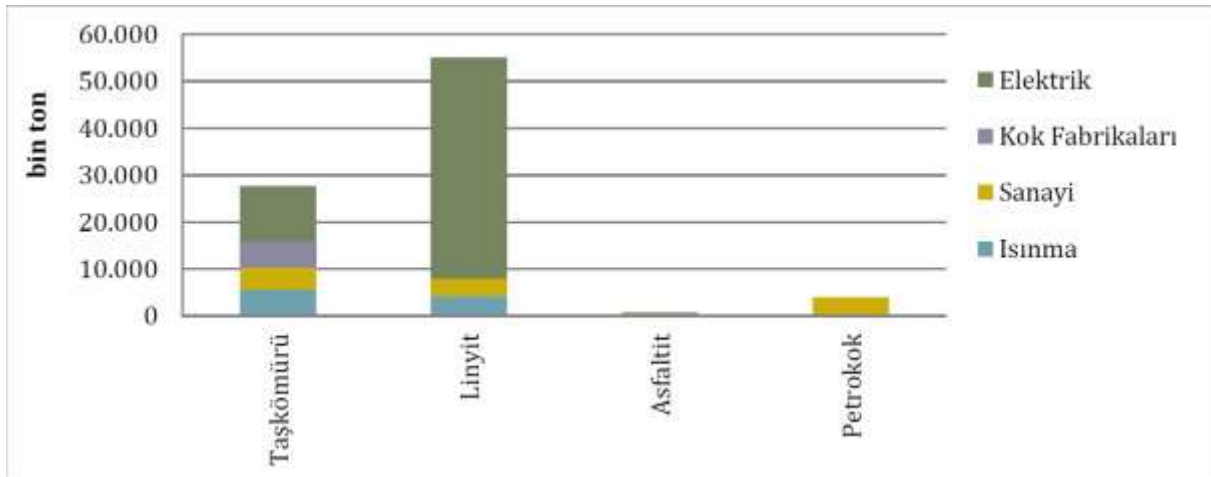
gelişmiştir. Asfaltit üretimi yıllara göre üretimde azalma yaşanmıştır fakat 2015 yılında tekrar artış göstermiştir. Türkiye’de üretilen yıllık kömür üretimleri Çizelge 3.9’daki gibidir.

Çizelge 3.9 Türkiye’de kömür üretimi (ETKB 2016)

Maden Adı	Üretici (ton)	2011 (ton)	2012 (ton)	2013 (ton)	2014 (ton)	2015 (ton)
Asfaltit		971366	749830	751263	336852	837112
Bitümlü Şist	TKİ	394277	394277	149828	259508	372028
Linyit	EÜAŞ	31455812	24297709	16011459	18987907	10855125
	TKİ	41530095	36815592	23257009	22854114	12432171
	Diğer Kamu			11245055	1063927	399816
	Özel Sektör	9389340	16900893	12810342	23301062	35043058
	Toplam	82375247	78014194	63323865	66207011	58730170
Taş kömürü	TTK + Rödövensçılar	2619247	3235299	2789338	1916833	2074049
KÖMÜR GENEL TOPLAMI		86360137	82393600	67014294	68720203	61929516

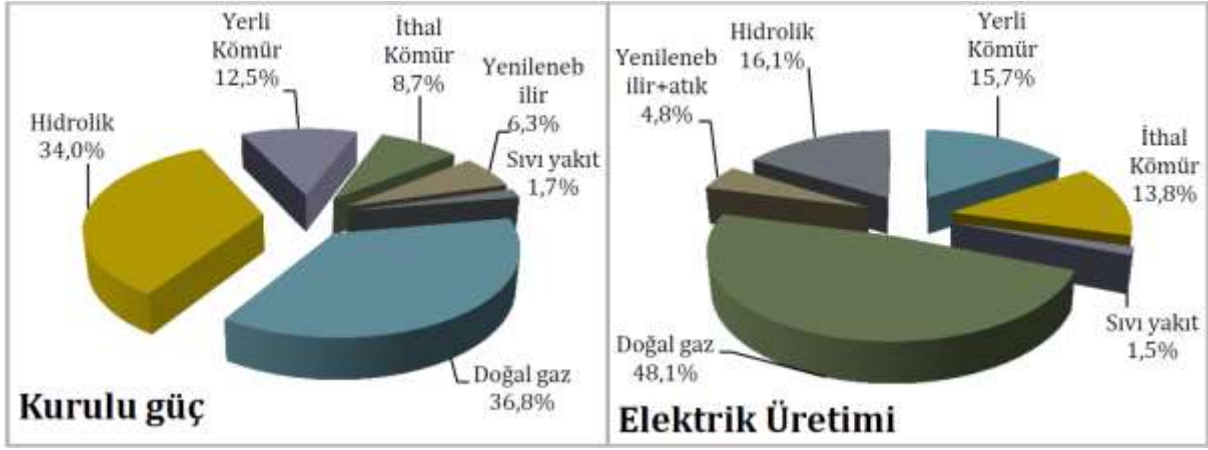
3.5.1 Türkiye’de Kömür Tüketimi

Bitümlü kömürler elektrik üretiminde, ısınma amaçlı ve demir-çelik sektöründe kullanılmaktadır. Linyit ise büyük bölümü elektrik üretiminde ve ısınma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Linyitler yüksek nem düşük kalori olumsuz etki yaptığından sanayi amaçlı tercih edilmemektedir. Kömür arzının sektörlere göre tüketim dağılımı Şekil 3.4’de verilmiştir.



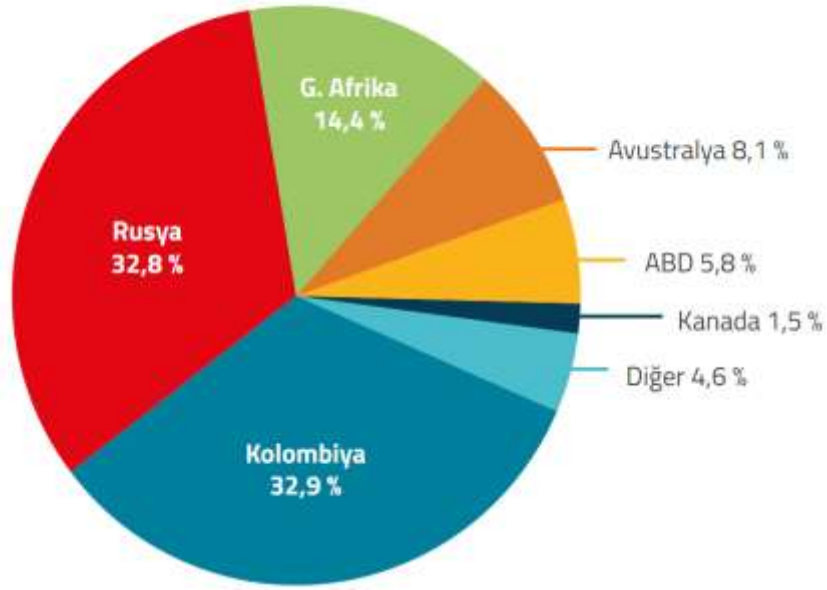
Şekil 3.4 Kömür arzının sektörlere göre tüketim dağılımı (TKİ 2014).

Ülkemizin 2014 sonu itibariyle kömüre dayalı santral kurulu gücü bir önceki yıla göre 2.208 MW artarak 14.771 MW düzeyine yükselmiş olup toplam kurulu gücün %21,2'sine karşılık gelmektedir (TEİAŞ 2015a). Toplam kurulu güç içerisinde yerli kömüre dayalı kurulu güç 8.708 MW (%12,5) ve ithal kömüre dayalı kurulu güç ise 6.063 MW (%8,7) şeklindedir (Şekil 38). 2014 yılında kömüre dayalı santrallerden bir önceki yıla göre %15,6 oranında artışla 73,7 TWh brüt elektrik üretilmiş olup toplam brüt elektrik üretimi içerisindeki payı %29,4 düzeyindedir (TEİAŞ 2015b). Bu miktarın 39,2 TWh kısmı yerli kömüre aittir. Yerli kömürün toplam brüt elektrik üretimi içindeki payı 2014 yılında %15,7 olmuştur. Şekil 3.5'de ülkemizde 2014 yılı sonu elektrik kurulu gücünde kaynakların payı yer almaktadır.



Şekil 3.5 Türkiye 2014 sonu elektrik kurulu gücünde kaynakların payı ve elektrik üretimi (TKİ 2014).

Türkiye, koklaşabilir kömür ihtiyacının hemen hemen tamamını, santral yakıt ihtiyacının da bir kısmını ithal etmektedir. Kömür ithalat miktarlarının artmasıyla ithalat maliyetimiz artmıştır. 2012 yılı kömür ithalat faturamız yaklaşık 4,6 milyar USD olarak gerçekleşmiş, ancak daha sonra uluslararası piyasalarda kömür fiyatlarının gerilemesiyle 2013 yılı 3,5 milyar USD ve 2014 yılı 3,2 milyar USD 2015 yılında yaklaşık 3 milyar USD'lik ithalat yapılmıştır. Geçici verilere göre 2015 yılı kömür ithalatı ise yaklaşık 34 milyon ton düzeyindedir (TÜİK 2016). Kömür ithalatımızın yaklaşık %80'i Kolombiya, Rusya, G. Afrika'dan yapılmıştır (Şekil 3.6).

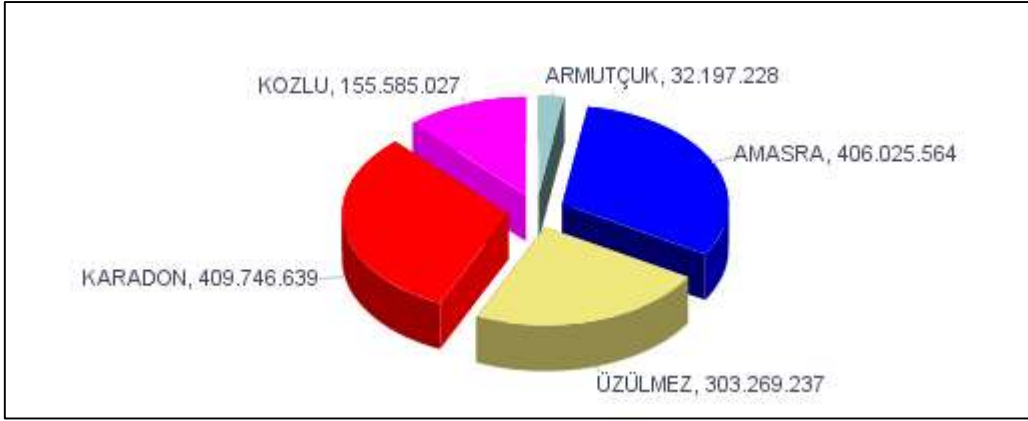


Şekil 3.6 Kömürün ithal edildiği ülkeler (TÜİK 2016)

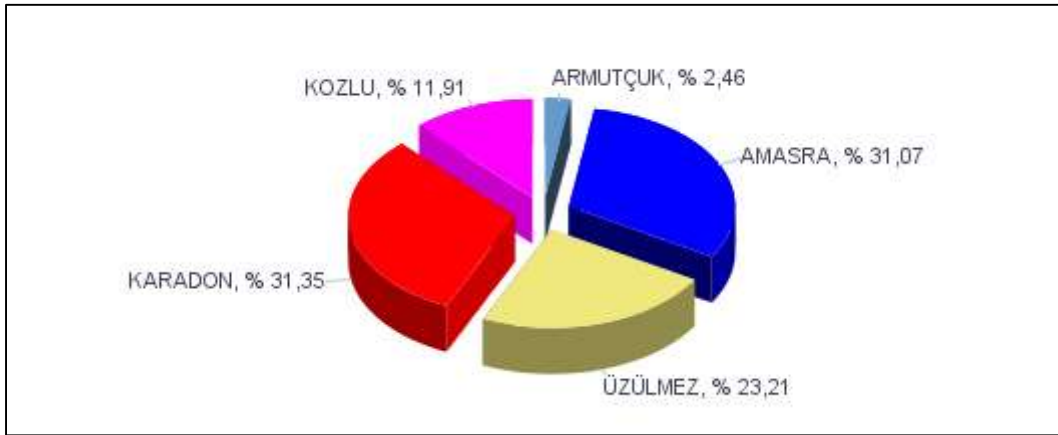
3.6 ZONGULDAK HAVZASI

Ülkemizde taşkömürü üretiminin Zonguldak Havzasında 1848 yılında başladığı kabul edilmektedir. Yapılan rezerv çalışmalarına göre -1200 derinliğine kadar rezerv 1,3 milyar tondur. Bunun %38'i görünür rezerv olarak kabul edilmektedir (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Havzada Üzülmöz, Kozlu, Karadon, Armutçuk ve Amasra olmak üzere 5 bölgede kömür üretimi yapılmaktadır. Üzülmöz, Kozlu, Karadon'daki bulunan rezervlerin koklaşma özelliği bulunmaktadır. Armutçuk bölgesindeki rezervlerin yarı koklaşma özelliği vardır. Amasra bölgesindeki rezervlerin ise koklaşma özelliği bulunmamaktadır. Havzada kömür Türkiye Taşkömürü Kurumu tarafından çıkarılmaktadır. Son 20 yıldır Türkiye Taşkömürü Kurumu ile birlikte rödövans sahalarında özel sektörde kömür çıkarmaktadır.

Derin yeraltı kömür madenciliği yapılan Zonguldak Taşkömürü Havzasının karmaşık jeolojik yapısı tam mekanizasyona gidilmesini sınırlamakta, taşkömürü üretimi ağırlıklı olarak insan gücüne dayalı emek-yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Ancak son yıllarda havza şartlarına uygun mekanize kazı teçhizatı ile pilot çapta uygulama yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu tür teçhizatların havza çapında yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Havzadaki kömür rezervi dağılımı miktarları ve yüzdeleri Şekil 3.7 ve Şekil 3.8' de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Havzadaki kömür rezervi dağılımı miktarları (TTK 2016)



Şekil 3.8 Havzadaki kömür rezervi dağılım yüzdeleri (TTK 2016)

Havza kömürlerinin kalorifik değeri 6.200 - 7.250 kcal/kg (AID) arasında değişmektedir. Çeşitli üretim bölgelerinde faaliyet gösteren Lavvarlar bazında üretilen satılabilir kömürlerinin özellikleri Çizelge 3.10 verilmiştir.

Çizelge 3.10 Lavvarlar bazında üretilen satılabilir kömürlerinin özellikleri (TTK 2016)

NİTELİKLER		ARMUTÇUK	KOZLU- ÜZÜLMEZ	ÇATALAĞZI	AMASRA
		ARMUTÇUK LAVVARI	KOZLU- ÜZÜLMEZ LAVVARLARI	ÇATALAĞZI LAVVARI	AMASRA LAVVARI
Rutubet	(ar) %	2-14	2-14	2-14	3-14
Kül	(ar) %	9	11--3	12-13	14-15
Uçucu Madde	(ar) %	29-34	25-27	25-27	32-35
Sabit Karbon	(ar) %	47-54	52-57	51-56	41-47
Üst Isı Değeri	(ar) Kcal/kg	6250-7250	6500-7150	6400-7150	5650-6050
Alt Isı Değeri	(ar) Kcal/kg	6050-7050	6400-6950	6200-6950	5450-6050
Uçucu Madde	(daf) %	38	32	32	43±2
Sabit Karbon	(daf) %	61±1	60-67	67±1	56±2
Üst Isı Değeri	(daf)Kcal/kg	8150	8400	6200-6950	7600
Karbon C	(ad) %	75±2	73-76	75±2	70±3
Hidrojen H	(ad) %	4+1	4+1	4+1	4+1
Kükürt S	(ad) %	0,9	0,8	0,8	1,5
Azot N	(ad) %	1,1±0,3	1±0,2	1±0,2	1,2±0,4
Kül Ergime Noktası	Min ⁰ C	1270	1350	1350	1270
ISO Koklaşma Değeri		Orta-Zayıf	Orta-iyi	Çok-İyi	Pek Zayıf
ISO Kod No		622	533-534	534	711
ISO Sınıf		VIA	VC-VD	VC	VII
ASTM Rank Grubu		hvAb	HvAb	hvAb	hvBb
ASTM Rank Skalası		62-148	68-154	69-155	58-139
ASTM Rank Sınıfı		II-Bitümlü	II-Bitümlü	II-Bitümlü	II-Bitümlü

Çizelge 3.11 Yıllık taşkömürü üretimi (TTK 2016)

Yıllar	TTK Üretimi (Ton)	Özel Sektör Üretimi (Ton)	Havza Toplamı (Ton)
2000	2.259.227	114.046	2.373.273
2001	2.356.865	230.540	2.587.405
2002	2.244.372	487.799	2.732.171
2003	2.011.178	53.044	2.064.222
2004	1.879.411	149.625	2.029.036
2005	1.665.324	837.719	2.503.043
2006	1.522.421	869.586	2.392.007
2007	1.675.373	839.298	2.514.671
2008	1.586.532	1.031.712	2.618.244
2009	1.879.630	1.003.760	2.883.390
2010	1.708.844	883.074	2.591.918
2011	1.592.515	1.026.732	2.619.247
2012	1.457.104	835.157	2.292.261
2013	1.369.921	590.343	1.960.264
2014	1.300.154	519.924	1.820.078
2015	948.573	486.314	1.434.887

BÖLÜM 4

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu tez kapsamındaki çalışmalar Üzülmaz Müessesesinden dört farklı damardan alınan numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Üzülmaz Müessesesi Türkiye Taşkömürü Kurumuna bağlı beş müesseseden biridir. Müessesede toplamda 4 damarda çalışmaktadır. Bu damarlar Piç, Piriç, Nasifoğlu ve Sulu olup farklı kotlarda üretim faaliyetleri sürdürülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Üzülmaz Müessesesinde üretim yapılan damarlar

AYAKLAR	KOT		Yatımı (°)	Boy (m)	Günlük Çalışma Boyu (m)	ORTALAMA			Hava (m)	Günlük Üretim (ton)	Aylık Üretim (ton)
	Baş Kotu	Dip Kotu				Damar Kalınlığı (m)	Ara Kesme (m)	Gerçek Kömür Kal. (m)			
33505 Sulu	-242	-246	6	112	72	3,20	0,10	3,10	1,20	490	10779
33407 Nasifoğlu	-162	-197	14	125	74	3,00	0,90	2,10	1,20	488	10733
33405 Piriç	-200	-220	14	75	86	2,10	0,20	1,90	1,25	405	8912
33405 Piriç (Yarı Mekanize)	-183	-200	14	75	64	2,10	0,20	1,90	0,80	183	4026

4.1 NUMUNE ALMA

Damarlardan numune alma işlemi tavandan tabana kadar belirli aralıklarla alınarak yapılmıştır. Numune alma işleminde kazma veya martopikör kullanılmıştır. Numuneler 10cmx20cmxDamar boyu şeklinde alınmıştır. Tavandan tabana doğru derinlik 10 cm genişlik 20 cm olacak şekilde stamp numuneler alınmıştır. Alınan numuneler laboratuvar ortamına taşınmıştır. Ayak içerisinde alınan ağırlığı 500 kg'a varan her bir damar örneği, taban yolunda uygun bir kesimde 100-150kg'a azaltılarak ocak dışına çıkartılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Numune alınan ayaklar ve numune miktarları

Ayaklar	Alınan Numune miktarı(kg)
Piç	116,5
Piriç	128,1
Nasifoğlu	138,3
Sulu	158,4

4.2 ELEK ANALİZİ

Alınan numuneler numune azaltma işleminden sonra elek analizi yapılmıştır. 5 elek kullanılmıştır. Boyutlar sırasıyla 50-100, 18-50, 10-18, 6-10, 0-6 mm'dir. Numunelerin boyut dağılımları Çizelge 4.3 de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Örneklerin Boyut dağılımı

Boyut (mm)	Dağılım (% ağırlıkça)			
	Piç	Piriç	Nasifoğlu	Sulu
- 100+50	3	10	19	15
- 50+18	19	20	19	18
-18+10	18	17	15	16
-10+6	12	9	10	11
- 6	48	44	36	40
Toplam	100	100	100	100

4.3 RUTUBET ANALİZİ

Alınan numuneler 105 derece sıcaklıktaki etüve konarak sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra etüvden çıkartılarak tartımı yapılmış, rutubet değerleri hesaplanmıştır. Örneklerin yüzde rutubet içerikleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Örneklerin rutubet içerikleri

Boyut (mm)	Piç	Piriç	Nasifoğlu	Sulu
- 100+50	0,91	0,88	1,04	1,03
- 50+18	1,18	0,96	1,20	1,14
-18+10	1,20	1,01	1,26	1,23
-10+6	1,33	1,09	1,39	1,38
- 6	1,75	1,15	1,80	1,75

4.4 KÜL ANALİZİ

Kurutulan kömür numunesi öğütücünden geçerek 200 mesh haline getirilir. Kömür numunesinden yaklaşık 1 g kadar alınarak krozelere konulmuştur. Krozelerin çatlamaması ya da kırılmaması için sıcak kademeli olarak artırılmıştır. 815 dereceye gelen fırında 2 saat yandıktan sonra fırından çıkarılan kroze desikatöre koyulmuştur. Soğuma gerçekleşikten sonra hassas terazide tartım işlemi yapılmış, kül miktarları hesaplanmıştır.

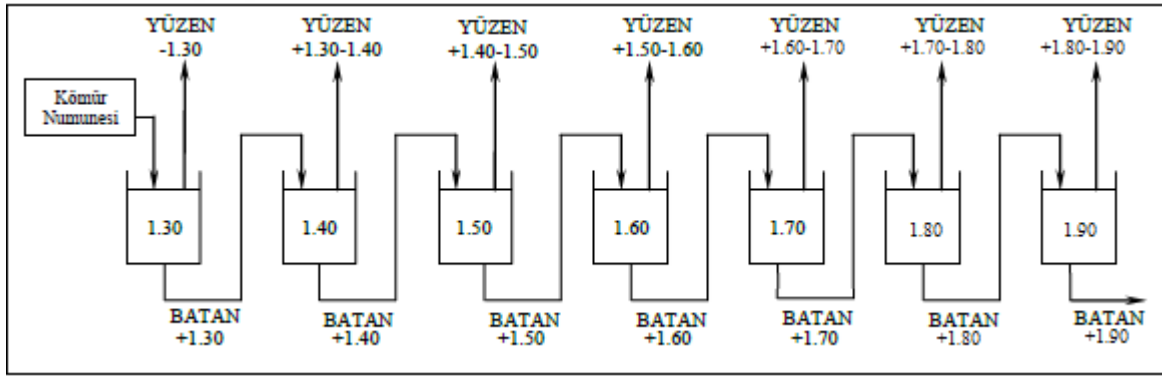
4.5 YÜZDÜRME-BATIRMA TESTLERİ

Yüzdürme analizinin yapılmasındaki maksat yeni kurulacak lavvarın çalışma şartlarını oluşturmak yahut, tesis performansının ortaya konması için yapılır. Yüzdürme deneyleri ayırma yoğunluğuna yakın malzeme miktarları saptanarak ayırma işleminin güçlük düzeyi belirlenir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Ayırmanın güçlük veya kolaylık derecesi

Ayırma Yoğunluğuna ± 0.1 Yoğunluktaki malzeme miktarı (%)	Ayırmanın güçlük veya kolaylık derecesi
0-7	Çokkolay
7-10	Kolay
10-15	Ortagüçlükte
15-20	Güç
20	Çokgüç

Kömür yüzdürme-batırma deneylerinde çinko klorür kullanılmaktadır. Çinko klorürün tuz halindeki yoğunluğu $2,91 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Çinko klorürün kullanılmasının sebebi suda iyi çözünmesi ve $2,07 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğa kadar çözelti elde edilebilmesidir. Kömür numunesi önce en düşük yoğunluklu sıvı içerisine konulur. Kömür numunesinde bulunan ve yoğunluğu bu sıvının yoğunluğundan az olan taneler yüzer, daha fazla olanlar ise batar. Yüzenler bir kenara alınır, batanlar ise süzöldükten sonra bir üst yoğunlukta banyoya beslenir. Burada, yoğunluğu ilk sıvınınkinden fazla fakat ikinci sıvınınkinden az olan taneler yüzer, yoğunluğu ikinci sıvınınkinden fazla olan taneler ise batar. İkinci sıvıda yüzenler bir kenara alınıp, batanlar ise bir üst yoğunluğa beslenir. Böylece sırayla bütün yoğunluklarda aynı işlemler tekrarlanır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Yüzdürme-batırma analizinin şema ile gösterimi

Yüzdürme –batırma deneyleri her bir damara ait farklı boyut grupları için yapılmıştır. Yüzen ve batan nihai ürünler yaklaşık 50 derece sıcaklıktaki suyla son olarak yıkanarak yüzeylerde çinko klorür kalma ihtimali ortadan kaldırmaktadır. Kurutulan bu örneklerden kül analizleri, kalori analizleri, organik elementel birleşim analizleri ve petrografik analizler yapılmıştır.

4.4.1 Piç Damarı Yüzebilirlik Deneyleri

50-100, 18-50, 10-18, 6-10, 0,5-6 mm boyutları ayrı ayrı 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80, 1.90, g/cm^3 yoğunluklarında yüzdürülmüştür. Her bir boyut grubunun yüzdürme-batırma test sonuçları Çizelge 4.6, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8 verilmiştir ve yüzebilirlik eğrileri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. 50-100 mm boyut grubu toplamın % 15,99'u oluşturmakla, en düşük yoğunluk olan 1,40'ta yüzen kısım %5,88 olup, kül değeri %12,86'dır. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan $1,60 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğa kadar olan kısım

%23,27'nı oluşturmakta olup, kül değeri %14,27'dir. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90 g/cm³arası %7,76 olup, kül değeri %42.49'dur. 1,90 g/cm³ yoğunluktaki batan kısım, atık ürün olarak nitelendirilir. Atık %68,87'lik kısmı oluşturmakta, kül değeri ise % 83,93'tür. 1,60 g/cm³yoğunlukta $\pm 0,1$ malzeme miktarı %10,61 olup, bu fraksiyon kolay yıkanabilir olarak tanımlanabilir.

Çizelge 4.6 Piç Damarı yüzdürme ürün miktarları

YOĞUNLUK g/cm ³	MİKTAR %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
-1,30	-	-	1,3	2,9	1,7
1,30-1,40	5,9	10,4	13,7	12,6	15,9
1,40-1,50	8,0	4,4	6,3	5,7	7,2
1,50-1,60	5,4	3,2	3,0	5,2	6,9
1,60-1,70	-	1,9	4,3	4,0	3,6
1,70-1,80	-	1,8	4,6	3,2	3,5
1,80-1,90	-	2,8	2,7	3,0	2,6
1,90	80,7	75,5	64,0	63,5	58,6
TOPLAM	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Çizelge 4.7 Piç Damarı yüzdürme ürün külleri

YOĞUNLUK g/cm ³	KÜL %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
-1,30	-	-	3,79	3,8	5,1
1,30-1,40	12,86	13,87	8,76	8,31	6,4
1,40-1,50	18,59	11,1	17,5	19,16	16,18
1,50-1,60	28,11	19,9	28,33	26,42	26
1,60-1,70	-	36,55	35,27	37,19	34,7
1,70-1,80	-	46,71	40,11	45,91	42,33
1,80-1,90	-	48,19	52,69	49,33	49,96
1,90-	87,62	84,72	85,18	80,61	78,98

Çizelge 4.8 Piç Damarı yüzdürme verileri

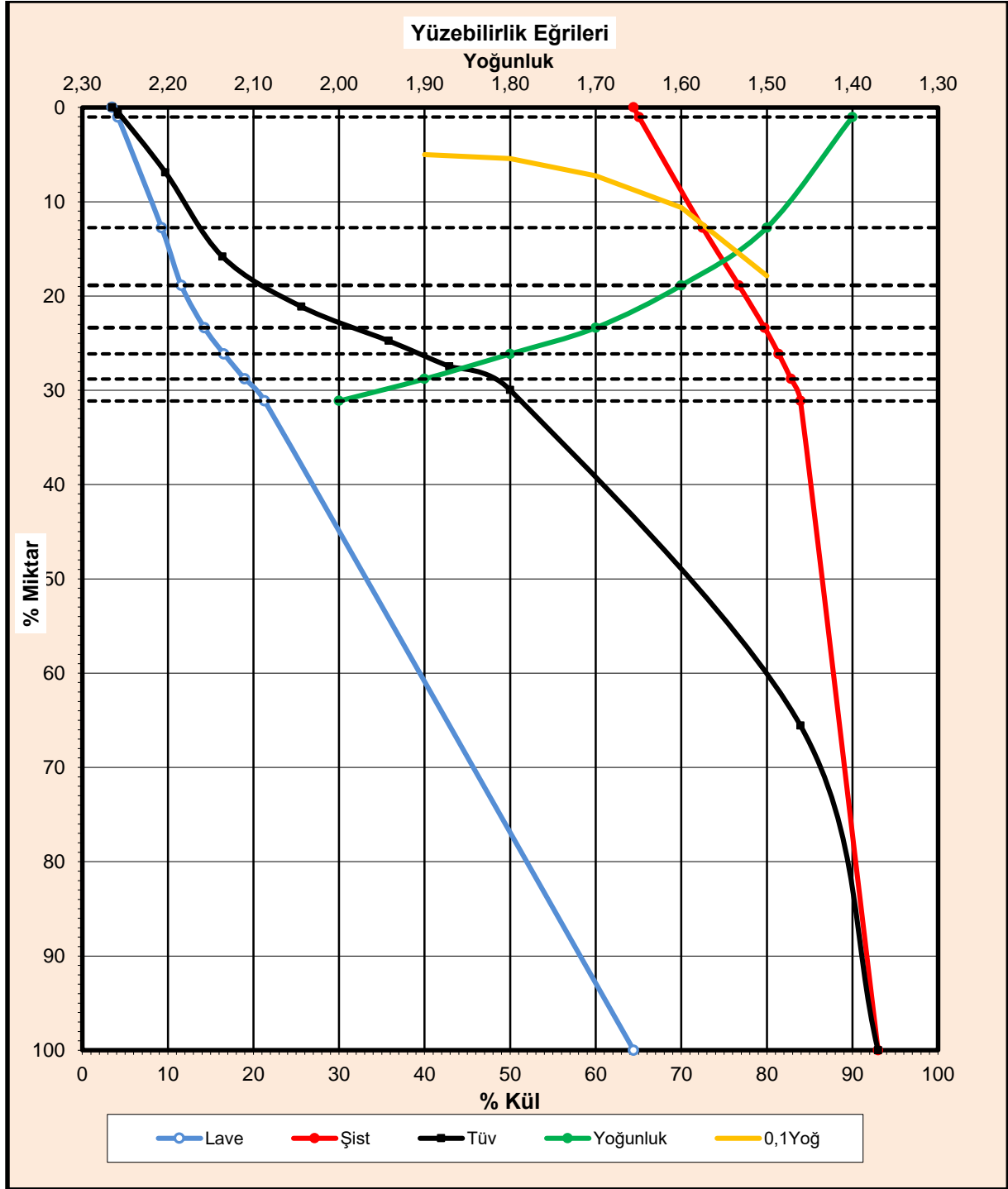
BOYUT	Yoğunluk	Miktar g	% Miktar P	%Kül C	Σ P↓	Σ(PxC)↓	Σ P↑	Σ(PxC)↑
						Σ P↓		Σ P↑
50 - 100 mm	1.30	-	-	-	-	-	100,00	74,45
	1.30 - 1.40	187,20	5,88	12,86	5,88	12,86	100,00	74,45
	1.40 - 1.50	255,20	8,02	18,59	13,90	16,17	94,12	78,30
	1.50 - 1.60	173,20	5,44	28,11	19,34	19,53	86,10	83,86
	1.60 - 1.70	-	-	-	19,34	19,53	80,66	87,62
	1.70 - 1.80	-	-	-	19,34	19,53	80,66	87,62
	1.80 - 1.90	-	-	-	19,34	19,53	80,66	87,62
	1.90	2566,80	80,66	87,62	100,00	74,45	80,66	87,62
%Kül : 74,45								
%Miktar: 15,99								
		3182,40	100					

18 - 50 mm	1.30	-	-	-	-	-	100,00	69,41
	1.30 - 1.40	581,90	10,39	13,87	10,39	13,87	100,00	69,41
	1.40 - 1.50	247,00	4,41	11,10	14,80	13,04	89,61	75,85
	1.50 - 1.60	181,70	3,24	19,90	18,04	14,28	85,20	79,20
	1.60 - 1.70	107,30	1,92	36,55	19,96	16,42	81,96	81,54
	1.70 - 1.80	99,70	1,78	46,71	21,74	18,90	80,04	82,62
	1.80 - 1.90	154,10	2,75	48,19	24,49	22,19	78,26	83,44
	1.90	4228,60	75,51	84,72	100,00	69,41	75,51	84,72
%Kül : 69,41								
%Miktar : 28,15								
		5600,30	100,00					

10 - 18 mm	1.30	60,80	1,31	3,79	1,31	3,79	100,00	62,56
	1.30 - 1.40	632,60	13,65	8,76	14,96	8,32	98,69	63,34
	1.40 - 1.50	294,10	6,35	17,50	21,31	11,06	85,04	72,10
	1.50 - 1.60	141,00	3,04	28,33	24,35	13,22	78,69	76,50
	1.60 - 1.70	198,40	4,28	35,27	28,63	16,51	75,65	78,44
	1.70 - 1.80	213,70	4,61	40,11	33,24	19,78	71,37	81,03
	1.80 - 1.90	126,60	2,73	52,69	35,97	22,28	66,76	83,85
	1.90	2967,30	64,03	85,18	100,00	62,56	64,03	85,18
%Kül : 62,56								
%Miktar: 23,29								
		4634,50	100,00					

Çizelge 4.8 (devam ediyor)

6 - 10 mm	1.30	84,00	2,86	3,80	2,86	3,80	100,00	59,25
	1.30 - 1.40	368,90	12,56	8,31	15,42	7,47	97,14	60,88
	1.40 - 1.50	166,50	5,67	19,16	21,09	10,62	84,58	68,69
	1.50 - 1.60	151,60	5,16	26,42	26,25	13,72	78,91	72,25
	1.60 - 1.70	118,30	4,03	37,19	30,28	16,85	73,75	75,45
	1.70 - 1.80	93,10	3,17	45,91	33,45	19,60	69,72	77,66
	1.80 - 1.90	89,50	3,05	49,33	36,50	22,08	66,55	79,18
	1.90	1864,90	63,50	80,61	100,00	59,25	63,50	80,61
			2936,80	100,00				
0 - 6 mm	1.30	59,30	1,67	5,10	1,67	5,10	100,00	54,36
	1.30 - 1.40	564,00	15,92	6,40	17,59	6,28	98,33	55,19
	1.40 - 1.50	255,70	7,22	16,18	24,81	9,16	82,41	64,62
	1.50 - 1.60	245,80	6,94	26,00	31,75	12,84	75,19	69,27
	1.60 - 1.70	127,10	3,59	34,70	35,34	15,06	68,25	73,67
	1.70 - 1.80	123,00	3,47	42,33	38,81	17,50	64,66	75,83
	1.80 - 1.90	93,20	2,63	49,96	41,44	19,56	61,19	77,73
	1.90	2074,30	58,56	78,98	100,00	54,36	58,56	78,98
			3542,40	100,00				
0,5 - 100 mm BİLEŞİM HESABI								
BİLEŞİM %Kül	1.30	204,10	1,03	4,17	1,03	4,17	100,00	64,44
0,5 -100 mm Göre	1.30 - 1.40	2334,60	11,73	9,72	12,76	9,27	98,97	65,07
64,44	1.40 - 1.50	1218,50	6,12	16,38	18,88	11,58	87,24	72,51
	1.50 - 1.60	893,30	4,49	25,61	23,37	14,27	81,12	76,74
	1.60 - 1.70	551,10	2,77	35,80	26,14	16,55	76,63	79,74
	1.70 - 1.80	529,50	2,66	42,89	28,80	18,99	73,86	81,39
	1.80 - 1.90	463,40	2,33	50,00	31,13	21,31	71,20	82,82
0,5 -100 mm Göre	1.90	13701,90	68,87	83,93	100,00	64,44	68,87	83,93
66,62		19896,40	100,00					



Şekil 4.2 Piç Damarına ait yüzebilirlik eğrileri

4.4.2 Piriç Damarı Yüzebilirlik Deneyleri

50-100, 18-50, 10-18, 6-10, 0,5-6 mm boyutları ayrı ayrı 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80, 1.90, g/cm³ yoğunluklarında yüzdürülmüştür. Her bir boyut grubun yüzdürme-batırma test sonuçları Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11 verilmiştir ve yüzebilirlik eğrileri Şekil

4.3'de gösterilmiştir. Piriç damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 31,38'u oluşturmakla, en düşük yoğunluk olan 1,30'ta kendi içerisinde yüzen kısım %18,82 olup, kül değeri %9,48'dir. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 0-1,60 yoğunluğa kadar olan kısım %57,17'sini oluşturmakta olup, kül değeri %12,29'dur. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90g/cm³ arası %11,9 olup, kül değeri %43,88'dir. 1,90 g/cm³ yoğunluktaki batan kısım, atık ürün olarak nitelendirilir. Atık %30,93'lük kısmı oluşturmakta olup kül değeri %84,02'dir. 1,60g/cm³ yoğunlukta ±0,1 malzeme miktarı %16,38'dir. Bu fraksiyon orta güçlükte yüzebilir olarak tanımlanabilir.

Çizelge 4.9 Piriç damarı yüzen kömür miktarları

YOĞUNLUK g/cm ³	MİKTAR %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
-1,30	18,8	-	5,3	9,7	13,0
1,30-1,40	11,7	44,4	40,7	39,7	30,9
1,40-1,50	-	16,4	21,0	19,3	20,0
1,50-1,60	-	3,6	5,8	6,2	7,1
1,60-1,70	-	3,3	3,0	3,7	5,0
1,70-1,80	23,4	1,6	1,6	2,6	3,4
1,80-1,90	-	0,8	-	-	1,9
1,90	46,1	29,8	22,6	18,8	18,8
TOPLAM	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Çizelge 4.10 Piriç damarı yüzen kömür külleri

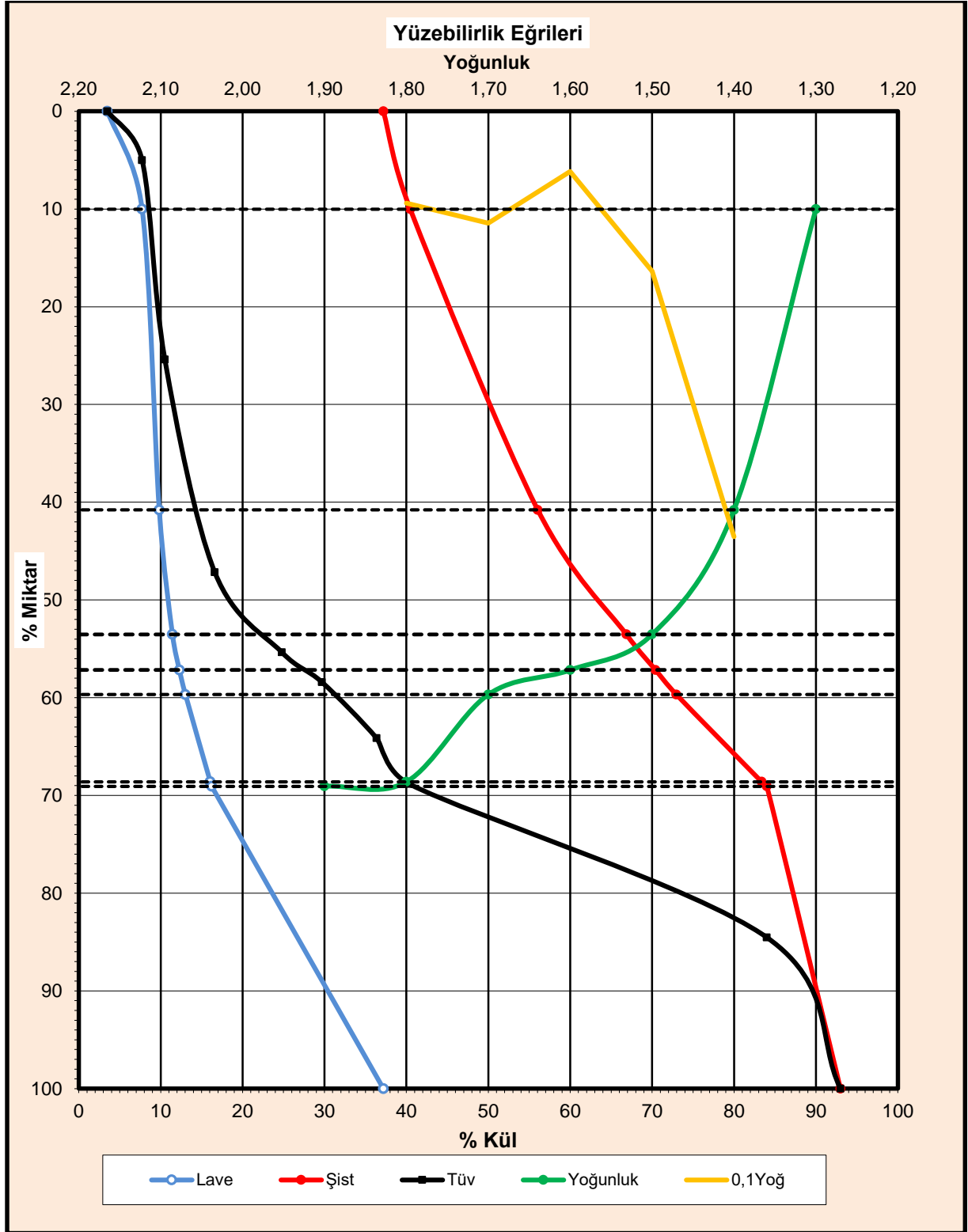
YOĞUNLUK g/cm ³	KÜL %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
1,30	9,48	-	5,41	5,42	4,79
1,30-1,40	13,37	10,36	10,34	10,45	8,75
1,40-1,50	-	15,04	17,57	17,85	16,56
1,50-1,60	-	23,72	26,51	27,03	22,23
1,60-1,70	-	29,39	31,94	30,99	27,69
1,70-1,80	36,02	35,36	40,26	39,62	38,19
1,80-1,90	-	36,58	0,00	0,00	43,19
1,90	90,16	82,78	85,48	75,53	62,75

Çizelge 4.11 Piriç damarı yüzdürme tablosu

BOYUT	Yoğunluk	Miktar g	% Miktar P	%Kül C	$\Sigma P\downarrow$	$\frac{\Sigma(PxC)\downarrow}{\Sigma P\downarrow}$	$\Sigma P\uparrow$	
50 - 100 mm	1.30	1167,20	18,82	9,48	18,82	9,48	100,00	
	1.30 - 1.40	726,30	11,71	13,37	30,53	10,97	81,18	
	1.40 - 1.50	-	-	-	30,53	10,97	69,47	
	1.50 - 1.60	-	-	-	30,53	10,97	69,47	
	1.60 - 1.70	-	-	-	30,53	10,97	69,47	
	%Kül : 53,32	1.70 - 1.80	1451,00	23,40	36,02	53,93	21,84	69,47
	%Miktar : 31,78	1.80 - 1.90	-	-	-	53,93	21,84	46,07
		1.90	2856,50	46,07	90,16	100,00	53,32	46,07
			6201,00	100,00				
18 - 50 mm	1.30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	
	1.30 - 1.40	2155,60	44,42	10,36	44,42	10,36	100,00	
	%Kül : 34,44	1.40 - 1.50	798,00	16,44	15,04	60,86	11,62	55,58
		1.50 - 1.60	174,10	3,59	23,72	64,45	12,30	39,14
		1.60 - 1.70	162,20	3,34	29,39	67,79	13,14	35,55
		1.70 - 1.80	78,50	1,62	35,36	69,41	13,66	32,21
		1.80 - 1.90	38,50	0,79	36,58	70,20	13,92	30,59
	%Miktar: 24,87	1.90	1446,30	29,80	82,78	100,00	34,44	29,80
			4853,20	100,00				
10 - 18 mm	1.30	147,00	5,33	5,41	5,33	5,41	100,00	
	1.30 - 1.40	1122,10	40,67	10,34	46,00	9,77	94,67	
	%Kül : 30,63	1.40 - 1.50	579,50	21,01	17,57	67,01	12,21	54,00
		1.50 - 1.60	160,50	5,82	26,51	72,83	13,36	32,99
		1.60 - 1.70	83,60	3,03	31,94	75,86	14,10	27,17
		1.70 - 1.80	43,10	1,56	40,26	77,42	14,63	24,14
		1.80 - 1.90	-	-	-	77,42	14,63	22,58
	%Miktar: 14,14	1.90	623,00	22,58	85,48	100,00	30,63	22,58
			2758,80	100,00				
6 - 10 mm	1.30	281,10	9,68	5,42	9,68	5,42	100,00	
	1.30 - 1.40	1152,30	39,70	10,45	49,38	9,46	90,32	
	1.40 - 1.50	559,80	19,29	17,85	68,67	11,82	50,62	
	1.50 - 1.60	181,30	6,25	27,03	74,92	13,09	31,33	
	1.60 - 1.70	107,90	3,72	30,99	78,64	13,94	25,08	
	1.70 - 1.80	75,60	2,60	39,62	81,24	14,76	21,36	
	%Kül : 26,16	1.80 - 1.90	-	-	-	81,24	14,76	18,76
	%Miktar: 14,87	1.90	544,50	18,76	75,53	100,00	26,16	18,76
			2902,50	100,00				

Çizelge 4.11 (devam ediyor)

0 - 6 mm %Kül : 24,18 %Miktar: 14,34	1.30	357,20	12,76	4,79	12,76	4,79	100,00
	1.30 - 1.40	849,60	30,36	8,75	43,12	7,58	87,24
	1.40 - 1.50	548,70	19,61	16,56	62,73	10,39	56,88
	1.50 - 1.60	195,00	6,97	22,23	69,70	11,57	37,27
	1.60 - 1.70	136,80	4,89	27,69	74,59	12,63	30,30
	1.70 - 1.80	93,50	3,34	38,19	77,93	13,72	25,41
	1.80 - 1.90	51,80	1,85	43,19	79,78	14,41	22,07
	1.90	566,00	20,22	62,75	100,00	24,18	20,22
		2798,60	100,00				
BİLEŞİM %Kül 0,5 -100 mm Göre 37,19	1.30	1952,50	10,01	7,73	10,01	7,73	100,00
	1.30 - 1.40	6005,90	30,78	10,51	40,79	9,83	89,99
	1.40 - 1.50	2486,00	12,74	16,60	53,53	11,44	59,21
	1.50 - 1.60	710,90	3,64	24,79	57,17	12,29	46,47
	1.60 - 1.70	490,50	2,51	29,70	59,68	13,02	42,83
	1.70 - 1.80	1741,70	8,93	36,37	68,61	16,06	40,32
	1.80 - 1.90	90,30	0,46	40,37	69,07	16,22	31,39
0,5 -100 mm Göre 39,37	1.90	6036,30	30,93	84,02	100,00	37,19	30,93
		19514,10	100,00				



Şekil 4.3 Piriç Damarına ait yüzebilirlik eğrileri

4.4.3 Nasifoğlu Damarı Yüzebilirlik Deneyleri

50-100, 18-50, 10-18, 6-10, 0,5-6 mm, boyutları ayrı ayrı 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80, 1.90 g/cm³ yoğunluklarında yüzdürülmüştür. Her bir boyut grubun yüzdürme-batırma test sonuçları Çizelge 4.12, Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14 verilmiştir ve yüzebilirlik eğrileri Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Nasifoğlu damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 55,46'sını oluşturmakla, en düşük yoğunluk olan 1,30g/cm³'te kendi içerisinde yüzen kısım %45,64 olup, kül değeri %4,63'tür. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 1,60 g/cm³yoğunluğa kadar olan kısım %59,86'sını oluşturmakta olup, kül değeri 7.21'dir. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90 arası %2,02 olup, kül değeri %41,64'tür. 1,90 g/cm³yoğunluktaki batan kısım, atık ürün olarak nitelendirilir. Atık 38,12'lik kısmı oluşturmakta olup kül değeri %86,39'tur. 1,60 g/cm³yoğunlukta ±0,1 malzeme miktarı %10,32'dir. Bu fraksiyon kolay yüzebilir olarak tanımlanabilir.

Çizelge 4.12 Nasifoğlu damarı yüzen kömür miktarları

YOĞUNLUK g/cm ³	MİKTAR %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
-1,30	45,6	41,7	30,6	27,1	9,4
1,30-1,40	6,1	8,6	15,2	21,7	30,3
1,40-1,50	10,1	5,7	9,1	10,1	8,7
1,50-1,60	-	3,4	1,6	2,4	2,5
1,60-1,70	-	0,5	1,5	1,8	2,2
1,70-1,80	-	1,3	2,2	2,2	2,6
1,80-1,90	-	-	1,6	1,6	2,4
1,90	38,2	38,8	38,2	33,2	41,8
TOPLAM	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Çizelge 4.13 Nasifoğlu damarı yüzen kömür külleri

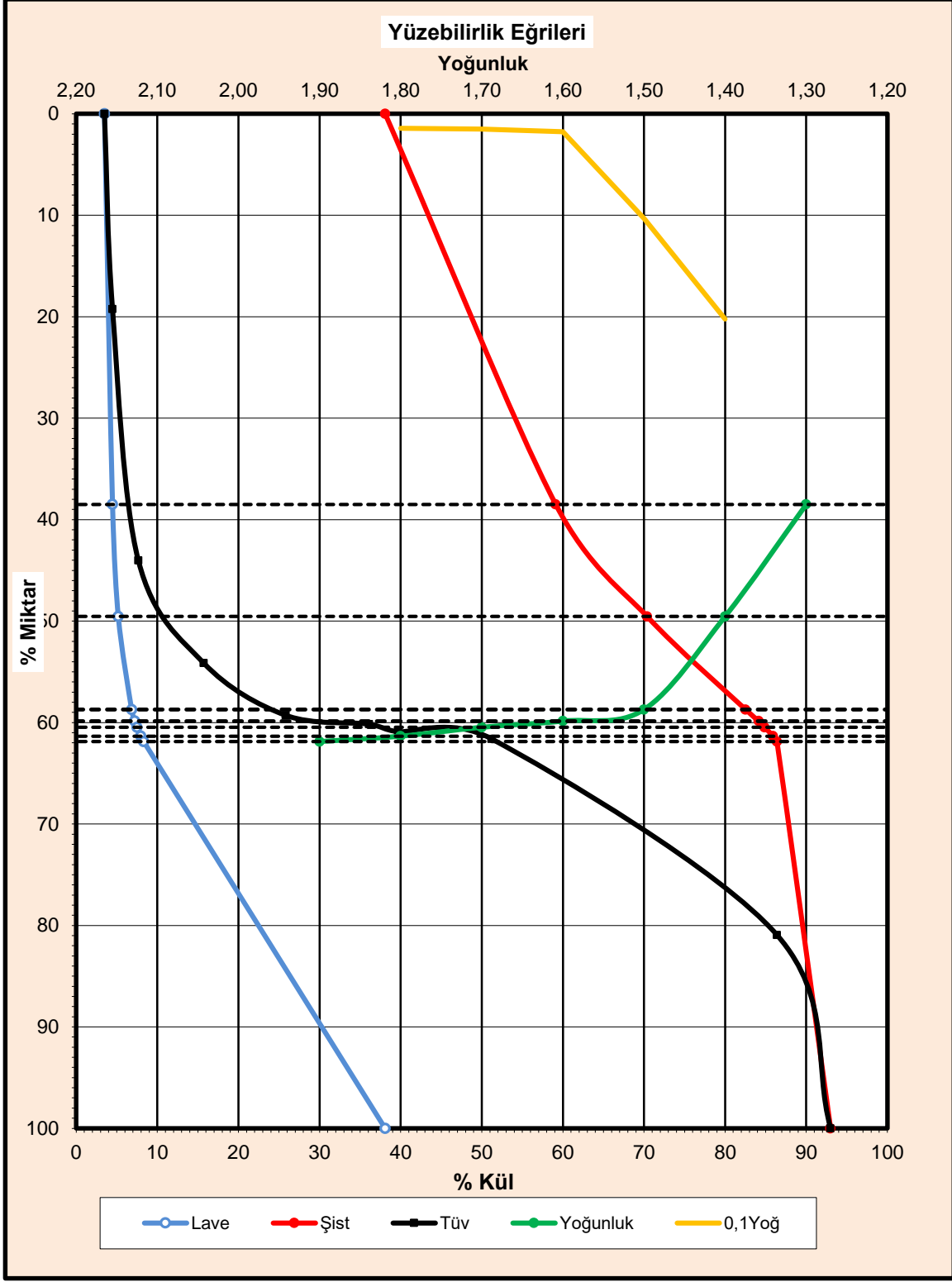
YOĞUNLUK g/cm ³	KÜL %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
-1,30	4,63	4,33	4,57	3,76	3,46
1,30-1,40	6,58	8,74	9,48	8,51	6,70
1,40-1,50	14,69	16,79	17,47	18,22	16,66
1,50-1,60	0,00	18,30	30,08	28,48	38,14
1,60-1,70	0,00	43,17	35,57	35,43	34,23
1,70-1,80	0,00	48,06	42,71	39,51	29,34
1,80-1,90	0,00	0,00	51,47	52,20	50,32
1,90	89,34	85,72	82,08	81,98	79,05

Çizelge 4.14 Nasifoğlu damarı yüzdürme tablosu

BOYUT	Yoğunluk	Miktar g	%Miktar P	%Kül C	$\Sigma P\downarrow$	$\frac{\Sigma(PxC)\downarrow}{\Sigma P\downarrow}$	$\Sigma P\uparrow$	$\frac{\Sigma(PxC)\uparrow}{\Sigma P\uparrow}$	
50 - 100 mm	1.30	6124,00	45,64	4,63	45,64	4,63	100,00	38,11	
	1.30 - 1.40	816,70	6,09	6,58	51,73	4,86	54,36	66,23	
	1.40 - 1.50	1352,40	10,08	14,69	61,81	6,46	48,27	73,75	
	1.50 - 1.60	-	-	-	61,81	6,46	38,19	89,34	
	1.60 - 1.70	-	-	-	61,81	6,46	38,19	89,34	
	%Kül								
	: 38,11	1.70 - 1.80	-	-	-	61,81	6,46	38,19	89,34
		1.80 - 1.90	-	-	-	61,81	6,46	38,19	89,34
	%Miktar: 55,46	1.90	5124,80	38,19	89,34	100,00	38,11	38,19	89,34
			13417,90	100,00					
18 - 50 mm	1.30	1541,70	41,68	4,33	41,68	4,33	100,00	38,21	
	1.30 - 1.40	318,40	8,61	8,74	50,29	5,09	58,32	62,43	
	%Kül								
	: 38,21	.40 - 1.50	210,80	5,70	16,79	55,99	6,28	49,71	71,73
		1.50 - 1.60	127,20	3,44	18,30	59,43	6,97	44,01	78,84
		1.60 - 1.70	19,10	0,52	43,17	59,95	7,29	40,57	83,98
		1.70 - 1.80	47,70	1,29	48,06	61,24	8,15	40,05	84,51
		1.80 - 1.90	-	-	-	61,24	8,15	38,76	85,72
	%Miktar: 15,29	1.90	1433,80	38,76	85,72	100,00	38,21	38,76	85,72
			3698,70	100,00					
10 - 18 mm	1.30	844,60	30,61	4,57	30,61	4,57	100,00	38,53	
	1.30 - 1.40	420,60	15,24	9,48	45,85	6,20	69,39	53,51	
	%Kül								
	: 38,53	1.40 - 1.50	251,00	9,10	17,47	54,95	8,07	54,15	65,91
		1.50 - 1.60	44,30	1,61	30,08	56,56	8,69	45,05	75,69
		1.60 - 1.70	41,40	1,50	35,57	58,06	9,39	43,44	77,38
		1.70 - 1.80	60,50	2,19	42,71	60,25	10,60	41,94	78,88
		1.80 - 1.90	43,40	1,57	51,47	61,82	11,64	39,75	80,87
	%Miktar : 11,41	1.90	1053,30	38,18	82,08	100,00	38,53	38,18	82,08
			2759,10	100,00					
6 - 10 mm	1.30	607,80	27,10	3,76	27,10	3,76	100,00	34,91	
	1.30 - 1.40	485,80	21,66	8,51	48,76	5,87	72,90	46,49	
	1.40 - 1.50	226,10	10,08	18,22	58,84	7,99	51,24	62,55	
	1.50 - 1.60	54,50	2,43	28,48	61,27	8,80	41,16	73,40	
	1.60 - 1.70	40,90	1,82	35,43	63,09	9,57	38,73	76,22	
	1.70 - 1.80	48,60	2,17	39,51	65,26	10,56	36,91	78,23	
	%Kül								
	: 34,91	1.80 - 1.90	34,80	1,55	52,20	66,81	11,53	34,74	80,65
	%Miktar: 9,27	1.90	744,30	33,19	81,98	100,00	34,91	33,19	81,98
			2242,80	100,00					

Çizelge 4.14 (devam ediyor)

0 - 6 mm %Kül : 40,51 %Miktar: 8,57	1.30	195,10	9,41	3,46	9,41	3,46	100,00	40,51
	1.30 - 1.40	629,30	30,35	6,70	39,76	5,93	90,59	44,36
	1.40 - 1.50	181,40	8,75	16,66	48,51	7,87	60,24	63,34
	1.50 - 1.60	50,90	2,45	38,14	50,96	9,32	51,49	71,27
	1.60 - 1.70	46,10	2,22	34,23	53,18	10,36	49,04	72,92
	1.70 - 1.80	54,90	2,65	29,34	55,83	11,26	46,82	74,76
	1.80 - 1.90	49,90	2,41	50,32	58,24	12,88	44,17	77,48
	1.90	865,90	41,76	79,05	100,00	40,51	41,76	79,05
		2073,50	100,00					
0,5 - 100 mm BİLEŞİM HESABI								
BİLEŞİM %Kül 0,5 -100 mm Göre 38,09	1.30	9313,20	38,50	4,49	38,50	4,49	100,00	38,09
38,09	1.30 - 1.40	2670,80	11,04	7,67	49,54	5,20	61,50	59,12
	1.40 - 1.50	2221,70	9,18	15,72	58,72	6,85	50,46	70,37
	1.50 - 1.60	276,90	1,14	25,84	59,86	7,21	41,28	82,53
	1.60 - 1.70	147,50	0,61	36,10	60,47	7,50	40,14	84,14
	1.70 - 1.80	211,70	0,88	39,71	61,35	7,96	39,53	84,88
	1.80 - 1.90	128,10	0,53	51,22	61,88	8,33	38,65	85,91
0,5 -100 mm Göre 37,86	1.90	9222,10	38,12	86,39	100,00	38,09	38,12	86,39
	24192,00	100,00						



Şekil 4.4 Nasifoğlu damarına ait yüzebilirlik eğrileri

4.4.4 Sulu Yüzdürme Analizi

50-100, 18-50, 10-18, 6-10, 0,5-6 mm boyutları ayrı ayrı 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80, 1.90, g/cm³ yoğunluklarında yüzdürülmüştür. Her bir boyut grubun yüzdürme-batırma test sonuçları Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17 verilmiştir ve yüzebilirlik eğrileri Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Sulu damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 50,30’sını oluşturmakla, en düşük yoğunluk olan 1,30g/cm³’te kendi içerisinde yüzen kısım %10,80 olup, kül değeri %4,27’dir. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 1,60g/cm³ yoğunluğa kadar olan kısım %54,71’ini oluşturmakta olup, kül değeri %7.69’dur. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90 g/cm³arası %1,56 olup, kül değeri ise %33,62’dir. 1,90 g/cm³ yoğunluktaki batan kısım, atık ürün olarak nitelendirilir. Atık 43,74’lük kısmı oluşturmakta olup kül değeri %85,71’dir. 1,60 g/cm³yoğunlukta ±0,1 malzeme miktarı %4,53’tür. Bu fraksiyon çok kolay yüzebilir olarak tanımlanabilir.

Çizelge 4.15 Sulu damarı yüzen kömür miktarları

YOĞUNLUK g/cm ³	MİKTAR %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	,5-6
1,30	10,8	29,3	28,9	25,8	19,8
1,30-1,40	32,4	35,0	25,9	27,9	33,5
1,40-1,50	-	5,8	5,9	7,8	8,8
1,50-1,60	-	-	2,5	2,9	4,5
1,60-1,70	-	1,3	1,3	1,9	2,6
1,70-1,80	-	0,0	0,6	0,9	1,7
1,80-1,90	-	0,4	0,4	0,8	1,6
1,90	56,8	28,2	34,3	32,1	27,4
TOPLAM	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Çizelge 4.16 Sulu damarı yüzen kömür külleri

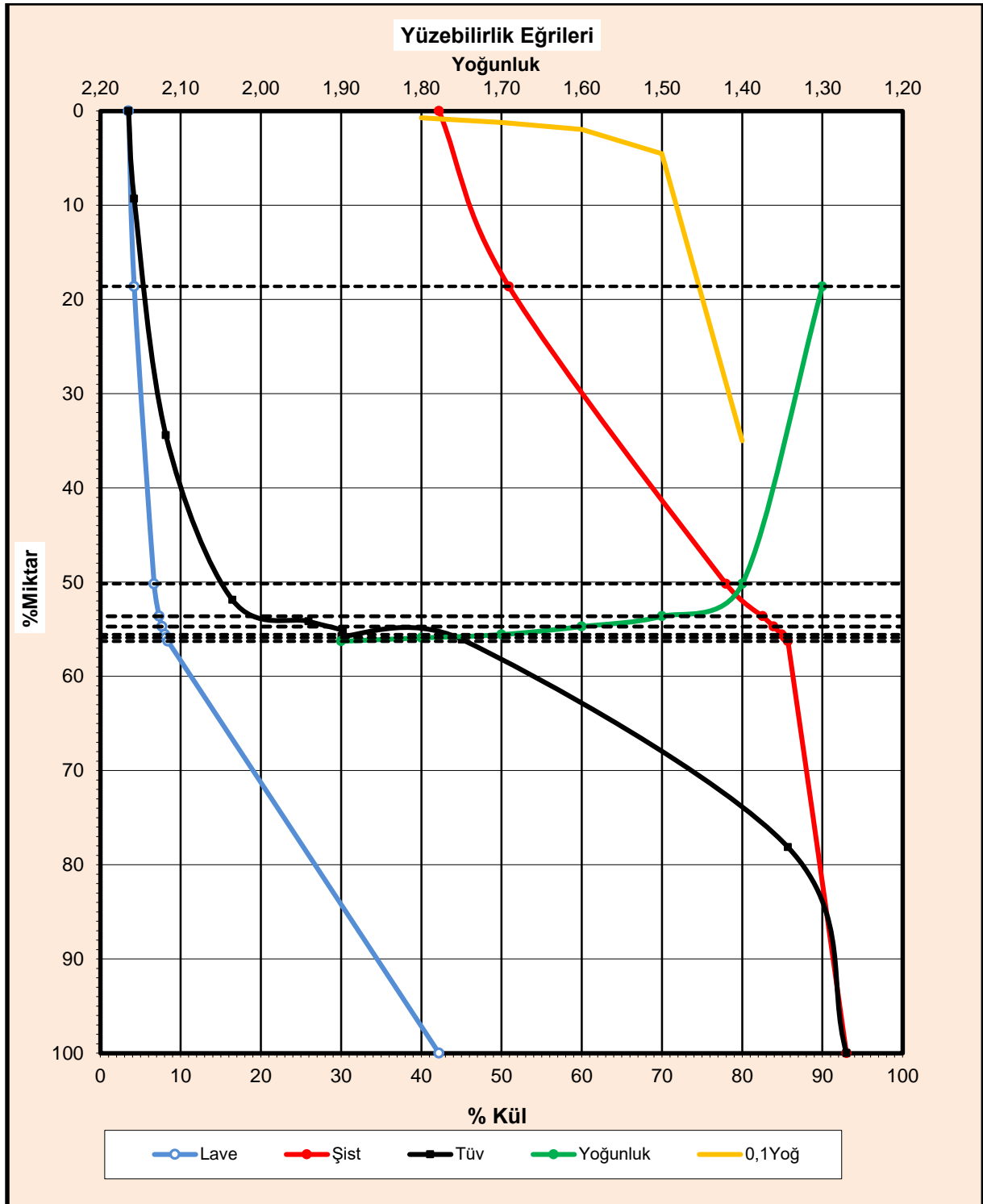
YOĞUNLUK g/cm ³	KÜL %				
	50-100	18-50	10-18	6-10	0,5-6
1,30	4,27	4,45	4,05	4,47	3,25
1,30-1,40	7,76	8,08	9,21	8,83	8,53
1,40-1,50	-	12,84	16,08	18,18	18,76
1,50-1,60	-	0,00	24,41	25,97	27,06
1,60-1,70	-	23,99	27,33	33,54	34,29
1,70-1,80	-	-	23,14	29,93	33,41
1,80-1,90	-	36,97	41,63	47,52	47,51
1,90	85,28	86,28	86,78	87,09	85,64

Çizelge 4.17 Sulu damarı yüzdürme grafiği

BOYUT	Yoğunluk	Miktar gr	% Miktar P	%Kül C	$\Sigma P\downarrow$	$\frac{\Sigma(PxC)\downarrow}{\Sigma P\downarrow}$	$\Sigma P\uparrow$	$\frac{\Sigma(PxC)\uparrow}{\Sigma P\uparrow}$
50 - 100 mm	1.30	1273,80	10,80	4,27	10,80	4,27	100,00	51,41
	1.30 - 1.40	3820,20	32,40	7,76	43,20	6,89	89,20	57,12
	1.40 - 1.50	-	-	-	43,20	6,89	56,80	85,28
	1.50 - 1.60	-	-	-	43,20	6,89	56,80	85,28
	1.60 - 1.70	-	-	-	43,20	6,89	56,80	85,28
	1.70 - 1.80	-	-	-	43,20	6,89	56,80	85,28
	1.80 - 1.90	-	-	-	43,20	6,89	56,80	85,28
	1.90	6697,50	56,80	85,28	100,00	51,41	56,80	85,28
		11791,50	100,00					
18 - 50 mm	1.30	1080,90	29,32	4,45	29,32	4,45	100,00	29,69
	1.30 - 1.40	1289,70	34,98	8,08	64,30	6,42	70,68	40,17
	1.40 - 1.50	212,60	5,77	12,84	70,07	6,95	35,70	71,61
	1.50 - 1.60	0,00	0,00	0,00	70,07	6,95	29,93	82,94
	1.60 - 1.70	49,20	1,33	23,99	71,40	7,27	29,93	82,94
	1.70 - 1.80	0,00	0,00	0,00	71,40	7,27	28,60	85,68
	1.80 - 1.90	13,00	0,35	36,97	71,75	7,42	28,60	85,68
	1.90	1041,50	28,25	86,28	100,00	29,69	28,25	86,28
		3686,90	100,00					
10 - 18 mm	1.30	827,60	28,91	4,05	28,91	4,05	100,00	35,59
	1.30 - 1.40	742,40	25,93	9,21	54,84	6,49	71,09	48,42
	1.40 - 1.50	170,10	5,94	16,08	60,78	7,43	45,16	70,94
	1.50 - 1.60	72,70	2,54	24,41	63,32	8,11	39,22	79,24
	1.60 - 1.70	37,40	1,31	27,33	64,63	8,50	36,68	83,04
	1.70 - 1.80	18,20	0,64	23,14	65,27	8,64	35,37	85,11
	1.80 - 1.90	11,70	0,41	41,63	65,68	8,85	34,73	86,25
	1.90	982,60	34,32	86,78	100,00	35,59	34,32	86,78
		2862,70	100,00					
6 - 10 mm	1.30	738,30	25,81	4,47	25,81	4,47	100,00	35,01
	1.30 - 1.40	796,90	27,85	8,83	53,66	6,73	74,19	45,63
	1.40 - 1.50	222,80	7,79	18,18	61,45	8,18	46,34	67,75
	1.50 - 1.60	83,80	2,93	25,97	64,38	8,99	38,55	77,76
	1.60 - 1.70	53,80	1,88	33,54	66,26	9,69	35,62	82,02
	1.70 - 1.80	24,40	0,85	29,93	67,11	9,95	33,74	84,72
	1.80 - 1.90	22,70	0,79	47,52	67,90	10,38	32,89	86,14
	1.90	918,30	32,10	87,09	100,00	35,01	32,10	87,09
		2861,00	100,00					
0 - 6 mm	1.30	442,50	19,76	3,25	19,76	3,25	100,00	32,09
	1.30 - 1.40	751,10	33,53	8,53	53,29	6,57	80,24	39,19
	1.40 - 1.50	197,50	8,82	18,76	62,11	8,30	46,71	61,20
	1.50 - 1.60	100,90	4,50	27,06	66,61	9,57	37,89	71,08
	1.60 - 1.70	58,70	2,62	34,29	69,23	10,51	33,39	77,02
	1.70 - 1.80	39,00	1,74	33,41	70,97	11,07	30,77	80,65
	1.80 - 1.90	36,80	1,64	47,51	72,61	11,89	29,03	83,49
	1.90	613,40	27,39	85,64	100,00	32,09	27,39	85,64
		2239,90	100,00					

Çizelge 4.17 (devam ediyor)

	0,5 - 100 mm BİLEŞİM HESABI							
BİLEŞİM %Kül	1.30	4363,10	18,61	4,20	18,61	4,20	100,01	42,22
0,5 -100 mm Göre	1.30 - 1.40	7400,30	31,57	8,15	50,18	6,69	81,40	50,91
42,22	1.40 - 1.50	803,00	3,43	16,46	53,61	7,31	49,83	77,99
	1.50 - 1.60	257,40	1,10	25,96	54,71	7,69	46,40	82,54
	1.60 - 1.70	199,10	0,85	30,23	55,56	8,03	45,30	83,92
	1.70 - 1.80	81,60	0,35	30,08	55,91	8,17	44,45	84,94
	1.80 - 1.90	84,20	0,36	45,07	56,27	8,41	44,10	85,38
0,5 -100 mm Göre	1.90	10253,30	43,74	85,71	100,01	42,22	43,74	85,71
43,29		23442,00	100,00					



Şekil 4.5 Sulu Damarına ait yüzebilirlik eğrileri

4.6 CHS (KARBON, HİDROJEN, KÜKÜRT) ANALİZLERİ

Örneklere ait tüm yoğunluk farksiyonlarında elementel karbon, elementel hidrojen ve sülfür analizleri yapılmıştır. Karbon, hidrojen, kükürt analizleri Eltra CHS 580 ve Eltra CS 2000 cihazlarıyla yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21' de verilmiştir. Yoğunluk değeri arttıkça karbon ve hidrojen değerlerinde azalma gözlenmiştir. Batan kısmının kükürt değeri yüzen kısımlara göre düşüktür. Piç damarında en yüksek karbon ve hidrojen değeri 1.30 g/cm³ yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir. En yüksek kükürt değeri ise 1.90 g/cm³ yoğunluğu 18-50mm boyutunda gözlenmiştir. Piriç damarında en yüksek karbon ve hidrojen değeri 1.30 g/cm³yoğunluğu 0,5-6mm boyutunda gözlenmiştir. En yüksek kükürt değeri ise 1.30 g/cm³ yoğunluğu 0,5-6mm boyutunda gözlenmiştir. Nasifoğlu damarında en yüksek karbon ve hidrojen değeri 1.30 g/cm³ yoğunluğu 0-6mm boyutunda gözlenmiştir. En yüksek kükürt değeri ise 1.50 g/cm³yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir. Sulu damarında en yüksek karbon ve hidrojen değeri 1.30 g/cm³ yoğunluğu 18-50mm boyutunda gözlenmiştir. En yüksek kükürt değeri ise 1.60 g/cm³ yoğunluğu 6-10mmboyutunda gözlenmiştir.

Çizelge 4.18 Piç damarı CHS sonuçları

PIÇ			
Boyut(mm)/Yoğunluk g/cm ³	%C	%H	%S
50-100/1,30-1,40	76,29	4,57	1,17
50-100/1,40-1,50	73,52	4,43	0,93
50-100/1,50-1,60	63,26	3,55	0,79
50-100/1,90-	5,33	1,08	0,14
18-50/1,30-1,40	75,43	4,96	0,98
18-50/1,40-1,50	77,45	4,49	0,99
18-50/1,50-1,60	70,66	4,14	0,95
18-50/1,60-1,70	55,16	3,24	0,82
18-50/1,70-1,80	48,24	3,05	0,83
18-50/1,80-1,90	42,12	2,87	2,29
18-50/1,90-	7,71	1,17	0,11
10-18/-1,30	85,01	4,88	1,07
10-18/1,30-1,40	80,40	4,64	1,20

Çizelge 4.18 (devam ediyor)

PİÇ			
Boyut(mm)/Yoğunluk g/cm³	%C	%H	%S
10-18/1,40-1,50	72,06	4,22	1,12
10-18/1,50-1,60	62,65	3,73	1,35
10-18/1,60-1,70	55,50	3,35	1,00
10-18/1,70-1,80	49,76	3,18	0,84
10-18/1,80-1,90	36,41	2,56	0,74
10-18/1,90-	8,88	1,25	0,25
6-10/1,30	84,42	4,92	0,93
6-10/1,30-1,40	81,82	4,68	0,90
6-10/1,40-1,50	69,97	4,17	0,89
6-10/1,50-1,60	62,97	3,86	1,05
6-10/1,60-1,70	53,19	3,42	1,09
6-10/1,70-1,80	46,03	2,98	0,80
6-10/1,80-1,90	39,14	2,74	0,57
6-10/1,90-	13,07	1,64	0,32
0,5-6/-1,30	84,81	4,80	0,92
0,5-6/1,30-1,40	82,19	4,69	1,14
0,5-6/1,40-1,50	74,97	4,39	0,74
0,5-6/1,50-1,60	64,23	4,01	1,07
0,5-6/1,60-1,70	55,56	3,44	1,05
0,5-6/1,70-1,80	47,74	3,12	0,83
0,5-6/1,80-1,90	41,30	2,70	0,54
0,5-6/1,90-	13,05	1,52	0,51

Çizelge 4.19 Piriç damarı CHS sonuçları

PIRİÇ			
Boyut(mm)/Yoğunluk g/cm³	%C	%H	%S
50-100/-1,30	86,27	4,29	0,37
50-100/1,30-1,40	76,98	3,99	0,40
50-100/1,70-1,80	39,80	2,62	0,32
50-100/1,90-	11,21	1,23	0,22
18-50/1,30-1,40	80,19	4,24	0,46
18-50/1,40-1,50	75,67	3,98	0,43
18-50/1,50-1,60	65,64	3,33	0,37
18-50/1,60-1,70	59,96	3,07	0,37
18-50/1,70-1,80	55,11	2,70	0,26
18-50/1,80-1,90	54,66	2,94	0,37
10-18/1,30-1,40	88,17	4,66	0,50
10-18/1,40-1,50	80,14	4,30	0,49
10-18/1,50-1,60	74,01	3,93	0,44
10-18/1,60-1,70	63,69	3,46	0,44
10-18/1,70-1,80	58,13	3,16	0,39
10-18/1,80-1,90	49,04	2,66	0,36
6-10/ - 1,30	89,39	4,59	0,49
6-10/1,30-1,40	83,05	4,32	0,47
6-10/1,40-1,50	72,04	3,97	0,49
6-10/1,50-1,60	64,76	3,40	0,44
6-10/1,60-1,70	61,10	3,25	0,40
6-10/1,70-1,80	47,75	2,76	0,42
0,5-6/-1,30	90,79	4,66	0,51
0,5-6/1,30-1,40	82,51	4,42	0,47
0,5-6/1,40-1,50	79,00	4,09	0,47
0,5-6/1,50-1,60	70,80	3,76	0,46
0,5-6/1,60-1,70	65,75	3,37	0,38
0,5-6/1,70-1,80	51,13	3,05	0,44
0,5-6/1,80-1,90	57,47	2,99	0,36

Çizelge 4.20 Nasifoğlu damarı CHS sonuçları

NASİFOĞLU			
Boyut(mm)/Yoğunluk g/cm³	%C	%H	%S
50-100/ -1,30	90,84	4,70	0,72
50-100/1,30-1,40	87,97	4,37	0,69
50-100/1,40-1,50	80,11	3,89	0,94
50-100/1,90-	2,82	0,94	0,09
18-50/ -1,30	91,25	4,76	0,91
18-50/1,30-1,40	87,27	4,42	0,89
18-50/1,40-1,50	78,31	4,00	1,27
18-50/1,50-1,60	76,71	2,96	0,49
18-50/1,60-1,70	48,92	3,05	0,69
18-50/1,70-1,80	42,77	2,78	0,61
18-50/1,90-	5,91	1,11	0,15
10-18/ -1,30	91,85	4,95	0,83
10-18/1,30-1,40	85,57	4,41	1,11
10-18/1,40-1,50	80,58	4,27	1,43
10-18/1,50-1,60	62,90	3,43	0,93
10-18/1,60-1,70	57,75	3,10	0,65
10-18/1,70-1,80	46,77	2,90	0,58
10-18/1,80-1,90	39,68	2,55	0,83
10-18/1,90-	11,27	1,25	0,36
6-10/1,30	92,20	4,82	0,86
6-10/1,30-1,40	87,32	4,52	1,06
6-10/1,40-1,50	76,29	4,09	1,25
6-10/1,50-1,60	64,24	3,58	0,94
6-10/1,60-1,70	55,51	3,10	0,77
6-10/1,70-1,80	51,99	3,09	0,64
6-10/1,80-1,90	38,29	2,57	0,41
6-10/1,90-	11,78	1,32	0,18
0,5-6/ -1,30	92,55	4,81	0,83
0,5-6/1,30-1,40	89,90	4,74	0,91
0,5-6/1,40-1,50	76,48	4,11	1,26
0,5-6/1,50-1,60	62,73	3,48	0,80
0,5-6/1,60-1,70	57,53	3,30	0,80
0,5-6/1,70-1,80	52,82	3,18	0,76
0,5-6/1,80-1,90	40,36	2,65	0,53
0,5-6/1,90-	13,96	1,46	0,27

Çizelge 4.21 Sulu damarı CHS sonuçları

SULU			
Boyut(mm)/Yoğunluk g/cm³	%C	%H	%S
50-100/-1,30	89,71	4,68	0,60
50-100/1,30-1,40	83,66	4,43	0,61
50-100/1,90-	4,03	0,89	0,10
18-50/-1,30	94,30	4,73	0,59
18-50/1,30-1,40	88,13	4,43	0,59
18-50/1,40-1,50	-	-	-
18-50/1,60-1,70	68,47	2,81	0,39
18-50/1,80-1,90	55,98	2,96	0,62
10-18/-1,30	87,83	4,54	0,63
10-18/1,30-1,40	84,54	4,34	0,56
10-18/1,40-1,50	78,75	3,95	0,56
10-18/1,50-1,60	69,02	3,60	0,55
10-18/1,60-1,70	60,78	2,92	0,50
10-18/1,70-1,80	70,03	3,66	0,65
10-18/1,80-1,90	50,84	2,88	0,65
10-18/1,90-	11,21	1,23	0,22
6-10/ -1,30	88,97	4,69	0,64
6-10/1,30-1,40	88,56	4,62	0,64
6-10/1,40-1,50	74,59	3,84	0,62
6-10/1,50-1,60	64,78	3,55	0,69
6-10/1,60-1,70	57,03	3,13	0,59
6-10/1,70-1,80	60,04	3,22	0,63
6-10/1,80-1,90	46,96	2,82	0,52
0,5-6/-1,30	89,49	4,70	0,60
0,5-6/1,30-1,40	84,70	4,36	0,59
0,5-6/1,40-1,50	72,21	3,91	0,60
0,5-6/1,50-1,60	64,27	3,52	0,62
0,5-6/1,60-1,70	57,16	3,18	0,63
0,5-6/1,70-1,80	63,79	3,51	0,67
0,5-6/1,80-1,90	42,29	2,57	0,53
0,5-6/1,90-	27,34	1,79	0,23

4.7 KALORİFİK DEĞER ANALİZİ

Parr 6100 kalorimetre cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Bu ölçüm verileri Çizelge 4.22, Çizelge 4.23, Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.22 Piç damarı kalori sonuçları

PİÇ DAMARI			
	yoğunluk(g/cm³)	%kül	Kalori (kcal/kg)
0-6mm	-1,30	5,10	8162,00
	1,30-1,40	6,40	7805,00
	1,40-1,50	16,18	7117,00
	1,50-1,60	26,00	6103,00
	1,60-1,70	34,70	5327,00
	1,70-1,80	42,33	4690,00
	1,80-1,90	49,96	3858,00
	+1,90	78,98	938,00
	6-10mm	-1,30	3,80
1,30-1,40		8,31	7735,00
1,40-1,50		19,16	6843,00
1,50-1,60		26,42	5977,00
1,60-1,70		37,19	5094,00
1,70-1,80		45,91	4388,00
1,80-1,90		49,33	3806,00
+1,90		80,61	831,00
10-18mm		-1,30	3,79
	1,30-1,40	8,76	7796,00
	1,40-1,50	17,50	6858,00
	1,50-1,60	28,33	6057,00
	1,60-1,70	35,27	5205,00
	1,70-1,80	40,11	4532,00
	1,80-1,90	52,69	3793,00
	+1,90	85,18	679,00

Çizelge 4.22 (devam ediyor)

PİÇ DAMARI			
18-50mm	yoğunluk(g/cm³)	%kül	Kalori (kcal/kg)
	-1,30	-	-
	1,30-1,40	13,87	7782,00
	1,40-1,50	11,10	7452,00
	1,50-1,60	19,90	6038,00
	1,60-1,70	36,55	5041,00
	1,70-1,80	46,71	4497,00
	1,80-1,90	48,19	3872,00
	+1,90	84,72	693,00
	50-100mm	-1,30	-
1,30-1,40		12,86	7743,00
1,40-1,50		18,59	6760,00
1,50-1,60		30,28	6013,00
1,60-1,70		-	-
1,70-1,80		-	-
1,80-1,90		-	-
+1,90		87,62	713,00

Çizelge 4.23 Piriçdamarı kalori sonuçları

PİRİÇ DAMARI			
0,5-6mm	yoğunluk(g/cm³)	%kül	Kalori (kcal/kg)
	-1,30	4,79	8144,00
	1,30-1,40	8,75	7790,00
	1,40-1,50	16,56	7055,00
	1,50-1,60	22,23	6428,00
	1,60-1,70	27,69	5877,00
	1,70-1,80	38,19	4756,00
	1,80-1,90	43,19	5275,00
	+1,90	62,75	2683,00

Çizelge 4.23 (devam ediyor)

	yoğunluk(g/cm³)	%kül	Kalori (kcal/kg)
6-10mm	-1,30	5,42	8134,00
	1,30-1,40	10,45	7633,00
	1,40-1,50	17,85	6899,00
	1,50-1,60	27,03	5908,00
	1,60-1,70	30,99	4925,00
	1,70-1,80	39,62	4622,00
	1,80-1,90	-	-
	+1,90	75,53	1623,00
	10-18mm	-1,30	5,41
1,30-1,40		10,34	7698,00
1,40-1,50		17,57	6943,00
1,50-1,60		26,51	6012,00
1,60-1,70		31,94	5423,00
1,70-1,80		40,26	4598,00
1,80-1,90		-	-
+1,90		85,48	753,00
18-50mm		-1,30	-
	1,30-1,40	10,36	7510,00
	1,40-1,50	15,04	6908,00
	1,50-1,60	23,72	6126,00
	1,60-1,70	29,39	5387,00
	1,70-1,80	35,36	4968,00
	1,80-1,90	36,58	4926,00
	+1,90	82,78	615,00
	50-100mm	-1,30	9,48
1,30-1,40		13,37	7189,00
1,40-1,50		-	-
1,50-1,60		-	-
1,60-1,70		-	-
1,70-1,80		50,02	3872,00
1,80-1,90		-	-
+1,90		90,16	202,00

Çizelge 4.24 Nasıfoğlu damarı kalori sonuçları

NASİFOĞLU DAMARI			
	yoğunluk(g/cm³)	%kül	Kalori (kcal/kg)
0,5-6mm	-1,30	3,46	8352,00
	1,30-1,40	6,70	7905,00
	1,40-1,50	16,66	7251,00
	1,50-1,60	38,14	4826,00
	1,60-1,70	34,23	5403,00
	1,70-1,80	29,34	5788,00
	1,80-1,90	50,32	3880,00
	+1,90	79,05	1079,00
	6-10mm	-1,30	3,76
1,30-1,40		8,51	7840,00
1,40-1,50		18,22	7174,00
1,50-1,60		28,48	5949,00
1,60-1,70		35,43	5431,00
1,70-1,80		39,51	4236,00
1,80-1,90		52,20	3817,00
+1,90		81,98	859,00
10-18mm		-1,30	4,57
	1,30-1,40	9,48	7851,00
	1,40-1,50	17,47	7057,00
	1,50-1,60	30,08	6005,00
	1,60-1,70	35,57	5398,00
	1,70-1,80	42,71	4317,00
	1,80-1,90	51,47	3734,00
	+1,90	82,08	732,00
	18-50mm	-1,30	4,33
1,30-1,40		8,74	7818,00
1,40-1,50		16,79	7116,00
1,50-1,60		18,30	5907,00
1,60-1,70		43,17	5374,00
1,70-1,80		48,06	4038,00
1,80-1,90		-	-
+1,90		85,72	449,00
50-100mm		-1,30	4,63
	1,30-1,40	6,58	7798,00
	1,40-1,50	14,69	7242,00
	1,50-1,60	-	-
	1,60-1,70	-	-
	1,70-1,80	-	-
	1,80-1,90	-	-
	+1,90	89,34	428,00

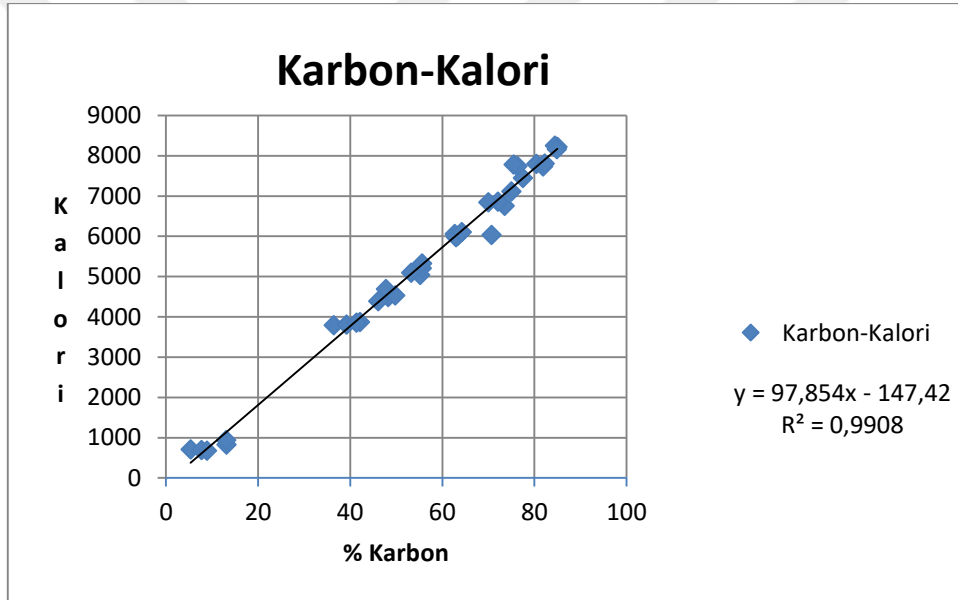
Çizelge 4.25 Sulu damarı kalori sonuçları

SULU			
	yoğunluk(g/cm³)	%kül	Kalori (kcal/kg)
0,5-6mm	-1,30	3,25	8355,00
	1,30-1,40	8,53	7893,00
	1,40-1,50	18,76	7203,00
	1,50-1,60	27,06	6062,00
	1,60-1,70	34,29	5241,00
	1,70-1,80	33,41	6078,00
	1,80-1,90	47,51	3686,00
	+1,90	85,64	531,00
6-10mm	-1,30	4,47	8263,00
	1,30-1,40	8,83	7775,00
	1,40-1,50	18,18	7101,00
	1,50-1,60	25,97	6103,00
	1,60-1,70	33,54	5329,00
	1,70-1,80	29,93	5809,00
	1,80-1,90	47,52	3803,00
	+1,90	87,09	356,00
10-18mm	-1,30	4,05	8317,00
	1,30-1,40	9,21	7805,00
	1,40-1,50	16,08	7142,00
	1,50-1,60	24,41	6117,00
	1,60-1,70	27,33	5422,00
	1,70-1,80	23,14	6412,00
	1,80-1,90	41,63	3765,00
	+1,90	86,78	485,00
18-50mm	-1,30	4,45	8193,00
	1,30-1,40	8,08	7771,00
	1,40-1,50	12,84	6987,00
	1,50-1,60	-	-
	1,60-1,70	23,99	5286,00
	1,70-1,80	-	-
	1,80-1,90	36,97	4879,00
	+1,90	86,28	358,00
50-100mm	-1,30	4,27	8231,00
	1,30-1,40	7,76	7703,00
	1,40-1,50	-	-
	1,50-1,60	-	-
	1,60-1,70	-	-
	1,70-1,80	-	-
	1,80-1,90	-	-
	+1,90	85,28	417,00

4.8 KÖMÜR GENEL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

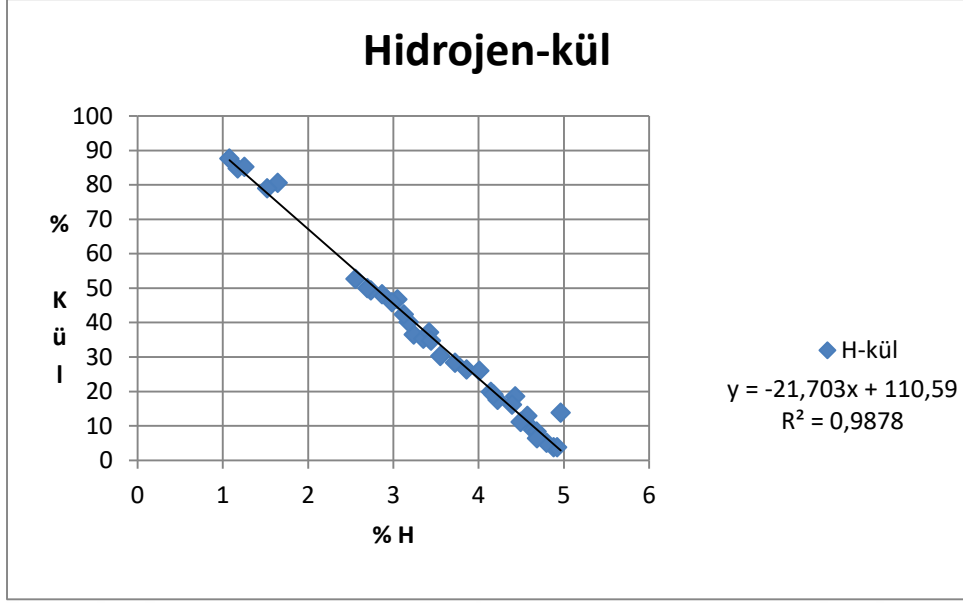
4.8.1 Piç Damarı

Piç damarına ait karbon ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır. Karbon içeri kömürün bir rank parametresidir. Beklendiği üzere karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki vardır. Bu ilişki Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,99$ 'tur. R^2 bire ne kadar yaklaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Piç Damar için karbon veya kalori değerlendirilmeden birinin bilinmesi diğerinin doğru bir şekilde kestirimini mümkün kılmaktadır.



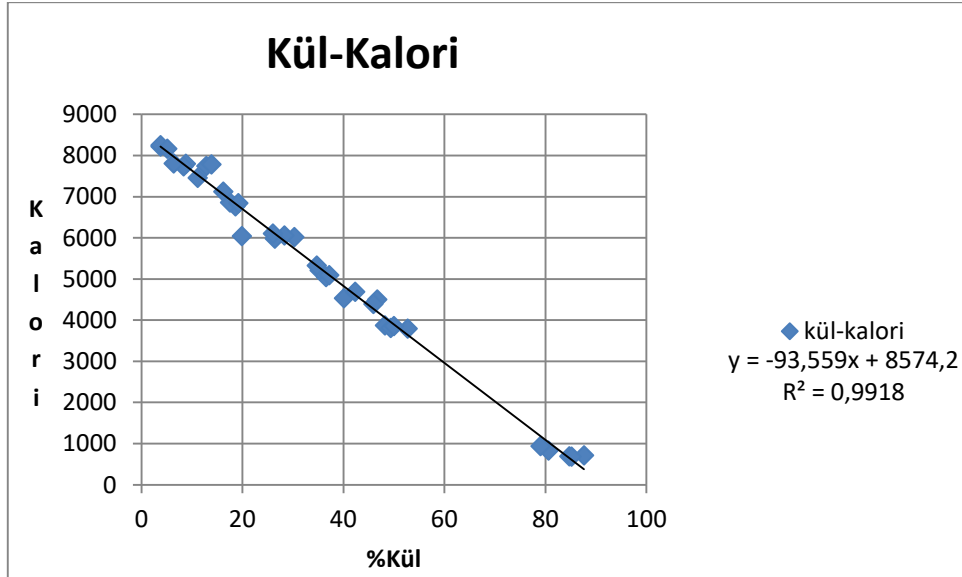
Şekil 4.6 Piç damarı karbon-kalori değişim grafiği

Piç damarına ait hidrojen ve kül verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.7). Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,99$ 'tur. Grafiğe bakıldığında deneysel bir sonucun saptığı gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



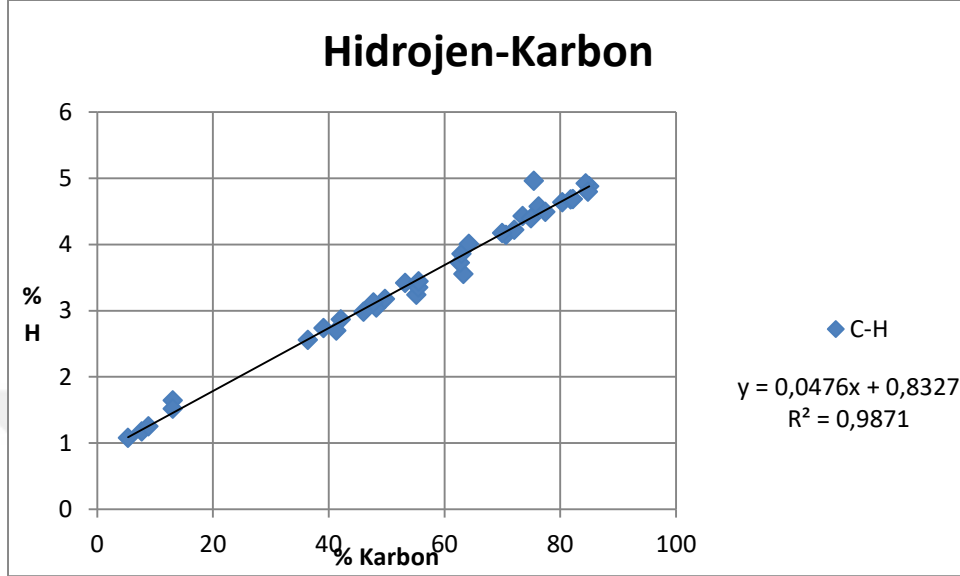
Şekil 4.7 Piç damarı hidrojen-kül değişim grafiği

Piç damarına ait kül ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.8). Kül kömürün kolay ve hızlı elde edilebilen bir değeridir. Bu nedenle kömürün kalite kontrolünde tercih edilen bir değerdir. Beklendiği üzere kütle kalori arasında doğrusal azalan bir ilişki vardır. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,99$ 'tur.



Şekil 4.8 Piç damarı kül-kalori değişim grafiği

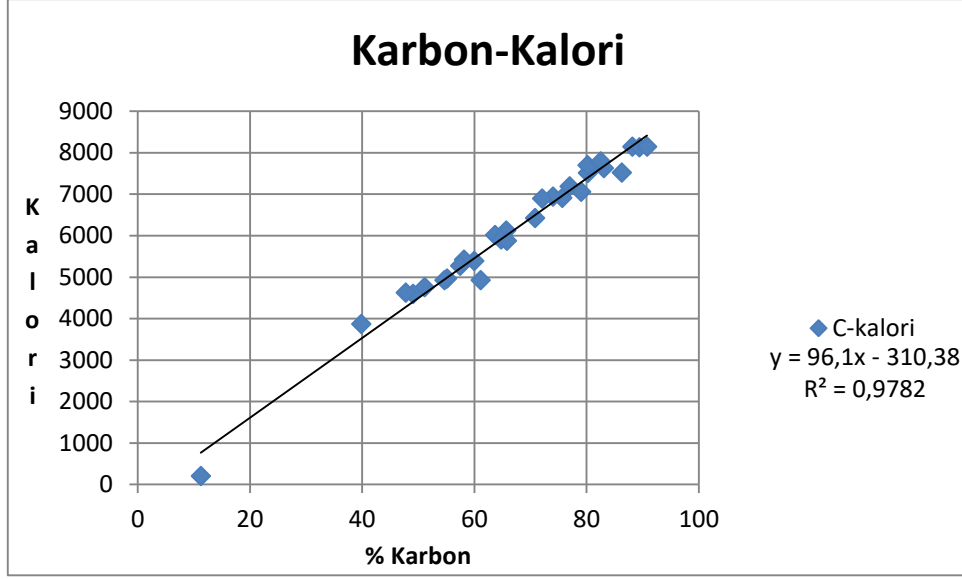
Piç damarına ait karbon ve hidrojen verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.9). Grafik değerlerinde sapma gözlenmemiştir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,99$ 'tur.



Şekil 4.9 Piç damarı hidrojen-karbon değişim grafiği

4.8.2 Piriç Damarı

Piriç damarına ait karbon ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.10). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,98$ 'tir. R^2 bire ne kadar yaklaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



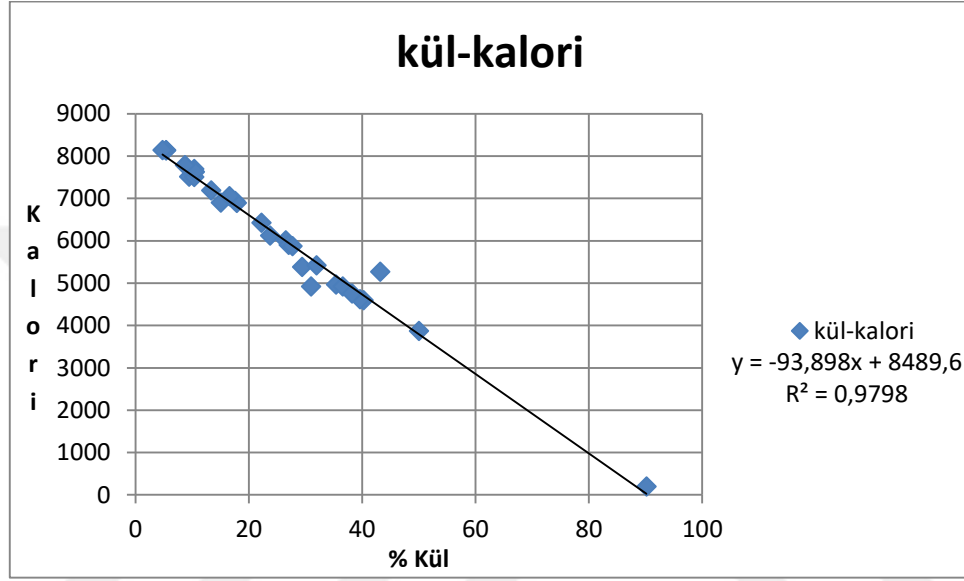
Şekil 4.10 Piriç damarı karbon-kalori değişim grafiği

Piriç damarına ait hidrojen ve kül verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.11). Bunun anlamı ise Hidrojenle kül arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,94$ 'tur. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel sonucun saptığı gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



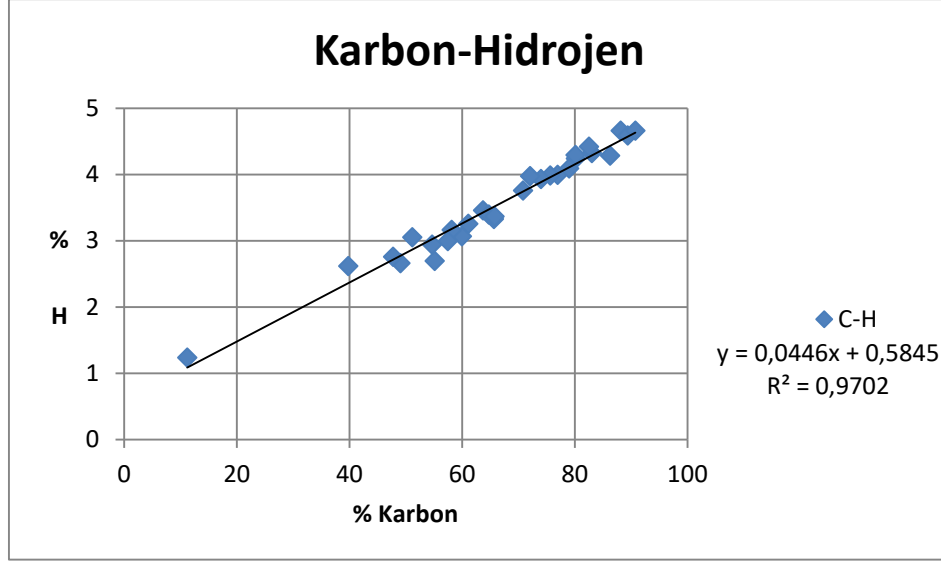
Şekil 4.11 Piriç damarı hidrojen-kül değişim grafiği

Piriç damarına ait kül ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.12). Bunun anlamı ise kütle kalori arasında doğrusal azalan bir ilişki olduğunu gösterir. Kül değerinin yüksek olması kalori değerinin düşük olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,98$ 'tur. R^2 bire ne kadar yaklaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel sonucun saptığı gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



Şekil 4.12 Piriç damarı kül-kalori değişim grafiği

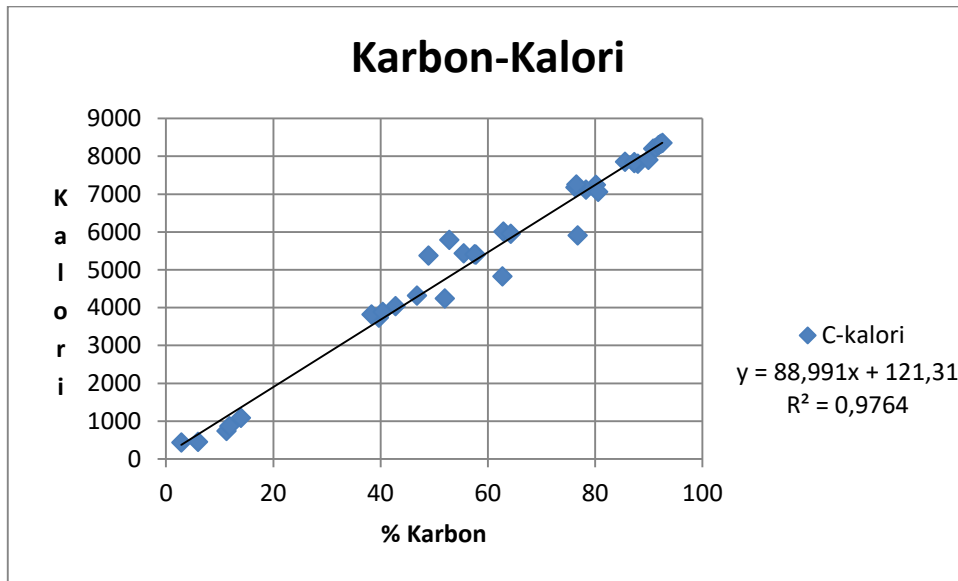
Piriç damarına ait karbon ve hidrojen verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.13). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Grafik değerlerinde sapma gözlenmemiştir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,97$ 'dir. R^2 bire ne kadar yaklaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



Şekil 4.13 Piriç damarı hidrojen-karbon değişim grafiği

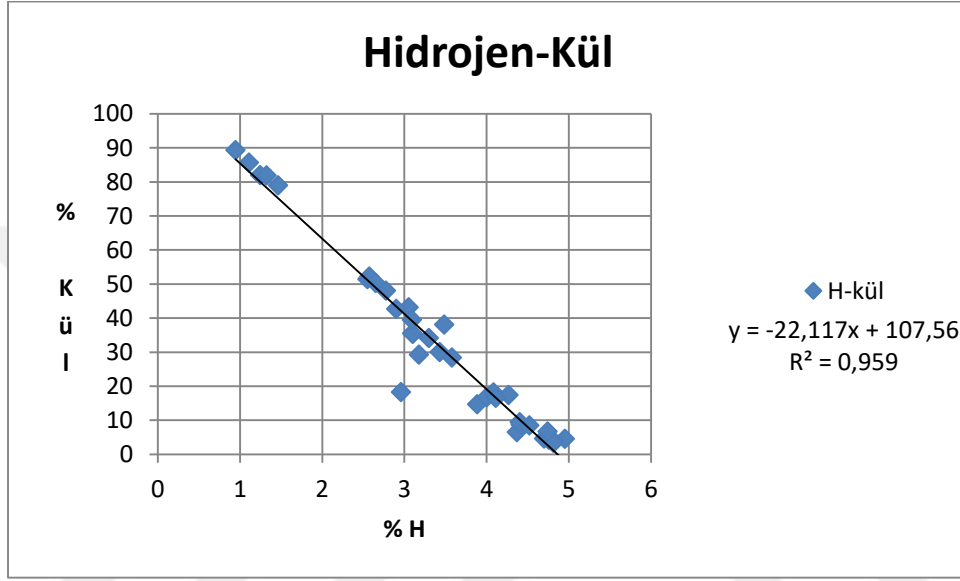
4.8.3 Nasifoğlu Damarı

Nasifoğlu damarına ait karbon ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.14). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Doğrusal denklem çizgisinden küçük çapta sapmalarda olsa, verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,98$ 'tir. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



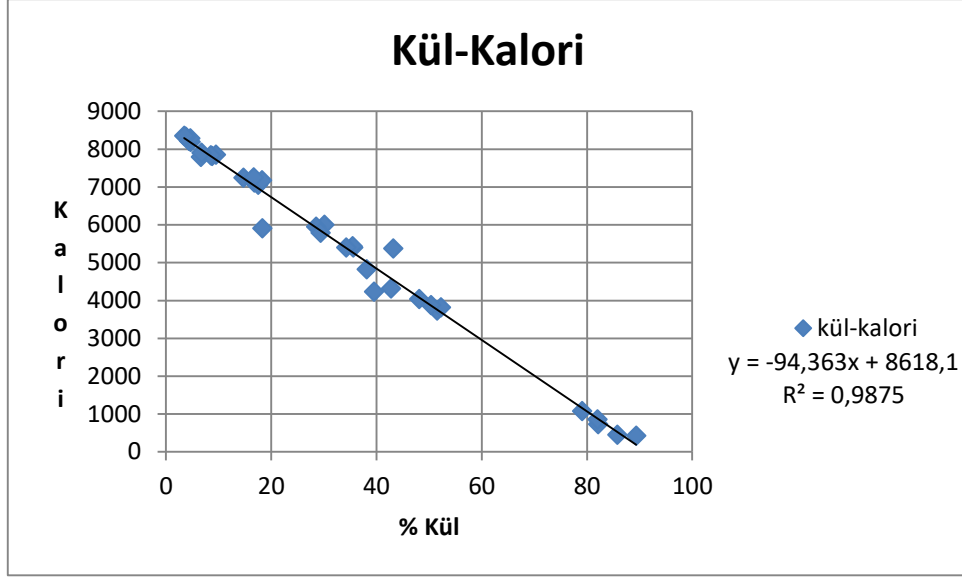
Şekil 4.14 Nasifoğlu damarı karbon-kalori değişim grafiği

Nasifoğlu damarına ait hidrojen ve kül verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.15). Bunun anlamı ise Hidrojenle kül arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,96$ 'dır. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel sonucun saptığı gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



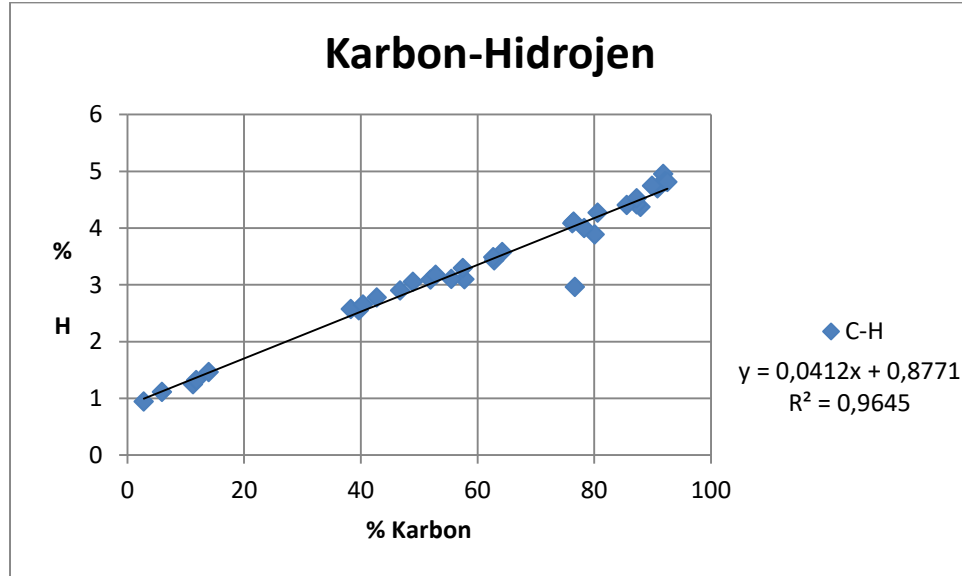
Şekil 4.15 Nasifoğlu damarı hidrojen-kül değişim grafiği

Nasifoğlu damarına ait kül ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.16). Bunun anlamı ise kütle kalori arasında doğrusal azalan bir ilişki olduğunu gösterir. Kül değerinin yüksek olması kalori değerinin düşük olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,99$ 'tur. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel verilerde çok az dalgalanma gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



Şekil 4.16 Nasifoğlu damarı kül-kalori değişim grafiği

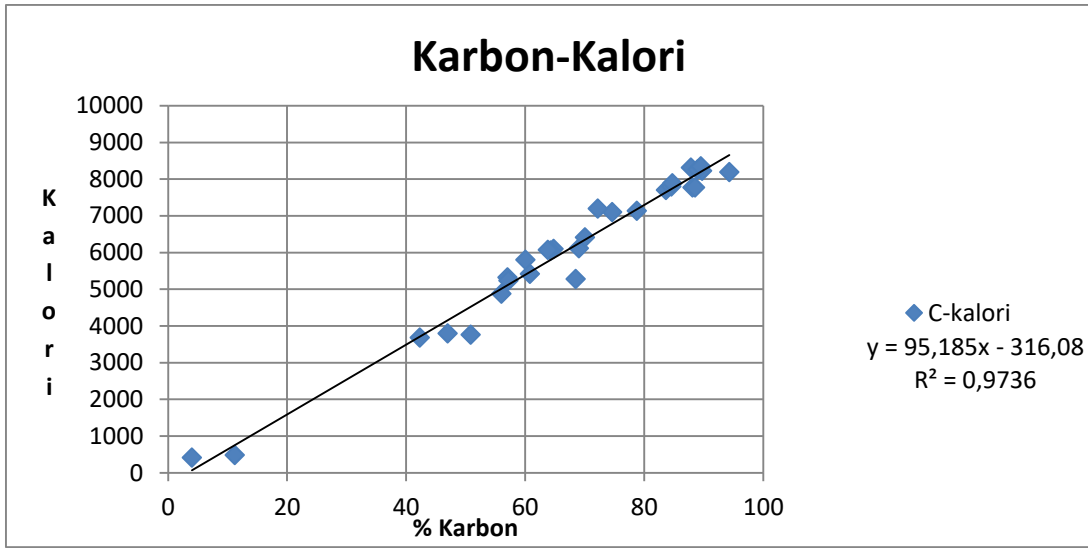
Nasifoğlu damarına ait karbon ve hidrojen verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır(Şekil 4.17). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,96$ 'dır. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



Şekil 4.17 Nasifoğlu damarı karbon-hidrojen değişim grafiği

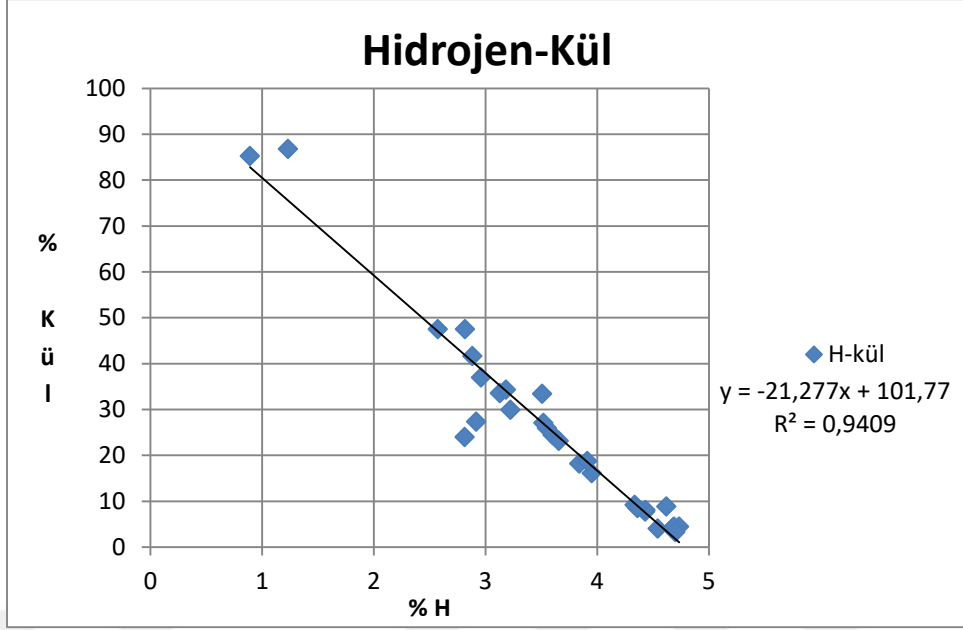
4.8.4 Sulu Damarı

Sulu damarına ait karbon ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.18). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Doğrusal denklem çizgisinden küçük çapta sapmalarda olsa da , verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,97$ 'tir. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



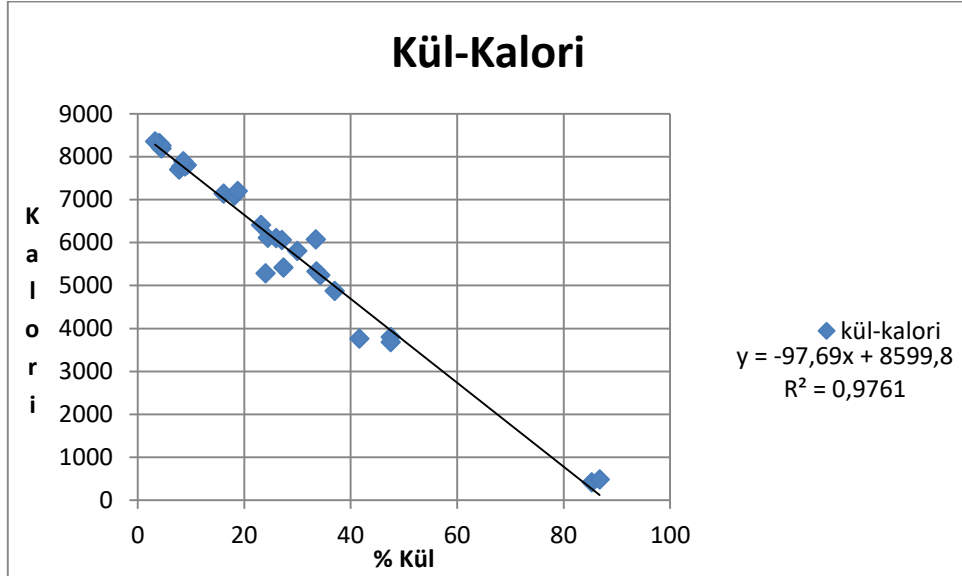
Şekil 4.18 Sulu damar karbon-kalori değişim grafiği

Nasifoğlu damarına ait hidrojen ve kül verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır. Hidrojen, kül değerleri grafik edilirse lineer bir grafik oluşmaktadır(Şekil 4.19). Bunun anlamı ise Hidrojenle kül arasında doğrusal azalan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,94$ 'dir. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel sonucun saptığı gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



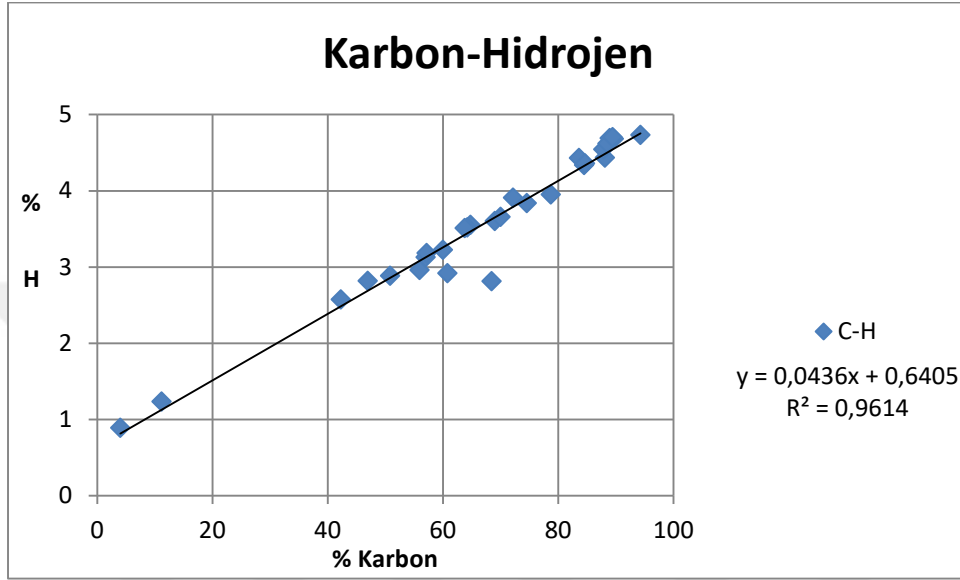
Şekil 4.19 Sulu damarı hidrojen-kül değişim grafiği

Nasifoğlu damarına ait kül ve kalori verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.20). Bunun anlamı ise kütle kalori arasında doğrusal azalan bir ilişki olduğunu gösterir. Kül değerinin yüksek olması kalori değerinin düşük olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,98$ 'tur. R^2 bire ne kadar yakınlarsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel verilerde çok az dalgalanma gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



Şekil 4.20 Sulu damarı kül-kalori değişim grafiği

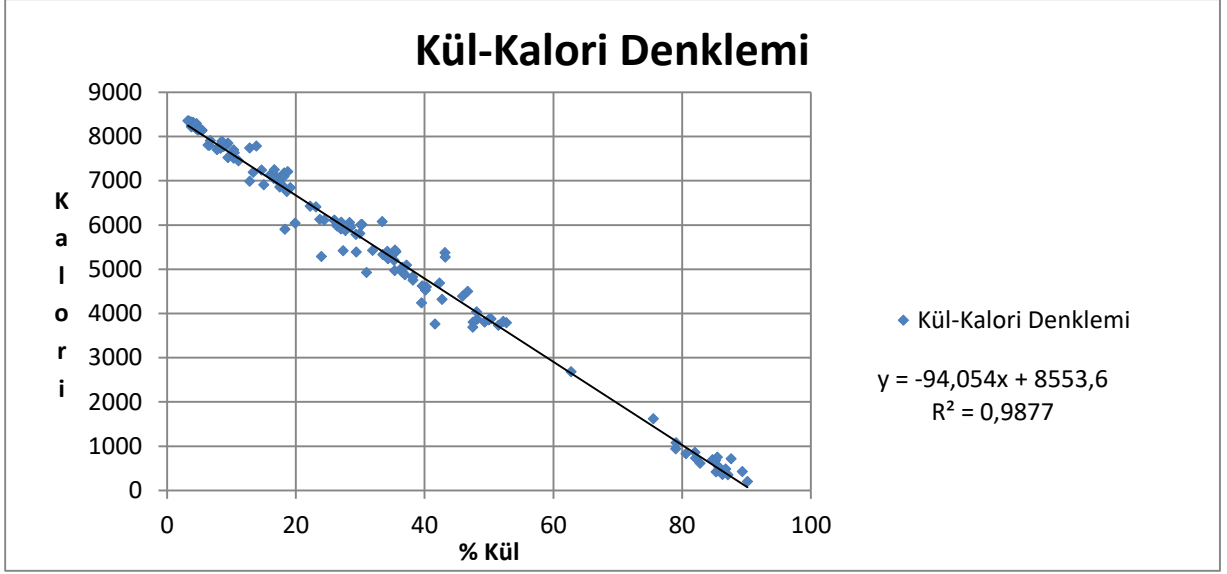
Nasifoğlu damarına ait karbon ve hidrojen verileri grafikleştirildiğinde lineer grafik oluşmaktadır (Şekil 4.21). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,96$ 'dır. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



Şekil 4.21 Sulu damarı karbon-hidrojen değişim grafiği

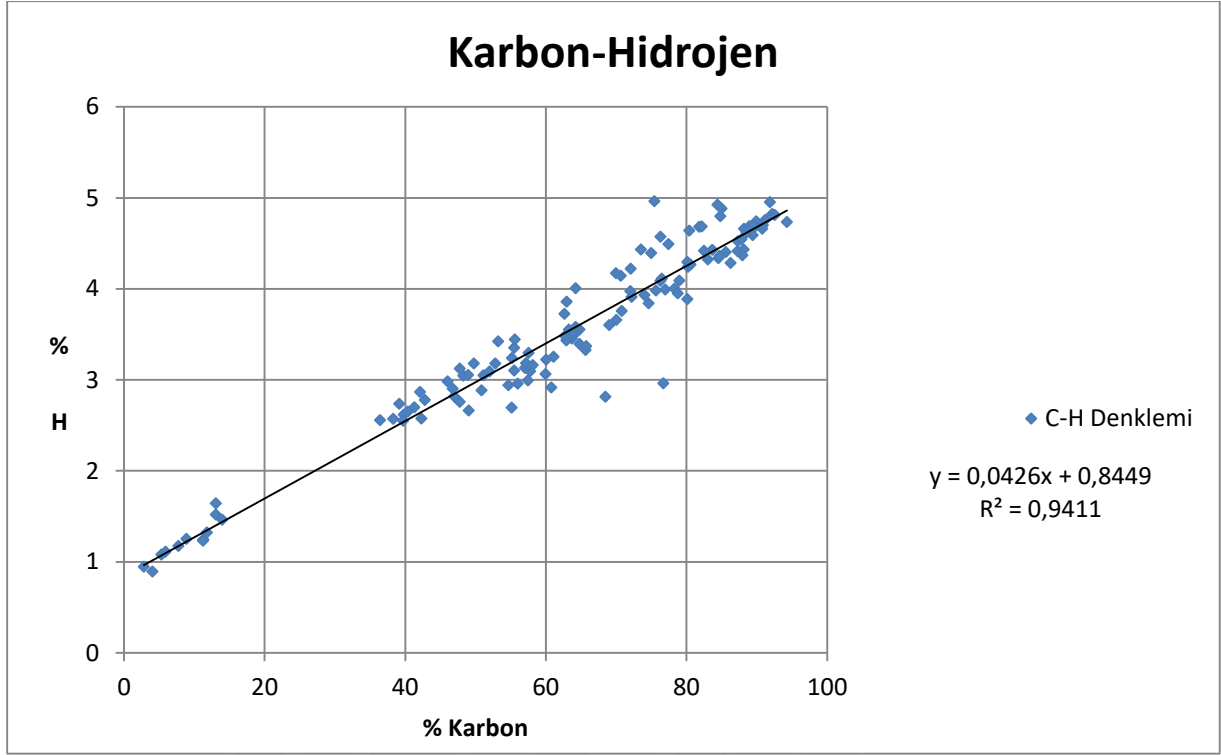
4.8.5 Genel grafikler

Kül, kalori verileri grafikleştirilirse lineer bir grafik oluşmaktadır (Şekil 4.22). Bunun anlamı ise kütle, kalori arasında doğrusal azalan bir ilişki olduğunu gösterir. Doğrusal denklem çizgisinden küçük çapta sapmalarda olsa da , verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,99$ 'tur. Bu değer analiz sayısına bakıldığında oldukça iyi değer ve güvenilirliğinin yüksek olduğunu gösterir. Bu denklem genelleştirilip basit yollu işlemlerde kullanılabilir. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır



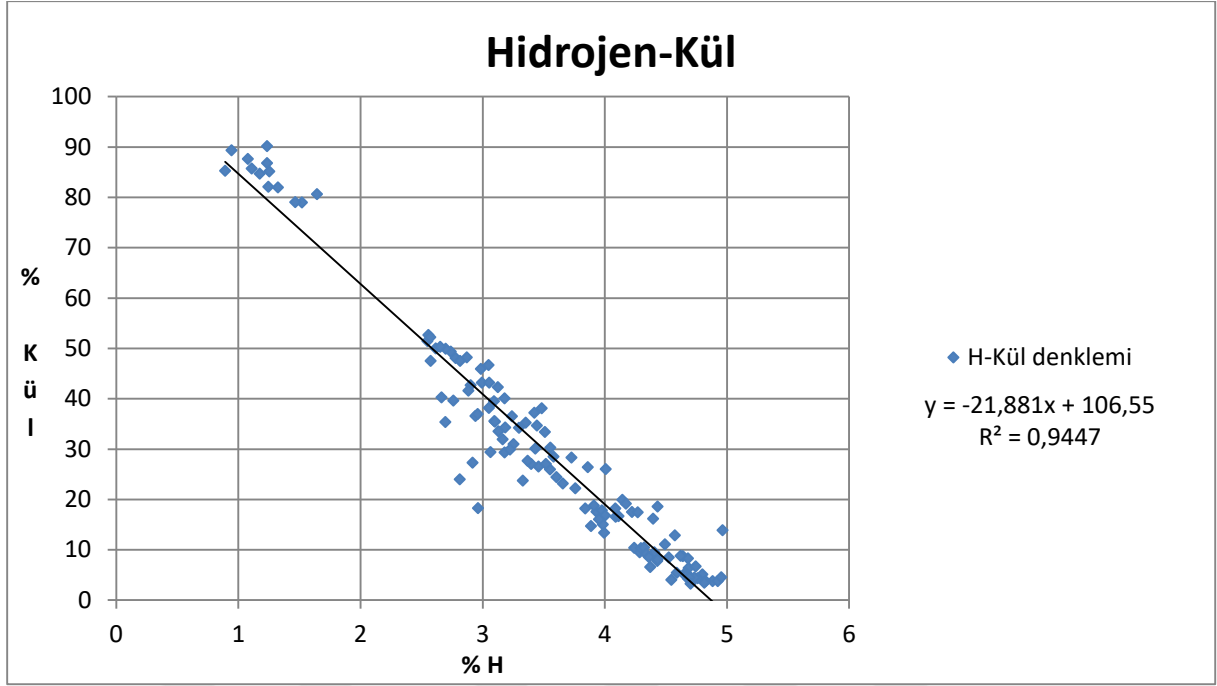
Şekil 4.22 Genel kül-kalori değişim grafiği

Karbon, hidrojen verileri grafikleştirilirse lineer bir grafik oluşmaktadır (Şekil 4.23). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,94$ 'dir. Grafikte sapmalar gözükse de deneysel verilerin çokluğu damar çeşitliliği ve deneysel hatalar göz önüne alındığında sapmanın çok küçük olduğu gözlenmektedir. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır.



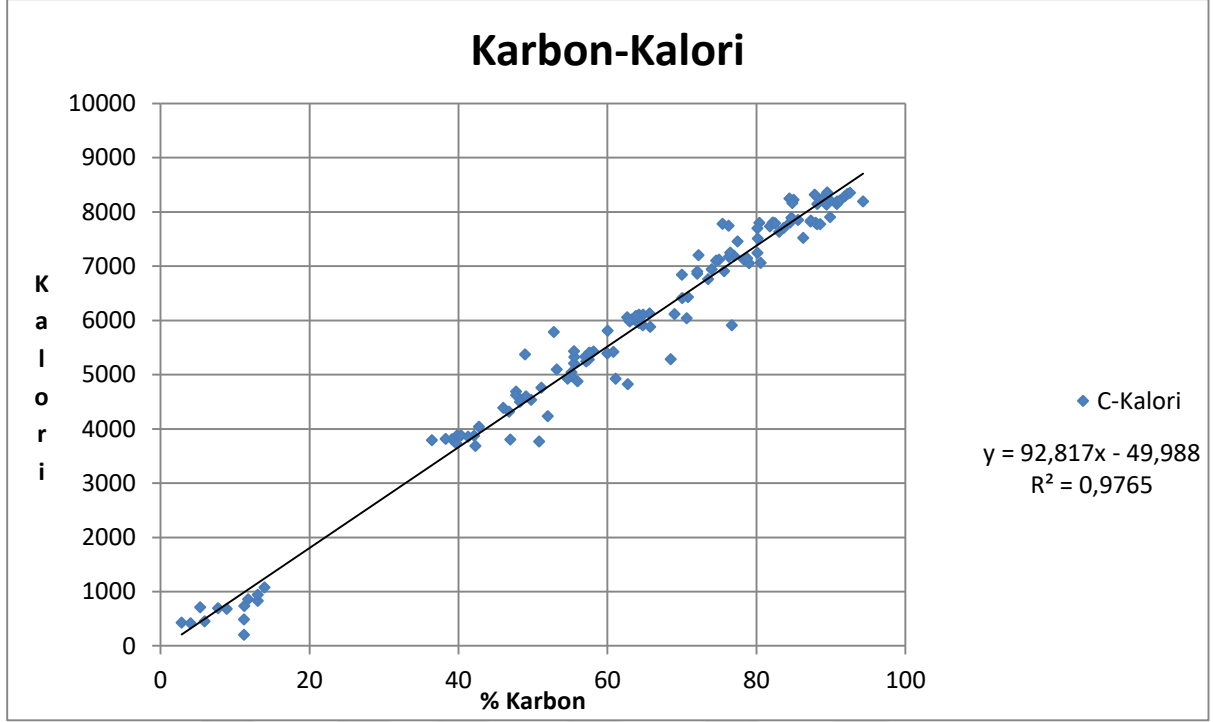
Şekil 4.23 Genel karbon-hidrojen değişim grafiği

Hidrojen, kül verileri grafikleştirilirse lineer bir grafik oluşmaktadır (Şekil 4.24). Bunun anlamı ise Hidrojenle kül arasında doğrusal azalan bir ilişki olduğunu gösterir. Verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,94$ 'dır. Grafikte sapmalar gözüktüğü de deneysel verilerin çokluğu damar çeşitliliği ve deneysel hatalar göz önüne alındığında sapmanın çok küçük olduğu gözlenmektedir. R^2 bire ne kadar yakınlaşırsa, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Grafiğe bakıldığında bir deneysel sonucun saptığı gözüksede elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır



Şekil 4.24 Genel hidrojen-kül değişim grafiği

Karbon, kalori verileri grafikleştirilirse lineer bir grafik oluşmaktadır (Şekil 4.25). Bunun anlamı ise karbonla kalori arasında doğrusal artan bir ilişki olduğunu gösterir. Doğrusal denklem çizgisinden küçük çapta sapmalarda olsa da, verilerin güvenilirlik katsayısı olan $R^2=0,98$ 'tir. Bu değer analiz sayısına bakıldığında oldukça iyi değer ve güvenilirliğinin yüksek olduğunu gösterir. Bu denklem genelleştirilip basit yollu işlemlerde kullanılabilir. R^2 bire ne kadar yaklaşır, deneysel sonuçların, denklemsel sonuçlara ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bizim elde ettiğimiz R^2 değeri bire oldukça yakındır



Şekil 4.25 Genel karbon-kalori değişim grafiği

4.9 PETROGRAFİK ANALİZLERİ

Petrografik analizler için her bir damarın farklı boyutları için örnek numuneler hazırlanmıştır. Bu örnekler 1. Aşamada 1.30, 1.40, 1.50 g/cm³ yoğunlukta yüzen kömürlerin kendi aralarındaki yüzde oranına göre 50 g üzerinden numuneler hazırlanmıştır. Daha sonra bu numunelerin boyutları 1 mm altına indirilmiştir. 2. Aşamada hazırlanan kömür örnekleri özel olarak hazırlanmış bir kalıpta 30 mm çapta ve yaklaşık 20 mm yükseklikte peletler dökülmüştür. Peletlerin hazırlanma aşaması şu şekildedir: 3 g kömür ile 2 g reçinenin bir kaptaki çubuk yardımıyla homojen bir karışım elde edinceye kadar karıştırılmıştır. Daha sonra katalizör (methlymethacrylate) eklenmiştir. Katalizör tüm yüzeylere temas edinceye kadar karıştırma işlemi devam edilmiş, karıştırma bittikten sonra bekletmeden numuneyi kalıp düzeneğine dökülerek preslenmiştir. Presleme işlemi bir ağırlık yardımı ile sıkıştırmaya dayanmaktadır. Daha sonra preslenen kalıp 70 derece de olan etüv de 15 dakika bekletilir, sonra etüvden çıkartılarak tekrar presleme işlemi yapılmış, daha sonra tekrar etüve bırakılmıştır. 2. Defa presleme yapılmasındaki amaç tanecikler arası boşlukları azaltmaktır. Bu kez kalıbın etüvde bekleme süresi yarım saattir. Süre dolunca kalıp etüvden çıkartılarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuktan sonra kalıptan pelet çıkartılmıştır. Daha sonra kalıp bir sonraki işlem için yağlama ve temizleme işlemi yapılmıştır. Bu işlem her bir numune için

tekrarlanır. Daha sonra parlatma işlemine geçilmiştir. Parlatma işlemlerinde numune yüzeyi, sürekli ıslatılan parlatma makinesinde sırası ile 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 numaralı silisyum karbür ile düzeltilmiştir. Bu işlemlerden sonra 3, 1, 0.3, 0.05 µm boyutlu alüminyum oksit tozları ile parlatılmıştır. Peletlerin yüzeylerinde çizik olmaması istenir. Çünkü bu çizikler kömürleşme ölçümlerinde yanımlara neden olmaktadır. Örnekler petrografik analiz ölçümleri alttan ve üstten aydınlatmalı ZeissAxioplan Mikroskop ve MPM İşletim Sistemli düzenek kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerde monokromatik ışık kaynağı ile 50x yağ imersiyon objektifi ve 10x oküler kullanılmıştır. Parlatılmış kömür peletleri üzerinden 100 tane sayım yapılarak petrografik bileşenler belirlenmiştir. Çizelge yüzen kömür örneklerinin analiz sonuçları verilmiştir.

Bileşim analizi maseral gruplarının belirlenmesi şeklinde yapılmıştır. Vitrit, liptinit ve inertinit maseral grupları altında belirlenmiş, ayrıca semi-inertinitler ve psodövitritler de belirlenmiştir. Killerden oluşan mineral madde, parlatma sırasında yıkanmış olması ve oldukça ince dağılmış olması nedeniyle peletin incelenmesinde sınırlı ölçüde belirlenebilmiştir. Genellikle organik yapı içerisinde ince dağılmış olan pirit de benzer şekilde sınırlı ölçüde belirlenebilmiştir.

Yansıtma ölçümü; maksimum yansıtma ölçümleri telo-collinitler (vitrit A) üzerinde yapılmıştır. Vitrit yansıtma değerleri gruplandırılarak yansıtma histogramları çıkarılmıştır. Yüzde yansıtma değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 % Yansıtma değerleri

Damar Adı	0,90-0,95	0,95-1,00	1,00-1,05	1,05-1,10	1,10-1,15	1,15-1,20
Piç	2,5	7,5	27,5	32,5	30,0	-
Piriç	5,0	12,5	52,5	25,0	5,0	-
Nasifoğlu	-	12,5	35,0	47,5	5,0	-
Sulu	-	12,5	20,0	27,5	27,5	12,5

Zonguldak havzası kömürlerin petrografik bileşimleri açısından vitritçe zengin kömürler olarak bilinirler. Başlıca reaktif maseral grubu olarak vitritler organik birleşenlerin %60'ından daha fazlasını oluşturmaktadır. Bu miktarın içine liptinitler ve semi-inertinitler de katılınca toplam reaktif maseral oranı %80'lerin üzerine çıkmaktadır. Çizelge 4.27'de örneklerin damar bazında petrografik bileşimleri verilmiştir. Özellikle kok teknolojisi

acısından düşük küllü temiz ürünler birleştirilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Geneli itibariyle en fazla %85 vitrinit oranına ulaşan damar Nasifoğludur. Diğer damarlarda vitrinit içeriği genellikle %60-70 arasındadır. Diğer bir reaktif grubu oluşturan liptinitlerin miktarı, Piç damarında %5'lerde, Piriç damarında %3'lerde olup, Nasifoğlu ve Sulu damarında %1-2 aralığında tespit edilmiştir. Semi-inertinitlerin mikroskobik özellikleri ve teknolojik davranışlarıyla vitrinit ve inertinit grubu arasında yer alırlar. Bunların bir kısmının koklaşma ve yanma sırasında reaktif özellik taşıdığı bilinmektedir. Semi-inertinitler en yüksek düzeyde Piriç damarında (%32 civarında) tespit edilmiştir.

İnertinitlerin miktarı %5-13 arasında değişmektedir. Boyut grupları içindeki dağılımları da göz önüne alındığında dağılımları benzer şekildedir. Analiz sırasında pirit sınırlı düzeyde gözlenmiştir. Gözlenen pirit tanecikleri genellikle ince dağılmış haldedirler. Mineral madde miktarının düşük çıkması bunların genellikle kil yapısında olmaları ve ince dağılmış olduklarından gözlemlenmelerinin zor olmalarındandır. Ayrıca boşlukları doldurmuş olan killer, örnek parlatma sırasında yüzeyden koparak ayrılmışlardır.

Çizelge 4.27 Örneklerin Petrografik Grup Bileşimleri (1,30, 1,40 ve 1,50 g/cm³yoğunluklarda yüzen kısımların birleştirilmesiyle oluşturulan örnekler)

DamarAdı	BoyutGrubu	PetrografikBileşim % Hacimce						
		Vitrinit	Psödovitrinit	Liptinit	İnertinit	Semi İnertinit	Mineral Madde	Pirit
Piç	50-100 mm	68.40	1.60	2.40	12.40	15.20	0.00	0.00
	18-50 mm	67.20	1.20	3.20	13.60	14.80	0.00	0.00
	10-18 mm	68.40	2.40	5.20	5.60	15.60	2.80	0.00
	6-10 mm	72.00	1.20	4.40	6.40	12.00	4.00	0.00
	0-6 mm	74.40	1.20	1.20	6.00	11.60	5.60	0.00
Piriç	50-100 mm	66.40	1.20	3.60	8.40	18.40	1.60	0.40
	18-50 mm	76.80	2.00	2.80	6.40	10.40	1.60	0.00
	10-18 mm	62.80	1.20	3.20	12.00	17.20	2.80	0.80
	6-10 mm	45.60	2.00	2.40	12.80	32.80	4.40	0.00
	0-6 mm	61.20	2.80	3.20	5.60	25.20	2.00	0.00
Nasıfoğlu	50-100 mm	61.60	2.00	3.20	10.00	22.80	0.40	0.00
	18-50 mm	76.00	3.20	1.20	5.20	11.20	2.80	0.40
	10-18 mm	74.00	3.60	1.60	5.20	12.80	2.80	0.00
	6-10 mm	79.60	2.00	1.20	5.20	9.20	2.40	0.40
	0-6 mm	79.20	1.20	1.60	4.00	13.20	0.80	0.00
Sulu	50-100 mm	58.00	6.80	1.20	8.00	25.20	0.80	0.00
	18-50 mm	63.20	4.40	1.60	13.20	17.20	0.40	0.00
	10-18 mm	64.40	8.00	1.60	10.40	14.40	1.20	0.00
	6-10 mm	53.20	8.40	1.60	9.20	26.00	1.60	0.00
	0-6 mm	70.40	6.80	0.40	4.40	18.00	0.00	0.00

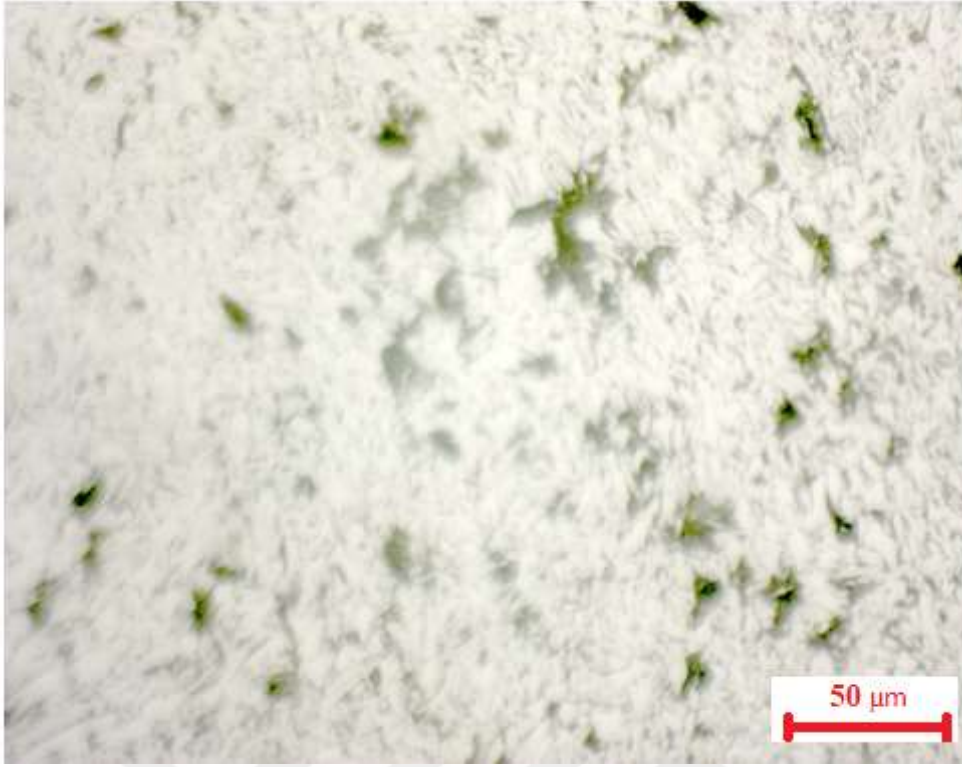
4.9.1. Numunelere Ait Mikrofotograflar

4.9.1.1. Piç Damarına Ait Mikrofotograflar

Piç damarına ait çeşitli mikrofotograflar Şekil 4.26.a ile Şekil 4.26.k arası verilmiştir.



Şekil 4.26.a Fuzinit (Sıkışmış bogen yapısı, sıkışma sonucu bogen yapı kırılanmıştır)



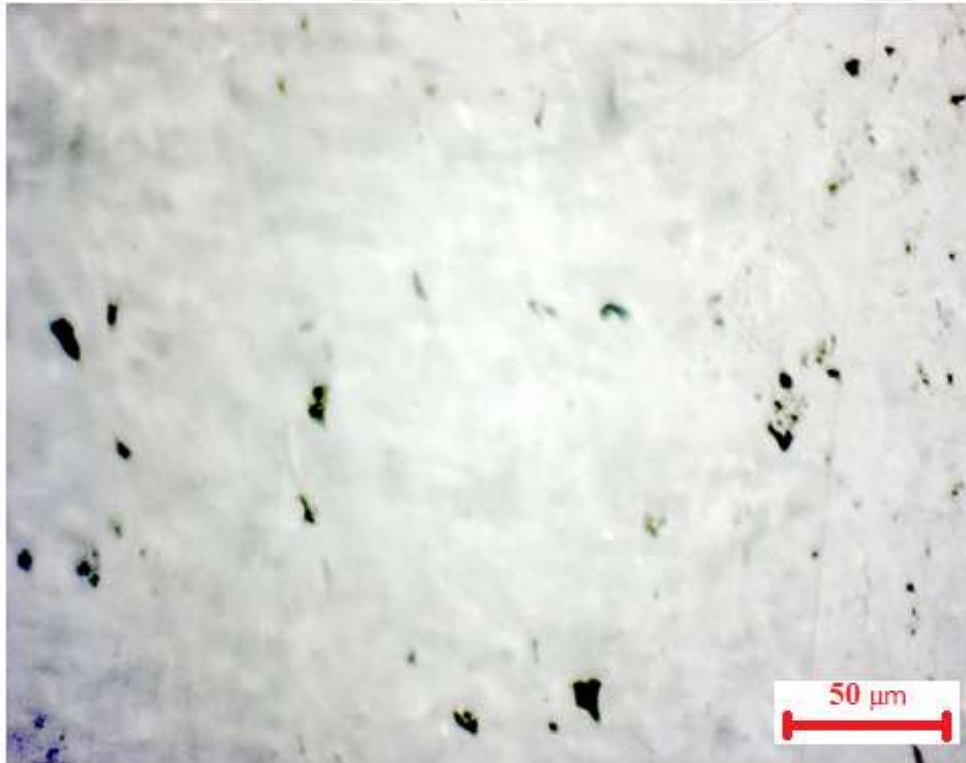
Şekil 4.26.b Fuzinit(Sıkışmış bogen yapısı, sıkışma sonucu bogen yapı kırıklanmıştır, ancak sıkışma ile boşluklar önemli düzeyde kapanmıştır)



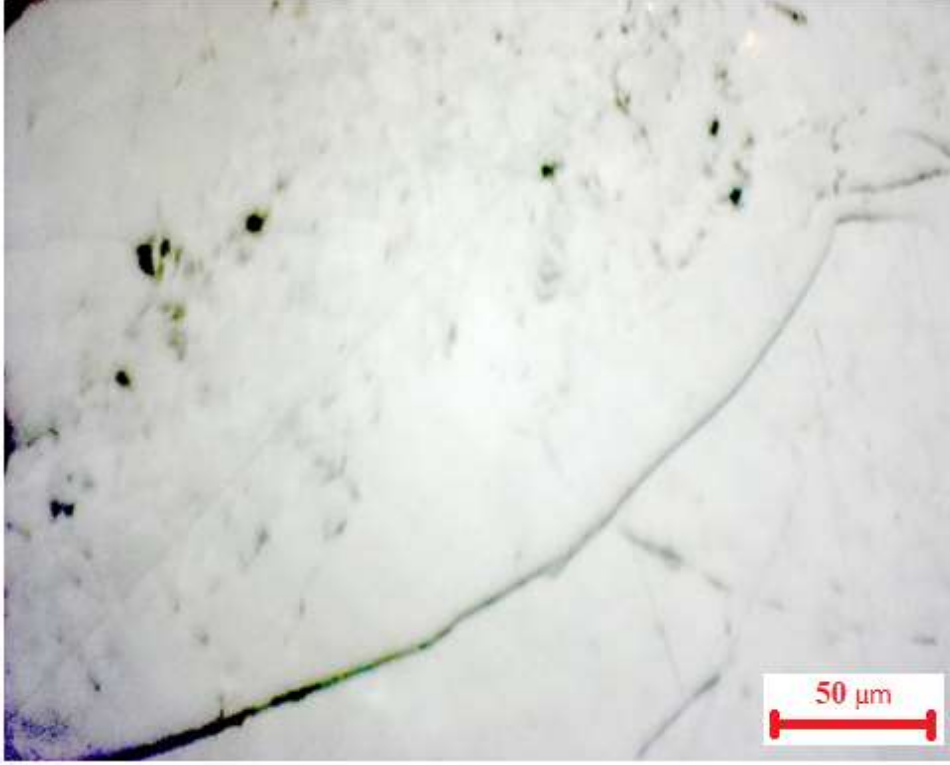
Şekil 4.26.c İntertinit, semifusinit, inertinit ve liptinit(farklı yansıtma özelliğine sahip semifuzinit bantları ve detrinitik formda inertinitler, liptinit-sporinit maseralı)



Şekil 4.26.d Vitrinit, (psödovitriini, yalancı vitrinit, kenarlarda testre dişi ve içe dönük açıklıklar ve iç kesimde sınırlı açıklıklar vitrinitten ayırımı ifade eder, yansıtma düzeyi vitrinit ile aynı veya sınırlı düzeyde daha yüksektir)



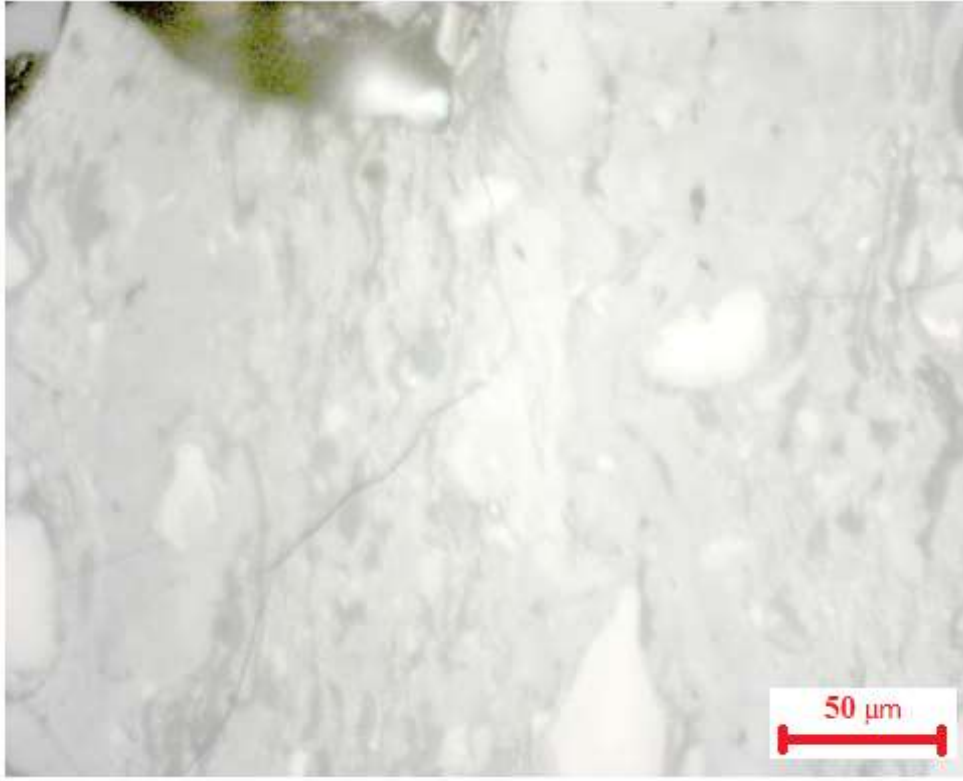
Şekil 4.26.e Semifusinit (yansıtma seviyesi vitrinite yakın, sıkışma sonucu sınırlı boşluklar, yüzey dalgalı görüntülü)



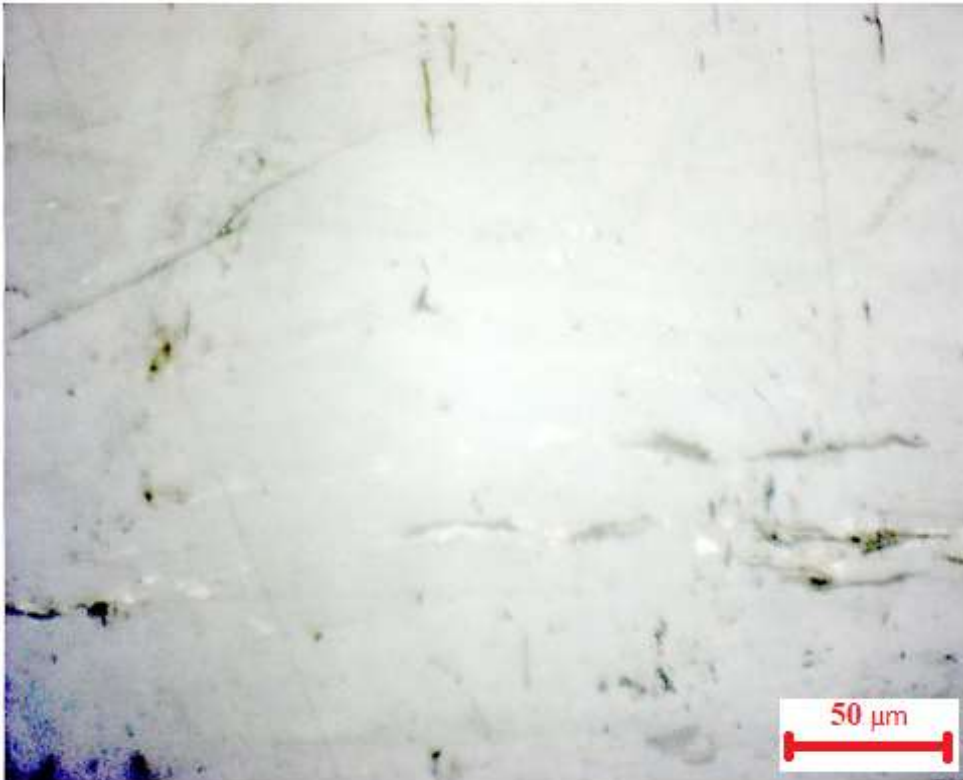
Şekil 4.26.f Vitrinit ve Semifüzinit (üst kesimde boşluklu yapı gösteren semifüzinitten vitrinite geçiş, her iki maseral de aynı yansıtma derecesine sahip)



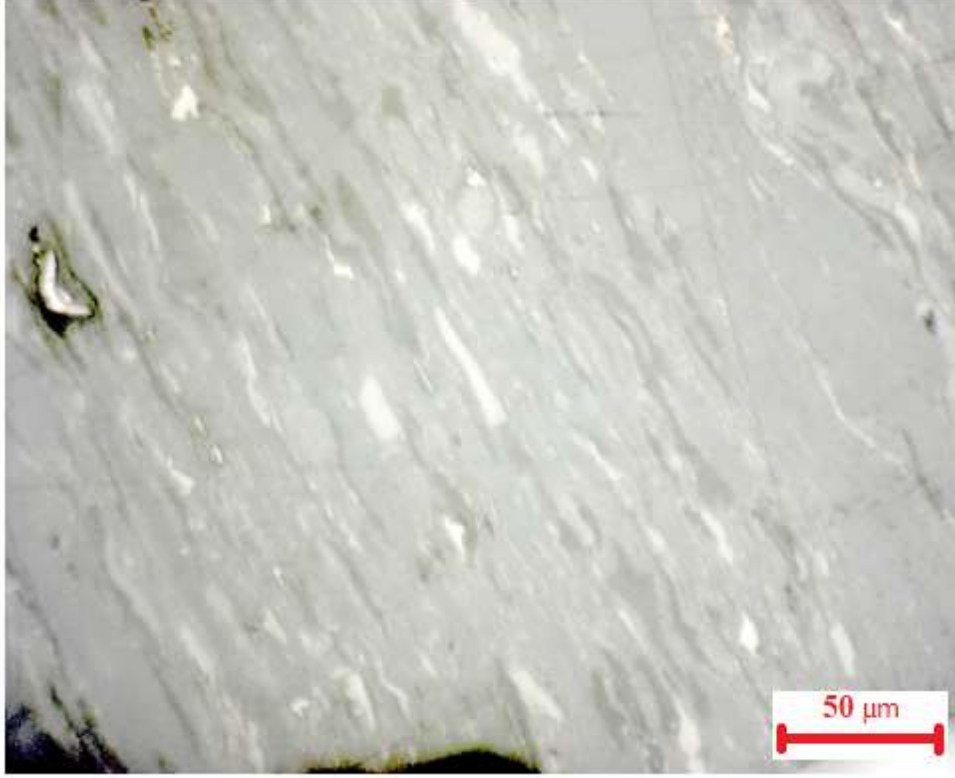
Şekil 4.26.g Vitrinit ve Semifüzinit (üst kesimde boşluklu yapı gösteren semifüzinitten vitrinite geçiş, her iki maseral de aynı yansıtma derecesine sahip)



Şekil 4.26.h İnertinit, semifusinitinertinit ve liptinit (farklı yansıtma özelliğine sahip semifuzinit bantları ve detrinitik formda inertinitler, liptinit-sporinit yapısında)



Şekil 4.26.i Vitrinit, liptinit (vitrinitik hamur içerisinde gömülü liptinit sporinit yapısında)



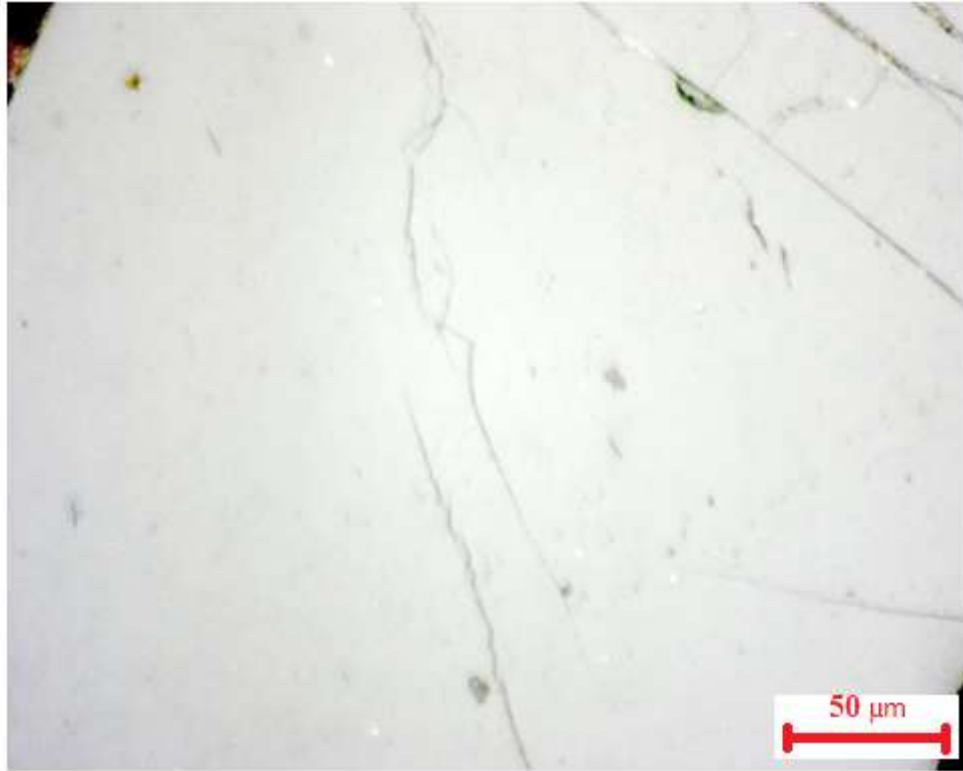
Şekil 4.26.j Vitrinit, liptinit, inertinit (vitrinitik hamur içerisinde gömülü liptinit-sporinit yapısında ve detrititkinertinit)

4.9.1.2. Piriç Damarına Ait Mikrofotograflar

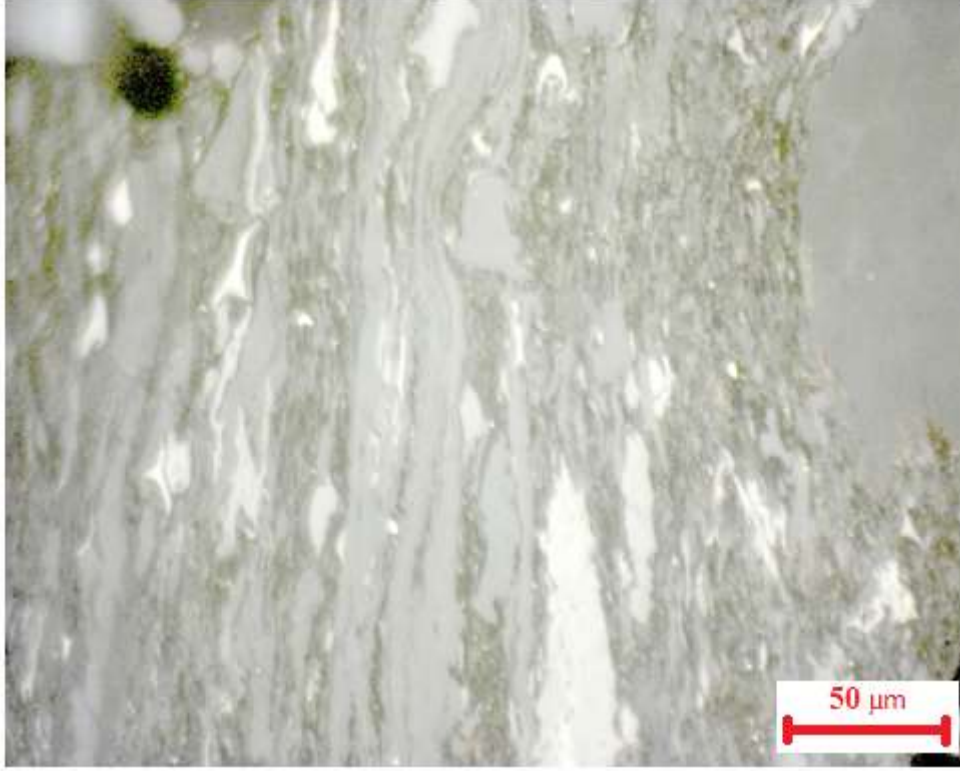
Piriç damarına ait çeşitli mikrofotograflar Şekil 4.27.a ile Şekil 4.27.1 arası verilmiştir.



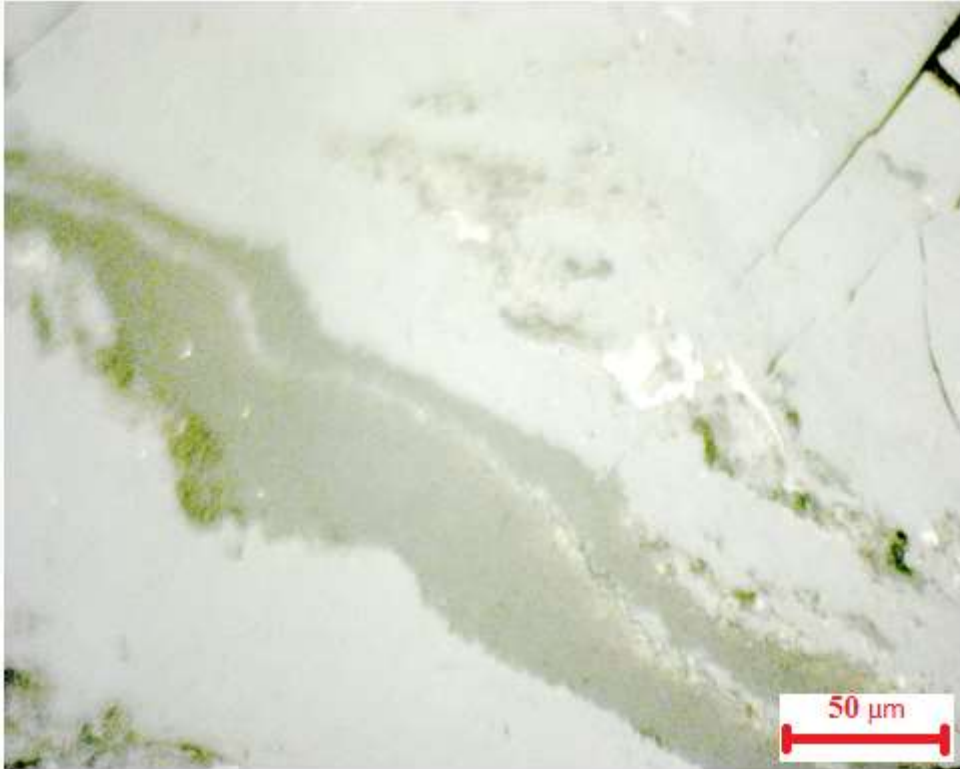
Şekil 4.27.a Semifüzinite (yüksek yansıtımalı, sıkışma nedeniyle boşluklar önemli düzeyde kapanmış)



Şekil 4.27.b Vitirinite (telakollinite, rank vitrinite olarak bilinir ve yansıtma değerleri bu maseraller üzerinde yapılıır)



Şekil 4.27.c Vitrinitik hamur içerisinde liptinitler ve kil bantları



Şekil 4.27.d Vitrinitik hamur içerisinde gömülü megasporinit



Şekil 4.27.e İntertinit/semi füzinit/mineral madde (semifüzinitik yapı içerisinde detrititik inertinitler ve mineral madde dolgusu)



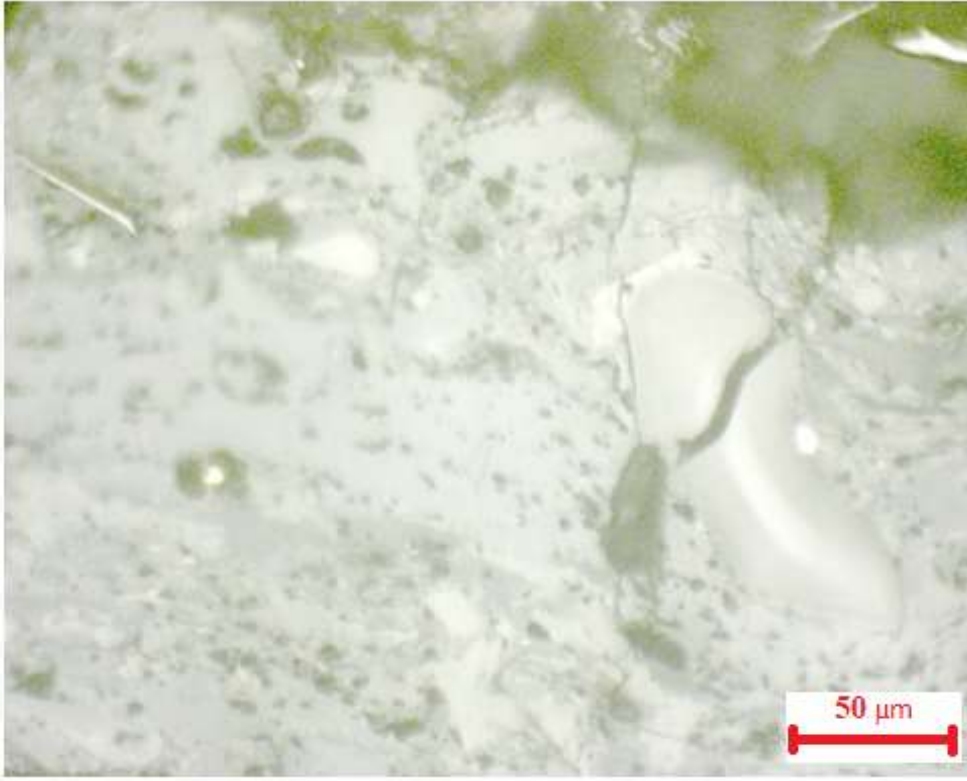
Şekil 4.27.f Pirit (Vitrinitik hamur içerisinde fromboidal ve ince taneli taneli, çatlaklara yerleşmiş)



Şekil 4.27.g Psödovitrit (dalgalı boşlukları içeren yapı vitrinitten ayrılmasını gösteriyor)



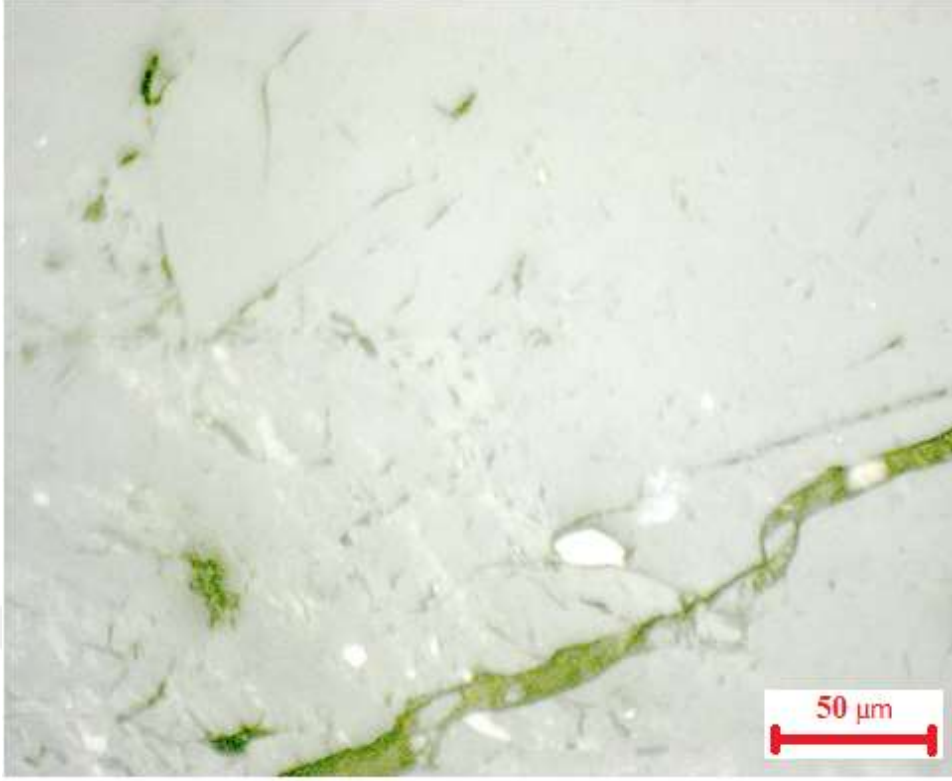
Şekil 4.27.h Vitrinit ve semifüzinite içerisinde kil bantları



Şekil 4.27.i Semifusinit ve inertinit (detritik inertinitler semifüzinitler içersine gömülü)



Şekil 4.27.j Semifüzinit/vitrinit



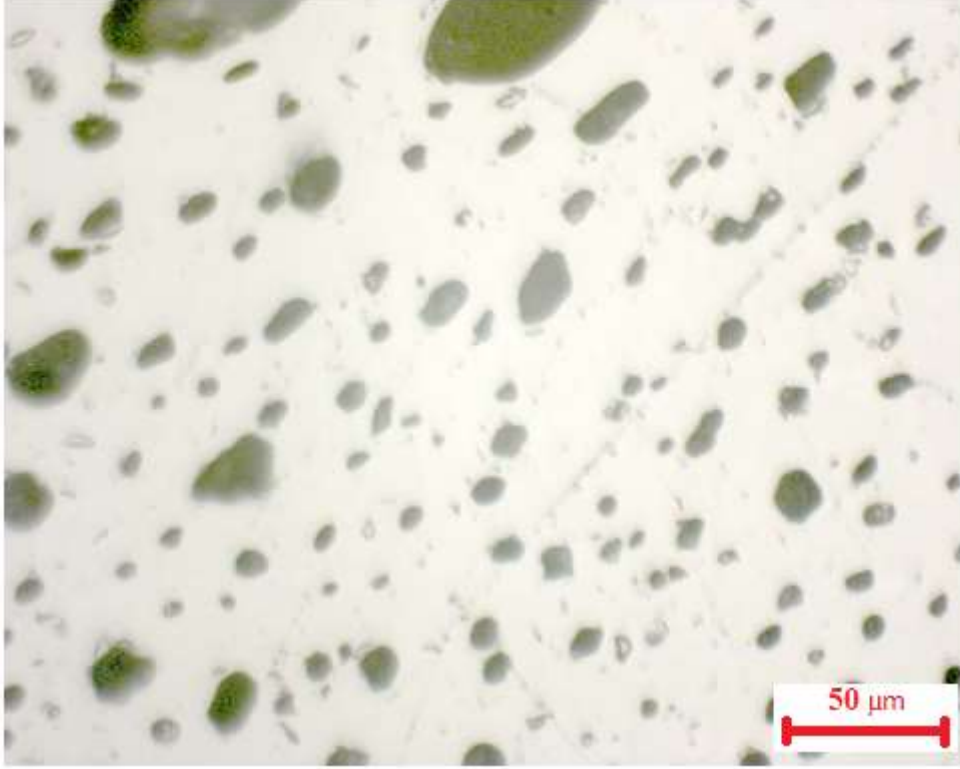
Şekil 4.27.k Vitrinit/semifüzinit (Semifusinitten vitrinite geçiş)



Şekil 4.27.1 Vitrinit/liptinit/inertinit/semifüzinit (semi füzinittenvitrinite geçiş, her iki yapı içerisinde gömülü liptinit-resinit ve detrinitik inertinitler).

4.9.1.3. Nasifoglu Damarına Ait Mikrofotograflar

Nasifoglu damarına ait çeşitli mikrofotograflar Şekil 4.28.a ile Şekil 4.28.k arası verilmiştir.



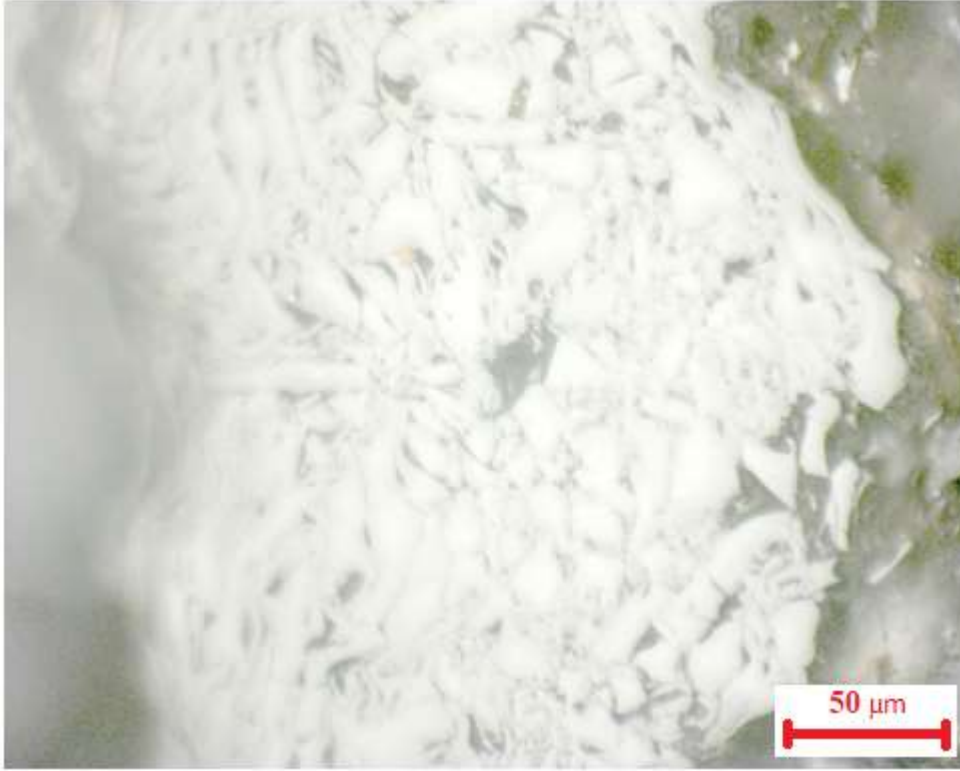
Şekil 4.28.a Semifusinit (yansıtma seviyesi yüksek)



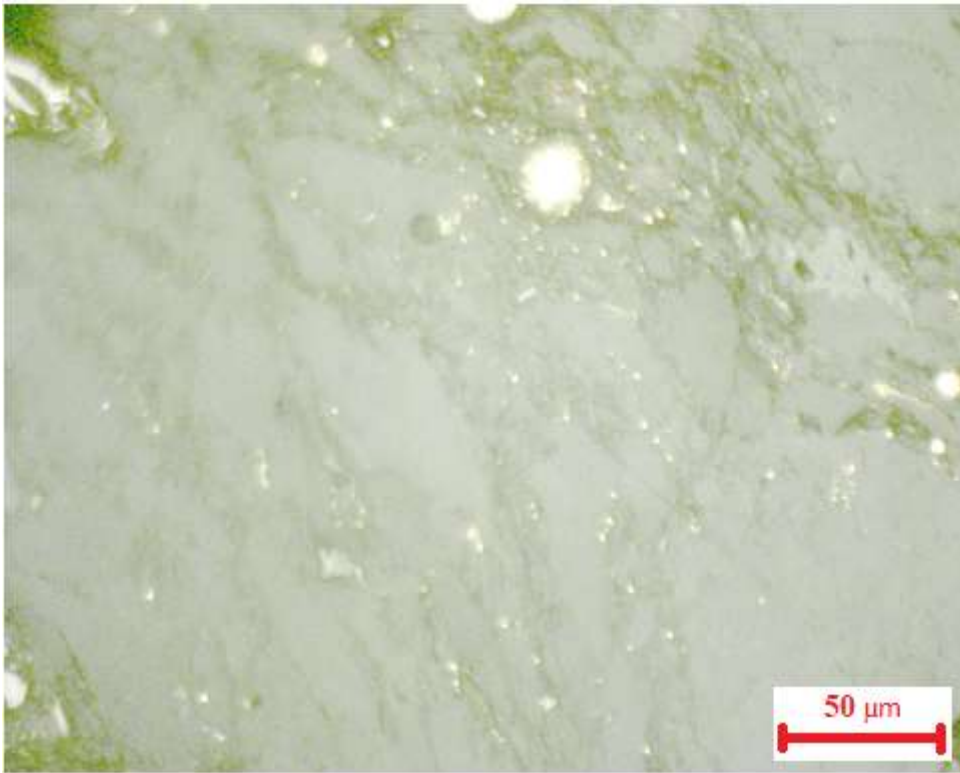
Şekil 4.28.b Semifusinit (yüksek yansıtma ve boşluklu yapı vitrinitte ve psödovitritinden ayrılmayı gösteriyor)



Şekil 4.28.c Vitrinit (telakollinit, rank vitrinite olarak bilinir ve yansıtma değerleri bu maseraller üzerinde yapılır)



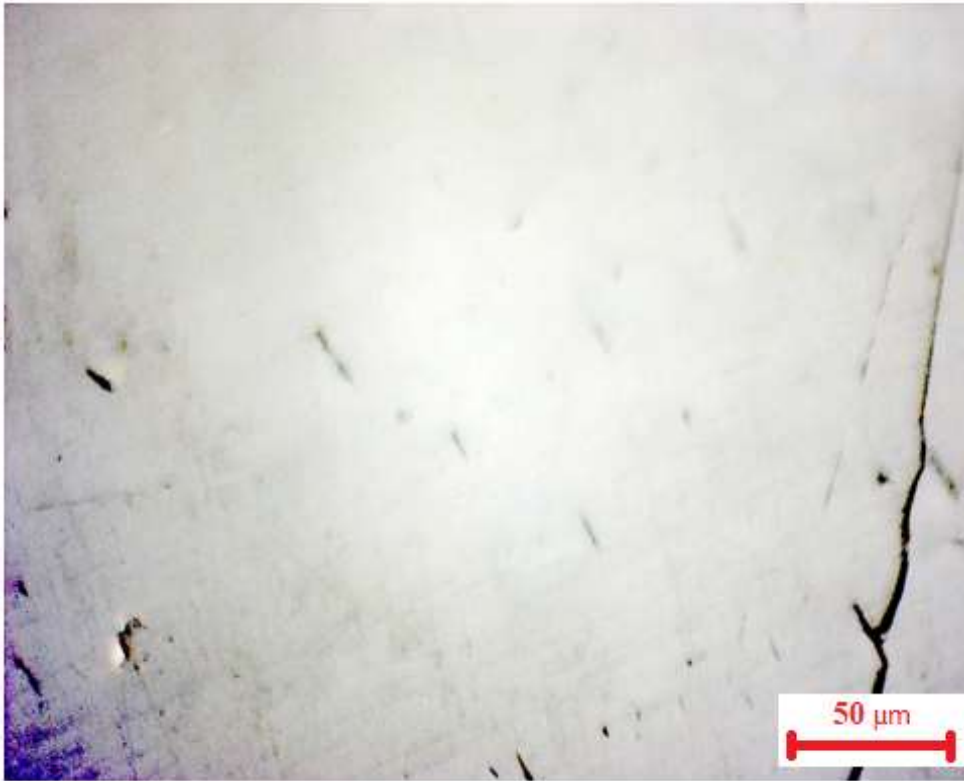
Şekil 4.28.d Fusinit (semi füzinit, sıkışma sonucu boşluklu yapı kırılarak sıkılaştırmış)



Şekil 4.28.e Pirit (vitrinit içinde çatlaklara yerleşmiş disseminerombusal ve fromboidal pirit tanecikleri)



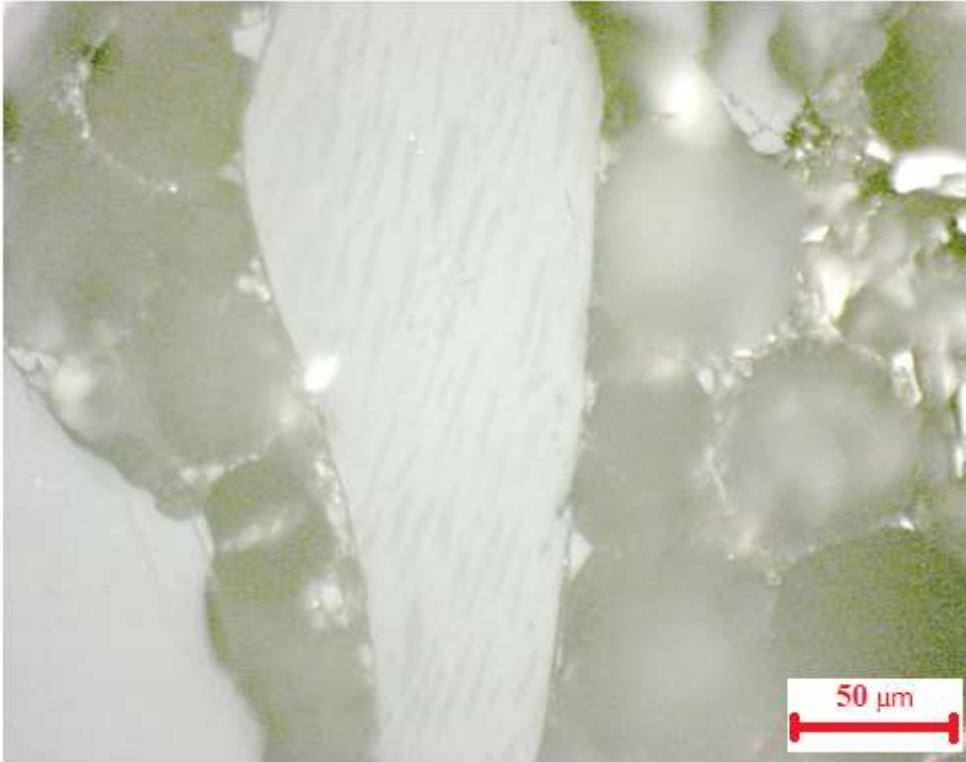
Şekil 4.28.f Vitrinitten semifüzinite geçiş, ayrıca detritil inertinitler dağılımı şekilde



Şekil 4.28.g Psödovitrit (Telekollinite oranla daha yüksek yansıtması ve dış yüzeylerde içe yönelmiş açıklıklar ve iç yüzeyde sınırlı açıklıklar)



Şekil 4.28.h Vitrinitten semifüzünite geçiş vitrinit içerisinde inertodetrinitler.



Şekil 4.28.i Vitrinit (Tellinit, hücre içleri rezin dolgusu)



Şekil 4.28.j Vitrinit ve çeşitli formlarda (reaktif ve inert) semifüzinit



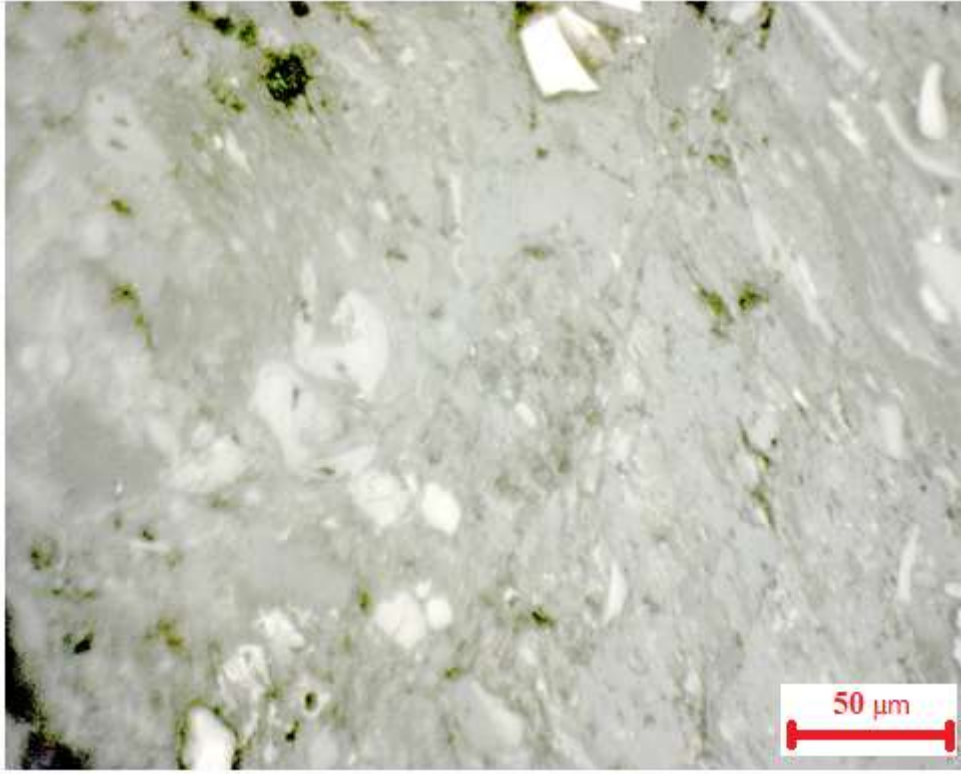
Şekil 4.28.k Vitrinit hamuru içerisinde sporinit ve inertinit

4.9.1.4. Sulu Damarına Ait Mikrofotograflar

Sulu damarına ait çeşitli mikrofotograflar Şekil 4.29.a ile Şekil 4.29.k arası verilmiştir.



Şekil 4.29.a Mineral madde ve vitrinit(tane hem organik hemde inorganik kısımlardan oluşuyor, serbest haldeki bu tane atığa giderse atık külünü düşürür, temiz kömüre giderse kül içeriğini yükseltir



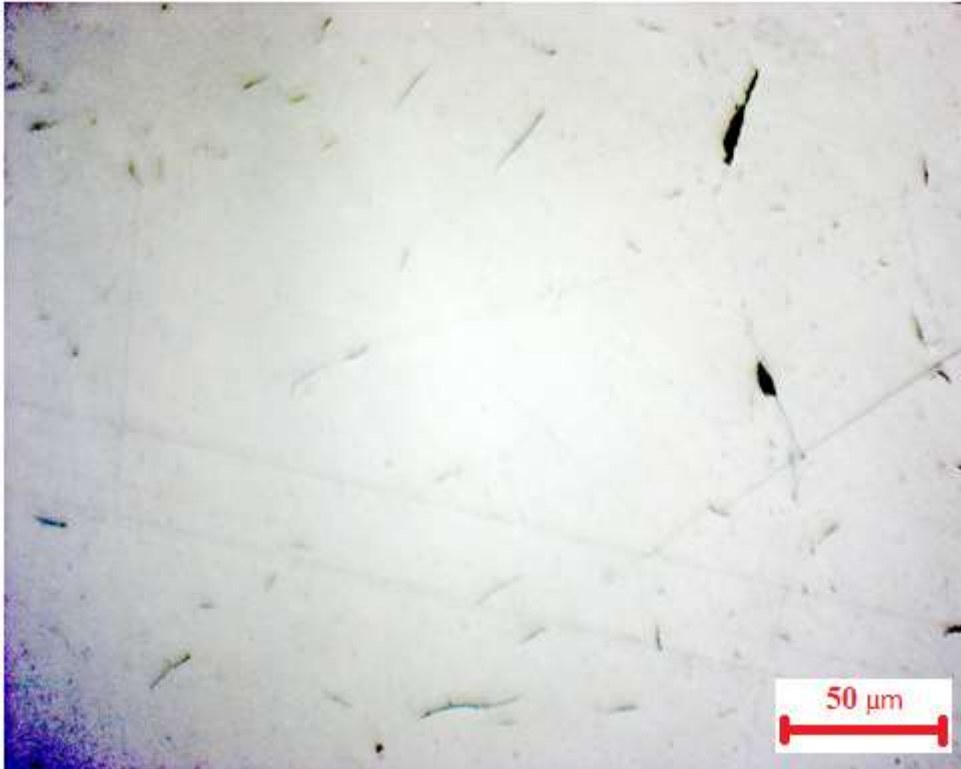
Şekil 4.29.b Vitrinit yapısı üzerinde inertodetrinitler (reaktif hamur içine gömülü inertinitler yanma sırasında reaktif davranabilmektedir)



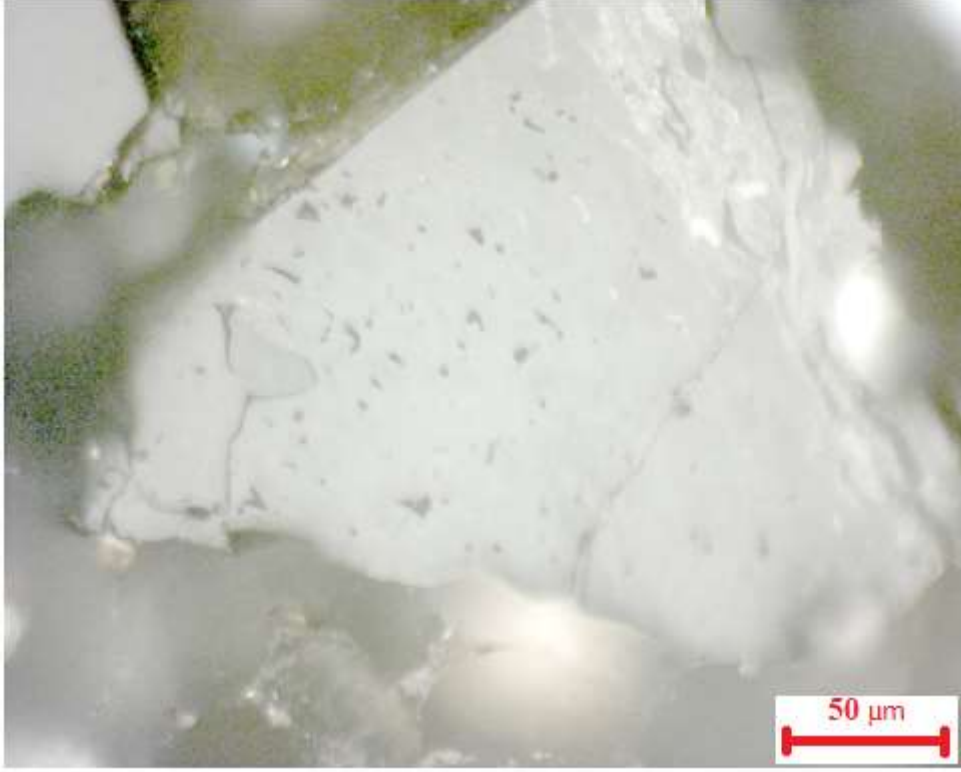
Şekil 4.29.c Mikro faylanma (Mikro düzeyde kırıklanma sonucu sporinir kırılmış ve oluşan baskı üzerine birbiri üzerine binmiştir)



Şekil 4.29.d Vitrinitik hamur içerisinde inertodetrinitler ve sporinitler



Şekil 4.29.e Psödoitrinit (gri seviyesi vitrinitle aynı ancak yapı içinde meydana gelen açılmalar vitrinitten ayrımı sağlar)



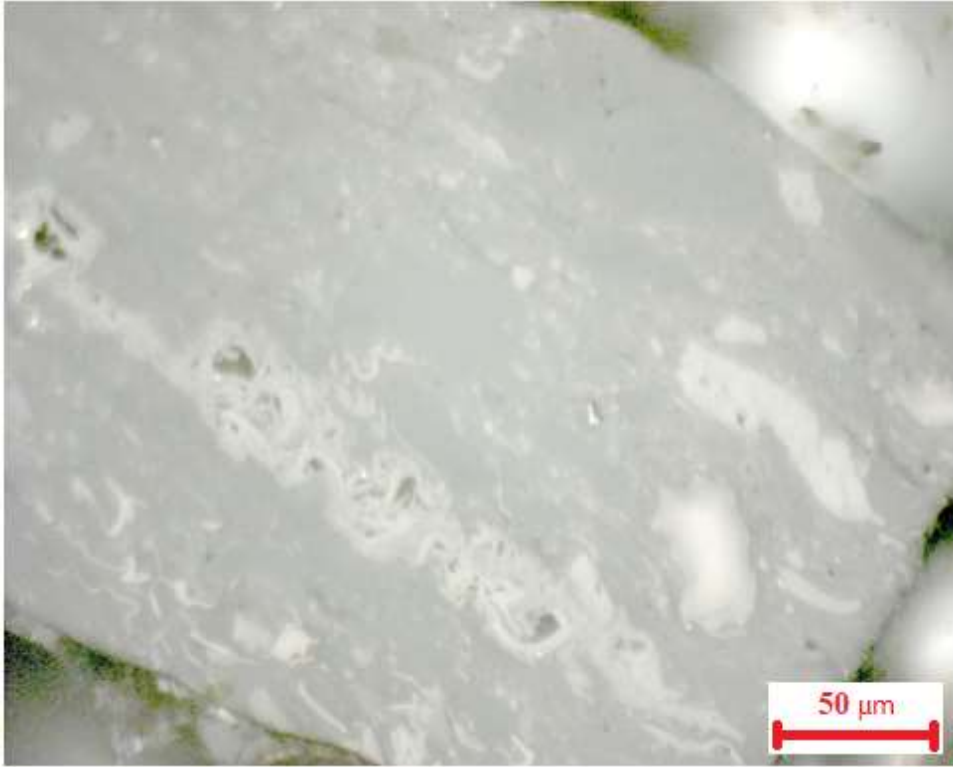
Şekil 4.29.f Semifusinitten vitrinite doğru geçiş (vitrinit ve semifüzinit aynı gri seviyesindedirler, semi füzinit boşluklu yapı ile atırt edilmektedir)



Şekil 4.29.g Semifusinit (yüksek ve düşük yansıtımlı semifüzünitler, parlak olan nispeten daha düşük reaktivite gösterir)



Şekil 4.29.h Semifünitten vitrinite geçiş (vitrinitik hamur içerisinde sporinitler ve detritik inertiniler)



Şekil 4.29.i Vitrinitinik hamur içerisinde inertodetrinitler ve fusinit.

BÖLÜM 5

SONUÇ

Bu çalışmada üzümez bölgesindeki kömür damarlarının yıkanabilirlik özellikleri belirlenerek, kullanımına yönelik veriler oluşturulmuştur. 4 kömür damarından yerinde numune alınmış, tüvenan kömür özellikleri belirlenmiştir. Yüzdürme çalışmaları; 50-100mm, 18-50mm, 10-18mm, 6-10mm, 0,5-6mm boyut gruplarında yapılmıştır. Ağır ortam çinko klorürün suda çözünmesiyle elde edilmiştir. Yüzdürme çalışmaları her kömür damarına ait boyutlandırılmış örneklerin sırasıyla 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80 ve 1.90 g/cm³ yoğunluklarda yüzdürülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Yüzen örnekler kısa analiz ve organik elementel bileşim analizine tabi tutulmuştur. Organik elementel bileşim karbon, kükürt ve hidrojenin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Azot analizi, cihazın teknik özelliklerinin uygun olmaması nedeniyle yapılmamıştır. Ancak Zonguldak kömürlerinin azot içeriğinin %1 civarında olduğu bilinmektedir.

Karbon, hidrojen, kül ve kalori değerleri birbiri ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Kül ve kalori arasında lineer olarak doğrusal bir ilişki mevcut olup korelasyon katsayısı 1'e yakındır. Aynı durum kül-karbon, kül-hidrojen ve karbon-hidrojen arasında da gözlenmiştir.

Piç damarı oldukça yüksek kül içeriğiyle dikkat çekmektedir. Piç damarı bileşim külü %64,5 civarındadır. Piç damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 15,99'u oluşturmakla olup, en düşük yoğunluk olan 1,40g/cm³'te yüzen kısım %5,88 olup, kül değeri %12,86'dır. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 0-1,60g/cm³ yoğunluğa kadar olan kısım %23,27'nı oluşturmakta olup, kül değeri %14,27'dir. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90g/cm³ yoğunluğu arası %7,76 olup, kül değeri %42,49'dur. En yüksek karbon ve hidrojen değeri 10-18 mm ebatı 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımdır. En yüksek kükürt değeri 18-50mm, 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. En yüksek kalori değeri 6-10mm, 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. Bu damar kolay yıkanabilir özelliklere sahiptir.

Piriç damarı bileşim külü %37 civarındadır. Piriç damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 31,38'u oluşturmakla olup, en düşük yoğunluk olan 1,30g/cm³'te kendi içerisinde yüzen kısım %18,82 olup, kül değeri %9,48'dir. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 0-1,60g/cm³ yoğunluğa kadar olan kısım %57,17'sini oluşturmakta olup, kül değeri %12,29'dur. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90g/cm³ arası %11,9 olup, kül değeri %43,88'dir. En yüksek karbon ve hidrojen değeri 0-6mm ebatı 1,30 yoğunluğundaki kısımdır. En yüksek kükürt değeri 0,5-6mm , 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. En yüksek kalori değeri 10-18mm, 1,30g/cm³'te yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. Bu damar orta güçlükte yıkanabilir özelliklere sahiptir.

Nasifoğlu damarı bileşim külü %38 civarındadır. Nasifoğlu damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 55,46'sını oluşturmakla olup, en düşük yoğunluk olan 1,30g/cm³'te kendi içerisinde yüzen kısım %45,64 olup, kül değeri %4,63'tür. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 0-1,60g/cm³ yoğunluğa kadar olan kısım %59,86'sını oluşturmakta olup, kül değeri %7,21'dir. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90g/cm³ arası %2,02 olup, kül değeri %41,64'tür. En yüksek karbon ve hidrojen değeri 0-6mm ebatı 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımdır. En yüksek kükürt değeri 10-18mm , 1,50g/cm³yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. En yüksek kalori değeri 0,5-6mm, 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. Bu damar kolay yıkanabilir özelliklere sahiptir.

Sulu damarı bileşim külü %43 civarındadır. Sulu damarı 50-100 mm boyut grubu toplamın % 50,30'sını oluşturmakla olup, en düşük yoğunluk olan 1,30'g/cm³'te kendi içerisinde yüzen kısım %10,80 olup, kül değeri %4,27'tür. Demir-çelik sektöründe kok üretiminde kullanılması mümkün olan 0-1,60g/cm³yoğunluğa kadar olan kısım %50,71'ini oluşturmakta olup, kül değeri 7,69'dur. Ara ürün olarak değerlendirilebilecek olan 1,60-1,90g/cm³ arası %1,56 olup, kül değeri 33,62'dir. En yüksek karbon ve hidrojen değeri 18-50mm ebatı 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımdır. En yüksek kükürt değeri 6-10mm , 1,60g/cm³ yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. En yüksek kalori değeri 0,5-6mm, 1,30g/cm³ yoğunluğundaki kısımda gözlenmiştir. Bu damar çok kolay yıkanabilir özelliklere sahiptir.

Bölgenin Petrografik analizleri yapılarak maserallere oranları belirlenmiştir. Zonguldak kömürleri reaktif maserallerce zengin olarak bilinmektedir. Reaktif maseraller olan vitrinit ve liptinit bileşenlerinin toplamı %65-%80 arasında değişmektedir. Bu değerlere semi-

inertinitlerinde eklenmesiyle %70-%85 değerlerine çıkmaktadır. Kömürlerin kükürt içerikleri %0,5 civarında olup çoğunlukla piridik karakterlidir. Pirit genellikle organik bileşenler içinde ince taneli olarak dağılmış durumdadır. Bu nedenle piridin ayırması mümkün olmamıştır.

Özellikle kok teknolojisi açısından düşük küllü temiz ürünler birleştirilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Geneli itibariyle en fazla %85 vitrinit oranına ulaşan damar nasifoğludur. Diğer damarlarda vitrinit içeriği genellikle %60-70 arasındadır. Diğer bir reaktif grubu oluşturan liptinitlerin miktarı, piç damarında %5'lerde, Piriç damarında %3'lerde olup, Nasifoğlu ve sulu damarında %1-2 aralığında tespit edilmiştir. Semi-inertinitlerin mikroskobik özellikleri ve teknolojik davranışlarıyla vitrinit ve inertinit grubu arasında yer alırlar. Bunların bir kısmının koklaşma ve yanma sırasında reaktif özellik taşıdığı bilinmektedir. Semi-inertinitler en yüksek düzeyde piriç damarında (%32 civarında) tespit edilmiştir.

Üzülmez bölgesi kömür damarlarının bileşim kül değerlerine göre elde edilecek kok kömür miktarları ve santral, çimento yakıtı olarak değerlendirilebilecek ara ürün miktarları ortaya konulmuştur.

Çalışma hem üretilen kömür özelliklerine ait verilerin güncellenmesi hem de kömür özelliklerinin sağlıklı bir şekilde ilişkilendirerek, ihtiyaç duyulan, yaygın verilerin kül değerlerinden üretilebileceğini ortaya koymuştur. Havza kömürlerine ait diğer üretim alanlarında da benzer çalışmalar yapılarak, havzanın kok üretiminde kullanılabilir kömür potansiyelinin ortaya konması , gelecek çalışmalar için önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Kural O** (1994) Coal, İTÜ Maden Fakültesi. 490.
- Ateşok G**(1986) Kömür Hazırlama, Güney Matbaası, İstanbul, 191 s.
- Stach E, Machowsky MTh, Teichmüller M, Taylor GH, Clandra D and Teichmüller R** (1982) Stach's textbook of coal petrology, Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- TKİ** (2010) Linyit Sektör Raporu 2010, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Ankara
- Ateşok G**(2004) Kömür Hazırlama ve Teknolojisi, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Yayınları, İstanbul, 376 s.
- BP** (2017) BP Statistical Review of World Energy 2017 Coal, 49pp.
- IEA** (2014) Coal Information, 668pp.
- BP** (2014) BP Statistical Review of World Energy 2014 Coal, 45pp.
- TKİ** (2015) Linyit Sektör Raporu Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Ankara, 78pp.
- ETKB** (2017) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 70 s.
- TKİ** (2011) Linyit Sektör Raporu, 2011, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Ankara, 25pp
- TÜİK**(2016) Türkiye İstatistik kurumu kömür raporu, Sayı:24612, Ankara.
- TTK** (2016) Taşkömürü Sektör Raporu 2016, Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak 45 s.
- URL1**(2017) https://www.worldcoal.org/sites/default/files/resources_files/coal_resource_overview_of_coal_report%2803_06_2009%29.pdf



ÖZGEÇMİŞ

Gökhan SARIHAN 1989'da Iğdır/Merkez'de doğdu; ilk ve orta öğrenimini Iğdır'da; lise öğrenimini ise MEV Anadolu lisesinde tamamladı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümüne girdi. 2013 yılında mezun olduktan sonra iki yıl özel sektörde çalıştı. Daha sonra 2015 yılında TTK'nda iş başı yaptı ve halen aynı görevinde devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres :TTK Genel Müdürlüğü /Pazarlama Daire başkanlığı
67100 Merkez/Zonguldak
Tel : (372) 259 49 54
E-posta : gokhansarihan@windowslive.com