

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ASFALTİT ASFALTININ ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
GELENEKSEL RAFİNERİ ASFALTI İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Caner GÜNDOĞDU

HAZİRAN 2009

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ASFALTİT ASFALTININ ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
GELENEKSEL RAFİNERİ ASFALTI İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

İnş. Müh. Caner GÜNDOĞDU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İnşaat Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09.06.2009
Tezin Savunma Tarihi : 26.06.2009**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Şeref ORUÇ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Fazıl ÇELİK
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kemal SANCAK**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, inşaat mühendisliği anabilim dalı yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bana değerli zamanını ayıran, çalışmada hiçbir yardımını esirgemeyen, hem bilimsel anlamda, hem de kişiliğiyle kendime örnek aldığım, ufkumu açan; tecrübeleri ile mesleki deneyim kazanmamı sağlayan, saygıdeğer danışman hocam yrd. Doç. Dr. Şeref ORUÇ' a ve Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Kemal SANCAK ' a içtenlikle teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ders aldığım, almadığım, kendini bilime adanmış, birçok kaliteli insan yetiştirmiş, bütün hocalarımın önünde saygıyla eğilir, teşekkür ederim.

Gerek laboratuvar çalışmalarında gerekse de malzeme temininde bana yardımcı olan karayolları 10. Bölge müdürlüğü araştırma başmühendisliği elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Beni yetiştirip bu topluma kazandıran ve sabırla destek olan aileme, çalışma süresince yardımını görüp ismini saymadığım herkese içtenlikle teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Caner GÜNDOĞDU
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| ÖNSÖZ..... | II |
| İÇİNDEKİLER..... | III |
| ÖZET..... | VI |
| SUMMARY..... | VII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | VIII |
| TABLolar DİZİNİ..... | IX |
| 1. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 1.1. Giriş..... | 1 |
| 1.2. Problemin Tanımı ve Çalışmanın Amacı..... | 3 |
| 1.3. Konunun Geçmişi..... | 4 |
| 1.4. Bitümlü Bağlayıcılar..... | 6 |
| 1.4.1 Katranlar..... | 6 |
| 1.4.2. Asfaltlar..... | 7 |
| 1.4.2.1. Asfalt Çimentoları..... | 9 |
| 1.4.2.2. Okside Asfaltlar..... | 9 |
| 1.4.2.3. Termal Asfaltlar..... | 10 |
| 1.4.2.4. Sıvı Asfaltlar..... | 10 |
| 1.4.2.4.1. Kat-Bek Asfaltlar..... | 10 |
| 1.4.2.4.2. Asfalt Emülsiyonları..... | 11 |
| 1.4.3. Doplar..... | 12 |
| 1.5. Asfaltit..... | 12 |
| 1.5.1. Asfaltik Maddelerin Oluşumu..... | 15 |
| 1.5.2. Asfaltik Maddelerin Fiziksel Özellikleri..... | 15 |
| 1.5.3. Asfaltik Madde Zuhurlarının Yayılım Sahası Jeolojisi..... | 20 |
| 1.5.4. Asfaltik Maddelerin Değişik Karakterine İlişkin Hususlar..... | 21 |
| 1.5.5. Güneydoğu Anadolu Asfaltik Maddelerinin Kimyasal Özellikleri..... | 22 |
| 1.5.6. Dünyadan ve Türkiye’den Bazı Asfaltik Madde Türleri ve Özellikleri..... | 23 |
| 1.5.6.1. Gilsonit..... | 23 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.5.6.2. | Saf Zift | 24 |
| 1.5.6.3. | Grahamit | 24 |
| 1.5.6.4. | Vurtzilit..... | 24 |
| 1.5.6.5. | Impsonit | 25 |
| 1.5.6.6. | Albertit..... | 25 |
| 1.5.7. | Türkiye’de Bulunan Asfaltit Filonları | 25 |
| 1.5.7.1. | Avgamasya Filonu | 25 |
| 1.5.7.2 | Milli Filonu | 26 |
| 1.5.7.3. | Anılmış – Karatepe Filonu..... | 26 |
| 1.5.7.4 | Seridahli Filonu | 26 |
| 1.5.7.5 | Nivekara Filonu | 26 |
| 1.5.7.6. | İspin Doruk – Anılmış Filonu..... | 27 |
| 1.5.7.7. | Segürük Filonu | 27 |
| 1.5.7.8. | Harbul Filonu | 27 |
| 1.5.8. | Avgamasya Filonunun Özellikleri | 28 |
| 1.5.9. | Asfaltit Rezervini Değerlendirecek Alternatif Yöntemler..... | 30 |
| 1.6. | Türkiye’deki Toplam Petrol Rezervi | 31 |
| 1.6.1. | Türkiye’nin Yıllık Ham Petrol Üretim ve Tüketim Miktarı..... | 32 |
| 2. | YAPILAN ÇALIŞMALAR | 34 |
| 2.1. | Asfaltit Asfaltı | 34 |
| 2.1.1. | Penetrasyon Deneyi | 35 |
| 2.1.2. | Düktilite Deneyi | 35 |
| 2.1.3. | Yumuşama Noktası Deneyi | 36 |
| 2.1.4. | İnce Film Halinde Isıtma Kaybı Deneyi | 37 |
| 2.1.5. | Isıtma Kaybı Sonrası Yumuşama Noktası Deneyi | 38 |
| 2.1.6. | Isıtma Kaybı Sonrası Penetrasyon Deneyi | 38 |
| 2.1.7. | Parlama Noktası Deneyi | 38 |
| 2.1.8. | Özgül Ağırlık Deneyi | 39 |
| 2.1.9. | IR (İnfrared Spektrometre) Deneyi..... | 39 |
| 3. | BULGULAR VE İRDELEME | 41 |
| 3.1 | IR Spektrumundan Elde Edilen Bulgular | 41 |
| 3.2 | Penetrasyon Deneyinden Elde Edilen Bulgular..... | 44 |
| 3.3. | Düktilite Deneyinden Elde Edilen Bulgular | 44 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.4 | Yumuşama Noktası Deneyinden Elde Edilen Bulgular | 45 |
| 3.5. | İnce Film Halinde Isıtma Kaybı Deneyinden Elde Edilen Bulgular | 46 |
| 3.6. | Isıtma Kaybı Sonrası Penetrasyon Deneyinden Elde Edilen Bulgular | 46 |
| 3.7. | Isıtma Kaybı Sonrası Yumuşama Noktası Deneyinden Elde Edilecek Bulgular | 47 |
| 3.8. | Parlama Noktası Deneyinden Elde Edilen Bulgular | 48 |
| 4. | SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 50 |
| 5. | KAYNAKLAR | 53 |
| ÖZGEÇMİŞ | | |

ÖZET

Asfalt, yol kaplama karışımlarında agregaların birbirine bağlanmasında kullanılan temel bir bağlayıcıdır. Kökeni petrol olmakla beraber petrolün damıtılmasıyla çökeltim kulesinin dibinde kalan çökelektir. Bunun haricinde doğal göllerde de bulunabilmektedir.

Asfalt petrolün damıtılmasıyla elde edildiğinden petrol üretme olanağına sahip olmayan ülkeler petrolü ithal etmek zorunda kalmaktadırlar.

Bu noktada ülkemizin petrol ithal eden bir ülke olduğu gerçeğini ve her yıl 20 milyon tondan fazla petrol ithal ettiğimizi hatırlatmanın faydası vardır. Ülkemiz kaynakları bol olan bir ülke olmadığından bu soruna bir çözüm bulunması gerekmektedir.

Ülkemizin Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan bir kaynaktan faydalanabileceğimizden bahsetmek gerekmektedir. Şırnak ili sınırları içerisinde ocaklardan çıkarılan, kömüre benzerliği sebebiyle uzun yıllar boyunca kömür olarak kullanılmış olan “asfaltit” adı verilen bir agreganın içerisinde bulunan asfalt sayesinde ülkemizin asfalt ithali sorununa çözüm olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada asfaltit asfaltı ile geleneksel rafineri asfaltı fiziksel ve kimyasal olarak karşılaştırılmış ve asfaltit asfaltının kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Yapılan ön çalışmalarda asfaltitten çözücüler yardımıyla çıkarılan asfalt ile geleneksel asfalt numuneleri KTÜ Kimya Bölümü laboratuvarlarında IR deneylerine tabi tutulmuş ve arada büyük benzerlikler görülmüştür. Bu benzerlikler fiziksel özellikler açısından da benzerlikler olabileceği yönünde yorumlanmıştır.

Bu yorumdan hareketle asfaltit asfaltı üzerine standart asfalt kalite kontrol deneyleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar TS 12591 standartlarıyla karşılaştırılmıştır.

Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar umut verici olmaktadır. Asfaltit asfaltının, geleneksel asfaltın yerine kullanılabilirliğinin araştırılmasına devam edilmesi yolunda önemli katkılar sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asfaltit, Asfaltit Asfaltı, Asfalt, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

SUMMARY

Determine the properties of asphaltite asphalt and compare with refinery asphalt

Asphalt is the basic material which is using for binding the aggregate in asphalt road pavement mixtures. Petroleum origin asphalt obtains from the sediments in the bottom of the distillation tower. Beside that way asphalt can be obtain from the asphalt lakes.

Countries which can not produce oil need to export the oil from the other country because of obtain asphalt from oil.

At that point it is necessary to remind that Turkey is not a country which can be produce oil and export nearly 20 million tons of oil. Turkey is not a rich country for that reason it is really necessary to solve this problem.

It is necessary to remind a material from Şırnak in the Southeast Anatolia called as Asphaltite , which is similar of coal and used as a coal will be a solution of the asphalt problem of Turkey by its asphalt content.

In this study asphaltite asphalt and refinery asphalt compared by physical and chemical properties and investigate asphaltite asphalt usage.

In preliminary studies asphaltite asphalt separate from the asphaltite by the strong solvent like toluene and in K.T.U Chemical Department laboratory made IR tests on asphaltite asphalt and refinery asphalt. There are some similarities in both sample IR test result and this make us think that there will be physical similarities.

Key Words: Asphaltite, Asphaltite Asphalt, Asphalt, Physical and Chemical Properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Şekil 1. Sıvı petrol asfaltı türleri | 10 |
| Şekil 2. Petrolden metamorfoz sonucu oluşan asfaltik maddeler | 14 |
| Şekil 3. Geleneksel rafineri asfaltı IR analiz sonucu | 42 |
| Şekil 4. Asfaltit asfaltı IR analiz sonucu | 43 |
| Şekil 5. Penetrasyon deneyinden elde edilen bulgular | 44 |
| Şekil 6. Yumuşama noktası deneyinden elde edilen bulgular | 45 |
| Şekil 7. İnce film halinde ısıtma kaybından elde edilen bulgular..... | 46 |
| Şekil 8. Isıtma kaybı sonrası penetrasyon deneyinden elde edilen bulgular | 47 |
| Şekil 9. Isıtma kaybı sonrası yumuşama noktası tayini deneyinden elde edilen bulgular | 48 |
| Şekil 10. Parlama noktası deneyinden elde edilen bulgular | 49 |

TABLolar DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Tablo 1. Türkiye’de işlenen ham petrol ve üretilen asfalt miktarları | 2 |
| Tablo 2. Asfaltitlerin kimyasal özellikleri | 9 |
| Tablo 3. Kat- bek asfalt türleri | 11 |
| Tablo 4. Asfalt emülsiyon tipleri | 12 |
| Tablo 5. Dünyadaki asfaltik maddelerin en önemli ayırıcı karakteristik özellikleri | 17 |
| Tablo 6. Güneydoğu Anadolu’ da ki bazı asfaltik zuhurların özellikleri | 19 |
| Tablo 7. Güneydoğu Anadolu’da bulunan asfaltik maddelerin sınıflandırılması ve mineral madde miktarları | 21 |
| Tablo 8. Asfaltitlerin kimyasal özellikleri | 22 |
| Tablo 9. Asfaltit filonları ve rezerv miktarları | 28 |
| Tablo 10. Avgamasya filonundan farklı derinliklere ait asfaltik maddelerin özellikleri | 29 |
| Tablo 11. Avgamasya sondaj numunelerinin Fischer retordunda yapılan destilasyon testi sonuçları | 30 |
| Tablo 12. Türkiye ham petrol rezervleri | 32 |
| Tablo 13. Penetrasyon deneyi sonuçları | 36 |
| Tablo 14. Düktilite deneyi sonuçları | 37 |
| Tablo 15. Isıtma kaybı sonrası penetrasyon sonuçları | 39 |
| Tablo 16. Özgül ağırlık denmeyi sonuçları | 40 |
| Tablo 17. Asfaltit asfaltı üzerine yapılan deney sonuçları ve ilgili şartname değerleri | 49 |

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada ve Türkiye’de kullanılan karayolları kaplamalarına bakıldığında çok büyük bir kısmı bitümlü sıcak karışım olarak yapılmışlardır. Asfalt çimentosu yol kaplamasında ve imalatında kullanılan değerli bir malzemedir.

Bitümlü sıcak karışımların içeriğine bakacak olursak katkısız bir bitümlü sıcak karışımda agrega ve asfalt çimentosu performans ve maliyet açısından oranları maksimize edilmek istenmektedir. Genellikle bitümlü sıcak karışım kaplamalarının ağırlıkça yüzde 95’i agrega (kaba, ince ve filler olmak üzere) yaklaşık %5’i ise asfalt çimentosundan oluşmaktadır.

Bitümlü kaplamalarda asfalt çimentosunun ağırlıkça yüzdesi sadece %5 tir.Fakat maliyet olarak bakıldığında bu oranın çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Bundan hareketle bir bitümlü sıcak kaplamanın yapım maliyeti etkileyen en önemli unsurun asfalt çimentosu olduğunu rahatlıkla görebilmekteyiz.

Asfalt çimentosu kimyasal köken olarak hidrokarbon kökenli bir maddedir. Adezyon gücünün yüksek olmasının sebebi yapı taşlarında taşıdığı bu özelliğidir. Asfalt çimentosu yine kendisi gibi hidrokarbon kökenli olan bir diğer maddeden yani petrolden elde edilir. Petrolün damıtılmasıyla elde edilen ilk ürün asfalt çimentosudur. Asfalt çimentosunun maliyetinin yüksek olmasının sebebi ise doğadan sadece petrolün damıtılmasıyla ve doğal asfalt göllerinden çıkarılmasıyla elde edilmesidir.

Türkiye’de 2004-2008 yılları arasında yıllık işlenen ham petrol ve üretilen asfalt çimentosu miktarları Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu miktarın sadece yaklaşık % 8’lik bir kısmı yerli kaynaklardan karşılanabilmektedir.

Tablo 1. Türkiye’de işlenen ham petrol ve üretilen asfalt çimentosu (AC) miktarları (milyon Ton)

| Yıl | Ham petrol (Milyon Ton) | | Toplam (Milyon Ton) | AC (Milyon Ton) |
|------|-------------------------|--------------|---------------------|-----------------|
| | Yerli kaynak | İthal kaynak | | |
| 2004 | 2,3 | 22,3 | 22.6 | 2,275 |
| 2005 | 2,2 | 23,5 | 25.7 | 2,316 |
| 2006 | 2,2 | 24,3 | 26.5 | 2,356 |
| 2007 | 2,1 | 23,3 | 24.4 | 2,2886 |
| 2008 | 2,1 | 21,4 | 23.5 | 2,242 |

Türkiye’nin tükettiği ya da başka bir deyişle kullandığı yıllık asfalt çimentosu miktarı ise 2 – 2,5 milyon ton civarındadır [2]. Kısacası Türkiye yol yapımı için kullanacağı asfalt çimentosunu yurtdışından ithal etmek yani para ödemek zorundadır.

Genel kanının aksine asfalt doğadan sadece petrolün içerisinde ya da doğal asfalt göllerinde bulunmaz. Asfalt çimentosu; petrolün ısı zaman ve basınç etkisiyle başkalaşım geçirmiş asfaltit adı verilen madenin içerisinde de bulunur [3] .

Asfaltitin yapısı da tamamen hidrokarbondur. Sadece bulunduğu bölgedeki petrol ve mineral maddelerin zamanla birleşmesi ve başkalaşım geçirerek kayaç haline gelmesiyle oluşmuştur.

Asfaltitin içerisinde yaklaşık olarak yüzde 5 ile yüzde 20 arasında değişen miktarda asfalt çimentosu bulunduğu tespit edilmiştir [4]. Bu miktar hiç de azımsanacak ya da görmezden gelinecek bir miktar değildir.

Asfaltit ülkemizde Güneydoğu Anadolu bölgesinde dağınık halde 11 filonda bulunmaktadır. Bu filonlar da ki toplam asfaltit rezervi yaklaşık olarak 80 milyon ton civarındadır. Ortalama bir değer olarak yüzde 10 asfalt muhteva ettiğini düşünürsek bu yaklaşık olarak 8 milyon ton asfalt demektir ki bu miktar Türkiye’nin yaklaşık olarak 8 ya da 10 yıllık asfalt ihtiyacını hiç dışa bağımlı olmadan yani döviz kaybetmeden karşılaması demektir [5].

Asfaltit asfaltının ele alındığı bu çalışmada çeşitli yöntemler kullanılarak asfaltitten elde edilen asfaltın geleneksel rafineri asfaltıyla olan benzerliği standart asfalt kalite kontrol deneyleri kullanılarak araştırılmış ve karşılaştırılmıştır.

1.2. Problemin Tanımı ve Çalışmanın Amacı

Asfalt kullanılarak yapılan üstyapılara ve yollara esnek üstyapı denilmektedir. Asfalt çimentosu çok iyi yapışkanlığa sahip bir malzeme olmakla beraber suya karşı da bir yalıtım sağlamaktadır. Tarih öncesi dönemlerden beri asfalt çimentosu bu sebeplerden ötürü bir yol malzemesi olarak rağbet görmektedir.

Tarih öncesinden günümüze kadar geçen zaman içerisinde birçok şey değişime uğramıştır. Teknolojik ve mühendislik alanında çok büyük değişimler olmuştur. Yol yapım teknoloji de bundan nasibine düşeni almıştır.

AC yol kaplamalarında maliyeti arttıran en temel etkidir. Bu sebepten ötürü tasarımı ve imalatının dikkatli yapılması gerekmektedir. Asfalt petrolden elde edilen bir ürün olduğu için son derece kıymetlidir. Yapılan çalışmalarda AC'nin güneydoğu Anadolu bölgesinde kömür olarak kullanılmakta olan asfaltit adı verilen bir madende de bulunduğu keşfedilmiştir.

Bu çalışmada;

Asfaltit asfaltının kimyasal ve fiziksel özellikleri araştırılmış ve geleneksel rafineri asfaltıyla karşılaştırması yapılmıştır.

Karşılaştırmaya konu olan asfaltit asfaltı, asfaltit madeninden tolüen yardımıyla santrifüj işlemiyle çıkartılmıştır. İlk etapta asfaltit asfaltı ve geleneksel rafineri asfaltı kimyasal karşılaştırmalarının yapılabilmesi için infrared spektrometre analizi testlerine tabii tutulmuşlardır. Buradan çıkan sonuçlara göre iki numunenin organik olarak birbirine çok benzediği görülmüştür. Kimyasal yapılarında ki bu benzerlik fiziksel özelliklerin karşılaştırılması ile elde edilecek sonuçlar açısından umut verici görülmüştür.

Kimyasal analizlerin tamamlanmasından sonra fiziksel testler (penetrasyon, özgül ağırlık, duktilite, parlama noktası, yumuşama noktası, ısıtma kaybı, ısıtma kaybı sonrası penetrasyon ve ısıtma kaybı sonrası yumuşama noktası) yapılmıştır. Bu deneyler neticesinde standartlar dahilinde bir karşılaştırma yapılması için asfaltit asfaltının penetrasyon değerine karşılık gelen standart değerleri kullanılmış ve asfaltit asfaltının fiziksel özellikleri şartname ölçütleri ışığında değerlendirilmiştir.

1.3. Konunun Geçmişi

Asfaltit madeni yeni bilinen bir malzeme olmakla beraber 1800'lü yılların sonlarında Amerika kıtasında bulunmuştur. İlk zamanlarda petrolün metamorfoza uğramış bir formu olduğu bilinmemekle beraber içinde asfalt çimentosu absorbe ettiği de bilinmemekteydi ve bir çeşit kömür olarak 1920'lere kadar kullanıldı. Ülkemizde ilk olarak varlığı 1940'lı yıllarda ülkemizde gelen yabancı bilim insanlarının asfaltit madenini Güneydoğu Anadolu da keşif etmesi ile beraber ortaya çıkmıştır.

Day, asfaltitin in ilk keşfini yapan kişidir. Amerika'nın Utah eyaletinde asfaltit yatakları bulunduğunu ve bu asfaltitlerin gilsonit türü bir asfaltit olduğunu ortaya koymuş yaptığı çalışmalar sırasında da gilsonitlerin içinde bir çeşit AC bulunduğunu gerçeğini ilk kez vurgulamıştır [6].

Franklin, asfaltitin en kalitelisi olan gilsonit üzerine çalışmalarda bulunmuş ve diğer mineral madenlerden farklı türde bir maden olduğunu vurgulamıştır [7].

Lokman, ülkemizde ki ilk asfaltit tesisinin 1870'lerden itibaren kurulup işletildiğini fakat bu madenin kömür olarak kullanıldığını tespit etmiştir. [8].

Maxon, Güneydoğu Anadolu bölgesinde Avgamasya filonun ilk tespit eden kişi olup Avgamasya filonun resimli ve detaylı bir eskizini literatüre katmıştır [9].

Nebert, 1961 senesinde Avgamasya filonuna gelmiş ve ilk detaylı araştırmaları yapmış ve bunu raporlarıyla beraber MTA'ya teslim etmiştir [10]

Bartle ve Ekici, asfaltit ve harbolitin kimyasal yapılarını incelemişler, orijinlerini ve doğal yapılarını tespit etmişlerdir. Asfaltit asfaltının aromatik AC sınıfına girdiğini ve ileri derecedeki aromatik yapıların başkalaşım geçirmesiyle türediklerini ortaya koymuşlardır [11].

Ekici ve Saraç, harbolit ve Güneydoğu Anadolu asfaltitlerinin solvent kullanılarak piroliz edilmesi ve piroliz ürünlerinin karşılaştırılması üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda harbolit ve Güneydoğu Anadolu asfaltit numunelerinin piroliz sonrası elde edilen AC miktarının benzer olduğunu ortaya koymuşlardır [12].

Şenatalar ve Kadioğlu, Avgamasya asfaltitin yarı ve süper kritik solventler yardımıyla çıkartılması üzerine çalışmışlardır. Benzen ve tolüen kullanılarak Avgamasya asfaltitin içerisinde ki asfaltı çıkarmışlardır [13].

Onganer, Kocakerim ve Muhtar, kinetik meyer yöntemi kullanarak asfaltiti kükürtten arındırmışlardır. Cizre den getirilen asfaltiti asitklorit çözeltisinde bırakmışlar ve asfaltit

içerisindeki sülfatın pirite dönüşmesini araştırmışlar ve bu döngü modelini matematiksel modeller kullanarak açıklamışlardır [14].

Erol, Demirel, Torul ve Çalimli, petrol işleme teknolojisiyle asfaltitin içerisindeki organik madde içeriğini süper kritik akışkanlar kullanarak ayırtmışlardır. Tolüen kullanarak asfaltitin içeriğini ayırtmışlar ve bu maddelerin asfalten, yarı asfalten ve yağ olduğunu görmüşlerdir. Değişik miktarlar ve değişik çözücüler kullanarak testler yapmışlardır. Bu deneyler sonunda en yüksek ürün alma oranını %5 metanol ve %16.9 tolüen kullandıklarında almışlardır [15].

Hamancı, Kahraman ve Düz, petrol işleme teknolojisiyle asfaltitin içerisindeki sülfürü meyer yöntemi kullanarak arındırmışlardır. Avgamasya asfaltiti yüksek sülfür içeriğinden dolayı sülfürden arındırılmadan doğrudan kullanılamamaktadır. Sülfürden arındırma işleminde meyer metodu kullanılmıştır. Sülfürden arındırma işlemi sırasında demir içeriği, tane boyutu, sıcaklık ve sürenin arındırma işlemi üzerindeki etkileri araştırılmıştır [16].

Fuel and Energy, Raman Dinçer ve Avgamasya asfaltitinden elde edilen ziftin karakterini araştırmıştır. Asfaltitin ayrıştırılmasında 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlar ; solvent kullanımı, hava geçirilmesi ve piroliz yöntemleridir. Raman petrolü ve Avgamasya asfaltiti asfaltı üzerine IR, yumuşama noktası ve elemanter analiz yapılmış ve karşılaştırılmıştır. Çıkarılan ziftlerin aromatikliği ve yumuşama noktasına kullanılan solventin etkili olduğu gözlemlenmiştir [17].

Eren, petrol kökenli bir maden olan asfaltitin filler malzemesi olarak sıcak karışım asfalt betonunda kullanılabilirliği incelemiştir. Aynı agrega gradasyonuna sahip kalker ve asfaltit fillerini içeren bitümlü karışımları hazırlamış ve optimum bitüm oranlarını Marshall deneyi yaparak belirlemiştir. Asfaltit ve kontrol karışımlarının mekanik özelliklerini Marshall stabilite, dolaylı çekme ve su hasarı deneyleri yaparak değerlendirmiştir. Bununla birlikte, karışımların yoğunluk-boşluk özellikleri karşılaştırmalı olarak irdelemiştir. Bu çalışma sonucu elde edilen bulgulardan, asfaltitin, asfalt betonu karışımında bütünüyle mineral filler olarak kullanılması yerine, özellikle boşluk oranı ve stabilite değerleri açısından, belli bir miktar kullanılmasının daha iyi sonuçlar verebileceğini tespit etmiştir [51].

1.4. Bitümlü Bağlayıcılar

Bitümlü bağlayıcıların esas özelliği, adında anlaşılacağı gibi, agrega parçacıklarını veya agrega ile yol yüzeyi altındaki temel tabakasını yapıştırmaktır. Bitümlü bağlayıcılar agrega tanelerini birbirine bağlayarak trafik yükleri altında dağılmasını önlemekte, oluşturdukları düzgün yüzeyler ile sürüş konforu sağlamakta, kohezyonu ile karışımın stabilitesini artırmaktadır. Bitümlü bağlayıcılar ağırlıkça en fazla % 5–7 ve hacimce en fazla % 13–15 gibi küçük oranlarda kullanılsa da esnek kaplamalar için önemli ve pahalı bir yol malzemesidir [19, 20].

Bitümlü bağlayıcılar, sıvı, yarı katı ve katı halde bulunurlar. Yarı katı ve katı haldekileri, ısıtarak sıvı hale getirip kullanmak mümkündür. Sıvı halden tekrar önceki haline gelebilirken yapışkanlıkları sayesinde kohezyon ve adezyon gibi iki önemli özelliğe sahiptirler. Kohezyon, çatlama ve ayrılma olmaksızın şekil değiştirme özelliğidir. Adezyon ise yapışma özelliğidir [19, 20, 21, 22].

Bitümlü bağlayıcılar esas olarak “Katranlar” ve “Asfaltlar” olmak üzere iki kısma ayrılır.

1.4.1. Katranlar

Kömürün damıtılması ile elde edilen sıvıdan yarı katıya kadar değişen bitümlü malzemelerdir. Katran, zift ile hafif ve ağır yağların doğal veya yapay karışımıdır. Genellikle ham maden kömürünün karbonizasyonu sırasında açığa çıkan buharın yoğunlaştırılmasıyla elde edilen bir yan üründür.

Karbonizasyon işlemi esas itibariyle, kömürün imbiklerde 1000 °C 'de ısıtılmasıdır. Bu işlem sırasında kömür yumuşar, bir takım gazlar çıkar ve kömür, kok kömürü haline gelir. Çıkan bu gazlar ve buharlar soğutulursa ham katran yoğunlaşarak ayrılır. Bu şekilde elde edilen ham katranın içinde benzol gibi kıymetli çözücüler, bir takım boya ve plastik ana ham maddeleri ile kimyasal maddeler bulunur. Bunlar ayrılmadan katran kaplamalarda kullanılmaz. Ham katranın içinde suyun da uzaklaştırılması gerekmektedir.

Ham katranın damıtılmasında katranın, önce ısıtılarak suyu giderilir. Bu arada bir miktar benzol elde edilir. Daha ileri derecelerde ısıtma ile kaynama noktaları farklı birtakım yağlar elde edilir. Damıtma işlemine 360 °C a kadar devam edildiğinde geride sadece zift kalır. Zift oldukça sert bir maddedir ve kaplamada kullanılmaz. Bu nedenle

damıtma daha erken kesilir ve zifte oranla daha yumuşak bir katran elde edilir ya da damıtma sonucu elde edilen zifte yine damıtmadan elde edilen hafif ve ağır yağlardan uygun oranlarda katılarak istenilen kıvamda yol katranı elde edilir.

RT (Road Tar) sembolü ile gösterilen yol katranları kıvamlarına göre, RT-1, RT-2, RT-3, RT-4, RT-5, RT-6, RT-7, RT-8, RT-9, RT-10, RT-11, RT-12, RTCB-5, RTCB-6 olmak üzere 14 sınıfa ayrılırlar. Sembollerin yanındaki numaralar büyüdükçe kıvamları artar. Katranlar kıvamlılıklarına göre astar uygulamalarında, yolda hazırlanan karışım tipi (roadmiks) kaplamalarda, sathi kaplamalarda, tesislerde hazırlanan karışım tipi kaplamalarda ve yama işlerinde kullanılırlar.

Katranın agregaya yapışma özelliği asfalt çimentosuna göre daha iyi olmasına karşın katranın kıvamı sıcaklığın değişimi ile daha çok değişiklik gösterdiğinden daha çabuk bozulur. Bu sakıncayı gidermek amacıyla katrana mümkün olduğu kadar ağır yağlar katılır. Katranın özelliklerini iyileştirmenin diğer bir yolu ise % 15-20 oranında asfalt çimentosu ilave etmektir. Böyle katranlara asfaltlı katran adı verilir. Fakat asfalt çimentosu oranının % 20'yi aşması halinde katran dibe çöker.

Katranın içerisine su ilave etmek suretiyle katran emülsiyonları elde edilir. Bu durumda normal sıcaklıkta çok düşük bir viskozite söz konusudur. Katran emülsiyonlarının hazırlanması ve kullanılması oldukça zor olduğu için yol inşaatlarında genellikle kullanılamamaktadır [19, 21, 23].

1.4.2. Asfaltlar

Asfalt çimentosu, doğal ya da pirojenik kökenli hidrokarbonların bir karışımı veya bunların her ikisinin bir kombinasyonu olup yapıştırıcı(bağlayıcı) özelliği olan ve karbonsülfür de (C_2S) tamamen çözünen madde olarak tanımlanır [3, 4, 18].

Asfalt çimentosu, doğal halde bulunabilen ya da ham petrolün damıtılması sonucu elde edilen, koyu kahve-siyah renkte, katı, yarı katı ve sıvı halde olabilen, başlıca hidrokarbonlardan oluşan, kuvvetli bağlayıcı özelliğine sahip bir inşaat malzemesidir. Asfalt çimentosu yol inşaatında kullanılmasının yanında su yalıtımında, karo yapımında ve elektrik sanayinde kullanılmaktadır.

Asfalt çimentoları kökenlerine göre doğal asfaltlar ve yapay asfaltlar diye iki gruba ayrılırlar. Ancak doğal asfaltları da çok defa kullanılır hale getirmek için birtakım işlemlerden geçirmek gerekir.

Doğal asfaltlar doğada genellikle mineral maddelerle karışmış halde bulunurlar. Doğal asfalt kaynakları kaya asfaltları ve göl asfaltlarıdır. Kaya asfaltları, çoğunlukla gözenekli bir kalkerin veya daha seyrek olarak ta kumtaşının, doğal olarak asfaltı emmesinden oluşur. Malzemenin % 90'ı mineral madde, % 10'u ise asfalt çimentosudur. Göl asfaltlarının ise esas elemanı asfalttır ve mineral malzeme çok ince taneler halinde bu asfalt ortamı içinde yayılmış durumda bulunmaktadır. Bu malzeme çok sert olduğundan uygun bir yumuşatıcı ile rafine edilmek suretiyle esnek yol kaplamalarında kullanılabilir. En tanınmış göl asfaltı Trinidad adasındaki göl asfaltıdır [19, 21, 23, 24].

Yapay asfalt çimentoları ise ham petrolün arıtılmasıyla elde edilirler. Bunlara çökelek veya rafineri asfaltı da denilmektedir. Ham petrolün içinde doğal atmosfer sıcaklığında uçucu olan ve olmayan birtakım yağlarla birlikte eriyik halde asfalt çimentosu bulunur. Petrol kuyularından çıkarılan ham petrol önce rafineye getirilir. Buradan da tanklara boşaltılır. Oradan ısıtma kulelerine gönderilerek sıcaklığı yükseltilen ham petrol daha sonra damıtma kulelerine gelir. Kolay uçucu olan kısımlar bu kulelerin üst kısmından çıkar ve soğutucularda yoğunlaşarak ayrılırlar. Bunlar hafif ürünleri oluştururlar. Daha az uçucu olanlar aynı şekilde orta ürünleri, en ağır uçanlar ise ağır ürünleri meydana getirirler. Başlıca asfalt çimentosunu içeren kalıntı ise kulenin dibine birikir. Bu şekilde ham petrol başlıca beş kısma ayrılmış olur.

- Benzin (Gazolin)
- Gaz yağı (Kerosen)
- Dizel yağları (Mazot)
- Yağlama yağları
- Ağır kalıntı maddeleri

Bunların hepsine gerektiğinde tekrar damıtma işlemi uygulanarak daha değişik petrol ürünleri elde edilebilir. Kalıntı maddelerinin daha ileri damıtılmasından SC sınıfı yol yağları elde edilebilir. Geride asfalt çimentosu kalır. Şartların değiştirilmesi ile istenilen penetrasyonda asfalt çimentosu elde edilir [19,22].

1.4.2.1. Asfalt Çimentoları (AC)

Yol üst yapılarında kullanılan asfalt çimentoları, özellik ve kıvam bakımından doğrudan doğruya bitümlü kaplamalarda kullanılmak üzere hazırlanmış petrol kökenli asfaltlardır. Akıcı hale gelebilmesi için ısıtılması gereken asfalt çimentosu AC sembolü ile gösterilir. Asfalt çimentoları penetrasyon derecelerine veya viskozite değerlerine göre sınıflandırılırlar.

Tablo 2. Asfalt çimentolarının sınıflandırılması

| Penetrasyon Sınıflaması | Viskozite Sınıflaması |
|-------------------------|-----------------------|
| 40 – 50 Pen. AC | AC – 40 |
| 60 – 70 Pen. AC | AC – 20 |
| 85 – 100 Pen. AC | AC – 10 |
| 120 – 150 Pen. AC | AC – 5 |
| 200 – 300 Pen. AC | AC – 20,5 |

Penetrasyon dereceleri yükseldikçe asfalt çimentosu yumuşar dolayısıyla bağlayıcılık gücü azalır. AC 40–50, AC 200–300 ‘ye göre daha sert asfalt çimentosunu ifade eder. Asfalt çimentosu, sıvı petrol asfaltları ve asfalt emülsiyonlarının da ana maddesidir [20].

1.4.2.2. Okside Asfaltlar (Blown Asfaltlar)

Arıtma işlemi sonunda ele geçen kalıntı içerisinde hava geçirerek yarı katı AC'lere yeni özellikler kazandırılabilir. Bu iş için normal damıtma, kalıntı henüz sıvı iken kesilir. Bu sıvı kalıntı ayrı bir tanka alınır ve yüksek sıcaklıkta tutularak içerisinde hava geçirilir. Böylece çok sert olan blown asfaltlar elde edilir.

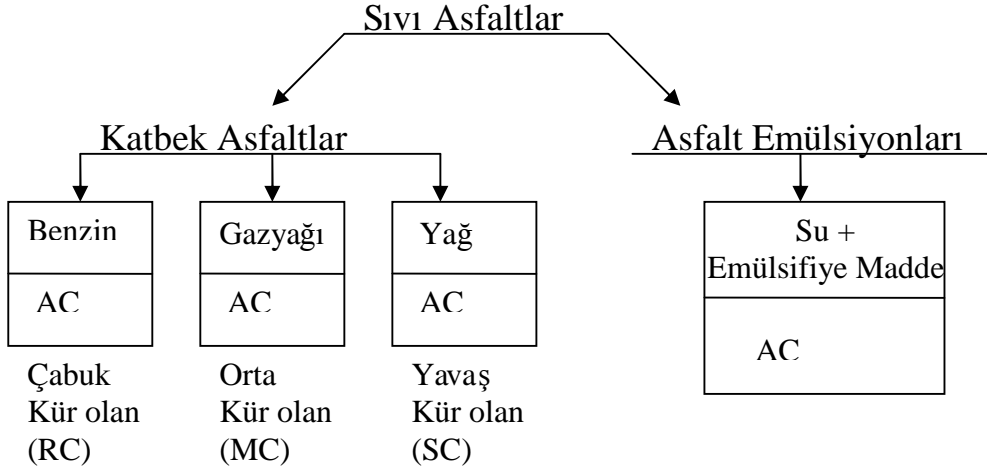
Okside asfaltlar genellikle kaplamalarda kullanılmaz. Daha özel amaçlar için yalıtım işlerinde, elektrik, otomobil veya boya sanayinde kullanılır [20, 24].

1.4.2.3. Termal Asfaltlar (Cracking)

Petrolden daha çok benzin elde etmek amacıyla hem petrolün kimyasal değişikliğe uğratılması ile elde edilir. Normal distile asfaltlara nazaran durabilitesi daha düşük olduğundan yol inşaatlarında kullanılması sakıncalıdır [20].

1.4.2.4. Sıvı Asfaltlar

Yol inşaatlarında astar ve yapıştırma tabakalarında püskürtme (sprey) şeklinde kullanılmak üzere uygun katkılarla sıvılaştırılmış asfaltlardır. Sıvı asfalt türleri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Sıvı asfalt türleri

1.4.2.4.1. Katbek Asfaltlar

Katı asfaltların yüksek ısı derecelerine kadar ısıtıldıktan sonra sıvılaştırılması yerine asfalt çimentosuna benzin, gazyağı veya madeni yağ gibi çözücüler katarak elde edilen sıvı asfaltlardır. Kür (geri kesilme) süresine göre; çabuk kür olan RC sınıfı, orta hızda kür olan MC sınıfı ve yavaş kür olan SC sınıfı olmak üzere katbek asfaltlar üç tipe ayrılırlar.

Dolayısıyla katbek asfaltın sahip olduğu çözücünün uçarak katı asfalt haline dönüşmesine kür olma denir.

Çabuk kür olan (RC) katbek asfaltlarında, asfalt çimentosu ile kaynama noktası düşük olan, yani kolay uçan bir çözücü (örneğin benzin veya nafta) karıştırılır. Orta hızda kür olan (MC) katbek asfaltları, AC ile gazyağı gibi orta derecede uçucu bir çözücünün karıştırılmasıyla elde edilir. Kuruma süresi RC sınıfına göre daha fazladır. Yavaş kür olan (SC) katbek asfaltları ise, AC ile kaynama noktası yüksek bir yağın karıştırılması veya doğrudan doğruya ham petrolün damıtılmasından elde edilir.

Viskoziteleri ise çözücü miktarı ile ayarlanır. Her sınıf kendi arasında kinematik viskozite değerlerine göre tiplere ayrılır. Tablo 3'te verilen katbek asfalt türlerinde, RC, MC, SC harflerinden sonra gelen sayılar o tipin kinematik viskozitesinin alt sınırını gösterir. Bu sayılar asfaltın kıvamınlığının artması yani viskozitesi ile büyür. Örneğin, MC-30, MC-3000'e göre çok ince ve akıcıdır [20, 23, 25].

Tablo 3. Katbek asfalt tipleri

| Yavaş Kür Olanlar | Orta Hızda Kür Olanlar | Çabuk Kür Olanlar |
|-------------------|------------------------|-------------------|
| | MC -30 | |
| SC -70 | MC -70 | RC -70 |
| SC -250 | MC -250 | RC -250 |
| SC -800 | MC -800 | RC -800 |
| SC -3000 | MC -3000 | RC -3000 |

1.4.2.4.2. Asfalt Emülsiyonları

Asfalt çimentosunu çok küçük partiküller (0,1–0,5 mikron) halinde parçalayıp suda koloidal halde dağıtılması sonucu akıcı hale getirilmesiyle elde edilir. Emülsiyon asfaltın taşınma, boşaltma, çalkalanma ve depolanma sırasında çökme ile birbirine yapışarak sudan ayrılmasını önlemek için emülsifiye maddeler (gliserin, sabun hammaddesi vb.) Katılır. Emülsifiye madde, asfalt küreciklerinin çevresini bir film gibi sararak kendi aralarında birleşmesine engel olur. Asfalt emülsiyonu yola serildiğinde yoldaki agrega ve tozlar tarafından emilmesi sonucu emülsifiye madde kaybolur. Bu olaya emülsiyon kesilmesi denir. Bu kesilme hızlarına göre asfalt emülsiyonları, çabuk kesilen RS, orta hızda kesilen MS, yavaş kesilen SS olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Bu sembollerin yanına gelen sayılar emülsiyonun kıvamını(viskozitesini) gösterir. Ayrıca asfalt emülsiyonları kullanılan

emülsifiye maddenin cinsine bağlı olarak anyonik (asidik) ve katyonik (bazik) olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Asfalt emülsiyonları, yüzeysel kaplamalarda, astar uygulamalarında, penetrasyon makadamlı kaplamalarda, zemin stabilizasyonunda ve çok zayıf agregalarda emdirme işleminde kullanılır [19, 20, 23, 24, 26].

Tablo 4. Asfalt emülsiyon tipleri

| | Çabuk Kesilen | Orta Hızda Kesilen | Yavaş Kesilen |
|----------------------------|---------------|--------------------|---------------|
| Anyonik Asfalt Emülsiyonu | RS – 1 | MS -1 | SS -1 |
| | RS - 2 | MS -2 | SS -1h |
| | | MS -2h | |
| Katyonik Asfalt Emülsiyonu | CRS -1 | CMS -2 | CSS -1 |
| | CRS -2 | CMS -2h | CSS -1h |

1.4.3. Doplar

Bitümlü bağlayıcıların agregaya daha iyi bir şekilde yapışmasını sağlamak yani adezyonunu artırmak amacıyla bağlayıcıya katılan malzemelere dop adı verilir. Katranların adezyonu iyi olduğu için dop pek gerekli olmaz. Saf asfaltlara uygulanması da azdır. Zira dopun etkin olabilmesi için bağlayıcı viskozitesinin düşük olması gerekir. Ayrıca sıcaklık 100–150 °C 'yi geçince dop bozulur. Dop moleküllerinin bağlayıcı içinde dağılarak agrega yüzeyine ulaşabilmesi gerekir. Bağlayıcının viskozitesi artıkça bu dağılma azalır.

Kat bek asfaltlarda kullanmak yararlıdır. Doplar, çözücünün buharlaştığı anda şiddetli bir yağmur etkisiyle agreganın bağlayıcıdan ayrılmasını yani soyulma denen olayı önler. Esası sileks olan taşlarla suyun mevcut olduğu durumda dahi bağlayıcının yapışmasını sağlayan kuvvetli doplar vardır [20, 26].

1.5. Asfaltit

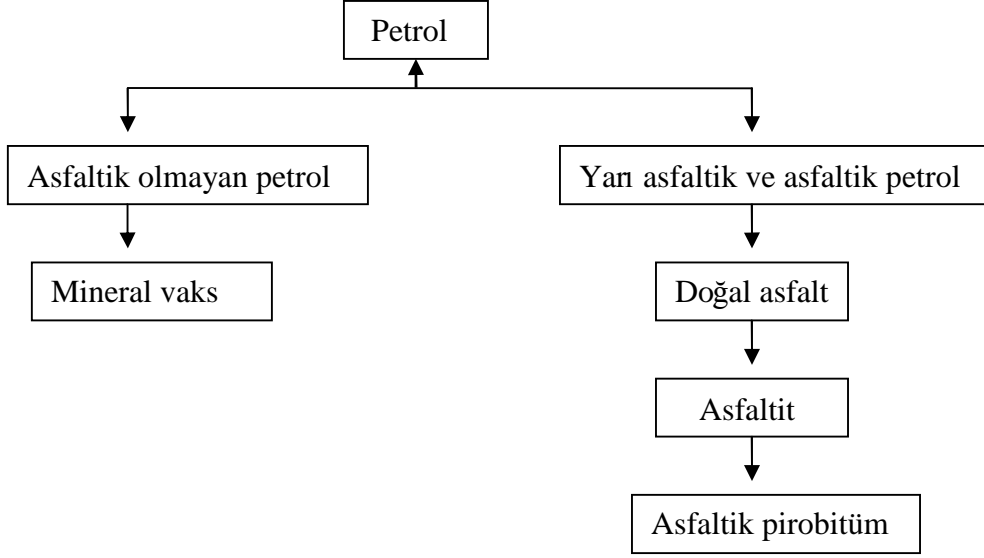
Yeraltında petrolden oluşan veya kökeni petrole benzeyen çeşitli hidrokarbonlar bulunur. Bunların en başında petrol çanağının üstünün açılması sonucu veya jeolojik

olaylarla petrolün çanağını terk etmesi ve hafif maddelerin uçmasıyla meydana gelen “Asfalt Gölleri” ve “Bitümlü Kumlar” gelir. Genel kanının aksine petrol sadece sıvı halde bulunan bir madde değildir. Petrol doğada bir çok farklı şekilde bulunabilir. Bunlardan biride metamorfoza uğramış olmasıyla aldığı maden şeklidir. Kayaç çatlaklarında asfalta veya asfalt içeren kayaçlara da çok rastlanır. Bunların dışında kayaç çatlaklarını dolduran veya damar şeklinde bulunan hidrokarbonlar asfaltit olarak adlandırılır [5, 27, 28]

Asfaltik maddelerin kökeninin petrol olduğuna en kesin kanıt, kökeni bitkisel olan turba, linyit taşkömürünün içerdiği oksijen miktarının asfaltik maddelerdeki oksijen oranından çok daha fazla olmasıdır. Nitekim asfaltik maddelerde (özellikle asfaltik pirobitümlerde) oksijen takriben % 3 dolayında iken değişik kömür türlerinde bu oran % 3 ilâ 44 arasında oynamaktadır.

Bugüne kadar yapılmış incelemeler, asfaltik maddelerin petrolün metamorfoz (başkalaşma) denilen değişikliğe uğramasıyla oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bu değişme zaman, ısı, basınç etkileri ile karışık kimyasal reaksiyonlar sonucu gerçekleşmiştir. Metamorfozun kademeler halinde ilerleme derecesine bağlı olarak petrolden değişik karakterlerde asfaltik madde cinsleri meydana gelmiştir [3, 28]. Güneydoğu Anadolu da ki asfaltik maddeler buldukları yere, jeolojik formasyona ve metamorfoz derecesine bağlı olarak birbirinden çok farklı karakter göstermektedirler. Şekil 2’de petrolün maruz kaldığı metamorfozun ilerleyiş derecesine bağlı olarak oluşan değişik karakterdeki asfaltik maddeler gösterilmektedir.

Isı değeri yüksek, kıymetli bir birincil enerji kaynağı olması yanında içerdiği nikel, molibden, vanadyum, titanyum ve uranyum mineralleri nedeniyle büyük önemi olan bu asfaltik maddelerden laboratuvar çapında M.T.A. Enstitüsünce yapılan teknolojik çalışmalar sonucunda piroliz yöntemiyle ham petrol ve yakıt gazı elde edilebileceği ortaya çıkmıştır.



Şekil 2. Petrolden metamorfoz sonucu oluşan asfaltik maddeler

Bu şekilde petrolün önce yumuşak tabîi asfaltlara, bunların daha sert asfaltlara, sonra asfaltitlere ve en son asfaltik pirobitümlere kadar değişen tedricî kademelerden geçtiğini düşünebiliriz. Bu şekilde petrol, metamorfizma olayının ilerleyiş derecesine göre;

Önce koyu renkli, ısıtılınca eriyebilen, bir dereceye kadar uçucu olmayan ve karbon sülfür de fazla miktarda çözünen doğal asfaltlara, Daha sonra koyu renkli, ısıtılınca oldukça zor eriyen, uçucu olmayan ve karbon sülfürde çözünen sert asfaltlara, Sonra koyu renkli, nispeten sert, uçucu olmayan ve karbon sülfürde çözünen asfaltitlere, En sonunda siyah, sert, ısıtılınca erimeyen, karbon sülfürde çözünmeyen ve uçucu olmayan asfaltik pirobitümlere dönüşür [27].

Bu maddelerin en önemli karakteristik özellikleri aşağıda verilmiştir:

Doğal asfaltlar: Koyu renkli, değişik sertlikte, nispeten uçucu olmayan, esas itibariyle hidrokarbonlardan oluşan, oksijenli bileşikleri ve kristalleşen parafinleri içermeyen veya çok az içeren, ısıtılınca eriyebilen, karbon sülfürde büyük oranda çözünen ve suda çözünmeyen sülfürasyon mahsulleri veren maddelerdir.

Asfaltitler: Koyu renkli, nispeten sert (2–2,5) ve uçucu olmayan katı maddelerdir. Esas itibariyle hidrokarbonlardan oluşurlar, oksijenli bileşikleri ve kristalleşen parafinleri içermez veya çok az içerirler. Isıtılınca güç erirler (Erime noktaları 120 – 315 °C). Karbon sülfürde çözünürler, sülfürasyon mahsulleri suda çözünmez [3, 18, 28, 29].

Asfaltik pirobitümler: Koyu renkli, nispeten sert, uçucu olmayan katı maddelerdir. Esas itibariyle hidrokarbonlardan meydana gelen, oksijenli bileşikleri içermezler veya çok az ihtiva ederler, ısıtılınca erimezler ve karbon sülfürde çözünmezler [3].

Asfaltik maddeler tabiatta saf halde bulunduğu gibi, değişik miktarlarda mineral maddeyle birleşmiş durumda da bulunabilir. Güneydoğu Anadolu'da ince dağılmış değişik miktarlardaki mineral maddeyle birleşmiş durumda bulunmaktadır. Clifford Richardson tarafından geliştirilen bir teoriye göre, koloidal kil gibi ince dağılmış mineral madde katalizör olarak etki yapıp, metamorfoz olayını hızlandırır. Güneydoğu Türkiye'deki asfaltik maddelerle birleşmiş olan ince dağılmış durumdaki mineral maddenin bu zuhurların metamorfoza uğraması üzerinde katalitik bir etki yapmış olması kuvvetle muhtemeldir.

1.5.1. Asfaltik Maddelerin Oluşumu

Asfaltik maddelerin petrolün metamorfoz denilen değişikliğe uğramasıyla oluştuğu bilinmektedir. Bu değişimde zaman, ısı, basınç gibi etkilerin rolü olmuştur. Metamorfozun tedricî kademeler halinde ilerleme derecesine bağlı olarak petrolden değişik karakterde asfaltik madde cinsleri oluşmuştur.

Asfaltik maddelerin kökeni hakkında bir şüphemiz yoktur. Bunlar petrol kökenli, asfaltlar olup, primer yatakları daha derindeki tabakalarda bulunmalıdır. Burada sadece yer basıncı altındaki yumuşak asfalt kitlelerinin yukarıya doğru itilmesini sağlayacak açık kırık ve çatlakları meydana getiren tabaka hareketleri gibi tektonik olaylar söz konusudur [3, 18].

Metamorfizma ilerledikçe asfaltik maddelerdeki hidrojen ve oksijen miktarı giderek düşer, ısı etkisinde erime özelliği yavaş yavaş kaybolur, maddenin karbon sülfürdeki çözünürlük değerleri azalır ve sonunda yok olur [18].

1.5.2. Asfaltik Maddelerin Fiziksel Özellikleri

Dünyadaki asfaltik madde cinslerinin karakteristik özellikleri Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'de görüldüğü gibi, asfaltitler yüksek erime noktasıyla karakterize edilirler (takriben 120-315°C), tabii asfaltlar ise takriben 15-160°C arasında yumuşarlar. Mohs

cetveli sertliği tabiî asfaltlar için 1 veya daha aşağı olduğu halde, asfaltitlerde 2-3 arasında değişmektedir. Tabiî asfaltların penetrasyonu 0-350 arasında değişir, bu değer asfaltitler için takriben 0-5 civarındadır. Asfaltitlerle asfaltik pirobotümlerin en önemli ayırıcı karakteristikleri ısı etkisi ile eriyebilme ve karbon sülfürde çözünebilme özeliğidir. Asfaltitler ısı etkisi ile eriyebilirler ve karbon sülfürde çözünebilirler (gilsonit % 98-100, zifti % 95-100 ve grahamit % 45-100) [7] .

Güneydoğu Anadolu'daki zuhurların ve dünyadaki asfaltik madde cinslerinin karbon sülfürdeki çözünlülük değerleri Tablo 5'de mukayeseli olarak gösterilmiştir. H. Abraham'a göre, karbon sülfürdeki çözünlülükleri % 10 u geçmeyen vurtzilit, albertit ve impsomit asfaltik pirobotüm olarak sınıflandırılmışlardır. Karbon sülfürdeki çözünlülükleri % 98-100 olan gilsonit, % 95 -100 olan zift ve % 45-100 olan grahamit ise asfaltit sınıfına dahil edilmişlerdir [3] .

Tablo 5. Dünyadaki asfaltik maddelerin en önemli ayırıcı karakteristik özellikleri

| Özellikler | Petroller | | | Tabii asfaltlar | Asfaltitler | | | Asfaltik pirotitümler | | |
|-------------------------------|------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|----------|----------|-----------------------|----------|-----------|
| | Asfaltik olmayan | Yarı asfaltik | Asfaltik | | Gilsonit | Zift | Grahamit | Vursalit | Albertit | İmpsonit |
| Renk | K.rengi-siyah | K.rengi-siyah | Siyah | Siyah | Siyah | Siyah | Siyah | Siyah | Siyah | Siyah |
| Özgül ağırlık | 0,75-0,9 | 0,8-0,95 | 0,85-1 | 0,95-1,12 | 1,03-1,1 | 1,1-1,15 | 1,15-1,2 | 1,05-1,07 | 1,07-1,1 | 1,10-1,25 |
| Sertlik | - | - | - | 1 | 2 | 2 | 2-3 | 2-3 | 2 | 2-3 |
| Penetrasyon | Sıvı | Sıvı | Sıvı | 0-350 | 0-3 | 0-5 | 0 | 0-5 | 0 | 0 |
| Eriye noktası | 0 | 0 | 15-160 | 120-175 | 120-175 | 175-315 | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor |
| Babit karbon | 0,5-2 | 2-5 | 5-10 | 1-25 | 10-20 | 20-35 | 35-55 | 5-25 | 25-50 | 50-85 |
| Oksijen | 0-2 | 0-3 | 0-5 | 0-2 | 0-2 | 0-2 | 0-2 | 0-2 | 0-3 | 0-3 |
| Mineral madde | 0-1 | 0-1 | 0-1 | 0-10 | Eser-1 | Eser-5 | Eser-50 | Eser-10 | Eser-10 | Eser-10 |
| Cs ₂ de çözünürlük | 98-100 | 98-100 | 98-100 | 90-100 | 98-100 | 95-100 | 45-100 | 5-10 | 2-10 | Eser-6 |

Tablo 6'da görüldüğü gibi, Güneydoğu Anadolu'daki bazı zuhurlar asfaltik pirobitümlere dahil olurlar; diğer bazıları asfaltik pirobitüm karakteristiklerine yakındır, fakat bu maddelerde metamorfoz asfaltik pirobitümlerde olduğu kadar ilerlememiştir. Diğer bazı maddeler ise, asfaltite asfaltik pirobitüm arasında bir karakter göstermektedir.

Güneydoğu Anadolu'nun muhtelif bölgelerindeki asfaltik maddelerin ayırıcı karakteristikleri Tablo 6'te verilmiştir. Asfaltik maddelerin sınıflandırılmasında dikkate alınan özelliklerden biri de, ısı etkisiyle eriyebilme özeliğidir. Tablo 6'da görüldüğü gibi, Güneydoğu Anadolu'da ki incelenmiş olan zuhurlar ısı etkisiyle erimezler. İnce dağılmış durumda birleşmiş olan önemli miktardaki mineral maddenin bu asfaltik maddelerin eriyebilme özeliği üzerindeki etkilerini de dikkate almak gerekmektedir.

Tablo 6 .Güneydoğu Anadolu’da ki bazı asfaltik zuhurların özellikleri

| İli | Mardin | Mardin | Şırnak | Şırnak | Şırnak | Şırnak | Şırnak |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------|
| Filon | Gecüş | Harbul | Avgamasya | Sergürük | Herbiş | Milli | Seridahli |
| Renk | Koyu Gri- Siyah | Siyah | Siyah | Koyu Gri | Siyah | Siyah | Siyah |
| Parlaklık | Donuk | Az Parlak | Donuk-Az Parlak | Donuk | Donuk-Az Parlak | Donuk | Az Parlak |
| Mohs Sertliği | 2 3 | 2 3 | 2 3 | 2 3 | 2 3 | 2 3 | 2 3 |
| Penetrasyon 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Erime Noktası | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor |
| Su % | 0,2 | 0,5-1,4 | 0,1-0,5 | 0,9 | 0,6 | 1,5 | 5 |
| Mineral Madde % | 62,1 | 21,7-30,0 | 34,8-42,05 | 52,8 | 53,4 | 50,2 | 56,6 |
| Cs2 De Çözünürlük | 19,9 | 21-31 | 11-15,9 | 9,2 | 4,9 | 4,9 | < 0 |
| Isı Değeri (kcal/kg) | 1211 | 5812-6165 | 4438-5272 | 3884 | 3190 | 3554 | 4086 |
| Baume 88 ⁰ De Çözünürlük | 9,7 | 9,6-14,5 | 4,6-7,2 | 3,7 | 1,9 | 2,5 | - |

Asfaltik asfaltların içindeki petrol konstituentleriyle asfaltik reçineler beraberce maltenleri (petrolenler) teşkil ederler. Bu terim asfaltın 88° Baume petrol naftatasında tamamen çözünen kısmını ifade etmektedir. Asfalttenler bu solventte çökerler. Asfaltik bitümlerdeki petrolen ve asfalttenleri ayırmak için muhtelif araştırmacılar tarafından muhtelif solventler (di etil eter, heksan, isopentan, heptan, normal pentan vb.) Kullanılmıştır. Güneydoğu Anadolu'daki zuhurların petrolen miktarı 88° Baume'lik petrol naftasındaki çözünürlük testiyle Tablo 6'da gösterilmiştir. Karbenler ve karboitler (karbon sülfürde çözünmeyen mineral olmayan madde) de aynı tablolarda verilmiştir. Bu neticelere göre, farklı bölgelerdeki asfaltik maddelerin fraksiyonel konstitüsüyonu büyük oranda değişiklik göstermektedir.

1.5.3. Asfaltik Madde Zuhurları Yayılım Sahası Jeolojisi

Asfaltik madde zuhurlarının başlıca yayılım sahası, Tablo 3'deki Güneydoğu Anadolu'dan bir kesimi içine alan jeolojik özet haritasında gösterilmiştir. Bu sahadaki stratigrafik kademeler, çok sayıda jeologlar tarafından incelenmiş ve açıklanmıştır. En önemlileri, Altınlı, Blumenthal, Schmidt, Taşman ve Tolun'u sayabiliriz [30, 31, 32, 33, 34].

F.Orhun tarafından yapılan incelemeler Güneydoğu Anadolu asfaltik maddelerinin çözünürlük derecelerinin gilsonit, saf zift ve grahamit gibi asfaltitlerinkinden az olduğunu göstermektedir. Yine bu çalışmaya göre örneğin Gercüş, Harbol, Avgamasya ve Milli filonlarından alınan numunelerin çözünürlük derecesi vurtzalit, albertit ve İmpsonitten fazladır. Buna karşılık örneğin Nivekara ve Seridahli filonlarından gelen numunelerin çözünürlük yüzdeleri yukarıda konu edilen vurtzalit, albertit ve impsonit gibi asfaltik pirobitümlerinkinden azdır. Buna göre Güneydoğu Anadolu asfaltik maddelerinin bir kısmı asfaltit grubuna, diğer bazıları ise asfaltik pirobitümlere dahil olurlar. Fakat bu maddelerin metamorfizma derecesi asfaltik pirobitümlerde olduğu kadar ilerlememiştir.

Diğer bazı maddelerin özellikleri ise asfaltit asfaltik pirobitümlerin özellikleri arasında yer almaktadır [3].

1.5.4. Asfaltik Maddelerin Değişik Karakterine İlişkin Hususlar

F. Orhun'un asfaltik maddeler üzerindeki incelemelerinin de gösterdiği gibi, bunlar orijin materyalinin çeşitli metamorfoz derecelerine sahiptirler. F. Orhun bunları şu gruplarda toplamıştır:

- A - Asfaltit ve asfaltik pirobitüm arasındaki madde (saf durumda);
- B - Asfaltit ve asfaltik pirobitüm arasındaki madde (mineral maddesiyle Birleşmiş);
- C - Asfaltik pirobitüme yakın karakterde madde (mineral maddesiyle birleşmiş);
- D - Asfaltik pirobitüm (mineral maddesiyle birleşmiş).

Tablo 7. Güneydoğu Anadolu’da bulunan asfaltik maddelerin sınıflandırılması ve mineral madde miktarları

| JEOLJİK OLUŞUM TİPİ | ZUHUR | | ASFALTİK MADDENİN CİNSİ | MİNERAL MADDE YÜZDESİ |
|-------------------------------------|-------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| | NO | İSİM | | |
| BİR ŞARİYAR VEYA TERS FAYIN ALTINDA | 1 | HARBOL | B | 21,7-30,0 |
| | 2 | BEŞİRİ | D | 46,2 |
| | 3 | KASROK | B | 39,8 |
| | 4 | KALUK-ŞİVİT | D | 64 |
| | 5 | GERCÜŞ | B | 62,2 |
| CUDİ ŞARİYARI TAVANINDA | 6 | AVGAMASYA | C | 34,8-42,5 |
| | 7 | SEGÜRÜK | C | 52,8 |
| | 8 | MİLLİ | D | 50,2 |
| | 9 | HERBİŞ | D | 53,4 |
| | 10 | ŞERİHALİ | D | 36,6 |
| | 11 | NİVEKARA | D | 45,9 |
| | 12 | GÜNDÜKÜREMO | D | 39,9 |
| FAYLARLA PARÇALANMIŞ SAHALARDA | 13 | ŞİKEFTRİKAN | A | 3,1 |

Tablo 7’deki, her zuhura, orada bulunan asfaltik maddenin cinsinin tanınabilmesi için, ayrı bir işaret verilmiştir. Bu cins veya grupların zuhurlara dağılım şekli aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. İlerideki mülâhazalar için, jeolojik oluşum tipi ve mineral maddenin yüzdesi verilmiştir.

Tablo 7’den de görüldüğü üzere, daha az metamorf olan B maddeleri, bir şariyar veya ters fayın içinde veya altında meydana gelen zuhurlarda bulunmaktadır. Gercüş, Beşiri ve Kâlük-Şivit numuneleri bunlara nazaran daha fazla metamorfoza maruz kalmışlardır, ama bu, hava tesirlerinin daha kuvvetli olduğu yüzeye yakın yerlerden

alınmış olmalarından ileri gelebilir. Cudi şariyacı tavan sahasındaki filonların asfaltik maddeleri daha ileri derecede bir metamorfoz göstermektedirler, fakat Avgamasya filonu ve Segürük filonlarının asfaltik maddeleri o kadar fazla metamorfoza uğramamışlardır.

Alınan numuneler ve sonuçları karşılaştırılırken şu maddeler dikkat çekmiştir :

1) Petrol (dolayısıyla asfalt) horizonlarının teşekkülünde, şüphesiz aynı zamanda mineral madde de çökelmiştir. Mineral maddenin yüzde miktarı çok değişik olacaktır. Abraham'ın koloidal mineral partiküllerinin bitümlü ana kitlede süspansiyon halinde kaldıkları şeklindeki görüşü makuldür. [29]

2) Avgamasya filonun sondajında iki filon kolu arasındaki 55.60 m derinlikte, tamamen saf gibi görünen asfaltla dolu 4 cm eninde bir yarığa rastlanmıştır. Bu madde o günkü sıcak havada hemen yumuşamıştır, yani materyal yönünden birçok asfaltla aynıdır. Diğer Avgamasya filonu sondajlarında da asfaltla dolu ince yarıklara rastlanmıştır.

3) Derinliğe doğru mineral madde yüzdesini ve doğal olarak buna bağlı olan özgül ağırlık artışını gözlemlenmiştir.

1.5.5. Güneydoğu Asfaltik Maddelerinin Kimyasal Özellikleri

Türkiye’de Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde bulunan asfaltitlerin kimyasal analiz değerleri Tablo 2’de verilmektedir [28, 3, 35, 36, 37, 38, 32].

Tablo 8. Asfaltitlerin kimyasal özellikleri

| Parametreler | Şırnak | | Silopi | |
|-------------------------|----------------|------------|----------------|------------|
| | Orijinal Kömür | Kuru Kömür | Orijinal Kömür | Kuru Kömür |
| Nem, % | 1,18 | - | 3,79 | - |
| Kül, % | 38,67 | 39,13 | 34,67 | 36,03 |
| Uçucu Madde, % | 35,28 | 35,70 | 47,21 | 49,07 |
| Bağlı Karbon, % | 24,88 | 25,17 | 14,33 | 14,90 |
| Toplam, % | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Yanar kükürt, % | 1,26 | 1,27 | 4,02 | 4,18 |
| Külde Kükürt, % | 4,10 | 4,15 | 3,44 | 3,58 |
| Toplam Kükürt % | 5,36 | 5,42 | 7,46 | 7,76 |
| Alt ısı değeri, kcal/kg | 5142 | 5221 | 5413 | 5650 |
| Üst ısı değeri, kcal/kg | 5296 | 5359 | 5619 | 5840 |

Kaynak: TKİ (2005)

M.T.A. tarafından gerçekleştirilen laboratuvar çalışmalarında basit ortalama değerlere indirgenerek söylemek gerekirse; her ton asfaltitten elde edilebilenler ağırlık olarak şöyle sıralanabilir.

- % 19,6 Sıvılaştırılmış gaz (5000 kcal/kg ısı değerli)
- % 11,8 Asfaltit asfaltı
- % 65 Asfalt koku (4000 kcal/kg ısı değerli)

Ayrıca bu kokun yakılması ile elde edilen külün yapısında Nikel, Molibden, Vanadyum, Kadmiyum, Kobalt, Uranyum gibi nadir elementler bulunur ve bunların değerlendirilebilirliği ekonomik sınırlar içinde kalmaktadır. Yukarıdaki oranlardan da görüldüğü gibi ancak % 4 dolayında bir artık oran vardır. Doğada bu oranda değerlendirilebilen kaynak hemen hemen yoktur denilebilir [28, 37].

1.5.6. Dünyadan ve Türkiye’den Bazı Asfaltik Madde Türleri ve Özellikleri

Asfaltik maddeler teriminden, bunların primer veya sekonder yataklarda bulunmaları, mineral madde ile birleşmiş olup olmadıkları ve herhangi bir biçimde kimyasal değişikliğe uğrayıp uğramadıkları üzerinde durmaksızın, her türlü asfaltik petrolün doğal artığını olduğu kabul edilmektedir. Açıklamalarda geçen metamorfoz terimiyle, Abraham ile eş düşüncede olarak, petrol artıklarının yalnız zaman, ısı ve basınç etkisi altındaki değişimi değil, aynı zamanda komplike kimyasal reaksiyonlar ile değişmesi de anlatılmak istenmiştir. Aşağıda dünyada bulunan ve Türkiye de bulunan önemli asfaltit ve probitümler in özellikleri ile rezerv alanlarına yönelik kısa bilgiler verilmiştir [29] .

1.5.6.1. Gilsonit

Oldukça parlak siyah renkte, çentikli bir kırılma yüzeyine sahip, çizgisi kahverengi olan bir bitümlü maddedir. Sertliği derecesi Mors cetveline göre 2’dir. Özgül ağırlığı 1.03 ilâ 1.10 arasında oynar. ‰ 10 – 20 oranında sabit karbon, % 0 – 2,02 oranında eser halde olan mineral madde içerir. 120° ile 175°C arasında erir. Karbon sülfürde çözünürlük derecesi % 98 -100 dür. Dünyada bulunan gilsonit yataklarına örnek olarak Utah (A.B.D.), Oregon (A.B.D.), Talaxa (Vera Cruz, Meksika) ve Ukhta (Archangel, Rusya.) zuhurları verilebilir.

1.5.6.2. Saf Zift (Glance Pitch)

Donuk siyah renkli, konkoidal veya çentikli bir kırılma yüzeyi gösteren, çizgisi kahverengi bir bitümlü madde olan glance ziftinin sertliği Mors cetveline göre 2, özgül ağırlığı ise 1.10 - 1.15'dir. Kimyasal bileşimi şöyledir: % 20 - 35 oranında sabit karbon, % 0 - 2 oranında hidrojen, % 1 - 5 oranında mineral madde. 120-175°C arasında erir. Karbon sülfürde çözünürlük derecesi % 95- 100'dür. Dünyada bilinen saf zift zuhurlarını şöyle sıralamak mümkündür : Barbados adası (Batı Hint adaları), Taleran (Küba), Chapapote ve Papantla (Vera Cruz, Meksika), Emery (Utah, A.B.D.), Neuquen (Arjantin), Tourna (Kolombiya), Port Kunda (Estonya), Hasbaya (Suriye), Abu Gir (Irak), Ufa (Rusya).

1.5.6.3. Grahamit

Oldukça parlak siyah renkli ve konkoidal kırılma yüzeyli olan grahamitin tozu açık kahverengi olup Mors cetveline göre sertliği 2 den 3'e kadar gidebilir. Özgül ağırlığı içindeki mineral maddelerin miktarına göre 1.15 İle 1.20 arasında oynar. Kimyasal olarak % 35 - 55 oranında sabit karbon, % 0 - 2.02 oranında hidrojen, % 1 - 50 oranında mineral madde içerir. Erime derecesi 175-315°C arasındadır. Karbon sülfürdeki çözünürlük derecesi % 45-100'dür. Grahamit dünyada Ritchic (Batı Virjinya, A.B.D.), Pushmataha (Oklahoma, A.B.D.), Impson, Atoka-ve Loko, Talaxca (Vera Kruz, Meksika), Bah'ra Honda (Küba), San Fernando (Trinidad), Mendoza (Arjantin) zuhurları ile tanınmaktadır.

1.5.6.4. Vurtzalit

Parlak siyah renkli ve konkoidal kırılma yüzeyli bir bitümlü maddedir. Tozu açık kahverengidir. Sertliği 2-3, özgül ağırlığı ise 1.05 - 1.07 arasında değişir. Kimyasal bileşimi % 5 - 25 sabit C, % 0 - 2.02 ve % 1 -10 mineral madde olarak saptanmıştır. Vurtzalit ısıtılınca erimez. Karbon sülfürdeki çözünürlük derecesi % 5-10 dur.

1.5.6.5. Impsonit

Siyah renklidir. Donuk bir dış görünüşü vardır. Tozu siyah, kırılma yüzeyi ise çentiklidir. Sertliği 2 ile 3 arasında oynar, özgül ağırlığı 1.10'- dan 1.25'e kadar yükselebilir. Kimyasal bileşimi % 50 -85 oranında sabit C, %0-3 oranında hidrojen ve % 1 -10 oranında mineral maddedir. Karbon sülfürdeki çözünürlük derecesi son derece az olup ancak % 6 ya ulaşabilmektedir.

1.5.6.7. Albertit

Bu bitümlü maddenin rengi kahverengiden siyaha kadar gidebilir.Kırılma yüzeyi konkoidal veya zaman zaman çentikli olabilir. Parlak veya donuk bir dış görünüşü vardır. Tozu kahverengi – siyahtır. Mors cetveline göre sertliği 2, özgül ağırlığı 1.07-1.10 dur. % 25-50 oranında sabit karbon, % 0- 3 oranında hidrojen ve % 1 -10 oranında mineral madde içerir. Isıtılınca erimez. Karbon sülfürde çözünürlük derecesi % 2 -10 dur.

1.5.7. Türkiye’de Bulunan Asfaltit Filonları

1.5.7.1. Avgamasya Filonu

Şırnak ilçesinin güneyinde güneybatı - kuzeydoğu doğrultusunda uzanır. Bilinen uzunluğu 2600 m.'dir. Genişliği 8 ilâ 50 m. Arasında değişir (ortalama olarak 17 m.'dir). En geniş yerinde 80 m. Kalınlık ölçülmüştür. Huni şeklinde çoğunlukla dike yakın eğimlidir. Yatımı kuzeybatıya doğrudur. Filon çeperlerine doğru asfaltik madde hemen hemen daima sert ve parça dahilindedir. Buna karşılık filonun geniş 'kısımlarının içlerinde çok kırılğan bir hal alır. Bu nedenle işletilme sırasında toz haline gelir. Kalitesi şöyledir: Su % 1, kül % 38.81, kükürt % 6.70, orijinal alt ısı değeri 4620 Kcal/kg dir.

1.5.7.2. Milli Filonu

Şırnak'ın güneydoğusunda Biryan ve Milli yerleşme merkezlerinin güneyinde yer alır. Üst Şırnak formasyonunun tabakaları içinde güneybatı - kuzeydoğu doğrultusunda uzanır. Bilinen uzunluğu 3500 m., genişliği ise 0,30-13 m.dir. (ortalama 7.50 m). Yatımı güneydoğu yönünde 75-80° olarak ölçülmüştür. 750 m. Uzunlukta, 1.20 - 2.50 m. Genişlikte bir yan filonu vardır. Cudi şariyarının tavanında yer alan bu filonun kimyasal bileşiminde % 2.13 su, % 47-38 kül, % 4.00 kükürt bulunmuştur. Orjinal alt ısı değeri 3400 kcal/kg dır.

1.5.7.3. Anılmış-Karatepe Filonu

Anılmış yerleşme merkezinin civarında, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yer alır. Uzunluğu 2950 m., genişliği ise 1.50 -12.00 m. (ortalama 5.50 m.) Dir. 80-85° meyilli tek bir çatlak dolgusu şeklindedir. % 27.55 su, % 27.53 kül, % 3.07 kükürt içerir. Ocak çıkışı ait ısı değeri 2600 kcal/ kg dır.

1.5.7.4. Seridahli Filonu

Şilerut yerleşme merkezinin güneyinde, Geffane'ye doğru, güneybatı-kuzeybatı istikâmetinde yer alır. Yatımı güneydoğu yönünde 74 - 88° olarak ölçülmüştür. Bilinen uzunluğu 2520 m.dir Ortalama 5 m. Olan genişliği yer yer 0.40 m.ye inebilir. En geniş yeri 14.30 m. Olarak bulunmuştur. Tek bir çatlak dolgusu halindedir. % 27.55 su, % 27.53 kül, % 3.07 kükürt içerir. Orjinal alt ısı değeri 2600 kcal/kg dır. Cudi şariyarının tavanında yer alır.

1.5.7.5. Nivekara Filonu

Milli filonuna aşağı yukarı paralel olarak Nivekara yerleşme merkezînin kuzeyinde uzanır. Uzunluğu 4.300 m. Genişliği İse 0.40 - 11.80 m.'dir {ortalama 4.50 m.}. Güneydoğu yönünde, 77 - 88° meyilli tek çatlak dolgusu halindedir. Kimyasal özellikleri

şöyledir: Su % 8.33, kül % 34.10, kükürt% 6.29. Ocak çıkışı alt ısı değeri 4500 Kcal/kg dır. Cudi şarıyajının tavanında yer alır.

1.5.7.6. İspin doruk - Anılmış Filonu

Aşağı yukarı Milli, Nivekara ve Seridahli filonlarına paralel olarak Anılmış yerleşme merkezinin civarında yer alır. Görünür uzunluğu 1250 m.'dir. Yamaç molozları altında kalan mümkün uzunluğunun ise 1750 m. Olacağı tahmin olunmaktadır. Ortalama 7 m. Olan genişliği 4 ilâ 15 m. Arasında değişebilir. 60-70° meyilli tek bir çatlak dolgusu halindedir. % 3.60 su, % 42.12 kül, % 4.40 kükürt içerir. Orijinal alt ısı değeri 4000 Kcal/kg.

1.5.7.7. Segürük Filonu

Cizre - Şırnak yolu üzerinde, Şırnak'ın hemen güneyinde yer alır. Uzunluğu 800 m., genişliği ise 0.50 - 10.00 m. (ortalama 6.00 m.) Dir. Ağaç yapısında çatlak sistemlerine yerleşmiştir. % 1.20 su, % 38.80 kül, % 6.36 kükürt içerir. Orijinal alt ısı değeri 6500 Kcal/kg dır.

1.5.7.8. Harbul Filonu

Aşağı doğu batı istikametinde, Harbul kasabasının hemen güneyinde uzanır. Doğu kısmı yamaç molozları altında Irak sınırında kaybolur. Gercüş formasyonu kumtaşı tabakalarının sınırına çok yakında, kırmızı renkli, yumuşak killi tabakalar arasında zuhur eder. Görünür uzunluğu 1680 m.dir. Yamaç molozu ile örtülü doğu kısmında muhtemelen takriben 1675 m. kadar devam etmektedir. 70-85° eğimli tek bir çatlak dolgusu halindedir. Kimyasal bileşimi şöyledir: % 3.21 su, % 33.37 kül, % 6.85 kükürt. Ocak çıkışı alt ısı değeri 5300 Kcal/kg dır.

Tablo 9. Asfaltit filonları ve rezerv miktarları

| SAHA ADI | Rezerv (1000 ton) | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|----------|--------|--------|--------|------------|--------------|---------------|
| | Görünür | Muhtemel | Mümkün | Toplam | Kaynak | Potansiyel | Genel Toplam | İşletilebilir |
| Silopi Harbul | 17 914 | 7 851 | - | 25 765 | - | - | 25 765 | 7 000 |
| Silopi Silip | 3 071 | 1 335 | - | 4 406 | - | - | 4 406 | - |
| Silopi Üçkardesler | 9 472 | 10 881 | - | 20 352 | - | - | 20 352 | - |
| Avgamasya | 7 481 | 673 | - | 8 154 | - | - | 8 154 | 7 000 |
| Milli | 2 000 | 2 900 | 1 600 | 6 500 | - | - | 6 500 | - |
| Karatepe | 500 | 2 000 | 2 500 | 5 000 | - | - | 5 000 | - |
| Seridahli | 3 534 | 1 254 | 1 279 | 6 067 | - | - | 6 067 | - |
| Nivekara | 300 | 1 000 | 700 | 2 000 | - | - | 2 000 | - |
| Ispindoruk | 100 | 500 | 500 | 1 100 | - | - | 1 100 | - |
| Segürük | 550 | 450 | - | 1 000 | - | - | 1 000 | - |
| Rutkekurat | - | - | 1 000 | 1 000 | - | - | 1 000 | - |
| Uludere Ortasu | 551 | 53 | - | 604 | - | - | 604 | - |
| TOPLAM | 45 473 | 28 897 | 7 579 | 81 949 | - | - | 81 949 | 14 000 |

1.5.8. Avgamasya Filonunun Özellikleri

Şırnak ilinin takriben 8 km güneybatısında ve Avgamasya köyünün hemen yanında, en büyük ve nispeten geç tanınmakla beraber en iyi incelenmiş bir asfaltik madde rezervi bulunmaktadır. Bir zamanlar yerlilerin kömür diye bildiği ve kireç yakınında kullandığı bu madde, 70'li yılların sonundan beri açık işletmelerle de çıkarılmakta ve ev yakacağı olarak, Diyarbakır'a ve Türkiye'nin doğusundaki diğer büyük şehirlere sevk edilmektedir.

Wipern'in bir notuna dayanarak, 1961 senesinde ilk incelemeleri yapan Nebert olmuştur. Bunun üzerine 1964-1967 seneleri arasında ortalama derinlikleri 125 m. (en derini 236 m.) olan arama çalışmaları yapılmıştır. Daha kalın ve yayılmış olan teras molozları ve diğer örtülerin altındaki filonun genişliğini saptayabilmek için, kısmen büyükçe boyutlu 75 yarma açılmış ve 131 satıh sondajı indirilmiştir. Filonun derinlikteki biçimini tayin etmek için, 15 dikey ve 16 eğik sondaj indirilmiştir (toplam olarak 4911 m sondaj yapılmıştır) [10, 40].

Ana filon diyebileceğimiz filonun genel yatımı dikine kuzeybatıya doğrudur. Filon genişliğine gelince, çok değişmesine rağmen, 20-30 m. nadir sayılmaz. Yan filon hesaba katılmasa bile, yine de 80 metrenin üstünde bir genişlik göstermektedir.

Asfaltik maddeyi F. Orhun esaslı olarak incelemiştir ve bunu asfaltik pirobitüme yakın karakterde madde grubuna koymuştur. Sondajlardan alınan birçok numunenin incelenmesinin amacı, materyalin özelliğinde derinliğe doğru gidildikçe bir değişim olup olmadığıdır. Materyalin hep aynı özelliği muhafaza ettiği görülmüştür. Derinlere doğru inildiğinde asfaltik maddelerin sadece yoğunluk ve mineral madde içeriğinde artış olduğu kimyasal yapısının ise tamamen aynı kaldığı görülmüştür. Tablo 10 artan derinlik sırasına göre, Avgamasya filonunun özelliklerini göstermektedir.

Tablo 10. Avgamasya filonundan farklı derinliklere ait asfaltik maddelerin özellikleri

| Sondaj Derinliği | 21,65-37,75 | 76,75-95,35 | 131,55-147,65 | 159,20 - 170,00 |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|
| Renk | Siyah | Siyah | Siyah | Siyah |
| Özgül Ağırlık | 1,57 | 1,664 | 1,698 | 1,709 |
| Sertlik | 2 3 | 2 3 | 2 3 | 2 3 |
| Penetrasyon | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Erime Noktası | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor | Erimiyor |
| Su % | 0,18 | 0,13 | 0,26 | 0,47 |
| Mineral Madde % | 34,81 | 41,83 | 42 | 42,53 |
| Cs2 De Çözünürlük % | 15,92 | 12,65 | 11,8 | 11,27 |
| İsı Değeri | 5272 | 4553 | 4438 | 4461 |

Tablo 10'a göre göre, derinliğin artmasıyla bu asfaltik maddelerin özellikleri ve metamorfoz dereceleri önemli miktarda değişmemektedir. Avgamasya sondaj numuneleri 530°C ye kadar Fischer retortunda tahribi destilasyona tabi tutulmuştur. Destilasyon neticeleri Tablo 11'de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, Avgamasya sondajının ortalama numuneleri % 8.02 den, % 11.96 ya kadar değişen distile yağ vermektedir.

Tablo 11. Avgamasya sondaj numunelerinin Fischer retordunda yapılan destilasyon testi sonuçları

| Sondaj derinliği (m) | 21,65-37,45 | 76,75 - 95,35 | 131,55 - 147,65 | 159,2 - 170 |
|------------------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|
| Su % | 0,67 | 0,8 | 0,53 | 0,54 |
| Gaz % | 8,02 | 6,19 | 6,47 | 7,41 |
| Distile yağ % | 11,96 | 11,23 | 9,8 | 8,02 |
| Destilasyon bakiyesi % | 79,35 | 81,78 | 83,2 | 84,03 |

1.5.9. Asfaltit Rezervini Değerlendirecek Alternatif Yöntemler

Bu çalışmalardan elde edilen verilerin ışığı altında hazırlanan ekonomik ön değerlendirme raporunda güneydoğu Anadolu asfaltik maddelerinin dört ayrı alternatifte göre değerlendirilebileceği belirtilmektedir [41].

Bu alternatifler özetle şöyledir:

- Şırnak asfaltik maddelerinin yakılarak doğrudan doğruya enerji üretiminde kullanılması öngörülmüştür. Buna göre 1.000.000 ton/yıl üretimle 2x150 MW gücündeki bir termik santral beslenebilecektir. Tüketilecek birincil enerji hammaddesinde kül oranı % 42.21 olduğuna göre yılda 422.100 ton kül elde edilecek ve bu kül ortalama % 85 verimle kazanılabilecektir. Böylece her yıl 358.000 ton kül sülfürik asitle linç edilerek 5390 ton konsantre nikel sülfür, molibden sülfür, vanadyum sülfür ve uranyum oksit elde olunacaktır.
- Asfaltik maddenin doğrudan doğruya amonyak üretiminde kullanılması öngörülmüştür. Bu durumda yılda 1.000.000 ton asfaltik madde gaz kısırlı olacak, 308.000 ton amonyak üretilen, geriye 379.900 ton kül kalacaktır. Elde olunan bu külün sülfürik asitle doyurulması suretiyle 5706 ton konsantre nikel sülfür, molibden sülfür, vanadyum sülfür ve uranyum oksit elde olunacaktır.
- Asfaltik maddelerin pirolize tabi tutularak değerlendirilmesini öngörmektedir. Bu suretle asfaltit asfaltı ve gaz elde edilecek, piroliz kalıntısı termik santralde yakılarak enerji üretilen ve geri kalan küllerin içerdiği kıymetli maddeler elde olunabilecektir. Yılda 1.040.000 ton asfaltik maddenin tesise gelmesi halinde 118.000 ton/yıl asfaltit asfalt, ısı değeri 4800 Kcal/N m³ olan 252.000.000 Nm³/yıl gaz yakıt, ısı değeri 3900 Kcal/kg olan 646.100 ton/yıl karbonsal kalıntı ve metal konsantre tesisinde kullanılacak 5000 ton/yıl H₂S üretilen, 600.000 ton/yıl

karbonsal kalıntı 1x150 MW lık bir termik santrali yakıt yönünden besleyebilecektir. Bu durumda termik santralden 400.980 ton/yıl kül çıkacaktır. Kül kazanma verimi % 85 olması nedeniyle metal konsantrasyon tesisine 341.000 ton/yıl termik santraldan ve 14.400 ton/yıl piroliz ısıtma tesisinden olmak üzere 355.400 ton/yıl kül verilebilecek, bu küllerden licing yöntemi ile 5333 ton/yıl konsantre nikel sülfür, molibden sülfür, vanadyum sülfür ve uranyum oksit ayrılacaktır.

- Piroliz sonrası elde edilen karbonsal kalıntıların enerji üretimi yerine gazlaştırılarak amonyak üretiminde kullanılabilir. Bu alternatif uygulandığı takdirde 1.145.300 ton/yıl asfaltın 1.040.000 tonu piroliz için kullanılarak 118.000 ton/yıl asfaltit asfalt, ısı değeri 4800 kcal/Nm³ olan 252.000.000 Nm³/yıl gaz yakıt ve ısı değeri 3900 kcal/kg olan 646.100 ton/yıl karbonsal piroliz artığı elde edilecek, bu sonucunun 46.100 ton/yıl kısmı piroliz sürecinde kullanılacak ısı enerjisi gereksinmesine cevap verecektir. Buhar üretiminde kullanılacak kısmı dışındaki 415.800 ton/yıl karbonsal kalıntıdan 180.000 ton/yıl amonyak ve 415.250 ton/yıl kül ayrılacaktır. 415.000 ton/yıl miktarındaki külün doyurulmasıyla 6215 ton/yıl konsantre nikel sülfür, molibden sülfür, vanadyum sülfür ve uranyum oksit elde edilecektir.

1.6. Türkiye'deki Toplam Petrol Rezervi

Türkiye enerji hammaddesi açısından zengin bir ülke olmasına karşın, günümüze kadar yapılan araştırmalar petrol açısından yeterli rezerv kaynağına sahip olmadığını ortaya çıkarmıştır. Anadolu'nun tektonik evrimine bağlı olarak çok kıvrımlı ve kırıklı, engebeli, karmaşık bir jeolojik yapıya sahip olması, Türkiye'deki petrol arama çalışmalarını oldukça zorlaştırmakta ve arama yatırımları maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Türkiye'de petrol arama amacıyla açılan ilk derin kuyu 20 Mayıs 1933'de, 2189 sayılı yasa ile kurulan "Petrol Arama ve İşletme İdaresi" tarafından delinen ve 1351 metre derinlikte kuru olarak bitirilen Baspirin-1 arama kuyusudur. İlk ticari petrol keşfi 20 Nisan 1940'da Raman sahasındaki Raman-1 kuyusunda 1048 metre'de yapılmıştır.

Türkiye'de petrol arama çalışmaları 1942-1958 yılları arasında MTA ve TPAO'nun kurulmasıyla birlikte giderek hızlanmış ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Raman ve

Garzan sahaları keşfedilmiştir. Bu keşiflerden sonra 7 Mart 1954 tarihinde, 6326 sayılı Petrol Yasası çıkarılarak yerli ve yabancı firmaları da petrol arama ve üretim çalışmaları yapmalarına olanak sağlanmıştır [42].

Tablo 12'den izlenebileceği gibi teorik hesaplamalara göre, rezervardaki petrol rezervi 954 milyon ton olup, bunun 156 milyon tonu üretilebilir durumdadır. 2002 yılı sonuna kadar 117 milyon ton petrol üretilmiş olup, geri kalan üretilebilir 39 milyon ton ile bugünkü üretim seviyesine göre yaklaşık 16 yıllık rezerv miktarı bulunmaktadır [43].

Tablo 12. Türkiye ham petrol rezervleri (Bin Ton)

| Firma Adı | Rezerv Toplam Petrol | Üretilebilir Toplam Petrol | Kümülatif Petrol Üretimi | Kalan Üretilebilir Petrol |
|--------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| TPAO | 682812 | 88686 | 62725 | 25961 |
| N.V. Turkse Perenco | 175736 | 48512 | 39026 | 9486 |
| Petrom E.M.I.+Dorchester | 73087 | 12746 | 10808 | 1938 |
| Madison Oil Turkey Inc.+TPAO | 6967 | 2411 | 2084 | 327 |
| N.V.Turkse Perenco+TPAO | 4624 | 1796 | 1297 | 499 |
| Ersan+Alaaddin+Trans Med. | 6157 | 924 | 755 | 169 |
| Ersan+Alaaddin M.E. | 2420 | 426 | 359 | 67 |
| Alaaddin Madison (Turkey) Inc. | 2094 | 628 | 210 | 418 |
| Alaaddin+Transmed | 362 | 74 | 3 | 71 |
| Amity Oil+TPAO | 81 | 57 | 1 | 56 |
| Toplam | 954340 | 156260 | 117268 | 38992 |

1.6.1. Türkiye'nin Yıllık Ham Petrol Üretim ve Tüketim Miktarı

1980'li yılların öncesinde akaryakıt ithalatçısı olan Türkiye, artık ithal ettiği ham petrolü kendi rafinerilerinde işlemektedir. Türkiye'de ham petrol üretiminin yaklaşık % 75'i TPAO tarafından gerçekleştirilmekte ve ikinci sırada Shell gelmektedir.

Üretim yapılan petrol sahalarının ortalama rezerv derinliği 2000-2500 metre dolaylarındadır. Keşfedilen rezervlerin derinlikleri en fazla 3500 metredir. Buna göre, Türkiye'de petrol aramaları çok derin seviyelerde yapılmamaktadır. Ayrıca bu sahalardan üretilen petrolerin API graviteleri incelendiğinde; API gravitesi 30 ve daha yüksek hafif petrolerin üretildiği petrol sahalarının sayısı 53'dür ve bu sahalarda mevcut olan yerinde

petrol miktarı da çok azdır. 10-25 API graviteli ağır ve orta petrolerin üretildiği saha sayısı 47'dir ve bu sahalarda mevcut üretilebilir petrol miktarı çok fazladır

Sahalar ekonomik ömürlerini tamamlamaya başladıkları halde, % 70'lere varan miktarlarda petrol rezervlerde üretilemeden kalmaktadır. Bu kalan petrolün ikinci ve üçüncül üretim yöntemleriyle üretilmesi gereklidir.

Türkiye'de halen üretim yapılan petrol sahalarının % 80'i orta ve ağır petrol içermekte ve bu petrolerin çoğu üretilmeden rezervde kalmaktadır. Üretimi arttırıcı yöntemlerin uygulanması ve varili 10-15 dolara mal olabilecek olan bu petrolerin üretilmesiyle ekonomimize büyük katkı sağlanmış olacaktır.

Ham petrol varil fiyatlarının günümüzde 50-60 dolar civarında olduğu göz önüne alınırsa, kendi öz kaynaklarımızdan üretilen petrolün ithal girdi maliyetlerinde önemli ölçülerde düşme yaratacaktır.

Türkiye'de petrol üretimi 1993 döneminde 3.9 milyon ton iken, üretim değerleri 2003 yılına kadar geçen sürede azalma eğilimi göstererek 2.3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de ham petrolün büyük bir bölümü Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretilmekte olup, bir miktar üretim de Trakya bölgesinden elde edilmektedir. Halen üretimde kullanılan rezervlerin tükenmesi nedeniyle, yeni rezerv sahalarının bulunmaması durumunda önümüzdeki yıllarda üretimin giderek düşmesi beklenmektedir.

Üretimin yaklaşık % 70 TPAO, geri kalanının büyük bir kısmı N.V.Turkse Perenco, Alaaddin Middle East ve Petroleum Exp. Med Şirketi olmak üzere, diğer Türk ve yabancı firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada konu edilen asfaltit asfaltı Şırnak Kömür İşletmeleri'nden temin edilen asfaltit madenin kuvvetli çözücü olarak kabul edilen tolüen ile santrifüj yöntemiyle ekstraksiyona tabi tutulmasıyla elde edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi ağırlıkça az miktardaki asfaltit madeni ile ağırlıkça fazla miktardaki tolüenin asfalt ekstraksiyon cihazında 15 dk bekletilip önce düşük devirde daha sonra yüksek devirde çalıştırılmasıyla yapılmıştır. Ekstraksiyonu ürünü olan asfaltit asfaltı tolüenle birleşik olduğundan tolüen vakum pompası yardımıyla çekilmiş geriye asfaltit asfaltı kalmıştır.

Ayrıştırılan asfaltit asfaltı fiziksel ve kimyasal standart asfalt testlerine tabii tutulmak suretiyle geleneksel asfaltla karşılaştırılmıştır. Üretilen asfaltit asfaltı numunesi ve geleneksel asfalt numuneleri üzerine standart deneyler olarak aşağıda verilen deneyler uygulanmıştır. Bu bölümde, aşağıda verilen ana başlıklar altında yapılan çalışmalar sunulmuştur:

- Çalışmada kullanılan malzemeler ve özellikleri
 - Asfaltit Asfaltı
 - Geleneksel Rafineri Asfaltı
- Asfalt numunelerine uygulanan deneyler
 - IR (Infrared Spektrometre) analizi
 - Penetrasyon deneyi
 - Özgül ağırlık deneyi
 - Yumuşama noktası deneyi
 - Parlama noktası deneyi
 - Düktilite deneyi
 - Isıtma kaybı deneyi
 - Isıtma kaybı sonrası penetrasyon deneyi
 - Isıtma kaybı sonrası yumuşama noktası deneyi

2.1. Asfaltit Asfaltı

Geleneksel asfaltla karşılaştırılmak için kullanılacak olan asfaltit asfaltı, Şırnak Avgamasya Yöresi Kömür İşletmelerin'den temin edilen asfaltit madeninden tolüen

kullanılarak standart santrifüjle ekstrasyon prosedürleri uygulanarak çıkarılmıştır. Fakat santrifüj yöntemiyle asfaltitten asfalt çıkarılması son derece yavaş ve zahmetli bir iştir. Bu sebeple daha fazla miktarda asfalt elde edilmesi için piroliz yöntemini kullanmak daha faydalı olacaktır.

2.1.1. IR (Infrared Spektrometre) Analizi

Kırmızı ötesi ışınması elektromanyetik spektrumda görünür bölge ve mikro dalgalar arasında bulunur ve dalga boyu 0.8-500 μm (dalga sayısı $12500-2^\circ\text{Cm}^{-1}$) olan ışımadır. 0.8-2.5 μm ($12500-400^\circ\text{Cm}^{-2}$) bölgesine yakın kırmızı ötesi, 2.5 μm - 25 μm ($4000-40^\circ\text{Cm}^{-1}$) bölgesine kırmızı ötesi ve 25-500 μm ($400-2^\circ\text{Cm}^{-1}$) uzak kırmızı ötesi ışımının sınır 2.5 - 15 μm ($4000-666\text{cm}^{-1}$) olarak verilir. Kırmızı ötesi spektrumları her iki sınır içinde kaydedilebilir. Yakın kırmızı ötesi ve uzak kırmızı ötesi bölgeleri organik yapı analizinde pek yararlı değildir.

Kırmızı ötesi spektrumları iki türlü bilgi verir:

1. Organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonlu gruplar bulunur. Bilinmeyen maddenin kırmızı ötesi spektrumunu değerlendirmek ve güvenilirliği fazla olan soğurma bantlarından yapıdaki fonksiyonlu grupların varlığına (veya yokluğuna) karar vermek gerekir.

2. İki organik bileşiğin aynı olup olmadığı anlaşılır. Bilinmeyen maddenin, bilinen bir madde ile aynı olup olmadığına karar vermek amacıyla her ikisinin kırmızı ötesi spektrumlarının tamamen üst üste çakışabilir olup olmadığını denemek gerekir. (iki maddenin aynılığı için gerekli diğer iki koşul, gaz (veya sıvı) kromatografisi alı konma zamanlarının aynı olması ve NMR spektrumlarının üst üste çakışabilir olmasıdır.) Kırmızı ötesi spektroskopisi, organik yapı analizinde en önemli yöntemlerden biridir.

2.1.2. Penetrasyon Deneyi

Penetrasyon, standart bir iğnenin belirli bir yük altında ve belirli bir süre içinde, asfalt numunesi içersine düşey olarak batma derinliğinin 0,1 mm cinsinden değeridir. Penetrasyon birimi santimetrenin yüzde biridir. Deney sonunda okunan değer 100 ise,

asfaltın penetrasyonu 100 demektir; iğne asfaltın içersine 1 cm batmış anlamına gelir. Penetrasyon değeri kıvamlılıkla ters orantılıdır, penetrasyon yükseldikçe asfalt yumuşar.

Deney için, asfalt çimentosunun konulduğu numune kabı, 25°C sıcaklıktaki su dolu bir kap içersine konularak, düzgün bir yere konulmuş ve göstergesi sıfıra getirilmiş olan penetrasyon cihazının tablasına yerleştirildi. 100 gram yük ile yüklenen iğne, numune yüzeyine degecek şekilde ayarlandıktan sonra 5 saniye süreyle serbest bırakıldı ve bu süre sonunda penetrasyon değeri göstergeden okundu. Kap kenarından ve birbirinden 1 cm uzaklıkta arka arkaya 3 batma yapıldı. Burada dikkat edilecek husus her batmadan sonra iğnenin uygun bir çözücü ile temizlenip kurulanması gerekir [44]. Asfaltit asfaltının penetrasyon değeri 3 batma miktarının ortalaması alınıp 325 olarak bulundu.

Tablo 13. Penetrasyon Deneyi Sonuçları

| Deney No | Penetrasyon (0,1 mm, 100 gr, 5 sn) | Penetrasyon (ortalama) |
|----------|------------------------------------|------------------------|
| 1 | 325 | 325 |
| 2 | 323 | |
| 3 | 327 | |

2.1.3. Düktilite Deneyi

Düktilite, uzama veya çekilebilme anlamına gelmektedir. Asfalt çimentolarının önemli özelliklerinden biridir. Uzama yeteneği fazla olan asfalt çimentoları, düktilite değeri daha düşük olan asfalt çimentolarına göre daha üstün bir bağlama yeteneğine sahiptirler. Diğer yandan çok yüksek düktilite değerine sahip olan asfaltlar ise, ısı değişimlerine karşı fazla duyarlık gösterirler. Bu nedenle, çeşitli asfaltların düktilite değerleri sınırlandırılmıştır.

Asfalt çimentosunun düktilitesi, standart kalıpta hazırlanmış bir numunenin belirli deney koşulları altında kopmaksızın uzayabildiği miktarın cm cinsinden değeridir.

TS 119 standardına göre deney için, asfalt çimentosu ısıtılarak akıcı hale getirilerek 280 µm elekten süzülükten sonra vazelinlenmiş olan düktilite kalıbına dökülmek suretiyle 3 adet düktilite numunesi hazırlandı. Yaklaşık 40 dakika oda sıcaklığında ve 30 dakika da 25°C'lik su banyosunda bekletilen numunelerin fazla kısımları ısıtılmış bir spatula ile kesilerek düzeltildikten sonra 25°C'lik su banyosunda 1.5 saat daha bekletildi. Levhadan

ayrılan ve kalıp yan parçaları çıkarılan numuneler çabucak düktilite cihazına konularak dakikada 5 cm'lik bir hızla kopuncaya kadar çekilmeye bırakıldı. Numunelerin koptuğu an cihaz kenarındaki cetvelden uzama miktarları cm cinsinden okundu ve bu üç numunenin ortalaması alınarak asfaltit asfaltının düktilitesi 100 (cm) olarak bulundu [45].

Tablo 14. Düktilite Deneyi Sonuçları

| Numune no | Briketin uzama miktarı, cm | Düktilite (ortalama) |
|-----------|----------------------------|----------------------|
| 1 | 101 | 101 |
| 2 | 102 | |
| 3 | 100 | |

2.1.4. Yumuşama Noktası Deneyi

Asfalt çimentolarının kıvamlılıkları ısı değişimlerinden fazla etkilenmektedir. Asfaltların bu özelliklerine ısıya karşı duyarlılık denir. Değişik ham petrolerden üretilmiş asfaltların ısı değişimlerine karşı duyarlılıkları farklıdır. Asfaltların sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılıklarını ölçmek için en kısa ve en basit yöntem yüzük ve bilye yöntemiyle yumuşama noktasının bulunmasıdır.

Yumuşama noktası, bir su banyosu içine yerleştirilmiş, üzerinde standart çaplı bir bilye bulunan, standart bir kalıp içerisindeki bitümlü maddenin belli bir hızla ısıtılmasıyla, yumuşayan malzemenin tabana değdiği anda termometrede okunan sıcaklıktır.

TS 120 standardına göre yapılan deneyde kap 5 °C' ye kadar soğutulmuş saf su ile dolduruldu. Numuneyi taşıyan halka özel yerine oturtulduktan sonra bilye da suya kondu. -2 ila 80 °C arasında bölmelenmiş termometre, civa haznesinin ucu, halkanın alt yüzü ile aynı düzeyde ve halkadan 0,5 cm uzaklıkta bulunacak şekilde banyoya sarkıtıldı. Su banyosunun sıcaklığı 15 dakika süreyle 5 °C 'da sabit tutuldu. Sonra bilye uygun bir maşa yardımıyla halka içindeki numunenin tam ortasına yerleştirildi. Banyonun suyu ilk 3 dakikadan sonra dakikada 5°C yükselecek şekilde ısıtıldı. Sıcaklığın artmasıyla yumuşayan malzemenin, kabın tabanına değdiği andaki termometreden okunan değer yumuşama noktası olarak kaydedildi. Çalışmada kullanılan asfaltit asfaltının yumuşama noktası 23 °C bulunmuştur [46].

2.1.5. İnce Film Halinde Isıtma Kaybı Deneyi

Bu deney ile 0.32 cm kalınlığındaki bir asfaltit asfalt filminin 5 saat süre ile 163°C sıcaklıkta ısıtılması sonucunda kütesinde oluşacak kayıp tespit edilmektedir. Asfaltit asfaltının ısı ve hava etkilerine özellikle penetrasyon ve düktilite değerlerinde oluşacak değişimler bu yöntemle belirlenebilmektedir.

Deneyde kullanılacak numunede kesinlikle su bulunmamalıdır. Temsili olarak alınan numune ısıtılıp iyice karıştırıldıktan sonra numune kabına döküldü . Numune miktarı 50 gr. olmalıdır. Kap içerisindeki asfaltit asfalt numunesi oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra 0.01 gr hassasiyetli teraziyle tartıldı.

Etüv 163°C deney sıcaklığına ayarlandıktan sonra hazırlanmış 2 adet numune raf üzerine yerleştirdi. Döner raf dakikada 5-6 devirlik hızla döndürdü. Deney süresi numune etüve yerleştirildikten sonra sıcaklık 162 °C ye ulaştığında başlatıldı. Bu andan itibaren numune etüvde 5 saat süre ile 163 °C de bekletildi.

Numune kabının etüvde bekleme süresi hiçbir zaman 15 dk aşmadı. Süre bittiğinde numuneler etüvden çıkarıldı, oda sıcaklığına kadar soğutulup tartıldı.

İki numunedeki ağırlık kaybı bulundu. Bulunan değerlerin ortalaması alınarak kayıt edildi.

Deney sonucunda asfaltik bitüm numunesinde herhangi bir ağırlık kaybı olmadığı bulundu [47].

2.1.6. Isıtma Kaybı Sonrası Yumuşama Noktası Tayini Deneyi

Isıtma kaybı deneyi tamamlandıktan sonra aynı numune üzerine standart yumuşama noktası deneyi yapıldı. Standart yumuşama noktası deneyi protokolleri uygulandı ve 3 okuma yapıldı . Okumalar sonucunda ısıtma kaybı sonrası yumuşama notasının değişmediği tespit edildi [46].

2.1.7. Isıtma Kaybı Sonrası Penetrasyon Deneyi

Isıtma kaybı sonrası penetrasyon deneyin yapıldı. Standart penetrasyon deneyi protokolleri uygulandı. 3 okuma yapıldı. Deney sonucunda ısıtma kaybı sonrası asfaltit asfaltının penetrasyonun değişmediği görüldü [47].

Tablo 15. Isıtma kaybı sonrası penetrasyon deneyi sonuçları

| Numune no | Penetrasyon değeri (cm) | Penetrasyon (ortalama) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 1 | 325 | 325 |
| 2 | 324 | |
| 3 | 326 | |

2.1.8. Parlama Noktası Deneyi

Parlama noktası, bir maddenin buharının alev temasında geçici olarak parladığı fakat yanmaya devam etmediği en düşük sıcaklıktır. Bir malzemenin parlama noktasının bilinmesi, o malzemenin uygulanması sırasında ısıtılırken meydana gelebilecek herhangi bir tutuşma ve yangın tehlikesinin önlenmesi bakımından çok önemlidir.

Bu çalışmada asfaltit asfaltının parlama noktası Cleveland açık kap yöntemiyle bulundu. Küçük bir kaba konulan asfaltit asfaltının sıcaklığı dakikada 15 °C artacak şekilde ısıtıldı. 4 mm çapındaki küçük bir alev zaman zaman numune üzerine yaklaştırıldı. Numune yüzeyinin herhangi bir noktasında alevin görüldüğü andaki sıcaklık değeri asfaltik bitümün parlama noktasıdır. Bu çalışmada kullanılan asfaltit asfaltının parlama noktası 200 °C olarak belirlenmiştir [48].

2.1.9. Özgül Ağırlık Deneyi

Bitümlü maddelerin özgül ağırlığı, bunların 25 °C de hacmi bilinen bir miktarının ağırlığının, aynı sıcaklıkta ve aynı hacimdeki suyun ağırlığına bölünmesinden elde edilen orandır. Bir bağlayıcının özgül ağırlığı başlıca iki bakımdan önemlidir. Birincisi; çok defa ağırlıkla hacim arasındaki bağıntının bilinmesi faydalıdır. Bitümlü kaplamalara ait şartnamelerde oranlar ağırlıkça yüzde cinsinden belirtilir. Buna karşılık bağlayıcılar çok defa hacimce ölçülür. Sıcak karışımlarda ise bağlayıcının genleşme katsayısının belirlenmesi faydalıdır. Böylece herhangi bir sıcaklıktaki özgül ağırlık hesaplanabilir. İkincisi; hidrokarbonlu bağlayıcının cinsinin bilinmesi açısından özgül ağırlık önemlidir.

Bu çalışmada asfaltit asfaltının özgül ağırlığı piknometre yöntemiyle bulundu. Piknometre, deneyden önce temizlenip kurutulduktan sonra cam kapağıyla birlikte 0,1 gr'a duyarlı terazide tartıldı (A). Sonra saf su ile tamamen doldurularak tartılır (B). Piknometre

içerisindeki su tamamen boşaltıldı ve 110 °C'lik etüvde kurutuldu. Etüvde kurutulduktan sonra piknometre içerisine uygun miktarda (piknometrenin yaklaşık 2/3 ü kadar) ısıtılıp akıcı hale getirilmiş asfaltit asfaltı konuldu ve tartıldı (C). Daha sonra numunenin üzeri saf su ile doldurularak yaklaşık 40 dakika 25 °C'lik su banyosunda bekletildikten sonra tartıldı (D). Asfalt asfaltının özgül ağırlığı aşağıdaki formülle hesaplanarak 1.055 olarak belirlendi [49].

$$\frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$$

A= Piknometrenin boş ağırlığı, gr

B= Su dolu piknometre ağırlığı, gr

C= Piknometre ve doymuş yüzey numune ağırlığı, gr

D= Numune ve su dolu piknometre ağırlığı, gr

Tablo 16. Özgül Ağırlık Denmeyi Sonuçları

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| A | Piknometrenin boş ağırlığı, gr | 26,00 |
| B | Piknometre+su ağırlığı, gr | 76,72 |
| C | Piknometre+numune ağırlığı, gr | 45,67 |
| D | Piknometre+su+numune ağırlığı, gr | 77,75 |
| $\frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$ | Özgül ağırlık, gr/cm ³ | 1,055 |

3. BULGULAR VE İRDELEME

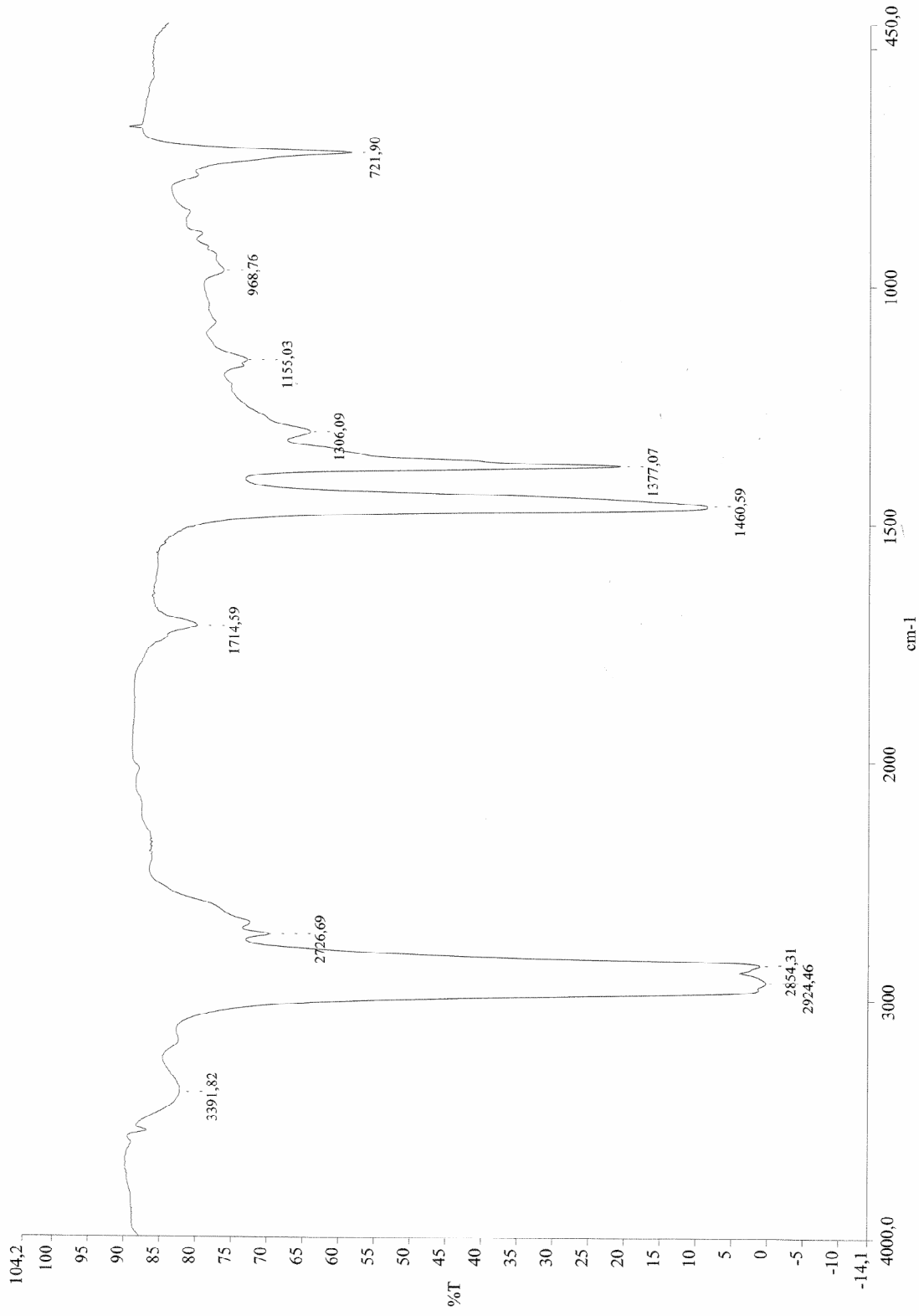
3.1. IR Spektrumundan Elde Edilen Bulgular

IR spektrumunun karşılaştırılmasına asfaltit asfaltı ile beraber geleneksel bir asfalt konu olmuştur. Yapılan testler sonucunda her iki asfalt ve asfaltit asfalt numunelerinin IR spektrumları incelendiğinde içerik itibari ile tamamen eş değer oldukları görülmektedir.

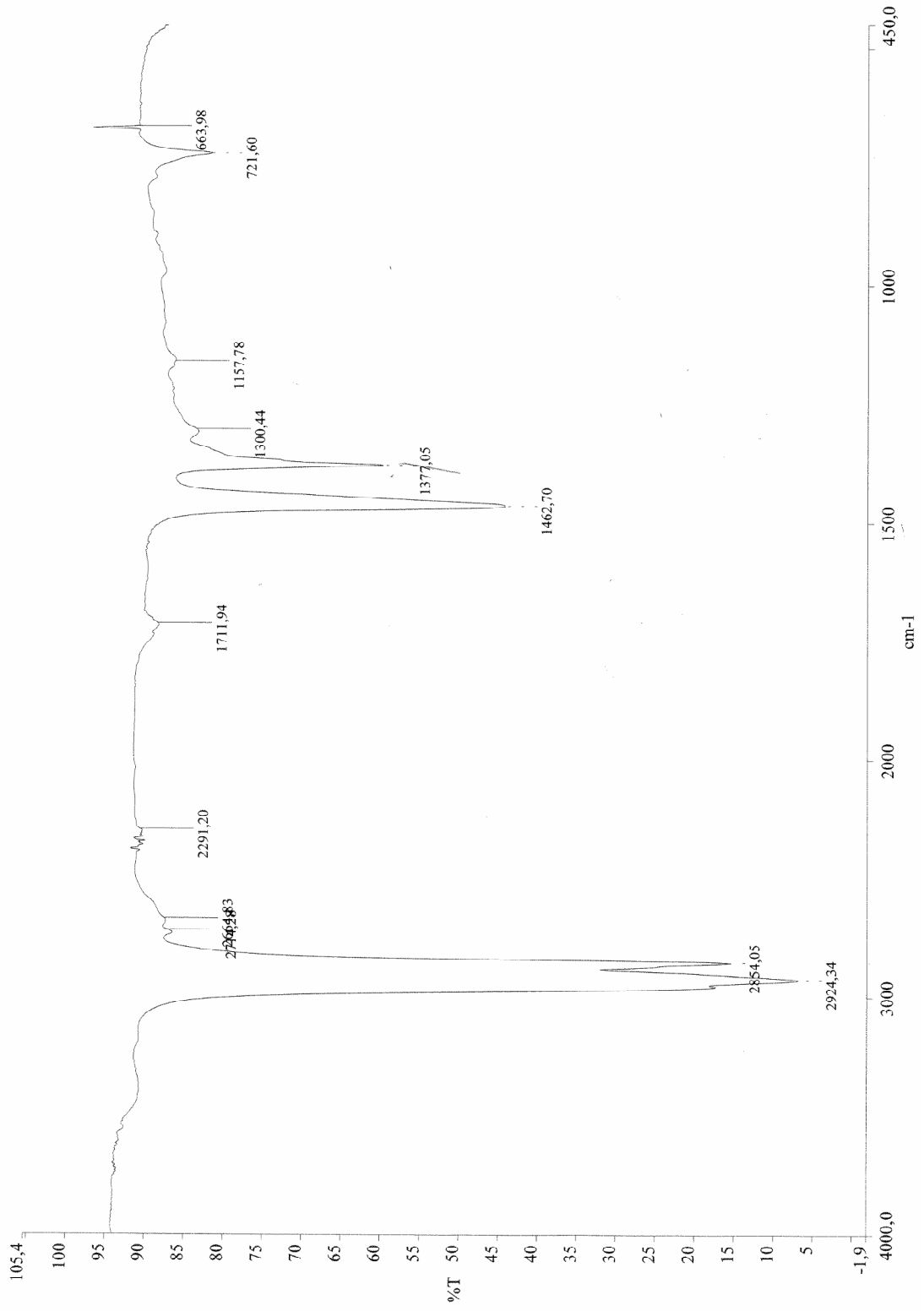
Spektrumda olması beklenen halkalı ve aromatik fragmanlar örneğin benzen, naftalen gibi halkalı yapılar gözlenmemektedir. Buna karşın yoğun alifatik karbon içeriği dikkati çekmektedir.

Nitekim IR spektrumdan 2855 – 2924 cm⁻¹ de alifatik-H bağına (düz zincir) ilişkin gerilim bandı ortaya çıkarken bu bantın deformasyon pikleri 1445 –1377 cm⁻¹ de CH₂ ve CH₃ gruplarına ilişkin olarak ortaya çıkmaktadır.

Yukarıda belirttiğimiz gibi 3000 cm⁻¹ ve üstünde aromatik =C-H piklerinin gözlenmemesi keza 1600-1650 cm⁻¹ de yine aromatik C=C piklerinin ortaya çıkmaması hem geleneksel asfalt hem de asfaltit asfalt numunesinde beklenenin aksine yoğun alifatik doymuş karbon zinciri içeren hidrokarbonlar mevcutken halkalı aromatik yapılar bulunmamaktadır. Bu durum geleneksel asfalt ile asfaltit asfaltının içerik itibariyle tamamen eşdeğer olduğunu, yoğun alifatik karbon içeriğinin bulunmasının daha düşük viskozitede bir numune yapısının ortaya çıkmasına yol açtığını düşündürmektedir.



Şekil 3. Geleneksel rafineri asfaltı IR analiz sonucu

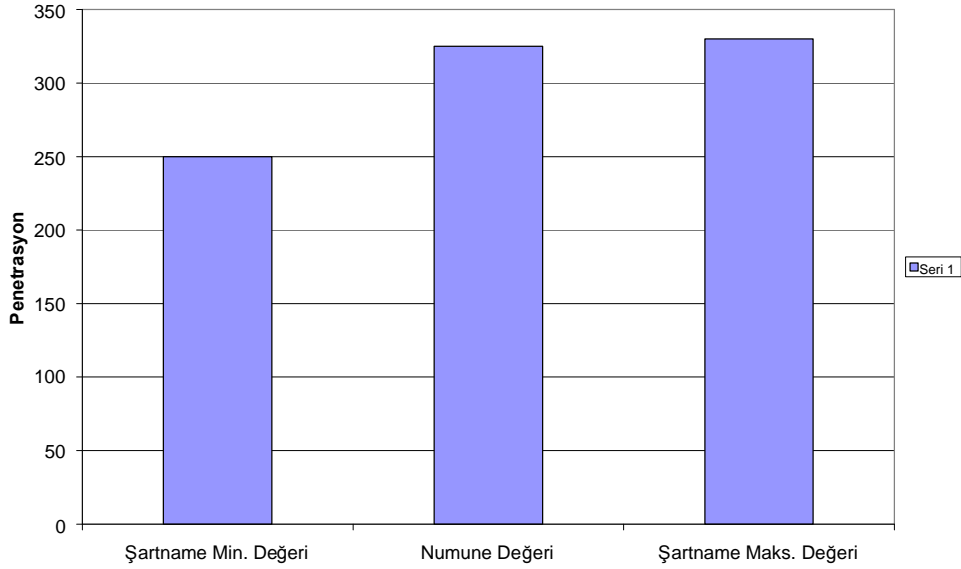


Şekil 4. Asfaltit asfaltı IR analiz sonucu

3.2. Penetrasyon Deneyinden Elde Edilen Bulgular

Asfaltit asfaltının kıvamını belirlemek için yapılan penetrasyon deneyinden asfaltit asfaltının yapılan 3 farklı okumanın ortalaması olarak penetrasyonunun 325 olduğu tespit edildi. Tespit edilen bu değer yorumlanacak olursa asfaltit asfaltının yumuşak bir tür asfalt sınıfına dahil olduğu söylenebilmektedir.

Asfaltit asfaltının fiziksel özelliklerinin karşılaştırılabilmesi için referans olarak asfaltit asfaltının penetrasyon değeri alınmış olup karayolları fenni şartnamesi ve TS 12591 standartlarıyla asfaltik bitümün diğer fiziksel özellikleri karşılaştırılacaktır.



Şekil 5. Penetrasyon deneyinden elde edilen bulgular

3.3. Düktilite Deneyinden Elde Edilen Bulgular

Düktilite kelime anlama olarak kopmadan uzama demektir. Düktilite deney ile beraber asfaltit asfaltının kopmadan yapabileceği maksimum uzama tayin edilmiştir. 3 ayrı numune düktilite için hazırlanmış ve teste tabii tutulmuştur. Bu testler sonucunda asfaltit asfaltının düktilite değeri 100 cm olarak bulunmuştur.

TS 12591 standardında penetrasyon değeri asfaltit asfaltının penetrasyon değer aralığına gelen asfaltlar için istenilen minimum düktilite değer 100 cm dir. Testler

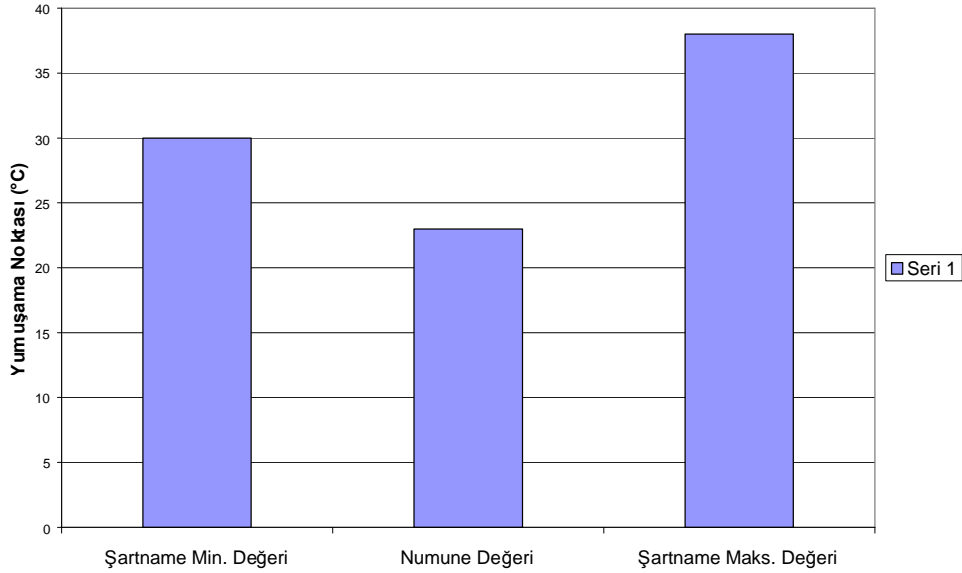
sonucunda elde edilen değerin standartlarda istenilen minimum şartı sağladığı görölmektedir.

3.4. Yumuşama Noktası Deneyinden Elde Edilen Bulgular

Asfalt çimentolarının kıvamlılıkları ısı değişimlerinden fazla etkilenmektedir. Asfaltların bu özelliklerine ısıya karşı duyarlılık denir. Değişik ham petrolardan üretilmiş asfaltların ısı değişimlerine karşı duyarlılıkları farklıdır. Bu çalışmada konu aldığımız asfalt asfaltik kökenli bir asfalttır. Asfaltit asfaltının ısıya karşı duyarlı olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan testler sonunda asfaltit asfaltının yumuşama noktası 23 °C olarak bulunmuştur

TS 12591 standardında asfaltit asfaltının penetrasyon değer aralığında olan asfaltlar için minimum yumuşama noktası 30 °C, maksimum yumuşama noktası ise 38 °C dir.

Bu durumda asfaltit asfaltının istenilen standart şartlarını sağlamadığı ve aynı penetrasyon aralığındaki asfaltlara nazaran daha düşük sıcaklıklarda yumuşamaya başlayacağı öngörülmektedir.



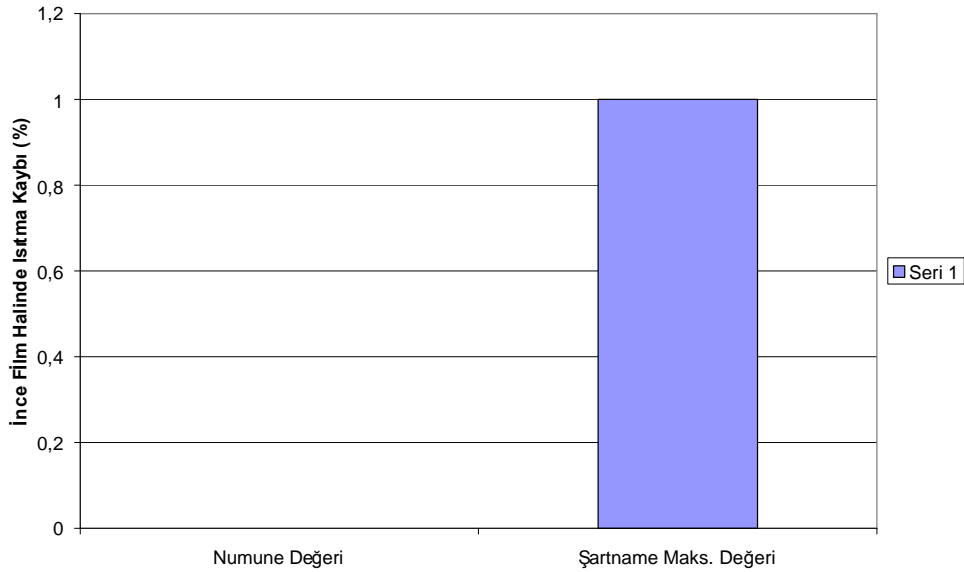
Şekil 6. Yumuşama noktası deneyinden elde edilen bulgular

3.5. İnce Film Halinde Isıtma Kaybından Elde Edilen Bulgular

Bu deneyin amacı iklim şartlarının değişmesiyle, sıcaklığın artması ile asfaltit asfaltının içerisinde bulunan uçucu maddelerin uçması sonucu kaplama karışımı içerisinde bulunan asfaltit asfaltının miktarında azalma olup olmayacağını tayin etmektir. Bilindiği gibi bitümlü karışım kaplamaların ana bağlayıcısı asfalttır. Asfalt miktarında azalama yol kaplamasını kalitesi bozacağından ısınma sırasında asfaltın ağırlıkça kaybının az olması istenmektedir.

Testler sonunda görülmüştür ki asfaltit asfaltının ısıtma süresi sonrasında herhangi bir ağırlıkça değişim olmamıştır.

TS 12591 standardında asfaltit asfaltının penetrasyon değer aralığında olan asfaltlar için ısıtma kaybı değeri maksimum % 1 dir. Asfaltik bitümde ağırlık değişimi %0 olduğundan şartnamede istenilen şart sağlanmaktadır.



Şekil 7. İnce film halinde ısıtma kaybından elde edilen bulgular

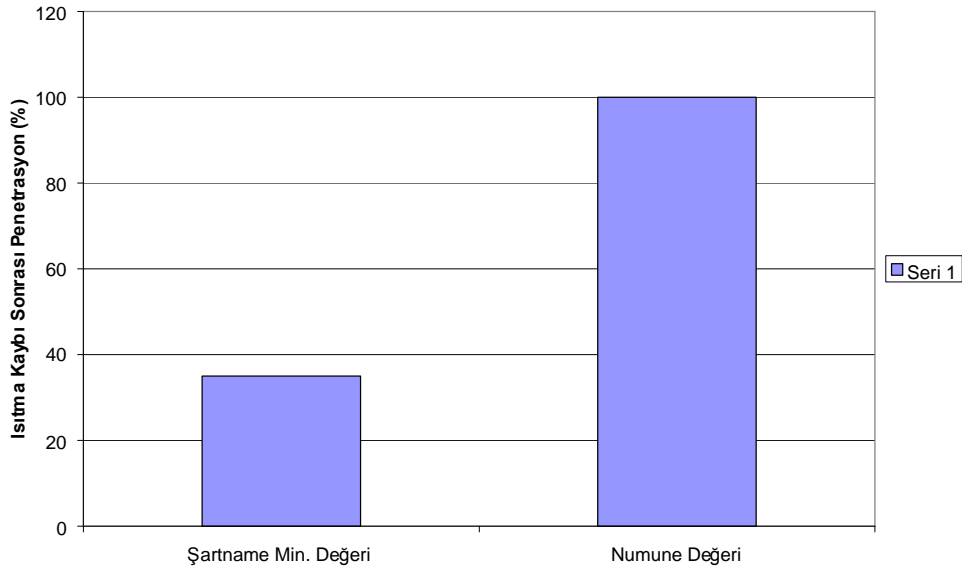
3.6. Isıtma Kaybı Sonrası Penetrasyon Deneyinden Elde Edilen Bulgular

Penetrasyon değeri bitümlerin kıvamı gösteren bir değerdir. Yol kaplama karışım tasarımları yapılırken; sıcaklık, yol üzerinden geçecek trafik yükü ve dingil ağırlığı gibi değerle göz önünde bulundurulur ve kaplamada kullanılacak asfaltın penetrasyonuna karar

verilir. Isıtma kaybı sonrasında yapılan penetrasyon testinin amacı sıcaklık etkisi ile bitümün penetrasyonunda bir değişim olup olmadığını tespit etmektir.

Isıtma kaybı deneyinden sonra yapılan penetrasyon deneyinde numune üzerinde 3 okuma yapılmış ve bu okuma değerlerinin ortalaması alındığından asfaltit asfaltının ısıtma kaybı sonrası penetrasyonunun 325 olduğu tespit edilmiştir.

TS 12591 standardında asfaltit asfaltının penetrasyon değer aralığında olan asfaltlar için ısıtma kaybı sonrası penetrasyonun en az ısıtma kaybı öncesi ölçülen penetrasyon değerinin % 35 i olması istenmektedir. Asfaltit asfaltının ısıtma kaybı sonrası penetrasyon değeri değişmediğinden şartnamede istenilen şart sağlanmaktadır.



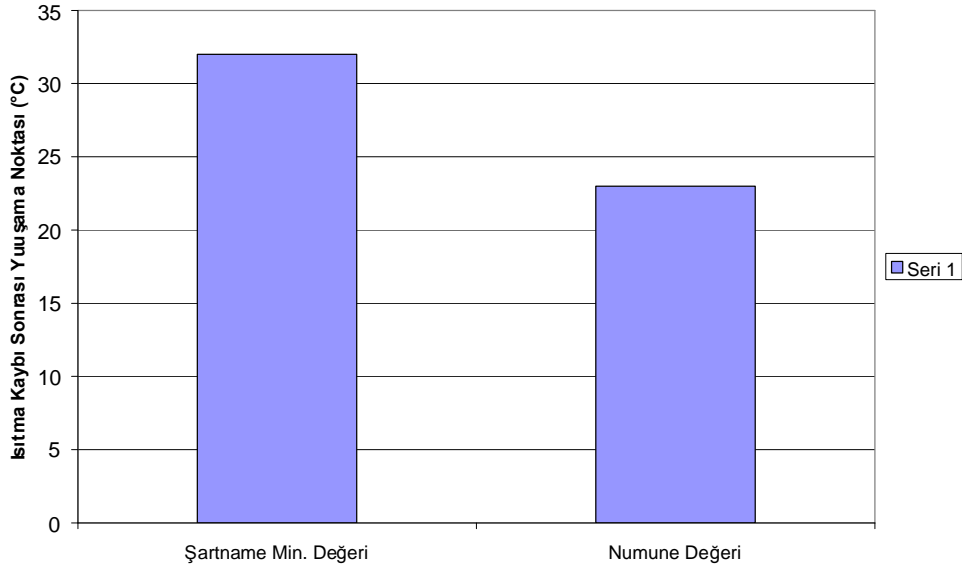
Şekil 8. Isıtma kaybı sonrası penetrasyon deneyinden elde edilen bulgular

3.7. Isıtma Kaybı Sonrası Yumuşama Noktası Tayini Deneyinden Elde Edilen Bulgular

Isıtma kaybı deneyi sonrasında yapılan yumuşama noktası deneyinde amaç asfaltın sıcaklık etkisine maruz kaldıktan sonra yumuşama noktasında herhangi bir değişim olup olmadığını tespit etmektir. Isıtma kaybı testine maruz kaymış numune yumuşama noktası deneyi tatbik edilmiş ve yumuşama noktası sıcaklığının değişmediği 23 °C olduğu gözlemlenmiştir.

TS 12591 standardında asfaltit asfaltının penetrasyon değer aralığında olan asfaltlar için ısıtma kaybı sonrası yumuşama noktasının değerinin en az 32 C⁰ olması istenmektedir.

Asfaltit asfaltının ısıtma kaybı sonrasındaki yumuşama noktası değeri değişmemekle beraber istenilen standart sıcaklık değerinin altında olmaktadır. Bu durumun asfaltit asfaltının yıl içindeki en yüksek sıcaklığın asfaltit asfaltının yumuşama noktasından düşük olduğu yerlerde kullanılmasıyla aşılabileceği düşünülmekle beraber aynı penetrasyon sınıfındaki asfaltilara göre asfaltit asfaltının yumuşama noktası özellikleri hususunda standartlarda istenilen şartları sağlayamadığı görülmektedir.



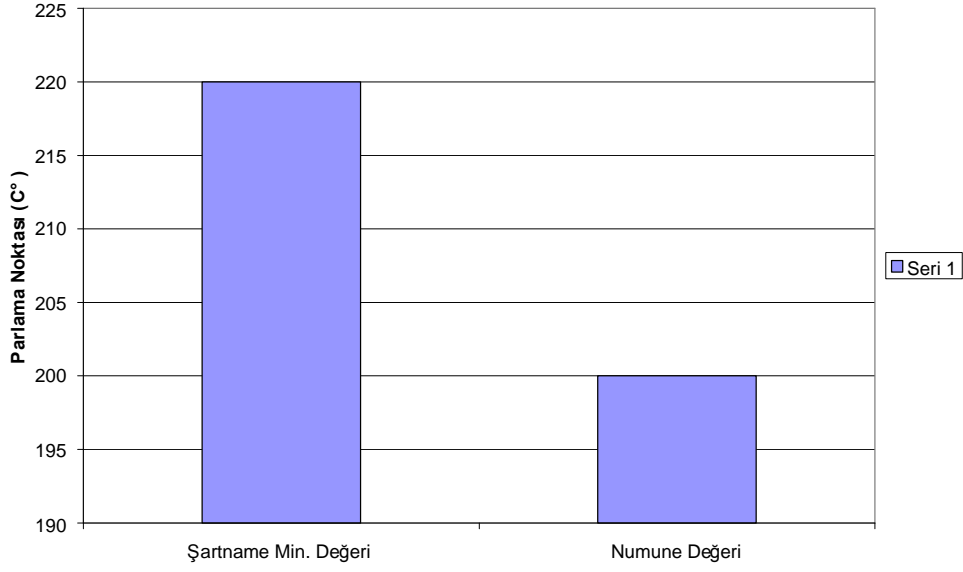
Şekil 9. Isıtma kaybı sonrası yumuşama noktası tayini deneyinden elde edilen bulgular

3.8. Parlama Noktası Deneyinden Elde Edilen Bulgular

Parlama noktası deneyinin yapılmasının sebebi bitümün yanıcı bir madde olması ve yol yapımı çalışması sırasında meydana gelebilecek herhangi bir kazanın önlenmek istenmesidir.

Yapılan deney sonucunda asfaltit asfaltının parlama noktasının 200 °C olduğu tespit edilmiştir

TS 12591 standardında asfaltit asfaltının penetrasyon değer aralığında olan asfaltilar için parlama noktası minimum 220 °C dir. Asfaltit asfaltının parlama noktası şartnamede istenilenden daha düşük çıkmıştır. Bu da asfaltit asfaltının parlama noktası eşliğinin daha düşük olduğunu göstermektedir.



Şekil 10. Parlama noktası deneyinden elde edilen bulgular

Tablo 17. Asfaltit asfaltı üzerine yapılan deney sonuçları ve ilgili şartname değerleri [44,46,47,48,50]

| Deney Adı | Deney Sonucu | Deney Metodu | Şartnamede İstenilen | |
|--|--------------|--------------|----------------------|------------|
| | | | Min. Değer | Maks.Değer |
| Penetrasyon | 325 | TS 118 | 250 | 330 |
| Yumuşama Noktası (°C) | 23 | TS 120 | 30 | 38 |
| Parlama Noktası (°C) | 200 | TS123 | 220 | - |
| İnce Film Halinde Isıtma Kaybı (%) | %0 | TS 12607-1 | - | %1 |
| Isıtma Kaybı Sonrası Penetrasyon (%) | %100 | TS 118 | % 35 | - |
| Isıtma Kaybı Sonrası Yumuşama Noktası (°C) | 23 | TS120 | 32 | - |

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde bir hayli fazla rezervi bulunan asfaltit madeninin içerisinde bulunan asfaltit asfaltının yol kaplamalarında kullanılan geleneksel bitüme alternatif olabilme özelliklerini araştırmak amacıyla girilen bu çalışmada asfaltit asfaltının üzerine penetrasyon deneyi, düktilite deneyi, özgül ağırlık deneyi, yumuşama noktası deneyi, parlama noktası deneyi, ısıtma kaybı deneyi, ısıtma kaybı sonrası penetrasyon deneyi, ısıtma kaybı sonrası düktilite deneyi ve IR deneyleri yapılmıştır. Deneyden elde edilen sonuçlara göre asfaltit asfaltının geleneksel asfaltla kimyasal olarak tamamen aynı olduğu gözlemlenmiş fiziksel özelliklerinin ise benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir. Asfaltit asfaltının üzerine yapılan standart deney sonuçlarında aşağıdaki gibi özetlenebilir :

- Yapılan standart bitüm penetrasyon deneyine göre asfaltit asfaltının penetrasyonu ülkemizde kullanılan standartların dışında ve yüksek bir penetrasyon olarak çıkmıştır. Yüksek penetrasyonlu asfaltların iklim şartları sert olan, yaz kış soğuk bölgelerde rahatlıkla kullanılabilmesi düşünülmektedir. Soğuk iklimli bölgelerde yol kaplamalarından yüksek penetrasyonlu bitümlerin soğuktan kaplamanın çatlamaması ve bozulmaması için kullanıldığı bilinmektedir. Bu gerçekten hareketle asfaltit asfalt soğuk bölgelerdeki asfalt yol kaplamalarında kullanılan geleneksel asfalta bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber asfaltit asfaltı yumuşak bir asfalt olduğundan sıvı petrol asfaltı olarak da kullanılabilir. Isıtma kaybı testinden sonra penetrasyon testi tekrarlanmış ve elde edilen penetrasyon ısıtma kaybı öncesinde kaydedilen penetrasyonla aynı olmuştur. Isıtma kaybı sonrası penetrasyonun değişmemiş olmaması asfaltit asfaltının geleneksel asfalta göre sıcaklık etkisinden etkilenmediğini ortaya koymuştur.
- Asfaltit asfaltının düktilite testinden bulunmuş düktilite değeri geleneksel asfalt için istenilen minimum düktilite değerini sağlamaktadır. Isıtma kaybı testine tabii tutulduktan sonra bile asfaltit asfaltının düktilite değerinden herhangi bir şey kaybetmemiştir. Bu özelliği de asfaltit asfaltının geleneksel asfaltla karşılaştırıldığından önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir.

- Yapılan parlama noktası ve yumuşama noktası testlerinden elde edilen değerler asfaltit asfaltının aynı penetrasyon sınıfındaki asfaltlarda aranılan şartname sınırlarının altında kaldığı göstermiştir. Yumuşama noktasının aynı penetrasyon sınıfındaki asfalt için istenilen şartname sınırından düşük olması asfaltit asfaltının geleneksel asfalta göre daha çabuk yumuşadığını göstermektedir fakat bu derece yüksek penetrasyonlu asfaltların çok soğuk bölgelerde kullanılan asfaltlar olması sebebiyle yumuşama noktası olan sıcaklığa bu bölgelerde hiç çıkılmamasından ve çıkılsa da çok önemli bir sorun olmayacağından şartnamede istenilen sınırın altında kalmasının bir problem yaratacağı düşünülmemektedir. Bununla beraber asfaltit asfaltı bitümlü yol kaplamalarında AC'den daha yumuşak olması sebebiyle sıvı petrol asfaltı olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Parlama noktasının şartname sınırından aşağıda olması da asfaltit asfaltının geleneksel asfalta göre daha parlayıcı bir madde olduğunu göstermektedir. Yapılacak kaplama çalışmalarında asfaltit asfaltının kullanıldığında daha dikkatli olunması gerekmektedir.
- Asfaltit asfaltı ve geleneksel asfalt üzerine uygulanan IR testi sonucunda asfaltit asfaltının geleneksel asfaltla tamamen aynı organik yapıda oldukları görülmüştür. Bu asfaltitin petrolün metamorfoz geçirmiş olmasıyla oluştuğunun kanıtıdır. Her iki asfaltında aynı olması fiziksel özelliklerinin de benzemesinin ana nedenini oluşturduğunun bir göstergesi olarak görülmektedir.
- Asfaltit madeninden solvent yardımıyla asfalt çıkarıldıktan sonra geriden kalan atık maddenin halen yanıcı özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Bu maddenin yakacak olarak da değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca atık asfaltit maddenin içerisinde molibden, vanadyum ve uranyumoksit gibi kıymetli madenler olduğundan atıklar ayrıştırma işlemlerine tutulup kıymetli madenler atıktan ayrıştırılabilir.

Bütün bu sonuçlar, asfaltit asfaltının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin şartnamede geleneksel asfalt için istenilen şartları genel olarak sağladığı için, geleneksel asfalta alternatif olabileceğini göstermektedir. Asfaltit asfaltının, geleneksel asfalta bu kadar çok benzemesinin ülkenin ekonomik kaynaklarını değerlendirmek açısından çok önemli olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, konu üzerinde daha çok çalışılması gerekmektedir. Şöyle ki:

- Asfaltit asfaltının elde etmenin alternatif yollarının geliştirilmesi gerekmektedir. Büyük miktarlarda asfaltit işlemek için bu asfaltiti işleyecek tesislerin tasarlanması gerekmektedir.
- Fiziksel ve kimyasal analizleri tamamlanmış olan asfaltit asfaltının performans testlerinin yapılması ve buradan çıkarılacak sonuçların geleneksel asfalt karışımların performansı ile karşılaştırılması gereklidir.

5. KAYNAKLAR

1. TÜPRAŞ Yılı Faaliyet Raporu, 2008.
2. Maden Mühendisleri Odası, Asfaltitler Üzerine Madencilik, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 15, 6, Kasım, 1976.
3. Orhun, F., Güneydoğu Türkiye'deki Asfaltik Maddelerin Özellikleri, Metamorfoz Dereceleri ve Klasifikasyon Problemleri, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, No:72, Ankara, 146-158, 1969.
4. Maden Mühendisleri Odası, Asfaltit Zuhurları, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 1978.
5. Gönenç, O., Asphaltite And Asphaltite Reserves in Turkey, MTA Report, 1990.
6. Day, W., Investigation of Utah Gilsonite, Journal of The Franklin Institute, 140, 3 (1895) 221-237.
7. Gilsonite, A Different Sort of Mineral, 206, 1, 107-109, July, 1928.
8. Lokman, K., Cizre – Silopi Havalisinin Jeolojik Tetkikat Raporu. MTA, Rapor No: 717, Ankara, 1938.
9. Maxon J., Güneydoğu Anadolu'nun İstikşaf Jeolojisi, Petrol İhtimalleri ve Maden Verimleri Hakkında Rapor, MTA, Rapor No :680, Ankara, 1938.
10. Nebert, K. Şırnak' ta ki Asfaltit Zuhurlarının Maden Jeolojisi Durumu Hakkında Rapor, MTA, Rapor No: 3351, Ankara, 1964.
11. Bartle, D., Ekinci, E. ve Frere, B., The Nature and Origin of Harbolite and a Related Asphaltite From Southeastern Turkey, Chemical Geology, 34, (1981) 1-2, 151-158.
12. Ekici, E., Saraç, S. ve Bartle, D., Characterization of Pyrolysis Products of Harbolite and Avgamasya Asphaltites Comparison With Solvent, Extracts Fuel, 61, 4 (1982) 346-350.
13. Şenatalar, A., Kadioğlu, E., Tolay, M., Bartle, D. ve Snape, E., Extraction of Avgamasya Asphaltite With Sub- and Supercritical Solvents, Fuel, 64, 12 (1985) 1743-1758.
14. Onager, Y., Kocakerim, M. ve Alkan, M., A Kinetic Study Of Meyers' Desulphurization of Asphaltite, Fuel, 68, 8 (1989) 1043-1048.

15. Erol, M., Demirel, B., Torul, T. ve Çalimli, A., Separation of Organic Matter From Asphaltite With Supercritical Fluid Mixtures, Fuel Processing Technology, 41, 2 (1995) 199-206.
16. Hamamci, C., Kahraman, F. ve Düz, M., Desulfurization of Southeastern Anatolian Asphaltites by the Meyers Method, Fuel Processing Technology, 50 (1997) 171-177.
17. Characterization of Pitches Derived From Avgamasya Asphaltite and Raman-Dinçer Heavy Crude, Fuel and Energy Abstracts, 39, 1 (1998) 27.
18. Lebküchner, R.F., Güneydoğu Türkiye'deki Asfaltik Maddelerin Zuhur ve Teşekkülleri, MTA, Dergi No:72, 124-145, 1969.
19. Malkoç, G., Yol Üstyapılarında Kullanılan Modifiyeli Asfaltlar ve KGM Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Tarafından Hazırlanan Modifiyeli Bitüm Teknik Şartnamesi, 1998.
20. Vassiliadau, E. ve Amirhanion, N., Coal Ash Utilizaion in Asphalt Concrete Mixtures, Journal of Materials In Civil Engineering, 52 (1999) 15-19.
21. Ahmedzade, P., Alataş, T. ve Geçkil, T., The Effect Of Carbon Black on the Mechanical Properties of Asphalt Mixtures, Journal of Engineering and Natural Sciences, 25 (2006) 179-189.
22. Dinç, E. ve Yazıcı, A., Superpave Bitüm Deneyleri ve Agrega Gradasyonu, Asfalt2000 3.Ulusal Asfalt Sempozyumu, Ankara, Kasım, 2000.
23. Tyson, S., Present and Future Use of Coal Ash in Construction, Fuel and Energy, New York, USA, 36 (1995) 338.
24. Güngör, M., Afşin Elbistan Uçucu Külünün Esnek Yol Kaplamalarında Filler Olarak Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 1996.
25. Kardeşahin, M., Tığdemir, M., Fincanoğlu, A. ve Saltan, M., Asfalt Betonu Karışımında Pomzanın Filler Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi, I. Isparta Pomza Sempozyumu, Isparta, 1997.
26. Shahrour, A. ve Saloukeh, G., Effect of Quality and Quantity of Locally Produced Filler (Passing Sieve No. 200) on Asphalt Mixtures in Dubai, Effects of Aggregates and Mineral Fillers on Asphalt Mixture Performance, American Society For Testing and Materials, Philadelphia, 1147 (1992) 187-208.
27. Kural, O., Kömür, Kurtiş Matbaası, İstanbul, Ocak, 1991.
28. Maden Mühendisleri Odası, Asfaltitler, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 19, 1, Ocak, 1979.

29. Abraham, H., Asphalts and Allied Substances Historical Review and Natural Raw Materials, 1, 1960.
30. Altınlı, E., Siirt Güneydoğusunun Jeolojik İncelemesi, MTA, Rapor No:1977, Ankara, 1952.
31. Blumenthal, M., Harbul Bölgesinin Stratigrafisi Tektoniği ve Petrol Araştırmaları Bakımından Önemi Hakkında Düşünceler, MTA, Rapor No:1683, Ankara, 1944.
32. Schmith, G., Türkiye Irak Sınırında, Harbul Civarında Mevcut Permien ve Mezozoik Formasyonlar, MTA Dergi, 62, Ankara, 1964.
33. Taşman, C. ve Lokman, K., Hermiş ve Kerbent Kuyuları Hakkında Rapor, MTA, Rapor No:874, Ankara, 1939.
34. Tolun, N., Güneydoğu Anadolu'nun Stratigrafik Yayımı, MTA Dergi, 40, Ankara, 1964.
35. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddesi Alt Komisyonu, Linyit ve Taşkömürü Çalışma Grubu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Ankara, 2006.
36. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddesi Alt Komisyonu, Kömür Çalışma Grubu Raporu, DPT, Ankara, Mayıs, 1996.
37. Alp, İ., Asfaltit, Madencilik Odası Dergisi, 16 (1977) 3.
38. Karayığit, A.İ., Minerology and Elemental Contents of the Şırnak Asphaltite, Southeast Turkey, Energy Sources, 24 (2002) 1085-1114.
39. Moroz, L.V., Ion Irridation of Asphaltite: Oil Effects and Implications for Trans-Neptunian Objects and Centaurs, Earth, Moon and Planets, 92, 2579-289, 2003.
40. Wippert, J., Şırnak Havalisinde Bulunan Bir Kömür Zuhuru Hakkında Not, MTA Rapor No:2811, Ankara, 1961.
41. Nakoman, E., Güneydoğu Anadolu Asfaltik Hadde Zuhurları, 1980.
42. Devlet Planlama Teşkilatı 2001 Yıl Raporu, 54, 2001.
43. Atlas, M., Hanife, Ö. ve Emel, Ç., Türkiye 9. Enerji Kongresi, Enerji İstatistikleri, 59, İstanbul, 2003.
44. TS 118, Petrol Ürünleri-Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar-İğne Penetrasyonu Tayini, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1998.
45. TS 119, Bitümlü Maddelerin Düktilite Deneyi İçin Metot, T.S.E., Ankara, 1967.

46. TS 120 Petrol Ürünleri-Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar- Yumuşama Noktası Tayini Halka- Bilye Metodu, T.S.E., Ankara, 2003.
47. TS 12507-1 Petrol Ürünleri-Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar- Isı ve Havanın Etkisiyle Sertleşmeye Karşı Direncin Tayini, T.S.E., Ankara, 2003.
48. TS 123 Petrol Ürünleri – Parlama ve Yanma Noktası Tayini- Cleveland Açık Kap Metodu, T.S.E. , Ankara, 1999.
49. ASTM C 128-88, Test Method for Specific Gravity and Adsorption of Fine Aggregate, Annual Book of ASTM Standards, U.S.A., 1992.
50. TS 1081 Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar – Kaplama Sınıfı Bitümler – Özellikler, T.S.E., Ankara, 2003.
51. Eren, Ü., Asfaltitin Asfalt Betonunda Mineral Filler Olarak Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

Caner GÜNDOĞDU, 1985 yılında İstanbul'da doğdu. 1991-1996 yıllarında Hattat İsmail Hakkı İlkokulu/İstanbul'da İlköğretimini, 1996-2003 yılları arasında Şişli Anadolu Lisesi/İstanbul'da ortaöğretimini tamamladı. 2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı. 2007 yılında bölümünü bitirdikten sonra, aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans yapmaya başlamış olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.