



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI JEOKİMYASAL ÖZELLİKTEKİ
AGREGALARIN ASFALT KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

HÜSEYİN SEMERCİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2013

**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI JEOKİMYASAL ÖZELLİKTEKİ
AGREGALARIN ASFALT KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

HÜSEYİN SEMERCİ

**Bu tez,
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.**

KAHRAMANMARAŞ 2013

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Hüseyin SEMERCİ tarafından hazırlanan “Farklı Jeokimyasal Özellikteki Agregaların Asfalt Kalitesi Üzerine Etkisi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 30 / 01 / 2013 tarihinde oy birliği ile Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Yusuf URAS (DANIŞMAN)
Jeoloji Mühendisliği, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZBEK (ÜYE)
Jeoloji Mühendisliği, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ali ÖZVAN (ÜYE)
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

HÜSEYİN SEMERCİ

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2010/7-4 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

FARKLI JEOKİMYASAL ÖZELLİKTEKİ AGREGALARIN ASFALT KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

HÜSEYİN SEMERCİ

ÖZ

Bu çalışmanın amacı Kahramanmaraş ve Gaziantep ili ve yakın civarında yer alan Andırın formasyonuna ait dolomitik kireçtaşları, Yavuzeli bazaltları ve Gaziantep formasyonuna ait kireçtaşlarının (killi kireçtaşı ve mikritik kireçtaşı) jeokimyasal ve fiziko-mekanik özellikler açısından asfalt agregası olarak kullanılabilirliklerini ortaya koymaktır. Bu amaçla Narlı, Türkoğlu, Karpuzkaya ve Karataş bölgesindeki taşocaklarından blok örnekler alınarak; Agrega örneklerinin jeokimyasal özelliklerini belirlemek için ICP-MS yöntemi ile kimyasal analizler yapılarak ana elementler ve iz elementleri belirlenmiştir. İnce kesit örnekleri ve XRD analizleri ile agregaların petrografik özellikleri ortaya konmuştur. Fiziko-kimyasal özelliklerin belirlenmesi için agregaların özgül ağırlık, Los Angeles aşınma, ağırlıkça su emme, yassılık ve şekil indeksi, MgSO₄ don kaybı, organik madde miktarı, elek analizi ve Marshall deneyleri yapılmıştır.

Kimyasal, petrografik, fiziksel-mekanik ve marshall deney sonuçlarına göre mikritik ve killi kireçtaşının nadir toprak elementleri ve kil mineralleri içeriğinin fazla olması nedeniyle asfalt agregası olarak kullanılmasında sakınca olduğu, mikritik kireçtaşı ve killi kireçtaşının aşınma kaybının istenilen standartlara uymadığı ve bazalt örneklerinin su emme değerlerinin standartlara uymadığı yapılan tüm deneyler sonucunda ise dolomitik kireçtaşı ile yapılacak asfalt karışımının diğer örneklerle göre daha kaliteli olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, Asfalt, Narlı, Türkoğlu, Karpuzkaya, Karataş, Taşocağı, Agrega, Kahramanmaraş

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ocak / 2013

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Yusuf URAS

Sayfa sayısı : 83

THE EFFECT OF AGGREGATES IN DIFFERENT CHEMICAL PROPERTIES ON ASPHALT QUALITY

(MASTER THESIS)

HÜSEYİN SEMERÇİ

ABSTRACT

The aim of this study is finding out the usability of Andırın Formation dolomitic limestones, Yavuzeli basalts and Gaziantep Formation limestones (clayey limestone and micritic limestone) units as asphalt aggregates by means of geochemical and physico-mechanic properties. For this purpose, block samples taken from the quarries in Narlı, Türkoğlu, Karpuzkaya regions, ICP-MS method was used for determining the geochemical characteristics of the aggregate samples and yielded major-trace elements of the samples. The petrographical characteristics of the aggregates revealed by thin sections and XRD analysis. A group of analyses such as Specific gravity, Los Angeles Abrasion, water absorption by weight, flatness and form index, MgSO₄ freezing lost, organic matter content, sieve analysis and Marshall test were carried out to determine the Physico-chemical properties of the aggregates.

As a result of chemical, petrographic and Marshal tests on micritic and clayey limestones and basalts, the micritic and clayey limestones have excessive rare earth elements and clay minerals, abrasion loss of micritic and clayey limestones and water absorbtion values of basalt samples don't comply with required standards, for that reason they are inconvenient to use as asphalt aggregates. On the other hand, all the tests show that dolomitic limestones is better than other other samples as using asphalt mixture compared to other samples.

Key words: Geochemistry, Asphalt, Narlı, Türkoğlu, Karpuzkaya, Karataş, Quarry, Aggregate, Kahramanmaraş

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Geology Engineer, January/ 2013

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Yusuf URAS

Page number : 83

FARKLI JEOKİMYASAL ÖZELLİKTEKİ AGREGALARIN ASFALT KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Son yıllarda kırma taş agrega talebi dünyada ve ülkemizde giderek artmaktadır. Dere yataklarında kurulan ocakların rezervlerinin tükenmekte olması bu talebi daha da artırmaktadır. Ayrıca dere yataklarından malzeme alımının çevreye olan zararı da göz ardı edilemeyecek kadar fazladır. Bu durum kırma taş agregalarının kullanım alanlarını miktarlarının ivmeli olarak artışına sebep olmaktadır.

Agrega olarak kullanılan kayalar çoğunlukla Türkoğlu bölgesinde bulunan dolomitik kireçtaşları, Narlı bölgesinde bulunan mikritik kireçtaşı, Karpuzkaya killi kireçtaşı ve Karataş bölgesi bazaltlarından elde edilmektedir. Bu kayalar çoğunlukla asfalt yol yapımında agrega olarak kullanılmışlardır. Bu çalışmanın amacı agrega olarak kullanılan kayaların jeokimyasal ve fiziko mekanik özelliklerini belirlemektir. Bu özelliklerden elde edilen sonuçlara göre asfalt yol yapımında kullanılan agregalardan en ideal olanın belirlenmesi amaçlanmıştır.

İnceleme alanında yer alan kayaların Eosen Gaziantep formasyonu, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Andırın formasyon ve Pliyosen yaşlı Yavuzeli bazalt formasyonu olduğu belirlenmiştir.

Türkoğlu, Narlıdan, Karpuzkaya ve Karataş bölgelerinden alınan dört farklı agrega örnekleri üzerinde petrografik olarak ince kesit analizleri yapılmış, kimyasal analiz olarak ICP-MS, XRD, NTE, ana element ve majör elementler belirlenerek çeşitli yorumlamalar yapılmıştır. Ana elementler açısından kimyasal analiz sonuçlarına göre agregalarda standart dışı olumsuzluklar bulunmamaktadır. Nadir toprak elementleri açısından kalkerde ve killi kireçtaşında bu içeriğin fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun ise asfalt yol kalitesine olumsuz etki yapmaktadır.

Fiziko mekanik olarak birim hacim ağırlık deneyleri, Los Angeles aşınma deneyi, su emme deneyi, yassılık ve şekil indeksi deneyleri, don kaybı deneyleri, organik madde miktarının belirlenmesi, elek analizi ve Marshall deneyleri yapılmıştır. Kalker ve killi kireçtaşının KTŞ (2006)' da istenilen aşınma değerlerini sağlamadığı, bazalt örneklerinin KTŞ (2006)' da istenilen su emme değerlerini sağlamadığı belirlenmiştir. Marshall stabilitesi bazaltta en yüksek olmasıyla beraber akma değeri en düşük yine bazalt örneği ile

yapılan karışımdan elde edilmektedir. Asfaltla dolu boşluk kalkerde sınırda olmakla beraber killi kireçtaşı ve bazaltta KTŞ (2006)' inde istenilen değerleri sağlamamaktadır. Agregalar arası boşluk killi kireçtaşında istenilen değere uymadığı diğer örneklerin istenilen standartlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bazalt örneğinin filler/bitüm oranının ise istenilen değerin dışında kaldığı görülmüştür.

Türkoğlu bölgesinden alınan dolomitik kireçtaşı, Narlı Bölgesinden alınan mikritik kireçtaşı, Karpuzkaya bölgesinden alınan killi kireçtaşı ve Yavuzeli bölgesinden elde edilen agregalarla yapılan sıcak asfalt karışımının jeokimyasal ve fiziko mekanik açıdan birbirlerine karşı olan üstünlükleri incelenmiş ve dolomitik kireçtaşı ile yapılan asfalt karışımının diğer örneklerle yapılan asfalt karışımından daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

EFFECT OF ASPHALT ON THE QUALITY OF DIFFERENT GEOCHEMICAL AGGREGATES PROPERTIES

SUMMARY

In recent years the demand for crushed aggregate has been increasing in our country and the world. To be running out of reserves established in riverbeds further increase this demand. On the other hand the environmental impact of the usage of the river beds as aggregate mine can not be ignored. This situation leads to an acceleration quantities of increase in the usage of crushed stone aggregates.

Aggregates mostly are obtained from the dolomitic limestones in Türkoğlu, micritic limestones in Narlı, clayey limestone in Karpuzkaya and basalts in Karataş regions. These rocks are mostly used as aggregate in asphalt road construction. The aim of this study was to determine the physico-mechanical and geochemical characteristics of the rocks used as aggregate. According to the results of these properties of asphalt aggregates used in road construction the aim was to determine what the most ideal rock unit is?

It was determined that the preexisting rock units are Eocene Gaziantep Formation the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Andırın Formation and Pliocene Yavuzeli basalt.

The petrographic analyses on thin sections and the chemical analyses such as ICP-MS, XRD, REE, major and trace elements analyses carried out on the four different samples taken from Türkoğlu, Narlı, Karpuzkaya and Karataş regions, and then interpreted.

There is no negative points in aggregates out of standards by means of major elements. On the other hand, by means of Rare Earth Elements, it is seen that this content is out of the standards in limestone and clayey limestone. This situation effects negatively the asphalt quality.

Physico-mechanically a serie of experiments were carried out such as unit weight tests, the Los Angeles abrasion test, water absorption test, flatness and form index experiments, frost loss experiments to determine the amount of organic material, sieve analysis and Marshall tests. It is determined that limestone and clayey limestone KTŞ (2006), does not provide the desired abrasion values and basalt samples KTŞ (2006) also

does not provide the desired water absorption values. The highest Marshall stability values are obtained on basalt sample again the lowest flow value of the mixture is obtained with basalt. The voids filled with asphalt in limestone is at borderline, but in clayey limestone and basalt KTŞ (2006) do not provide the desired values. Space between the aggregates doesn't conform the desired value in clayey limestone does not but in the other samples was determined that the desired standards. Filler/bitumen ratio of basalt samples was seen outside of the desired value.

The advantages of the aggregates in the hot mix asphalt including dolomitic limestone from Türkoğlu, micritic limestone from Narlı, clayey limestone from Karpuzkaya and basalts from Yavuzeli regions were investigated geochemical and physico-mechanical points of view and it is concluded that the asphalt mixture with dolomitic limestone is better than the asphalt mixtures with other samples.

TEŞEKKÜR

Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yapmış olduğum yüksek lisans çalışmamda bana her türlü desteği sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam tez yöneticim Yrd. Doç. Dr. Yusuf URAS' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezime katkılarda bulunmuş ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocam Yrd. Dç. Dr Ahmet ÖZBEK'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın jüri üyesi olan bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında görev yapan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ali ÖZVAN'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca beni yüksek lisans öğrenci olarak Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalına kabul eden Yrd. Doç. Dr. Alican KOP' a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana göstermiş oldukları sonsuz destek ve inançtan dolayı aileme teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2013, KAHRAMANMARAŞ

Hüseyin SEMERCİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖZET.....	iii
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve METOD.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.2. Metod.....	8
3.2.1. Literatür Taraması.....	9
3.2.2. Arazi Çalışmaları.....	9
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	11
3.2.4. Petrografik Çalışmalar.....	11
3.2.5. Kimyasal Çalışmalar.....	12
3.2.5.1. Örneklerin Hazırlanması.....	12
3.2.5.2. XRD Analizleri.....	12
3.2.5.3. Kimyasal Analizler.....	12
3.2.6. Fiziksel ve Mekanik Özellikler.....	13
3.2.6.1. Birim Hacim Ağırlık.....	13
3.2.6.2. Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Deneyi.....	13

3.2.6.3.	Magnezyum Sülfat Don Kaybı Deneyi.....	14
3.2.6.4.	Darbeli Aşınma Deneyi (Los Angeles Metodu).....	15
3.2.6.5.	Organik Madde Miktarının Belirlenmesi (Renklendirme Metodu).....	17
3.2.6.6.	Elek Analizi.....	17
3.2.6.7.	Tane Şekli- Yassılık endeksi deneyleri.....	18
3.2.6.8.	Marshall Dizayn Metodu (Deneyi).....	18
3.2.7.	Genel Bilgiler.....	21
3.2.7.1	Bitümlü Sıcak Karışımlar.....	22
3.2.7.2.	Asfalt Betonu Binder Tabakaları.....	22
3.2.7.3.	Agrega.....	22
3.2.7.4.	Doğal agregalar.....	24
3.2.7.5.	Bitümlü bağlayıcılar.....	26
3.2.7.6.	Asfalt.....	26
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1.	İnceleme Alanındaki Birimlerin Jeolojik Özellikler.....	29
4.1.1.	Andırın Kireçtaşı Formasyonu.....	31
4.1.2.	Gaziantep Formasyonu	31
4.1.3.	Yavueli Bazaltları.....	32
4.2.	Mineraloji-Petrografi	33
4.3.	Kimyasal İncelemeler	36
4.3.1.	XRD Sonuçları	36
4.3.2.	Türkoğlu Dolomitik Kireçtaşının Kimyasal İncelemeleri.....	39
4.3.3.	Mikritik Kireçtaşı Numunelerinin İrdelenmesi.....	40
4.3.4.	Killi kireçtaşı Numunelerinin İrdelenmesi.....	42
4.3.5.	Bazalt Numunelerinin İrdelenmesi.....	44
4.4.	Fiziksel ve Mekanik Özellikler.....	46

4.4.1.	Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları.....	46
4.4.2.	Su Emme Deneyi Sonuçları.....	47
4.4.3.	Elek Analizi Deney Sonuçları.....	48
4.4.4.	İnce Madde Oranı Deneyi.....	49
4.4.5.	Organik Madde Sonuçları.....	49
4.4.6.	Los Angeles Aşınma Deneyi Sonuçları.....	49
4.4.7.	Yassılık ve Uzunluk İndeksi Deneyi.....	51
4.4.8.	MgSO ₄ Don Deneyi Sonuçları.....	54
4.4.9.	Marshall Deney Sonuçları.....	55
4.4.9.1.	Narlı Bölgesi Mikritik Kireçtaşı Marshall Deney Sonuçları.....	55
4.4.9.2.	Dolomitik Kireçtaşı Marshall Deney Sonuçları.....	59
4.4.9.3.	Killi Kireçtaşı Marshall Deney Sonuçları.....	63
4.4.9.4.	Bazalt Marshall Deney Sonuçları.....	67
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	72
5.1.	Tartışmalar.....	72
5.2.	Sonuçlar.....	75
	KAYNAKLAR.....	77
	ÖZGEÇMİŞ.....	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1.	Örnek alanlarını yer bulduru haritası..... 4
Şekil 3.1.	Agrega örneklerinin alındığı tesisler 8
Şekil 3.2.	Dolomitik kireçtaşı agrega örnekleri..... 9
Şekil 3.3.	Mikritik kireçtaşı agrega örnekleri..... 10
Şekil 3.4.	Killi kireçtaşı agrega örnekleri..... 10
Şekil 3.5.	Bazalt agrega örnekleri; 11
Şekil 3.6.	Agrega granülometri şartnamesi..... 24
Şekil 3.7.	Bitümlü bağlayıcıların sınıflandırılması..... 26
Şekil 3.8.	Emülsiyon sınıfları..... 28
Şekil.4.1.	Kahramanmaraş bölgesi jeoloji haritası..... 30
Şekil 4.2.	Andırın kireçtaşı formasyonunun arazi görünümü..... 31
Şekil 4.3.	Gaziantep formasyonunun arazi görünümü..... 32
Şekil 4.4.	Yavuzeli bazaltları formasyonunun arazi görünümü..... 33
Şekil 4.5.	Numunelerin ince kesit görüntüleri..... 35
Şekil 4.6.	Dolomitik kireçtaşı örneğinin XRD diyagramındaki görünümü..... 37
Şekil 4.7.	Mikritik kireçtaşı örneğinin XRD diyagramındaki görünümü..... 37
Şekil 4.8.	Killi kireçtaşı örneğinin XRD diyagramındaki görünümü..... 38
Şekil 4.9.	Bazalt örneğinin XRD diyagramındaki görünümü..... 38
Şekil 4.10.	Mikritik kireçtaşı elek analizi limit dizayn gradasyon grafiği..... 56
Şekil 4.11.	Mikritik kireçtaşı marshall deneyi grafikleri..... 59
Şekil 4.12.	Dolomitik kireçtaşı elek analizi limit gradasyon grafiği..... 60
Şekil 4.13.	Dolomitik kireçtaşı marshall deneyi grafikleri..... 63
Şekil 4.14.	Killi kireçtaşı elek analizi limit gradasyon grafiği..... 64
Şekil 4.15.	Killi kireçtaşı marshall deney grafikleri..... 67
Şekil 4.16.	Bazalt elek analizi limit gradasyon grafiği..... 68
Şekil 4.17.	Bazalt marshall deney grafikleri..... 71
Şekil 5.1.	Agregaların kullanım alanlarını sınıflaması..... 74

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Los Angeles deney Koşulları.....	16
Çizelge 3.2. Agregada organik maddelerin durumu.....	17
Çizelge 3.3. Yassılık indeksi tayini için alınacak minimum numune miktarı.....	18
Çizelge 4.1. Türkoğlu dolomitik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.2. Türkoğlu dolomitik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.3. Türkoğlu dolomitik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.4. Mikritik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.5. Mikritik kireçtaşı kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.6. Mikritik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.7. Karpuzkaya killi kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.8. Karpuzkaya killi kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.9. Karpuzkaya killi kireçtaşı örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.10. Bazalt agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.11. Bazalt agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.12. Bazalt örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.13. İnceleme alanından alınan N,K,T,B agrega örneklerinin birim hacim ağırlık deney sonuçları.....	47
Çizelge 4.14. Ağırlılıkça su emme deney sonuçları.....	48
Çizelge 4.15. Organik Madde Şartname Limitleri ve deney sonuçları.....	49
Çizelge 4.16. Los Angeles deney sonuçları.....	50

Çizelge 4.17.	Los Angeles Kategori Tablosu.....	51
Çizelge 4.18.	Yassılık indeksi deney sonuçları.....	52
Çizelge 4.19.	Şekil indeksi deney sonuçları	53
Çizelge 4.20.	MgSO ₄ Don deneyi sonuçları	54
Çizelge 4.21.	Magnezyum Sülfat Kullanılarak Elde Edilen En Yüksek Don Dayanıklılığı Değerlerine Göre Kategoriler.....	55
Çizelge 4.22.	Mikritik kireçtaşlarının dizayn gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.....	56
Çizelge 4.23.	Ağırlıkça karışım oranları.....	56
Çizelge 4.24.	Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.....	57
Çizelge 4.25.	Bitüm ve agrega özellikleri.....	57
Çizelge 4.26.	Marshall deney sonuçları	58
Çizelge 4.27.	Dolomitik Kireçtaşı dizayn Gradasyon değerleri ile KTŞ standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.....	60
Çizelge 4.28.	Ağırlıkça karışım oranları.....	60
Çizelge 4.29.	Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.....	61
Çizelge 4.30.	Bitüm ve agrega özellikleri.....	61
Çizelge 4.31.	Marshall Deney Sonuçları.....	62
Çizelge 4.32.	Killi Kireçtaşı dizayn Gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.....	64
Çizelge 4.33.	Ağırlıkça karışım oranları.....	64
Çizelge 4.34.	Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.....	65
Çizelge 4.35.	Bitüm ve agrega özellikleri.....	65
Çizelge 4.36.	Marshall Deney Sonuçları.....	66
Çizelge 4.37.	Bazalt dizayn Gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.....	68
Çizelge 4.38.	Ağırlıkça karışım oranları.....	68
Çizelge 4.39.	Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.....	69
Çizelge 4.40.	Bazalt bitüm ve agrega özellikleri.....	69
Çizelge 4.41.	Marshall Deney Sonuçları.....	70
Çizelge 5.1.	Karşılaştırmalı Kimyasal Analiz Sonuçları.....	73
Çizelge 5.2.	Karşılaştırmalı standart agrega deneyleri sonuçları.....	74
Çizelge 5.3.	Karşılaştırmalı marshall deney sonuçları.....	75

1. GİRİŞ

Agregalar beton üretimi ve yol malzemesi olarak kullanılması amacıyla dünyada ayrı bir endüstri gelişmiştir. Bu endüstri ülkelerin gelişmesinde esnek yol tasarımları yapılmasında, ulaşım sektörü üzerinde ekonomiye olan katkılarıyla ve inşaat sektöründe kullanılmasıyla etkin rol oynar.

Yakın zamanlara kadar Türkiye agrega üretimi bilimsel bir şekilde ele alınarak değerlendirilememiştir. Bugün gelinen noktada yol inşaat sektöründeki büyümeye bağlı olarak agregaların aranması ve bulunması son derece önemli bir konudur.

Türkiye’de de asfaltın ana kullanım alanı tüm dünyada olduğu gibi yollardır. Ülkemizde asfalt endüstrisi, karayolu ağının nicelik ve nitelik olarak gelişimine paralel bir gelişme göstermiştir. Türkiye’de otomotiv endüstrisinin gelişmesiyle, karayoluyla yapılan yük ve yolcu taşımacılığı oranı her geçen gün artmış ve bunun sonucu olarak geometrik standartları yüksek, sağlam ve dayanıklı yolların inşası kaçınılmaz bir ihtiyaç haline gelmiştir. İlk büyük atılımlarını 1970’li yıllarda başlatan asfalt endüstrisi, 1980’li yıllarda yeni projeler ve otoyol hamlesi ile asfalt endüstrisi önemli ölçüde büyüme kaydetmiştir. 2000’li yıllarda, karayolu ağının geometrik standartlarının yükseltilmesi amacıyla Devletin Acil Eylem Planı kapsamında başlattığı 15.000 km’lik Bölünmüş Yol yapım çalışmaları, öncelikle ana arterlerde hızla devam etmektedir. Bu durum ise ivmeli bir şekilde agrega tüketimini ve bitüm tüketimini artırmaktadır.

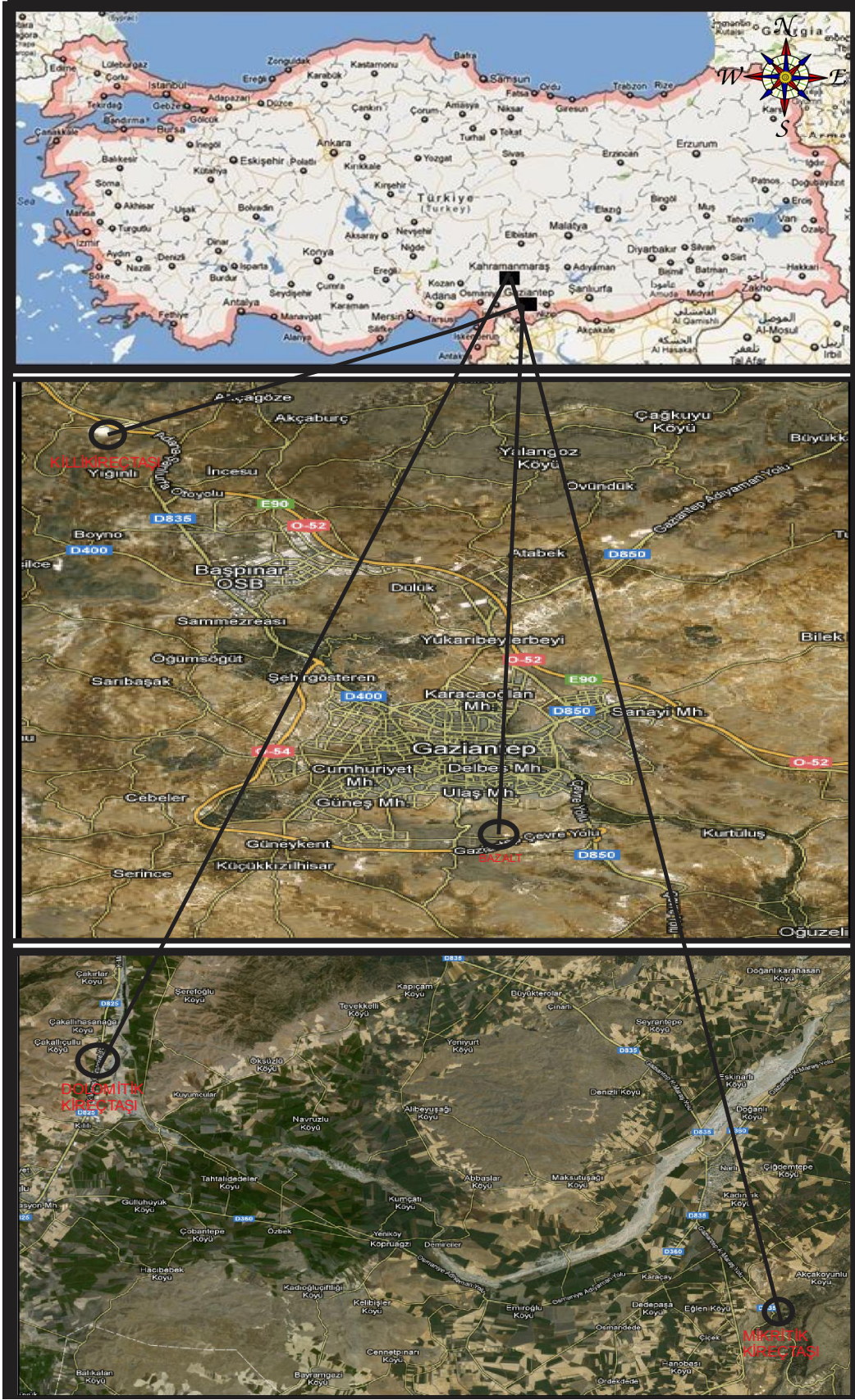
Bitümlü sıcak karışımların %95’ini oluşturan ve asfalt iskeletini teşkil eden değişik boyutlara sahip minerallerden oluşan agregalar, asfalt yapımında başka maddelerle birleşerek yeni bir malzemenin bileşeni olarak kullanılmaktadır. Bir asfalt karışımı, bitüm ve %93-96 arasında agregadan oluşmaktadır. Bu nedenle agrega granülometrisi önemli bir faktördür. Agreganın granülometrisi asfalt betonunun fiziksel özelliklerine etki etmekle birlikte optimum bitüm oranı üzerinde etkisi olduğu belirtilmiş ve optimum bitüm oranında yapılabilecek %1 kadar tasarrufun asfalt betonu kaplamasının maliyetinin önemli derecede fayda sağlayacağı belirtilmiştir (Yıldız, 2003). Asfaltın iskeletini oluşturan agreganın fiziksel ve mekanik ve kimyasal özellikleri, agreganın ve bitümün işlenebilirliği ve dayanımı gibi özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. (Durmuş ve Pul, 1993). Günümüzde asfalt yapımında kullanılan agreganın bitümün kalitesine bağlı olarak asfalt kalitesine etkisinden dolayı, agrega özelliklerinin Türk Standartları Enstitüsü (TSE) 1999

ve Karayolları Teknik Şartnamesi 2006 (KTŞ)' ne göre seçilmesi ve tespit edilmesi gerekir. Agreganın bu özelliklerin bilinmeden imal edilecek asfaltan istenilen faydanın sağlanması mümkün olmayabilir (KTŞ, 2006) Daha az malzemeyle aynı işlev yerine getirilebilecekken, agreganın potansiyelinden düşük düzeyde faydalanılması sonucu daha fazla malzeme kullanılacaktır. Böylece fazladan yapılacak kazılar ile hem zaman kaybı oluşacak hemde maliyet artışları oluşacaktır. Bu durum, özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ve mevcut kaynaklarını en verimli şekilde kullanması gereken ülkeler için dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur.

Bitüm oranının belirlenmesinde bir çok mühendislik hesabı olmasına karşın, Marshal deneyi araziden alınacak agrega örnekleri ve kullanılacak bitüm oranının belirlenmesinde en uygun yöntemlerden biridir. Bu çalışmada farklı agregalarla yapılacak sıcak asfalt betonu kaliteleri ve bitüm oranları bu yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Dizayn çalışmasında sıcak asfalt betonu kalitesi üzerinde durulduğundan dolayı, KTŞ (2006)' nin Binder Tabakası için istediği kriterler'e göre agregaların fiziksel-mekanik ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir.

Kahramanmaraş şehir merkezinin asfalt agrega ihtiyacı, daha önceki yıllarda Narlı İlçesi (Kahramanmaraş) ve Karpuzkaya köyü (Gaziantep) çevirindeki taşocaklarından karşılanmaktaydı. Son yıllarda ise asfalt agrega ihtiyaçları Türkoğlu ilçesi (Kahramanmaraş) yakınlarında kurulan ocaklardan temin edilmektedir. Ayrıca sıcak asfalt karışımında bazalt agrega malzemesi olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada Türkoğlu kent merkezine 15-20 km uzaklıktaki Çakallıhasanağa köyü, kent merkezine 25-30 uzaklıta Narlı bölgesi, Gaziantep kent merkezine yaklaşık 45-50 km uzaklıkta bulunan Karpuzkaya Köyü ve Gaziantep kent merkezine yaklaşık 85-90 km uzaklıktaki Karataş bölgesindeki taşocaklardan alınan agrega örnekleri üzerinde gerekli çalışmalar yürütülmüştür (Şekil 1). Bu dört farklı alandan alınan örneklerin petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için çok sayıda blok örnek alınarak laboratuara getirilmiştir. Bu agregalar üzerinde kuru-doygun birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, porozite, ağırlıkça ve hacimce su emme, darbeli aşınma , don deneyi, organik madde miktarı, elek analizi, kuruma çekmesi, tane şekli-yassılık indeksi deneyleri yapılmıştır. Laboratuarda standartlara uygun olarak farklı oranlarda bitümlü bağlayıcı ile kırılmış agregalar kullanılarak hazırlanan numunelere Marshall deneyi uygulanarak bitüm miktarları hesaplanmıştır. Farklı özellikteki

agregalardan elde edilen bu veriler kullanılarak üretilen sıcak asfalt betonu karışımlarının karşılaştırmalı değerlendirmeleri yapılmıştır.



Şekil 1.1. Örnek alanlarını yer bulduru haritası.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanının jeolojik özellikleri ve ülkemizde asfalt malzemesi olarak kullanılan agregalarla ilgili bir çok araştırmacı tarafından çalışma yapılmıştır. Bu tez kapsamında öncelikle inceleme alanında daha önce yapılmış jeolojik çalışmalar verilmiş ve daha sonra ise teorik çalışmalar sunulmuştur.

Wilson ve Krummenacher (1957), Gaziantep bölgesinin jeolojisi ve petrol olanakları isimli çalışmada, Killi kireçtaşı, kireçtaşı ve tebeşirden oluşan bu birimin ilk tanımlamasını ve adlamasını yapmıştır.

Ekim ve Gönül (1985), yapmış oldukları çalışmaya göre, bölgede Kretase, Eosen ve Miyosen yaştaki sedimanter birimler olduğunu saptamıştır. Miyosen yaşta gösterilen kireçtaşları, marn ve killi kireçtaşları muhtemelen Oligo – Miyosen yaşında olduğu belirlenmiştir.

Terlemez ve ark. (1992), Gaziantep dolayının ve Pazarcık-Sakçagöz-Kilis- Elbeyli-Oğuzeli arasının jeolojisi ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalara göre bölgenin genel stratigrafisi, en altta allokton konumlu, Karadut karmaşığı, Koçali karmaşığı ve ofiyolit napı, bunların üzerinde de otokton konumlu Kretase yaşlı Besni ve Germav formasyonları, Tersiyer yaşlı Belveren, Beşenli, Aslansuyu ve Ardıçlıtepe formasyonları, Midyat grubu (Gercüş, Hoya, Gaziantep ve Fırat formasyonları), Şelmo formasyonu, Yavuzeli bazaltı ve Harabe formasyonu ve Kuvaterner yaşlı eski alüvyon ve alüvyondan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Usta ve Beyazçiçek (2006), Gaziantep ilinin Jeolojisi adlı çalışmayı yapmışlardır. Bölgede yüzeylenen allokton kaya birimleri, bölgeye Maastrichtiyen’de yerleşmiş olan ve karmaşık bir istif gösteren kaya topluluklarıyla temsil edildiğini bu birimler genellikle serpantin, volkanik kaya, kumtaşı, silisli şeyl, killi kireçtaşı, radyolarit ve yabancı bloklardan oluşan Karadut ve Koçali karmaşıkları ile bunları tektonik olarak üzerleyen ofiyolit napından ibaret olduğunu vurgulamıştır.

Akbulut ve diğ. (2003), Atık Agregaların Asfalt Yol Kaplamalarında Tekrar Kullanım İmkanları ve CEN Standartları isimli çalışmasında Türkiye de kullanılmayan mermer atıkları önemli ekonomik kayıp oluşturduğunu bu malzemelerin bir şekilde ekonomiye kazandırılması gerektiğini açıklamıştır. Bu amaçla Atık mermer tozunun, asfalt kaplamalarda kullanılan bitümün viskozitesini arttırmak ve erimesine engel olmak için kullanımının kayda değer bir katkı sağlayacağını, kullanılan mermer atıkları sadece enerji tasarrufu sağlamakla kalmayacak, çevreye ve tarım arazilerine verilen zararları da minimuma indirileceğini belirtmiştir.

Yıldız (2003) Marshall dizayn metodu ile optimum bitüm muhtevasının belirlenmesinde deney parametrelerinin sonuca etkisi isimli tezde, asfalt betonu karışımını optimize etmek amacıyla

yapılan Marshall dizayn metodunu inceleyerek, bu metodla daha önce yapılmış çalışmaların verileri ve labaratuarda yapmış olduğumuz Marshall deneyi verileri kullanılarak istatistiki analizler yapmıştır.

Alataş ve diğ. (2006) Bitümlü sıcak karışımlarda kullanılan agrega cinsinin kaplamanın fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada Elazığ ili Hanpınar ve Karayazı yöresinden temin edilen kalker (K), bazalt (B), incisi kalker-irisi bazalt (KB) ve incisi bazalt-irisi kalker (BK) karışımlarından meydana gelen dört farklı agrega grubu kullanılmıştır. Karayolları Genel Müdürlüğü Fenni Şartnamesi tarafından aşınma tabakası için verilen Tip II gradasyonu ortalama değerlerine göre hazırlanmış Marshall briketleri üzerinde, Marshall stabilite ve indirekt çekme deneyleri yapılmış, agrega cinsinin kaplamanın optimum bitüm oranına ve diğer fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, en ekonomik karışımın K, dayanımı en yüksek olan karışımın ise B karışımı olduğu görülmüştür.

Öztürk ve diğ. (2007), Türkiye agrega sektör raporunu hazırlamışlardır. Bu çalışmaya göre ülkemizdeki kireçtaşı üretimi %58 pay ile tüm maden üretimi içinde birinci sırada, pazar payı açısından ise petrol, doğalgaz ve kömürden sonra dördüncü sırada yer aldığını, yine bu çalışmaya göre MİGEM (Maden İşleri Genel Müdürlüğü) kayıtlarına göre Türkiye genelinde 2750 adet olan taşocağı işletmelerinin %96'sı kireçtaşı üretimi yapıldığını belirtmişlerdir.

Ulu (2009), Türkiye'de doğal taş kullanım kültürü ve kireçtaşının önemi adlı çalışmayı yapmıştır. Bu çalışmada kireçtaşının oluşumu, Türkiye'deki rezerv durumu ve kullanım alanlarıyla ilgili bilgiler vermiştir.

Türkkan (2002) Yavuzeli–Araban (Gaziantep) dolayının stratigrafisi ve Fırat formasyonu resifal kireçtaşlarının doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması isimli yüksek lisans tezinde Gaziantep ili Araban ve Yavuzeli İlçeleri arasında kalan bölge jeolojik ve stratigrafik açıdan incelenmiş ve bu bölgede mostra veren Fırat formasyonu kireçtaşlarının sedimanter petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilirlik açısından incelenerek değerlendirilmiştir.

Korkanç ve Tuğrul (2004) Beton agregası olarak kullanılacak bazaltların alkali-silis reaksiyonu yönünden incelenmesi isimli çalışmada, Bazaltların beton agregası olarak kullanıldıklarında, alkali-silis reaksiyonu oluşturabilen potansiyel kayalar arasında yer aldığını vurgulamışlardır. Araştırmalar için Orta Anadolu'da yaygın olarak gözlenen Niğde yöresi bazaltları seçilmiştir. Bu kayaçlar öncelikle petrografik ve kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Alkali-silis reaksiyonunun etkilerini belirlemek amacıyla da petrografik ve hızlandırılmış harç çubuğu deney yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre, incelenen bazaltlar

arasında asit-ortaç karakterli olanlar ile matriksi volkan camından oluşanlar, potansiyel olarak yavaş reaktif agrega özelliğindedir.

Avcı (2009) Sıcak iklimli bölgelerde kullanılan asfalt betonu karışım değişkenlerinin kaplama tabakası performansına etkisi isimli yüksek lisans tez çalışmasında, karışım özellikleri bilinen asfalt-agrega karışımlarının yükleme- yorulma ömrü ilişkileri ve yükleme sayısı - düşey plastik sekil değiştirme ilişkilerini gözlemlemiş, deney sonuçlarından yararlanarak karışım değişkenlerinin etkisi karşılaştırılmıştır.

Gezer (2009) Mersin ili çelebili köyü içmeler mevkiinde yüzeyleyen kireçtaşlarının beton ve asfalt agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi isimli yüksek lisans tez çalışmasında seçilen kireçtaşının beton üretimi ve asfalt agregası olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Ayrıca, agregalar ve beton ve hakkında genel bilgi verilmiştir. Agregası numunesi üzerinde fiziko-mekanik deneyler, Marshall dizaynı, petrografik ve kimyasal analizler yapılmıştır. Son olarak, agrega örneğinin standart ve şartname değerlerine uygunluğu araştırılmıştır. Kireçtaşının beton ve asfalt yapımında kullanılabilirliği incelenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında materyal olarak Kahramanmaraş Türkoğlu ve Narlı ilçeleri ile Gaziantep Karataş ilçesi ve Karpuzkaya köyü çevresinde kullanılan agregalar seçilmiştir. Türkoğlu bölgesinde gri dolomitik kireçtaşları (T) olarak, Narlı bölgesinden krem beyaz mikritik kireçtaşı (N) olarak, Karataş bölgesinde gri-siyahımsı bazalt taşları (B) ve Karpuzkaya bölgesinde krem-beyazımsı-kirli sarı renkli (K) ile tanımlanan kayalar bu çalışma kapsamında ana malzeme olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1).



a)



b)



c)



d)

Şekil 3.1. Agregalar örneklerinin alındığı tesisler; a) Dolomitik kireçtaşı ocağı b) Mikritik kireçtaşı taş ocağı c) Karpuzkaya killikireçtaşı ocağı d) Karataş mobil bazalt ocağı tesisi

3.2 . Metod

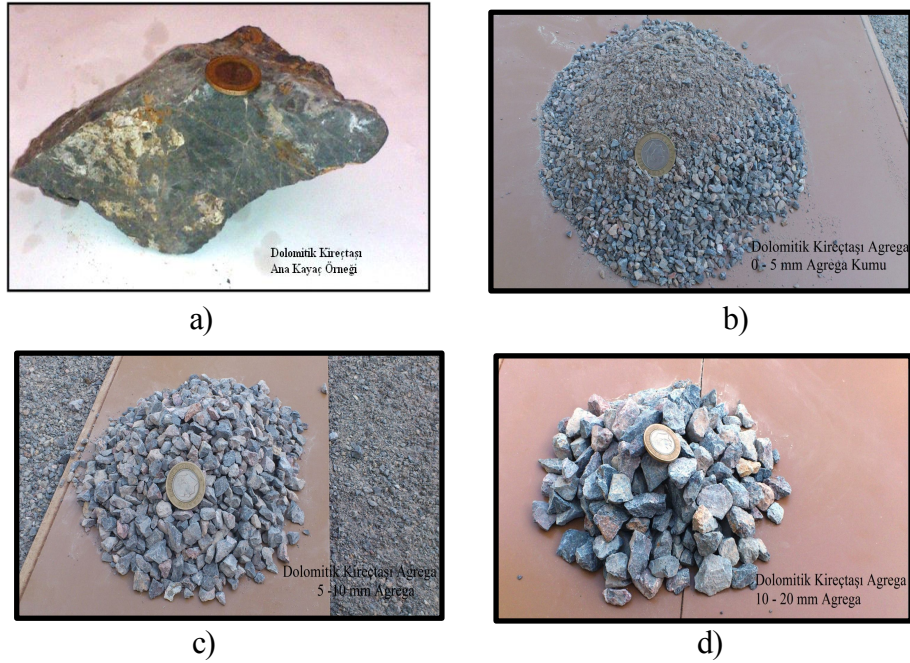
Bu çalışma genel olarak literatür taraması, saha çalışması, laboratuvar analizleri, ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada tamamlanmıştır.

3.2.1. Literatür Taraması

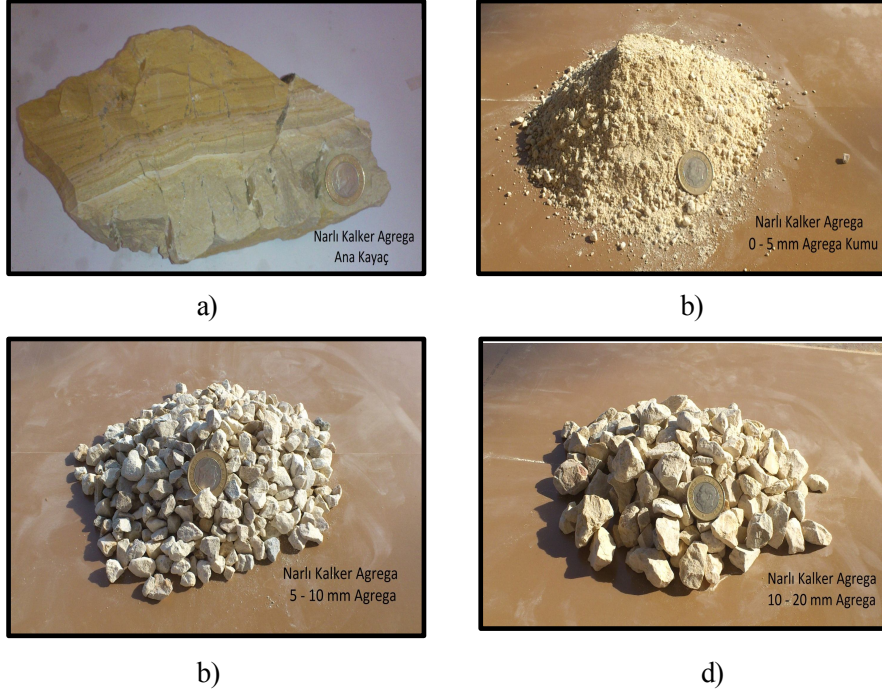
Literatür taraması araştırmanın hemen hemen her aşamasında yapılmış olup, yer yer ilgili internet web siteleri incelenmiştir. Buradan derlenen bilgiler geniş olarak önceki araştırmalar bölümünde verilmiştir.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

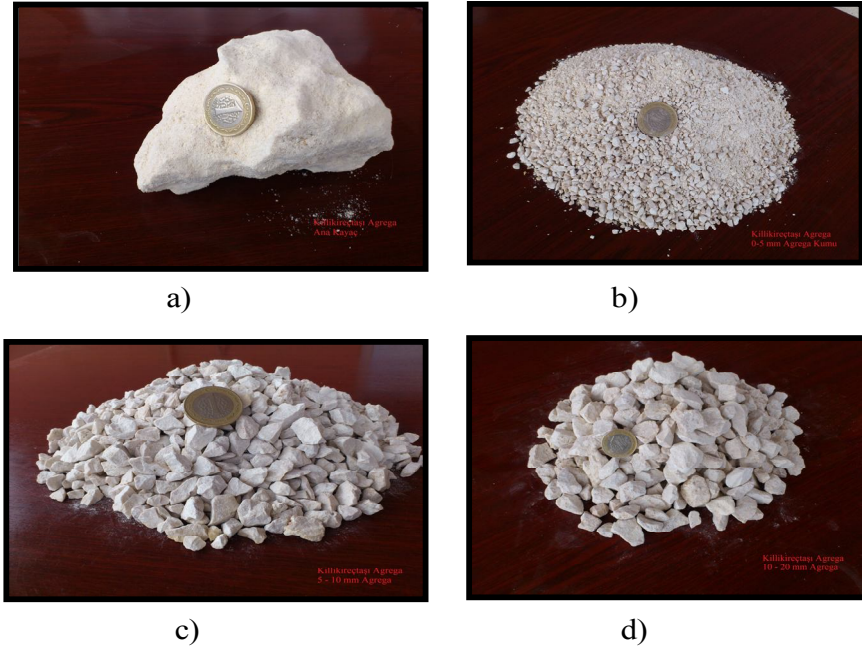
Arazi çalışmaları 2010-2011 yıllarının Mart ve Aralık ayları arasında yapılmıştır. İlk aşamada çalışma alanında mostra veren birimler belirlenmiştir. Çalışma alanında belirlenen birimlerin jeolojik harita hazırlanması MTA' nın 2002 tarihinde yayınladığı genel jeoloji haritası sayısallaştırılarak oluşturulmuştur. Kahramanmaraş'ın Narlı, Türkoğlu ilçelerinde ve Gaziantep Karataş ilçesi ve Karpuzkaya köyü çevresindeki ocaklardan kırılmış agrega örnekleri ve ana kayaç örnekleri alınmıştır. Ayrıca araştırma bölgesinin jeolojik yapısı ile tomografik koşulları değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında pusula, kayaç numuneleri almak için jeolog çekici, kayaç üzerinde fiziksel özellikler hakkında yüzeysel bilgi sağlamak için çakı ve keski, örnek alanlarının resimlenmesi için fotoğraf makinesi, pafta ve örnek alınan noktaların kordinatları için GPS (Global Position System) kullanılmıştır. İncelenen alanlardan alınan örnekler üzerinden hazırlanan agregalar ve tane boyutları Şekil 3.2-5'te verilmiştir.



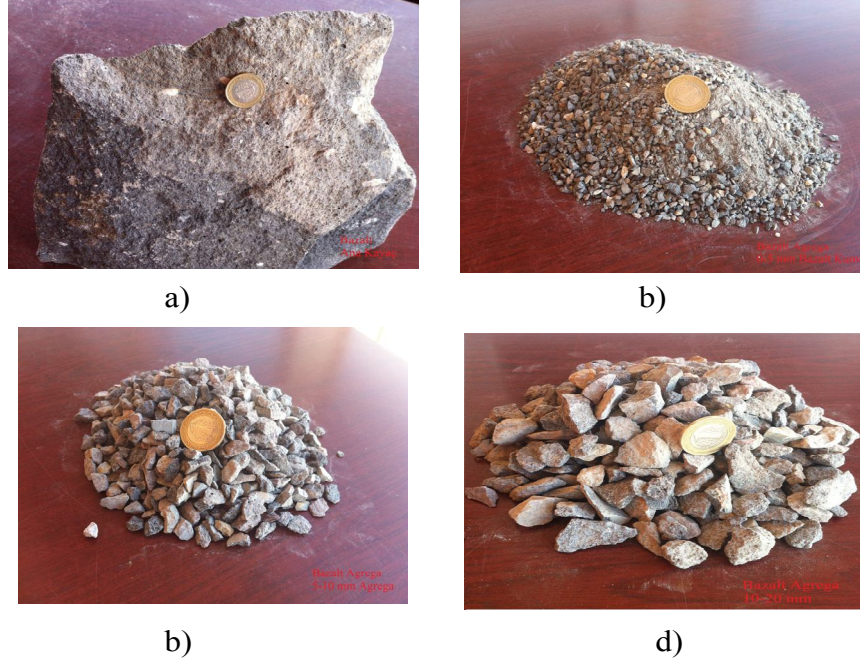
Şekil 3.2 Dolomitik kireçtaşı agrega örnekleri; (a) : Ana kayaç (b) : 0-5mm Kum (c) : 5-10mm Agregası (d): 10-20mm Agregası



Şekil 3.3 Mikritik kireçtaşı agrega örnekleri; (a) : Ana kayaç (b) : 0-5mm Kum (c) : 5-10mm Agregası (d): 10-20mm Agregası



Şekil 3.4 Killi kireçtaşı agrega örnekleri; (a) : Ana kayaç (b) : 0-5mm Kum (c) : 5-10mm Agregası (d): 10-20mm Agregası



Şekil 3.5 Bazalt agrega örnekleri; (a) : Ana kayaç (b) : 0-5mm Kum (c) : 5-10mm Agregası (d): 10-20 mm Agregası

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Kayaçların petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için agreganın yerinde üretildiği ocaklardan blok örnekler alınmıştır. Petrografik özelliklerin belirlenmesi için ince kesitler Çukurova Üniversitesi laboratuvarında hazırlanmıştır. Kimyasal analizler Acme (Kanada) laboratuvarında, kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri Karayolları Genel Müdürlüğü laboratuvarında ve standart agrega deneyleri ise Ultra Kalite Kontrol ve Beton laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.4. Petrografik Çalışmalar

Örneklerin mineralojisini ve dokusunu belirlemek amacıyla ince kesitler Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü Mineraloji Laboratuvarında hazırlanmıştır. Kayaçtan alınan parçadan elde edilen ince levhanın bir yüzü 600'lük zımpara tozu ile aşındırılarak düzlenmiştir. Daha sonra 1000'lik zımpara tozu ile cam üstünde pürüzleri iyice temizlenerek parlatılmış ve cam lama, Kanada balsam yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. Kayacın diğer yüzü, 0,03 mm kalınlık elde edilene kadar benzer işlem ile aşındırılmıştır. Kayaçtan petrografik inceleme için hazırlanmış ince kesitler, polarize mikroskobunda, içinde geçen ışığın kazandığı özelliklerin saptanmasıyla tanımlanmıştır. Burada kayacı oluşturan minerallerin cinsleri, kristal boyutları, mineraller arasındaki dokusal ilişkiler, gözeneklilik, bozuşma ürünleri ve dağılımları saptanmaya çalışılmıştır.

3.2.5. Kimyasal Çalışmalar

3.2.5.1. Örneklerin Hazırlanması

Arazi çalışmaları sırasında alınan örnekler X-Ray Difraktometr (XRD), Inductively Coupled Plasma (ICP) analizleri için Ç.Ü Müh. Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarında hazırlanmıştır. Numuneler çeneli kırıcıda 2 mm boyutuna indirildikten sonra Retsch RMO 34307 model agat havanda öğütülerek 0,063 mm boyutuna indirgenmiştir. Her örneğin öğütülmesi öncesinde çeneli kırıcı ve agat havanı temizlenmiştir. Çeneli kırıcının temizlenmesinde basınçlı hava kullanılırken, agat havanının temizliği etilalkol ile yapılmıştır. Tüm örnekler işlemlerden önce 75°C'de 24 saat etüvde kurutulmuştur.

3.2.5.2. XRD Analizleri

İTÜ. Maden Fak. Jeoloji Müh. Bölümü laboratuvarında hazırlanan öğütülmüş (-0,0063mm) örneklerin kantitatif XRD analizleri yapılmıştır. X-Işınları kırınımı (XRD) yöntemi ile standart kalitatif mineral analizi mikroskopik analiz yöntemleri ile analiz edilemeyecek kadar ince taneli olan kayaç örnekleri, maden örnekleri ve mineraller toz haline getirilerek mineralojik tanımlamaları yapılmıştır.

3.2.5.3. Kimyasal Analizler

Tüm kayaç analizleri için örnekler, öncelikle öğütülmüştür. Öğütülen örneklerin ayrışmamış olmasına özen gösterilmiştir. 250-300 gr ağırlığındaki örnekler çeneli kırıcıda parçalandıktan sonra çeyrekleme metodu ile 50 gr' a indirilmiştir. Bunlar halkalı öğütücüde eş boyuta gelinceye kadar öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 10' ar gram alınarak ACME (Kanada) laboratuvarlarına gönderilmiştir. ICP-MS metodu ile ana ve iz element tayinleri yapılmıştır. Ana elementler % ağırlık olarak, iz elementler ise ppm cinsinden tespit edilmiştir. Öğütülmüş örnekler ve su örnekleri ICP/MS de major ve iz element analizleri ACME Laboratuvarlarında (Vancouver-CANADA) yaptırılmıştır. ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer) katı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, ucuz, hassas ve doğru biçimde, niteliksel, niceliksel ya da yarı-niceliksel olarak ölçülmesine olanak sağlayan ileri teknoloji ürünü bir analiz tekniğidir. Teknik elektromanyetik indüksiyonla 10,000 °K sıcaklığa ulaştırılan argon plazması tarafından örneğin iyonize edilmesi; iyonize elementlerin kütle spektrometresi tarafından ayrıştırılması ve element derişimlerinin elektron çoklayıcı bir dedektör tarafından ölçülmesi aşamalarını içerir. Örnekteki tüm elementlerin derişimleri 1 ile 2 dakika arasında

değişen oldukça kısa bir sürede ölçülür. Katı örnekler çözeltiye alınarak Çözelti ICP-MS ya da doğrudan Lazer Aşındırma ICP-MS teknikleri ile ölçülebilirler.

3.2.6. Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Alınan ana kayaç parçalarından karotiyer ve kesme makinesi kullanılarak farklı boyutlarda silindirik ve küp şeklinde örnekler elde edilmiştir.

Gaziantep Ultra Yapı Malzemeleri Kalite Kontrol Laboratuvarında kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için, kuru ve doygun birim hacim ağırlık, elek analizi, Ağırlıkça ve hacimce su emme, Sodyum sülfat don kaybı, Los Angeles Aşınma, kuruma çekmesi tayini, tane şekli- yassılık endeksi, organik madde miktarının ve ince madde oranının belirlenmesi ISRM (1981) ve TS 699 (1987) standartlarına göre yapılmıştır.

3.2.6.1. Birim Hacim Ağırlık

Bu deney, düzenli bir geometriye sahip karot veya prizmatik kayaç örneklerinin birim hacim ağırlığının tayini amacıyla yapılır. Bu deney ISRM (1981) tarafından önerilen yöntem dikkate alınmıştır. Deneyde fırın (105 ±3 0C kapasiteli), desikatör, hassas terazi (0.01 g duyarlılıkta), kompas (0.1 mm duyarlılıkta) kullanılmıştır.

Düzgün bir geometrik şekle sahip silindirik deney örneğinin çapı (D) ve boyu (L), kompasla birbirine dik iki ayrı yönde, 0.1 mm duyarlılıkta ölçülüp ve her bir örnek için bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Boy ve çap değerleri kullanılarak örneklerin hacimleri hesaplanır (V). Kuru birim hacim ağırlık tayini için numuneler 105 °C'ye ayarlanmış etüvde en az 12 saat kurutulduktan sonra tartılmıştır. Örneklerin doygun birim hacim ağırlığının belirlenmesi amacıyla, numuneler 24 saat suda bekletilerek yüzeylerindeki su tanecikleri hafifçe havlu ile silinerek tartılmıştır.. Elde edilen veriler kullanılarak numunelerin doygun ve kuru birim hacim ağırlık (γ) değerleri E.3.1 e göre hesaplanmıştır.

$$\rho = \frac{W}{V}$$

Burada;

Birm hacim ağırlık(γ) = γ *9,81

ρ : yoğunluk, (g/cm³),

W : Örnek ağırlığı, (g),

V : Hacim, (cm³).

3.2.6.2. Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Deneyi

Düzenli bir geometriye sahip kayaç örneklerinin, ağırlıklarına ve hacimlerine oranla, boşluklarının alabileceği su miktarının tayini amacıyla yapılmıştır. Bu deney, TS 699 (1987) standartlarına göre yapılmıştır. Deneyde, saf su (450 ml), 50 ml'lik cam beher, kompas (0.1 mm duyarlılıkta), hassas terazi (0.01 g duyarlılıkta), fırın (105 ±3 0C kapasiteli), kağıt havlu kullanılmıştır.

İlk olarak kayaç örneğinin çapı ve boyu kumpas ile ölçülerek hacmi (V) hesaplanmıştır. Örnekler, saf su doldurulmuş beherde en az 12 saat bekletilmiştir. 12 saat sonunda örnekler saf sudan çıkarılarak, suya doymun yüzeyleri kâğıt havlu ile kurulandıktan sonra, ıslak ağırlıkları hassas terazide yapılan tartı işlemi ile belirlenmiştir (Ws). Örnekler, 105 0C'ye ayarlanmış fırına yerleştirilerek en az 12, tercihen 24 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Fırından çıkarılan örneklerin kuru ağırlıkları (Wd) hassas terazide belirlenmiştir.

Ağırlıkça ve hacimce su emme oranı E.3.4 ve E.3.5 kullanılarak belirlenmiştir.

Ağırlıkça su emme $A_w = ((W_s - W_d) / W_d) \times 100$ (%)

Hacimce su emme $H_w = ((W_s - W_d) / V) \times 100$ (%)

Wd= Kuru örnek ağırlığı

Ws= Doymun örnek ağırlığı

V= Hacim

3.2.6.3. Magnezyum Sülfat Don Kaybı Deneyi

Bu deney kayaç örneklerinin don kaybını bulabilmek için magnezyum sülfat çözeltisi kullanılarak TS 699 (1987) standartlarına göre yapılmıştır. Bu deneyde kırıcı, göz açıklığı 40 mm, 25 mm, 20 mm, 10 mm ve 5 mm olan deney elekleri, hassas terazi (0.01 g duyarlılıkta) ve fırın (105 ±3 0C kapasiteli), kovalar, dansimetre, sodyum sülfat çözeltisi daha önce kırılmış olan örnekler istenilen eleklerden elenerek belirtilen miktarlarda alınarak ayrı kaplara konularak kuru ağırlıkları bulunmuştur. 38.10 mm-19.10 mm elekler arasındaki deney numuneleri ile 19.10 mm-9.52 mm ve 9.52 mm-4.76 mm arasındaki deney numuneleri ayrı ayrı uygun derinlikteki birer kap içerisine konularak üzerlerine oda sıcaklığındaki Magnezyum sülfat çözeltisi tüm örnekler tamamen batacak şekilde ilave

edilmiştir. 18 saat süreyle bu şekilde bekletilen deney numuneleri, kap içindeki çözelti magnezyum sülfat çözeltisi kovaşına geri aktarıldıktan sonra, fırında kurutulmuştur. Kurutma işlemi bittikten sonra aynı şekilde tekrar kaplara konan numuneler üzerine Magnezyum sülfat çözeltisi eklenmiştir. Bu işlem 5 kez tekrarlanarak deney numuneleri kurutulduktan sonra su içerisinde 18 saat bekletilmiş ve sodyum sülfat temizlenene kadar su ile yıkanmıştır. Bu şekilde Magnezyum sülfat artıklarından tamamen temizlenen deney numuneleri fırında 105 °C de kurutularak, 19.10 mm, 9.52 mm ve 4.76 mm lik eleklerden elenerek tartılmıştır. Elekten geçen kısımlar don kaybı olarak kabul edilmiştir.

Magnezyum sülfat don kaybı her grub deney numunesi için ayrı ayrı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$k_d = ((G_0 - G_1) / G_0) * 100$$

Burada;

K_d = Magnezyum sülfat don kaybı (%)

G_0 = Deney numunesinin başlangıç kütlesi (g)

G_1 = Deneyden sonra elek üzerinde kalan deney numunesinin kütlesi (g)

Her grub için buluna don kaybı değerlerinde yararlanarak toplam don kaybı;

$$K_{dt} = 0,5 k_{d1} + 0,3 k_{d2} + 0,2 k_{d3} \text{ (%)}$$

3.2.6.4. Darbeli Aşınma Deneyi (Los Angeles Metodu)

Kaya numunelerinin aşınma kaybı TS 699 (1987) standardına göre yapılmıştır. Deneyde los angeles aşınma deney cihazı, aşındırıcı çelik bilyalar, hassas terazi (0.01 g duyarlılıkta), fırın (105 ±3 0C kapasiteli), göz açıklığı 40 mm, 25 mm, 20 mm, 12,5 mm ve 10 mm olan elekler kullanılmıştır. Deney örnekleri standartlarda belirtilen tane büyüklüğü sınıfı A'ya göre 5000 gr olacak şekilde hazırlanmıştır (Çizelge 3.1).

Bu şekilde alınan 5000 g deney numunesi tane büyüklüğü A sınıfına göre 12 adet çelik bilya ile birlikte los angeles aşındırma cihazının içine konularak 100 devir yaptırılmıştır. 100 devir sonunda çıkartılan numuneler elek aralığı 1.6 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde elenmiştir, elek üzerinde kalan kısım yıkanıp kurutulduktan sonra G100 değeri belirlenmiştir. 1,6 mm lik elek üzerinde kalan ve geçen tüm malzeme çelik bilyalarla birlikte tekrar Los Angeles aşındırma cihazının içerisine konulmuş ve 400 devir daha yaptırılmıştır. Toplam 500 devir sonunda çıkartılan numuneler elek aralığı 1.6 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde elenmiştir, elek üzerinde kalan kısım yıkanıp kurutulduktan sonra G500 değeri belirlenmiştir.

G100 ve G500 değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$K_{100} = (G_0 - G_{100} / G_0) * 100$$

E.3.11

$$K_{500} = (G_0 - G_{500} / G_0) * 100$$

K_{100} = 100 devir sonundaki aşınma kaybı (%)

K_{500} = 500 devir sonundaki aşınma kaybı (%)

G_0 = Deney numunesinin deneyden önceki kütlesi (g)

G_{100} = Deney numunesinin 100 devir sonunda göz açıklığı 1,6 olan elek üzerinde kala kısmının kütlesi (g)

G_{500} = Deney numunesinin 500 devir sonunda göz açıklığı 1,6 olan elek üzerinde kala kısmının kütlesi (g)

Çizelge 3.1. Los Angeles deney Koşulları (TSE 706)

Elek Göz Boytları	A	B	C	D
40 mm-25mm arası	25%	-----	-----	-----
25 mm-25mm arası	25%	-----	-----	-----
29 mm-12,5mm arası	25%	50%	-----	-----
12,5 mm-10mm arası	25%	50%	-----	-----
8mm-5mm arası	-----	-----	50%	-----
10mm-8mm arası	-----	-----	50%	-----
5 mm-2,5mm arası	-----	-----	-----	100%
Agrega Miktarı: P kg	5	4,11	3,3	2,5
Font Küre Adedi	12	11	8	7

3.2.6.5. Organik Madde Miktarının Belirlenmesi (Renklendirme Metodu)

TS 706 (2) standardında agregalarda organik maddenin bulunup bulunmadığını anlamak için renklendirme metodu denilen bir deney uygulanır. Bu maksatla 1m³ suya 30gr. NaOH konulmak suretiyle sodyum hidroksit çözeltisi hazırlanır. Bir cam eprüvetin 100. taksimatına kadar konulan agregaya üzerine bu çözeltiden 160. taksimata ulaşınca kadar dökülür. Eprüvet, içindekiler dökülmeden, kuvvetli bir şekilde çalkalanır. Bundan

sonra 24 saat hareket ettirmeden saklanır. Bu süre sonunda agreganın üzerindeki çözelti rengi değiştirilmiştir. Çözeltinin aldığı renge göre çizelge 3.2 de verilen duruma göre tanımlama yapılır.

Çizelge 3.2. Agregada organik maddelerin durumu (TS 706 EN 12620).

ÇÖZELTİ RENGİ	ORGANİK MADDE	AGREGANN DURUMU
Renksiz veya hafif sarı	Organik Madde Ya Hiç Yok Yada Çok az Var	Yüksek Kaliteli Beton İçin Kullanılmaya Elverişli
Safran sarısı	Az Miktarda Var	Normal İşlerde Kullanılır
Belirli kırmızı	Var	Ancak Önemsiz İşlerde Kullanılır
Belirli kahverengi	Çok Var	Kullanılmaz

NaOH çözeltisinin zamanla sararması ve böylelikle yanlış değerlendirilmenin yapılması olasılığı vardır. Bunu önlemek için bazı önemli hallerde karşılaştırma amacıyla NaOH çözeltisinden başka bir çözelti aşağıdaki şekilde hazırlanır.

- 97,5 cm³ %3 su çözeltisi
- 2,5 cm³ alkollenmiş tannik çözeltisi

Bu sonucu bileşim şöyledir:

%90 tonik asit %2 (1 lt. suya 20gr. tonik asit konuluyor.)

%10 metil alkol (1 lt. damıtık sulu çözelti içine 100gr. alkol bulunuyor.)

Bu çözelti elde edildikten sonra bir şişeye konulur ağzı kapatılır, kuvvetle sallandıktan sonra 24 saat hareketsiz bırakılır. Yukarıdaki şekilde yapılan deneyde agrega üstündeki su çözeltisinin rengi yukarıdaki çözeltinin renginden açık ise organik madde ya hiç yok veya zarar meydana getirmeyecek miktarda agrega içinde bulunmaktadır. Aksi halde ise agregada zarar meydana getirecek miktarda organik madde bulunmaktadır.

3.2.6.6. Elek analizi

Elek analizi eleklerin kullanılarak malzemenin 0.075 mm' den daha büyük kısımlarının dane boyutu dağılımının bulunmasını sağlar.

3.2.6.7. Tane Şekli- Yassılık endeksi deneyleri

Yassı agrega tanelerinin en küçük boyutunun anma boyutuna oranının 0,6'dan küçük olması şeklinde tanımlanır. İki elek arasında kalan tane için bu iki elek boyutunun aritmetik ortalaması anma boyutu olarak kabul edilir. Bir agrega numunesinin yassılık endeksi yassı tanelerinin denenen numunelerin ağırlığına oranı olarak ifade edilir. Deney 2 1/2 inç (63.5 mm'lik) elek üzerinde kalan ve 1/4 inç (6,35 mm)' lik eleği geçen malzemeye uygulanmaz. Yassılık indeksinin saptanması için alınacak numune miktarı Çizelge 3.3' te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Yassılık endeksi tayini için alınacak minimum numune miktarı (TS EN 933- 3 ve TS EN 933- 4)

Maksimum tane boyutu	Minimum miktar (kg)
2 1/2 inç (63.5 mm)	25
2 inç (50 mm)	20
1 1/2 inç (37.5 mm)	15
1 inç (25 mm)	10.5
1/2 inç (12.5 mm)	2.5
3/8 inç (9.5 mm)	2

Tabloda verilen elekler kullanılarak numunenin elek analizi yapılır. Her elek üzerinde kalan malzeme tartılır ve elek boyutları üzerine yazılarak ayrı tepsilere konur. Tepsilerdeki toplam malzeme ağırlığına (M₁) göre her elek arasında kalan yüzde bulunur. Herhangi bir grup, toplam malzeme ağırlığının %5'i kadar ya da daha azsa o gruba yassılık endeksi uygulanmaz ve hesaba katılmaz. Arta kalan malzeme miktarı (M₂) deney numunesi miktarı olarak kabul edilir. Tane kalınlığını ölçme aletinde, her elek arasında kalan malzeme donelerinin, teker teker alet üzerindeki ve ilgili tane çapına ait deliklerden geçip geçmediği kontrol edilir. Bu işlemler sonunda tane kalınlığını ölçme aletinden geçen bütün malzeme tartılır (M₃). Yassılık endeksi: M₃/M₂ x 100 şeklinde hesaplanır.

3.2.6.8. Marshall Dizayn Metodu (Deneyi)

Bu deneyde TS 706 (2003) EN 12620 (2003) standardına uygun olarak üretilmiş agrega üzerinde kırma taş standart deneyleri tekrarlandıktan sonra KYTŞ' inde binder

tabakası için istenilen aralıklarda ayrı ayrı gradasyonlardan meydana gelen agrega karışımı ve değişen bitüm miktarları kullanarak elde edilen karışım ile bu tabakaları temsilen briket yapılmaktadır. Bu deneyin amacı; elde edilen bu briketlerin dayanımını ölçerek kullanılan agreganın standartlara uygunluğunu tespit etmektir. Marshall deneyi Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü (Mersin) Araştırma Binası Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Bitümlü karışımlar için en uygun bağlayıcı oranı Marshall deneyi ile bulunur. Marshall deneyi deneme numunelerinin hazırlanması ile başlar. Bu iş için her şeyden önce aşağıdaki koşullar sağlanmış olmalıdır;

- a. Kullanılacak malzeme kalite bakımından ilgili şartnamelere uygun olmalıdır.
- b. Hazırlanmış agrega karışımları elek analizi şartnamesine uygun olmalıdır.
- c. Yoğunluk ve boşluk analizi için, karışımda kullanılan bütün agregaların birim hacim özgül ağırlıkları tayin edilmiş olmalıdır.

Bu hususlar bütün şartnamelerin gerekleri olarak yapılması gerekli koşullar olup, kullanılan hesap metoduna göre değişen durumlar değildir. Marshall numuneleri, bitüm-agrega karışımlarının belirli bir ısıtma, karıştırma ve sıkıştırma işlemi sonunda hazırlanır. Bu metodun başlıca iki özelliği sıkıştırılmış numunelerde, yoğunluk-boşluk analizi ve stabilite-akma denemesidir. Deney karışımları aşağıdaki aşamalardan geçirilerek hazırlanır;

- a. Agrega ve mineral filler sıcaklıkları karıştırma sıcaklığına gelinceye kadar ısıtılır.
- b. Bitümlü bağlayıcının sıcaklığı da karıştırma sıcaklığına gelinceye kadar ısıtılır. Bağlayıcının uzun müddet ve tekrar tekrar ısıtılmasından kaçınılmalıdır.
- c. Bitümlü bağlayıcı ve agregalar bir mala veya mekanik bir karıştırıcı ile karıştırılır ve bu işlem mümkün olduğu kadar çabuk tamamlanmalıdır. Karıştırma işleminin 2 dakika içinde bitmesi gerekir.

d. Karıştırmanın sonucunda, karışımın sıcaklığı grafikte bulunacak sıkıştırma sıcaklığı alt limit değerinin altına düşmemelidir. Şayet sıcaklık, bu değer altına düşmüşse karışım atılmalı ve işlem tekrarlanmalıdır. Karıştırma sırasında ve karıştırmadan sonra malzemenin yeniden ısıtılmasına müsaade edilmemelidir. Deney örnekleri özel bir karışım veya agrega granülometrisi için Marshall metodu ile optimum bağlayıcı miktarı tayininde, çeşitli bağlayıcı oranlarına sahip numune serileri ile hazırlanır. Bu örneklerin belirli bazı deneylere tabi tutulması sonucu saptanan değerlere dayanılarak çizilen deney eğrilerinden bir optimum değer bulunur. Deney örnekleri, bitüm oranını her numune serisinde % 0,5

artırarak ve tahmin edilen optimum bitüm oranının en az % 2 aşağısından başlayarak, yine tahmin edilen optimum değeri % 2 aşacak şekilde değişik yüzdelerde hazırlanır. Optimum bitüm oranını tayin etmek için, daha önce tahmini optimum bitüm oranının yaklaşık olarak saptanması gerekir. Yeterli deney neticeleri elde etmek için her bir bağlayıcı oranında genellikle 3 örnek hazırlanır. Bu durumda 9 değişik bitüm oranı ile yapılacak bir sıcak karışım dizaynının da en az 27 numuneye gereksinim olacaktır. Her bir örnek için yaklaşık olarak 1200 gr agregaya ihtiyaç vardır. Örneklerin sıkıştırılması;

a. Karışım hazırlanmadan önce, sıkıştırma tokmağı ve sıkıştırma kalıbının iç yüzü temizlenmeli ve bir etüvde 93–147 °C ye kadar ısıtılmalıdır.

b. Isıtılmış kalıp taban levhası üzerine yerleştirilerek içine 10,16 cm çapında filtre kâğıdı konulmalıdır.

c. Karışım, sıkıştırma kalıbı içine yerleştirilerek ısıtılmış bir demir çubuk ile 25 defa şişlenir, kalıp içindeki numune üzerine 10,16 cm çapında filtre kâğıdı konulur ve sıkıştırmaya geçilir.

d. Sıkıştırma tokmağı ile numuneye, trafik değeri 100 psi lastik basıncı olması için 50 darbe, trafik değeri 200 psi lastik basıncı olması için 75 darbe vurulur.

e. Numuneler sıkıştırıldıktan kısa bir müddet sonra kalıptan çıkarılarak, düz bir sırt üzerine dikkatlice konur ve oda sıcaklığında bir gece soğumaya bırakılır.

f. Sıkıştırılmış numunelerin yüksekliği $6,35 \pm 0,8$ cm olmalıdır.

g. Numuneler, birim ağırlığının tayin edilebilmesi için havada ve suda tartılır.

h. Tartılmış ve ölçülmüş numuneler 60 °C lik su banyosu içinde 30 dakika bekletilerek, deneye hazır hale getirilir.

Deneyin yapılışı ;

a. Deneye başlamadan önce, deney kalıbının alt ve üst çenelerinin iç yüzleri ve kılavuz çubukları ince bir yağ tabakası ile yağlanmalıdır.

b. Numune su içinden dikkatlice çıkarılarak, kurutulur ve aletin çenesi içine deney vaziyetine uygun şekilde konur.

c. Numune deney makinesine uygun şekilde yerleştirilir, flowmetre de deney durumuna uygun konulduktan sonra alet çalıştırılır. Numunenin üzerinde bulunduğu çene, numunede kırılma oluşuncaya kadar dakikada 2 inçlik bir hızla yükseltilir.

d. Stabilitayı saptayan kırılma, yük ölçme göstergesinde varılan en yüksek değerde meydana gelir. Bu değer o numunenin stabilitesi olarak kaydedilir.

e. Numunede meydana gelen akma ise akma göstergesinde mm olarak okunur. Örneğin göstergede herhangi bir numune için 0,16 inç değeri okunuyorsa, onun akma değeri 16 olarak kaydedilir. Deney sonuçları ve optimum bağlayıcı oranı tayini için;

- a. Bitümlü bağlayıcı yüzdesi-stabilite,
- b. Bitümlü bağlayıcı yüzdesi-akma,
- c. Bitümlü bağlayıcı yüzdesi-birim ağırlık,
- d. Bitümlü bağlayıcı yüzdesi-boşluk yüzdesi,
- e. Bitümlü bağlayıcı yüzdesi-Vb/VMA,
- f. Bitümlü bağlayıcı yüzdesi-VMA, eğrileri çizilmektedir.

VMA : Sıkıştırılmış karışımdaki agregalar arasındaki boşluk.

Vb : Bağlayıcı miktarı

Bu eğrilerden hareket edilerek optimum bitüm oranı saptanır. Aşağıdaki beş koşulu gerçekleştiren bitüm oranlarının ortalaması optimum bitüm oranı olarak kaydedilir;

- a. Maksimum stabilitenin verdiği bitüm oranı,
- b. Maksimum birim ağırlığının verdiği bitüm oranı,
- c. % 4 boşluk oranının verdiği bitüm oranı, (3-5 arası)
- d. % 80 Vb/VMA değerinin verdiği bitüm oranı, (65-78)
- e. Minimum VMA değerinin verdiği bitüm oranı.

Bu şekilde belirlenen bitüm oranına göre üretilen sıcak asfalt karışımı, şartnamelerde belirtilen özellikleri taşıyacaktır. Daha sonra kontrol için optimum bitüm miktarlarının şartnamelerde belirtilen akma ve % VMA'ları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Akma değeri beton asfalt kaplamaların trafik yükleri altındaki davranışlarını belirleyen, beton asfaltların plastiklik ve esneklik özelliklerini yansıtan bir değeridir. Marshall numunelerinin kırıldığı yüke tekabül eden deformasyonunu temsil eden akmanın değeri sıkışmış karışımların iç sürtünmesinin bir ölçüsüdür ve akma değeri ile iç sürtünme arasında doğrusal ters bir ilişki vardır. Şartnamelerde belirtilen en yüksek akma değeri, karışımın plastikliğini ve kullanılabilir en yüksek bağlayıcı yüzdesini, en alt değeri ise karışımın gevrekliğini ve dayanıklılığını kontrol eder. Şartnamelerde akmanın 10-20 (1/100 inç' lik akma 1 birim sayılır) arasında olması istenir (Umar ve Ağar, 1991).

3.2.7. Genel Bilgiler

3.2.7.1. Bitümlü Sıcak Karışımlar

Bitümlü sıcak karışım, çok dikkatli şekilde oranları saptanmış bitümlü bağlayıcı, agrega ve fillerin sabit karıştırma tesislerinde sıcaklık, nem ve bileşim bakımından çok sıkı bir kontrol altında karıştırılmasıyla elde edilen yol kaplama malzemesidir. Bitümlü sıcak karışım, üç fazdan oluşmuş bir sistem olarak düşünülebilir. Bitümlü sıcak karışımlar kullanılan agrega granülometrisine göre aralıklı derecelenmiş, sürekli derecelenmiş, tek boyutlu ve kesikli derecelenmiş karışımlar olarak adlandırılırlar. İri agregadan fillere kadar her agrega boyutundan yeterli malzeme bulunduracak şekilde granülometriye sahip agregaya sürekli derecelenmiş agrega ve hazırlanan sıcak karışıma da asfalt betonu adı verilir. Asfalt betonu adı verilen karışımlar en gelişmiş kaplama türü olup, ağır trafikli yollarda, otoyollarda, hava alanı pistlerinde uygulanır ve maliyetleri oldukça yüksektir. İyi bir bitümlü sıcak karışımda bulunması gereken ana özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- Yüksek stabiliteye sahip olmalıdır,
- Kırılgan olmamalıdır,
- Durabil olmalıdır,
- Yeterli yüzey pürüzlülüğüne sahip olmalıdır,
- Ekonomik olmalıdır.

Yukarıda belirtilen ana özellikler yanında bitümlü sıcak karışımlarda olması gereken fiziki özellikler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.2.7.2. Asfalt Betonu Binder Tabakaları

Asfalt betonu genel anlamı ile Aşınma Tabakasını, Binder Tabakası'nı veya bunların her ikisini birden kapsamaktadır. Bu kısım kırılmış ve elenmiş kaba agrega, ince agrega ve mineral fillerin belli gradasyon limitleri arasında, işyeri karışım formülü esaslarına uygun olarak bitümlü bağlayıcı ile bir plentte karıştırılarak yeterli temeller veya diğer bitümlü kaplamalar ile beton kaplamalar üzerine bir veya birden fazla tabaklar halinde sıcak olarak ve projesine uygun olarak yapılan asfalt betonu kaplamasından oluşmaktadır.

3.2.7.3. Agregası

Bitümlü sıcak karışımların iki esas malzemesinden birisi agregadır. Bitümlü kaplamalarda kullanılacak agreganın, kökeni (magmatik, tortul, metamorfik) ne olursa

olsun, her kaplama tipi için şartnamelerde verilen fiziksel özellikleri ve granülometrik bileşimi sağlaması gerekir. Kaplamanın ağırlıkça ve hacimce önemli bir kısmını oluşturan agregaya, yola etkiyen yüklerin oluşturduğu gerilmelerin karşılanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu bakımdan agregaların özellikleri yol mühendisleri için çok önemli olup, değişik agregaya tiplerinin karakteristik özelliklerinin bilinmesi yolların projelendirilmesi için gereklidir. En geniş tarifıyla agregaya; kum, çakıl, kırma taş, cüruf ve diğer mineral bileşiklerden ibaret olup bağlayıcı bir ortamda, bitümlü bir karışım, portland çimentosu betonu, harç, makadam, mastik ve benzeri uygulamalar için bir araya getirilmiş veya bağlayıcısız bir ortamda kullanılmak üzere (demir yollarında balast malzemesi gibi) bir araya getirilmiş malzeme olarak tanımlanır (Yağız ve ark., 1967). Bitümlü sıcak karışımlardaki mineral agregaya miktarı genellikle ağırlıkça % 90 ila 95, hacimce % 75 ila 85 arasındadır. Mineral agregaya esas olarak kaplamanın yük taşıma kapasitesinden sorumlu olup, buna bağlı olarak asfalt kaplamasının performansı büyük oranda agregaya bağlıdır (Uluçaylı ve Yacuz, 2002). Agreganın tipi, yüzey pürüzlülüğü, yassılık durumu, gradasyonu gibi özellikleri bitümlü sıcak karışımların yorulma ve tekerlek izi açısından performansları üzerinde büyük bir öneme sahiptir. Kaplama tabakası, etkiyen yüklerin tesiri altında farklı deformasyonlara maruz kalır. Tabakanın yapımında kullanılan malzemeler, uygulanan yapım metotları ve yapım sonrası maruz kalınan dış yükler; kaplamanın performansını etkileyen başlıca etkenlerdendir. Bir kaplamanın direnci ve yoğunluğu üzerine etki eden en önemli faktör agregadır. Bu bakımdan agregaların sert ve dayanıklı olması, bünyelerinde zararlı maddeler bulunmaması ve yüzey şekillerinin bir kenetlenme yaparak direnci artıracak şekilde olması arzu edilir. Günümüzün modern karayolu pek çok sayıda araç taşımaktadır. Bu araçların büyük bir kısmını ağır yüklü ticari taşıtlar oluşturmaktadır. Bir başka deyişle, üstyapıyı etkileyen ağır taşıtlardır. Bunun yanında pek çok sayıda da yüksek hızlarda seyreden araçlar mevcuttur. Bütün bu ağır trafik şartları altında, kuvvetli, yoğun, su geçirmeyen, stabil ve aşınmaya dayanıklı kaplamalar istenir. Değişik oranlarda, değişik tip agregaya kullanılmak suretiyle istenen kalite ve özellikte kaplama yapma olanağı vardır. Kaplamanın aşınmaya karşı direnci ve su geçirmezliği aynı derecede önemi olan bir husustur. Karışımlarda kullanılan agregalar ile kullanılan bağlayıcının tam bir uyum içinde, birlikte çalışması gerekir. Türkiye’de kullanılan asfalt betonu agregaya şartnamesi Şekil 3.6’da verilmiştir.

Yol inşaatlarında kullanılan agregalar, ya doğal olarak oluşmuş kayalardan ya da metalurji endüstrisinde açığa çıkan cürüflardan elde edilirler. Bu şekilde elde edilen

agregaları, köken itibariyle “Doğal Agregalar” ve “Suni (yapay) Agregalar” olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Elek Boyutu	BİNDER TABAKASI			AŞINMA TABAKASI					
	Ağırlıkça Geçen Yüzde			Ağırlıkça Geçen Yüzde					
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Tip F
1" (25.4mm)	100	100	100						
3/4" (19.0mm)	82-100	80-100	77-100	100	100	100			
1/2" (12.5mm)	68-87	63-81	59-77	89-100	84-100	81-100	100	100	100
3/8" (9.5mm)	60-79	54-72	49-66	80-95	75-91	71-87	87-100	87-100	80-100
No:4 (4.75mm)	46-65	40-58	34-52	64-81	57-75	52-70	66-82	60-77	55-72
No:10 (2.0mm)	34-51	28-45	23-39	48-65	42-59	36-53	47-64	41-58	36-53
No:40 (0.425mm)	17-29	14-25	12-22	26-40	22-35	17-30	24-36	20-32	16-28
No:80 (0.18mm)	9-18	8-16	7-14	15-26	12-22	9-19	13-22	11-19	8-16
No:200 (0.075mm)	2-7	2-7	2-7	4-10	4-10	4-10	4-10	4-10	4-10

Şekil 3.6. Agrega granülometri şartnamesi (KTSŞ, 2006)

3.2.7.4. Doğal agregalar

Doğal olarak oluşmuş kayalardan fiziksel yollarla doğrudan doğruya elde edilen kırma taş, çakıl ve kum malzemeleridir. Doğal agregalar oluştukları doğal kayalar itibariyle sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırmanın daha iyi anlaşılabilmesi için birkaç jeolojik tanımın bilinmesinde yarar vardır (Önalp, 1983). Kaya: Bir veya birkaç çeşit mineralin bir araya gelmesi sonucu oluşmuş katı bir maddedir. Mineral: Doğal yollarla oluşan, genellikle homojen kristal yapısı olan ve kimyasal formüllerle gösterilebilen inorganik maddedir. Kayalardaki mineraller, oksijen, silisyum, alüminyum, demir, magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum ve daha az miktarda bulunan diğer elementlerdir. Bir kayanın tanınabilmesi için içindeki minerallerin ve bu minerallerin diziliş şeklinin (doku) bilinmesi gerekir. Doku tipleri, minerallerin dane büyüklüğüne ya da çaplarına göre değişmektedir. Kayanın özellikleri, mineraller, mineraller arasındaki bağın cinsi ve doku gibi kayanın orijinine dayanan hususlara bağlıdır. Doğal kayalar orijinlerine göre magmatik, tortul (sedimanter) ve metamorfik olarak üçe ayrılırlar. Bu gruplardan herhangi birine ait kaya, kitle ya da parçalanmış (çakıl) halde bulunabilir. Tortul (sedimanter) kayalar: Mevcut her türlü kayanın dağılması, aşınması ve dağılan parçaların veya eriyiklerin nakledilmesi, deniz veya göl gibi sedimantasyon havzalarında tortulaşması (çökmesi) ve daha sonra

bunların katılaşması sonucu oluşan taşlara tortul kayalar denir. Tortul kayaların başlıca özelliği tabakalı ve içlerinde fosil ve canlıların iz ve kalıplarının bulunabilmesidir.

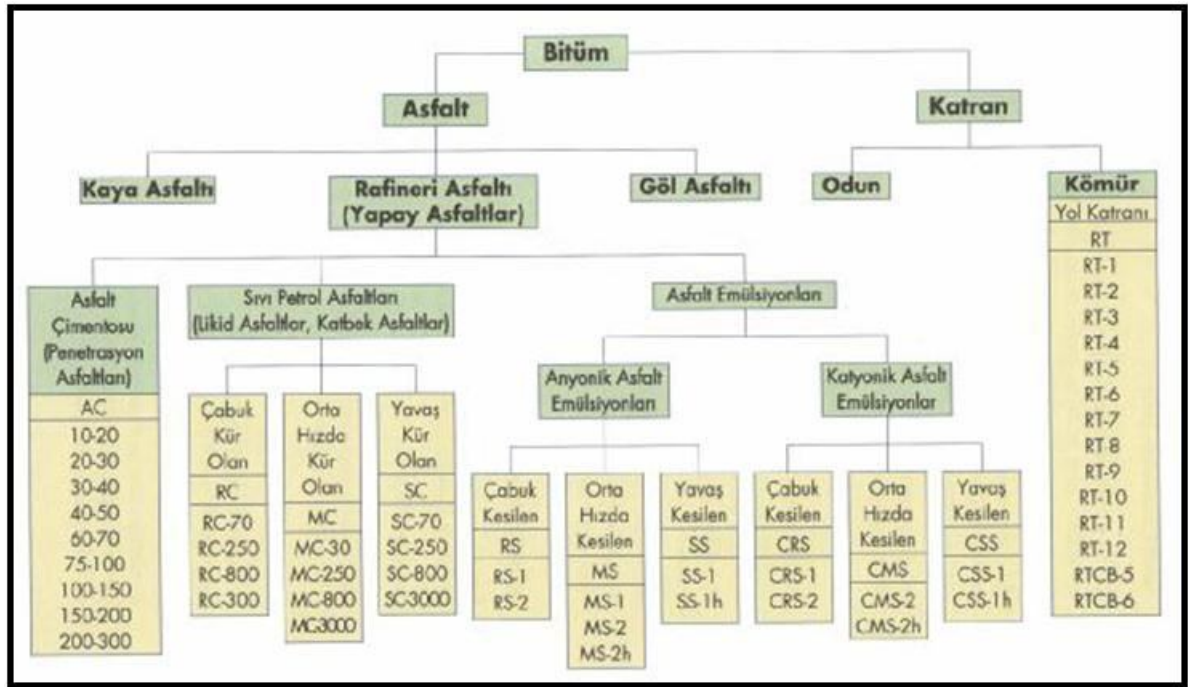
Kimyasal bileşiminde en az % 90 CaCO_3 (kalsiyum karbonat) içeren kayaçlara mikritik kireçtaşı ya da kireçtaşı adı verilmektedir. Ayrıca mineralojik bileşiminde en az % 90 kalsit minerali bulunan kayaçlara da kalker adı verilmektedir. Kalker saf halde kalsit ve çok az miktarda aragonit kristallerinden oluşur. Kalsit ve aragonit kalsiyum karbonatın iki ayrı kristal şekli olup, teorik olarak % 56 CaO ve % 44 CO_2 içerir. Ancak doğada hiçbir zaman saf olarak bulunmaz. Kalkerin sertlik derecesi 3, birim hacim özgül ağırlığı 2.5-2.7 gr/cm^3 arasındadır. Organik ve kimyasal kireç taşları otokton, klastik kireç taşları ise allohton olarak kabul edilir. Yaygın olarak oluşan kireç taşlarının çoğu organik, detritik ve kimyasal metaryaller ihtiva etmektedir. Kalsit (hegzagonal CaCO_3) ve aragonit (ortorombik CaCO_3) kristallerinin her ikisi de genç kireç taşı oluşumlarında yer alabilmektedir. Aragonit kristalleri kalsit minerallerine daha kolay dönüşebilmesi nedeniyle eski kireçtaşı oluşumlarında aragonit kristalleri bulmak güçtür. Kireç taşları hangi yolla oluşursa oluşsun doğada buldukları durumları ile bileşimlerinde CaCO_3 yanı sıra MgCO_3 , kil mineralleri, demir silikat-oksit ve sülfürleri, silikat asidi (SiO_2) bileşikler içerir. Bu bileşiklerin bir kısmı kalker oluşumu esnasında ve oluşum ortamının koşullarına bağlı olarak gelebildiği gibi diyajenez esnasında ve etkenleri ile de gelebilir. Bu durumda kökene bağlı olarak içerdikleri primer safsızlıkları oluştururlar. Kireç taşı oluşumunun tamamlanmasından sonra gelen safsızlıklar ise daha çok orojenik-epirojenik hareketler metamorfizma, tektonizma, metazomatik ve atmosferik olaylar ile oluşan sekonder safsızlıklar olmaktadır. Tüm bu safsızlıklar ile gerek mineralojik gerekse kimyasal bileşim açısından görülen değişiklikler yanında yapı ve dokularına ilişkin kireçtaşlarının gösterdikleri ayrıcalıklar niteliklerini oluşturur. İçerdikleri maddelere göre kireçtaşının nitelikleri esas alınarak MgSo_4 oranı %5-30 oranında ise Dolomitik Kireçtaşı adına almaktadır. %90-100 arasında CaCO_3 olması durumunda ise Kalker (Kireçtaşı) adını alarak pek çok sınıflama yapılması mümkündür.

Bazalt, yerkabuğunun çatlaklarından dışarı çıkan erimiş lavların soğuyup katılaşmasıyla oluşan volkanik bir kayaç türüdür. Bazaltların rengi kurşuni ya da siyah, yoğunluğu da öbür volkanik kayaçların çoğundan daha fazladır. Yeryüzünde çok yaygın olan volkanik kay açlara, örneğin riyolite oranla silis içeriği daha düşük, demir ve magnezyum oranı ise oldukça yüksektir. Yapısındaki başlıca mineraller feldispat, piroksen, olivin ve

demir oksitleridir. Bazalt kayaçlarının hemen hepsi kristalli yapıdadır; yalnız lavların hızlı soğumasıyla oluşan bazaltlar camsı bir görünüm kazanır.

3.2.7.5. Bitümlü bağlayıcılar

Yol inşaatında kullanılan bitümlü malzeme temel olarak bitümden oluşmaktadır. Bitüm, doğal kökenli hidrokarbonların bir karışımı ya da pirojenik kökenli (doğal, ısı etkisiyle oluşan) hidrokarbonların bir karışımı ya da bunların her ikisinin bir kombinasyonu olup çoğunlukla bunların gaz, sıvı, yarı katı veya katı halde olabilen, metal dışı türevleriyle bir arada bulunan, yapıştırıcı özellikleri olan ve karbondisülfürde tamamen çözünen madde olarak tanımlanır. Bitüm kısaca, bitümlü kaplamaların yapımında kullanılmak üzere kıvamlilik ve kalitesi bakımından özel olarak hazırlanmış olan yumuşatılmış veya yumuşatılmamış bir bağlayıcı olarak tanımlanabilir. Yol üstyapısında kullanılan bitümlü bağlayıcıların sınıflandırılması Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Bitümlü bağlayıcıların sınıflandırılması (shell bitüm el kitabı)

3.2.7.6. Asfalt

En eski mühendislik malzemelerinden biri olan asfalt, doğal halde bulunan ya da ham petrolün damıtılması sırasında elde edilen, rengi koyu kahverengiden siyaha kadar değişebilen, katı, yarı katı ve sıvı halde olabilen kuvvetli bağlayıcı özelliğe sahip hidrokarbonlardan oluşan bağlayıcı bir maddedir. Asfaltlar, kökenlerine göre doğal

asfaltlar ve yapay (rafineri) asfaltlar olmak üzere iki gruba ayrılabilirler. Doğal asfaltlar doğada genellikle mineral maddelerle karışık halde bulunurlar. Kullanılabilir hale getirmek için bir takım işlemlerden geçirmek gerekir. Doğal asfaltlar, jeolojik kuvvetlerin tesiriyle petrolden oluşurlar ve genellikle mineral agrega ile karışık halde olurlar. Doğal asfaltlar kaya asfaltı ve göl asfaltı gibi sınıflara ayrılırlar. Kaya asfaltı oldukça gözenekli kalkerin, daha seyrek olarak da kum taşının doğal olarak asfaltı emmesinden oluşur. Mineral madde oranı genellikle malzemenin % 90'ını oluşturur, bitüm oranı da % 10 kadardır. Memleketimizde bulunan kaya asfaltları daha çok kum taşı, kalker, kil gibi mineral maddeler ile % 2~12 civarında asfaltın karışımından oluşmaktadır. Göl asfaltı, doğal asfaltın en geniş çapta kullanılan ve en çok bilinen şeklidir. Mineral malzemenin çok ince daneler halinde bitüm ortamı içinde yayılmış durumdaki asfalt tipidir. Yüzey birikintileri halinde bulunur ve bunların en önemlisi Trinidad göl asfaltıdır. Göldeki malzeme yarı katı bir bitüm ile ince mineral agreganın çok iyi bir karışımıdır. Buradan elde edilen asfalt tipik olarak aşağıdaki bileşime sahiptir:

Bağlayıcı madde % 5, Mineral madde % 36, Organik madde % 10 dur. Çok sert olduğu için uygun bir yumuşatıcı karıştırılarak yol yapımında kullanılabilir. Yapay asfaltlar, ham petrolün damıtılmasıyla elde edilirler. Bu asfaltlara rafineri asfaltları da denir. Petrol kuyularından çıkarılan ham petrol rafineriye gelir. Buradan pompalarla tanklara boşaltılır. Oradan ısıtma kulelerine sevk edilerek sıcaklığı yükseltilen ham petrol daha sonra damıtma kulelerine gelir. Kolay uçucu olan kısımlar bu kulelerin üst kısmından çıkar ve soğutucularda yoğunlaşarak ayrılır. Bunlar hafif damıtıkları teşkil ederler. Daha az uçucu olanlar aynı şekilde orta damıtıkları, en ağır uçanlar ise ağır damıtıkları oluştururlar. Başlıca asfalt içeren kalıntı maddeleri ise kulenin dibinde birikir. Böylece ham petrolden beş farklı ürün elde edilmiş olur.

1. Benzin (gazolin)
2. Gazyağı (kerosen)
3. Dizel yağlar (mazot)
4. Yağlama yağları
5. Ağır kalıntı maddeleri

Elde edilen bu ürünlerin hepsine gerektiğinde tekrar damıtma işlemi uygulanarak daha değişik petrol ürünleri elde edilebilir. Bu emülsiyon sınıfları için standart şartname geliştirmiştir ASTM ve AASHTO (1990).

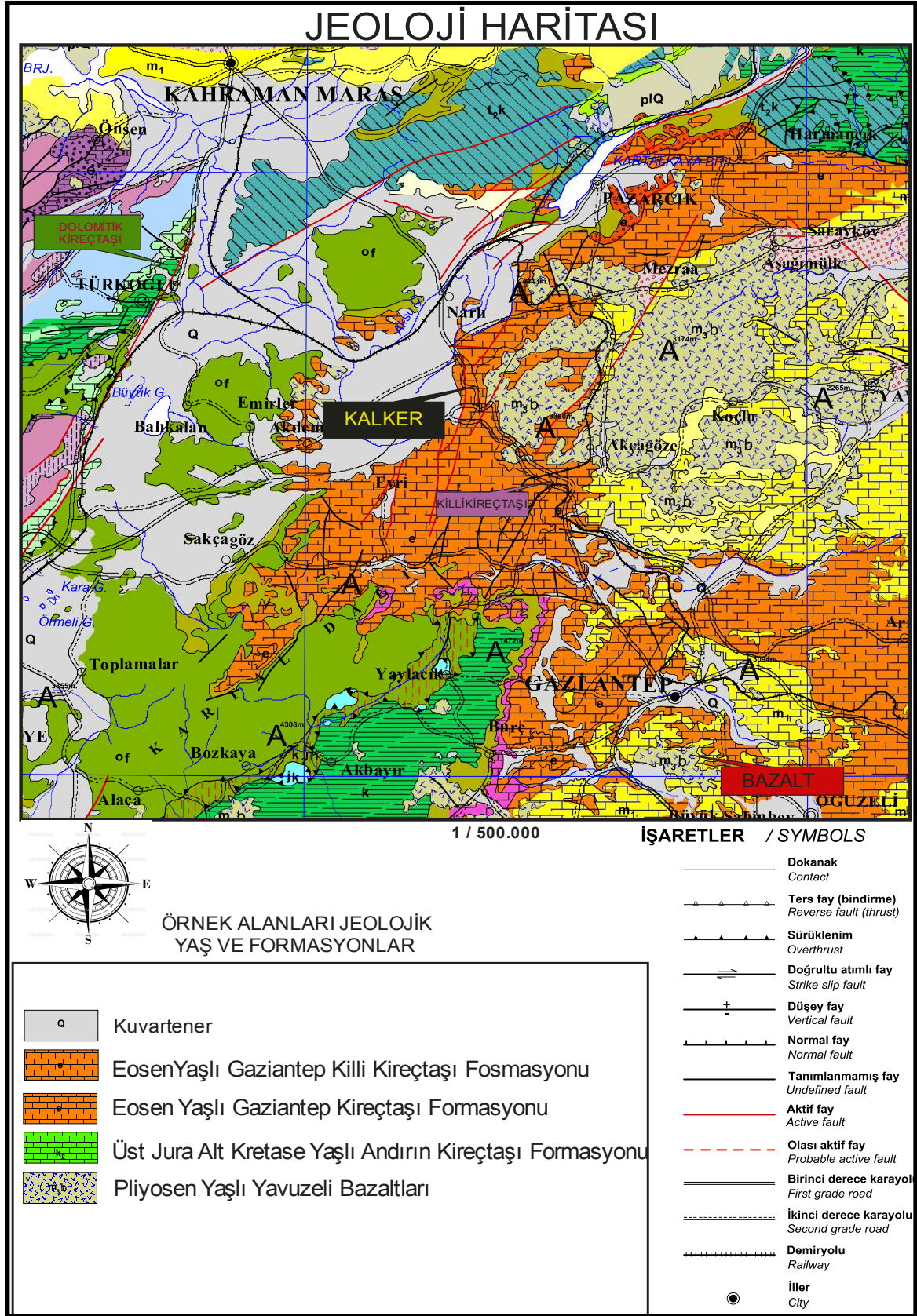
Anyonik Asfalt Emülsiyonu (ASTM D977, AASHTO M140)	Katyonik Asfalt Emülsiyonu (ASTM D2397, AASHTO M208)
RS-1	CRS-1
RS-2	CRS-2
HRS-2	—
MS-1	—
MS-2	CMS-2
MS-2h	CMS-2h
HFMS-1	—
HFMS-2	—
HFMS-2h	—
HFMS-2s	—
SS-1	CSS-1
SS-1h	CSS-1h

Şekil 3.8. Emülsiyon sınıfları (Shell Bitüm El Kitabı, 2002)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.İnceleme Alanındaki Birimlerin Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanında yer alan kayaçlar eosen Gaziantep formasyonu, üst jura-alt kretase yaşlı Andırın formasyon ve pliyosen yaşlı Yavuzeli bazaltlarının jeolojik özellikleri MTA (2002) tarafından yapılan çalışmadan yararlanılarak aşağıda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil.4.1. Kahramanmaraş bölgesi jeoloji haritası (MTA, 2002).

4.1.1. Andırın Kireçtaşı Formasyonu

Çoğunlukla serpantinitlerden oluşmuş moloz akması özelliğindeki Andırın formasyonu içinde, çakıldan çok büyük olistolitlere kadar değişik boyutta olası Paleozoyik yaşlı rekrystalize kireçtaşı, Mesozoyik ve Eosen yaşlı kireçtaşları volkanik ve ofiyolit blokları yer alır (Şekil 4.2). Formasyonun, yakın çevreden, çeşitli sedimanter ve ofiyolitik kayaların aşınarak dar ve uzun bir havzada hızlı depolanması ile oluştuğu düşünülmektedir. Açısız uyumsuzlukla Dokuztekneler formasyonu üzerine gelen bu birim üstte ise Karataş formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülür. Birimin yaşı Üst Lütesiyen-Alt Miyosen olarak verilmektedir.



Şekil 4.2. Andırın kireçtaşı formasyonunun arazi görünümü.

4.1.2 Gaziantep Formasyonu

Killi kireçtaşı, kireçtaşı ve tebeşirden oluşan bu birimin tanımlaması ve adlanmasını ilk olarak Wilson ve Krummenacher (1957) tarafından yapılmıştır. Formasyon genel olarak yumuşak topoğrafya gösteren killi kireçtaşı ve tebeşirli kireçtaşı şeklinde yüzeylenmekte olup bazı yerlerde ise bu killi ve tebeşirli kireçtaşları yerine kalın tabakalı kireçtaşları yer almaktadır (Şekil 4.3). Killi kireçtaşları beyazımsı gri-krem-kirli sarı renkli, ince-orta tabakalı, çok az çört yumruludur.

Kireçtaşları ise gri-bej-sarımsı gri renkli, orta-kalın yer yer çok kalın tabakalı, taneli yapılı, bol bentik fosilli, yer yer alg ve mercanlıdır.

Killi kireçtaşları, tebeşirli kireçtaşları “Havza kenarı veya derin şelf kenarı” mikrofasiyes ortamında kireçtaşları ise “çalkantılı sığ su” mikrofasiyes ortamında çökelmişlerdir. Formasyonun kalınlığı 100-250 metre arasında değişmekte ve Ardıçlıtepe Formasyonu üzerine uyumlu bir dokanakla gelmektedir. Üzerinde ise Fırat Formasyonu uyumlu bir dokanakla, Yavuzeli Bazaltı uyumsuz bir dokanakla yer almaktadır (Usta ve Beyazçiçek, 2006). Terlemez ve ark. (1992) tarafından formasyonun Üst Eosen (Priyaboniyen)-Alt Oligosen (Stampiyen) yaşında olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.3. Gaziantep formasyonunun arazi görünümü.

4.1.3. Yavuzeli Bazaltları

Bazalt Lavından oluşan bu birim, ilk olarak Tuna (1973) tarafından Karacadağ Bazaltı olarak adlanmıştır. Birim daha sonra Yoldemir (1987) tarafından Yavuzeli Bazaltı olarak adlandırılmıştır. Yavuzeli Bazaltı, genelde kırmızımsı-koyu kahve-koyu gri ve siyahımsı renkli, tabakasız, yer yer çok kalın tabakalı, gözenekli, gözenekleri kalsit dolgulu lav akıntısından oluşmaktadır. Ayrıca bu lav akıntısının altında yer yer aglomera ve tuf yüzeylemeleri yer almaktadır. Bu piroklastikler özellikle Gaziantep-Kilis yolunun Kilis’e yakın kesimlerinde izlenmektedir (Şekil 4.4). Bazaltların kalınlığı 0-50 metre arasında değişmekte ve özellikle şelmo

Formasyonu ve kendisinden daha yaşlı diğer birimler üzerine açısal bir uyumsuzlukla gelmektedir (Usta ve Beyazççek, 2006). Yavuzeli bazaltının oluşum yaşı Yoldemir (1987)' e göre 12.1 ± 0.4 milyon yıl (Orta Miyosen), Ulu ve ark. (1991)' e göre 7-8 milyon yıl (Üst Miyosen) dir.



Şekil 4.4. Yavuzeli bazaltları formasyonunun arazi görünümü.

4.2. Mineraloji-Petrografi

Çalışma alanlarında bulunan Andırın formasyonuna ait dolomatik kireçtaşı, Gaziantep formasyonuna ait mikritik kireçtaşı ve killi kireçtaşı ve Yavuzeli Bazaltlarından alınan kayaç örneklerinin ince kesitleri Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yapılarak mineralojik-petrografik özellikleri alttan aydınlatmalı mikroskop yardımı ile saptanmıştır.

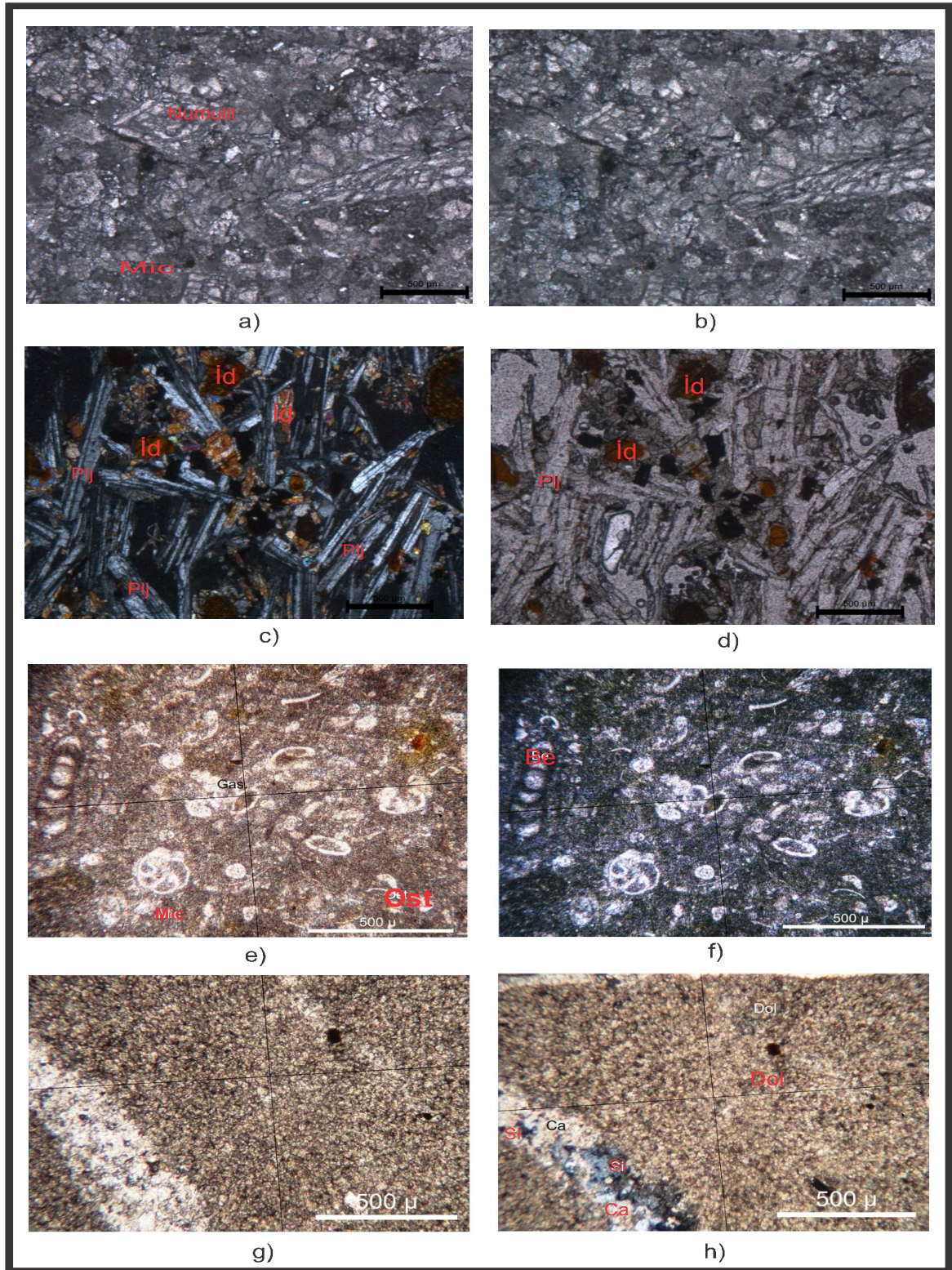
Karpuzkaya bölgesindeki Gaziantep formasyonuna ait mikritik kireçtaşı bol miktarda fosil ihtiva etmektedir. Fosilli Biyomikrosparit (Kireçtaşı) ayrılmış yüzeyi koyu sarı-kırmızımsı, sert, orta-zayıf dayanımlı, taze kırık yüzeyi bej-kahverengimsi, bol fosilli kireçtaşından oluşmaktadır (Şekil 4.5 a). Bu kesitte Ekinit kavkı kesitleri oldukça çoktur.

Kayaç %3 kadar gözeneklidir. Numulitler bulunup %99 kalsitten oluşmaktadır. Dolomit gözlenmemiştir (Şekil 4.5 b)

Karataş bölgesindeki Yavuzeli Bazaltları ofitik dokuludur. Bazalt, bol demirli bir yapıya sahiptir. Iddingsitleşen olivinler mevcuttur. Olivin görülmemiştir. Bol anortit, orto ve clinopirokenler ve dönüşüm sonucu ortaya çıkan demir oksitler vardır (Şekil 4.5 c). %57 oranında anortit, % 14 oranında ojit, %9.5 oranında pijönit, %7 oranında montmorillinit, % 6.75 oranında götit ve %5.75 oranında klorit mevcuttur (Şekil 4.5 d).

Narlı bölgesindeki Gaziantep formasyonuna ait kireçtaşları %50 civarında fosil içermektedir. Fosiller ağırlıklı olarak bentik ve planktik foraminiferlidir. Yersel fosillerin yanı sıra taşınmış olan fosil parçaları da içermektedir. Ek olarak gastropod, ostrakod kavrıkları, kavrık parçaları da gözlenmiştir. Bağlayıcı olarak mikrit bulunmaktadır (Şekil 4.5 e). Birbirini kesen olasılıkla farklı dönemlerde gelişmiş doğrusal kılcal çatlaklar mevcuttur. Bir kısmı kalsit ile doluyken bir kısmı kil dolgu ile doludur (Şekil 4.5 f)

Türkoğlu bölgesinden alınan Andırın formasyonuna ait kayaç örnekleri küçük baklava dilimli kristaller şeklinde ve toprağımsı renklerde bulunan mineraller dolomit mineralleridir. Arazideki gözlemler (şekerimsi kristal dokusu, kayacın kırıldığında kokusu) dolomitin varlığını kesinleştirmektedir (Şekil 4.5 g). Ayrıca ince-orta kristal boyutlu kalsit kristalleri içermektedir (Şekil 4.5 h)



Şekil 4.5. Numunelerin ince kesit görüntüleri.

4.3. Kimyasal İncelemeler

Kahramanmaraş Türkoğlu, Narlı ilçelerinde ve Gaziantep Karpuzkaya ve Karataş ilçelerinde kurulu olan ocakların agregalarının jeokimyasal özellikleri Kanada'da Acme Analiz Laboratuvarlarında, yaptırılmıştır.

Bu verilere göre tüm kayaç örnekleri analiz sonuçlarının ortalama anaoksit içerikleri %, eser element ve NTE içerikleri ppm (per part million) olarak verilmiştir. Ana oksit ve iz elementlerinin analizi ICP-ES'de (Electron Spectrometer), NTE analizleride ICP-MS'de (Mass Spectrometer) yapılmıştır.

4.3.1. XRD Sonuçları

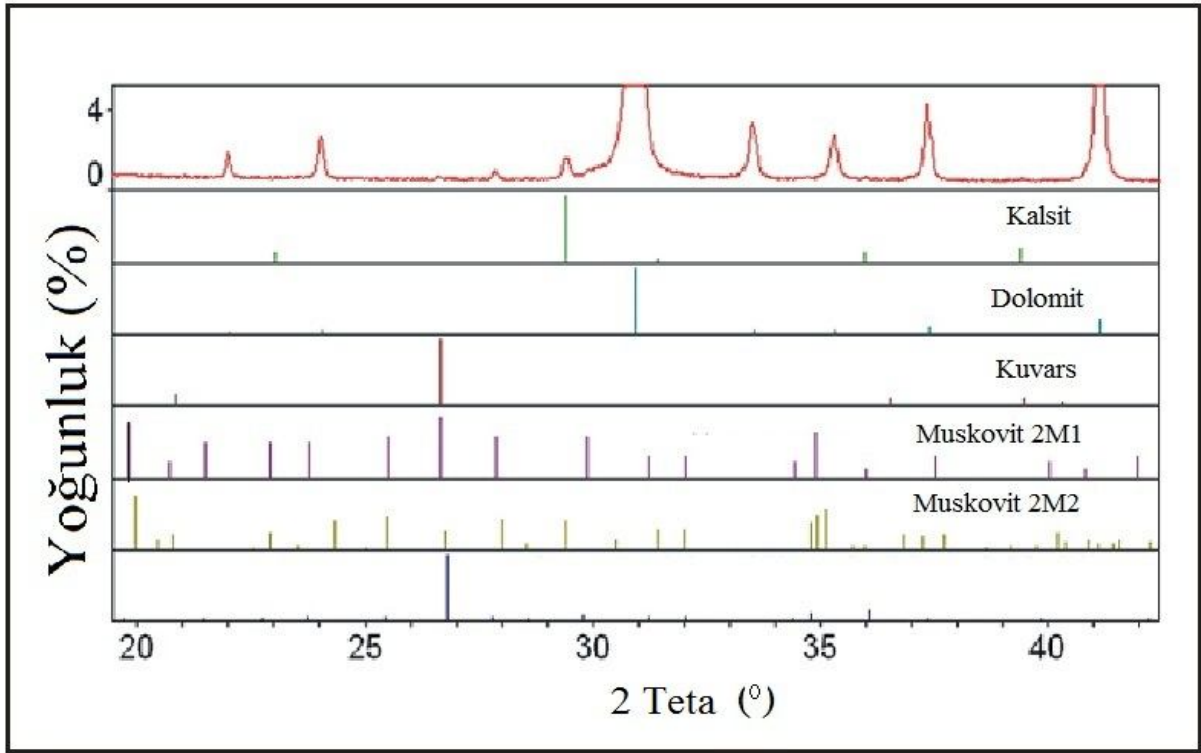
Çalışma kapsamında Türkoğlu bölgesindeki dolomitik Kireçtaşı ve Narlı bölgesindeki mikritik kireçtaşı agrega örnekleri üzerinde XRD analizleri yapılmıştır (Şekil 4.6,7,8,9).

Türkoğlu bölgesindeki dolomatik kireçtaşı örneklerinin ana bileşenlerini %1,45 kalsit, %0,45kuvars %95,45 dolomit ve %2 dolaylarında da muskovit mineralleri oluşturmaktadır.

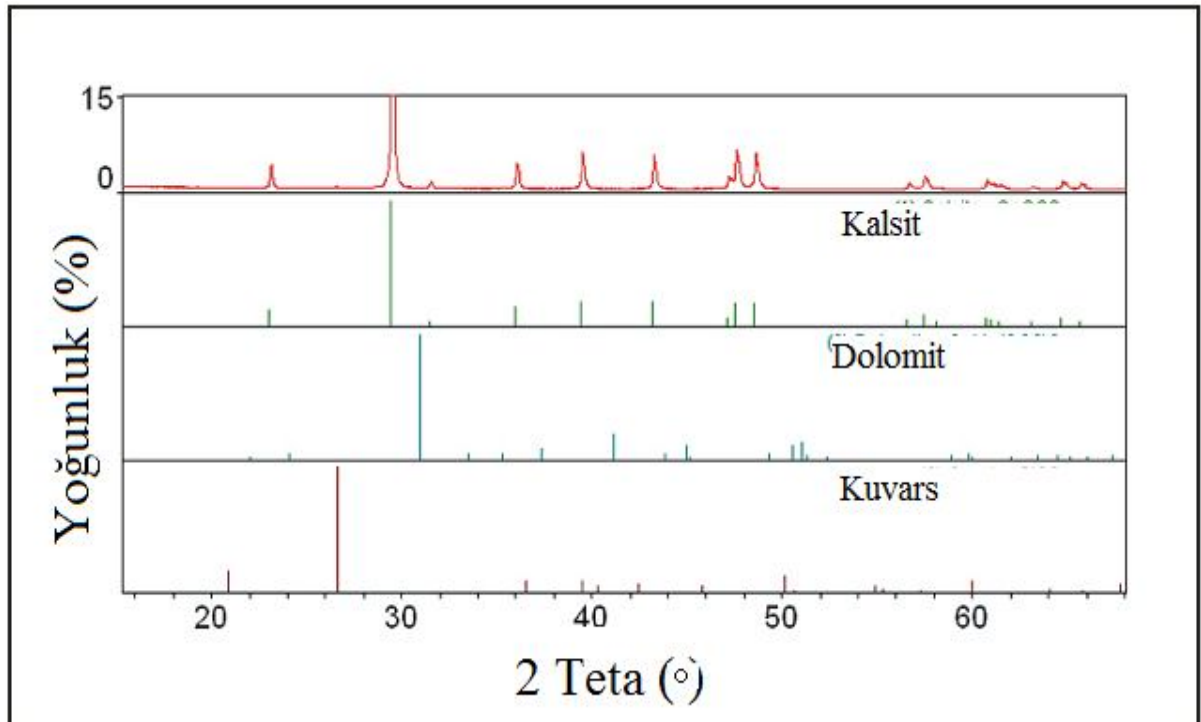
Narlı bölgesindeki kiraçtaşının ana bileşenleri %98,05 kalsit, %1,05 kuvars ve %0,9 dolomit mineralleri oluşturmaktadır.

Karpuzkaya bölgesindeki killi kiraçtaşının ana bileşenleri %98 kalsit, %0.84 muskovit vr %0.9 montmorillonit minerallerinden oluşturmaktadır.

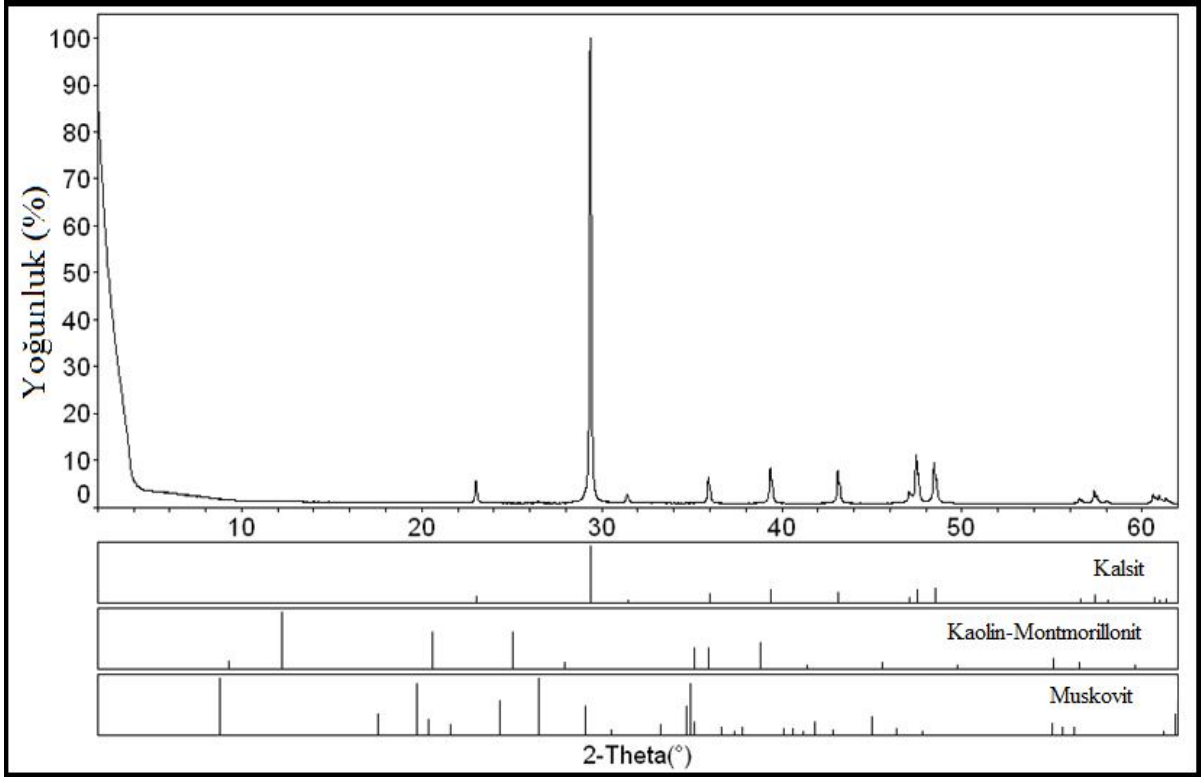
Karataş bölgesindeki bazalt taşlarının ana bileşenleri %56.83 anortit, %13.9 ojit, %9.71 ojit, %7.15 montmorillonit, %6.73 götit ve %5.67 klorit minerallerinden oluşturmaktadır.



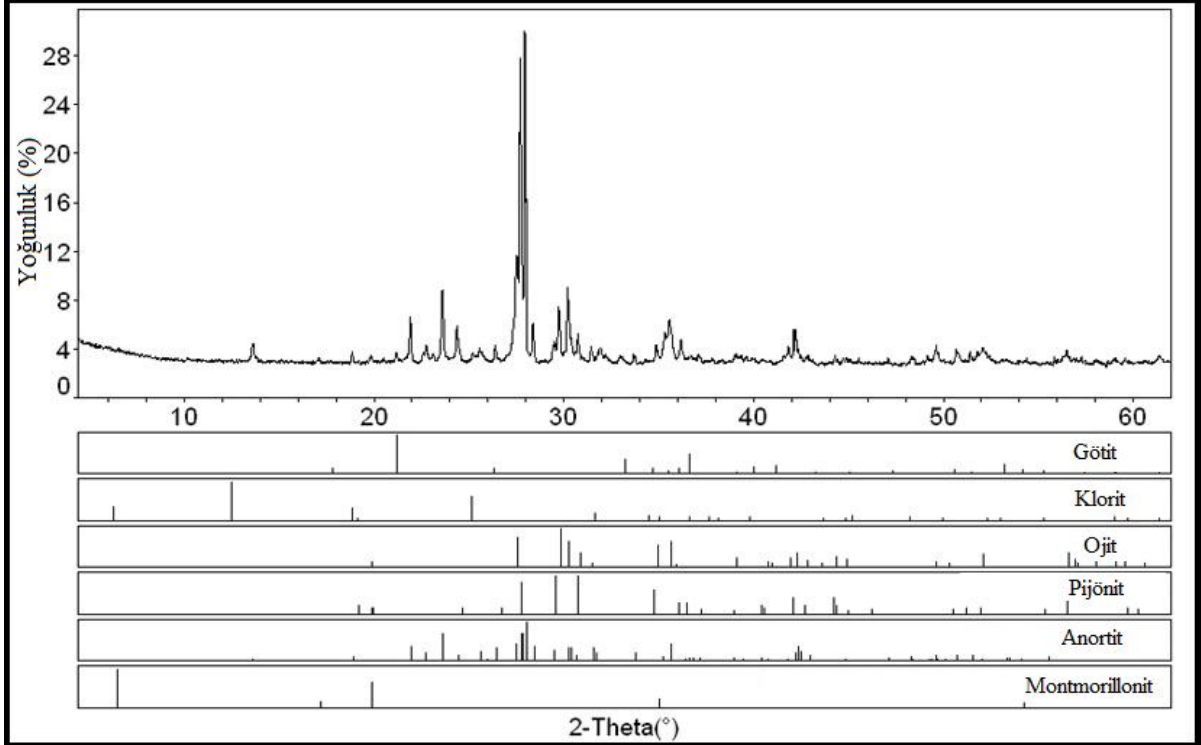
Şekil 4.6. Dolomitik kireçtaşı örneğinin XRD diyagramındaki görünümü



Şekil 4.7. Mikritik kireçtaşı örneğinin XRD diyagramındaki görünümü



Şekil 4.8. Killi kireçtaşı örneğinin XRD diyagramındaki görünümü



Şekil 4.9. Bazalt örneğinin XRD diyagramındaki görünümü

4.3.2. Türkoğlu Dolomitik Kireçtaşının Kimyasal İncelemeleri

Kahramanmaraş Türkoğlu ilçesinden alınan dolomitik kireçtaşı örneklerinin ana element değerlerinin sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en fazla anaoksit bileşeni ortalama % 31.15 CaO bunu sıra ile izleyen diğer bileşenlerin ortalama miktarı ise %19,94 MgO, %0,94 SiO₂, %0,46 Al₂O₃ , %0,16 Fe₂O₃ , %0,15 K₂O, %0,04Na₂O ,%0,02 TiO₂’dur.

İz element bileşenlerinin ortalama değerleri ise çokluk sırasına göre 122,5 ppm Sr, 5 ppm Ba, 4,8 ppm Zr, 4,5 ppm Rb, 2,9 ppm Nb ve 2,8 ppm Ce’dir (Çizelge 4.2). Nadir Toprak Elementlerinin içeriklerinin toplamda en çok 7,9 ppm dir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1. Türkoğlu dolomitik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.

	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	LOI (%)
T1	0,93	0,45	0,15	19,94	31,12	0,03	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,9
T2	0,92	0,43	0,16	19,93	31,10	0,03	0,13	0,02	<0.01	<0.01	46,8
T3	0,94	0,44	0,14	19,80	31,09	0,04	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,7
T4	0,91	0,45	0,15	19,93	31,08	0,03	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,6
T5	0,94	0,46	0,16	19,95	31,15	0,03	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,5
T6	0,93	0,42	0,13	19,80	31,10	0,03	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,6
T7	0,95	0,43	0,14	19,85	31,08	0,03	0,15	0,02	<0.01	<0.01	46,4
T8	0,92	0,44	0,15	19,52	31,06	0,04	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,8
T9	0,93	0,45	0,13	19,43	31,02	0,03	0,13	0,02	<0.01	<0.01	46,7
T10	0,92	0,43	0,14	19,48	31,14	0,04	0,14	0,02	<0.01	<0.01	46,5
A.O*	0,93	0,44	0,15	19,76	31,09	0,03	0,14	0,02	0,00	0,00	46,65
S.S**	0,012	0,0125	0,0108	0,2061	0,0381	0,0048	0,0057	0,00	0,00	0,00	0,1581

*Aritmetik Ortalama ** Standard Sapma

Çizelge 4.2. Türkoğlu dolomitik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.

	Sc	Ba	Be	Cs	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
T1	<1	5	<1	0,2	4,5	122,1	<0.1	0,4	0,9	<8	<0.5	4,7
T2	<1	5	<1	0,1	4,3	122,3	<0.1	0,4	0,8	<8	<0.5	4,5
T3	<1	5	<1	0,2	4,6	122,1	<0.1	0,3	0,9	<8	<0.5	4,6
T4	<1	5	<1	0,1	4,4	122,0	<0.1	0,5	0,7	<8	<0.5	4,3
T5	<1	5	<1	0,2	4,5	122,2	<0.1	0,4	0,9	<8	<0.5	4,8
T6	<1	5	<1	0,1	4,8	122,2	<0.1	0,3	0,8	<8	<0.5	4,7
T7	<1	5	<1	0,2	4,6	122,3	<0.1	0,4	0,8	<8	<0.5	4,6
T8	<1	5	<1	0,2	4,5	122,4	<0.1	0,4	0,8	<8	<0.5	4,8
T9	<1	5	<1	0,2	4,2	122,4	<0.1	0,3	0,7	<8	<0.5	4,5
T10	<1	5	<1	0,1	4,3	122,5	<0.1	0,4	0,8	<8	<0.5	4,5

Çizelge 4.3. Türkoğlu dolomitik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları.

(Condiritler (Cl) Evensen 1978'den alınmıştır.)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ca	TopREE
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
T1	1,5	2,4	0,35	1,7	0,29	0,12	0,21	0,07	0,28	0,08	0,16	0,07	0,13	0,06	22,23	7,4
T2	1,4	2,3	0,32	1,6	0,28	0,13	0,22	0,07	0,28	0,07	0,15	0,07	0,13	0,06	22,21	7,1
T3	1,3	2,4	0,33	1,8	0,27	0,11	0,24	0,07	0,28	0,08	0,15	0,08	0,13	0,06	22,21	7,3
T4	1,4	2,3	0,35	1,9	0,29	0,13	0,25	0,07	0,27	0,07	0,16	0,07	0,12	0,06	22,2	7,4
T5	1,5	2,5	0,34	1,8	0,24	0,12	0,22	0,07	0,29	0,08	0,16	0,08	0,13	0,06	22,25	7,6
T6	1,4	2,3	0,33	1,8	0,22	0,14	0,21	0,07	0,29	0,07	0,15	0,07	0,13	0,06	22,21	7,2
T7	1,4	2,4	0,32	1,7	0,24	0,13	0,22	0,07	0,27	0,05	0,15	0,07	0,12	0,06	22,2	7,2
T8	1,3	2,5	0,33	1,9	0,25	0,12	0,21	0,07	0,27	0,08	0,16	0,08	0,13	0,06	22,19	7,5
T9	1,4	2,6	0,34	1,7	0,28	0,13	0,22	0,07	0,28	0,08	0,16	0,07	0,13	0,06	22,16	7,5
T10	1,5	2,8	0,34	1,8	0,27	0,11	0,21	0,07	0,28	0,07	0,15	0,08	0,12	0,06	22,24	7,9

4.3.3. Mikritik Kireçtaşı Numunelerinin İrdelenmesi.

Kahramanmaraş Narlı ilçesinden alınan mikritik kireçtaşı örneklerinin ana element analiz sonuçlarına göre en fazla anaoksit bileşeni ortalama % 55.05 CaO bunu sıra ile izleyen diğer bileşenlerin ortalama miktarı ise % 0.46 MgO, % 0.61 SiO₂, % 0.28Al₂O₃, % 0.28Fe₂O₃, %0,01 K₂O, %0,01 Na₂O 'dur (Çizelge 4.4).

İz element bileşenlerinin ortalama değerleri ise çokluk sırasına göre 186,5 ppm Sr, 15 ppm V, 3,7 ppm Zr, 5 ppm Ba, 1 ppm Be dir (Çizelge 4.5). Nadir Toprak Elementlerinin içeriklerinin toplamda en çok 253,8 ppm dir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.4. Mikritik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	LOI
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
N1	0.6	0.15	0.27	0.45	55.04	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.3
N2	0.57	0.14	0.27	0.44	53.04	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	42.5
N3	0.61	0.14	0.28	0.46	55.03	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	41.1
N4	0.6	0.15	0.26	0.45	55.02	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	40.3
N5	0.59	0.15	0.25	0.43	55.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	42.4
N6	0.58	0.16	0.27	0.46	55	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.2
N7	0.6	0.14	0.26	0.42	55.03	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	42.3
N8	0.61	0.15	0.25	0.43	55.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	44.1
N9	0.6	0.16	0.27	0.44	55.04	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.1
N10	0.57	0.15	0.28	0.45	55.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	42.3
A.O	0.12	0.03	0.06	0.09	11.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	8.56
S.Sapma	0.01	0.01	0.01	0.01	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10

*Aritmetik Ortalama ** Standard Sapma

Çizelge 4.5. Mikritik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.

	Sc	Ba	Be	Cs	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr
	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm	pmm
N1	<1	5	1	<0.1	0.4	186.2	<0.1	<0.2	0.8	14	<0.5	3.2
N2	<1	5	1	<0.1	0.4	186.00	<0.1	<0.2	0.8	14	<0.5	3.1
N3	<1	5	1	<0.1	0.3	186.5	<0.1	<0.2	0.9	15	<0.5	3.2
N4	<1	5	1	<0.1	0.4	186.3	<0.1	<0.2	0.7	13	<0.5	3.4
N5	<1	5	1	<0.1	0.4	186.4	<0.1	<0.2	0.8	14	<0.5	3.5
N6	<1	5	1	<0.1	0.4	186.5	<0.1	<0.2	0.6	14	<0.5	3.4
N7	<1	5	1	<0.1	0.3	186.3	<0.1	<0.2	0.7	15	<0.5	3.2
N8	<1	5	1	<0.1	0.4	186.4	<0.1	<0.2	0.9	14	<0.5	3.2
N9	<1	5	1	<0.1	0.4	186.3	<0.1	<0.2	0.7	15	<0.5	3.4
N10	<1	5	1	<0.1	0.4	186.4	<0.1	<0.2	0.8	14	<0.5	3.7

Çizelge 4.6. Mikritik kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları. (Condiritler (Cl) Evensen 1978'den alınmıştır.)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ca	TopREE
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
N1	19.3	18.9	17.54	18.3	17.4	17.4	17.73	18.38	17.64	18.49	17.69	18.46	17.81	18.21	39.31	253.30
N2	19.3	18.6	17.53	18.2	17.38	17.45	17.44	18.37	17.66	18.43	17.68	18.48	17.81	18.21	37.89	252.50
N3	19.4	18.8	17.55	18.2	17.36	17.44	17.35	18.36	17.65	18.44	17.68	18.47	17.65	18.32	39.31	252.70
N4	19.5	18.8	17.52	18.3	17.33	17.35	17.36	18.38	17.66	18.49	17.65	18.42	17.66	18.33	39.3	252.80
N5	19.7	18.7	17.53	18.6	17.35	17.36	17.35	18.33	17.66	18.45	17.63	18.44	17.66	18.22	39.29	253.00
N6	19.5	18.9	17.52	18.4	17.37	17.35	17.33	18.37	17.63	18.48	17.67	18.46	17.83	18.23	39.29	253.00
N7	19.7	18.9	17.56	18.5	17.33	17.33	17.35	18.38	17.66	18.47	17.66	18.46	17.82	18.23	39.31	253.40
N8	19.4	19.6	17.54	18.5	17.38	17.35	17.33	18.37	17.62	18.42	17.65	18.46	17.83	18.24	39.29	253.70
N9	19.5	19.5	17.53	18.6	17.33	17.33	17.33	18.36	17.66	18.44	17.67	18.46	17.82	18.22	39.31	253.80
N10	19.7	18.4	17.52	18.4	17.34	17.45	17.34	18.33	17.65	18.43	17.66	18.46	17.81	18.23	39.32	252.70

4.3.4. Killi kireçtaşı Numunelerinin İrdelenmesi

Gaziantep karpuzkaya ilçesinden alınan killi kireçtaşı örneklerinin ana element analiz sonuçlarına göre en fazla anaoksit bileşeni ortalama % 56.88 CaO bunu sıra ile izleyen diğer bileşenlerin ortalama miktarı ise % 0.26 MgO, % 0.17 SiO₂, % 0.05 Fe₂O₃, % 0.04 Al₂O₃, %0,04 P₂O₅, %0,004 Cr₂O₃ 'dur (Çizelge 4.7).

İz element bileşenlerinin ortalama değerleri ise çokluk sırasına göre 206.8 ppm Sr, 16 ppm Sc, 4 ppm Zr, 1 ppm U dir. Çizelge 4.8' de verilmiştir (Çizelge 4.8). Nadir Toprak Elementlerinin içeriklerinin toplamda en çok 18.72 ppm dir. Çizelge 4.9' da verilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.7. Karpuzkaya killi kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
K1	0.16	0.03	0.05	0.24	56.11	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.004	43.04
K2	0.15	0.03	0.04	0.25	56.88	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.0035	43.04
K3	0.16	0.04	0.05	0.24	56.76	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.004	43.04
K4	0.16	0.03	0.05	0.24	56.23	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.0038	43.04
K5	0.17	0.04	0.05	0.26	56.28	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.004	43.04
K6	0.16	0.03	0.04	0.24	56.32	<0.01	<0.01	<0.01	0.036	<0.01	0.0041	43.04
K7	0.16	0.03	0.05	0.24	56.15	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.004	43.04
K8	0.15	0.04	0.05	0.26	56.44	<0.01	<0.01	<0.01	0.038	<0.01	0.0042	43.04
K9	0.16	0.03	0.045	0.24	56.42	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.0039	43.04
K10	0.16	0.03	0.05	0.25	56.74	<0.01	<0.01	<0.01	0.039	<0.01	0.004	43.04
A.O	0.03	0.01	0.01	0.05	11.29	0	0	0	0.01	0.01	0.0008	8.6
S.Sapma	0.01	0	0	0.01	0.27	0	0	0	0	0	0.0002	0

*Aritmetik Ortalama ** Standard Sapma

Çizelge 4.8. Karpuzkaya killi kireçtaşı agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.

	Sc	Ba	Be	Cs	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Ga
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
K1	4	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.4	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K2	3.95	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.8	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K3	4	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.1	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K4	4.12	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.2	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K5	4.15	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.3	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K6	4.14	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.4	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K7	4	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.3	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K8	3.98	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.2	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K9	4	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.1	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5
K10	4.15	<1.00	<2.00	<1.0	<0.1	206.2	<0.1	<0.2	1	<8	<0.5	4	<0.5

Çizelge 4.9. Karpuzkaya killi kireçtaşı örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları. (Condiritler (Cl) Evensen 1978'den alınmıştır.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TopREE
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
K1	1.6	1	7.07	1.9	0.26	0.07	0.3	5.7	0.28	0.05	0.12	0.02	0.11	0.02	18.5
K2	1.65	1	7	1.88	0.25	0.07	0.3	5.68	0.29	0.05	0.11	0.02	0.12	0.02	18.44
K3	1.66	1	7.05	1.92	0.26	0.07	0.3	5.7	0.28	0.05	0.12	0.02	0.11	0.02	18.56
K4	1.65	1	7.12	1.9	0.26	0.07	0.31	5.7	0.28	0.05	0.11	0.02	0.11	0.02	18.6
K5	1.66	1	7.22	1.91	0.26	0.07	0.3	5.67	0.3	0.05	0.12	0.02	0.12	0.02	18.72
K6	1.68	1	7.08	1.9	0.24	0.07	0.3	5.7	0.28	0.05	0.12	0.02	0.11	0.02	18.57
K7	1.64	1	7.09	1.91	0.26	0.07	0.3	5.71	0.28	0.05	0.11	0.02	0.11	0.02	18.57
K8	1.65	1	7.1	1.9	0.26	0.07	0.32	5.7	0.27	0.05	0.12	0.02	0.11	0.02	18.59
K9	1.66	1	7.1	1.89	0.25	0.07	0.3	5.68	0.27	0.05	0.13	0.02	0.12	0.02	18.56
K10	1.63	1	7.11	1.9	0.26	0.07	0.3	5.74	0.28	0.05	0.12	0.02	0.11	0.02	18.61

4.3.5. Bazalt Numunelerinin İrdelenmesi

Gaziantep Karataş ilçesinden alınan bazalt örneklerinin ana element değerlerinin analiz sonuçlarına göre en fazla anaoksit bileşeni ortalama % 46.66 SiO₂, %14.99 Al₂O₃, % 13.32 Fe₂O₃, % 8.90 CaO, % 8.20 MgO, bunu sıra ile izleyen diğer bileşenlerin ortalama miktarı ise , % 3.01 Na₂O, % 1.98 TiO₂. %1.15 K₂O, %0.54 P₂O₅, %0.19 MnO' dur (Çizelge 4.10).

İz element bileşenlerinin ortalama değerleri ise çokluk sırasına göre 708.5 ppm Sr, 324 ppm Ba, 208 ppm V, 161.9 ppm Zr, 21.50 ppm Sc, 15.4 ppm Rb, 3.6 Th, 3 ppm Be, 2 ppm Ta, 0.9 ppm U, 0.3 ppm Cs' dir. Çizelge 4.11' de verilmiştir (Çizelge 4.11). Nadir Toprak Elementlerinin içeriklerinin toplamda en çok 149.53 ppm dir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.10. Bazalt agregalarına ait örneklerinin ana element içeriklerinin analiz sonuçları.

	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	LOI (%)
B1	46.65	14.97	13.3	8.18	8.87	2.99	1.11	1.94	0.52	0.19	0.9
B2	46.61	14.92	13.25	8.2	8.9	3.01	1.15	1.96	0.53	0.19	0.9
B3	46.62	14.95	13.32	8.21	8.89	3.01	1.11	1.94	0.52	0.19	0.9
B4	46.65	14.97	13.25	8.22	8.85	2.99	1.14	1.95	0.54	0.17	0.9
B5	46.66	14.98	13.35	8.24	8.85	2.98	1.11	1.94	0.52	0.19	0.9
B6	46.62	14.97	13.25	8.21	8.87	2.99	1.13	1.97	0.52	0.19	0.9
B7	46.65	14.99	13.21	8.2	8.89	3	1.12	1.98	0.54	0.18	0.9
B8	46.61	14.91	13.22	8.17	8.88	2.99	1.15	1.96	0.52	0.19	0.9
B9	46.62	14.93	13.25	8.17	8.89	3.05	1.11	1.96	0.53	0.19	0.9
B10	46.61	14.97	13.24	8.18	8.87	2.99	1.14	1.95	0.52	0.19	0.9
A.O	9.33	2.99	2.65	1.64	1.77	0.6	0.23	0.39	0.1	0.04	0.18
S.Sapma	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0	0	0	0

*Aritmetik Ortalama ** Standard Sapma

Çizelge 4.11. Bazalt agregalarına ait örneklerinin iz element (ppm) içeriklerinin analiz sonuçları.

	Sc ppm	Ba ppm	Be ppm	Cs ppm	Rb ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm
B1	21.00	322.00	3.00	0.31	15.30	708.50	2.00	3.60	0.90	205.00	<0.5	161.40
B2	21.50	323.00	3.00	0.33	15.40	708.40	2.00	3.50	0.80	209.00	<0.5	161.00
B3	20.50	322.00	3.00	0.36	15.20	708.00	2.00	3.60	0.90	205.00	<0.5	161.10
B4	20.70	322.00	3.00	0.30	15.40	708.10	2.00	3.50	0.70	208.00	<0.5	161.10
B5	20.20	323.00	3.00	0.29	15.20	708.00	2.00	3.60	0.80	205.00	<0.5	161.40
B6	21.00	324.00	3.00	0.31	15.40	708.80	2.00	3.60	0.80	207.00	<0.5	161.20
B7	20.90	324.00	3.00	0.32	15.10	708.40	2.00	3.60	0.70	205.00	<0.5	161.80
B8	21.20	320.00	3.00	0.33	15.00	708.40	2.00	3.50	0.90	204.00	<0.5	161.90
B9	21.40	321.00	3.00	0.31	15.40	708.10	2.00	3.60	0.80	204.00	<0.5	161.70
B10	21.50	324.00	3.00	0.31	15.20	708.30	2.00	3.60	0.80	205.00	<0.5	161.40

Çizelge 4.12. Bazalt örneklerinin nadir toprak elementlerinin içeriklerinin analiz sonuçları. (Condiritler (Cl) Evensen 1978'den alınmıştır.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TopREE
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
B1	38.1	60.3	0.31	27.3	5.29	1.85	5.7	0.05	4.78	0.82	2.28	0.31	1.89	0.27	149.25
B2	38.15	60.33	0.32	27.35	5.31	1.87	5.65	0.05	4.8	0.82	2.3	0.32	1.9	0.27	149.44
B3	38.18	60.39	0.32	27.32	5.29	1.85	5.7	0.05	4.79	0.81	2.28	0.31	1.89	0.27	149.45
B4	38.2	60.38	0.33	27.3	5.33	1.85	5.68	0.05	4.82	0.82	2.28	0.31	1.91	0.27	149.53
B5	38.11	60.41	0.31	27.31	5.29	1.86	5.7	0.05	4.8	0.78	2.31	0.33	1.88	0.27	149.41
B6	38.15	60.41	0.3	27.32	5.31	1.85	5.74	0.05	4.79	0.81	2.28	0.31	1.89	0.27	149.48
B7	38.16	60.44	0.3	27.3	5.29	1.84	5.7	0.05	4.68	0.82	2.29	0.31	1.9	0.27	149.35
B8	38.16	60.42	0.31	27.35	5.33	1.85	5.71	0.05	4.72	0.82	2.28	0.32	1.89	0.27	149.48
B9	38.15	60.42	0.32	27.34	5.32	1.84	5.7	0.05	4.78	0.8	2.27	0.31	1.87	0.27	149.44
B10	38.1	60.4	0.31	27.3	5.29	1.85	5.72	0.05	4.79	0.82	2.28	0.31	1.89	0.27	149.38

4.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikler

İnceleme alanında yer alan agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenirken, kolaylık olsun diye mikritik kireçtaşı için N, killi kireçtaşı için K, dolomitik kireçtaşı için T ve bazalt için B harfleri kullanılmıştır. Bu agregalar üzerinde birim hacim özgül ağırlık, ağırlıkça ve hacimce su emme, darbeli aşınma, don deneyi, organik madde miktarı, elek analizi, kuruma çekmesi, tane şekli-yassılık indeksi ve Marshall deneyleri yapılmıştır.

4.4.1. Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları

TS 3526, (1980) standartları kullanılarak N, K, T ve B kayaçlarının ince agrega (0-5mm), kaba agrega-1 (5-10 mm) ve kaba agrega-2 (10-20 mm) için birim hacim özgül ağırlık deneyi 10'ar adet örnek kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 4.13.). Bu verilere göre ince agregalar için ortalama birim hacim özgül ağırlık değeri N için 2.48, K için 2.39, T için 2.67 ve B için 2.86, kaba agrega-1 için özgül ağırlık değerleri N için 2.56, K için 2.43, T için 2.75 ve B için 2.89, kaba agrega-2 için özgül ağırlık değerleri N için 2.62, K için 2.44, T için 2.75 ve B için 2.91 bulunmuştur.

Don açısından agregaların birim hacim ağırlığının yüksek olmasının daha iyi olacağı belirtilmektedir. TS EN 1097-6 ve TS EN 1097-3, (1999) açısından incelenen agrega tanelerinin, tane yoğunluklarının ve doluluk oranlarının yeterli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. İnceleme alanından alınan N,K,T,B agregası örneklerinin birim hacim ağırlık deney sonuçları.

Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (5-10 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (10-20 mm) gr/cm ³	Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (5-10 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (10-20 mm) gr/cm ³
T1	2,66	2,73	2,71	B1	2,87	2,89	2,91
T2	2,66	2,70	2,72	B2	2,87	2,89	2,91
T3	2,60	2,79	2,70	B3	2,87	2,89	2,90
T4	2,66	2,72	2,75	B4	2,85	2,89	2,91
T5	2,69	2,80	2,80	B5	2,85	2,89	2,91
T6	2,67	2,75	2,76	B6	2,86	2,89	2,91
T7	2,68	2,78	2,75	B7	2,86	2,89	2,91
T8	2,70	2,77	2,75	B8	2,86	2,88	2,91
T9	2,70	2,75	2,70	B9	2,86	2,89	2,91
T10	2,67	2,70	2,80	B10	2,88	2,89	2,91
Ortalama	2,67	2,75	2,75	Ortalama	2,86	2,89	2,91
Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (5-10 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (10-20 mm) gr/cm ³	Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (5-10 mm) gr/cm ³	Kaba Agregası (10-20 mm) gr/cm ³
N1	2,46	2,55	2,60	K1	2,35	2,43	2,43
N2	2,45	2,56	2,61	K2	2,39	2,43	2,44
N3	2,49	2,56	2,62	K3	2,39	2,43	2,44
N4	2,50	2,55	2,61	K4	2,39	2,43	2,44
N5	2,49	2,54	2,68	K5	2,40	2,43	2,44
N6	2,49	2,53	2,67	K6	2,40	2,42	2,46
N7	2,45	2,60	2,60	K7	2,39	2,43	2,45
N8	2,48	2,58	2,61	K8	2,40	2,44	2,45
N9	2,50	2,59	2,64	K9	2,41	2,43	2,45
N10	2,50	2,58	2,61	K10	2,40	2,43	2,40
Ortalama	2,48	2,56	2,62	Ortalama	2,39	2,43	2,44

4.4.2. Su Emme Deneyi Sonuçları

TS 706 EN 12620 (2003) standardında kırma taş agregalarının su emmelerinin (karışım halinde) binder tabakasında kullanılan agregalar için % 2.5 mertebesinde (TSE 3526 (1986), ASTM C-127 (2006)-KTŞ (2006)) olmasında bile donanı dayanaklı agregası olarak kullanılabilir olduğu belirtilmektedir. Bahse konu bu standartları kullanarak N, K, T ve B kayaların ince agregası (0-5mm), kaba agregası-1 (5-10 mm) ve kaba agregası-2 (10-20 mm) için su emme deneyi 10'ar adet örnek kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 4.14.). Bu verilere göre ince agregalar için ortalama su emme değeri N 1.83, T 6.67, K 2.79, B 4.07, kaba agregası-1 için ortalama su emme değeri N 1.08, T 1.10, K 1.27, B 2.17, kaba agregası-2 için ortalama su emme değeri N 0.92, T 0.76, K 1.01, B 0.99 bulunmuştur.

Elde edilen deney sonuçlarında da gözlemlendiği üzere bazalt örneklerinin su emme değeri standartlara uymamakta fakat dolomitik kireçtaşı, mikritik kireçtaşı ve killi kireçtaşı örneklerinin standartlara uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. Ağırlılıkça su emme deney sonuçları.

Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) %	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %	Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) %	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
T1	2.80	1.20	0.70	N1	1.83	1.06	0.91
T2	2.80	1.20	0.80	N2	1.85	1.1	0.92
T3	2.60	1.10	0.80	N3	1.83	1.1	0.93
T4	2.60	1.20	0.80	N4	1.83	1.09	0.91
T5	2.60	1.00	0.80	N5	1.84	1.09	0.92
T6	2.50	1.00	0.70	N6	1.83	1.09	0.92
T7	2.70	1.10	0.80	N7	1.83	1.1	0.93
T8	2.60	1.00	0.70	N8	1.84	1.06	0.92
T9	2.80	1.10	0.70	N9	1.83	1.09	0.93
T10	2.70	1.10	0.80	N10	1.84	1.1	0.93
Ortalama	2.67	1.10	0.76	Ortalama	1.83	1.08	0.92
Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) %	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %	Örnek No	İnce Agregası (0-5 mm) %	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
K1	2.78	1.25	0.99	B1	3.99	2.15	0.99
K2	2.80	1.28	1.05	B2	4.12	2.20	1.00
K3	2.85	1.28	1.02	B3	4.01	2.18	1.00
K4	2.80	1.28	1.02	B4	4.01	2.18	1.00
K5	2.78	1.27	1.01	B5	4.10	2.18	1.00
K6	2.79	1.28	1.01	B6	4.11	2.18	1.00
K7	2.78	1.28	1.00	B7	4.08	2.15	0.99
K8	2.78	1.25	1.01	B8	4.08	2.15	1.00
K9	2.80	1.27	1.00	B9	4.10	2.18	1.00
K10	2.80	1.27	1.01	B10	4.10	2.18	1.00
Ortalama	2.79	1.27	1.01	Ortalama	4.07	2.17	0.99

4.4.3. Elek Analizi Deney Sonuçları

KTŞ (2006)' da gradasyon tipleri asfalt kalitesi açısından incelendiğinden sadece sıcak karışımın binder tabakası dizaynı için irdeleme yapılacaktır. Numunelerin istenilen gradasyon limitlerinde olup olmadığı araştırıldıktan sonra agregaların gradasyon değerlerine göre elekten geçen % agrega miktarlarına göre gradasyon tipi seçilip marshall dizaynında kullanılacağından elek analizi marshall kriterlerinde değerlendirilmiştir.

4.4.4. İnce Madde Oranı Deneyi

TS 706 (1999) standardında iri agregalar için ince madde oranının maksimum % 0.5 olabileceği, ince agregalar için ise maksimum % 4 olabileceği belirtilmiştir. Ancak bu agregaların ince maddesi kendi tozları (taş unu) olmasından dolayı bir sorun yaratmayacaktır.

4.4.5. Organik Madde Sonuçları

TS 706 (1999) eski standardında sodyum hidroksitle yapılan deneyde sıvı renginin, renksizden açık sarıya kadar olması halinde organik maddelerin önemli miktarda bulunmadığına karar verilebilir, denmektedir.

TS 3673 (1982) standardı esaslarına göre % 3'lük NaOH çözeltisi kullanılarak kırma taş kumu üzerinde yapılan deney sonucunda çözeltinin renginin (1 NOLU IŞIK RENGİNDEN AÇIK) "RENKSİZ" olduğu görülmüştür. Bu bakımdan her dört numuneye ait kırma taş kumu organik madde bakımından zararsız olup standarda uygundur.

Çizelge 4.15. Organik Madde Şartname Limitleri ve deney sonuçları.

Deney	Şartname Limitleri		Deney Standartı
	Binder	Aşınma	
Maksimum Organik Madde Miktarı (Max%)	0-1 Renk Sıklası (0.5)	Bulunmayacak	AASHTOT-194 TS 3673 (1982)
Mikritik Kireçtaşı	Dolomitik Kireçtaşı	Killi Kireçtaşı	Bazalt
Renksiz	Renksiz	Renksiz	Renksiz

4.4.6. Los Angeles Aşınma Deneyi Sonuçları

Beton agregaları için TS 706-2 (2003) standardında, Los Angeles Aşınma Deneyi uygulandığında aşınma kayıplarının 500 devirde % 50' yi geçmemesi istenmektedir. Fakat KTS (2006) de istenilen standart aşınma tabakası için maksimum %30 dur.

Dolomitik kireçtaşında kaba agregalar üzerinde yapılan Los Angeles aşınma deneyi sonucunda 500 devirde % 29.56 kayıp, mikritik kireçtaşında % 31.73 kayıp, killi kireçtaşında %31.36 ve bazaltta %12.90 bulunmuştur (Çizelge 4.16).

TS 706 EN 12620 + A1 (1) standardında incelenen kırma taş agregası bu aşınma değeri açısından dolomitik kireçtaşı LA₂₅, mikritik kireçtaşı LA₃₀, killi kireçtaşı LA₃₀ ve bazalt LA₁₅ kategorisine girmektedir (Çizelge 4.17).

Elekten geçen miktar ne kadar az ise agreganın aşınmaya karşı o kadar büyük bir mukavemeti vardır ve böyle bir agrega ayrıca yol betonu yapımına o kadar elverişlidir KYTŞ (2006).

Asfalt agregası olarak Los Angeles Aşınma değeri en az bazalt agregasında olup diğer örnekler sınıra yakın özellikler sergilemektedir. Bazalt agregasının aşınma kaybının en az olması bu özellik açısından diğer agregalardan daha üstün olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.16. Los Angeles deney sonuçları (TS EN 1097-2).

Deney No	Kalker		Deney No	Dolomitik Kireçtaşı	
	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %		Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
N1	34,00	29,50	T1	30,60	27,40
N2	34,30	28,50	T2	30,70	27,30
N3	34,00	29,50	T3	30,60	27,80
N4	34,10	29,00	T4	30,60	27,90
N5	34,20	29,00	T5	30,80	27,80
N6	34,30	29,50	T6	30,20	37,50
N7	34,10	29,50	T7	30,70	27,60
N8	34,00	30,00	T8	30,40	27,60
N9	34,50	29,00	T9	30,70	27,40
N10	34,50	29,00	T10	30,30	27,30
Ortalama	31.73		Ortalama	29.56	
Deney No	Killi Kireçtaşı		Deney No	Bazalt	
	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %		Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
K1	33.1	29.8	B1	23.4	12.2
K2	33.4	28.8	B2	23.4	12.3
K3	33.1	29.6	B3	23.5	13
K4	33.2	29.4	B4	23.9	12.1
K5	33.3	29.3	B5	23.7	12.1
K6	33.4	29.5	B6	23.5	12.2
K7	33.1	29.7	B7	23.5	12.2
K8	33.2	29.6	B8	23.4	12.1
K9	33.3	29.4	B9	23.5	12.3
K10	33.4	29.6	B10	23.5	12.1
Ortalama	31.36		Ortalama	12.9	

Çizelge 4.17. Los Angeles Kategori Tablosu.

Los Angeles	Kategori, LA
≤ 15	LA ₁₅
≤ 20	LA ₂₀
≤ 25	LA ₂₅
≤ 30	LA ₃₀
≤ 35	LA ₃₃
≤ 40	LA ₄₀
≤ 50	LA ₅₀
> 50	LA _{beyan}
Serbest	LA _{NR}

4.4.7. Yassılık ve Uzunluk İndeksi Deneyi

Yassılık ve uzunluk indeksi için genelde kısıtlama olmamasına karşın beton işlenebilirliği, su gereksinimi ve betonun iyi yerleşebilmesi gibi nedenler açısından önemlidir. Söz konusu kırma taş agregaların TS 706 EN 12620 (2003) standardına göre yapılan yassılık indeksleri için ortalama değerler N 15.57, T 15.48, K 15.60, B 13.68 bulunmuştur. TS 706 EN 12620 (2003) standardına göre yapılan şekil indeksleri için ortalama değerler N 19.31, T 16.16, K 18.80, B 16.69 bulunmuştur (Çizelge 4.18 - 4.19). KTŞ (2006) BS812 deney standartlarına göre binder tabakasında kullanılan agreganın yassılık indeksinin %30'u, şekil indeksinin %35' i geçmemesi gerekmektedir. Bu açıdan incelenen agregaların yassılık ve şekil indeksleri kabul edilebilir en uygun seviyede oldukları rahatlıkla söylenebilir.

Çizelge 4.18. Yassılık indeksi deney sonuçları. (TS EN 933- 3 ve TS EN 933- 4)

Deney No	MİKİRİTİK KİREÇTAŞI		Deney No	DOLOMİTİK KİREÇTAŞI	
	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %		Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
N1	18.5	12.8	T1	18.2	12.5
N2	18.2	12.6	T2	18.5	12.7
N3	18.4	12.8	T3	18.3	12.5
N4	18.3	12.7	T4	18.2	12.7
N5	18.4	12.9	T5	18.4	12.5
N6	18.5	12.9	T6	18.2	12.6
N7	18.2	12.7	T7	18.4	12.5
N8	18.5	12.8	T8	18.5	12.6
N9	18.4	12.5	T9	18.4	12.5
N10	18.5	12.8	T10	18.6	12.7
Ortalama	15,57		Ortalama	15,48	
Deney No	KİLLİKİREÇTAŞI		Deney No	BAZALT	
	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %		Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
K1	18.6	12.7	B1	15.3	12
K2	18.5	12.6	B2	15.5	11.8
K3	18.4	12.7	B3	15.5	11.8
K4	18.5	12.7	B4	15.4	12
K5	18.4	12.7	B5	15.4	12
K6	18.5	12.8	B6	15.5	12
K7	18.5	12.7	B7	15.4	11.8
K8	18.5	12.8	B8	15.5	12
K9	18.4	12.8	B9	15.4	11.8
K10	18.5	12.8	B10	15.6	12
Ortalama	15.6		Ortalama	13.68	

Çizelge 4.19. Şekil indeksi deney sonuçları (TS EN 933- 3 ve TS EN 933- 4).

Örnek No	MİKİRİTİK KİREÇTAŞI		Örnek No	DOLOMİTİK KİREÇTAŞI	
	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %		Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
N1	19.2	19.4	T1	19.7	12.7
N2	19.2	19.2	T2	19.6	12.6
N3	19.2	19.6	T3	19.7	12.6
N4	19.2	19.4	T4	19.8	12.6
N5	19.2	19.5	T5	19.6	12.8
N6	19.3	19.7	T6	19.6	12.7
N7	19.2	19.3	T7	19.7	12.5
N8	19.2	19.2	T8	19.6	12.7
N9	19.2	19.6	T9	19.8	12.6
N10	19.2	19.2	T10	19.7	12.6
Ortalama	19.31		T10	16.16	
Örnek No	KİLLİKİREÇTAŞI		Örnek No	BAZALT	
	Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %		Kaba Agregası (5-10 mm) %	Kaba Agregası (10-20 mm) %
K1	19	18.6	B1	19.8	13.6
K2	19	18.4	B2	19.8	13.7
K3	19.1	18.6	B3	19.7	13.7
K4	19.1	18.5	B4	19.8	13.5
K5	19.1	18.6	B5	19.8	13.7
K6	19.1	18.6	B6	19.8	13.6
K7	19.1	18.5	B7	19.7	13.5
K8	19	18.5	B8	19.8	13.6
K9	19.1	18.5	B9	19.8	13.5
K10	19.2	18.5	B10	19.8	13.6
N10	18.8		T10	16.69	

4.4.8. MgSO₄ Don Deneyi Sonuçları

MgSO₄ çözeltisi kullanılarak kimyasal yöntemle MgSO₄ don deneyleri TS EN 1367-2 (1999) standardına göre yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda N % 9.54, T % 6, K % 6.80, N % 4.71 bulunmuştur (Çizelge 4.20). Beton agregaları için kullanılan TS 706 EN 12620 (2003) standardında her dört agregada MS₁₈ kategorisine girmektedir. MS₁₈ kategorisine giren agrega için her çevre şartlarında kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

ASTM C 68 ve TS 3655 (1981) standart deneylerine göre KYTŞ (2006) limitleri aşınma tabakası için max %12 binder tabakasında kullanılacak agrega için max %10' i aşmaması gerekmektedir. Bahse konu N, T, K ve B örnekleri için deney sonuçları istenilen standartlar içerisinde dir.

Tayin edilen magnezyum sülfat etkisine dayanıklılık değeri, agreganın donma çözülmeye karşı direncinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Çizelge 4.21 agregaların donma çözülme dirençleri ve magnezyum sülfat deneyi değerlerine göre ait oldukları kategoriyi göstermektedir. Magnezyum sülfat deneyi, agreganın deniz suyuna veya buz giderme tuzlarına maruz kalması durumları için en uygun deney olarak kabul edilebilir (KTŞ, 2006).

Çizelge 4.20. MgSO₄Don deneyi sonuçları (TS EN 1367-2).

Deney Koşulları	Deney No	Deneyden Sonra İnce Elekten Geçen Miktar (%) Dolomitik Kireçtaşı		Deneyden Sonra İnce Elekten Geçen Miktar (%) Kalker
Geçen Elek Açıklığı 14 mm	T1	5.98	N1	9.7
	T2	6.12	N2	10.2
	T3	6.1	N3	9.6
	T4	5.92	N4	9.5
	T5	6	N5	9.8
Kalan Elek Açıklığı 10 mm	T6	5.9	N6	9.1
	T7	6	N7	9
	T8	6.1	N8	9.9
	T9	5.92	N9	8.6
	T10	6	N10	10
Ortalama		6	Ortalama	9.54
Deney Koşulları	Deney No	Deneyden Sonra İnce Elekten Geçen Miktar (%) Dolomitik Kireçtaşı		Deneyden Sonra İnce Elekten Geçen Miktar (%) Bazalt
Geçen Elek Açıklığı 14 mm	K1	6.9	B1	4.7
	K2	6.8	B2	4.72
	K3	6.5	B3	4.72
	K4	6.8	B4	4.71
	K5	6.8	B5	4.71
Kalan Elek Açıklığı 10 mm	K6	6.9	B6	4.72
	K7	6.8	B7	4.72
	K8	6.8	B8	4.72
	K9	6.92	B9	4.71
	K10	6.8	B10	4.72

Çizelge 4.21. Magnezyum Sülfat Kullanılarak Elde Edilen En Yüksek Don Dayanıklılığı Değerlerine Göre Kategoriler.

Magnezyum Sülfat Değeri Kütlece % Kaybı	Kategori MS
≤ 18	MS ₁₈
≤ 25	MS ₂₅
≤ 35	MS ₃₅
> 35	MS _{beyan}
Serbest	MS _{NR}

Her dört numunede KTŞ (2006)' sinde bahsi geçen MS₁₈ katagorisinde kalması münasebeti ile asfalt yol yapımında kullanılması açısından sakınca teşkil etmemektedir.

4.4.9. Marshall Deney Sonuçları

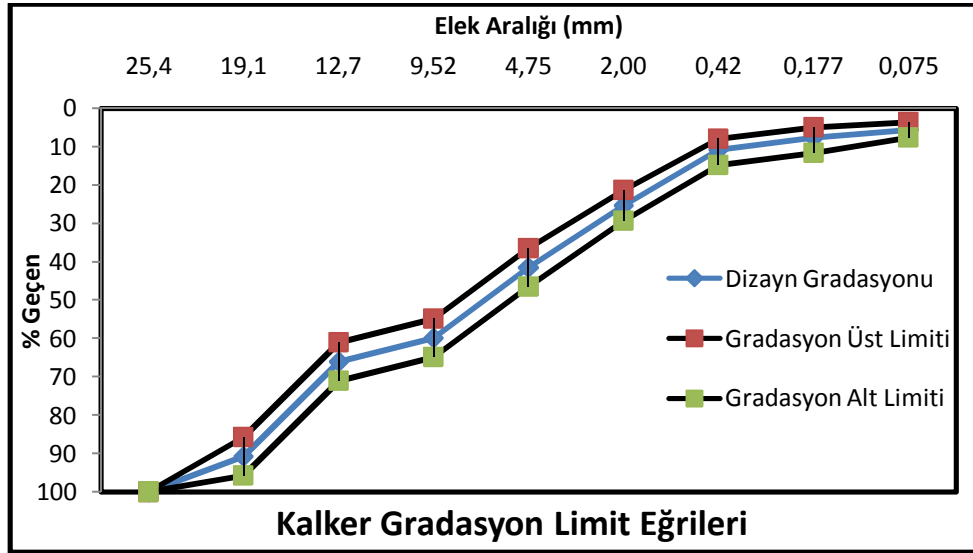
Marshall deneyinde kullanılan standart agrega deneyleri, dizayn için deney aşamasında tekrar yapılmıştır. Marshall deneylerinde her dört örnek için elde edilen sonuçların KTŞ (2006)' inde bahsi geçen limitler içerisinde olup olmadığı irdelenecektir.

4.4.9.1. Narlı Bölgesi Mikritik Kireçtaşı Marshall Deney Sonuçları

İnceleme alanında yapılan elek analizi sonuçları KTŞ (2006) Tip A binder gradasyon şartnamesinde yer alan değerlerle karşılaştırıldığında genelde dizayn gradasyon değerleri KTŞ (2006) tolerans limitleri arasında kalmaktadır (Çizelge 4.22, Şekil 4.10). Dizayn çalışmalarında kullanılan agrega karışım oranları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.22. Mikritik kireçtaşlarının dizayn gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.

ELEK AÇIKLIĞI		% GEÇEN				DİZAYN GRADASYONU	KTŞ (2006) TOLERANS LİMİTLERİ		KTŞ (2006) BİNDER LİMİTLERİ	
İnç	mm	(1"-3/4")	(3/4"-3/8")	(3/8"-No:4)	(No:4-0)					
1	25.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3/4	19.1	54	100	100	100	90.8	85.8	95.8	80	100
1/2	12.7	3	30.4	100	100	66	61	71	58	80
3/8	9.52	1	3.1	100	100	59.9	54.9	64.9	48	70
No:4	4.75	0.8	1.3	6.3	95.3	41.5	36.5	46.5	30	52
No:10	2	0.7	1.3	1.8	58.8	25.4	21.4	29.4	20	40
No:40	0.42	0.6	1.3	1.7	24	10.8	8	14.8	8	22
No:80	0.177	0.6	1.3	1.6	16.7	7.7	5	11.7	5	14
No:200	0.075	0.6	1	1.1	12.3	5.7	3.7	7.7	2	8



Şekil 4.10. Mikritik kireçtaşı elek analizi limit dizayn gradasyon grafiği.

Çizelge 4.23. Ağırlıkça karışım oranları

(1" - 3/4")	Arası malzemenin	20%
(3/4"-3/8")	Arası malzemenin	21%
(3/8"-No:4)	Arası malzemenin	17%
(No:4 - 0)	Arası malzemenin	42%

Marshall deney kriterinde kullanılan deneyler ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.

Bitüm özgül ağırlığı (gr/cm ³)	1,032
Bitüm penetrasyonu	64,00
Kaba agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2,492
Kaba agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2,552
İnce agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2,600
İnce agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2,650
Fillerin zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2,671
Yassılık indeksi	15,00

Deney aşamasında kullanılacak briketler hazırlanmış ve briketlere 75 darbe uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre grafikler çizilmiş ve optimum bitüm ağırlıkça (21.5/5) % 4,30 olarak bulunmuştur. Optimum bitüm oranına göre asfalt karışımının kalitesini belirleyen unsurlar Çizelge 4.26' de verilmiştir.

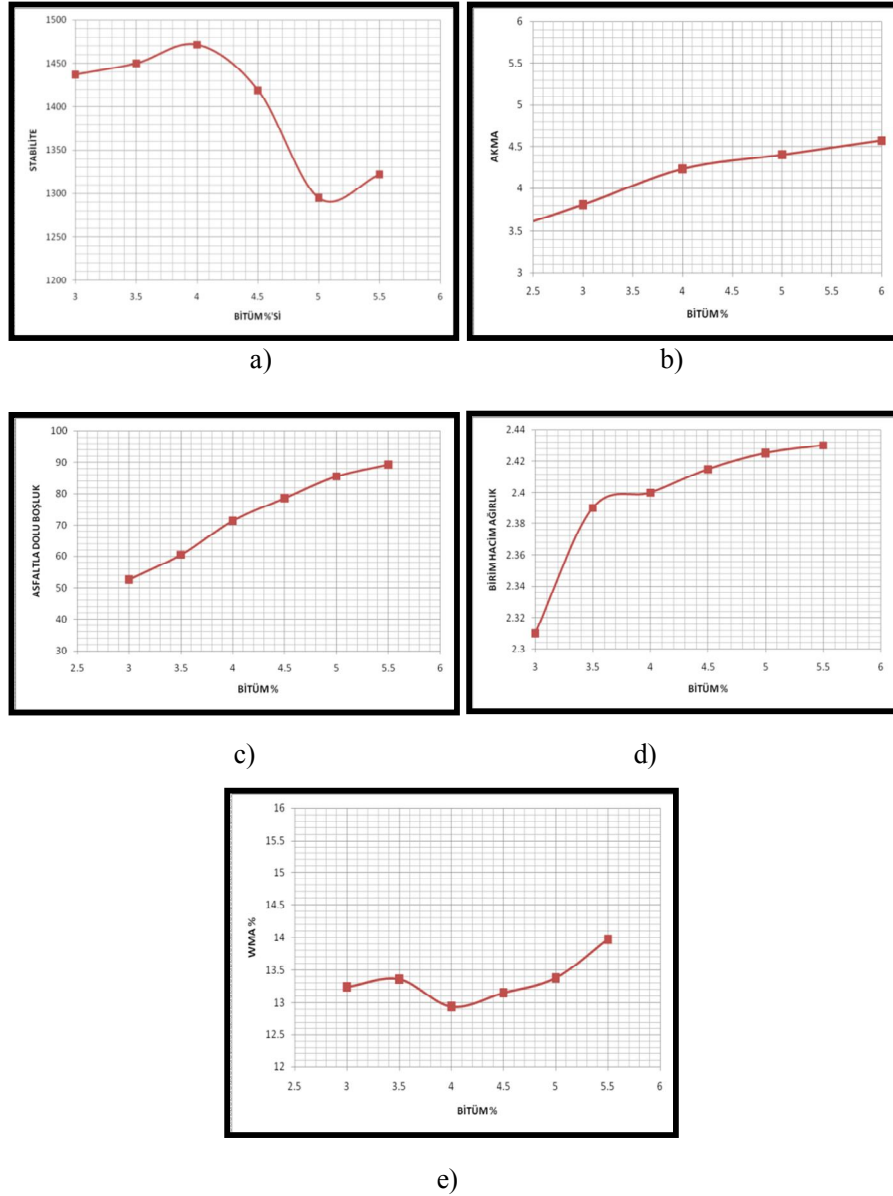
Çizelge 4.25. Bitüm ve agrega özellikleri

Optimum bitüm, % (100 gr kuru mıcra)	4.3
Optimum bitüme göre pratik özgül ağırlık (gr/cm ³)	2,415
Optimum bitüme göre stabilite (kg)	1470
Optimum bitüme göre boşluk (%)	3.11
Optimum bitüme göre asfalt dolu boşluk (%)	74.4
Optimum bitüme göre akma (mm)	4.25
Optimum bitüme göre WMA (%)	13
Filler bitüm oranı	1.31
Optimum bitüm tolerans limitleri (%) KTS (2006)	min=4,05 max=4,65

Elde edilen sonuçlara göre karışımlara ait grafikler incelendiğinde (Şekil 4.11) ; bitüm yüzdesinin artmasıyla agrega bitüm karışımının stabilitenin azaldığı görülmektedir. Asfalt karışımında bitüm oranı arttıkça Marshall stabilitesi artmakta ve bir maksimumu geçtikten sonra düşmektedir. (a) Bu düşüş artan bitüm miktarının maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasındaki kayganlığı arttırarak dayanımı azalttığını göstermektedir. Yapılan karışımın akma değeri bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir (b). Artan asfalt miktarı ile akma değeri maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasında oluşan film tabakası kaygan bir ortam oluşturarak mukavemeti düşürmektedir. Bundan dolayı akma değeri bir süre sonra sabit kalmıştır. Birim hacim ağırlık değeri bitüm oranı ile artmakta ve maksimum yaptıktan sonra tekrar düşmesi gerekmektedir. Grafiklere bakıldığında birim hacim ağırlığının istenilen eğriyi verdiği değerde maksimuma ulaştığı daha sonra düşüş sergilediği görülmektedir. Bitüm oranı % 6'ya kadar maksimum noktasını yakalaması ve düşüş olması düşünülmektedir.(c) Bitümlü karışımların yoğunluğu arttıkça stabilite durabilite gibi fiziksel özelliklerinde de artış gözlenmektedir. Agrega içerisindeki boşluklar, VMA, toplam hacmin bir yüzdesi olarak ifade edilen, efektif bitüm içeriği ile hava boşluklarını içeren sıkıştırılmış bir kaplama karışımı içerisindeki agrega daneleri arasında bulunan danecikler arası boş alanlar olarak tanımlanmaktadır (Asfalt El Kitabı, 2002). VMA genellikle bir minimum değere inmekte ve daha sonra bitüm içeriğiyle birlikte artış göstermektedir. Elde edilen değerlerle yapılan karışımın VMA yüzdesi incelendiğinde, %4 bitüm oranında VMA değerlerinin minimum değere ulaştığı görülmektedir. (d). Bitümlü bağlayıcı ile dolu boşluk, daneler arası boşluğun bitümlü bağlayıcı ile dolu yüzdesidir. Yapılan karışımında bitümlü bağlayıcı ile dolu boşluk yüzdeleri, bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir (e). Grafiklerden kullanılacak akma, birim hacim ağırlık, stabilite, Asfaltla doluluk oranı ve agrega arasındaki boşluk değerleri Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Marshall deney sonuçları

Bitüm, %	Akma	Hacim özgül ağırlık	Stabilite	Asfaltla Doluluk Boşluk Oranı	Taneler Arası Boşluk	VMA (Agrega Arasındaki Boşluklar)
3	3.43	2.31	1437	52.7	6.26	13.24
3.5	3.47	2.39	1450	60.5	5.27	13.36
4	3.81	2.4	1471	71.5	3.68	12.94
4.5	4.23	2.415	1419	78.7	2.8	13.15
5	4.4	2.425	1295	85.5	1.94	13.38
5.5	4.57	2.43	1322	89.3	1.49	13.97



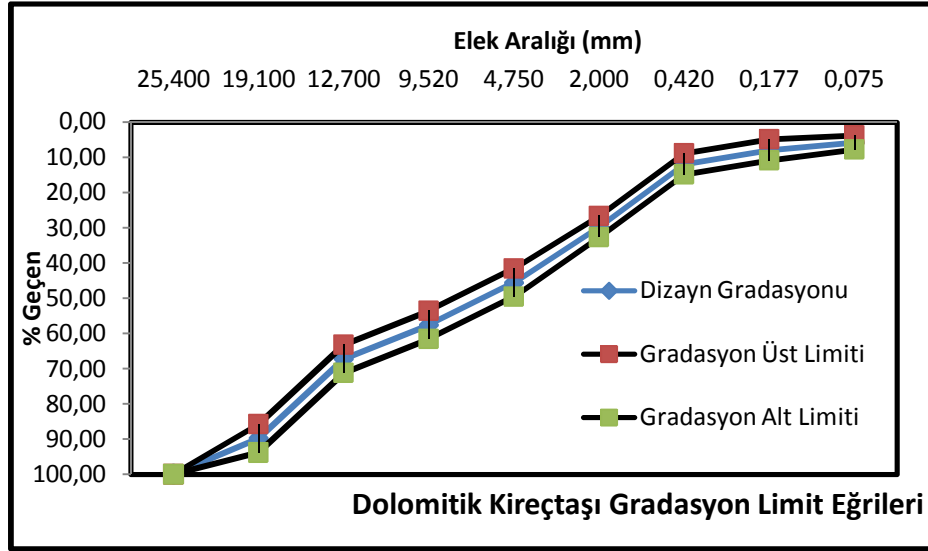
Şekil 4.11. Mikritik kireçtaşı marshall deneyi grafikleri.

4.4.9.2. Dolomitik Kireçtaşı Marshall Deney Sonuçları

İnceleme alanında yapılan elek analizi sonuçları KTŞ (2006) Tip A binder gradasyon şartnamesinde yer alan değerlerle karşılaştırıldığında genelde dizayn gradasyon değerleri KTŞ (2006) tolerans limitleri arasında kalmaktadır (Çizelge 4.28, Şekil 4.12). Dizayn çalışmalarında kullanılan agrega karışım oranları Çizelge 4.29’te verilmiştir.

Çizelge 4.27. Dolomitik Kireçtaşı dizayn Gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.

ELEK AÇIKLIĞI		% GEÇEN				DİZAYN GRADASYONU	KTŞ (2006) TOLERANS LİMİTLERİ		KTŞ (2006) BİNDER LİMİTLERİ	
İnç	mm	(1"-3/4")	(3/4"-3/8")	(3/8"-No:4)	(No:4-0)					
1	25.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3/4	19.1	55,8	100	100	100	89,8	85,8	93,8	80	100
1/2	12.7	5,20	54,3	100	100	67,2	63,2	71,2	58	80
3/8	9.52	4,80	14	100	100	57,5	53,5	61,5	48	70
No:4	4.75	4,1	0,8	22	100	45,6	41,6	49,6	30	52
No:10	2	0	0,2	1,9	70	29,7	26,7	32,7	20	40
No:40	0.42	0	0	1,3	27,9	11,9	8,9	14,9	8	22
No:80	0.177	0	0	0,2	18,4	7,7	5	11,7	5	14
No:200	0.075	0	0	0	13,8	5,7	3,7	7,7	2	8



Şekil 4.12. Dolomitik kireçtaşı elek analizi limit gradasyon grafiği.

Çizelge 4.28. Ağırlıkça karışım oranları.

(1"- 3/4")	Arası malzemenin	23%
(3/4"-3/8")	Arası malzemenin	24%
(3/8"-No:4)	Arası malzemenin	11%
(No:4 - 0)	Arası malzemenin	42%

Marshall deney kriterinde kullanılan deneyler ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.30' da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.

Bitüm özgül ağırlığı (gr/cm ³)	1.039
Bitüm penetrasyonu	61
Kaba agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.691
Kaba agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.734
İnce agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.673
İnce agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.739
Fillerin zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.78
Yassılık indeksi	15

Agrega ve bitüme marshall dizaynında kullanmak üzere çeşitli deneyler yapılmıştır. Deney aşamasında kullanılacak briketler hazırlanmış ve briketlere 75 darbe uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre grafikler çizilmiş ve optimum bitüm ağırlıkça (20.3/5) % 4,06 olarak bulunmuştur. Optimum bitüm oranına göre asfalt karışımının kalitesini belirleyen unsurlar Çizelge 4.32’ da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Bitüm ve agreganın özellikleri.

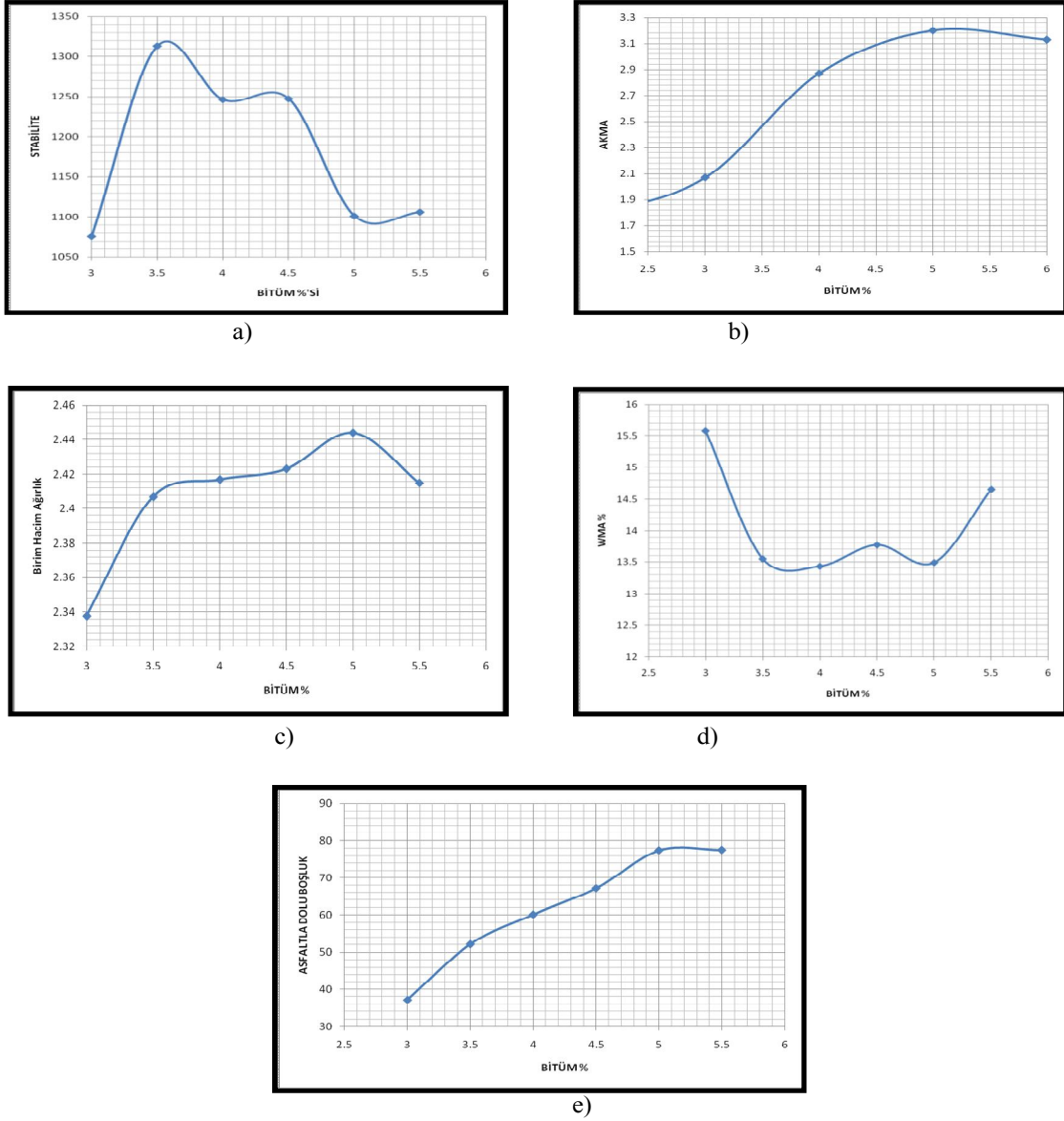
Optimum bitüm, % (100 gr kuru micra)	4.06
Optimum bitüme göre ;pratik özgül ağırlık (gr/cm ³)	2.42
Optimum bitüme göre ;stabilite (kg)	1255
Optimum bitüme göre ;boşluk (%)	4.91
Optimum bitüme göre ;asfalt dolu boşluk (%)	62,00
Optimum bitüme göre ;akma (mm)	2.75
Optimum bitüme göre ;WMA (%)	13.3
Filler bitüm oranı	1.35
Optimum bitüm tolerans limitleri ,(%)	min=4,0 max=4,6

Elde edilen sonuçlara göre karışımlara ait grafikler incelendiğinde (Şekil 4.13); asfalt karışımında bitüm oranı arttıkça Marshall stabilitesi artmakta ve bir maksimumu geçtikten sonra düşmektedir. Bu düşüş artan bitüm miktarının maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasındaki kayganlığı artırarak dayanımı azalttığını göstermektedir (a). Yapılan karışımın akma değeri bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir. Artan

asfalt miktarı ile akma değeri maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasında oluşan film tabakası kaygan bir ortan oluşturarak mukavemeti düşürmektedir. Bundan dolayı akma değeri bir süre sonra sabit kalmıştır (b). Birim hacim ağırlık değeri bitüm oranı ile artmakta ve maksimum yaptıktan sonra tekrar düşmesi gerekmektedir. Grafiklere bakıldığında birim hacim ağırlığının istenilen eğriyi verdiği değerde maksimuma ulaştığı daha sonra düşüş sergilediği görülmektedir. Bitüm oranı % 5' e kadar maksimum noktasını yakalaması ve düşüş olması düşünülmektedir.(c) Bitümlü karışımların yoğunluğu arttıkça stabilite , durabilite gibi fiziksel özelliklerinde de artış gözlenmektedir. Agregada içerisindeki boşluklar VMA, toplam hacmin bir yüzdesi olarak ifade edilen, efektif bitüm içeriği ile hava boşluklarını içeren sıkıştırılmış bir kaplama karışımı içerisindeki agregada daneleri arasında bulunan danecikler arası boş alanlar olarak tanımlanmaktadır (Asfalt El Kitabı, 2002). VMA genellikle bir minimum değere inmekte ve daha sonra bitüm içeriğiyle birlikte artış göstermektedir. Elde edilen değerlerle yapılan karışımın VMA yüzdesi incelendiğinde, %3.7 bitüm oranında VMA değerlerinin minimum değere ulaştığı görülmektedir. (d). Bitümlü bağlayıcı ile dolu boşluk, daneler arası boşluğun bitümlü bağlayıcı ile dolu yüzdesidir. Yapılan karışımında bitümlü bağlayıcı ile dolu boşluk yüzdesi, bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir(e). Grafiklerden kullanılacak akma, birim hacim ağırlık, stabilite, asfalt doluluk oranı ve agregalar arasındaki boşluk değerleri Çizelge 4.30' da verilmiştir.

Çizelge 4.31. Marshall Deney Sonuçları

Bitüm, %	Akma	Hacim özgül ağırlık	Stabilite	Asfaltla Doluluk Boşluk Oranı	Taneler Arası Boşluk	VMA (Agregada Arasındaki Boşluklar)
3	1,73	2,338	1437	37,1	9,81	15,58
3.5	1,8	2,407	1450	52,1	6,46	13,43
4	2,07	2,417	1471	60,1	5,4	13,55
4.5	2,87	2,423	1419	67,1	4,53	13,77
5	3,2	2,444	1295	77,4	3,03	13,49
5.5	3,13	2,415	1322	77,5	3,31	14,66



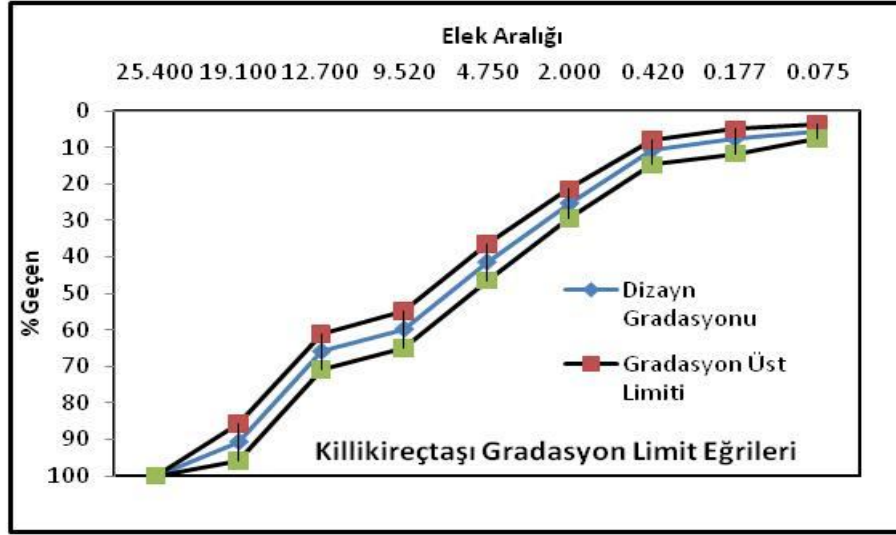
Şekil 4.13. Dolomitik kireçtaşı marshall deneyi grafikleri

4.4.9.3. Killi Kireçtaşı Marshall Deney Sonuçları

İnceleme alanında yapılan elek analizi sonuçları KTŞ (2006) Tip A binder gradasyon şartnamesinde yer alan değerlerle karşılaştırıldığında genelde dizayn gradasyon değerleri KTŞ (2006) tolerans limitleri arasında kalmaktadır (Çizelge 4.32, Şekil 4.14). Dizayn çalışmalarında kullanılan agrega karışım oranları Çizelge 4.33' te verilmiştir.

Çizelge 4.32. Killi Kireçtaşı dizayn Gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.

ELEK AÇIKLIĞI		% GEÇEN				DİZAYN GRADASYONU	KTŞ (2006) TOLERANS LİMİTLERİ		K.T.Ş (2006) BİNDER LİMİTLERİ	
İnç	mm	(1"-3/4")	(3/4"-3/8")	(3/8"-No:4)	(No:4-0)					
1	25.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3/4	19.1	58.5	100	100	100	90.8	85,8	95.8	80	100
1/2	12.7	3.3	35.8	100	100	66	61	71	58	80
3/8	9.52	0	2.2	100	100	59.9	54.9	64.9	48	70
No:4	4.75	0	0	5.7	100	41.5	36.5	46.5	30	52
No:10	2	0	0	1.2	95.4	25.4	21.4	29.4	20	40
No:40	0.42	0	0	0.2	52.2	10.8	8	14.8	8	22
No:80	0.177	0	0	0	13.3	7.7	5	11.7	5	14
No:200	0.075	0	0	0	11.3	5.7	3.7	7.7	2	8



Şekil 4.14. Killi kireçtaşı elek analizi limit gradasyon grafiği

Çizelge 4.33. Ağırlıkça karışım oranları.

(1"- 3/4")	Arası malzemenin	26%
(3/4"-3/8")	Arası malzemenin	23%
(3/8"-No:4)	Arası malzemenin	10%
(No:4 - 0)	Arası malzemenin	41%

Marshall deney kriterlerinde kullanılan deneyler ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.34' de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.

Bitüm özgül ağırlığı (gr/cm ³)	1.032
Bitüm penetrasyonu	61
Kaba agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.692
Kaba agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.702
İnce agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.67
İnce agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.737
Fillerin zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.771
Yassılık indeksi	15

Agrega ve bitüme marshall dizaynında kullanmak üzere çeşitli deneyler yapılmıştır. Deney aşamasında kullanılacak briketler hazırlanmış ve briketlere 75 darbe uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre grafikler çizilmiş ve optimum bitüm ağırlıkça (22.5/5) % 4.5 olarak bulunmuştur. Optimum bitüm oranına göre asfalt karışımının kalitesini belirleyen unsurlar Çizelge 4.36' da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Bitüm ve agreganın özellikleri.

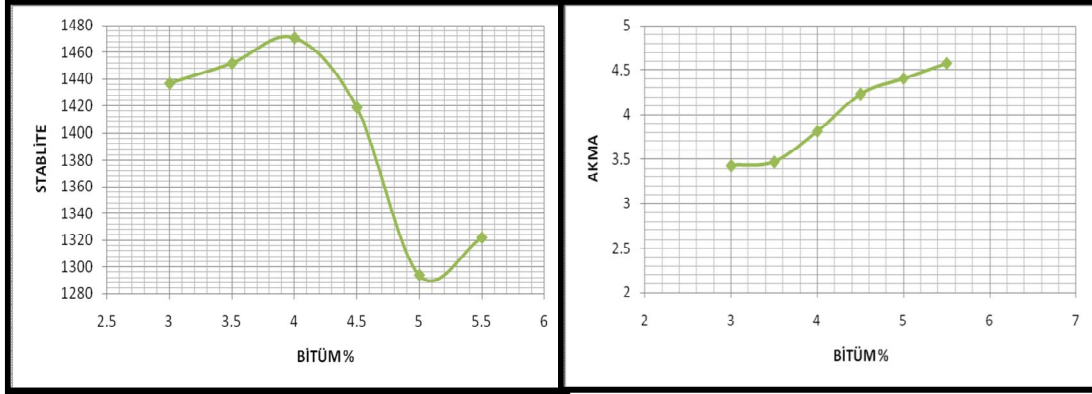
Optimum bitüm, % (100 gr kuru micra)	4.5
Optimum bitüme göre ;pratik özgül ağırlık(gr/cm ³)	2.435
Optimum bitüme göre ;stabilite (kg)	1471
Optimum bitüme göre ;boşluk (%)	6.27
Optimum bitüme göre ;asfalt dolu boşluk (%)	89.3
Optimum bitüme göre ;akma (mm)	3.43
Optimum bitüme göre ;WMA (%)	12.94
Filler bitüm oranı	1.35
Optimum bitüm tolerans limitleri ,(%)	min=4,0 max=4,6

Elde edilen sonuçlara göre karışımlara ait grafikler incelendiğinde (Şekil 4.15); asfalt karışımında bitüm oranı arttıkça Marshall stabilitesi artmış ve bir maksimumu geçtikten sonra düşüş göstermiştir. Bu düşüş artan bitüm miktarının maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasındaki kayganlığı artırarak dayanımı azalttığını göstermektedir (a). Yapılan karışımın akma değeri bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir. Artan asfalt miktarı ile akma değeri maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasında oluşan film tabakası kaygan bir ortam oluşturarak mukavemeti

düşürmektedir. Bundan dolayı akma değeri bir süre sonra sabit kalacağı düşünülmektedir (b). Birim hacim ağırlık değeri bitüm oranı ile artmakta ve maksimum yaptıktan sonra tekrar düşmesi gerekmektedir. Grafiklere bakıldığında birim hacim ağırlığının istenilen eğriyi verdiği değerde maksimuma ulaştığı daha sonra düşüş sergilediği görülmektedir. Bitüm oranı % 5' e kadar maksimum noktasını yakalaması ve düşüş olması düşünülmektedir.(c) Elde edilen değerlerle yapılan karışımın VMA yüzdesi incelendiğinde, %4 bitüm oranında VMA değerlerinin minimum değere ulaştığı görülmektedir. (d). Yapılan karışımında bitümlü bağlayıcı ile dolu boşluk yüzdeleri, bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir (e). Grafiklerden kullanılacak akma, birim hacim ağırlık, stabilite, asfalt doluluk oranı ve agregalar arasındaki boşluk değerleri Çizelge 4.35' de verilmiştir.

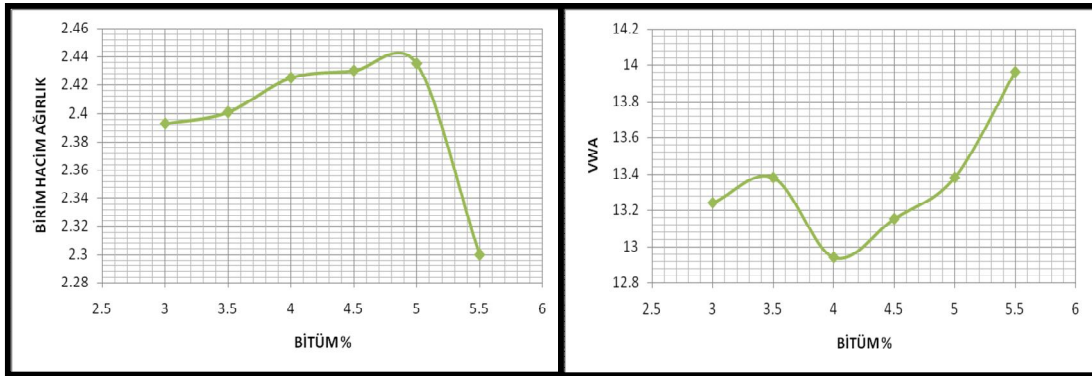
Çizelge 4.36. Marshall Deney Sonuçları

Bitüm, %	Akma	Hacim özgül ağırlık	Stabilite	Asfalt Doluluk Boşluk Oranı	Taneler Arası Boşluk	VMA (Agrega Arasındaki Boşluklar)
3	3.43	2.393	1437	52.6	6.27	13.24
3.5	3.47	2.401	1452	60.4	5.3	13.38
4	3.81	2.425	1471	71.5	3.69	12.94
4.5	4.23	2.43	1419	78.7	2.8	13.15
5	4.4	2.435	1294	85.4	1.95	13.38
5.5	4.57	2.3	1322	89.3	1.5	13.96



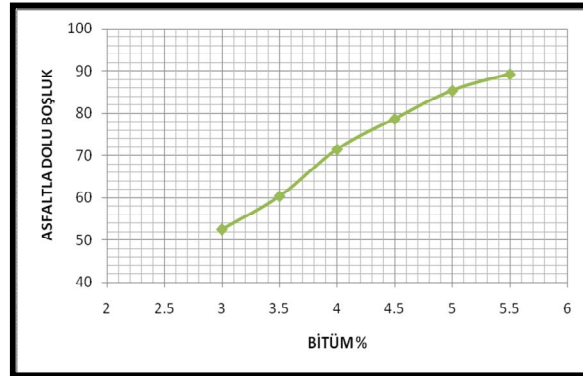
a)

b)



c)

d)



e)

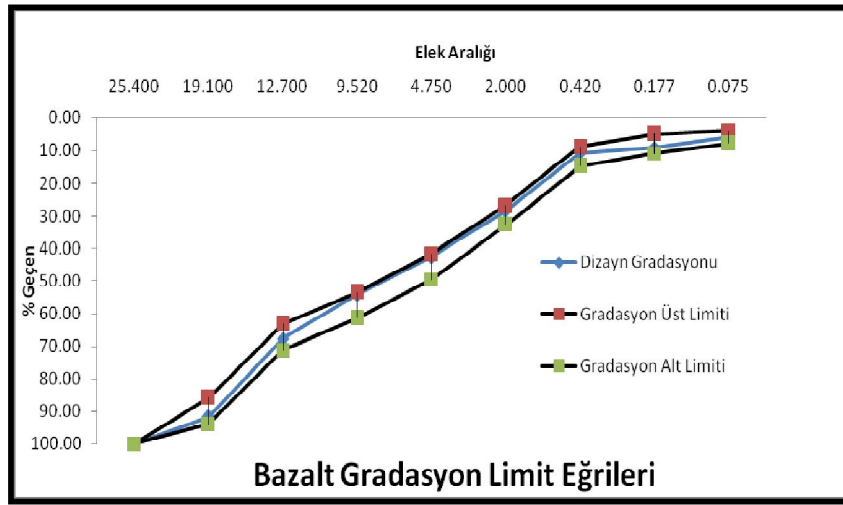
Şekil 4.15. Killi kireçtaşı marshall deney grafikleri.

4.4.9.4. Bazalt Marshall Deney Sonuçları

İnceleme alanında yapılan elek analizi sonuçları KTŞ (2006) Tip A binder gradasyon şartnamesinde yer alan değerlerle karşılaştırıldığında genelde dizayn gradasyon değerleri KTŞ (2006) tolerans limitleri arasında kalmaktadır (Çizelge 4.37, Şekil 4.16). Dizayn çalışmalarında kullanılan agrega karışım oranları Çizelge 4.38’ te verilmiştir.

Çizelge 4.37. Bazalt dizayn Gradasyon değerleri ile KTŞ (2006) standartlarında verilen tolerans ve binder limitleri arasındaki ilişki.

ELEK AÇIKLIĞI		% GEÇEN				DİZAYN GRADASYONU	TOLERANS LİMİTLERİ		K.T.Ş BİNDER LİMİTLERİ	
İnç	mm	(1"-3/4")	(3/4"-3/8")	(3/8"-No:4)	(No:4-0)					
1	25.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3/4	19.1	59.3	100	100	100	91.6	85,8	95.8	80	100
1/2	12.7	27.1	84.1	100	100	67.7	61	71	58	80
3/8	9.52	1.2	11.4	99.6	100	54.2	54.9	64.9	48	70
No:4	4.75	0	2.5	93.5	100	42.6	36.5	46.5	30	52
No:10	2	0	1.3	81.6	70	26.7	21.4	29.4	20	40
No:40	0.42	0	0	38	22,9	8.9	8	14.8	8	22
No:80	0.177	0	0	12.2	15.1	4.9	5	11.7	5	14
No:200	0.075	0	0	4.7	12.3	3.8	3.7	7.7	2	8



Şekil 4.16. Bazalt elek analizi limit gradasyon grafiği

Çizelge 4.38. Ağırlıkça karışım oranları.

(1"- 3/4")	Arası malzemenin	23%
(3/4"-3/8")	Arası malzemenin	23%
(3/8"-No:4)	Arası malzemenin	11.40%
(No:4 - 0)	Arası malzemenin	42.60%

Marshall deney kriterlerinde kullanılan deneyler ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.39' da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Marshall deneyinde kullanılacak bitüm ve agreganın özellikleri.

Bitüm özgül ağırlığı (gr/cm ³)	1.036
Bitüm penetrasyonu	63
Kaba agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.778
Kaba agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.798
İnce agreganın hacim özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.67
İnce agreganın zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.72
Fillerin zahiri özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.791
Yassılık indeksi	15

Agrega ve bitüme marshall dizaynında kullanmak üzere çeşitli deneyler yapılmıştır. Deney aşamasında kullanılacak briketler hazırlanmış ve briketlere 75 darbe uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre grafikler çizilmiş ve optimum bitüm ağırlıkça (25/5) % 5 olarak bulunmuştur. Optimum bitüm oranına göre asfalt karışımının kalitesini belirleyen unsurlar Çizelge 4.41' de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Bazalt bitüm ve agreganın özellikleri.

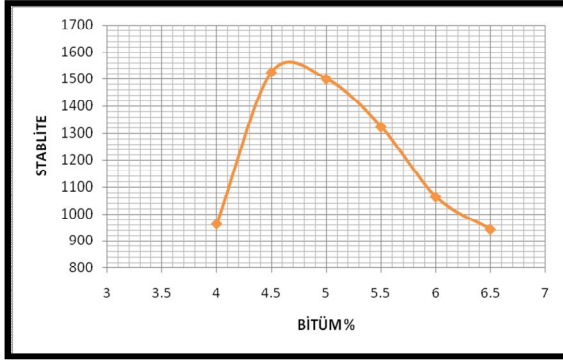
Optimum bitüm, % (100 gr kuru mcıra)	5
Optimum bitüme göre ;pratik özgül ağırlık(gr/cm ³)	2.72
Optimum bitüme göre ;stabilite (kg)	1525
Optimum bitüme göre ;boşluk (%)	1.84
Optimum bitüme göre ;asfalt dolu boşluk (%)	96.45
Optimum bitüme göre ;akma (mm)	2.1
Optimum bitüme göre ;WMA (%)	16.95
Filler bitüm oranı	1.55
Optimum bitüm tolerans limitleri ,(%)	min=4,0 max=4,6

Elde edilen sonuçlara göre karışımlara ait grafikler incelendiğinde (Şekil 4.17) ; asfalt karışımında bitüm oranı arttıkça Marshall stabilitesi artmış ve bir maksimumu geçtikten sonra düşüş göstermiştir. Bu düşüş artan bitüm miktarının maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasındaki kayganlığı arttırarak dayanımı azalttığını göstermektedir (a). Yapılan karışımın akma değeri bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir. Artan asfalt miktarı ile akma değeri maksimum noktaya ulaştıktan sonra agregalar arasında oluşan film tabakası kaygan bir ortam oluşturarak mukavemeti düşürmektedir. Bundan dolayı akma değeri bir süre sonra sabit kalacağı düşünülmektedir

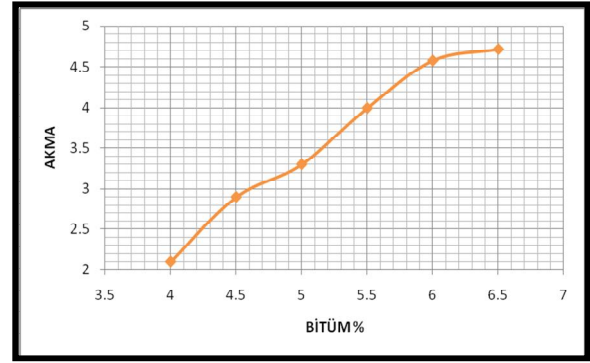
(b). Birim hacim ağırlık değeri bitüm oranı ile artmakta ve maksimum yaptıktan sonra tekrar düşmesi gerekmektedir. Grafiklere bakıldığında birim hacim ağırlığının istenilen eğriyi verdiği değerde maksimuma ulaştığı daha sonra düşüş sergilediği görülmektedir. Bitüm oranı % 4.8' e kadar maksimum noktasını yakalaması ve düşüş olması düşünülmektedir.(c) Elde edilen değerlerle yapılan karışımın VMA yüzdesi incelendiğinde, %4.9 bitüm oranında VMA değerlerinin minimum değere ulaştığı görülmektedir. (d). Yapılan karışımında bitümlü bağlayıcı ile dolu boşluk yüzdeleri, bitüm yüzdesinin artmasıyla arttığı görülmektedir (e). Grafiklerden kullanılacak akma, birim hacim ağırlık, stabilite, asfalt doluluk oranı ve agregalar arasındaki boşluk değerleri Çizelge 4.40' de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Marshall Deney Sonuçları

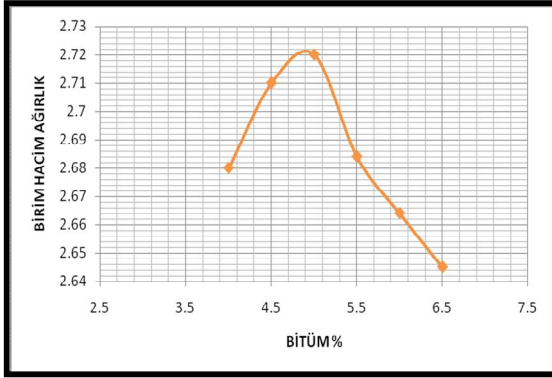
Bitüm, %	Akma	Hacim özgül ağırlık	Stabilite	Asfalt Doluluk Boşluk Oranı	Taneler Arası Boşluk	VMA (Agrega Arasındaki Boşluklar)
4	2.1	2.68	963	62.8	5.98	16.03
4.5	2.9	2.71	1525	76.6	3.8	14.23
5	3.3	2.72	1500	91	2.56	13.8
5.5	4	2.684	1324	94.1	1.84	14.7
6	4.58	2.664	1063	95.8	0.9	15.3
6.5	4.72	2.645	942	96.45	0.55	16.95



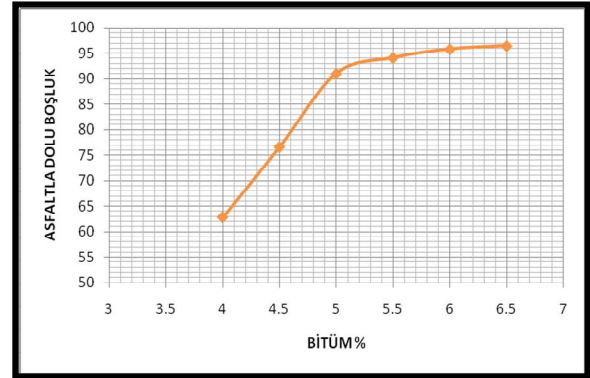
a)



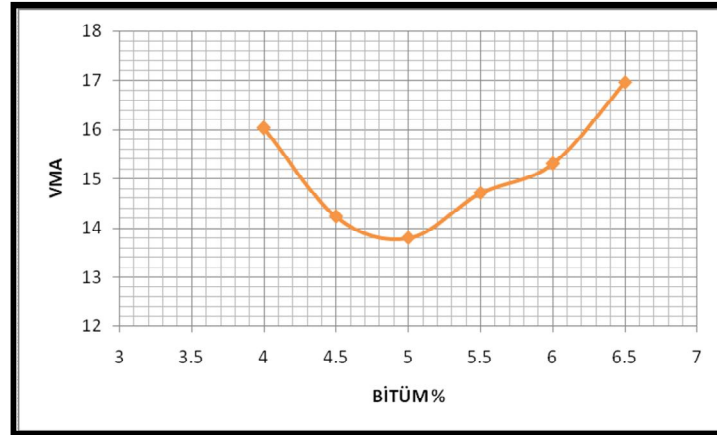
b)



c)



d)



e)

Şekil 4.17. Bazalt marshall deney grafikleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışmalar

Bu çalışma Kapsamında, Kahramanmaraş' ta ve Gaziantep'te asfalt agregası olarak kullanılan, Türkoğlu bölgesi dolomitik kireçtaşlarının, Narlı bölgesi mikritik kireçtaşının, Karpuzkaya bölgesi killi kireç taşlarının ve Karataş bölgesi bazalt taşlarının petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş bunların asfalt agregası olabilme özellikleri araştırılmıştır.

Kahramanmaraş'ta yapıtaşı olarak kullanılan kireçtaşları eosen yaşlı Gaziantep kireçtaşı formasyonu ve üst jura alt kretesa yaşlı andırın kireçtaşı formasyonudur. Türkoğlu Bölgesi agregaların siyahımsı-gri, Narlı bölgesi agregaların Sarımsı-Bej oldukları ve tabakalı olarak yaltaklandıkları gözlemlenmiştir.

Gaziantep' te yapıtaşı olarak kullanılan daha önceki yıllarda Kahramanmaraş ilinde buralardan agrega temin ettiği bölgelerde kullanılan kayaçlar karpuzkaya mevkiindeki eosen yaşlı Gaziantep kireçtaşı formasyonu ve Karataş bölgesinde bulunan pliyosen yaşlı Yavuzeli bazaltlarıdır. Karpuzkaya mevki kili kireçtaşları agregalarının beyazımsı-sarı renkte oldukları ve Karataş bölgesi bazaltların gri-siyahımsı oldukları gözlemlenmiştir.

Kayaçlara XRD analizleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirildiğinde; dolomitik kireçtaşı örneklerinin ana bileşenlerini %1,45 kalsit, %0,45kuvars %95,45 dolomit ve %2 dolaylarında da muskovit minerallerinden oluştuğu ve mikritik kireçtaşı örneklerin ana bileşenlerini %98,05 kalsit, %1,05 kuvars ve %0,9 dolomit minerallerinden oluştuğu, killi kireçtaşı örneklerinin ana bileşenlerinin %98 kalsit, %0.84 muskovit Vr %0.9 montmorillonit minerallerinden oluştuğu ve bazalt örneklerinin %56.83 anortit, %13.9 ojit, %9.71 ojit, %7.15 montmorillonit, %6.73 götit ve %5.67 klorit minerallerinden oluştuğu saptanmıştır.

Ana elementler açısından kimyasal analiz sonuçlarına göre agregalarda standart dışı olumsuzluklar bulunmamaktadır.

Nadir toprak elementleri açısından mikritik kireçtaşı ve killi kireçtaşı bu içeriğin fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun ise asfalt yol kalitesine olumsuz etki yapmaktadır.

CaO miktarı %55 ve üzerinde olan kayalar, saf kireçtaşı olarak değerlendirilmektedir. Bu sınıflamaya göre killi kireçtaşı ve mikritik kireçtaşı saf kireçtaşı kategorisinde değerlendirilmektedir. MgO miktarı %10 ile % 50 arasında olan kireçtaşı kayaları dolomitik olarak değerlendirilmektedir. Bu tanımlamaya göre Türkoğlu bölgesi kayaları dolomitik kireç taşı olduğu saptanmıştır. (Üşünmez, 1985) SiO₂ miktarının % 45 üzerinde ve feldispat grubu elementlerin %50 den fazla olan kayalara bazalt denilmektedir. Bu sınıflamaya göre Karataş bölge kayalarının bazalt olduğu saptanmıştır. Kayaçta Fe₂O₃ ve Al₂O₃ bulunması ise pirit, hematit ve/veya manyetit vs. gibi demir minerallerinin varlığına işaret etmektedir.

Çizelge 5.1. Karşılaştırmalı Kimyasal Analiz Sonuçları

ÖRNEK	CaO %	MgO %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	K ₂ O %	Na ₂ O %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	p ₂ O ₅ %	MnO %	Toplam NTE (ppm)	Toplam İz Element (ppm)
Dolomitik Kireçtaşı	31.15	19.94	0.94	0.46	0.15	0.04	0.02	0.16	----	----	7,9	130
Mikritik Kireçtaşı	55.05	0.46	0.61	0.28	0,01	0,01	----	0.28	----	----	253,8	212
Killi Kireçtaşı	56.88	0.26	0.17	0.04	0.01	0.02	----	0.05	----	----	18.72	228
Bazalt	8.9	8.24	46.66	14.99	1.15	3.01	1.98	13.3	6.54	0.19	149.53	1443

Standart agrega deneyleri karşılaştırmaları olarak tablo edilmiş ve KTŞ (2006)' de istenilen kriterlerle beraber aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.3. Karşılaştırmalı marshall deney sonuçları.

ÖZELLİKLER	MİN.	MAX.	MIKRİTİK KİREÇTAŞI	DOLOMİTİK KİREÇTAŞI	KİLLİ KİREÇTAŞI	BAZALT
Briketlere Uygulanacak Darbe sayısı	75	75	75	75	75	75
Marshall Stabilesi, Kg	750	-	1471	1255	1471	1525
Asfaltla Dolu boşluk, %	60	75	75	60.2	85.3	91
Agregalar Arası Boşluk, VMA	13	-	13	13.3	12.94	16.95
Akma, mm (10^{-2} inç)	2 (0.08)	4 (0.16)	3.77	2.4	3.43	2.1
Filler/Bitüm Oranı	-	1.4	1.31	1.35	1.35	1.55
Bitüm, Ağırlıkça 100'e	3.5	6,5	4.3	4.06	4.5	5

Marsahall stabilesi bazaltta en yüksek olmasıyla beraber akma değeri en düşük yine bazalt örneği ile yapılan karışımdan elde edilmektedir. Asfaltla dolu boşluk mikritik kireçtaşında sınırdan olmakla beraber killi kireçtaşı ve bazaltta KTŞ (2006)' inde istenilen değerleri sağlamamaktadır. Agregalar arası boşluk killi kireçtaşında istenilen değere uymadığı diğer örneklerin istenilen standartlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bazalt örneğinin filler/bitüm oranı istenilen değer dışında olup Marshall parametrelerinde değişiklik yapılarak düzeltilmesi yoluna gidilmelidir. Uygulamada oranın sağlanması için kömür külü kullanılarak yapılmış çalışmalar mevcuttur. Ekonomik açıdan ise en uygun bitüm oranı dolomitik kireçtaşı ile yapılan asfalt karışımından elde edilmektedir.

5.2. Sonuçlar

1. İnceleme alanından alınan dört örnek üzerinde yapılan jeokimyasal ve fiziko-mekanik analizler sonuçlarına göre bu kayalardan elde edilen agregalardan sıcak asfalt karışımı yapılması durumunda hangilerinin daha kaliteli olacağını belirlenmesi amaçlanmıştır.
2. Asfalt agregası olarak kullanılan Kahramanmaraş ili Narlı bölgesi mikritik kireçtaşlarının eosen yaşlı Gaziantep kireçtaşı formasyonu, Kahramanmaraş ili Türkoğlu bölgesi dolomitik kireçtaşlarının üst jura alt kretesa yaşlı andırın kireçtaşı formasyonu, Gaziantep karpuzkaya bölgesindeki killi kireçtaşlarının eosen yaşlı Gaziantep kireçtaşı formasyonu ve Gaziantep ili Karataş bölgesinde bulunan bazalt kayalarının pliyosen yaşlı Yavuzeli bazaltları olduğu belirlenmiştir.

3. Kayaçlara XRD analizleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirildiğinde; dolomitik kireçtaşı örneklerinin ana bileşenlerini çoğunlukla dolomit minerallerinden, mikritik kireçtaşı örneklerinin ve killi kireçtaşı örneklerinin ana bileşenlerini çoğunlukla kalsit minerallerinden ve bazalt örneklerinin çoğunlukla anortit, ojit, montmorillonit, götit ve klorit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Ana elementler açısından ise asfalt karışımına etki edecek zararlı bir minarele rastlanmadığı belirlenmiştir. Nadir toprak elementleri açısından mikritik kireçtaşında ve killi kireçtaşında nadir toprak elementleri içeriğin fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun ise asfalt yol kalitesine olumsuz etki yapmaktadır.
4. Mikritik kireçtaşı ve killi kireçtaşı agregalarından alınan örneklerin aşınma kaybı değerlerinin istenilen standartlara uymadığı ve bazalt agregalarından alınan örneklerinin su emme değerlerinin standartlara uymadığı belirlenmiştir.
5. Marshall kriterleri açısından örnekler değerlendirildiğinde; asfaltla dolu boşluk oranı killi kireçtaşı ve bazaltta KTS (2006)' inde istenilen değerleri sağlamadığı, bazalt örneğinin filler/bitüm oranının istenilen değer dışında kaldığı ve agregalar arası boşluğun killi kireçtaşında istenilen değerlere uymadığı belirlenmiştir.
6. İnceleme yapılan agregalarda her ne kadar standartlar dışı olumsuzluklar olsa da ihtiyaçların karşılanmasında ekonomik kriterler büyük önem arz etmektedir. Maliyetlerin yüksek çıkmaması adına bu çevrelerde yapılan üst yapı çalışmalarında bu dört örnekten de elde edilen agregaların kullanıldığı görülmektedir.
7. Tüm bu özellikler göz önünde tutulduğunda incelenen örneklerin asfalt agregası olarak marshall parametrelerinde deneme yanılma yöntemi ile değişiklik yapılarak istenilen standartların yakalanarak kullanılabilceği düşünülmektedir. Jeokimyasal ve fiziko-mekanik özellikler bakımından değerlendirilen dört agrega örneklerinden elde edilen deney sonuçlarına göre ekonomik açıdan dolomitik kireçtaşı ile yapılan sıcak asfalt karışımlarının daha kaliteli olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- ALICI, P., TEMEL, A., GOURGAUD, A., VİDAL, P., GÜNDOĞDU, M. 2001. Quaternary Tholeiitic to Alkaline Volcanism in the Karasu Valley, Dead Sea Rift Zone, Southeast Turkey: Sr-Nd-Pb-O Isotopic and Trace-Element Approaches to Crust-Mantle Interaction. *International geology*.
- ANON, 1979. Classification of rocks and soils for engineeringgeological mapping. Part 1- rock soil materials, *Bull.Int. Assoc. Eng.Geol.*, 19:364-371.
- ARAL, İ.F. 2004. Karatepe bazaltlarının (Çorlu-Tekirdağ) yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 17, S.2, s.69-76.
- ARGER, J., MITCHELL, J., WESTAWAY, R. 2000. Neogene and Quaternary volcanism of southeastern Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A. (Eds.), *Tectonics and Magmatism of Turkey and the Surrounding Area*. Geological Society, London, Special Publication 173, 459-487.
- ASTM, 1990. Standart test method for soundness of aggregates by use of sodium sulphate or magnesium sulphate. *Annual Book of ASTM Standards Designation: C 88 - 90*, 37.
- AYDAN, Ö., TANO, H., WATANABE, H., ULUSAY, R., TUNCAY, E. 2007a. Kapadokya bölgesinde antik ve güncel kaya yapılarının kaya mekaniği açısından değerlendirilmesi. *Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu*, 17-20 Ekim 2007 Niğde, *Bildiriler Kitabı*, 1-12.
- AYRANCI, B. 1970. Orta Anadolu'nun Kayseri civarındaki Erciyes volkanik bölgesinin kantitatif incelemelere istinaden petroloji ve jeolojisi, *MTA Dergisi*, 74: 13-24.
- BABA, A., KAYA, A., TÜRK, N. 2005. Fairy Chimneys of Cappadocia and their engineering properties. *Journal of Applied Sciences*, ISSN 1812-5654, 5 (5): 800-805.
- CEYLAN, 2006, Bitümlü Sıcak Karışımlarda Filler Olarak Carboniferous-Triassic Kayaç Tozlarının Kullanılması Ve Etkisi Seyfullah Ceylan Yüksek Lisans Tezi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Konya.

- CAM, I., KILIÇ, R., ACIR, O. 2003. Useability of Korkuteli limestone as a building stone (Antalya, Turkey). Proceedings of industrial materials and building stones, İstanbul, Turkey, pp. 93-97.
- CORMON 1973. Beton de granulats legers. Edition Eyrolles, Paris.
- ÇAPAN, U.Z. VİDAL, PH., CANTAGREL, J.M. 1987. K-Ar, Nd, Sr and Pb isotopic study of Quaternary volcanism in Karasu valley (Hatay), N-end of Dead Sea rift zone in SE Turkey. *Yerbilimleri*, 14, 165-178.
- ÇAPİK, M., YILMAZ, A.O. 2009. HARŞİT (Giresun granitlerinin fiziko mekanik özelliklerinin araştırılması. *Yapı teknolojileri elektronik dergisi*, c. 5, No: 2, s. 17-32.
- ÇOBANOĞLU, İ., ÖZPINAR, Y., ÖZBEK, A. 2003. Engineering properties of tuffs in the Sandıklı region (Afyon-Turkey) and their possible use as concrete aggregates. *Bull. Eng. Env., Springer*, 62: 369-378.
- DİNÇ, E., ve Yazıcı, A., (2000) Superpave Bitüm Deneyleri ve Agregada Gradasyonu, 3. Asfalt Sempozyumu, Ankara, 16-17, 161-172
- EMİRDAĞ Adaçal (Afyonkarahisar) Kireçtaşlarının Beton Agregaları Standardına Uygunluğunun Araştırılması Fatma Yılmaz, Selçuk Koltka ve Eyüp Sabah Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar 25 Ekim 2011
- ERCAN, T. 1985. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- ERDOĞAN, Y., 2001. Çukurova Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Mühendislik Özelliklerinin Belirlenerek Yapı ve Kaplamacılıkta Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Ç. Ü. Fen Bilimleri Yüksek Mühendislik Tezi, Adana.
- GÜNER VE BAŞ, H. 1983A. Erciyes yanardağının jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri: TJK 37. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri özetleri kitabı, 156-157.

- GÜNGÖR, A.G., Sağlık, A., (2008) Türkiye Bitümlerinin Performans Sınıflarının Belirlenmesi, I. Karayolu Kongresi, Ankara, 185-194
- INNOCENTİ, F.; MAZZUOLİ, R.; PASQUARE, G.; RADİCATİ, F. VE VİLLARİ, L. 1975. The Neogene Calc-alkaline Volcanism of Central Anatolia; Geochronological data on Kayseri-Niğde area: Geol. Mag., 112/4, 349-360.
- ISRM 1981. In: Brown E.T., editor. ISRM Suggested Method: Rock Characterization, Testing and Monitoring. Pergamon Press.
- KETİN, I. 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. I.T.Ü.Kütüphanesi, s. 1259, 595.
- KORKANÇ, M., 2007. İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Sayı 66, Cilt 31 (1), 40-49.
- KUŞÇU, M., ve YILDIZ, A. 2001. Ayazini (Afyon) tüflerinin yapıtaşı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001) Bildiriler Kitabı, Afyon.
- LE MAITRE, R.W., BATEMAN, P., DUDEK, A., KELLER, J., LAMEYRE LE BAS, M.J., SABINE, P.A., SCHMID, R., SORENSEN, H., STRECKEISEN, A., WOOLLEY, A.R., ZANETTIN, B. 1989. A classification of igneous rocks and glossary of term. Blackwell, Oxford.
- MCGENNIS, R.B., SHULER, S., BAHAI, H.U., (1994) Background of Superpave Asphalt Binder Test Methods, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-SA-94-069, Lexington, 1-86
- ÖNER, F., TÜRKMEN, S., ÖZBEK, A., KARAKAYA, T. 2006. Engineering properties of Hınıs ignimbrites and their usability as a building Stone. Environ.Geol.,50:275-284.
- PARLAK VE ARK. (1998), Geochemistry and geochronology of basaltic rocks in the Karasu graben around Kırıkhan (Hatay), Southern Turkey

- PASQUARE, G. 1968. Geology of the Cenozoic Volcanic area of Central Anatolia: Atti Della Accad. Nazio. Dei. Lincei, Memorie, ser. 8, 9/3, 55-204.
- POLAT, A., KERRİC, R., CASEY, J. F. 1997. Geochemistry of Quaternary basalts erupted along the east Anatolian and Dead Sea fault zones of southern Turkey: implications for mantle sources. Lithos, .40 (1), 55-68.
- SAĞLIK, A., (2009) Türkiye’de üretilen rafineri bitümlerinin Karayolu Üstyapılarında Kullanımı İçin Performans Sınıflarının Belirlenmesi Bitümlerinin Performans Sınıflarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ünivesitesi, Ankara
- SAĞLIK, A., (2009) Türkiye’de üretilen rafineri bitümlerinin Karayolu Üstyapılarında Kullanımı İçin Performans Sınıflarının Belirlenmesi Bitümlerinin Performans Sınıflarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ünivesitesi, Ankara
- ŞİMŞEK, O., ERDAL, M. 2004. Investigation of some mechanical and physical properties of the Ahlat Stone (Ignimbirite) . G.U. Journal of Science, 17 (4): 71-78.
- T.S.E. 2003. TS 706 EN 12620 Beton Agregaları. Nisan 2003, Ankara.
- T.S.E., 1977. TS 2517 Alkali Agrega Reaktivitesinin Kimyasal Yolla Tayini. Mart 1977, Ankara.
- T.S.E., 1980. TS 707 Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi. Aralık, 1980, Ankara.
- T.S.E., 1987, TS 699 Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deney Metotları, Ocak, 1987, Ankara.
- T.S.E., 1997. TS 10088 EN 932-3 Agregaların Genel Özellikleri İçin Deneyler Kısım 3: Basitleştirilmiş Petrografik Tanımlama İçin İşlem ve Terminaloji. Nisan 1997, Ankara.
- T.S.E., 1999, TS EN 932-2 Agregaların Genel Özellikleri için Deneyler Bölüm 2: Laboratuar Numunelerin Azaltılması Metodu. Nisan, 1999, Ankara.

- T.S.E., 1999. TS 1097-3 Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyle-
Gevşek Yığın Yoğunluğunun ve Boşluk Hacminin Tayini. Nisan 1999, Ankara.
- T.S.E., 1999. TS 3530 EN 933-1 Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyle Bölüm
1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini-Eleme Metodu. Nisan, 1999, Ankara.
- T.S.E., 1999. TS 9582 EN 933-3 Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyle- Tane
Şekli Tayini Yassılık Endeksi. Nisan 1999, Ankara.
- T.S.E., 2000. TS 1097-2 Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyle-
Parçalanma Direncinin Tayini için Metotlar. Nisan 2000, Ankara.
- T.S.E., 2000. TS 1744-1 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyle- Kimyasal
Analiz. Nisan 2000, Ankara.
- T.S.E., 2001. TS 3814 Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyle-Tane Şeklinin
Tayini-Şekil İndisi. Kasım 2001, Ankara. 94
- T.S.E., 2001. TS 933-8 Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyle-İnce Tanelerin
Tayini-Kum Eşdeğer Tayini. Mart 2001, Ankara.
- T.S.E., 2001. TS 933-9 Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyle-İnce Tanelerin
Tayini-Metilen Mavisi Deneyi. Mart 2001, Ankara.
- T.S.E., 2001. TS EN 1367-1 Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri için Deneyle-
Bölüm 1: Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini. Kasım, 1999, Ankara.
- T.S.E., 2002. TS 1097-6 Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyle- Tane
Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini. Mart 2002, Ankara.
- TATAR, O., PIPER, J.D.A., GÜRSOY, H., HEIMANN, A. AND KOÇBULUT, F. 2004.
Neotectonic deformation in the transition zone between the Dead Sea Transform
and the East Anatolian Fault Zone, Southern Turkey: A palaeomagnetic study of
the Karasu Rift Volcanism. Tectonophysics, 385, p.17-43.
- TCK Yollar Fenni Şartnamesi, (1994), Agrega Granölometri Şartnamesi, Karayolları
Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.

- TERLEMEZ, H.Ç.I., ŞENTÜRK, K., ATEŞ, Ş., SÜMENGİN, M., ORAL, A. 1992. Gaziantep dolayının ve Pazarcık-şakçagöz-Kilis-Elbeyli-Oğuzeli arasının jeolojisi: MTA Rap. no. 9526, Ankara (yayınlanmamış).
- TERREL, R.L., Wang, C.K., (1971), Early Curing Behaviour of Cement Modified Asphalt Emulsion Mixtures, Proc., AAPT, Vol. 40, pp. 108-125.
- The Shell Bitumen Handbook, (1990), Mechanical Testing Of Bituminous Mixes, Part 14.
- TOPAL, T., Doyuran, V. 1997. Engineering geological properties and durability assesment of the Cappadocia Tuff. Eng. Geology, 47: 175-187.
- TOPAL, T., SÖNMEZ, b. 2001. Characteristics of the weathiring zones developed within the tuffs of the Midas monument. Turkish j earth Sci Tubitak, 10: 83-91.
- TS 1083, (1972), Yol Üstyapılarında Kullanılan Sıvı Petrol Asfaltları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 1084, (1972), Yol Üstyapılarında Kullanılan Katranlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2513 1993. Doğal Yapı Taşları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 3526, (1980), Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.
- TS 3655, (1981), Beton Agregalarında Dona Dayanıklılık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.
- TS 3694, (1981), Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.
- TS 699 1987. Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deneme Metotları, Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.
- TS 706, (2003). Beton Agregaları. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TUNA, D. 1973. VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu :TPAO. Rapor no.813, 13s., Ankara (yayınlanmamış).

- TURGUT, P., YEŞİLNACAR, M.I. 2008. Physico-thermal and mechanical properties of Şanlıurfa limestone, Turkey. Bull Eng Geol Environ, 67:485-490.
- ULU, Ü., GENÇ, Ş., GİRAY, S., METİN, Y., ÇÖREKÇİOĞLU, E., ÖRÇEN, S., ERCAN, T., YAŞAR, T., KARABIYIKOĞLU, M. 1991. Belveren-Araban-Yavuzeli-Nizip-Birecik olayının jeolojisi, Senozoyik yaşlı ve volkanik kayaçların petrolojisi ve bölgesel yayılımı: MTA Rap. no.9226, Ankara (yayınlanmamış).
- ULUSAY, R., AKAGİ, T., ITO, T., SEİKİ, T., YÜZER, E., AYDAN, Ö. 1999. Long term mechanical characteristics of Cappadocia tuff. Proceedings of the 9 ISRM International Congress, G.Vouille and P. Berest (eds.), Paris, France, A.A. Balkema, 687-690.
- USTA, D. ve BEYAZÇİÇEK, H., 2006. Adana ilinin jeolojisi, M. T. A. Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana (yayınlanmamış).
- VENUAT, M. 1983. Du beton mousse au beton de polymeres. Cah. Tech. Du Bafiment, No:52, Mai, Paris.
- WILSON, H.H., KRUMMENACHER, R., 1957, Geology and oil prospects of Gaziantep region, SE, Turkey: Petrol Dai. Bşk. teknik arşivi, Ankara (yayınlanmamış).
- YAĞIZ, S. 2010. Geomechanical properties of construction stones quarried in southwestern Turkey. Scientific research and essays, Vol. 5(8), pp. 750-757.
- YOLDEMİR, O. 1987. Suvarlı-Haydarlı-Narlı Gaziantep arasında kalan alanın jeolojisi, yapısal durumu ve petrol olaraları: TPAO Rap. no. 2257, 60s. Ankara (yayınlanmamış).
- GEZER B.B Adana 2009 Mersin ili çelebili köyü içmeler mevkiinde yüzeyleyen kireçtaşlarının beton ve asfalt agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi yüksek lisans tezi.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Hüseyin SEMERCİ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.10.1980 Kahramanmaraş
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 530 202 92 03
e-posta : huseyinsmc@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı	2013
Uzmanlık	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İ.S.G Uzmanlığı	2012
Lisans	Çukurova / Maden Mühendisliği Bölümü	2005
Lise	Kahramanmaraş İng.Ağr. Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1999-2001	Kahramanmaraş Y.S.S Esnaf	Üst Düzey Yönetici
2007-	Kahramanmaraş Belediyesi	Maden Mühendisi
2007-	Kahramanmaraş Belediyesi	Teknik Nezaretçi

Yabancı Dil

İngilizce