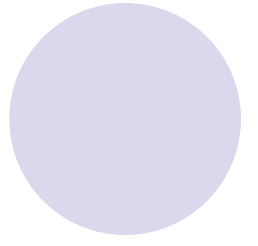
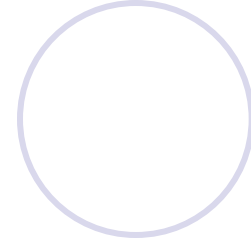
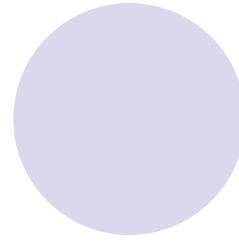
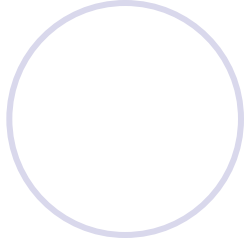
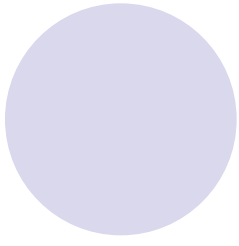


DİYARBAKIR MERMER TOZ ARTIKLARININ TAŞ MASTİK ASFALT YAPIMINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

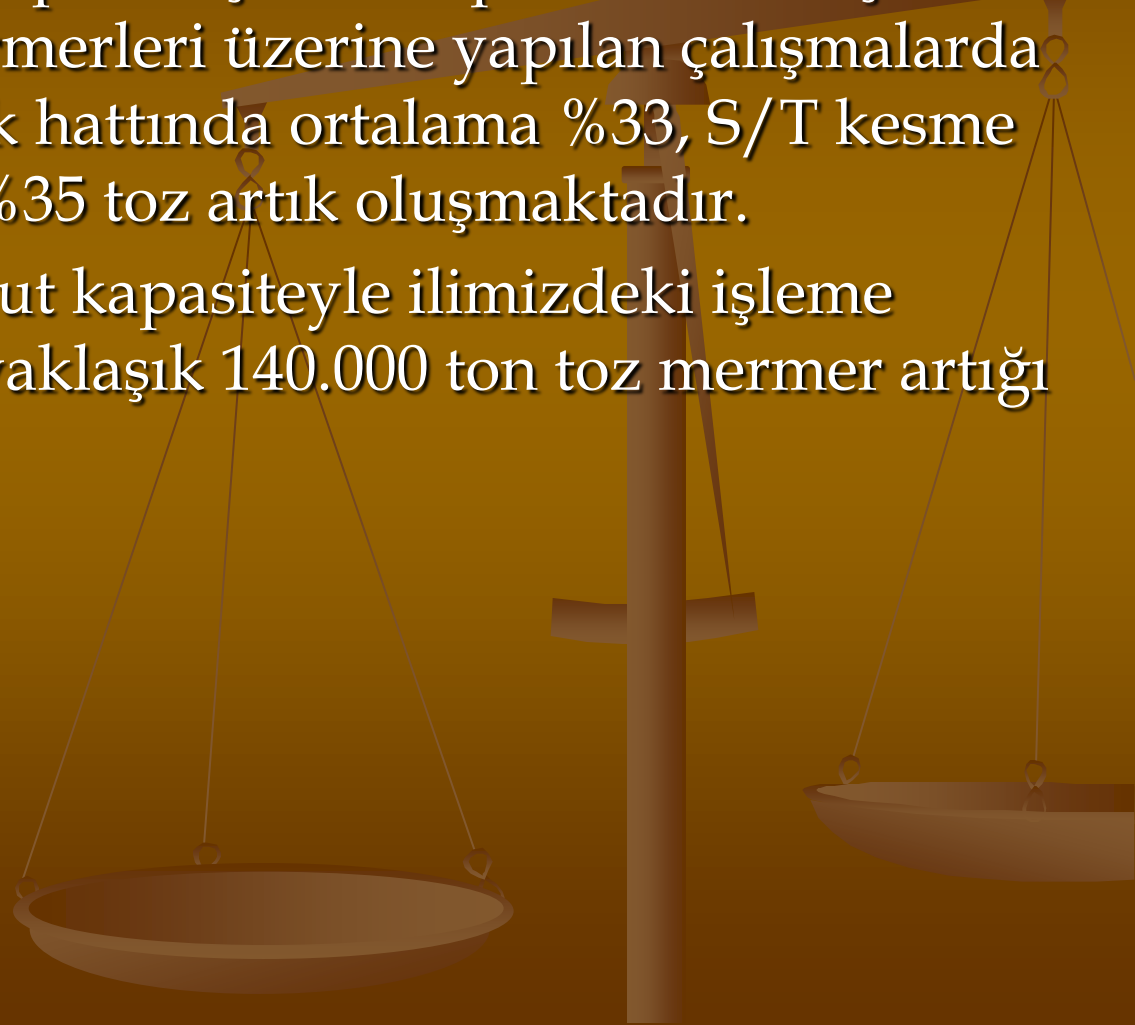
1.GİRİŞ

- Mermer üretiminde ülkemiz dünyada önemli bir yere sahiptir. Mermer ocak işletmeciliği ve işleme tesislerinde ortaya çıkan parça ve toz boyutundaki artıklar ticari ürün miktarına oranla oldukça fazla miktarlarda ortaya çıkmaktadır.
- Sadece mermer işleme fabrikalarında işlenen mermerlerin yaklaşık %30'u toz artık olarak ortaya çıkmaktadır.



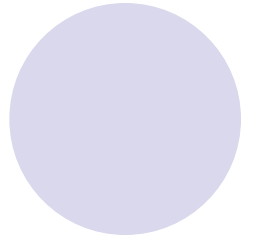
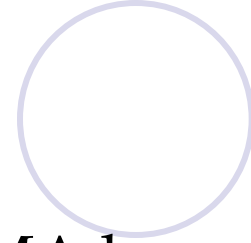
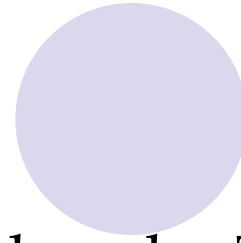
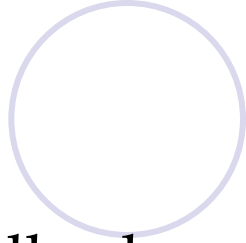
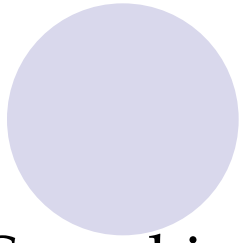
- Her türlü mermer artığının farklı yöntem kullanılarak değişik alanlarda ekonomiye kazandırılması mümkün olmasına rağmen, ilimizdeki mermer artıklarının çok az düzeyde değerlendirilmesi, ocak ve işleme tesislerinin yoğunlaştığı bölgelerde önemli bir görsel kirlilik oluşturmaktadırlar.
- Diyarbakır'da sayıları 27'ye varan mermer işleme fabrikasından oluşan gerek toz ve gerekse parça artıklar hemen hemen hiç kullanılmamaktadır.

- Toplamda 3 milyon m² plaka işleme kapasitesine ulaşan bu fabrikalarda bölge mermerleri üzerine yapılan çalışmalarda (2 cm plaka için) katrak hattında ortalama %33, S/T kesme hattında ise ortalama %35 toz artık oluşmaktadır.
- Bu oranlara göre mevcut kapasiteyle ilimizdeki işleme fabrikalarından yılda yaklaşık 140.000 ton toz mermer artığı oluşmaktadır.



- Özellikle 2000 yılı sonrası artan fabrikalardan oluşan artıklara geçmiş yıllarda oluşan mermer artıkları eklendiğinde büyük rakamlara ulaşılmaktadır.
- Çoğunlukla organize sanayi bölgesinde yer alan bu fabrikalardan üretim sırasında oluşan mermer toz artıkları Deve Geçidi vadisinde büyük yığınlar oluşturmakta ve bu da önemli bir görsel kirliliğe neden olmaktadır.
- Zira bu mermer tozlarının farklı alanlarda değerlendirilmesi olanaklarının araştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu potansiyel alanlardan biri de sıcak asfalt karışımlarıdır.

- Son yıllarda Avrupa ve Amerika'da yol yapımında uzun ömürlü üst yapılar geliştirilmiştir. Altmışlı yılların sonunda, birkaç büyük asfalt üretim firması tarafından özel bazı karışımlar hazırlanıp, kendilerine ait ticari isimler ile pazara sunulmuştur
- Daha sonra bu karışımlar belli bir standarda getirilmiş ve Almanca olarak 'Splittmastixasphalt' (SMA), Türkçe'de Taş Mastik Asfalt (TMA) olarak adlandırılmıştır. Ağır trafik yüklerine maruz kalan karayolları aşınma tabakasında, asfalt beton ve TMA prototip karışımlarında farklı performans görülmüştür.



- Sonraki yıllarda yapılan incelemeler TMA karışımının, asfalt beton karışımından daha iyi sonuçlar verdiğini kanıtlamıştır. Sonuç olarak, 1984 yılında TMA onaylanmış ürün sınıfına girerek, Alman Ulaşım Bölümü (Federal Department of Transportation) tarafından standart olarak hazırlanmıştır.
- Almanya'da günümüze kadar 40 yıllık deneyim ile TMA uygulanmaktadır. TMA temel olarak **kaba agrega, ince agrega, mineral filler, bitüm ve katkılardan** (selülozik elyaf, mineral elyaf, polimerler, suni silika malzemeler) oluşmaktadır.

- Bu çalışmada Diyarbakır mermer sektöründe oluşan toz artıkların değerlendirilmesi amacıyla, TMA dizaynında mineral filler olarak mermer tozunun kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Dimer mermer fabrikasından alınan mermer tozunun bazı önemli malzeme özellikleri belirlenmiş, öngörülen TMA dizaynı doğrultusunda Marshall deney numuneleri hazırlanmış ve deneyler gerçekleştirilerek ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.



2.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

- Deneyisel çalışmalar başlıca iki aşamada gerçekleştirilmiştir.
- Birinci aşamada önceki deneyimler de dikkate alınarak TMA şartnamesine uygun bir asfalt dizayn gradasyonu hazırlanmış ve bu dizaynı oluşturan agrega ve mineral filler malzemesinin bazı önemli malzeme özellikleri belirlenmiştir.
- İkinci aşamada ise, öngörülen dizayna uygun, sıcak asfalt uygulamalarında kullanılan Marshall deney metoduna uygun numuneler hazırlanarak gerekli deneyler gerçekleştirilmiştir.

2.1. Kullanılan Agregat ve Mineral Filler

- Deneyisel çalışmada mineral filler olarak % 3, Diyarbakır Organize Bölgesi'nde yer alan Dimer Mermer Fabrikası'na ait toz mermer artığı, % 5,8 bazalt tozu kullanılmıştır. Kaba ve ince agregat olarak ise bazalt kullanılmıştır.
- Kullanılması öngörülen karışım Karayolları Tip-I şartnamesine uygun olarak hazırlanmıştır. Dizayna esas alınan karışımın elek analizleri yapılarak karışım gradasyonu sonuçları ve şartname limitleri Tablo 1'de verilmiştir.

■ Tablo 1. Karışım Gradasyonu ve Şartname Limitleri.

Elek Açıklığı mm (inc)	Karışı Gradasyonu % Geçen	Tölerans Limitlerine Göre % Geçen	Şartname Limitleri Tip-I
19,0 (3/4")	100	100	100
12,5 (1/2")	92,0	90,0-96,0	90-100
9,5 (3/8")	62,9	58,9-66,9	50-75
4,75 (No:4)	35,7	32,7-38,7	25-40
2,00 (No:10)	28,2	25,2-30,0	20-30
0,425 (No:40)	15,4	12,4-18,4	12-22
0,180 (No:80)	11,8	9,0-14,8	9-17
0,075 (No: 200)	8,8	8,0-10,8	8-14

- Tablo 1’de görüldü gibi bu karışım ağırlıkça % 64,3 kaba agrega, % 26,9 ince agrega ve % 8,8 mineral fillerden oluşmaktadır. Karışımındaki malzemelerin ve karışımın özgül ağırlığı, zahiri özgül ağırlığı, kaba agreganın aşınma kaybı, don kaybı, yassılık indeksi, soyulma mukavemeti, kaba ve ince agreganın absorpsiyon değerleri belirlenerek Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Karışımdaki Malzemelerin Bazı Önemli Özellikleri.

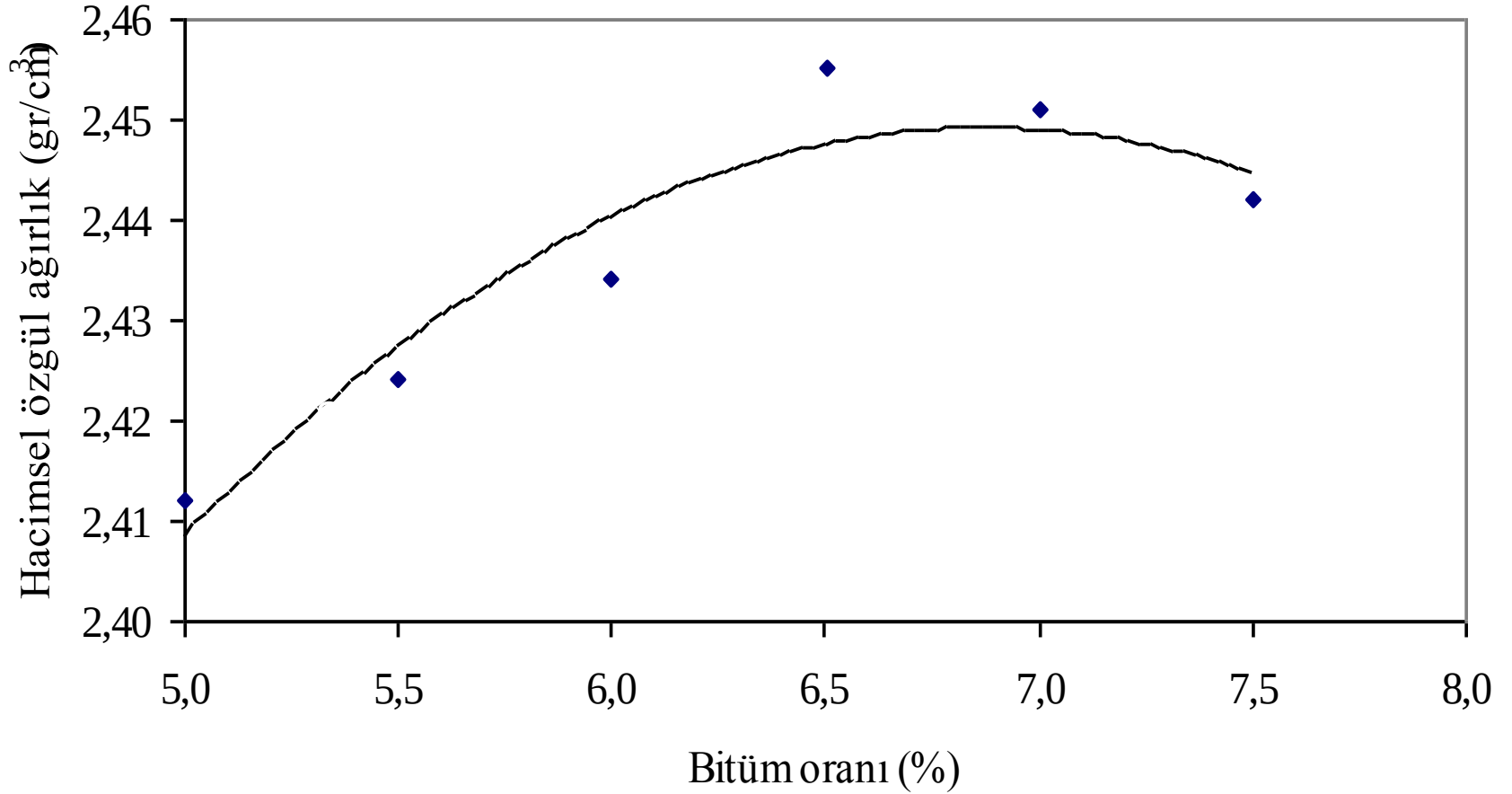
	Kaba agrega	İnce agrega	Karışım	Filler (bazalt tozu)	Filler (mermer tozu)
Özgül ağırlık (gr/cm³)	2,724	2,733	2,740		
Zahiri özgül ağırlık (gr/cm³)	2,871	2,898	2,879	2,908	2,855
Efektif özgül ağırlık (gr/cm³)			2,806		
Aşınma kaybı (%)	14,8				
Don kaybı (Na₂SO₄)	2,17				
Yassılık indeksi	20,1				
Absorbsiyon	1,9	2,1			
Soyulma mukavemeti	30-35				
Soyulma muk. (PMB %5 kraton 1101D)	45-50				

- Ayrıca kullanılan mermer tozunun likit ve plastik limitler deneyi yapılarak malzemenin “non plastik” olduğu belirlenmiştir. Kil topakları deneylerinde de kil topağına rastlanmamıştır.

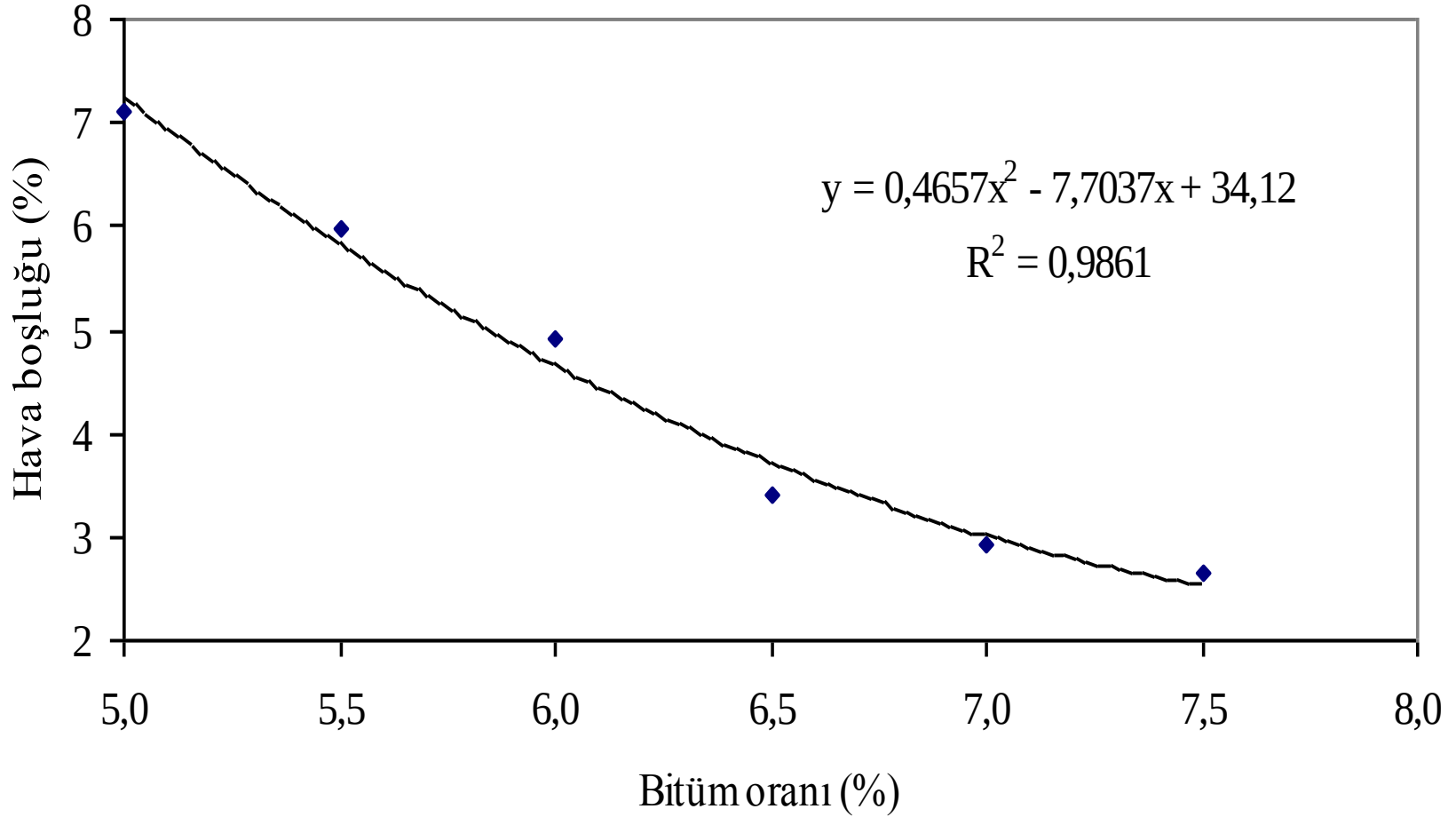
Taş Mastik Asfalt Deneyleri

- ❑ TMA karışımlarının laboratuvar ortamında performanslarının belirlenmesi için Marshall yöntemi kullanılarak stabilite ve akma deneyleri yapılmıştır.
 - ❑ TMA dizaynı için bitüm oranı % 0,5 arttırılarak altı farklı bitüm oranına sahip Marshall deney numuneleri hazırlanmıştır. Her bir bitüm değerinde üç adet numune olmak üzere altı farklı bitüm oranında toplam 18 deney numunesi hazırlanmıştır.
 - ❑ Bu numunelerin havadaki ve sudaki ağırlıkları, doygun yüzey kuru ağırlık, hacim, hacimsel özgül ağırlık boşluk, VMA, asfaltla dolu boşluk özellikleri tespit edilmiştir.
-

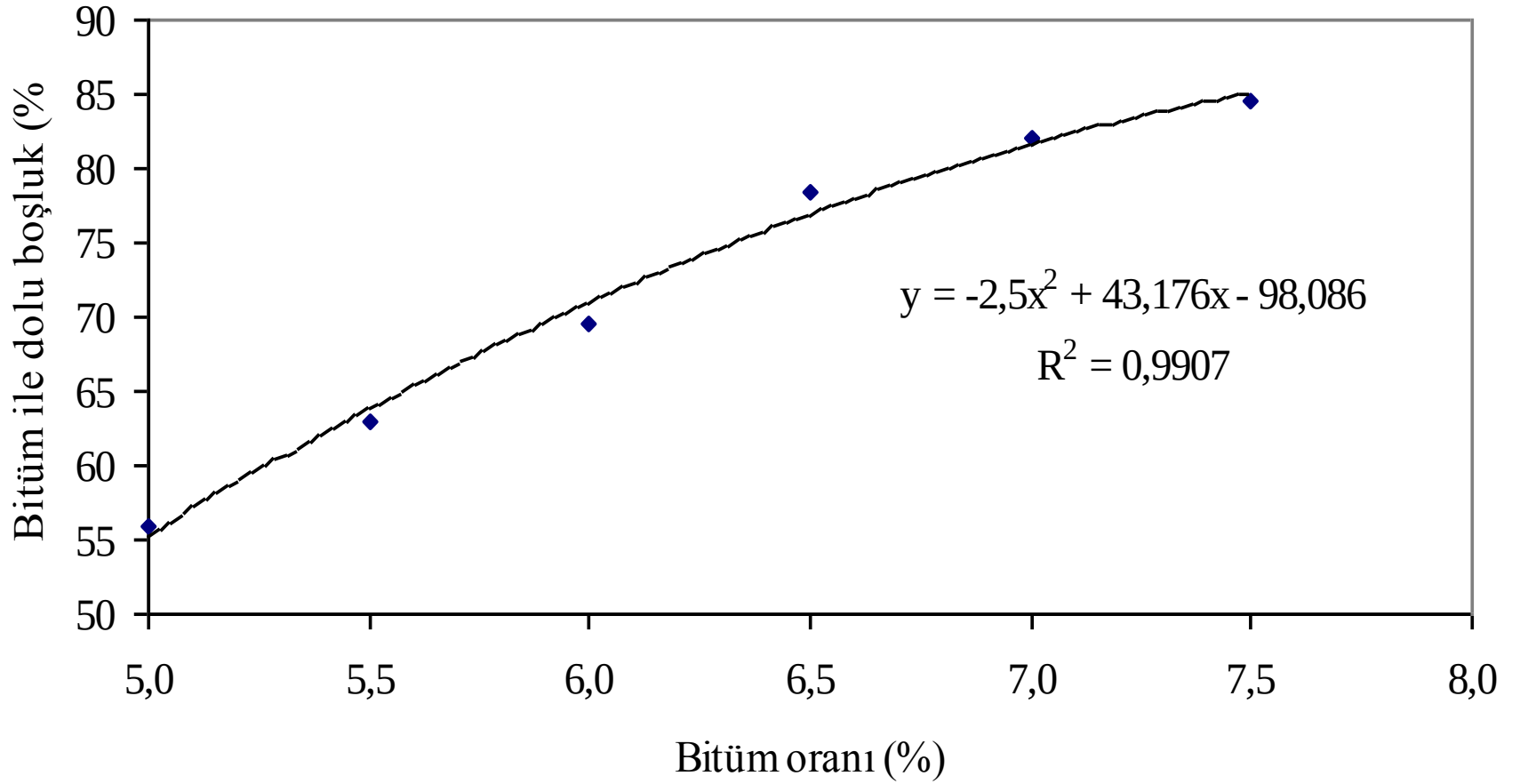
- Ardından numuneler gerçek yaşamda karşılaşılabilecekleri en kötü şartlarda, 60 C lik su banyosunda 30 ile 40 dakika bekletildikten sonra Marshall Stabilite ve Akma ölçer cihazına yerleştirilerek, numunenin kırılmasını sağlayan yük (kg) miktarı olan stabilite ve kırıldığı andaki deformasyon miktarı olan akma (mm) değerleri ölçülmüştür.
- Daha sonra elde edilen değerler kullanılan sırasıyla aşağıda belirtilen grafikler çizilmiştir (Şekil 1-6).



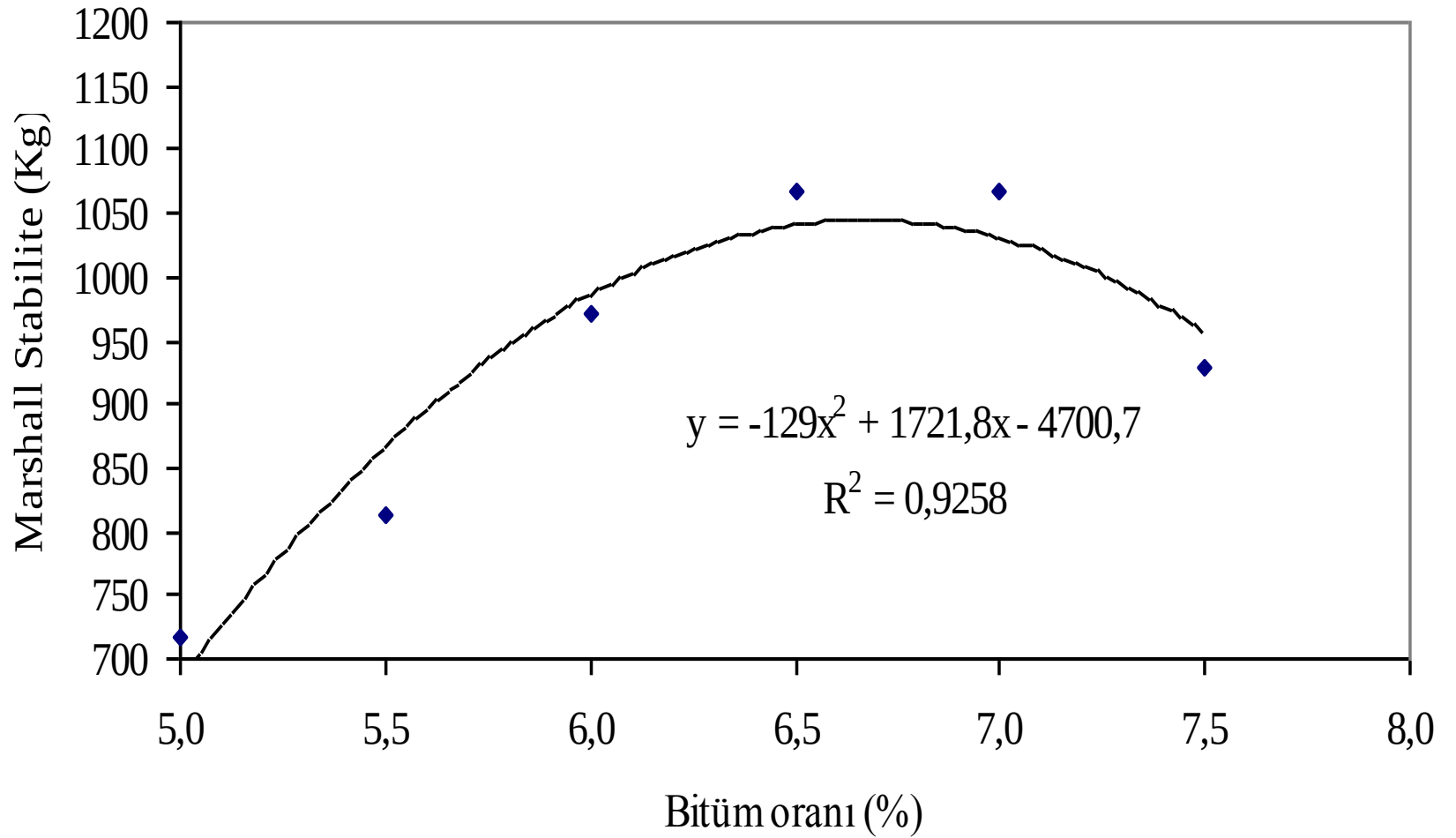
Şekil 1. Hacimsel özgül ağırlık-bitüm içeriği



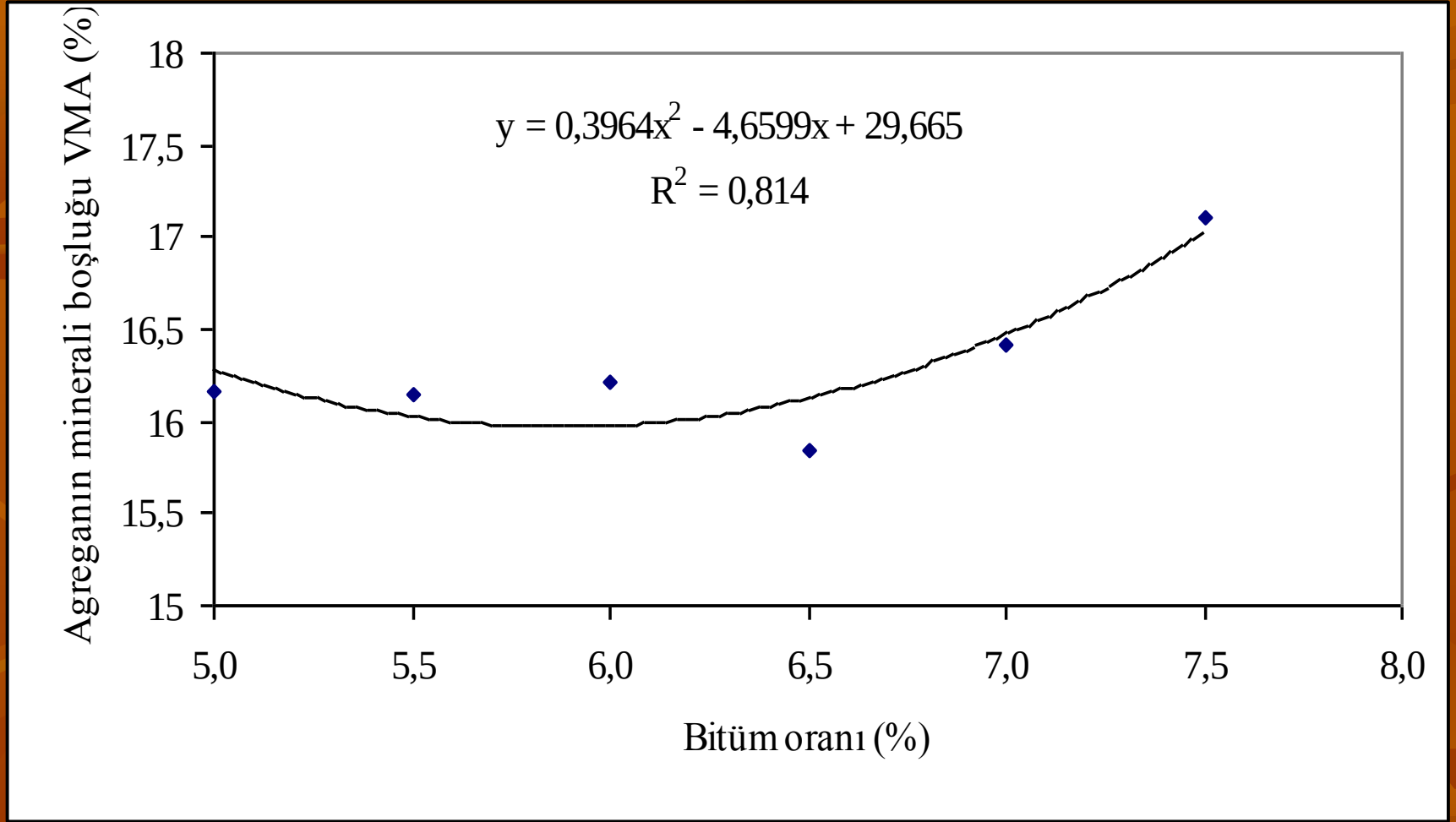
Şekil 2. Hava boşluğu-bitüm içeriği



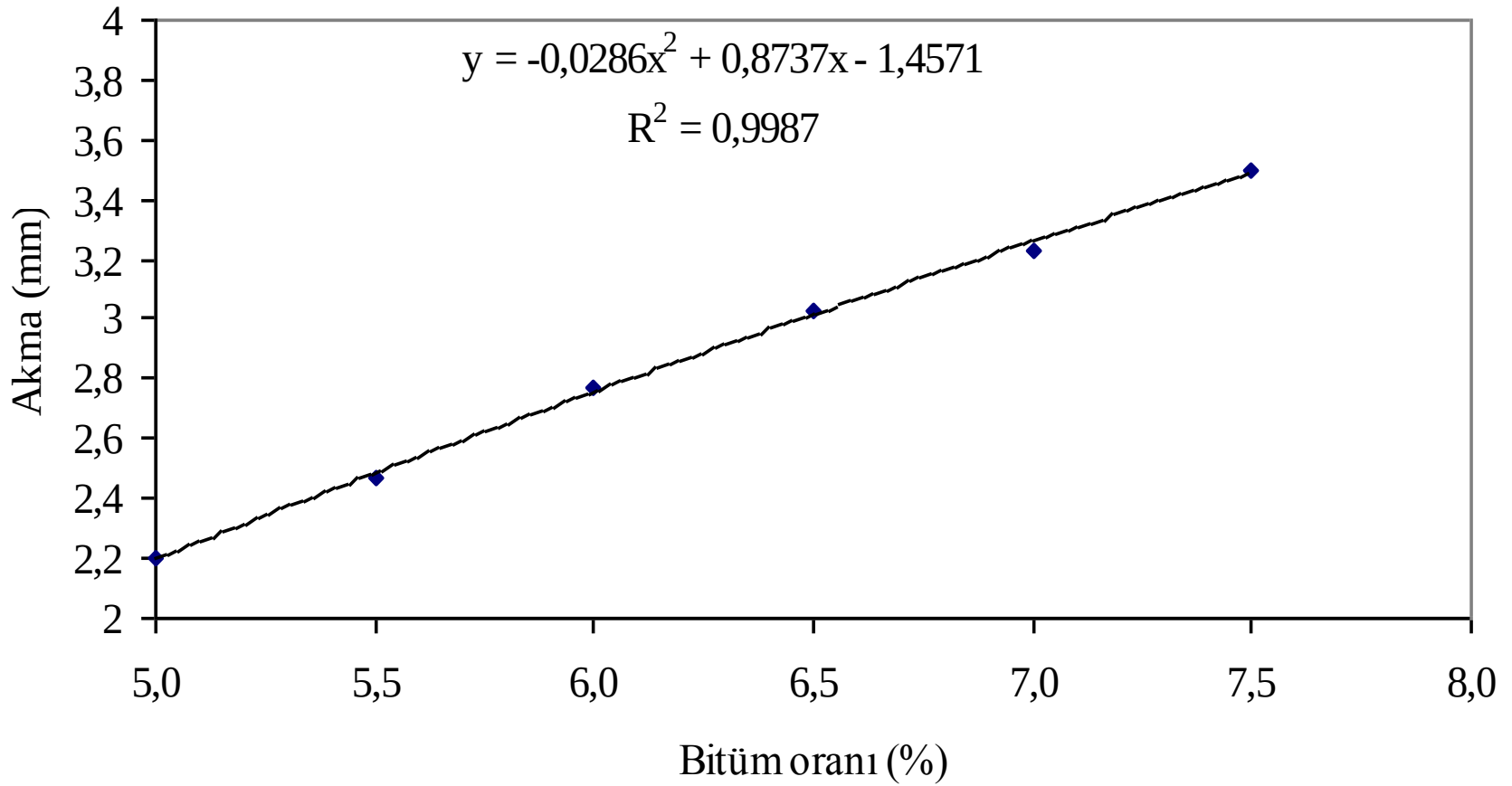
Şekil 3. Bitümle dolu boşluk-bitüm içeriği



Şekil 4. Marshall stabilite-bitüm içeriği



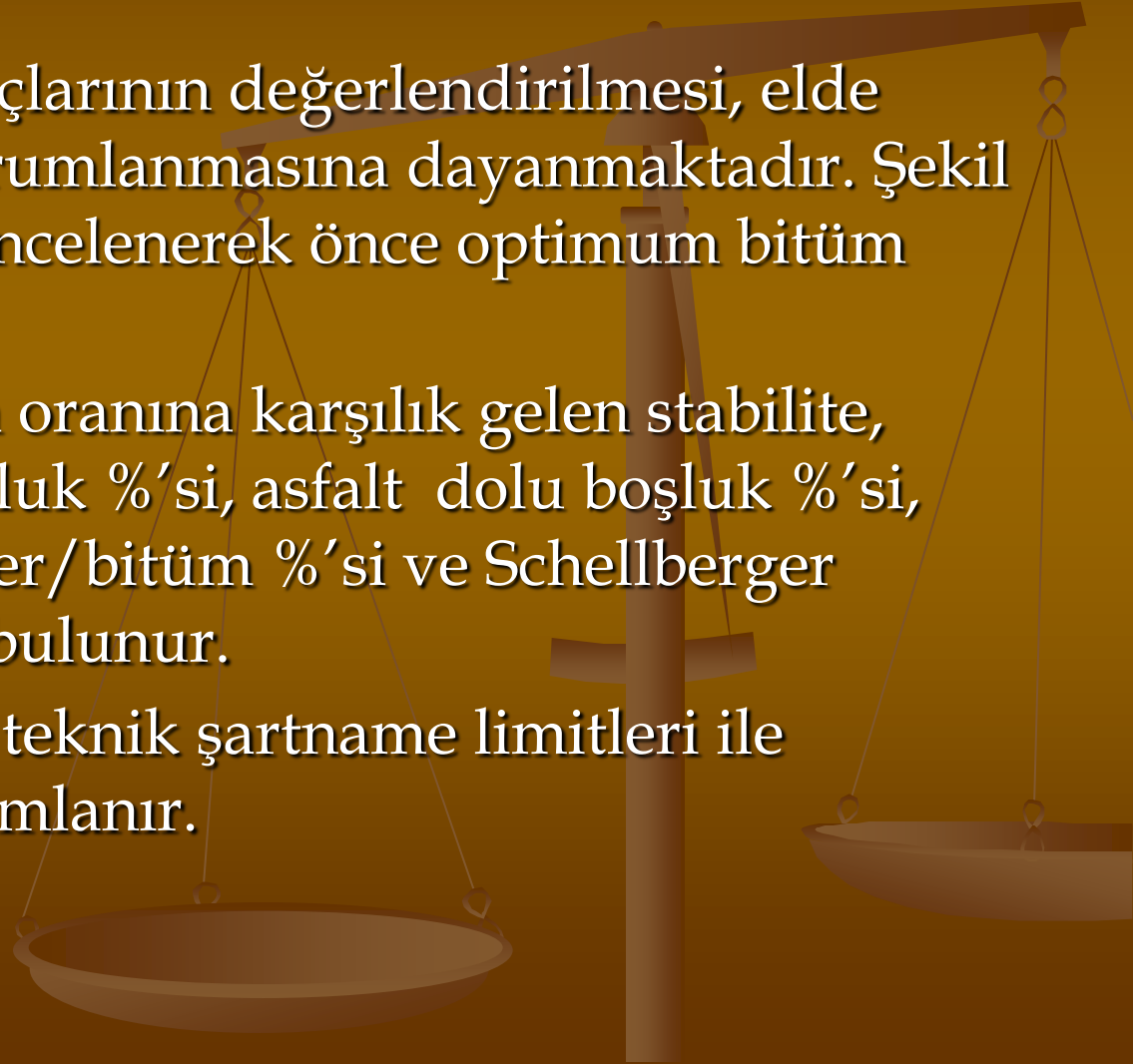
Şekil 5. Agreganın mineral boşluğu-bitüm içeriği

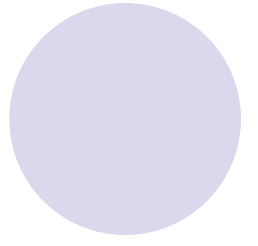
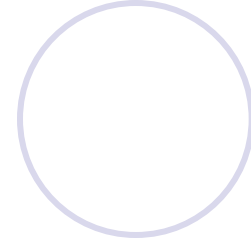
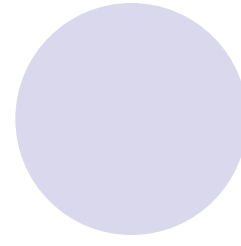
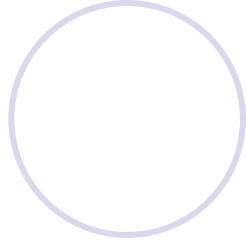
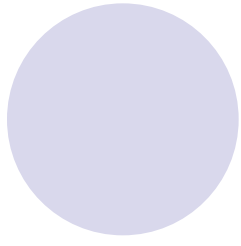


Şekil 6. Marshall akma-bitüm içeriği

3. Deney sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Marshall deney sonuçlarının değerlendirilmesi, elde edilen grafiklerin yorumlanmasına dayanmaktadır. Şekil 1-6' da ki grafikler incelenerek önce optimum bitüm oranı bulunur.
- Daha sonra bu bitüm oranına karşılık gelen stabilite, pratik yoğunluk, boşluk %'si, asfalt dolu boşluk %'si, VMA %'si, akma, filler/bitüm %'si ve Schellberger süzülme deney %'si bulunur.
- Bulunan bu değerler teknik şartname limitleri ile karşılaştırılarak yorumlanır.





- Bu çalışmada TMA tabakası dizaynı söz konusu olduğu için, TMA teknik şartnamesine göre boşluk yüzdesi % 3-4 arasında olması gerekmektedir. Bu nedenle Şekil 2’de boşluk oranı % 3,3 alınarak öncelikle optimum bitüm oranı % 6.60 olarak bulunmuştur.
- Daha sonra Şekil 1’de optimum bitüm oranı % 6.60 kullanılarak pratik yoğunluk 2,453 ton/m³ olarak bulunmuştur.
- Şekil 3’te optimum bitüm oranı % 6,60 kullanılarak bitümle dolu boşluk yüzdesi % 78,1 olarak bulunmuştur. Şekil 4’te % 6,60 bitüm oranına karşılık Marshall stabilite değeri 1080 Kg/cm² olarak bulunmuştur.

- Şekil 5'te optimum bitüm oranında VMA % 16,2 olarak bulunmuştur. Şekil 6.'da optimum bitüm değerine karşılık Marshall akma değeri 3,05 mm olarak bulunmuştur.
- Bulunan bu değerler teknik şartname ile karşılaştırılmış ve önerilen gradasyon ve bitüm oranı ile üretilen TMA'nın uygun bir dizayn olduğu sonucuna varılmıştır.
- Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yeni olan TMA uygulaması bu yıl içerisinde Şanlı Urfa'da 27 km yolun yapımına başlanmış olup, burada bu çalışmanın sonuçları dikkate alınarak 5000 ton mermer toz artığı kullanılımını kararlaştırılmıştır.

- Ayrıca şu anda planlama aşamasında olup, en geç 2011 yılında yapımına başlanacak olan Şanlı Urfa –Habur yolu yaklaşık 400 km uzunluğundadır.
- Bu yolda yaklaşık olarak 90 000 ton mermer toz atığı kullanılacaktır.
- Bu mermer toz artıkları yine Diyarbakır Organize Sanayi Bölgesinden karşılanabileceği düşünülmektedir.
- Böylece mermer toz artıkları çok ucuz olan dolgu malzemesi dışında, nitelikli ve elde edilmesi pahalı olan malzemelerin yerine kullanılabilme olanakları sağlanmış olacaktır.



4. Sonuç ve Öneriler

- Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ve öneriler aşağıda sıralamıştır.
- Diyarbakır Organize Sanayi bölgesindeki artıkları temsilen Dimer mermer fabrikasından alınan mermer toz artık numunelerinin elek analizleri ve fiziksel özellikleri belirlenmiş ve bu artıkların TMA da mineral filler malzeme olarak kullanılmaya uygun olduğu belirlenmiştir.
- TMA karışımlarının laboratuvar ortamında performanslarının belirlenmesi için Marshall yöntemi kullanılarak stabilite ve akma deneyleri yapılmıştır.

- Deney sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda Diyarbakır mermer toz artıklarının TMA yapımında kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.
- Gelecek yıl yapımına başlanacak olan Şanlı Urfa-Habur karayolunun TMA'sında yaklaşık olarak 90 000 ton mermer tozunun kullanılacağı hesaplanmıştır. Bu da mermer tozunun daha nitelikli işlerde kullanılabileceğini göstermektedir.
- Mermer toz artıklarının farklı nitelikli alanlarda kullanılmasını sağlayacak çalışmaların yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜRLER