

**T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON YOL KAPLAMASI İLE  
GELENEKSEL YOL KAPLAMALARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ömer OLAK**

**İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
İnşaat Mühendisliği Programı**

**TEMMUZ / 2022**



**T.C.**  
**İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON YOL KAPLAMASI İLE  
GELENEKSEL YOL KAPLAMALARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ömer OLAK**  
**(Y2013.090010)**

**İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı**  
**İnşaat Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN**

**TEMMUZ / 2022**

## ONAY SAYFASI

## ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yol Kaplaması İle Geleneksel Yol Kaplamalarının Karşılaştırılması:” adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazdığımı ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla beyan ederim. (18/07/2022)

Ömer OLAK

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında silindirle sıkıştırılmış beton kaplama, klasik beton kaplama, esnek kaplamalar ve kompozit kaplamalar ile karşılaştırılmıştır. Silindirle sıkıştırılmış beton kaplama, klasik beton kaplama, esnek kaplama ve kompozit kaplamalarda oluşabilecek deformasyonlar incelenmiş ve beton kaplamalar için örnek bir kalınlık tasarımı araştırılmıştır.

Tez Danışman Hocam Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN'a ve bana yardımlarını esirgemeyen Şırnak İl Özel İdaresi Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü mesai arkadaşlarıma ve beni yalnız bırakmayan eşim Berivan OLAK'a teşekkür ederim.

Nur, Reyyan, Sidra ve Mira'ya...

Temmuz, 2022

Ömer OLAK

## **SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON YOL KAPLAMASI İLE GELENEKSEL YOL KAPLAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

### **ÖZET**

Silindirle sıkıştırılmış beton kaplama ile klasik beton kaplamalarındaki çimento bağlayıcı malzemesinin sağladığı rijit yapının oluşturduğu dayanım, beton kaplamanın esnek kaplamalardan daha fazla tercih edilme nedenlerindedir. Dünyada istatistik değerleri incelendiğinde ulaşımın büyük çoğunluğunun karayolu ile yapıldığı görülmektedir. Gıda, tıbbi malzeme, giyim gibi hayati öneme sahip yüklerin nakli, inşaat malzemesi gibi yapılarda kullanılacak yüklerin nakli, bir noktadan bir noktaya uzun ve kısa mesafelerde insanın karayolu ile taşınmasında özellikle yol üst kaplamasının kalitesi yolu kullananları ekonomik, sağlık, iletişim, dinlenme, eğlence, stratejik, güvenlik ve benzeri yönlerden en çok etkileyen değerdir. Dünyada ve ülkemizde beton yol kaplama yapımı; esnek kaplamaya kıyasla düşük maliyet, hızlı ve kolay uygulanabilirlik, uzun süreli dayanım ve buna bağlı yolcu/araç güvenliği ile konforu vb. nedenlerden dolayı artarak devam etmektedir. Esnek yol kaplamasından rijit yol kaplamasına geçişi hızlandıran etkilerin neler olduğu, ülkemizde silindirle sıkıştırılmış yol kaplamasının yeni olmasına rağmen diğer klasik kaplama türlerine göre hangi üstün özelliklerinden dolayı yol kaplama türü olarak uygulanmaya başlandığı/devam ettiği irdelenmiştir. Kompozit ( ssb üstüne bsk ) kaplamanın ekonomik, teknik ve uygulamadaki üstünlüklerinin neler olduğu ifade edilmiştir. Rijit, esnek ve kompozit yol kaplamalarında meydana gelen deformasyon çeşitlerinin neler olduğu incelenmiştir. Rijit, esnek ve kompozit kaplamaların 2022 yılı KGM ve ÇŞB birim fiyatları ile 1 km yol maliyetleri hazırlanmıştır. Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Köy Yolu ve literatürdeki diğer yazılı kaynaklar belge analiz tekniğiyle ayrıca Şırnak İl Özel İdaresi Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğüne yapılan Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Köy Yolu gözlem araştırma tekniğiyle araştırılmıştır. Silindirle sıkıştırılmış beton veya klasik

beton kaplama üzerine bitümlü sıcak karışım yapılarak iki kaplamanın üstünlüklerinden aynı anda yararlanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kompozit Yol, Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yol, Beton Yol, Bitümlü Sıcak Karışım, Deformasyon



## **COMPARISON OF ROLLER COMPACTED CONCRETE ROAD PAVEMENT AND TRADITIONAL ROAD PAVEMENT**

### **ABSTRACT**

The strength created by the rigid structure provided by the roller compacted concrete pavement and the cement binder material in traditional concrete pavements is one of the reasons why concrete pavement is preferred more than flexible pavements. When the statistical values in the world are examined, it is seen that the majority of transportation is done by road. The transportation of vital loads such as food, medical equipment, clothing, the transportation of loads to be used in structures such as construction materials, the transportation of people from one point to another in long and short distances by road, especially the quality of the road pavement, is the value that most affects road users in terms of economy, health, communication, recreation, entertainment, strategic, security similar aspects. The effects of accelerating the transition from flexible pavement to rigid pavement, although the roller compacted pavement is new in our country, due to its superior properties compared to other traditional pavement types, it has been examined/continues to be applied as a road pavement type. It has been discussed what are the parameters that accelerate the transition from flexible pavement to rigid pavement, although roller compacted pavement is new in our country, due to its superior properties compared to other traditional pavement types, it has started/continues to be applied as a road pavement type. The economic, technical and practical advantages of composite (Bituminous hot mix on roller compacted concrete) coating are expressed. The types of deformations that occur in, rigid, flexible and composite pavements are investigated. KGM and CSB unit prices and 1 km road costs of rigid, flexible and composite pavements in 2022 have been prepared. Şırnak Province Beytüşşebap District Yeşilöz Village Road and other written sources in the literature were

investigated with document analysis technique and also with the observation research technique of Şırnak Province Beytüşşebap District Yeşilöz Village Road made by Şırnak Special Provincial Administration Road and Transportation Services Directorate. By mixing hot bituminous mixture on roller compacted concrete or conventional concrete pavement, it can benefit from the advantages of both pavements at the same time.

**Keywords:** Composite Road, Roller Compacted Concrete (RCC) Road, Concrete Road, Hot Mix Asphalt, Deformation

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ONUR SÖZÜ.....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xii
<b>I. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
A. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
B. Literatür ve Metod.....	2
<b>II. TEKERLEĞE GELEN YÜKÜN YOL KAPLAMASINDA OLUŞTURDUĞU GERİLMELER, SÜRTÜNME VE YUVARLAMA DİRENCİ.....</b>	<b>7</b>
<b>III. YOL KAPLAMASINDA MEYDANA GELEN DEFORMASYONLAR.....</b>	<b>12</b>
A. Rijit (Silindirle Sıkıştırılmış Beton ve Klasik Beton ) Kaplamada Oluşabilecek Deformasyonlar.....	12
B. Esnek (BSK) Kaplamasında Deformasyonlar.....	14
C. Kompozit Kaplamada Oluşabilecek Deformasyonlar.....	15
<b>IV. SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON.....</b>	<b>16</b>
A. SSB Karışım Tasarımı.....	16
1. Agregalar.....	17
2. Bağlayıcı Malzemeler.....	18
3. Su.....	18
4. Katkı Maddeleri.....	18
5. Deneme Yolu.....	19

6. Betonun Taşınması.....	19
7. Betonun Sıkıştırılması.....	19
8. Derz.....	21
9. Silindirle Sıkıştırılmış Betonun Kürü.....	21
10. Silindirle Sıkıştırılmış Betonun Yol Yangın Emniyeti.....	21
11. Silindirle Sıkıştırılmış Betonun Bazı Üstünlükleri.....	22
12. SSB ve Klasik Betonun Bazı Zayıf Yönleri.....	24
13. Beton Kaplama Yaklaşık Maliyeti ve Beton Kalınlık Tasarımı.....	25
14. 1 km SSB Yolun 2022 Yılı Birim Fiyatları İle Maliyeti.....	26
<b>V. 1 KM KLASİK BETON YOL MALİYETİ.....</b>	<b>30</b>
<b>VI. 1 KM BSK YOL MALİYETİ.....</b>	<b>31</b>
<b>VII. 1 KM KOMPOZİT YOL MALİYETİ.....</b>	<b>32</b>
A. SSB Kaplama Üstüne Bsk.....	33
B. Asfalt Üstüne SSB.....	34
<b>VIII. ŞIRNAK İLİ YOL AĞI.....</b>	<b>37</b>
A. Şırnak İli Köy Yolları Yol Ağı.....	37
B. Köy Yolları Hizmet Alan Dökümü.....	38
C. Grup Yol Nitelikleri .....	39
D. Köy Yolları Dökümü .....	39
E. Yerleşim Yerlerinin Yol Nitelikleri .....	40
F. Şırnak İli Topoğrafya ve Hidroloji Haritası.....	40
G. Beytüşşebap İlçesi Yol Ağı Bilgileri.....	40
<b>IX. SAHA ÇALIŞMASI.....</b>	<b>43</b>
A. Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Keşif Özeti.....	45
B. Agrega ve Deneme Yolu.....	45
<b>X. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>48</b>
<b>XI. KAYNAKÇA.....</b>	<b>49</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>73</b>

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>SSB</b>	: Silindirle Sıkıştırılmış Beton
<b>BSK</b>	: Bitümlü Sıcak Karışım
<b>PMT</b>	: Plentmiks Temel
<b>KGM</b>	: Karayolları Genel Müdürlüğü
<b>CSB</b>	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
<b>EUPAVE</b>	: European Concrete Paving Association ( Avrupa Beton Kaplama Birliği)
<b>AASHTO</b>	: American Association of State Highway Officers (Amerika Eyalet Yolları ve Ulaşım Çalışanları Kurumu)
<b>KÖYDES</b>	: Köylerinin Altyapısının Desteklenmesi Projesi
<b>F<sub>s</sub></b>	: Sürtünme kuvveti
<b>μ</b>	: Sürtünme katsayısı
<b>m</b>	: Kütle
<b>g</b>	: Yerçekimi ivmesi
<b>R<sub>y</sub></b>	: Yerçekimi ivmesi
<b>G</b>	: Aracın ağırlığı
<b>f</b>	: Yuvarlanma direnç katsayısı
<b>W<sub>18</sub></b>	: 8,2 ton eşdeğer standart tek dingil yükü tekerrür sayısı (proje tarafı)
<b>Z<sub>R</sub></b>	: Standart normal sapma
<b>S<sub>0</sub></b>	: Toplam standart sapma (Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standardı)
<b>D</b>	: Kaplama kalınlığı
<b>ΔPSI</b>	: P <sub>0</sub> – P <sub>t</sub> ( Servis kabiliyetindeki azalma miktarı)
<b>P<sub>0</sub></b>	: Başlangıç servis kabiliyeti indeksi
<b>P<sub>t</sub></b>	: Nihai/terminal servis kabiliyeti indeksi
<b>S<sub>c</sub>'</b>	: Betonun kopma modülü ( eğilme çekme mukavemeti )

- C<sub>d</sub>** : Drenaj katsayısı  
**J** : Yük transfer katsayısı  
**E<sub>c</sub>** : Betonun elastisite modülü (psi)  
**k** : Zemin yatak katsayısı (psi)

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Yolcu ve Yük Taşımacılığı Türel Dağılım Oranları Tablosu.....	2
Şekil 2 Tekerlek ile yol kaplaması arası kuvvetler ve genel sürtünme bağıntısı.....	7
Şekil 3 Esnek ve Rijit kaplamada oluşan gerilmeler .....	7
Şekil 4 Esnek kaplamada gerilmeler .....	7
Şekil 5 Tekerlek yükleri altında kompozit kaplamada oluşan gerilmeler.....	8
Şekil 6 Araç yükleri altında tekerlek ile yol kaplaması arasındaki yüzeyler arası temasın makro ve mikro boyutlarda gösterimi.....	8
Şekil 7 Yüzeyler arasındaki kaynak (adezif) noktalar $A_1 \dots A_i$ ve deformasyon noktaları $B_1 \dots B_j$ .....	9
Şekil 8 Şırnak Beytüşşebap Yeşilöz Köyü SSB Yolu.....	15
Şekil 9 Klasik Beton ve SSB Yol İçin Beton Karışım Oranlarının Karşılaştırılması.....	16
Şekil 10 SSB kaplama karışımında kullanılacak agregaların dane boyu dağılımı.....	16
Şekil 11 Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Köyü SSB Yolu .....	19
Şekil 12 1. Şeridi sıkıştırmak için şablon .....	19
Şekil 13 2. Şeridi sıkıştırmak için şablon .....	19
Şekil 14 Yol kesitinde yoğunluk ölçümünde kullanılan nükleer cihaz.....	20
Şekil 15 Asfalt (solda) ve betonun (sağda) 750 °C sıcaklıkta karşılaştırılması.....	20
Şekil 16 Asfalt ve beton yolda ağır vasıta tekerleği .....	23
Şekil 17 Asfalt ve beton gece görüş güvenliği.....	24
Şekil 18 $Z_R$ standart normal sapma güvenilirlik katsayısı.....	26
Şekil 19 k zemin yatak katsayısı.....	26
Şekil 20 $P_t$ , $E_c$ , ve $S_c$ sırayla son servis kalitesi, beton basınç dayanımı ve Eğilme çekme dayanımı .....	27
Şekil 21 Yük transfer katsayısı.....	27
Şekil 22 $C_d$ Drenaj katsayısı .....	27

Şekil 23 Beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü- AASHTO 93 metodu (Engin, 2015).....	28
Şekil 24 Silindirle sıkıştırılmış beton kaplama tip kesiti.....	28
Şekil 25 Klasik beton kaplama tip kesiti.....	30
Şekil 26 Bsk kaplama kesiti.....	32
Şekil 27 Kompozit kaplama ( Beton üstü bsk ) tip kesiti .....	32
Şekil 28 Kompozit kaplama kesiti.....	32
Şekil 29 Kompozit kaplama ( Asfalt üstü SSB ve bsk ).....	36
Şekil 30 Şırnak İli Köy Yolları Ağı.....	37
Şekil 31 Şırnak İli Yükselti ve Akarsular Haritası .....	41
Şekil 32 Beytüşşebap İlçesi Köy Yolları.....	44
Şekil 33 Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Uydu Haritası.....	44
Şekil 34 Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Yapım İşi Yaklaşık Maliyet Cetveli .....	45
Şekil 35 Konkasör şantiyesi.....	45
Şekil 36 Beton Santrali.....	46
Şekil 37 Küp numunenin kırılması.....	46
Şekil 38 1 km deney sonuç raporu.....	46
Şekil 39 C <sub>d</sub> 0,8 için beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü- AASHTO 93 metodu (Engin, 2015).....	47
Şekil 40 C <sub>d</sub> 1 için beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü- AASHTO 93 metodu (Engin, 2015).....	47
Şekil 41 C <sub>d</sub> 0,4 için beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü- AASHTO 93 metodu (Engin, 2015).....	47



## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1 Yük Taşımacılığı Türel Dağılım Oranları 2015.....	1
Çizelge 2 Yolcu Taşımacılığı Türel Dağılım Oranları 2015.....	1
Çizelge 3 Bazı malzemelerin sürtünme katsayıları.....	10
Çizelge 4 Bazı kaplamalarda yuvarlanma direnci katsayıları.....	11
Çizelge 5 Avrupa’da Tünellerde Oluşan Bazı Yangınlar.....	22
Çizelge 6 1 km uzunluğunda SSB birim maliyeti.....	28
Çizelge 7 1 km uzunluğunda klasik beton birim maliyeti .....	30
Çizelge 8 1 km uzunluğunda bsk maliyeti.....	32
Çizelge 9 1 km uzunluğunda kompozit kaplama.....	35
Çizelge 10 Şırnak İli Yol Ağı Bilgileri – Yol Kaplama Tipleri.....	38
Çizelge 11 Köy Yolları Hizmet Alan Bilgileri.....	38
Çizelge 12 Grup ve Münferit Yol Nitelikleri Tablosu.....	39
Çizelge 13 1.Derece, 2. Derece ve Köy içi Yolların İlçeler ve Kaplama Tiplerine Göre Uzunlukları.....	40
Çizelge 14 Yerleşim Yol Nitelikleri Tablosu.....	41
Çizelge 15 Beytüşşebap İlçesi Yol Ağı Kaplama Tipleri.....	42

## I. GİRİŞ

Karayolu taşımacılığı ile üretim yerinden tüketim mahalline aktarmasız ve hızlı taşıma yapıldığından dolayı bu taşıma çeşidi diğer taşıma türlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Türkiye’de, yolcu taşımacılığının yüzde 89,9’u, yük taşımacılığının ise yüzde 89’u karayolu ile gerçekleştirilmektedir. AB ülkeleri ve ABD’de yolcu ve yük ulaşım türleri sıralamasında karayolu taşımacılığı en yüksek oranda hizmet vermektedir (Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu, 2018:5-6).

Birçok bölgede maliyete önem veren faaliyet sahipleri mallarını fabrikadan ya da depodan alıcısına taşımak için ekonomik taşıma hizmetlerine yönelmişler ve böylece bölgeler içi sevkiyatlarını kara taşımacılığı ile gerçekleştirmeye başlamışlardır (larustt.com/tr, 2021).

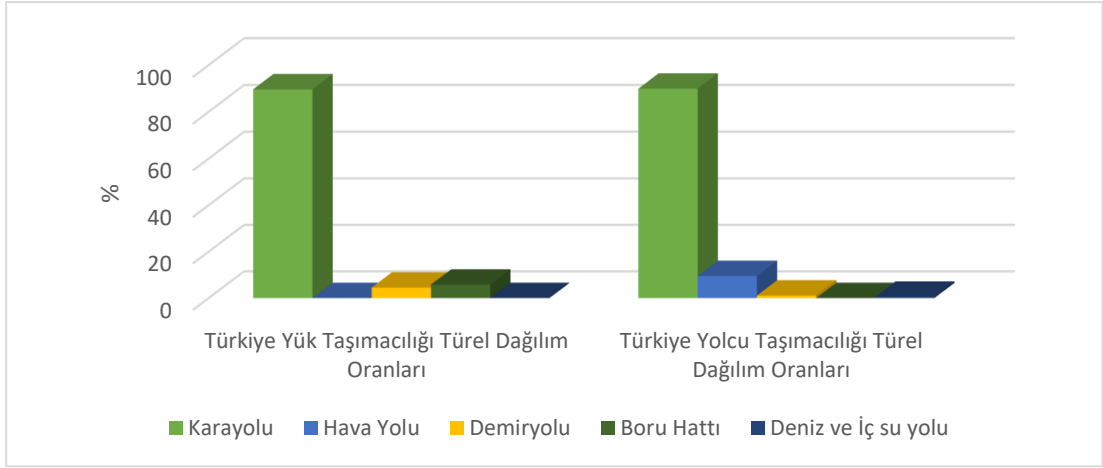
Çizelge 1 Yük Taşımacılığı Türel Dağılım Oranları 2015,% (UÖİK, 2018:6)

	Demiryolu	Karayolu	Denizyolu-İç su yolu	Boru Hattı
Türkiye	4,5	89,6	-	5,8
AB-28	17,4	71,7	6,1	4,8
ABD	32,6	45,9	5,8	15,7
Çin	13,3	32,5	51,5	2,6

Çizelge 2 Yolcu Taşımacılığı Türel Dağılım Oranları 2015,% (UÖİK, 2018:6)

	Demiryolu	Karayolu	Denizyolu-İç su yolu	Hava yolu
Türkiye	1,1	89,9	0,6	9,5
AB-28	8,3	81,6	0,3	9,8
ABD	0,8	86	-	13,2
Çin	39,8	35,7	0,3	24,2

Türkiye, diğer ülkelerde olduğu gibi ulaşım çeşitleri bakımından karayolu ulaşımını diğer ulaşım çeşitlerine göre daha fazla kullandığından ülkemizde dayanıklı, kaliteli ve uygun maliyetli karayollarının yapımı bir gerekliliktir şekil 1.



Şekil 1 Yolcu ve Yük Taşımacılığı Türel Dağılım Oranları Tablosu (UÖİK, 2018:5-6)

### A. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Dünya'da ve Avrupa'da mühim bir çimento üreticisi olan ülkemiz için beton yol yapım uygulamalarının asfalt kaplamaya alternatif olarak arttığı görülmektedir. Betonun dayanım kuvvetleri yüksek olduğundan yerli kaynak çimento ile üretilen betona olan talep artmaktadır.

Esnek ve rijit kaplamaları birbiriyle karşılaştırırken -tek üstün tip “a” veya “b” tipidir- yerine silindire sıkıştırılmış beton yol kaplamasının klasik beton yol kaplaması ve esnek yol kaplamalarından üstün özellikleri olduğu gibi, SSB yol kaplamasının diğer kaplama türlerine göre zayıf olduğu özellikler de vardır.

Soğuk iklime sahip bölgelerde beton kaplama tercih edilebilirken, ılıman iklime sahip bölgelerde bsk kaplamalar tercih edilebilmektedir. Ek 10 Türkiye ile benzer iklim kuşağında olan ülkeler ([educationscotland.gov.uk/2014](http://educationscotland.gov.uk/2014)). Üst yapı yol kaplamalarında beton üzerine bsk uygulanarak en iyi çözüme yakın sonuçlara yaklaşılabılır.

Çalışmanın ilk bölümünde literatür taraması; ikinci bölümünde aks teker yükünün yolda meydana getirdiği gerilmeler, sürtünme etkileri ve yuvarlanma direnci; üçüncü bölümde rijit, esnek ve kompozit yol kaplamalarında oluşan deformasyonlar işlenmiştir. Dördüncü bölümde SSB yol imalatının özellikleri, SSB imalatının nerelerde kullanıldığı, karışım tasarımı, taşınımı, yerleştirilmesi, sıkıştırılması, ihtiyaç halinde derz yapılması, kütleme, yangın emniyeti, zayıf yönleri, ssb maliyeti ile ssb yolların bazı üstünlükleri ele alınmıştır.

Beşinci bölüm klasik beton kaplama maliyeti; altıncı bölüm bsk yol kaplama maliyeti; yedinci bölüm kompozit yol maliyeti; sekizinci bölüm Şırnak ili yol hizmet ağı ve döküm bilgileri; dokuzuncu bölüm saha çalışması kapsamında Şırnak ili Beytüşşebap ilçesi Yeşilöz yolu ve onuncu bölüm sonuç ile tavsiyeler başlıklarını içermektedir.

## **B. Literatür ve Yöntem**

Türkiye’de Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 1950 yılında ülkenin karayolu ağının kurulması ve devamlılığının sağlanması hedefiyle kurulmuştur. Ülkemizde modern anlamda karayolu gelişimi KGM kurulması ile başladığı kabul edilebilir. İller arası yollarda Karayolları Genel Müdürlüğü, şehir içi yollarda belediyeler ve köy yollarında il özel idareler yol yapım, bakım ve işletme iş ve işlemlerini yürütmektedir. Karayolları Genel Müdürlüğü 2016 yılında Beton Yol Kaplamaları Teknik Şartnamesini sunmuştur. Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından 12 Mart 2020 tarihinde Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yol Genel Şartnamesi yayımlandı. 2010 yılında Harrington vd. tarafından yayınlanan “ Silindirle Sıkıştırılmış Beton Kaplamalar Kılavuzu” silindirle sıkıştırılmış beton yol kaplamaları üzerine önemli bir çalışmadır.

SSB yol kaplamaları ile klasik yol kaplamalarının kıyaslanması işinde Şırnak İl Özel İdare Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü’nün yazılı kaynaklarından faydalandık. Şırnak İl Özel İdare Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü belgeleri taranarak iş bu proje kapsamında içerik analizi yöntemi ile Şırnak ili Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz köy yolu yapımı irdelenmiştir.

Sümerya’da MÖ 6000 yıllarında asfalt üretimi yapılmış ve asfalt gemilerin inşasında kullanılmıştır (Büyüksaraçoğlu, 2022:3). Teknik yol yapımına tekerleğin icadı ile MÖ 5000 yıllarında başlanmış, MÖ 3500 yıllarında Mezopotamya bölgesinde ilk önemli yollara rastlanılmıştır ( Yayla, 2004:3).

MÖ 2500 yıllarında Pakistan’da Mohenjo-Daro hahamlarının tuğlaları arasında asfalt yapıştırıcı kullanılmıştır. Mezopotamya’da aynı dönemlerde kaldırım taşlarının asfaltla yapıştırıldığı bilinmektedir. Mezopotamyalılar tapnaklardaki banyo ve su depolarının yalıtımında asfalt kullanmışlar (dunyaninilkleri.com/2022). MÖ 625 yıllarında Babillilerce asfalt, yol malzemesi olarak kullanılmıştır (baldanasfalt.com.tr/2022).

Milattan önce birinci yüzyılda romalılar çimentoya benzeyen puzolanik bağlayıcıyı bularak bununla yollar yapmışlar (İyınam ve Ağar, 2006). Yol kaplama yüzeyinde araç tekerlerinin sürtünmesi ile yol kaplaması üzerinde aşınma oluşacağından, sürtünme kuvvetini tanımak oluşabilecek deformasyonların da anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

1452-1519 yılında Da Vinci sürtünme üzerine araştırma yapmıştır. 1687 yılında Newton viskositeyi tanımlamıştır. 1750 yılında Euler'ce sürtünmenin analitik tanımı, 1680 yılında Hook yuvarlak sürtünmesinin bağıntıları ve kanunları (Kurgan, t.y:11), 1699 yılında Amontons ve 1785 yılında Coulomb tarafından normal kuvvet ile sürtünme kuvvetinin orantılı olduğu tespit edilmiştir. 1803 yılında Hatchett yağlama ile aşınmayı, 1822 yılında Navier vizkositenin tanımı ve kullanımını, 1825 yılında Rennie tarafından ise bazı malzemelerin sürtünme katsayısı listesi yapılmıştır (paperzz.com/2022).

1845 yılında katran ve taş karışımı Nottinghamshire'da kullanılmış (dunyaninilkleri.com/2022) aynı yıl Navier ve Strokes tarafından hareket denklemi ve hidrodinamiğin temelleri oluşturulmuştur. 1865 yılında İskoçya'da ilk beton yollar denenmeye 1880 yılında Avustralya'da ilk beton yollar yapılmaya başlanmıştır (İyınam ve Ağar, 2006). 1883'te Tower kaymalı yataklarda hidrodinamik basıncı, aynı yıl Petrow kaymalı yataklar için sürtünme kanunlarını irdelemiştir. Tiriboloji 1885 yılında Reynolds'la hidrodinamik alanında matematiksel gelişmiştir (paperzz.com/2022).

ABD'nin Ohio eyaletinde 1891 yılında Court Avenue yolunda yapılan beton yola bakım yapılmış olup yol halen servis hizmeti vermektedir (tr.linkedin.com/2022). 1902 yılında Stribeck tarafından sürtünme ölçümleri ile hidrodinamik etkiler üzerine, Stribeck eğrisi geliştirilmiştir (paperzz.com/2022). 1913 yılında Amerika Arkansas'ta ilk beton otoyol yapılmıştır. 1914 yılı itibarıyla Amerika'da 3500 km'lik beton yol tamamlanmış aynı yıl SSB yol örnekleri yapılmaya başlanmıştır (İyınam ve Ağar, 2006).

1920 yıllarında Belçika'da beton yol kaplamalarına başlanmış, beton yol kaplama oranı otoyollarda % 40 ve köy yollarında % 60 oranlarına yaklaşmıştır (tr.linkedin.com/2022). 1924 yılında Fransa'da beton yol yapımı programına başlanmış, 1930 yıllarında İsveç'te SSB kaplamanın bir çeşidi uygulanmış, aynı yıl Almanya'da 4000 km uzunluğunda beton otoyol yapımına, İsviçre'de beton yol oranı

daha fazla olmak üzere diğerk Avrupa ÷lkelerinde beton yol yapımına başlanmıştır (İyınam ve Ağar, 2006). 1940 yılında modern araçlarla yapılan ilk SSB kaplamalı yol Washington'da bir havaalanında yapılmıştır (Harrington vd., 2010:2). 1950 yılında kayar kalıp kullanımıyla beton yol yapımında hız ve kalite artmıştır. 1960-1970 yılları arasında ABD ve Kanada'da beton yol yapımına yoğunlaşmış, ABD'de 70.000 km beton yol yapılmıştır (İyınam ve Ağar, 2006). SSB kaplamalı yapılan ilk modern yollar, 1970 yıllarında İspanya'nın düşük hacimli yolları, 1976 yılında Kanada'da kereste sanayisi için yapılan yollardır ( Jofre, 2019:3).

ABD'de trafik hacmi yüksek olan yolların yaklaşık % 47 'si beton yol kaplamadır. Günümüzde Almanya'daki yol kaplamalarının yaklaşık % 38'i beton yol kaplamadır. Rusya'da, İran'da, Avusturalya'da, Hindistan'da beton yol kaplamaları yapılmaktadır. Son 50 yılda Avusturya, İspanya, İngiltere, Güney Afrikada beton yollar yapılmış, Hindistan ve Çin'de büyük beton yol projeleri başlatılmıştır (Peterson ve Darter vd.,1983,1990). 1953 yılında Sinop'taki NATO üs bölgesi yolunda yapılan beton yol kaplaması günümüze kadar hizmet vermektedir (betonyol.org.tr/2022). 1990 yılında beton teknolojisinde ilerlemelerle beton yol yapımında yeni gelişmeler kaydedilmiş; betonda lif kullanımı, öngerme teknolojisi, akıcı - kuru kıvamlı beton elemanları yapılmıştır (İyınam ve Ağar, 2006).

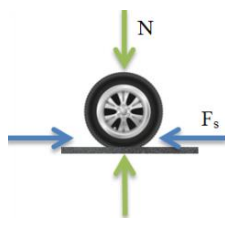
Günümüzde özellikle yerel yönetimler tarafından Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Kocaeli, Denizli, Afyonkarahisar, Antalya, Eskişehir, Bolu, Ankara, Mersin, Bartın, Kastamonu, Çorum, Sinop, Amasya, Tokat, Osmaniye, Şanlıurfa, Giresun, Trabzon, Erzurum, Artvin, Ağrı, Muş, Şırnak ve Hakkâri olmak üzere 27 ilimizde SSB yol kaplaması yapılmıştır Ek 4 (Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 2018:17).

Beton içeriğindeki maddeler yanıcı özellikte olmadığından beton kaplamanın yangın güvenliği üstündür ( Noumowe, 2003). 1999, 2001, 2005 yıllarında İtalya, İsviçre, Fransa-İtalya, Avusturya tünellerinde meydana gelen tünel içi kazalarda oluşan yüksek sıcaklıklardaki yangınlarda 74 kişi vefat etmiş, birçok Avrupa ülkesinde 1 km'den uzun olan tünel yollarının yol kaplamalarının beton kaplama yapılması zorunluluğu getirilmiştir (betonyol.org.tr/2022). Beton yollar açık renginden dolayı ışığı yansıttığından gece görüşünü sağlamak için harcanacak enerji azalmaktadır. Yol üst kaplamaları avantajlarıyla birlikte, ağır tonajlı araçların yüksek tekerrür sayılarıyla kaplamada bozulmalar oluşmakta olup kaplamadaki bozulma oranı nispetinde bakımı ve yeni aşınma tabakası yapımı gerekmektedir.

2011 yılında Avrupa Beton Kaplamalar Birliğinin yaptığı araştırmalara göre; yakıt tüketiminde yılda 100 kilometrede 0,2 litrelik azalma 376 milyon litre dizel, 564 milyon euro tasarruf sağlayacak ve 1 milyon ton CO<sub>2</sub> salınımını engelleyecektir. Beton yollarda 100 kilometrede araç başına 0,45 litre daha az yakıt harcandığı ve bununla birlikte CO<sub>2</sub> gazı salınımının 1,2 kilogram daha az olduğu görülmüştür. Beton yollar kullanıcı dostu ve çevreci bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

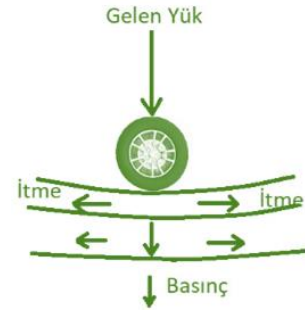
Massachusetts Teknoloji Enstitüsü tarafından yapılan araştırmada asfalt yolların beton kaplamalı yollar ile aynı yakıt tüketim performansını gösterebilmesi için asfalt kaplamanın %25 ile %60 arasında daha kalın olması ile mümkün olabileceği tespit edilmiştir. ABD'deki araştırmada aynı koşullar altında beton yollarda yakıt tüketiminin % 1 ile % 6 aralığında daha az olduğu belirtilmiştir. Japonya'daki araştırmada yakıttaki tasarruf oranının % 0,8 ile % 4,8 aralığında, İsve'teki araştırmada tasarruf oranının % 1,1 ile % 6,7 olduğu, Kanada'daki araştırmada tasarruf oranının % 0,8 ile % 3,9 aralığında olduğu belirlenmiştir (EUPAVE, 2011:14).

## II. TEKERLEĞE GELEN YÜKÜN YOL KAPLAMASINDA OLUŞTURDUĞU GERİLMELER, SÜRTÜNME VE YUVARLANMA DİRENCİ



Yolda oluşan deformasyonların nedenlerinden sürtünme kuvvetlerinin anlaşılması yol kaplamaları tasarımı için önemli şekil 2.

Şekil 2 Tekerlek ile yol kaplaması arası kuvvetler



Şekil 3 Esnek kaplamada gerilmeler



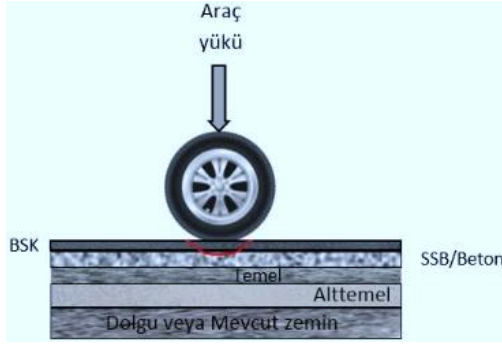
Şekil 4 Esnek ve Rijit kaplamada oluşan gerilmeler

Esnek kaplamalarda akstan gelen tekerlek yükleri altında yolda, düşey yönde gerilmeler ve yine tekerleğin yola temas ettiği bölgede yol kaplamasında yatay itme gerilmeleri oluşmaktadır (Şekil 3).

Yüksek tonajlı araçların yüksek oranlı tekrerrür sayılarından kaynaklı düşey basınç kuvvetleri ile yatay kuvvetler özellikle yorulan asfaltta aşınma yaparak üst tabakayı zayıflatabilir veya bu kuvvetler dayanım basıncını aştığında esnek kaplamalarda deformasyonlar oluşabilir.

Yol ile tekerlek arasında oluşan teker yükü altında meydana gelen düşey gerilmeler beton içinde geniş alana





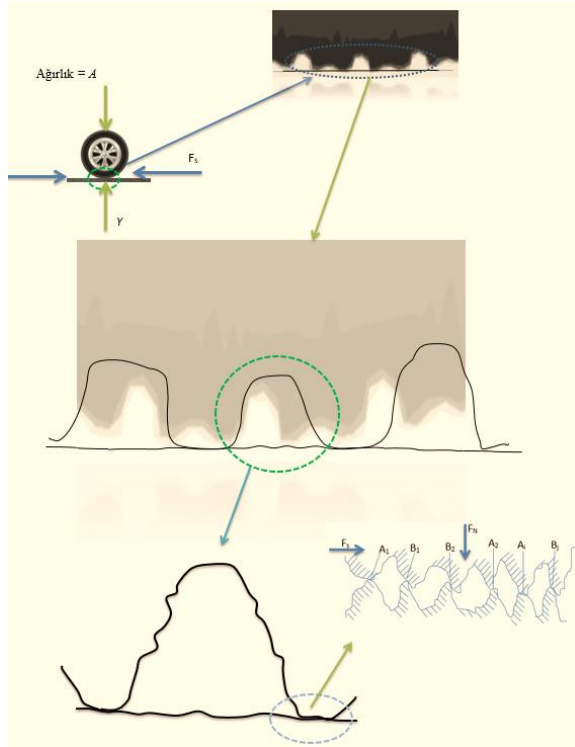
Şekil 5 Tekerlek yükleri altında kompozit kaplamada oluşan gerilmeler

Ağır veya hafif araçların tekerrür sayılarından kaynaklı beton kaplamada tozlaşma oluşarak süre ve geçiş sayısına bağlı olarak deformasyonlar oluşabilir.

yayıldığından alt katmanlara iletilmemektedir.

Ağır veya hafif araçların tekerrür sayılarından kaynaklı beton kaplamada tozlaşma oluşarak süre ve geçiş sayısına bağlı olarak deformasyonlar oluşabilir.

Esnek kaplamalarda yük altında meydana gelen düşey gerilmeler dar alana yayıldığından alt katmanlara iletilmektedir (Şekil 4).



Şekil 6 Araç yükleri altında tekerlek ile yol kaplaması arasındaki yüzeyler arası temasın makro ve mikro boyutlarda gösterimi

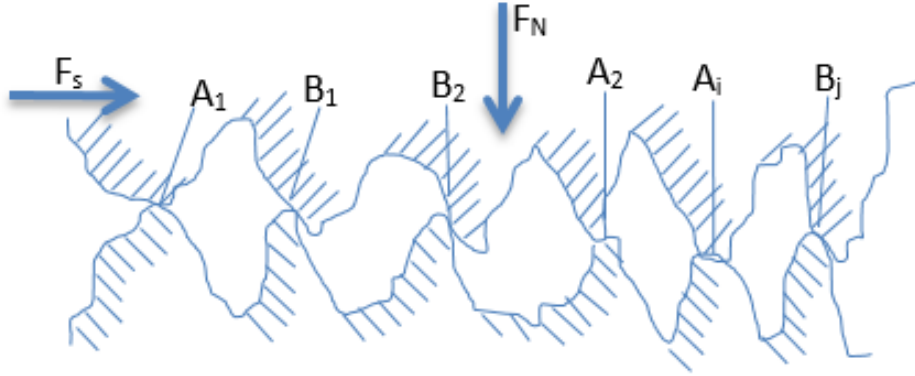
Sürtünme kuvveti birbiriyle temas halinde, hareket halinde veya eğiliminde bulunan maddelerin gösterdiği dirençtir. Sürtünen yüzeye göre kuru, yarı sıvı ve sıvı

Kompozit kaplamada (SSB üstü BSK) tekerden gelen yük esnek aşınma tabakasında alt katman derinine inme meyilli iken, rijit kaplama içerisinde gerilmeler geniş alana yayılır (Şekil 5). Asfalt üstü SSB uygulamasında gerilme aynı şekilde geniş alana yayılmaktadır.

Yol kaplamasının pürüzsüz olması durumunda tekerleklerde tepki kuvveti oluşmayacağından araç patinaj yapacak ve hareket sağlanamayacaktır.

Rijit kaplamalarda da benzer gerilmeler oluşmaktadır. Yüksek dayanımlı betonda gerilmelere ek olarak sürtünme etkileri kaplamayı daha çok etkilemektedir.

sürtünme olarak sınıflandırılabilir. Yüzeyin pürüzlülüğü ile sürtünme arasındaki ilişki zayıftır (Kurgan,t.y.82). Büyük ve küçük ölçekte temas yüzeyi (Şekil 6).



Şekil 7 Yüzeyler arasındaki kaynak (adeziv) noktalar  $A_1...A_i$  ve deformasyon noktaları  $B_1...B_j$  (Kurgan,t.y.72)

1950’de Bowder ve Tabor, sürtünmeyi asıl oluşturan en büyük neden sürtünen yüzeylerin birbirlerine değen tepciklerindeki adeziv ve koheziv bağlar olduğunu ve tepciklerdeki deformasyonlarında direnç arttırıcı etkilerinin olduğunu teorik olarak belirtmişlerdir. Buna kaynama, kesme, sürme teorisi adı verilmiştir.

Birbiri üzerine bastırılan yüzeyler kaynaşır teorisine dayanan bu ilke deneysel değerlerle benzer sonuçlar vermiştir (Kurgan,t.y.69).

$F_s$  kayma yapan kuvvet,  $F_N$  normal kuvvet arasında,

$$F_s = \mu_s \cdot F_N$$

ilişkisi vardır.  $\mu_s$  statik sürtünme katsayısıdır.

Kayma hareketi başlayınca  $F_s$  sürtünme kuvveti azalır. Hareketten sonra  $F_k = \mu_k \cdot F_N$  bağıntısı geçerli olur.  $\mu_k$  = kinetik sürtünme katsayısıdır.

$$\mu_k < \mu_s$$

Kayma, kesme, sürme teorisine göre ( şekil 7 ) kaynak (  $A_1...A_i$  ) ve deformasyon (  $B_1...B_j$  ) noktaları sürtünme kuvvetinin iki bileşeninden oluştuğu kabulü yapılabilir.

$$F_s = F_{AD} + F_{DEF}$$

Eşitliğin iki tarafını normal kuvvete böldüğümüzde

$$\mu = \mu_{Ad} + \mu_{Def}$$

B.Tower’ca geliştirilen kaymalı yatak yöntemi hidromekanik alanında yaygın kullanılmaktadır. Statik haldeki sürtünme dinamik sürtünmeden daha büyüktür. Bunun sebebi başlangıçta yüzeylerdeki pürüzler birbini tam kavradığından bu

kavramanın bozulması için daha büyük sürtünme kuvveti gerektiğidir. Bazı malzemeler arasındaki sürtünme katsayıları çizelge 3' tedir.

Çizelge 3 Bazı malzemelerin sürtünme katsayıları (engineeringtoolbox.com/2022)

1. Malzeme	2. Malzeme	Yüzey koşulu (Yağlı veya kuru)	$\mu_s$ : statik sürtünme katsayısı	$\mu_k$ = kinetik sürtünme katsayısı
Tekerlek	Asfalt	Kuru ve temiz	0,72	
Kuru kauçuk	Kuru beton	Kuru ve temiz	1	
Islak kauçuk	Islak yol	Kuru ve temiz	0,2	
Kauçuk	Kuru asfalt	Kuru ve temiz	0,9	0,5-0,8
Kauçuk	Islak asfalt	Kuru ve temiz		0,25-0,75
Kauçuk	Kuru beton	Kuru ve temiz		0,6-0,85
Kauçuk	Islak beton	Kuru ve temiz		0,45-0,75

Araçlar tekerleklerinde harekete karşı koyan dirence yuvarlanma direnci denilmektedir. Yuvarlanma katsayısı yuvarlanma direncinin büyüklüğüyle doğru orantılıdır ( ankara.edu.tr/2022). Yuvarlanma direnci;

$$R_y = f \cdot G$$

$R_y$  : Yuvarlanma direnci (daN)

$G$  : Aracın ağırlığı (daN)

$f$  : Yuvarlanma direnç katsayısı

1 daN 10 N. Bir ton ağırlığına düşen direnç yuvarlanma direncidir. Direnç tekerlek çapının artmasıyla azalmakta, tekerleğin bağlı olduğu yataktan gelen iç sürtünme, tekerleklerdeki esneme ve kaplama yüzeyine batma dirençlerinin toplamından oluşur. Yüzeye batma miktarı arttığında direnç artacak kaplamaya dayanma yüzeyi genişlediğinde batma miktarı ve direnç azalacaktır.

Direnç büyüklüğü yol kaplaması yüzey durumuna, hava koşullarına, lastik iç basıncına, lastik malzemesinin esnekliğine ve aracın hızına göre farklılık göstermektedir. Yuvarlanma direncinin çoğunluğunda lastiklerin şeklindeki değişimler etkilidir.

Taşıt tekerleklerinin yol kaplama yüzeyine temas ettiği noktalarda oluşan şekil değişimleri;

- ◀▶ Kaplama pürüzlülüğüne bağlı yüzey şekilleri; çukur, kasis ve farklı dane çaplarındaki malzeme yüzeylerine batıp çıkmasına,
- ◀▶ Taşıt tekerleklerinin etrafındaki hava dolaşımına,

◀▶ Araç aktarma organları arasındaki sürtünmeye bağlıdır.

Bazı kaplamalardaki yuvarlanma direnci katsayıları çizelge 4'tedir.

Çizelge 4 Bazı kaplamalarda yuvarlanma direnci katsayıları (akdeniz.edu.tr /2022)

Zemin durumu	Malzeme	Yüksek basınçlı	Düşük basınçlı
Beton yollar ve ince dokulu kaplamalar	Kauçuk tekerlek	0,02	0,01
Asfalt makadam kaplamalar	Kauçuk tekerlek	0,02	0,025
Kırmataş ve çakıl kaplamalar	Kauçuk tekerlek	0,06	0,03
Parke kaplamalar	Kauçuk tekerlek	0,05	0,04
Kuru ve sıkı toprak	Kauçuk tekerlek	0,06	0,03
Gevşek toprak, kumlu, çamurlu yüzeyler	Kauçuk tekerlek	0,06	0,015

Sürtünme kuvveti ile yuvarlanma direnci birbirine benzemekle birlikte farklıdır. Her iki tanımlamada kaplama yüzey etkileri ve araç ağırlığından dolayı oluşan etkiler benzerken, yuvarlanma direncine bunların dışında araç tekerinin iç hava basıncı, kauçuk malzemesinin özellikleri ve araç aktarma organlarının sürtünmeleri etki etmektedir.

### **III. YOL KAPLAMASINDA MEYDANA GELEN DEFORMASYONLAR**

Deformasyonlar büyüklüğü ve miktarı oranında, araç seyir hızının ve konforunun azalmasına, araç tekerleği ile süspansiyonunda hasara neden olabilir. Yol kaplamasında deformasyonların onarımının yapılarak yol bakımının yapılması yolun kullanım ömrünü arttıracaktır. Deformasyon terimi şekil değişimleri anlamıyla kullanılmıştır. Deformasyonlar veya bozulmalar; beton dayanımı, bağlayıcı oranı, agrega dayanımı gibi kaplama içyapısından; sıcaklık, rüzgâr, donma-çözülme basıncı gibi fiziksel nedenlerden; araç tekerrür sayısı, yükü gibi sürtünme kuvvetlerinden kaynaklı olabilirler.

Karpuz, (2008)'de belirttiği gibi beton kaplamada, tek tip agrega yerine farklı kökenlerde agrega kullanmak tekerleklerin yüzey sürtünmelerine etkisini azaltacaktır. Yapılan çalışmada % 50 bazalt ve % 50 kalker kullanılarak yapılan numunelerin aşındırma etkisinde zamanla yüzey sürtünme kayıplarının, sadece kalker içerikli veya sadece bazalt içerikli numunelere oranla daha az olacağı sonucuna varılmıştır.

#### **A. Rijit (Silindirle Sıkıştırılmış Beton ve Klasik Beton ) Kaplamada Oluşabilecek Deformasyonlar**

Yetersiz çimento oranı, uygun granülometri ve dayanımda olmayan agrega kullanımı, betonun yetersiz veya gereğinden fazla sıkıştırılması, agrega malzemesinde yabancı madde (örn.kil) olması, agrega içeriğinde yüksek toz olması, aşırı yağışlardan, tekerrür eden yüksek tonajlı araç yüklerinden ve beton üretiminin finişere yetiştirme planlanmasının yapılmaması vb. nedenlerle oluşabilecek deformasyonlar çeşitlidir. Rötne çatlağı, yetersiz kürlenmeden kaynaklı kılcal çatlaklar, zeminden kaynaklı çatlaklar, aşırı yüklemekten kaynaklı çatlaklar, termal çatlaklar ile derzlerde oluşan çatlaklar vb. rijit kaplamada oluşabilecek deformasyon çeşitleridir.

- ◀▶ Çimentodaki alkaliler ve agregalarda bulunan reaktif silis arasında beton boşluk çözeltisinde oluşan reaksiyon olan Alkali Silis Reaksiyonundan kaynaklı deformasyonlar meydana gelebilir ( Ramyar, 2013:70).
- ◀▶ Zemindeki konsolidasyon oturmalarından kaynaklı beton kaplamada deformasyon meydana gelebilir.
- ◀▶ Beton alttemel tabakası veya temel tabakası sıkışması yeterli olmadığında ya da zemin yeterli sıklıkta olmadığında alttan gelen yansıma beton kaplamasında yansıma deformasyonu oluşturabilir.
- ◀▶ Çimento oranının yetersizliği nedeniyle agreganın aderansı sağlanamadığından zamanla beton kaplamada deformasyon oluşabilir.
- ◀▶ İnce veya kalın agrega oranının az ya da fazla olması beton boşluk oranına ve agreganın yükü iletilim oranına etki edip dayanımı azaltabileceğinden deformasyon oluşturabilir.
- ◀▶ SSB kaplamada silindirle yeterli geçiş yapılmadığında agregayla bağlayıcı kenetlenmediğinden zamanla deformasyon meydana gelebilir.
- ◀▶ Beton dökümü esnasında beton santralinden finişere aktarılırken koordinasyonun yapılamaması nedeniyle betonda kuruma olmasından dolayı deformasyon meydana gelebilir.
- ◀▶ Beton kaplama yapımından sonra kürtleme işleminin yeterli yapılmaması nedeniyle beton yüzeyinde kılcal çatlaklara bağlı deformasyonlar meydana gelebilir.
- ◀▶ Beton kaplaması üzerinden geçen ağır araçların tekerrür sayılarına bağlı olarak araç tekerinin beton kaplaması üzerinde sürtünme etkisiyle beton kaplamasında tozlaşma oluşarak deformasyonlar meydana gelebilir.
- ◀▶ Tekerrür sayısı yüksek olan ağır tonajlı araçların kaplama üzerinde oluşturduğu gerilmelerden kaynaklı deformasyonlar oluşabilir.
- ◀▶ Aşırı yağışlardan dolayı yağmur suları deformasyon oluşturabilir.
- ◀▶ Çiğ ya da karın kütleli hareketinden dolayı yolda deformasyon oluşabilir.
- ◀▶ Agregada toz oranının yüksek olması çimentonun agrega daneleri dış yüzeylerine yapışmasını engelleyeceğinden dayanımı etkileyip deformasyon oluşturabilir.
- ◀▶ Gece ve gündüz sıcaklık farkı ile mevsimsel sıcaklık farkı nedeniyle betonda termal etkilerden dolayı deformasyonlar oluşabilir.

- ◀▶ Aşırı kar yağışından dolayı kar temizleme makineleri karı küreerken yol kaplamasında deformasyon oluşabilir.
- ◀▶ Don olaylarında tuzlama çalışmalarında tuz kullanımından kaynaklı deformasyonlar meydana gelebilir.
- ◀▶ Beton içerisinde kilin varlığı dayanımı düşüreceğinden deformasyon oluşabilir.
- ◀▶ Zemindeki kütle hareketlerinden dolayı deformasyonlar oluşabilir. Zeminde görülebilecek kütle hareketleri deformasyonları;
  - ◀ Düşme hareketi deformasyonu,
  - ◀ Devrilme hareketi deformasyonu,
  - ◀ Kayma hareketi deformasyonu,
  - ◀ Yatay yayılma hareketi deformasyonu,
  - ◀ Akma hareketi deformasyonu sayılabilir.
- ◀▶ Beton prizi esnasında termal gerilmelerden kaynaklı rötne çatlakları oluşabilmektedir. Çarpılma gerilmesi denilen etkiyle beton önce genişip sonra aniden büzülür (sanalsantiye.com, 2022). Beton yolda,
  - ◀ Kurumu büzülmesi deformasyonu,
  - ◀ Plastik büzülmesi deformasyonu,
  - ◀ Şişme büzülmesi deformasyonu,
  - ◀ Karbonatlaşma büzülmesi deformasyonu,
  - ◀ Hidratasyon büzülme deformasyonu oluşabilir.

## **B. Esnek ( BSK ) Kaplamada Oluşabilecek Deformasyonlar**

Asfalt malzemesinden kaynaklı yansıma çatlakları, zayıf zeminden kaynaklı temel tabakalarındaki çatlakların yansıması, bsk karışım oranının iyi ayarlanamaması, serimin iyi yapılamaması, agrega granülometrisinin iyi yapılamaması, araç teker izi, araç tekerrür sayısı, sıcaklık farklılıklarından, kaplamanın yeterli sıkıştırılmaması, zeminde yeterli sıkışmanın sağlanamaması, karışım sıcaklığının korunamamasından vb. nedenlerden dolayı deformasyonlar meydana gelebilir.

- ◀▶ Zemindeki konsolidasyon oturmalarından kaynaklı bsk kaplamada deformasyon meydana gelebilir.
- ◀▶ Zemindeki kütle hareketlerinden (düşme, devrilme, kayma, yatay yayılma akma) dolayı deformasyonlar oluşabilir.

- ◀▶ Zayıf zeminlerde temel veya alttemel tabakasındaki çatlakların üst yüzeye yansımaları sonucu yansıma deformasyonları meydana gelebilir.
- ◀▶ Tekerrür sayısı yüksek olan ağır tonajlı araçların kaplama üzerinde oluşturduğu gerilmelerden kaynaklı teker izi deformasyonu oluşabilir.
- ◀▶ Asfalt hamurunun bağlayıcı özelliğini kaybetmesinden kaynaklı deformasyonlar meydana gelebilir.
- ◀▶ Agreganın iyi ayarlanamaması örneğin ince malzeme oranının az veya yüksek olması ya da kalın malzeme oranının az veya yüksek olması deformasyon oluşumuna neden olabilir.
- ◀▶ Agreganın aşınma, sıcaklık dayanımının yüksek olmaması veya agreganın nemli olması deformasyon oluşumuna neden olabilir.
- ◀▶ Bitüm oranının az veya yüksek olması deformasyon oluşumuna neden olabilir.
- ◀▶ Bitümün aşırı soğuk veya aşırı sıcak koşullarda özelliğini kaybetmesi sonucu deformasyon meydana gelebilir.
- ◀▶ Kaplamanın silindirle sıkışmasının yeterli olmamasından dolayı boşluk oranı yüksek olacağından dayanımı etkileyip deformasyon oluşumuna neden olabilir.
- ◀▶ BSK alttemel tabakası veya temel tabakası sıkışması yeterli olmadığında ya da zemin yeterli sıklıkta olmadığında alttan gelen yansıma bsk kaplamasında yansıma deformasyonu oluşturabilir.
- ◀▶ BSK malzemesinin plentten yapım yerine –fınışere- nakli esnasında uygulama sıcaklığını koruyamaması nedeni ile deformasyon meydana gelebilir.

### **C. Kompozit Kaplamada Oluşabilecek Deformasyonlar**

Rijit veya esnek kaplamada olası deformasyonlardan kaynaklı kompozit kaplamada deformasyonlar meydana gelebilir.



#### IV. SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON

Silindirle sıkıştırılmış beton adımı yapım aşamasında betonun sıkıştırılması ve son şeklinin verilmesinde kullanılan ağır titreşimli silindir ve lastik tekerlekli silindirlerden almaktadır. Silindirle sıkıştırılmış beton karışımı ile klasik beton karışımı benzer özelliklere sahip olmakla birlikte, silindirle sıkıştırılmış betonda su oranı daha az olduğundan kuru beton da denilmektedir. Silindirle sıkıştırılmış beton karışımında klasik betondan daha ince agrega kullanılır. İnce agregayla hem beton daha iyi işlenebilir hem de iyi sıkıştırılarak sıkı bir içyapı elde edilir.

Kuru beton bitümlü sıcak karışım kaplama yapımında kullanılan araçlarla



Şekil 8 Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Köyü SSB Yolu

taşınabilir, serilebilir ve sıkıştırılabilir (Şekil 8).

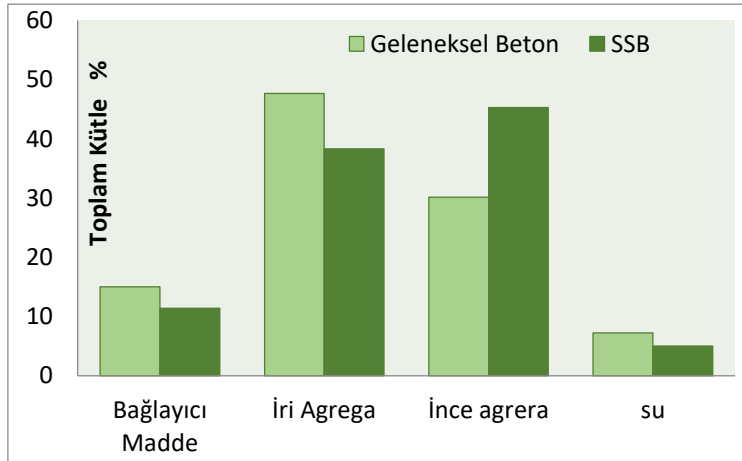
SSB kaplama karayollarında, belediye sınırları dâhilindeki yollarda ( şehir içi ), köy yollarında, havaalanlarında, askeri uygulamalarda, depolama alanları, atık transfer alanlarında, akaryakıt

istasyonlarında, konteyner limanlarında, rıhtım depolama alanlarında, kamyon ve yük terminalleri ile otoparklarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

SSB ve klasik betonların hidratasyon reaksiyonları aynı olduğundan benzer şekilde kürlemenin yapılması gerekmektedir. Silindirle sıkıştırılmış beton yolların dayanımı klasik beton yollarla benzer olup, agrega, bağlayıcı malzeme ve suyun birleştirilmesiyle üretilir.

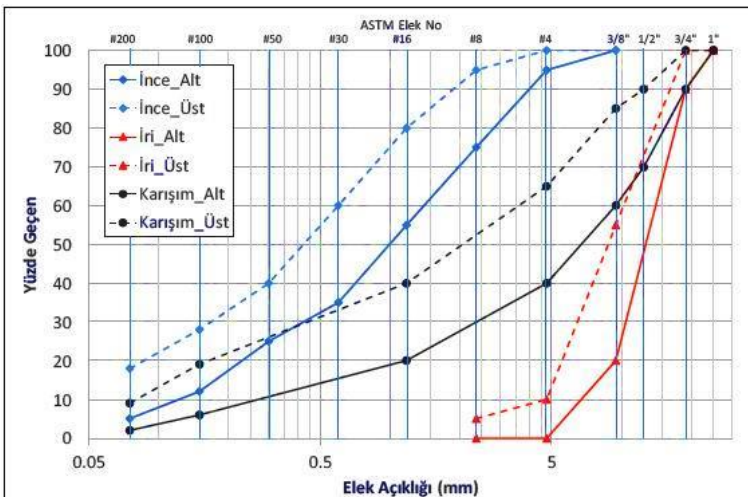
## A. SSB Karışım Tasarımı

SSB karışımı yaklaşık %83,6 agrega, % 11,4 çimento ve %5 su ile uçucu kül, cüruf, ihtiyaç halinde kimyasal katkı kullanılarak imal edilebilir (Şekil 9). SSB yol tasarımında önce en yüksek sıkıştırma için su oranı belirlenerek karışımda istenilen dayanımın elde edilebilmesi amacıyla bu su oranına göre bağlayıcı dâhil edilerek konulması gereken bağlayıcı oranı bulunur.



Şekil 9 Geleneksel Beton ve SSB Yol İçin Beton Karışım Oranlarının Karşılaştırılması ( Harrington vd., 2010:6) gösterilmiştir.

SSB agrega malzemesinde, ince dane boyu dağılımı klasik betondakinden daha



Şekil 10 SSB kaplama karışımında kullanılacak agregaların dane boyu dağılımı ( Harrington, vd.2010:27) amaçlanmaktadır.

### 1) Agregalar

Silindire sıkıştırılmış beton kaplama karışımında kütlece yaklaşık %85 oranında iri ve ince agrega kullanılmaktadır. Şekil 10'de SSB beton karışımında kullanılacak agrega oranlarının alt ve üst değerleri

yüksektir. SSB kaplama agrega karışımında çoğunlukla dane çapı 19 ve 25 mm. arasından seçilmektedir. İnce agrega oranı yüksek seçilerek pürüzsüz bir yüzey elde edilmesi, karışımın daha iyi karıştırılması ve iç kenetlenmenin artırılması

Agrega seçiminde; agregaların granülometrisi, yoğunluğu, dayanımları, ısı farkları karşısındaki tepkileri ve dayanıklılıkları ile alkali silika reaktiviteleri çok önemlidir. Agregaların alkali silis reaktifliğinin tayini için TS 2517 ten yararlanılabilir. SSB karışımına, asfalt karışımında kullanılmayan plastik olmayan yıkanmış kumlar beton içindeki boşlukları kapattığından eklenebilir ( Yaman, 2015:49).

## **2) Bağlayıcı Malzemeler**

TS EN 197-1 ' de belirtilen standartlarda olan bir çimento seçimi yapılabilir. SSB karışımında çimento tercih edilirken klasik beton kaplamasında olduğu gibi SSB kaplamanın yapılacağı bölgenin meteorolojik ve yapım şartları etkilidir. Çimento tercih edilirken CEM I ve CEM II tipi çimentolar kullanılabilir. Silindirle sıkıştırılmış betona mineral katkıları kullanılarak betonun dayanıklılığı artırılabilir. Toplam bağlayıcı miktarının hacimce % 15 i oranında uçucu kül kullanılabilir. Tuza karşı soyulma direncini azalttığından % 25'ten daha az kullanılmalıdır. Uçucu kül kullanımı ile beton işlenebilirliği artmaktadır. Silis dumanı ve curuf betonun geçirimsizliğini azaltıp dayanıklılığını arttırdığından kullanılabilir. ( Harrington vd., 2010:6)

## **3) Su**

Sülfatlar, asitler, alkaliler, klorürler, fosfatlar, şekerler ve nitratlar vb. kimyasallar su içeriğinde bulunmamalıdır.

TS EN 1008 standardına bağlı kalınmalıdır. İçme suyu kalitesinde olan sular beton karışımında kullanılabilir.

## **4) Katkı Maddeleri**

Katkı ilaveleri proje özelliklerine bağlı olarak kullanılabilir. TS 25 standardı doğal mineral katkılarının sınır koşullarını, TS EN 197 -1 yapay puzolanların sınır koşulları değerlerini açıklamaktadır. Silis dumanı ve curuf betonun geçirimsizliğini azaltıp dayanıklılığını arttırdığından kullanılabilir. ( Harrington vd., 2010:6)

Betonda kullanılan katkıları (erciyes.edu.tr/2022):

### **a) Doğal mineraller/puzolanlar**

#### **i. Volkanik orjinli mineral**

Volkanik camlar, volkanik tüfler, traslar

**ii. Pişirilerek oluşturulan mineral**

Pişirilmiş kil, pişirilmiş şeyl, diatomik topraklar, metakaolin (kil bazlı mineral)

**b) Yapay puzolan**

Uçucu kül, silis dumanı, cüruf

**5) Deneme Yolu**

Deneme yolunda süre, koordinasyon ve dayanımın kontrol edilmesi çok önemlidir. SSB imalatında deneme yolu yapılmalı alınan küp deney sonuçları şartnamede belirtilen uygun değerlerde olmalıdır. Beton numune deney ve/veya beton karot sonuçları şartnamede istenilen değerlerde ise uygun görülüp, beton karışımında agrega seçimi, yeterli çimento oranında gerekli dayanım elde edildikten sonra SSB kaplama yapılmalıdır. Yol yapımında beton santrali, finişer ve silindirlerin koordinasyon sürekliliği ve performansı deneme yolunda kontrol edilmeli tecrübesiz, eksik personel ile eksik makine ve donanım durumunda takviye edilmelidir.

**6) Betonun Taşınması**

Taşıma damperli kamyonlarla gerçekleştirilir. Taşıma işlemi sırasında finişerin boşta kalmaması gerektiğinden planlamanın iyi yapılması önemlidir. Hafif damperli kamyonlar 12 m<sup>3</sup> ila 16 m<sup>3</sup> arasında malzeme taşıyabilmektedir. Kuru SSB'nin en fazla 1 saat içerisinde taşınmasının tamamlanması gerekmektedir. Beton santrali damperli kamyonun yanaşmasına uygun olmadığı durumda, kamyonun beton karıştırıcı altına girebileceği şekilde düzenleme yapılmalıdır.

**7) Sıkıştırma**

Titreşim sistemli, çalışma ağırlığı en az 10 ton, düz çelik bandajlı silindirler ve 20-30 tonluk lastik tekerlekli silindirler sıkıştırmada kullanılır (Şekil 11). İmalata başlanırken bir deneme yolunda çevresel etkenler ve malzemeye göre tabaka kalınlığına uygun bir sıkıştırma tekniği ile yeterli pas sayısı belirlenmelidir. Silindir

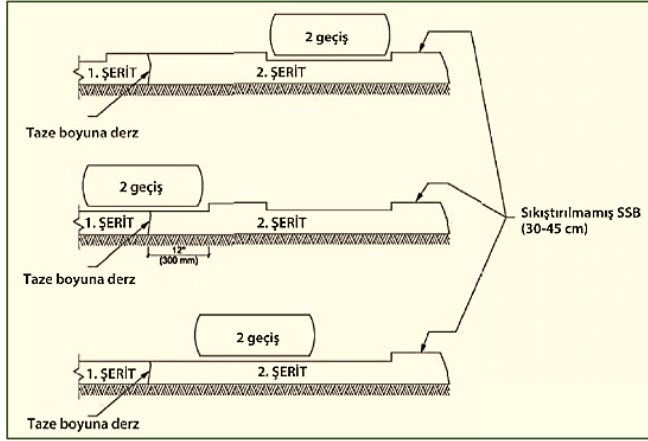


Şekil 11 Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Köyü SSB Yolu

geçişinin çok fazla yapılması betonu dağıtabileceğinden dolayı sıkıştırmanın gereğinden fazla yapılması düzgün olmayan bir yapı meydana getirebilir.

Örnek sıkıştırma Şekil 12 ve Şekil 13 te gösterilmiştir.

Silindir geçişinin çok fazla betonu dağıtabileceğinden dolayı sıkıştırmanın gereğinden fazla yapılması düzgün olmayan bir yapı meydana getirebilir.



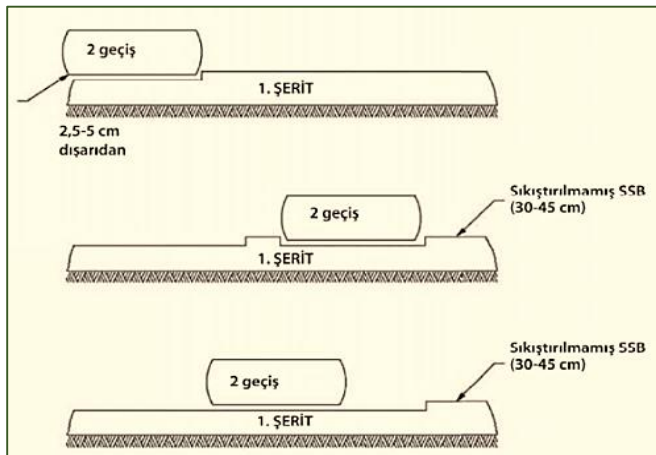
Şekil 12 1. Şeridi sıkıştırmak için şablon (Harrington vd., 2010:77)

Silindir geçişlerinde bir önceki geçişte sıkıştırılan bölüme silindir tambur genişliğinin % 10 u kadar bindirme yapılır.

Yolun eksenine doğru kotu düşük olan kenardan başlayarak yol eksenine paralel olacak şekilde sıkıştırma yapılır.

Yatay kurbalarda kurbun içinden başlanarak kurbun dışına doğru işlem yapılır.

Elde edilen % 98 ve üzeri sıkışma oranında yeterli sıkıştırmanın yapıldığı kabul edilir. 15-25 cm. kalınlığındaki SSB kaplama üzerinden 10 tonluk silindir 4-6 pas geçtiğinde % 98 oranında



Şekil 13 2. Şeridi sıkıştırmak için şablon (Harrington vd., 2010:78)

sıkışma sağlanmaktadır (Harrington vd., 2010:74).



Şekil 14 Yol kesitinde yoğunluk ölçümünde kullanılan nükleer cihaz (Harrington vd., 2010:71)

Nükleer yoğunluklu test cihazı ile yeterli sıkıştırmanın yapıp yapılmadığı sıkıştırma işleminden sonra kontrol edilmektedir (Şekil 14)

## 8) Derz

Tercihe bağlı kontrollü çatlak oluşumunu sağlamak için derz yapılabilir. Derz uygulanmak istenmesi durumunda; çoğunlukla daha uzun mesafelerde derz kesim işlemi yapılmasının nedeni SSB'nin klasik betonlara göre rötre hassasiyetinin daha az olmasıdır. Geçmiş uygulama örneklerinde özellikle derz yerlerinde araç tekerleklerinin derzlere sürtme etkilerinden kaynaklı deformasyonlar olduğu gözlemlenmiştir. Üst kaplaması yalnızca beton kaplama olan yollarda derz yapılması durumunda derzlerin mümkünse fitil veya silikon ile doldurulması ve derz bakımlarının yapılması yol konforunu arttıracak ve yol ömrünü uzatacaktır.

## 9) SSB Betonun Kürü

SSB nihai sıkıştırma işlemlerinin sonrasında da beton prizini almaya devam etmektedir. Kürleme işlemi betonun istenen dayanımının sağlanmasında ve rötre çatlaklarının engellenmesinde büyük önem arz etmektedir. Üç çeşit kürleme yöntemi; su ile kürleme, su tutucu yöntemler ve kimyasal püskürtme yöntemleri bulunmaktadır.



Şekil 15 Asfalt (solda) ve betonun (sağda) 750 °C sıcaklıkta karşılaştırılması

## 10) SSB Yol Yangın Emniyeti

Özellikle tünellerde oluşabilecek yangın olaylarında asfalt içeriğindeki organik madde yanıcı olduğundan SSB yangın anında asfalttan daha güvenlidir.

Noumoue (2003) tarafından 750 °C sıcaklıkta yapılan asfalt ve betonda yapılan karşılaştırmada betonun asfalta göre yanmadığı gözlenmiştir (şekil 15).

Avrupadaki büyük tünellerde oluşan bazı büyük kazalarda meydana gelen yangınlardaki can kayıpları (çizelge 5).

Çizelge 5 Avrupa’da Tünellerde Oluşan Bazı Yangınlar (Jofre, vd 2010:4)

Kaza Yeri	Tünel uzunluğu	Olay Yılı	Sıcaklık ve Süresi	Can Kaybı	Hasarlı araç sayısı
Fransa-İtalya	12,9 km	2005	6 saat – 1200° C	2 vefat	9 otomobil
Saint Gotthard İsviçre	16,3 km	2001	24 saat - 1200° C	11 vefat 35 zehirlenme	10 otomobil 13 kamyon
Gleinalm-Avusturya	8,3 km	1999	37 dakika	5 vefat	2 otomobil
Tauern Avusturya	6,4 km	1999	14 saat - 1200° C	12 vefat	24 otomobil 16 kamyon
Mont-Blanc France-İtalya	11,6 km	1999	53 saat - 1000° C	39 vefat	32 otomobil 2 kamyon

#### 11) SSB Yolların Bazı Üstünlükleri

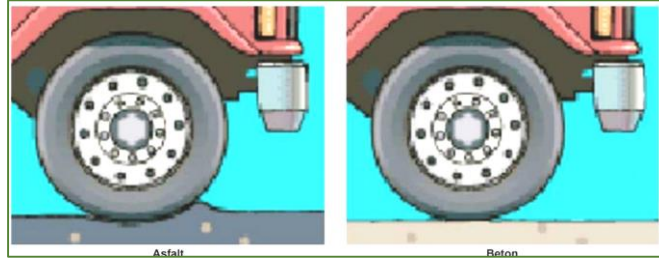
Silindirle sıkıştırılmış beton yolların Harrington, Abdo, Adaska, Hazaree ve Ceylan (2010) tarafından tespit edilen bazı üstünlükleri:

- ◀▶ Silindir ile sıkıştırılmış beton imalatı, askeri uygulama projeleri ile ağır kuvvetlere maruz kalan alanların olduğu ( tonajı yüksek makineler örneğin çekiciler) proje işleri için tasarlanabilir.
- ◀▶ Kuzey Amerika ve Kanada gibi soğuk ülkelerde yapılan SSB kaplamaların donma çözülme performansları yüksektir. Hava sürükleyici katkısı eklenmemesine karşın SSB dayanımı yüksektir.
- ◀▶ Silindirle sıkıştırılmış betonun geçirgenliği düşük olduğundan donma ve çözülme şartlarına, kaplamaya gelebilecek kimyasallara karşı dayanımı ve dayanıklılığı yüksektir.
- ◀▶ Silindirle sıkıştırılmış beton kaplamada diğer rijit kaplamalar gibi tonajı yüksek araçların lastik izleri dışında lastik izi oluşmaz.
- ◀▶ Paletli makinelerin kullanıldığı endüstriyel alanlar, atık biriktirme sahaları ve kereste sanayi alanlarında derzler gerekmediğinden derzler ilgili yapım ve onarım maliyetleri oluşmamaktadır.
- ◀▶ SSB kaplama yapımı tamamlandığında binek ve küçük ticari vb. hafif araçlar kaplamada hasar oluşturmadan yüksek olmayan hızlarda yolu kullanabilirler.



- ◀▶ Dane boyutu küçük agregalar SSB kaplamada kullanılabilir. SSB karışımı asfalt kaplamada kullanılmayan ince dane boyutlu agregalar içerebilir.
- ◀▶ Yapılan araştırmalarda aynı koşullarda asfaltın ve betonun sırasıyla yuvarlanma direncinin 0,12 ve 0,01 olduğu tespit edilmiştir. Yani asfalta göre betonda giden bir vasıta daha az yakıt harcayacaktır. Aynı zamanda ağır taşıt tekerlekleri esnek malzemedен imal edilen asfalta gömüldüğünden harekete başladığında dirençle karşılaşmaktadır. Ağır taşıtlarda beton kaplamalarda yakıttan ortalama % 5-11 daha tasarruf elde edilmektedir şekil 16 (Yurt, 2018:139).

00



Şekil 16 Asfalt ve beton yolda ağır vasıta tekerleği (Yurt, 2018:139)

Yol kaplaması tipine bağlı yakıt tüketimi (EUPAVE, 2011:14):

- ◀▶ Kanada Ulusal Araştırma Konseyinin çalışmasında bitümlü kaplamaya nazaran beton kaplamanın % 0,8 ile % 3,9 oranında yakıt tasarrufu sağladığı,
- ◀▶ İsveç Ulusal Yol ve Ulaşım Araştırma Enstitüsünce beton kaplamada yakıt tasarrufu miktarının % 1,1 ile % 6,7 arasında olduğu,
- ◀▶ Japon araştırmacılar tarafından beton kaplamada yakıt tasarrufu miktarının % 0,8 ila % 4,8 arasında olduğu,
- ◀▶ ABD de araştırmacılar tarafından beton yol yüzeyi ıslak-kuru, sürüş modu aynı kalarak tasarruf miktarının % 3 ile % 17 arasında olduğu tespit edilmiştir.
- ◀▶ SSB kaplama, kullanılan finişer ve karışım çeşidine bağlı olarak 25 cm kalınlığa kadar bir tabaka halinde sıkıştırılarak yapılabilir.
- ◀▶ SSB ve klasik beton kaplamaların doğal renkleri açık olduğundan taşıt farlarından veya aydınlatma lambalarından çıkan ışığı asfalta göre daha iyi yansıttığından geceleri sağladığı görüş kolaylığı çok daha fazladır. Stok alanları ve otopark alanlarını aydınlatmak için ihtiyaç duyulan ışık enerjisi daha azdır.



- ◀▶ Beton yollar doğal olarak açık renklidir, araçlardan, sokak lambalarından gelen ışıkları yansıtırlar ve bu şekilde gece görüş kolaylığı sağlanır (betonvecimento.com, 2021).



Şekil 17 Asfalt ve beton gece görüş güvenliği

- ◀▶ Farklı modellerde iki otomobile İllinois Üniversitesinde yapılan bir araştırmada 100 km hızlarında seyir halinde iken asfalt ve beton yol kaplamalarındaki fren mesafeleri kıyaslanmıştır. Islak beton yol kaplaması yüzeyinde fren mesafesi 96 m iken asfalt yol kaplaması yüzeyinde bu mesafe 109 m çıkmıştır. Kuru beton yol kaplaması yüzeyinde fren izi 49 m iken kuru asfalt yol yüzeyinde 58 m tespit edilmiştir. Asfalt kaplamada genellikle fren mesafesi daha uzundur (tr.linkedin.com, 2022).
- ◀▶ Beton yol kaplamaları yaşam döngüsü analizinde stabilize kaplamalara, sathi kaplamalara ve 2, 3, 4 tabakadan oluşan bsk tabakalarına nazaran daha ekonomik bir kaplama tipidir.
- ◀▶ Harrington, Abdo, Adaska, Hazaree (2010) tarafından yapılan klasik beton ve SSB kaplamalar karşılaştırması Ek 1’ de dir.
- ◀▶ Açar, Sütaş ve Öztaş (1998) tarafından tespit edilen beton kaplama ile bitümlü sıcak karışım kaplamalarının avantaj ve dezavantajları Ek 2’de sunulmuştur.

## 12) SSB ve Klasik Beton Yolun Zayıf Yönleri

- ◀▶ Yüksek hızlardaki araç geçişlerinde düşük hızlara göre daha az yıpranma oluşmaktadır. Araçların düşük hızlardaki seyirlerinde betonun yıpranması/ yorulması, öngörülenden daha kısa sürede oluşur.
- ◀▶ Yol kaplamasında araç teker izinden dolayı oluşan yüzeysel yıpranma, rüzgâr etkileri, sıcaklık etkileri ve yağışların yol yüzeyine nüfuz ederek donma-çözülme basınç etkilerinden dolayı önce küçük yüzeysel bozulmalar daha sonra büyük bozulmalara sebep olabilir.

- ◀▶ Hız arttığında rijit kaplamada oluşan ses araç içinde ve çevrede yüksek desibellerde olabilir.
- ◀▶ Beton yollarda gündüz güneş ışığı yansımaları asfalta göre fazladır.
- ◀▶ Yüksek tekerrür sayılarında sürtünme etkilerinden kaynaklı yol kaplamasında bozulmalar

### 13) Beton Kaplama Yaklaşık Maliyeti ve Beton Kalınlık Tasarımı

İl Özel İdare Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğümüzce kullanılan Osk (e hakkediş) programı ile CSB ve KGM 2022 yılı birim fiyatlarıyla yaklaşık maliyetler tanzim edilmiştir. Hazırlanan beton kaplama yaklaşık maliyetlerinde 20 cm kalınlık kullanılmıştır. AASHTO 93 Rehberine göre kullanılan denklem aşağıdaki gibidir.

$$\log(W_{18}) = (Z_R \cdot S_0) + 7.35 \cdot \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \cdot 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \cdot p_t) \cdot \log\left[\frac{S_c' \cdot C_d \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot J \cdot \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

Denklem 1

Denklemdaki kısaltmalar:

- W<sub>18</sub>** : 8,2 ton eşdeğer standart tek dingil yükü tekerrür sayısı (proje tarafı), ESAL
- % R** : Güvenilirlik, fonksiyonel sınıflandırma, proje hedefine yaklaştıran mühendislik etkisi, Kırsal 1. Sınıf yollar 75-95
- Z<sub>R</sub>** : Standart normal sapma, güvenilirlik katsayısının ( % R) logaritmik dönüşümü ile elde edilir.
- k** : Yatak katsayısı (MPa), zeminin rijit kaplamaya elastik desteğini gösterir. Zemin kaplamasının altında bir çeşit yay gibi düşünülür.
- S<sub>0</sub>** : Toplam standart sapma (Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standardı), genelde 0,35 - 0,4 arası alınır.
- D** : Kaplama kalınlığı, genelde 20 cm'den sonra her 2,5 cm'de kaplamanın yük taşıma kapasitesi 2 kat artar. 15 cm altındaki ve 32,5 cm üstünde hesaplanan kalınlıklar kontrol edilmelidir.
- ΔPSI** : P<sub>0</sub> – P<sub>t</sub> ( Servis kabiliyetindeki azalma miktarı), başlangıç ve terminal servis durumları arasındaki fark
- P<sub>0</sub>** : Başlangıç servis kabiliyeti indeksi

$P_t$  : Nihai servis kabiliyeti indeksi, Genelde ana kolektör ve tüm arterler için 2.5; ara kolektör, endüstriyel ve ticari yollar için 2.25; ara yollar ve mesken yollarında 2.00 alınır.

$S_c$  : Betonun kopma modülü ( eğilme çekme mukavemeti ), 28 günlük 3 nokta yükleme testi ile ölçülen eğilme dayanımıdır. Projelerde 4400 kPa olarak alınır.

$E_c$  : Betonun elastisite modülü (psi), genelde 27500-35000 MPa arasında alınır.

$J$  : Yük transfer katsayısı, bağlantılar arasında yükün iletim kabiliyetidir.

$C_a$  : Drenaj katsayısı, kaplama altındaki alttemelin su geçirme kalitesini gösterir. Genellikle 1 alınır.

Engin (2015) tarafından hazırlanan bir excel programıyla denklem 1 kullanılarak tasarımın kontrolü için excele girilen değerler aşağıdadır. % 75 standart normal dağılımla güvenilirlik katsayısı  $Z_R$  -0,67448975 bulunmuştur Ek 8 ve şekil 18.

% R	$Z_R$				
75	-0,67448975				
80	-0,841621234				
85	-1,036433389				
90	-1,281551566				
92	-1,40507156				
94	-1,554773595				
95	-1,644853627				
75	-0,67448975	← Kendi değeriniz			

Fonksiyonel Sınıflandırma	KIRSAL R.(%)	Fonksiyonel Sınıflandırma	KENTSEL R.(%)
Otoyollar,Bölünmüş yollar	85-99,9	Ana arterler	85-99,9
1. Sınıf Yollar	75-95	Önemli arterler	80-99
2. Sınıf Yollar	75-95	Toplayıcı yollar	80-95
3. Sınıf Yollar	50-80	Bölgesel yollar	50-80

Şekil 18  $Z_R$  standart normal sapma güvenilirlik katsayısı

k yatak katsayısı zeminin beton kaplamaya desteği olup zeminin dayanımı, sıklığı ve dokusuna bağlı bir değişkendir, k zemin durumu 1,5 olarak alınmıştır şekil 19.

Zemin Sağlamlığı	k (pci)	k (Mpa)
Çok zayıf	50 – 100	0,35 - 0,70
Zayıf	100 – 150	0,70 - 1,0
Orta	150 – 220	1,0 - 1,5
İyi	220 – 250+	1,5 - 1,7+

Şekil 19 k zemin yatak katsayısı

$P_0$  ilk servis kabiliyet değeri 4,2 ve son servis kabiliyeti  $P_t$  değeri 2 alınmıştır.

$\Delta PSI$  :  $P_0 - P_t = 4,2 - 2 = 2,2$  olmaktadır. Beton karakteristik basınç dayanımı  $E_c$  31026 MPa alınmıştır.  $S_c$  betonun eğilme çekme dayanımı 4,48 MPa alınmıştır şekil 20.

	<b>P<sub>t</sub></b>
ana kolektör ve tüm alterler	2,5
ara kolektör, endüstriyel ve ticari yollar	2,25
ara yollar ve mesken yollar	2
Kendi değeriniz →	2
Beton Karakteristik Basınç Dayanımı (MPa)	37,00
E <sub>c</sub> (MPa) - TS 500	33769
Kendi değeriniz →	31026
	<b>S<sub>c</sub> (Mpa)</b>
AASHTO	5,00
Kendi değeriniz →	4,48

Şekil 20 P<sub>t</sub>, E<sub>c</sub>, ve S<sub>c</sub> sırayla son servis kalitesi, beton basınç dayanımı ve Eğilme çekme dayanımı

J yük transfer katsayısı bağ donatısı kullanılmadığı ve tek yönde birden fazla şerit olmadığı için 4,2 olarak alınmıştır şekil 21.

C<sub>d</sub> drenaj katsayısı; Şırnak'ın 51 yıllık ortalama yağış tutarı 768,2 mm olduğundan, hesaplamada C<sub>d</sub> 0,7 olarak alınmıştır şekil 22. Şırnak ilinin 51 yıllık ortalama yağış miktarları Ek 9' da görüldüğü üzere ortalama 768,2 mm'dir.

20 cm kalınlığında % 75 güvenilirlik (mühendislik) katsayısı fonksiyonel sınıflandırmayla, % 35 trafik tahmini bileşik hatasıyla, , başlangıç servis kabiliyet indeksi 4,2, nihai servis kabiliyet indeksi 2, betonun kopma modülü 4,48 Mpa, drenaj katsayısı 1, betonun elastisite modülü 31026 Mpa, zemin yatak katsayısı 1,7 Mpa, yük transfer katsayısı

Yük Transfer Katsayısı (J)		
Donatılı beton yol ya da bağlantı demirleri mevcut mü?	Donatı ile bağlanmış beton kaldırım, bariyer, oluk ya da tek yönde birden fazla şerit var mı?	
	Evet	Hayır
Evet	2,90	3,20
Hayır	3,70	4,20
Kendi değeriniz →	4,2	

Şekil 21 J Yük transfer katsayısı

4,2 değerleri alındığında 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 496.745 adet tekerrürüne tekabül etmektedir şekil 23.

Bir başka deyişle yukarıdaki değerlerle 496.745 adet 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın geçişi için beton kalınlığının en az 20 cm kalınlığında olması gerektiği

görülmektedir. Beton kaplama üzerinden 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 20 yıllık tasarım süresinde;

DRENAJ KALİTESİ	Kaplamanın doygunluk seviyesine yakın su içeriğine maruz kaldığı sürenin yıl içindeki yüzdesi			
	<%1	%1-5	%5-25	> %25
Çok iyi	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
iyi	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Vasat	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Kötü	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Çok kötü	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Yıllık Yağış Miktarı, mm	Drenaj Katsayısı
120 - 145	0.91 - 0.95
95 - 120	0.96 - 1.00
75 - 95	1.01 - 1.05
50-75	1.06 - 1.10
20-50	1.11 - 1.16

Şekil 22 C<sub>d</sub> Drenaj katsayısı

Günlük 68 adet araç ile, 68 · 20 · 365 = 496.400 toplam adet aracın geçişine karşılık gelmektedir.

Ek 8' de değişik senaryolar için 20 cm beton kalınlığına göre ESAL değerleri hesaplanmıştır. Şırnak ilinin Merkezi, Beytüşşebap ve Uludere

ilçeleri Hakkâri iklim kuşağı bölgesinde olduğundan yıllık yağış oranı çok yüksek olduğu ve tasarımda drenaj katsayısı değişkenine bağlı olarak yapılan hesaplamalarda arada ESAL değerlerinde büyük farkların oluşabildiği gözlenmiştir.

Parametreler	Açıklama	Değerler
$f_{ck}$	Beton karakteristik basınç dayanımı	37,00 MPa
% R	Güvenilirlik	75
$Z_R$	Standart normal sapma	-0,674
$S_o$	Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standart hatası	0,35
$\Delta PSI$	Servis kabiliyetinde azalma miktar	2,2
$P_0$	Başlangıç servis kabiliyeti indeksi	4,2
$P_t$	Nihai servis kabiliyeti indeksi	2
$S_c$	Betonun eğilmede çekme dayanımı	4,48 MPa
$C_d$	Drenaj katsayısı	0,7
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026 MPa
$k$	Yatak katsayısı	1,70 MPa
$J$	Yük transfer katsayısı	4,2
$D$	Rijit üstyapı beton kaplama kalınlığı	20,0 cm

**$W_{8.2}$**  496.745

**D (cm)** 20,0

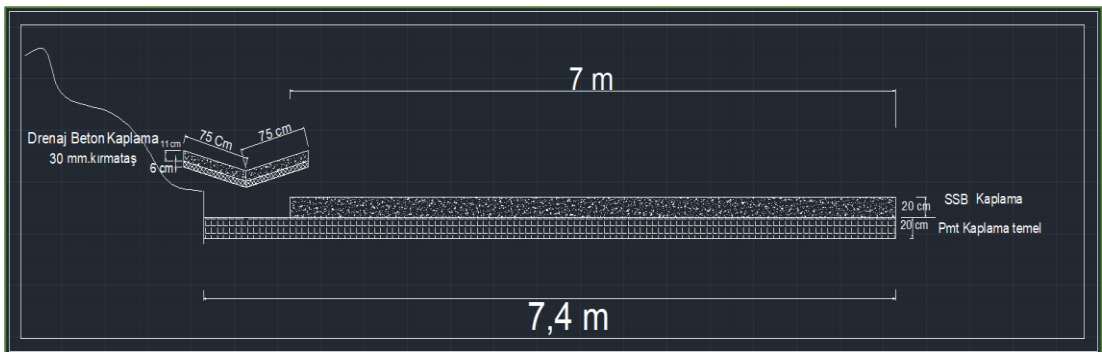
ESAL Değerine göre kalınlık hesabı ESAL ( $W_{8.2}$ ) Değeri Girin  
496.745

Şekil 23 Beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü-AASHTO 93 metodu (Engin, 2015)

#### 14) 1 Km SSB Yolun 2022 Yılı Birim Fiyatları İle Maliyeti

CSB ve KGM 2022 yılı birim fiyatlarıyla hazırlanan 1 km uzunluğunda 7 m genişliğinde 20 cm kalınlığında silindirle sıkıştırılmış beton kaplama altına 20 cm kalınlığında silindirle sıkıştırılmış beton kaplama altına 20 cm kalınlıkta pmt ve drenaj kanallı yapım maliyeti çizelge 6'da hazırlanmıştır. 1 km maliyeti şekil 24'teki kesite göre tanzim edilmiştir.

Ek 3'te SSB yapım aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 24 Silindirle sıkıştırılmış beton kaplama kesiti

Çizelge 6'da SSB kaplama maliyeti hesaplanmasında drenaj kanalı imalatı 1,5 m genişlik ve 11 cm kalınlığında altına 6 cm kırıntı serimi yapılacak şekilde

hesaplanmıştır, beton drenaj kanalı kalınlığı 11 cm ve genişliği 1,5 m dikkate alınmış olup bölgesel koşullara göre değişkenlik gösterecektir.

Tasarımda hesaplanan kalınlıklar trafik yükleri, servis kabiliyeti, güvenilirlik katsayısı, yatak katsayısı, drenaj katsayısı değerlerine bağlı olarak değişkenlik gösterecektir.

1 km uzunluğunda 7 m genişliğinde yolda:

- ◀▶ Bitümlü sıcak karışımda bitümün içerik oranı % 5 dir, 1 km yolda maliyetin ise % 41' i bitüm bedelidir.
- ◀▶ SSB karışımında çimento oranı %12 dir, 1 km yolda maliyetinin ise % 13,2'si çimento bedelidir.

Çizelge 6 1 km uzunluğunda SSB birim maliyeti

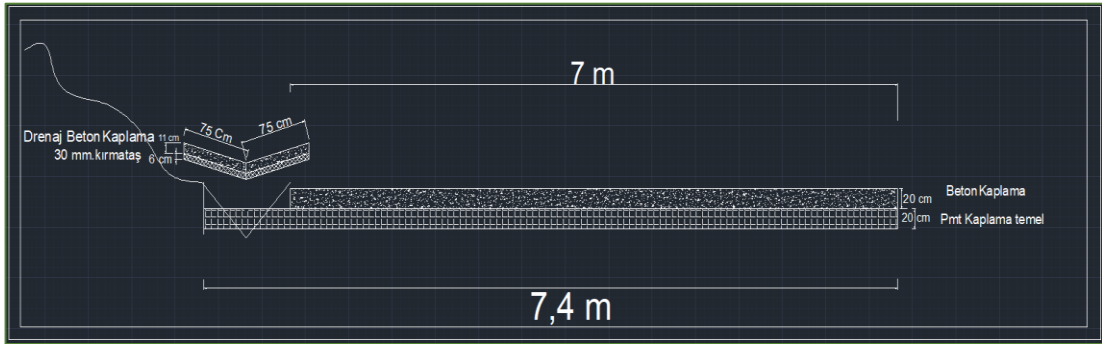
İş kaleminin adı ve kısa açıklaması	Biri mi	Miktarı	Birim Fiyat	Tutar (TL)
Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollar için hazırlanan beton harcının temini, finişer ile serilmesi, silindirler ile sıkıştırılması	m <sup>3</sup>	1400	1.133,84	1.587.376
Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollarda Su ile Kür Yapılması	1000 m <sup>2</sup>	7	159,55	1.117
Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollarda Beton Kalınlığının 1/3 - 1/4 ü oranında Derz Kesilmesi	m	2400	4,78	11.472
Ocak taşından konkasörle kırılmış ve elenmiş 30 mm'ye kadar kırma taş hazırlanması (betonarme ve kaliteli beton için). (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	90	131,16	11.804
Hendeklerin Betonla Kaplanması (Orta Refüj ve Yarma Hendeği) (C 20/25 Hazır Beton Harcı ile)	m <sup>3</sup>	165	1.011,14	166.838
Plent-Miks Temel Yapılması (Kırılmış ve Elenmiş Ocak Taşı ile) (Nakliye dâhil)	Ton	3489,84	158,77	554.082
Toplam Tutar (KDV Hariç)				2.332.689

SSB kaplamada çoğunlukla birleşim donatısına, yüzey pürüzsüzlendirmeye ve kalıba ihtiyaç duyulmadığından maliyet de oluşmamaktadır.

Tercihen tek katmanlı yapılacak silindirle sıkıştırılmış beton kaplamalar çok katmanlı asfalt kaplamalara kıyasla daha hızlı ve ekonomik olarak inşaa edilebilirler. Silindirle sıkıştırılmış beton kaplamanın birim maliyeti benzer kesitteki asfalt kaplamadan daha ucuzdur.

## V. 1 KM KLASİK BETON YOL MALİYETİ

Kendinden yerleşen beton tanımı da yapılmaktadır. 1 km klasik beton yol maliyeti şekil 25’deki kesite göre hazırlanmıştır. 2022 yılı birim fiyatlarıyla hazırlanan 1 km uzunluğunda 7 m genişliğinde 20 cm kalınlığında beton kaplama altına 20 cm kalınlıkta pmt ve drenaj kanallı yapım maliyeti çizelge 7’de tanzim edilmiştir.



Şekil 25 Klasik beton kaplama tip kesiti

Çizelge 7’de SSB kaplama maliyeti hesaplanmasında drenaj kanalı imalatı 1,5 m genişlik ve 11 cm kalınlığında altına 6 cm kırıntı serimi yapılacak şekilde hesaplanmıştır, beton drenaj kanalı kalınlığı 11 cm ve genişliği 1,5 m dikkate alınmış olup bölgesel koşullara göre değişkenlik gösterecektir.

Hesaplanan kalınlıklar trafik yükleri, servis kabiliyeti, güvenilirlik katsayısı, yatak katsayısı, drenaj katsayısı değerlerine bağlı olarak değişkenlik gösterecektir.

Römork eni 2,55 m genişliğinde ve otomobil aynalarla birlikte 2,1 m genişliğinde olduğundan 7 m genişlik römork geçişleri için yeterli mesafe olacaktır.

Çizelge 7 1 km uzunluğunda klasik beton birim maliyeti

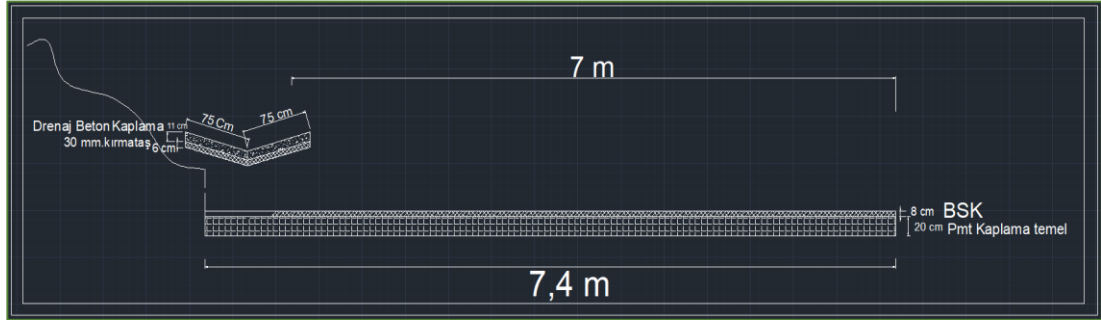
İş kaleminin adı ve kısa açıklaması	Birimi	Miktarı	Birim Fiyat	Tutar (TL)
Ocak taşından konkasörle kırılmış ve elenmiş 30 mm'ye kadar kırma taş hazırlanması (betonarme ve kaliteli beton için). (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	90	169,99	15.299,1
Her Türlü İnşaatta Temel Dışında Kuruda veya Suda Her Dozda Demirsiz Beton (Betoniye ile) (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	1400	973,05	1.167.660,0
Hendeklerin Betonla Kaplanması (Orta Refüj ve Yarım Hendeği) (C 20/25 Hazır Beton Harcı ile) (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	165	1.011,14	166.838,1
Plent-Miks Temel Yapılması (Kırılmış ve Elenmiş Ocak Taşı ile) (Nakliye dâhil)	Ton	3489,84	132,88	401.063,7
<b>Toplam Tutar (KDV Hariç)</b>				<b>1.750.860,93</b>



## VI. 1 KM BSK YOL MALİYETİ

Esnek kaplama avantajları yanında, tekrarlı taşıt yükleri, sıcaklık etkileri ve yağışların yol yüzeyine nüfuz ederek donma-çözülme basınç etkisi ve benzeri nedenlerden dolayı genellikle 8-10 yıldan sonra bakıma ihtiyaç duymaktadır.

1 km maliyeti şekil 26' daki kesite göre hazırlanmıştır. 2022 yılı birim fiyatlarıyla hazırlanan 1 km uzunluğunda 7 m genişliğinde 8 cm kalınlığında bsk kaplama altına 20 cm kalınlıkta pmt ve drenaj kanallı yapım maliyeti çizelge 8'de tanzim edilmiştir.



Şekil 26 Bsk kaplama kesiti

Çizelge 8'de SSB kaplama maliyeti hesaplanmasında drenaj kanalı imalatı 1,5 m genişlik ve 11 cm kalınlığında altına 6 cm kırıntı serimi yapılacak şekilde hesaplanmıştır, beton drenaj kanalı kalınlığı 11 cm ve genişliği 1,5 m dikkate alınmış olup bölgesel koşullara göre değişkenlik gösterecektir.

Bsk kaplama kalınlık tasarımında bitümlü üst kaplama kalınlığının 8 cm olarak hesaba katılmasında, Özel İdare Yol Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü tarafından 2022 yılı öncesinde yapılan çalışmalarda tecrübeler baz alınmıştır. Köy yollarındaki ESAL sayılarının karayollarına nazaran daha düşük olduğundan tabaka kalınlığı 8 cm seçilebilmektedir. Yüksek trafik yükleri altında ve bölgesel koşullara göre bsk üst tabaka ve alt tabaka kalınlıkları ile tabaka sayıları değişkenlik gösterecektir.

Ek 3'te bsk kaplama yapım aşamaları gösterilmektedir. BSK plentte 160 °C de ısıtılmakta, finişer seriminden sonra silindirle sıkıştırmaya başlandığında karışım

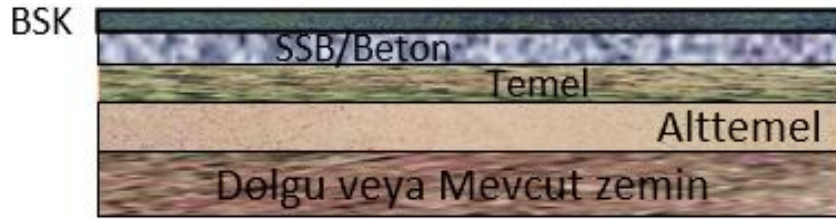
sıcaklığı 135 °C üstündedir ve karışım sıcaklığı 80 °C altına inmeden sıkıştırma tamamlanır.

Çizelge 8 1 km uzunluğunda bsk maliyeti

İş kaleminin adı ve kısa açıklaması	Biri mi	Miktarı	Birim Fiyat	Tutar (TL)
BİTÜM 50/70 (Nakliye dâhil)	Ton	60,48	9.588,56	579.916,1
Ocak Taşından Konkasörle Kırılmış ve Elenmiş 37,5 mm (1 1/2") lik Agregası Hazırlanması (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	560	101,25	56.700,0
Soğuk yol çizgi boyası ile yol çizgilerinin çizilmesi (Makina ile)	m <sup>2</sup>	240	54,00	12.960,0
Plent-Miks Temel Yapılması (Kırılmış ve Elenmiş Ocak Taşı ile) (Nakliye dâhil)	Ton	3489,84	119,89	418.396,9
8 cm Sıkışmış Kalınlıkta 1 m <sup>2</sup> Asfalt Betonu Bitümlü Sıcak Temel Tabakası Yapılması (Kırılmış ve Elenmiş Ocak Taşı ile) (Astarsız Temel Üzerine) (TİP-A) (Nakliye dahil)	m <sup>2</sup>	7000	48,33	338.310,0
Toplam Tutar (KDV Hariç)				1.406.310

## VII. 1 KM KOMPOZİT YOL MALİYETİ

Söz konusu kaplamada amaç tek başına tek çeşit kaplama yerine iki veya daha fazla kaplamayı uygun özellikleri verebilecek duruma getirmektir şekil 27.



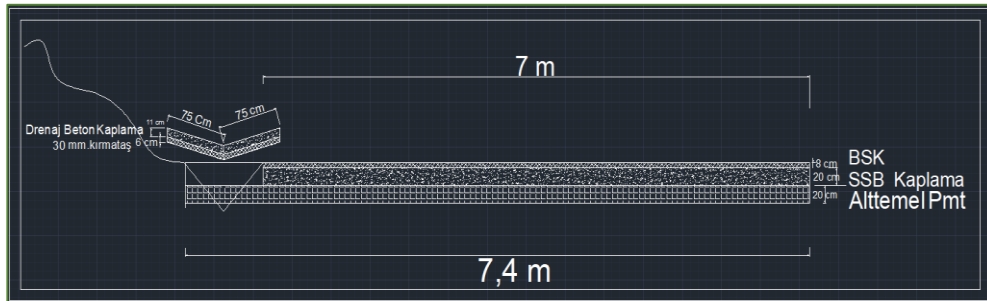
Şekil 27 Kompozit kaplama ( Beton üstü bsk ) kesiti

### A. SSB Kaplama Üstüne Bsk

1 km maliyeti şekil 28' deki kesite göre 2022 yılı birim fiyatlarıyla hazırlanmıştır. 1 km uzunluğunda 7 m genişliğinde 20 cm pmt, üstüne 20 cm kalınlığında SSB imalatı ve üstüne 8 cm kalınlığında bsk kaplama ve drenaj kanallı yapım maliyeti çizelge 9'da tanzim edilmiştir.

SSB kaplama üzerine BSK kaplama yapımının yararları;

- ◀▶ Araç geçişinde tekerlekle kaplama arasında meydana gelen sesin rahatsız edici titreşimleri sönmülenererek oluşan ses izole edilmektedir.
- ◀▶ BSK, SSB kaplama ve alt katmanları yağmur, kar vb. ile ve sıcaklık etkilerinden korumaktadır.



Şekil 28 Kompozit kaplama kesiti

Çizelge 9'da SSB kaplama maliyeti hesaplanmasında drenaj kanalı imalatı 1,5 m genişlik ve 11 cm kalınlığında altına 6 cm kırmataş serimi yapılacak şekilde

hesaplanmıştır, beton drenaj kanalı kalınlığı 11 cm ve genişliği 1,5 m dikkate alınmış olup bölgesel koşullara göre değişkenlik gösterecektir.

Çizelge 9 1 km uzunluğunda kompozit kaplama

İş kaleminin adı ve kısa açıklaması	Biri mi	Mikt arı	Birim Fiyat	Tutar (TL)
Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollar için hazırlanan beton harcının temini, finişer ile serilmesi, silindirler ile sıkıştırılması (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	1400	1.133,84	1.587.376
Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollarda Su ile Kür Yapılması	1000 m <sup>2</sup>	7	159,55	1.117
Silindir ile Sıkıştırılmış Beton Yollarda Beton Kalınlığının 1/3 - 1/4 ü oranında Derz Kesilmesi	m	2400	4,78	11.472
BİTÜM 50/70 (Nakliye dâhil)	Ton	60,48	9.500,74	574.605
Ocak taşından konkasörle kırılmış ve elenmiş 30 mm'ye kadar kırma taş hazırlanması (betonarme ve kaliteli beton için). (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	120	133,73	16.047,6
Hendeklerin Betonla Kaplanması (Orta Refüj ve Yarma Hendeği) (C 20/25 Hazır Beton Harcı ile) (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	225	1.011,14	227.506
Ocak Taşından Konkasörle Kırılmış ve Elenmiş 37,5 mm (1 1/2") lik Agregası Hazırlanması (Nakliye dâhil)	m <sup>3</sup>	560	144,62	80.987
Soğuk yol çizgi boyası ile yol çizgilerinin çizilmesi (Makina ile)	m <sup>2</sup>	240	78,49	18.838
Plent-Miks Temel Yapılması (Kırılmış ve Elenmiş Ocak Taşı ile) (Nakliye dâhil)	Ton	3489,84	162,37	566.645
8 cm Sıkışmış Kalınlıkta 1 m <sup>2</sup> Asfalt Betonu Bitümlü Sıcak Temel Tabakası Yapılması (Kırılmış ve Elenmiş Ocak Taşı ile) (Astarsız Temel Üzerine) (TİP-A) (Nakliye dâhil)	m <sup>2</sup>	7000	52,68	368.760
Toplam Tutar (KDV Hariç)				3.453.354

BSK kaplama yeni beton kaplama üzerine veya deformasyon oranı yüksek olmayan beton kaplama üzerine uygulanabilir. Şekil 27 ve şekil 28'deki kesitlere göre SSB üstü bsk kompozit kaplamanın maliyeti çizelge 9'da hesaplanmış, bsk kaplama kalınlığı 8 cm olarak seçilmiştir. Bölgesel koşullara ve trafik yüklerine bağlı olarak tabaka sayıları ve tabaka kalınlıkları değişecektir.

#### B. Asfalt Kaplama Üstüne SSB (Kompozit)

Asfalt üstüne SSB kaplaması yapılabilir. Maliyeti çizelge 9 daki gibidir. Eski asfalt üstüne inşaat mühendisi ile asfalt bozulma oranı ve zemin durumuna göre söküm veya onarım yapılarak uygulanabilecek bir kaplamadır şekil 29. Asfalt üstüne sadece SSB kaplama da yapılabilir Çizelge 6.



Şekil 29 Kompozit kaplama ( Asfalt üstü SSB ve bsk )

## VIII. ŞIRNAK İLİ YOL AĞI

2022 yılı itibarıyla Şırnak'ta 237 adet yerleşim yerinin 162 adeti köy ve 75 adeti bağlı statüsündedir. Şırnak'taki köy yollarının yaklaşık 3 te 2 si, % 65,8 i asfalt, kaplamadır şekil 30.

### A. Şırnak İli Köy Yolları Yol Ağı

Şırnak ili köy yolları 1970 km uzunluğunun 3 te 1'i, % 35'i asfalt, % 30' u ham/tesviye, % 24' ü stabilize, % 7' si beton kaplama ve % 4'ü parke taşı kaplamadır. 237 adet üniteden 156 adetinin yol kaplama tipi asfalttır çizelge 10.



Şekil 30 Şırnak İli Köy Yolları Ağı

Şırnak ili köylerinin 92.065 toplam nüfusunun 72.986' sı yani toplam nüfusun % 79'u asfalt yol hizmeti almaktadır.

Çizelge 10 Şırnak İli Yol Ağı Bilgileri – Yol Kaplama Tipleri

İŞİN CİNSİ	YARARLANAN KÖY SAYISI	YARARLANAN BAĞLI SAYISI	TOPLAM ÜNİTE SAYISI	TOPLAM NÜFUS	TOPLAM KM.	% Sİ
ASFALT	108	48	156	72986	688	35
STABİLİZE	40	27	67	13742	475	24
HAM YOL/TESVİYE	3	0	3	887	591	30
BETON YOL	11	0	11	4450	132	7
PARKE TAŞI	0	0	0	0	84	4
TOPLAM	162	75	237	92065	1970	100

### B. Köy Yolları Hizmet Alan Dökümü

Şırnak iline bağlı 196 adet köy 88 adet bağlı bulunmaktadır. 196 adet köyün 34 adeti ve 88 adet bağlının 75 adet bağlısının ulaşımı KGM yol ağı üzerinden sağlanmaktadır. Köy içi yollara Özel İdare tarafından hizmet sağlanmaktadır çizelge 11.

Çizelge 11 Köy Yolları Hizmet Alan Bilgileri

İLÇESİ	İL ÖZEL İDARESİ (TCK DÂHİL)					
	KÖY		BAĞLI		TOPLAM	
	ADET	NÜFUS	ADET	NÜFUS	ADET	NÜFUS
BEYTÜŞŞEBAP	26	9901	14	726	40	10627
CİZRE	31	22847	16	576	47	23423
GÜÇLÜKONAK	18	4685	5	155	23	5350
İDİL	63	36286	24	1265	87	40752
MERKEZ	19	4608	7	435	26	15397
SİLOPI	26	20001	16	980	42	20981
ULUDERE	13	8321	6	1260	19	17727
GENEL TOPLAM	196	128860	88	5397	284	134257

### C. Grup Yol Nitelikleri

Şırnak ilindeki 240 adet yolun 26 adeti grup yol ve 214 adeti münferit yoldur. Grup yolları 80 adet köy ve 22 adet bağlı, münferit yolları 116 adet köy ve 66 adet bağlı kullanmaktadır çizelge 12.

Çizelge 12 Grup ve Münferit Yol Nitelikleri Tablosu

İLÇESİ	Yol Adedi		Grup			Münferit			Toplam		
	Grup	Münferit	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Toplam Nüfus	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Toplam Nüfus	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Toplam Nüfus
MERKEZ	2	29	4	0	2579	15	7	12818	19	7	15397
B.ŞEBAP	5	27	18	8	6910	8	6	3717	26	14	10627
CİZRE	4	27	10	4	6153	21	12	17134	31	16	23287
GÜÇLÜKONAK		44	0	0	0	18	5	5350	18	5	5350
İDİL	12	39	39	7	26319	24	17	14436	63	24	40755
SİLOPİ	3	32	9	3	10536	17	13	10445	26	16	20981
ULUDERE	0	16	0	0	0	13	6	17727	13	6	17727
İL TOPLAMI	26	214	80	22	52497	116	66	81627	196	88	134124

#### D. Köy Yolları Dökümü

Şırnak ili toplam 1970 yol ağı uzunluğunun 732 km'si 1. derece, 1040 km'si 2. Derece ve 198 km'si köy içi yollardır çizelge 13.



Çizelge 13 1. Derece, 2. Derece ve Köy içi Yolların İlçeler ve Kaplama Tiplerine Göre Uzunlukları

İLÇESİ	YOL NİTELİĞİ	İL TOPLAMINDA YOL UZUNLUKLARI (KM)															
		Ham yol		Tesviye		Stabilize		Asfalt				Parke Taşı		Klasik Beton Yol		Toplam	
		Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit
MERKEZ	1. DERECE						3		3	23	19			8	6	32	31
MERKEZ	2. DERECE		141				30		0		8		3		26	0	207
MERKEZ	KÖY İÇİ YOL		13				1		2		3		28		2	0	49
B.ŞEBAP	1. DERECE		21			46	11	23	8	11	1		0	13		94	40
B.ŞEBAP	2. DERECE	5	98		1		14	2	3		0		4		9	7	129
B.ŞEBAP	KÖY İÇİ YOL								7		1		2		2	0	12
CİZRE	1. DERECE					5	20	2	8	30	21		1			36	50
CİZRE	2. DERECE		45		0	1	78		13		20					1	156
CİZRE	KÖY İÇİ YOL							1	12		6		0		4	1	23
G.KONAK	1. DERECE						15		28		6		0		21	0	72
G.KONAK	2. DERECE		31				7		34				3		1	0	76
G.KONAK	KÖY İÇİ YOL						0		1				8		3	0	12
IDİL	1. DERECE					28	68	17	21	81	20	2		4	0	133	109
IDİL	2. DERECE		134		0		73	0	22		5		0			0	234
IDİL	KÖY İÇİ YOL		0				0		7		8		22		1	0	38
SİLOPİ	1. DERECE					5	7	5	31	34	44				2	44	84
SİLOPİ	2. DERECE		49		9	10	39	3	25	1	28		1			13	151
SİLOPİ	KÖY İÇİ YOL						0		4		9		9			0	23
ULUDERE	1. DERECE										3				5	0	8
ULUDERE	2. DERECE		46				15								6	0	66
ULUDERE	KÖY İÇİ YOL								7		16				18	0	41
İL TOPLAMI	1. DERECE	0	21	0	0	83	124	47	100	180	114	2	1	26	35	338	394
İL TOPLAMI	2. DERECE	5	543	0	10	11	255	5	97	1	60	0	11	0	42	21	1019
İL TOPLAMI	KÖY İÇİ YOL	0	13	0	0	0	3	1	40	0	43	0	70	0	30	1	198

#### E. Yerleşim Yerlerinin Yol Nitelikleri

Şırnak ilinde 90 adet köy ve 30 adet bağlının yol kaplama tipi bsk, 52 adet köy ve 38 adet bağlının yol kaplama tipi sathi kaplama asfalt, 11 adet köyün yol kaplama tipi beton kaplama, 40 adet köyün ve 20 adet bağlının kaplama tipi stabilize ve 3 adet köyün kaplama tipi ham-tesviye kaplamadır çizelge 14.



Çizelge 15 Beytüşşebap İlçesi Yol Ağı Kaplama Tipleri

İŞİN CİNSİ	YARARLANAN KÖY SAYISI	YARARLANAN BAĞLI SAYISI	TOPLAM ÜNİTE SAYISI	TOPLAM NÜFUS	TOPLAM KM.	% Sİ
ASFALT	14	8	22	4466	56	20
STABİLİZE	7	6	13	711	71	25
HAM/TESVİYE YOL	2	0	2	858	123	44
BETON YOL	3	0	3	1859	25	9
PARKE TAŞI	0	0	0	0	6	2
TOPLAM	26	14	40	7894	281	100

## IX. SAHA ÇALIŞMASI

Yeşilöz köyünün bulunduğu Beytüşşebap ilçesi yol ağı 281 km uzunluğundadır. 134 km'si 1 derece, 12 km'si köy içi ve 135 km'si 2. derecedir. 134 km. 1. derece yol uzunluğunun 43 km'si asfalt, 57 km'si stabilize, 21 km'si ham yol, 13 km 'si klasik betondur şekil 32. Yeşilöz SSB yol yapımı;

İşin Adı	: Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Yapım İşi
Sözleşme Bedeli	: 33.895.484,93 TL
İşe Başlama Tarihi	: 27.06.2019
İş Bitim Tarihi	: 17.11.2021

Yeşilöz köy yolu Şırnak'ın en dağlık topoğrafyasından geçmekte olup eski yol 32 km uzunluğunda ham yol statüsündedir. Yeni yapılan yol 27 km uzunluğunda beton kaplama olarak yapılmış olup yol standartları yükseltilerek ulaşımda 5 km'lik bir kısalma sağlanmıştır.

5 km'lik yolun kısılmasıyla hem yakıttan tasarruf aynı zamanda yol standartlarının yükseltilmesiyle araç bakımlarından tasarruf ( tekerlek, ön düzen vs) sağlanarak önemli iyileştirmeler elde edilmiştir.



## A. Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Yapım İşi Keşif Özeti

Arazide yol güzergâhında güncelleştirmeler yapılarak yol uzunluğu 5 km kısaltılmış ihtiyaç duyulan bölgelerde yol kaplama genişliği 7 m uygulanmıştır. İlk planlamada 32 km uzunluğunda 6 m genişliğinde yapılması öngörülmüştü. İlk keşif yaklaşık maliyeti şekil 34.

S. No	İş Kalemi No	İş Kaleminin Adı ve Kısa Açıklaması	Birimi	Miktarı	Teklif Edilen Birim Fiyat	Tutar (TL)
1	2200 PAÇ	Her Cins Klastaki Zeminde Yarma Kazısı Yapılması,Nakli ve Kullanılması	m <sup>2</sup>	750000	18,38	13.785.000,00
2	KGM/08.023/K	Coak taşından konkasörle kırılmış ve elenmiş 30 mm'ye kadar kırma taş hazırlanması (betonarme ve kaliteli beton için). (Nakliye dahil)	m <sup>3</sup>	13830	61,28	847.225,80
3	KGM/14.210	Her Derinlikte, Her Cins ve Klastaki Zeminde Kuruda Drenaj, Kanalizasyon Hendeği ve Duvar Temelinin Kazılması (Heyelan etmiş sahadaki yapılacak drenaj hendeği ve duvar temelinin kazılması hariç) (Makine ile)	m <sup>3</sup>	32840	21,03	686.419,20
4	KGM/14.211	Her Derinlikte, Her Cins ve Klastaki Zeminde Kuruda Kutu Menfez, Gido, Mahmuz, Taş Dolgu ve Tahkimat İşleri Temellerinin Kazılması (Makine ile)	m <sup>3</sup>	5840	18,40	103.776,00
5	KGM/15.044	Makina ile Her Cins Toprak Zeminde Reglaj	km	32	2.729,44	87.342,08
6	KGM/15.100	Kırılmamış ve Elenmemiş Çakıllı (Tüvenan) Malzeme ile Alttemel ve Temel Malzemesi Temini (Nakliye dahil)	m <sup>3</sup>	86625	22,06	1.910.947,50
7	KGM/16.120/K	Her Türü İnşaatla Temel Dışında Kuruda veya Suda Her Dozda Demirsiz Beton (Betoniyer ile) (Nakliye dahil)	m <sup>3</sup>	38400	369,56	15.343.104,00
8	KGM/16.122/K-H	Hendeklerin Betonla Kaplanması (Orta Refüj ve Yarma Hendeği) (C 20/25 Hazır Beton Harcı ile)	m <sup>3</sup>	2700	209,58	566.866,00
9	KGM/16.130/K-H	Her Türü İnşaatla (Kirişli ve Kutu Menfezler, Köprüler ve Betonarme Kazık Harcı, Plak ve Kompozit Menfezler Dahil) Kuruda veya Suda her Dozda Demirli Beton (C 25/30 Hazır beton Harcı ile)	m <sup>3</sup>	680	299,61	197.742,80
10	KGM/16.132/K-H	Kutu Menfezlerde Kuruda veya Suda Her Dozda Demirli Beton (C 25/30 Hazır Beton Harcı ile)	m <sup>3</sup>	254,4	417,3625	106.174,49
11	KGM/16.138/K-H	Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C 30/37 Hazır Beton Harcı ile)	m <sup>3</sup>	1440	548,00	789.120,00
12	KGM/21.051	Menfezlerde 8 m ve Daha Küçük Göz Açıklıkları İçin Döşeme, Kiriş ve Kemer Taşıyıcı İskeleleri (Kompozit Menfezler Hariç)	m <sup>3</sup>	600	14,50	8.700,00
13	KGM/23.001/K	Betonarme İçin Ø 6 - Ø 12 mm'lik Yuvarlak Demir Temini ve İşçiliği (Nakliye Hariç) (Nakliye dahil)	Ton	21,6	5.167,73	111.622,97
14	KGM/23.014/K	Betonarme İçin Ø 8 - Ø 12 mm'lik İnce Nervürlü Çelik Temini ve İşçiliği (Nakliye Hariç) (Nakliye dahil)	Ton	6.806	4.489,54	29.857,90
15	KGM/23.015/K	Betonarme İçin Ø 14 - Ø 32 mm'lik Kalın Nervürlü Çelik Temini ve İşçiliği (Nakliye Hariç) (Nakliye dahil)	Ton	71,778	4.323,17	310.308,50
16	KGM/25.052	Katran Badana	m <sup>2</sup>	480	7,23	3.470,40
17	KGM/70.006	Stabilize yollarda reglaj, sulama ve sıkıştırma	km	32	1.688,74	54.039,88
18	Q 1000 İLİK BÜZ	1000 İlik Büz (Nakliye Dahil)	mt	450	428,50	192.825,00
19	Q800 BÜZ	Q 800 Büz (Nakliye Dahil)	m	150	346,80	51.870,00
Toplam Tutar (KDV Hariç)					35.185.212,12	

Nakliye ve boru montaj malzeme bedelleri fiyatlara dâhildir. Birim Fiyat Tarifleri'nde (Teknik Şartname) yer alan bu bedellerin ayrıca ödeneceğini (birim fiyatta dâhil olmadığını) belirten ifadeler yerine buradaki "Nakliye ve boru montaj malzeme bedelleri fiyatlara dâhildir" bilgisi geçerlidir.

Şekil 34 Şırnak İli Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Yapım İşi Yaklaşık Maliyet Cetveli



Şekil 35 Konkasör Şantiyesi

## B. Agrega ve Deneme Yolu

İş kapsamında firma mobil konkasör şantiyesi kurmuştur şekil 35. Doğal yoldan konkasörde üretilen kırılmış taş SSB imalatında 100 metrelik deneme yolunda test edilmiştir.





Şekil 36 Mobil Beton Santrali



Şekil 37 Küp Numunenin Kırılması

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU							
Rapor Tarihi ve Numarası		04.09.2020 -					
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>							
Deneysel Talep Eden	BAHADIR GRUP						
Yapının Bulunduğu Yer	ŞIRNAK BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARASIN YOLU						
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi	BAHADIR GRUP						
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>							
Beton Sınıfı	C-30/37						
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>							
Numuneyi Alan(lar)	ORHAN DAYAN						
Numunenin Alınma Tarihi	07.08.2020						
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü	1 KM						
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı	TSE 206						
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>							
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi	3 adet, 15X15X15 mm küp						
Uygulanan Sıkıştırma Metodu	PRES						
Kür Şekli	HAVUZ						
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>							
Deneysel Tarihi	04.09.2020						
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı	TSE 206						
Deneysel Hangi Standartta Göre Yapıldığı	TSE 206						
Ölçme Belirliliği							
<b>DENEY SONUÇLARI</b>							
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Gözenek Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kesit Alan (Ac) (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüğü (F) (kN)	Basınç Mukavemeti (fc) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Gücü
1	3.375	8.120	2.405.93	22.500	947	42.09	28GÜN
2	3.375	8.111	2.403.26	22.500	913	40.56	28GÜN
3	3.375	8.114	2.404.15	22.500	830.5	36.91	28GÜN
Ortalama Basınç Mukavemeti : 39,86							

Şekil 38 1 km deney sonuç raporu

şekil 38.

1 MPa 1N/mm<sup>2</sup> dir. Yeşilöz köy yolunun yol kaplama fotoğrafları Ek 5'te ve deney sonuç raporları Ek 6' da sunulmuştur.

Yeşilöz köy yolunda asfalt finişeriyle tamamlanan SSB kaplama imalatında elde edilen kazanımlar;

- ◀▶ Stabilize ve sathi kaplamalı yollarda özellikle meydana gelen yağışlardan ve araç tekerrür sayılarından kaynaklı yeni kaplama yapım/bakım yapılması ihtiyacı nedeniyle ek maliyetler oluşabilir. Bitümlü sıcak karışım kaplama türüne göre SSB kaplamanın maliyeti daha düşüktür.
- ◀▶ Ssb yol kaplamasına karşı duyulan korkuların yerini güvene bıraktığı, ileride il genelinde yapılacak ssb yol üst kaplamaları için rehber niteliğinde bir çalışma

olduğu, kazanılan tecrübeler sonucu ileride yapılacak yol yapım programlarına SSB kaplama yol yapımının eklenmesinin yerinde olacağı,

- ◀▶ Şırnak yağış oranının diğer illere göre -doğu karadeniz hariç- yüksek olduğundan temel, alttemel ve üst kaplama kalınlıklarını arttırılması, kaya/taş tahkimat ve dolgularının yapılarak, drenaj tasarımının yağış oranlarına göre yapılmasının zorunluluk olarak öne çıktığı tespit edilmiştir.

Parametreler	Açıklama	Değerler
$f_{ck}$	Beton karakteristiki basınç dayanımı	37,00 MPa
% R	Ölçümlülük	75
$Z_{std}$	Standart normal sapma	-0,674
$S_{ns}$	Taahhüt tahmini ve performans tahmininin ilgili standart hatası	0,35
$\Delta PSI$	Servis kabilyetinde azalma miktarı	2,2
$P_{ns}$	Beyazlığı servis kabilyetinde indelir	4,2
$P_{ts}$	Nihai servis kabilyetinde indelir	2
$S_{cs}$	Betonun eğiliminde çekme dayanımı	4,48 MPa
$C_{dr}$	Drenaj katsayısı	0,8
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026 MPa
$k$	Yataklık katsayısı	1,70 MPa
$J$	Yük transfer katsayısı	4,2
$D$	Rijit çarşap beton kaplama kalınlığı	20,0 cm

$W_{s,2}$	801.206
$D$ (cm)	20,0
ESAL Değerine göre kalınlık hesabı	ESAL ( $W_{s,1}$ ) Değeri Giren
	801.206

Şekil 39  $C_d$  0,8 için beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü-AASHTO 93 metodu (Engin, 2015)

Parametreler	Açıklama	Değerler
$f_{ck}$	Beton karakteristiki basınç dayanımı	37,00 MPa
% R	Ölçümlülük	75
$Z_{std}$	Standart normal sapma	-0,674
$S_{ns}$	Taahhüt tahmini ve performans tahmininin ilgili standart hatası	0,35
$\Delta PSI$	Servis kabilyetinde azalma miktarı	2,2
$P_{ns}$	Beyazlığı servis kabilyetinde indelir	4,2
$P_{ts}$	Nihai servis kabilyetinde indelir	2
$S_{cs}$	Betonun eğiliminde çekme dayanımı	4,48 MPa
$C_{dr}$	Drenaj katsayısı	1
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026 MPa
$k$	Yataklık katsayısı	1,70 MPa
$J$	Yük transfer katsayısı	4,2
$D$	Rijit çarşap beton kaplama kalınlığı	20,0 cm

$W_{s,2}$	1.781.076
$D$ (cm)	20,0
ESAL Değerine göre kalınlık hesabı	ESAL ( $W_{s,1}$ ) Değeri Giren
	1.781.076

Şekil 40  $C_d$  1 için beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü-AASHTO 93 metodu (Engin, 2015)

Parametreler	Açıklama	Değerler
$f_{ck}$	Beton karakteristiki basınç dayanımı	37,00 MPa
% R	Ölçümlülük	75
$Z_{std}$	Standart normal sapma	-0,674
$S_{ns}$	Taahhüt tahmini ve performans tahmininin ilgili standart hatası	0,35
$\Delta PSI$	Servis kabilyetinde azalma miktarı	2,2
$P_{ns}$	Beyazlığı servis kabilyetinde indelir	4,2
$P_{ts}$	Nihai servis kabilyetinde indelir	2
$S_{cs}$	Betonun eğiliminde çekme dayanımı	4,48 MPa
$C_{dr}$	Drenaj katsayısı	0,4
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026 MPa
$k$	Yataklık katsayısı	1,70 MPa
$J$	Yük transfer katsayısı	4,2
$D$	Rijit çarşap beton kaplama kalınlığı	20,0 cm

$W_{s,2}$	66.997
$D$ (cm)	20,0
ESAL Değerine göre kalınlık hesabı	ESAL ( $W_{s,1}$ ) Değeri Giren
	66.997

Şekil 41  $C_d$  0,4 için beton kaplama kalınlığı tasarım programı sonuç ekran görüntüsü-AASHTO 93 metodu (Engin, 2015)

- ❖ AASHTO denklem 1' e göre

Engin (2015) tarafından hazırlanan excel programında beton kalınlığı 20 cm kalınlığında alındığında Ek-8, 1., 2. ve 3. Senaryo;

- ❖ Drenaj katsayısı 0,8 alınarak,

- Günlük 109 adet araç,
- $109 \cdot 20 \cdot 365 =$

795.700 toplam adet araç geçişine karşılık gelmektedir.

- ❖ Drenaj katsayısı 1 alınarak,

- Günlük 243 adet araç
- $243 \cdot 20 \cdot 365 =$

1.773.900 toplam adet araç geçişine karşılık gelmektedir.

- ❖ Drenaj katsayısı 0,4 alınarak,

- Günlük 36 adet araç
- $36 \cdot 5 \cdot 365 = 65.700$

toplam adet araç geçişine karşılık gelmektedir.



## X. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde karayollarının taşıt yoğunluğu yüksek ve taşıtların yükleme tonajları da haddinden çok fazladır. Stabilize ve sathi yol kaplamalarının kullanım ömürleri azdır. Yapımı standartlara uygun yapılan beton kaplamaların ömrü ise daha uzundur.

Kompozit (silindire sıkıştırılmış beton kaplaması üstüne bitümlü sıcak karışım) yapımı, yol standartlarının iyileştirmesi projelerinde beton kaplamanın rijitlik avantajı ile BSK'nın konfor yararını bir arada sağlayabilecek uygun bir alternatif olabilir.

Stabilize ve sathi kaplamalı yollar 2-3 yılda yüksek tekerrürlerde ağır tonajlı araçların yükleri etkisinde kullanıldığında, stabilize ve sathi kaplamalı yolların yaklaşık 2 yılda bozuldukları görülmüştür. Stabilize ve sathi kaplama yollar yerine daha uzun ömürlü kompozit yol kaplamaların tercih edilmesi uzun vadede daha ucuz bir çözüm olacaktır.

Türkiye özelinde Şırnak'ın 1970-2021 yılları arası yıllık yağış oranı diğer illere göre -doğu karadeniz hariç- yüksek olup ortalama 768,2 mm'dir. 76 cm yağış oranı çok yüksek olduğundan, Şırnak Merkez, Uludere, Beytüşşebap ilçelerinin rakımları daha yüksek olduğundan bu bölgeler diğer yerleşim alanlarına göre daha fazla yağış çekeceğinden yapılacak yollarda temel, alttemel ve üst kaplama kalınlıklarını artırılması, kaya/taş tahkimat ve dolgularının yapılarak, drenaj tasarımının 76 cm kotuyla yapılması yolun kullanım ömrünü arttıracaktır.

Yüksek standartlarda yapılan kompozit kaplama uygulamaları arttıkça, sürdürülebilirlik ekseninde SSB kaplamanın çevre dostu bir uygulama olduğu, beton yollarda araç lastiklerinin yuvarlanma direncinin düşük olduğu, CO<sub>2</sub> tüketimi ve emiliminin yüksek değerlerde olduğu bilinciyle kaplama seçiminin yapılması ve ekonomik göstergelere göre düşünülmesi kazanımları arttıracaktır.

## **XI. KAYNAKLAR**

### **KİTAPLAR**

AĞAR, E., SÜTAŞ, İ. ve ÖZTAŞ, G., (1998). Beton Yollar (Rijit Yol Üstyapıları), İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

YAYLA,N., (2004). **Karayolu Mühendisliği**, Birsen Yayınevi, İstanbul

### **TEZLER**

BÜYÜKSARAÇOĞLU,Y., (2009). Asfalt Yol İnşaatının Tedarik Zincirinin Simülasyon Tabanlı İncelemesi,(Yüksek Lisans Tezi) s. 3

KARPUZ,O.,(2008). Beton Yol Karışımındaki İnce Agreganın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin İncelenmesi, ( Doktora Tezi) s.124

### **MAKALELER**

THBB BETON YOLLAR TEKNİK ÇALIŞMA GRUBU, (2003), “ Beton Yollar”,**Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi**, cilt 5,sayı 427,s. 42

HARRINGTON, D., ABDO, F., ADASKA, W., HAZAREE, C., (2010). **Guide for Roller Compacted Concrete Pavements**, National Concrete Pavement Technology Center, Institute for Transportation, Iowa State University, ss. 5,9-10,74

RAMYAR., K., (2013)“ Betonda Alkali-Silis Reaksiyonu: Bir Derleme”, **Hazır Beton Dergisi**, s.70

NOUMOUE., A., (2003) “ **Characterisation of asphalt exposed to high temperature: Application to fire case of asphalt pavement**”, Cergy Pontoise University

### **RAPORLAR**

ULAŞTIRMA ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU, (2018). On birinci Kalkınma Planı 2019-2023, **Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu Raporu**,ss. 5-6

- İYİNAM, Ş. ve AĞAR, E., (2006). **Karayollarında Hazır Beton**, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- PETERSON, D. E., (1987). **Pavement Management Practices,NCHRP Synthesis 135 Transportation Research Board**
- DARTER, M. I. ve WILSON, T. P., (2001). **Assessment of Selected Economic Benefits Associated with the Long Term Pavement Performance Program, Draft Final Report**, Federal Highway Administration.
- JOFRE,C.,(2019). **Silindirle Sıkıştırılmış Beton: Beton Kaplamaları Ulaştırma Sektörünün Kullanımına Sunan Bir Yöntem**, Brüksel,s.3
- YAMAN, İ.Ö., CEYLAN H., (2015). Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Ar-Ge Enstitüsü Yayınları, **Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar**, Ankara, ss.44-45,47-49
- TÜRKİYE ÇİMENTO MÜSTAHSİLLERİ BİRLİĞİ YAYINLARI, (2018). **Ülkemizin Yeni Yolu Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar**, Ankara, s.7
- YURT,M.,(2018).Samsun Büyükşehir Belediyesi, Gelişmiş Ülkelerdeki Beton Kaplamalı Yollar, **Beton Kaplamalı Yol Uygulamaları** , Ankara, ss.10, 134, 139, 200
- JOFRE,C.,ROMERO J., RUEDA R., (2010). **Contribution Of Concrete Pavements To The Safety Of Tunnels In Case Of Fire**, Brüksel,s.4
- KURGAN,N., Triboloji, (2019) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, **Makine Mühendisliği Ders Notları**, ss.72
- EUROPEAN CONCRETE PAVING ASSOCIATION, (2011). **Concrete Pavements Contribute To Decarbonising Of Transport**, Brussels, s.13-14
- EUROPEAN CONCRETE PAVING ASSOCIATION, (2011). **Concrete Roads. A Smart And Sustainable Choice**, Brussels, s.28

## **ELEKTRONİK KAYNAKLAR**

- URL-1 <https://larustt.com/tr/post/71/Karayolu-Tasimaciliginin-Dunyadaki-Yeri>, (Erişim Tarihi: 15.05. 2021)
- URL-2 <http://www.dunyaninilkleri.com/ilkler/dunyadaki-ilk-asfalt.html#:~:text=D%C3%BCnyadaki%20ilk%20asfalt%20M.%C3%96,birbirine%20asfalt%20ile%20yap%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r%C4%B1ld%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20bilinmektedir.> (Erişim Tarihi: 07.02. 2022)

- URL-3 <https://baldanasfalt.com.tr/2019/08/22/asfaltin-tarihcesi-asfalt-neredengelmistir/#:~:text=Asfalt%C4%B1%20ilk%20olarak%20Mezopotamya%C4%B1lar%20tap%C4%B1naklardaki,625'de%20Babililer%20d%C3%B6neminde%20olmu%C5%9Ftur.> (Erişim Tarihi: 07.02. 2022)
- BULUT, İ., “Dünyanın en eski beton yolları”, <https://tr.linkedin.com/pulse/d%C3%BCnyanın-en-eski-beton-yollari-1-abd-worlds-oldest-concrete-bulut>, (Erişim Tarihi: 09.02.2022)
- BULUT, İ., “ Belçika Beton Yolları Tercih Ediyor”, <https://tr.linkedin.com/pulse/bel%C3%A7ika-beton-yollar%C4%B1-tercih-ediyorbelgium-prefers-concretebulut#:~:text=Bel%C3%A7ika'da%20beton%20yol%20yap%C4%B1m%C4%B1,yol%20kullan%C4%B1m%C4%B1%20%60%20seviyelerine%20ula%C5%9Fm%C4%B1%20%9Ft%C4%B1r.> (Erişim Tarihi: 11.02.2022)
- URL-4 [https://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d\\_778.html](https://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html) (Erişim Tarihi: 17.02.2022)
- URL-5 <https://www.betonyol.org.tr/beton-yollar> (Erişim Tarihi: 11.02.2022)
- KAYMAZ,İ., Alasaran A., Hacısalihoğlu İ., “ Triboloji”, <https://paperzz.com/doc/5046318/tri%CC%87boloji%CC%87---mehmet-adem-y%C4%B1ld%C4%B1z,,> (Erişim Tarihi: 20.02.2022)
- URL-6 <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=42478> (Erişim Tarihi: 02.03.2022)
- URL-7 <https://avesis.akdeniz.edu.tr/resume/downloadfile/3531?key=9be9b2b4-0770-474b-afdb-a52a6e7ad454> (Erişim Tarihi: 02.03.2022)
- AKSU, M., “Rötre Nedir ?Rötre Çatlağına Karşılık Alınacak Önlemler”, <https://www.sanalsantiye.com/rotre-nedir/#:~:text=B%C3%BCz%C3%Bclme%20k%C4%B1cal%20%C3%A7atlak.,engellemek%20i%C3%A7in%20beton%20tazeyken%20sulan%C4%B1r.,> (Erişim Tarihi: 02.02.2022)
- URL-8 [avesis.erciyes.edu.tr/resume/downloadfile/cdatis?key=53256693-83b8-485c-a7e5-a845ff521c17](https://avesis.erciyes.edu.tr/resume/downloadfile/cdatis?key=53256693-83b8-485c-a7e5-a845ff521c17) , (Erişim Tarihi: 13.02.2022)
- ENGİN,Y., ”Beton Yol”, <https://www.betonvecimento.com/beton-2/beton-yol>, (Erişim Tarihi: 15.05.2021)
- BULUT, İ., <https://tr.linkedin.com/pulse/beton-yollar-ile-daha-kisa-fren-mesafesi-shorter-braking-i%CC%87smail-bulut> (Erişim Tarihi: 13.04.2022)

- ENGİN, Y.,“Rijit Üst Yapı Kaplama Kalınlık Hesabı (Excel Program) ”,  
<https://www.betonvecimento.com/beton-2/beton-yol>, (Erişim Tarihi: 08.03.2022)
- URL-9 [http://www.asnud.org.tr/Asfalt\\_Uretim\\_ve\\_Uygulama.asp](http://www.asnud.org.tr/Asfalt_Uretim_ve_Uygulama.asp), (Erişim Tarihi: 06.02.2022)
- URL-10 <https://www.yerelnet.org.tr/il/sirnak/sirnak/>, (Erişim Tarihi: 14.03.2022)
- URL-11 <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=SIRNAK> (Erişim Tarihi: 14.03.2022)
- URL-12 [https://tr.wikipedia.org/wiki/II%C4%B1man\\_ku%C5%9Fak\\_iklimleri#/media/Dosya:World\\_map\\_indicating\\_tropics\\_and\\_subtropics.png](https://tr.wikipedia.org/wiki/II%C4%B1man_ku%C5%9Fak_iklimleri#/media/Dosya:World_map_indicating_tropics_and_subtropics.png),  
kaynağından <http://www.educationscotland.gov.uk/weatherandclimatechange/climate/worldclimates/temperate.asp> (Erişim Tarihi: 20.03.2022)

## **EKLER**

- Ek 1** Klasik beton ve SSB yolların karşılaştırması (Harrington vd.,2010:5)
- Ek 2** Klasik Rijit Kaplama İle Esnek Kaplamaların Avantaj ve Dezavantajları (Ağar vd., 1998)
- Ek 3** Asfalt ve SSB Üretim ve Uygulama Safhaları (Yurt,2018:11)
- Ek 4** 2018 Yılı İtibarı İle Ülkemizde SSB Yol Uygulamaları (TÇMB,2018:17)
- Ek 5** Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Fotoğrafları
- Ek 6** Yeşilöz Yolu SSB Deney Rapor Sonuçları
- Ek 7** Deney odası ve SSB yol numuneleri
- Ek 8** Engin (2015) Tarafından Geliştirilen AASHTO Denklemiyle Beton Kalınlık Tasarımının Excel Programı Yardımıyla Hesaplanmasında Değişik Durumlar İçin Farklı Senaryolar
- Ek 9** Şırnak İli 1970-2021 Yılları Yağış Miktarları (mgm.gov.tr/2022)
- Ek 10** Dünya Farklı İklim Kuşakları Haritası (educationscotland.gov.uk /2014)

**Ek 1:** Klasik beton ve SSB yolların karşılaştırılması ( Harrington vd., 2010:5)

	Kaplama Tipi	
	Klasik Beton Yollar	Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar
Malzeme Karışım Oranları	İyi gradasyonlu iri ve ince agregalar genellikle karışım hacminin % 60 ila 75' ini oluşturur. Çimento hamurunun agrega danelerini bir araya getirecek ve daneler arasındaki boşlukları dolduracak kadar ıslak olmasını sağlayan tipik su / çimento oranı 0.40 ila 0.45'tir.	Yoğun ve iyi gradasyonlu iri ve ince agregalar genellikle hacimsel olarak SSB karışımlarının % 75 ila 85' ini oluşturur. SSB karışımları yüksek dozda ince agrega, düşük çimento ve su içerikleri nedeniyle klasik betondan daha kurudur.
Kaplama Yapılışı	Karışım, betonu titreşim aracılığıyla yayan, seviyelendiren, sıkıştıran ve çıkaran bir kayar kalıp sericinin önüne dökülmektedir.	SSB karışımı ağır bir iş makinesi olan kendinden tahrikli asfalt kaplama sericisi ile serme işleminde tabaka kalınlığının kontrolü için yüksek ağırlıktaki tek veya çift master yardımıyla yerleştirilir. Bu tip sericiler, özellikle kalın kaplama uygulamalarında yüksek kaliteli yerleştirme için gereklidir. Herhangi bir kalıp gerekli değildir. SSB genellikle minimum 15 ile 20 cm.lik maksimum ise 25 cm.lik tabakalar halinde yerleştirilir.
Sıkıştırma	Sıkıştırma işlemi içsel olarak meydana gelir. Başlangıçta, sericilerdeki daldırma ve yüzey tipi vibratörleri taze betonu akışkanlaştırır ve sıkışmış havanın	SSB'de esas sıkıştırma işlemi betonun silindirlerle dışarıdan sıkıştırılmasıyla, genellikle beton karıştırma işleminden sonraki ilk 60 dakika içerisinde beton sertleşmeye

	çıkmasını sağlar.	başlamadan önce gerçekleştirilir.
Yüzey Düzeltme	Beton yüzeyinin düzeltilmesi, beton priz almaya başlamadan önce gerçekleştirilir. Klasik beton yolda araç ile yol arasındaki sürtünmeyi artırmak için genellikle mekanik olarak bir yüzey pürüzlendirme işlemi yapılır.	SSB yol yüzeyi tipik bir asfalt yol gibi açık yüzeyli olmasına rağmen, daha küçük agregaların kullanılması ve/veya çimento ilavesi ile daha yoğun bir yüzey (klasik betona yakın) elde edilebilirse yol yüzeyi elmas taşlama yöntemiyle de şekillendirilebilir.
Hidratasyon	Beton karışımının uygun hidrasyonu yol betonunun uzun süreli dayanıklılığı için oldukça önemlidir. Hidrasyona yardımcı olması için, betonun bakımı önemli bir gereksinimdir.	
Kür İşlemi	Yüzey düzeltme işleminden sonra kusursuz bir kür işlemi gereklidir. Betonun sertleşmesini ve dayanım kazanmasını sağlayan çimentonun hidrasyonunu mümkün kılabilmek için beton yüzeyinden suyun buharlaşmasının kontrol edilmesi önemlidir.	Silindirlerle sıkıştırma işleminden sonra kusursuz bir kür işlemi gereklidir. Betonun sertleşmesini ve dayanım kazanmasını sağlayan çimentonun hidrasyonunu mümkün kılabilmek için beton yüzeyinden suyun buharlaşmasının kontrol edilmesi önemlidir.
Çatlama, yük transferi, ve güçlendirme	Klasik derzi beton kaplamalarda çatlakların yeri sonradan kesilen derzlerle kontrol edilir. En az 20 cm veya daha kalın kaplamalarda yük transferi içinse bu derzlerdeki kayma donatıları ile agregaların birbirine kenetlenmesine yardımcı olan boyuna çubuk donatılar kullanılır. Sürekli donatılı beton yol kaplamalarda ise daha kısa aralıklarla doğal olarak oluşan	Endüstriyel uygulamalarda SSB yol derzleri genellikle kesilmezler. Bu gibi kesme işleminin istenmediği durumlarda 4,5 ile 9 m. aralığında rastgele oluşan dar çatlaklar ve agregaların birbirine kenetlenmesi aracılığıyla yük transferi sağlanır. Araba ve kamyon trafiği uygulamalarında ise rastgele beton çatlakların kontrolü için kesme işlemi istenir. SSB yollarda klasik beton yollara göre daha



(EK 1 devamı sayfa )

	Çatlakların oluşmasına izin verilerek yük aktarımında agregaların birbirine kenetlenmesi ve çelik donatı birlikte yardımcı olur.	az derz kesilir. Enine derzler 4,5 ile 9 m. aralıklarda yerleştirilir. SSB yollardaki sıkıştırma yönteminden dolayı derzlerde kayma donatısı yerleştirmek mümkün değildir.
SSB kaplamaların güneş yansıma indeksi (SRI), Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED) Kredisi 7.1: "Isı Adası Etkisi" için gereken minimum 29 puandan daha yüksektir.		

(EK 1 devamı sayfa )

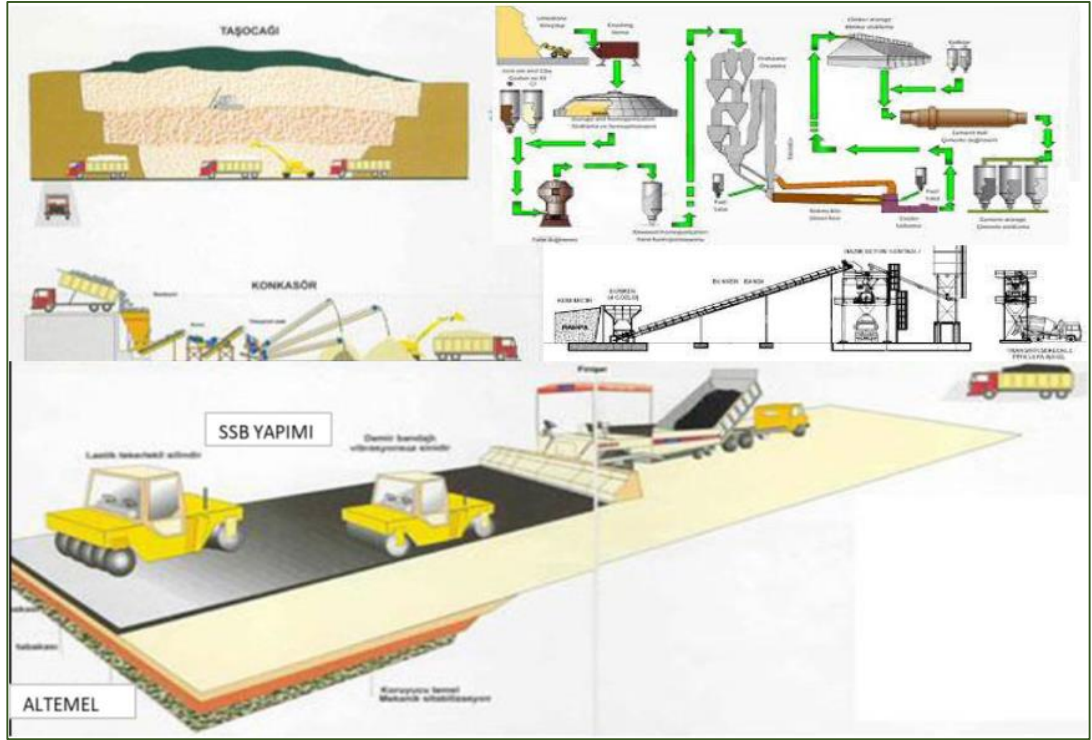
**Ek 2** Asfalt Kaplama İle Beton Kaplamaların Avantaj ve Dezavantajları (Ağar vd., 1998)

<b>Parametreler</b>	<b>Asfalt Üstyapı</b>	<b>Beton Üstyapı</b>
Trafiğe çabuk açılabilme	++	-
Demir donatı kullanabilme	-	+
Onarım sıklığı	-	++
Dayanıklılık	+	+
Islak halde kayma, sürtünme katsayısı	-	+
Zayıf taban zemininin bulunması	--	+
Yapım sırasında ısı kaybının açacağı sorunlar	--	+
Kaliteli agrega gereksinimi	-	+
Derz yapma zorunluluğu	+	-
Seyir konforu	++	+
Gece seyirde görüş olanakları	-	++
Yaşlanma ve kimyasal maddelerden etkilenme	--	+
Yapım sırasında çevre kirliliğini arttırıcı etki	-	+
Enerji azlığından etkilenme	-	+
Taban zeminindeki ıslaklık	-	+
İklim koşullarına olan bağlılık	--	++
Trafikte yüksek yıllık artış oranı	-	++
Trafikte düşük yıllık artış oranı	+	--
Trafikte yüksek ağır taşıt oranı	-	++
Üst yapı kaplama takviyesi	+	-
Üst yapı temel+kaplama değişimi	+	+
Yüksek iskonto oranı ve sınırlı yatırım kaynakları	+	-

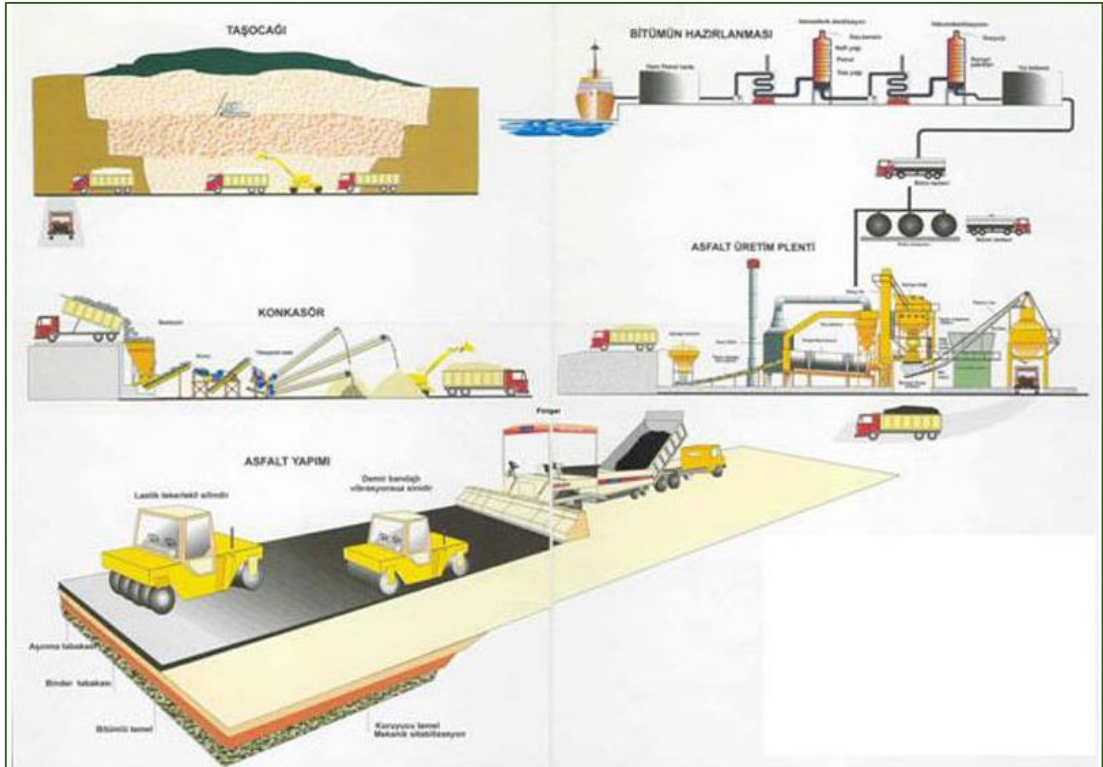
(++) : çok avantajlı, çok uygun; (+) : avantajlı, uygun; (-) : uygun değil, sakınca yaratır; (--) : hiç uygun değil, çok sakıncalı

### Ek 3 - Asfalt ve SSB Üretim ve Uygulama Safhaları

#### Ek 3 A- SSB Üretim ve Uygulama Safhaları (Yurt,2018:11)



#### Ek 3 B- Asfalt Üretim ve Uygulama Safhaları (asmud.org.tr/2022)







**Ek 5- Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Fotoğrafları**







Ek 5-devam- Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Fotoğrafları



Ek 5-devam- Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Fotoğrafları





Ek 5-devam- Beytüşşebap İlçesi Yeşilöz Yolu Fotoğrafları



## Ek 6-Yeşilöz Yolu SSB Deney Rapor Sonuçları

### TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU

Rapor Tarihi ve Numarası	12.09.2020-
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Talep Eden	BAHADIR GRUP
Yapının Bulunduğu Yer	ŞIRNAK BEYTÜŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi	BAHADIR GRUP
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>	
Beton Sınıfı	C30/37
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>	
Numuneyi Alan(lar)	ORHAN DAYAN
Numunenin Alınma Tarihi	15.08.2020
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü	2 KM
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı	TSE 206
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>	
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi	3 adet, 15*15*15 mm küp
Uygulanan Sıkıştırma Metodu	PRES
Kür Şekli	NORMAL
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Tarihi	12.09.2020
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı	TSE 206
Deneysel Hangi Standartta Göre Yapıldığı	TSE 206
Ölçme Belirsizliği	

Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görünür Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kesit Alan (Ac) (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüklü (F) (kN)	Basınç Mukavemeti (fcc) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Günü
1	3.375	8.107	2.402.07	22.500	903.5	40.16	28GÜN
2	3.375	8.130	2.408.89	22.500	862	38.31	28GÜN
3	3.375	8.134	2.410.07	22.500	890	39.56	28GÜN
<b>Ortalama Basınç Mukavemeti : 39.34</b>							

Deneysel sonuçları sadece deneyde tabii tutulan numunelerle ilgilidir.  
Bu deneysel raporu, laboratuvarımız yazılı izni olmadan kimsen paylaşamaz. İmzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.

### TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU

Rapor Tarihi ve Numarası	17.09.2021-
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Talep Eden	BAHADIR GRUP
Yapının Bulunduğu Yer	ŞIRNAK BEYTÜŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi	BAHADIR GRUP
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>	
Beton Sınıfı	C30/37
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>	
Numuneyi Alan(lar)	ORHAN DAYAN
Numunenin Alınma Tarihi	20.08.2020
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü	3 KM
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı	TSE 206
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>	
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi	3 adet, 15*15*15 mm küp
Uygulanan Sıkıştırma Metodu	PERS
Kür Şekli	NORMAL
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Tarihi	17.09.2020
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı	TSE 206
Deneysel Hangi Standartta Göre Yapıldığı	TSE 206
Ölçme Belirsizliği	

Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görünür Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kesit Alan (Ac) (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüklü (F) (kN)	Basınç Mukavemeti (fcc) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Günü
1	3.375	8.125	2.407.41	22.500	909	40.4	28GÜN
2	3.375	8.114	2.404.15	22.500	858	38.13	28GÜN
3	3.375	8.126	2.407.7	22.500	895.5	39.8	28GÜN
<b>Ortalama Basınç Mukavemeti : 39.44</b>							

Deneysel sonuçları sadece deneyde tabii tutulan numunelerle ilgilidir.  
Bu deneysel raporu, laboratuvarımız yazılı izni olmadan kimsen paylaşamaz. İmzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.

### TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU

Rapor Tarihi ve Numarası	06.10.2020-
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Talep Eden	BAHADIR GRUP
Yapının Bulunduğu Yer	ŞIRNAK BEYTÜŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi	BAHADIR GRUP
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>	
Beton Sınıfı	C30/37
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>	
Numuneyi Alan(lar)	ORHAN DAYAN
Numunenin Alınma Tarihi	09.09.2021
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü	4 KM
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı	TSE 206
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>	
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi	3 adet, 15*15*15 mm küp
Uygulanan Sıkıştırma Metodu	PRES
Kür Şekli	NORMAL
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Tarihi	06.10.2020
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı	TSE 206
Deneysel Hangi Standartta Göre Yapıldığı	TSE 206
Ölçme Belirsizliği	

Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görünür Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kesit Alan (Ac) (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüklü (F) (kN)	Basınç Mukavemeti (fcc) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Günü
1	3.375	8.116	2.404.74	22.500	909.5	40.42	28GÜN
2	3.375	8.114	2.404.15	22.500	803.5	35.71	28GÜN
3	3.375	8.110	2.402.96	22.500	908	40.36	28GÜN
<b>Ortalama Basınç Mukavemeti : 38.83</b>							

Deneysel sonuçları sadece deneyde tabii tutulan numunelerle ilgilidir.  
Bu deneysel raporu, laboratuvarımız yazılı izni olmadan kimsen paylaşamaz. İmzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.

### TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU

Rapor Tarihi ve Numarası	14.10.2020-
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Talep Eden	BAHADIR GRUP
Yapının Bulunduğu Yer	ŞIRNAK BEYTÜŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi	BAHADIR GRUP
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>	
Beton Sınıfı	C30/37
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>	
Numuneyi Alan(lar)	ORHAN DAYAN
Numunenin Alınma Tarihi	17.09.2020
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü	5 KM
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı	TSE 206
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>	
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi	3 adet, 15*15*15 mm küp
Uygulanan Sıkıştırma Metodu	PRES
Kür Şekli	NORMAL
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>	
Deneysel Tarihi	14.10.2020
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı	TSE 206
Deneysel Hangi Standartta Göre Yapıldığı	TSE 206
Ölçme Belirsizliği	

Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görünür Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kesit Alan (Ac) (mm <sup>2</sup> )	Kırılma Yüklü (F) (kN)	Basınç Mukavemeti (fcc) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Günü
1	3.375	8.144	2.413.04	22.500	858.5	38.16	28GÜN
2	3.375	8.135	2.410.37	22.500	883	39.24	28GÜN
3	3.375	8.137	2.410.96	22.500	854.5	37.98	28GÜN
<b>Ortalama Basınç Mukavemeti : 38.46</b>							

Deneysel sonuçları sadece deneyde tabii tutulan numunelerle ilgilidir.  
Bu deneysel raporu, laboratuvarımız yazılı izni olmadan kimsen paylaşamaz. İmzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		21.10.2020-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		24.09.2020							
Numunenin Alınma Yeri		8 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		21.10.2020							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.100	2.400	22.500	905.5	40.24	28GÜN		
2	3.376	8.112	2.403.56	22.500	901.5	42.29	28GÜN		
3	3.376	8.117	2.405.04	22.500	901.5	40.07	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 40.87									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		02.11.2020-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		05.10.2020							
Numunenin Alınma Yeri		7 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		11.12.2020							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.100	2.401.78	22.500	877	43.42	28GÜN		
2	3.376	8.117	2.405.04	22.500	882.9	39.23	28GÜN		
3	3.376	8.120	2.408.58	22.500	1.018.5	45.18	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 42.81									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		13.11.2020-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		18.10.2020							
Numunenin Alınma Yeri		6 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		13.11.2020							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.147	2.413.93	22.500	913.5	40.6	28GÜN		
2	3.376	8.136	2.410.67	22.500	887.5	38.56	28GÜN		
3	3.376	8.125	2.407.41	22.500	900	40	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 39.72									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		22.11.2020-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		25.10.2020							
Numunenin Alınma Yeri		9 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		22.11.2020							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.113	2.403.85	22.500	917.5	40.76	28GÜN		
2	3.376	8.117	2.405.04	22.500	938.5	41.71	28GÜN		
3	3.376	8.120	2.405.93	22.500	909.5	40.42	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 40.97									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		11.12.2020-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		13.11.2020							
Numunenin Alınma Yeri		10 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		11.12.2020							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.145	2.413.33	22.500	881	38.27	28GÜN		
2	3.376	8.142	2.412.44	22.500	843	41.31	28GÜN		
3	3.376	8.113	2.403.88	22.500	890	38.48	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 39.56									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		01.08.2021-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		04.07.2021							
Numunenin Alınma Yeri		11 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		01.08.2021							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.112	2.403.56	22.500	881	43.6	28GÜN		
2	3.376	8.108	2.402.88	22.500	862	42.31	28GÜN		
3	3.376	8.132	2.409.48	22.500	880	38.47	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 41.79									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		08.08.2021-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		11.07.2021							
Numunenin Alınma Yeri		12 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		08.08.2021							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.142	2.412.44	22.500	912.5	40.56	28GÜN		
2	3.376	8.136	2.410.37	22.500	890	39.78	28GÜN		
3	3.376	8.114	2.404.15	22.500	874	38.84	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 39.73									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		17.08.2021-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							
Numunenin Alınma Tarihi		20.07.2021							
Numunenin Alınma Yeri		13 KM							
Numunenin Alınış Yeri		15°15'15 mm kupa							
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi		3 adet, 15°15'15 mm kupa							
Uygulanan Saklama Metodu		PRES							
Kur Şekli		NORMAL							
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi		17.08.2021							
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlanmış		TSE 206							
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapılmış		TSE 206							
Ölçme Belirtiliği									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görölme Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Kuru Ağırlık (kg)	Kuru Hacim (F1)(N)	Bağımlı Mukavemet (kgf/cm <sup>2</sup> )	Ortalama	Standart	Numune Gözeli
1	3.376	8.130	2.407.81	22.500	869.5	38.2	28GÜN		
2	3.376	8.136	2.410.37	22.500	883.5	39.71	28GÜN		
3	3.376	8.114	2.404.15	22.500	882	39.2	28GÜN		
Ortalama Bağımlı Mukavemeti : 39.84									

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENENY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası		24.08.2021-							
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden		BAHAADIR GRUP							
Yapının Bulunduğu Yer		ŞIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKÜK FARAŞIN YOLU							
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi		BAHAADIR GRUP							
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı		C-30/37							
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar(ler)		ORHAN DAYAN							



TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 27.09.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [30.09.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [19 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [27.09.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.154	2.418	22.500	894	39.73	28GÜN		
2	3.375	8.144	2.413.04	22.500	898	39.91	28GÜN		
3	3.375	8.152	2.414.41	22.500	890.5	38.24	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							39.3		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 02.10.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [04.09.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [19 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [02.10.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.114	2.404.15	22.500	991	44.04	28GÜN		
2	3.375	8.117	2.405.04	22.500	959	42.82	28GÜN		
3	3.375	8.120	2.405.93	22.500	902.5	42.78	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							43.5		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 09.10.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [11.09.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [20 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [09.10.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.144	2.413.04	22.500	989	43.96	28GÜN		
2	3.375	8.152	2.414.41	22.500	875.5	38.91	28GÜN		
3	3.375	8.114	2.404.15	22.500	979	43.47	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							42.11		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 21.10.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [23.09.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [21 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [21.10.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.142	2.412.44	22.500	971	43.16	28GÜN		
2	3.375	8.137	2.410.96	22.500	891	38.6	28GÜN		
3	3.375	8.138	2.412.37	22.500	1.022.4	48.44	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							42.75		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 28.10.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [30.09.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [22 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [28.10.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.128	2.407.7	22.500	931.5	41.4	28GÜN		
2	3.375	8.141	2.412.15	22.500	838.5	37.27	28GÜN		
3	3.375	8.125	2.407.41	22.500	838.5	41.71	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							40.13		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 02.11.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [05.10.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [23 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [02.11.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.122	2.408.52	22.500	849	37.73	28GÜN		
2	3.375	8.124	2.407.11	22.500	878.5	39.04	28GÜN		
3	3.375	8.128	2.407.7	22.500	951.5	42.29	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							39.69		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 09.11.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [12.10.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [24 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [09.11.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.142	2.412.44	22.500	896.5	39.84	28GÜN		
2	3.375	8.110	2.402.88	22.500	945	42.33	28GÜN		
3	3.375	8.135	2.410.37	22.500	969	43.07	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							40.88		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 18.10.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [21.10.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [25 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [18.10.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.114	2.404.15	22.500	950	42.39	28GÜN		
2	3.375	8.125	2.407.41	22.500	998	43.98	28GÜN		
3	3.375	8.135	2.410.37	22.500	972	43.2	28GÜN		
Ortalama Besim Mukavemeti:							42.73		

TSE BELGE NO : ANK / 163 HAZIR BETON BASINÇ MUKAVEMETİ DENEY RAPORU									
Rapor Tarihi ve Numarası: 22.10.2021-									
<b>MÜŞTERİ BİLGİLERİ</b>									
Deneyi Talep Eden: [BAHADIR GRUP]									
Yapının Bulunduğu Yer: [SIRNAK-BEYTUŞŞEBAP KERKUK FARAŞIN YOLU]									
Yapı Sahibinin Adı ve Adresi: [BAHADIR GRUP]									
<b>NUMUNE TANITIM BİLGİLERİ</b>									
Beton Sınıfı: [C-30/37]									
<b>NUMUNE ALMA BİLGİLERİ</b>									
Numuneyi Alanlar: [ORHAN DAYAN]									
Numunenin Alma Tarihi: [05.10.2021]									
Numunenin Alındığı Yapı Bölümü: [26 KM]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Alındığı: [TSE 206]									
<b>NUMUNE HAZIRLAMA ve BAKIM (Kürleme) BİLGİLERİ</b>									
Alınan Numune Miktarı, Boyut ve Tipi: [3 adet, 15*15*15 mm küp]									
Uygulanan Saklama Metodu: [PRES]									
Kür Şekli: [NORMAL]									
<b>DENEY BİLGİLERİ</b>									
Deney Tarihi: [22.10.2021]									
Numunenin Hangi Standartta Göre Hazırlandığı: [TSE 206]									
Deneyin Hangi Standartta Göre Yapıldığı: [TSE 206]									
Ölçme Belirliliği:									
<b>DENEY SONUÇLARI</b>									
Numune No	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Kütle (kg)	Görüntü Yılgınlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kent Alanı (Acı) (cm <sup>2</sup> )	Karlılık Yıkılı (F1) (N)	Besim Mukavemeti (fci) (N/mm <sup>2</sup> )	Numune Göz		
1	3.375	8.122	2.408.52	22.500	1.004	44.62	28GÜN		
2	3.375	8.125	2.407.41	22.500	1.010.5	44.91	28		

## Ek 7- Deney odası ve SSB yol numuneleri



**Ek 8** Engin (2015) Tarafından Geliştirilen AASHTO Denklemiyle Beton Kalınlık Tasarımının Excel Programı Yardımıyla Hesaplanmasında Değişik Durumlar İçin 3 Farklı Senaryo

◀ ▶ Ek 8 A-Senaryo 1

Parametreler	Açıklama	Değerler
$f_{ck}$	Beton karakteristik basınç dayanımı	37,00 MPa
% R	Güvenirlilik	75
$Z_R$	Standart normal sapma	-0,674
$S_o$	Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standart hatası	0,35
$\Delta PSI$	Servis kabiliyetinde azalma miktarı	2,2
$P_0$	Başlangıç servis kabiliyeti indeksi	4,2
$P_t$	Nihai servis kabiliyeti indeksi	2
$S_c$	Betonun efilmede çekme dayanımı	4,48 MPa
$C_d$	Drenaj katsayısı	0,8
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026 MPa
$k$	Yatak katsayısı	1,70 MPa
$J$	Yük transfer katsayısı	4,2
$D$	Rijit üstyapı beton kaplama kalınlığı	20,0 cm

<b>W<sub>8,2</sub></b>	<b>801.206</b>
<b>D (cm)</b>	<b>20,0</b>
ESAL Değerine göre kalınlık hesabı	<b>ESAL ( W<sub>8,2</sub> ) Değeri Girin</b>
	<b>801.206</b>

20 cm kalınlığında % 75 güvenirlilik (mühendislik) katsayısı fonksiyonel sınıflandırmayla, % 35 trafik tahmini bileşik hatasıyla, , başlangıç servis kabiliyet indeksi 4,2, nihai servis kabiliyet indeksi 2, betonun kopma modülü 4,48 Mpa, drenaj katsayısı 0,8, betonun elastisite modülü 31026 Mpa, zemin yatak katsayısı 1,7 Mpa, yük transfer katsayısı 4,2 değerleri alındığında 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 801.206 adet tekerrürüne tekabül etmektedir.

Bir başka deyişle yukarıdaki değerlerle 801.206 adet 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın geçişi için beton kalınlığının en az 20 cm kalınlığında olması görülmektedir.

Beton kaplama üzerinden 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 20 yıllık tasarım süresinde;

Günlük 109 adet araç ile  $109 \cdot 20 \cdot 365 = 795.700$  toplam adet araç geçişine karşılık gelmektedir.

## Ek 8-B

### ◀▶ Senaryo 2

20 cm kalınlığında % 75 güvenilirlik (mühendislik) katsayısı fonksiyonel sınıflandırmayla, % 35 trafik tahmini bileşik hatasıyla, , başlangıç servis kabiliyet indeksi 4,2, nihai servis kabiliyet indeksi 2, betonun kopma modülü 4,48 Mpa, drenaj katsayısı 1, betonun elastisite modülü 31026 Mpa, zemin yatak katsayısı 1,7 Mpa, yük transfer katsayısı 4,2 değerleri alındığında 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 1.781.075 adet tekerrürüne tekabül etmektedir.

Parametreler	Açıklama	Değerler
$f_{ck}$	Beton karakteristik basınç dayanımı	37,00 MPa
% R	Güvenilirlik	75
$Z_R$	Standart normal sapma	-0,674
$S_o$	Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standart hatası	0,35
$\Delta PSI$	Servis kabiliyetinde azalma miktar	2,2
$P_0$	Başlangıç servis kabiliyeti indeksi	4,2
$P_t$	Nihai servis kabiliyeti indeksi	2
$S_c$	Betonun eğilmede çekme dayanımı	4,48 MPa
$C_d$	Drenaj katsayısı	1
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026 MPa
k	Yatak katsayısı	1,70 MPa
J	Yük transfer katsayısı	4,2
D	Rijit üstyapı beton kaplama kalınlığı	20,0 cm

$W_{s.2}$	1.781.075
D (cm)	20,0
ESAL Değerine göre kalınlık hesabı	ESAL ( $W_{s.2}$ ) Değeri Girin 1.781.075

Yada yukarıdaki değerlerle 1.781.075 adet 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın geçişi için beton kalınlığının en az 20 cm kalınlığında olması görülmektedir.

Beton kaplama üzerinden 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 20 yıllık tasarım süresinde;

Günlük 243 adet araç ile,  $243 \cdot 20 \cdot 365 = 1.773.900$  toplam adet araç geçişine karşılık gelmektedir.

**Ek 8 –devam-Engin (2015) Tarafından Geliştirilen AASHTO Denklemiyle Beton Kalınlık Tasarımının Excel Programı Yardımıyla Hesaplanmasında Değişik Durumlar İçin Farklı Senaryolar**



## Ek 8-B

### ◀▶ Senaryo 3

20 cm kalınlığında % 75 güvenilirlik (mühendislik) katsayısı fonksiyonel sınıflandırmayla, % 35 trafik tahmini bileşik hatasıyla, , başlangıç servis kabiliyet indeksi 4,5, nihai servis kabiliyet indeksi 2, betonun kopma modülü 4,48 Mpa, drenaj katsayısı 0,4, betonun elastisite modülü 31026 Mpa, zemin yatak katsayısı 1,7 Mpa, yük transfer katsayısı 4,2 değerleri alındığında 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 66.997 adet tekerrürüne tekabül etmektedir.

Parametreler	Açıklama	Değerler	
$f_{ck}$	Beton karakteristik basınç dayanımı	37,00	MPa
% R	Güvenilirlik	75	
$Z_R$	Standart normal sapma	-0,674	
$S_o$	Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standart hatası	0,35	
$\Delta PSI$	Servis kabiliyetinde azalma miktarı	2,2	
$P_o$	Başlangıç servis kabiliyeti indeksi	4,2	
$P_t$	Nihai servis kabiliyeti indeksi	2	
$S'_c$	Betonun eğilmede çekme dayanımı	4,48	MPa
$C_d$	Drenaj katsayısı	0,4	
$E_c$	Betonun elastisite modülü	31026	MPa
$k$	Yatak katsayısı	1,70	MPa
$J$	Yük transfer katsayısı	4,2	
$D$	Rijit üstyapı beton kaplama kalınlığı	20,0	cm

$W_{8.2}$	66.997
-----------	--------

$D$ (cm)	20,0
----------	------

ESAL Değerine göre kalınlık hesabı	ESAL ( $W_{8.2}$ ) Değeri Girin
	66.997

Drenaj katsayısı 0,4 olarak alınmıştır. Kaplamanın uygunluk seviyesine yakın su içeriğine maruz kaldığı sürenin yıl içindeki yüzdesi % 25'den daha büyük oranda olduğunda, zeminin su içeriğinin ESAL değerini etkileme oranı aynı değerlerle sadece drenaj katsayısı 1 yerine 0,4 alındığı durumda;

Yada yukarıdaki değerlerle beton kaplama üzerinden 8,2 ton eşdeğer dingil yüklü aracın 5 yıllık süre içinde;

Günlük 36 adet araç ile,  $36 \cdot 5 \cdot 365 = 65.700$  toplam adet araç geçişine karşılık gelmektedir.

Yolda beton kaplama drenaj seviyesi düşük olması ( drenaj katsayısı küçük alındığı) durumunda ESAL değerinin 1.781.075 ten 66.997 e indiği görülmektedir.

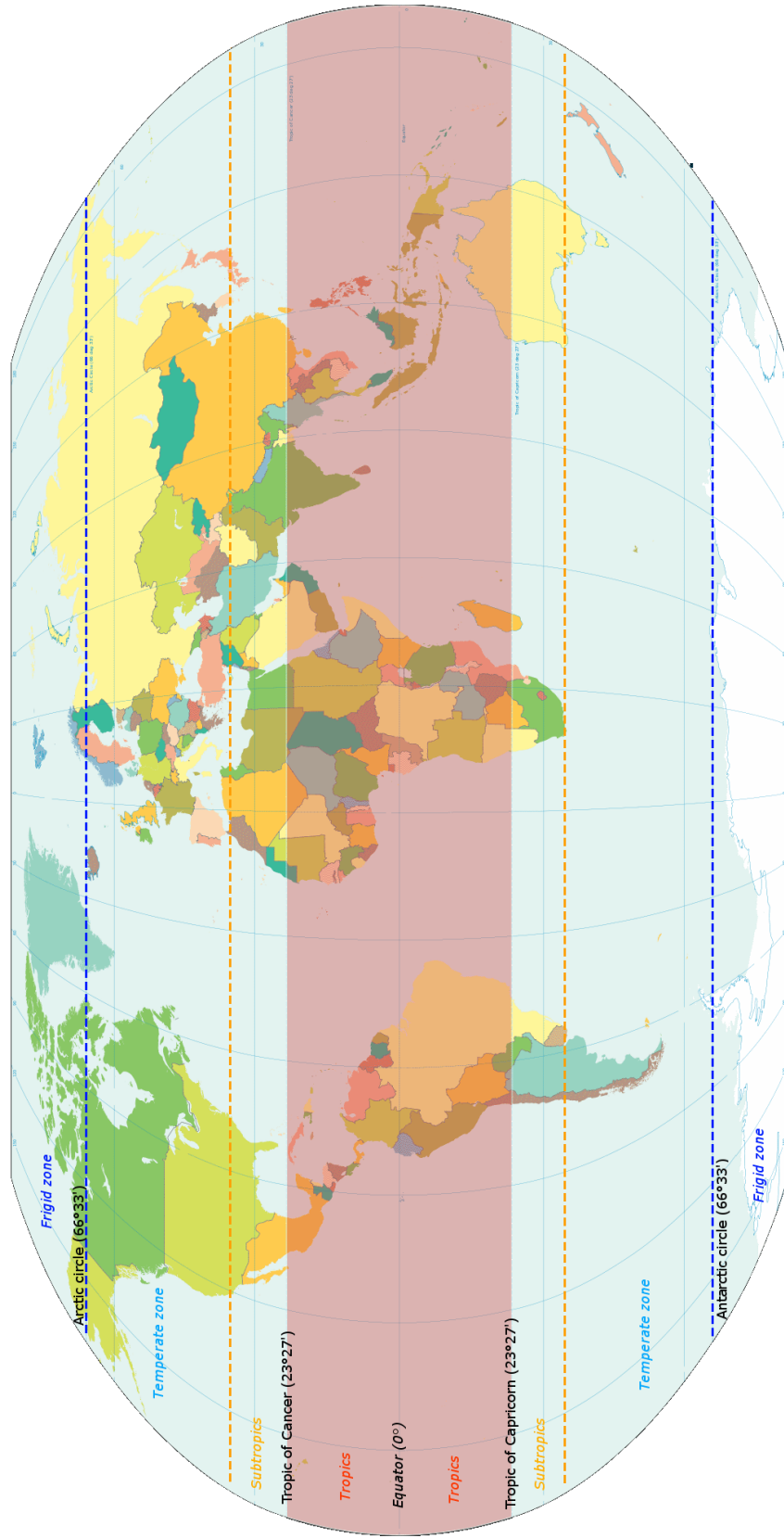
**Ek 8 –devam-Engin (2015) Tarafından Geliştirilen AASHTO Denklemiyle Beton Kalınlık Tasarımının Excel Programı Yardımıyla Hesaplanmasında Değişik Durumlar İçin Farklı Senaryolar**

**Ek 9- Şirnak İli 1970-2021 Yılları Yağış Miktarları ( mgm.gov.tr/2022)**

SIRNAK	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	2.6	3.8	8.1	12.5	18.7	25.3	29.5	29.3	24.7	17.8	9.9	5.1	15.6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	5.9	7.4	12.0	16.7	23.0	30.1	34.2	34.0	29.4	22.0	13.5	8.4	19.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-0.4	0.5	4.2	8.2	13.9	20.1	24.3	24.1	19.7	13.3	6.0	1.7	11.3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.1	4.3	5.5	7.3	8.5	10.6	11.2	11.3	10.2	7.2	5.1	3.2	7.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9.04	9.11	10.52	10.44	6.74	1.70	0.78	0.48	1.07	5.81	7.63	10.22	73.5
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	107.3	103.8	125.8	115.1	52.6	5.3	6.1	0.7	13.2	54.6	82.5	101.2	768.2
Ölçüm Periyodu ( 1970 - 2021)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.1	17.3	24.8	29.0	34.1	37.5	40.4	40.3	37.1	31.3	22.6	22.5	40.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-14.5	-13.2	-11.2	-4.7	0.8	9.2	13.1	15.0	3.2	-0.5	-5.0	-10.8	-14.5
<i>En yüksek ve en düşük sıcaklıkların gerçekleşme tarihini görmek için fare imlecini değerlerin üstüne getiriniz.</i>													
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı													
En Yüksek Kar													
18/03/2020	124.6 mm												65 cm
25/10/2018 18:15 SW 21.1 m/sn													



Ek 10- Dünya Farklı İklim Kuşakları Haritası (educationscotland.gov.uk/2014)



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Ömer OLAK

### ÖĞRENİM DURUMU

Lisans : 2006, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
İnşaat Mühendisliği

Y.Lisans : 2020 – 2022, İstanbul Aydın Üniversitesi

### MESLEKİ DENEYİM

2009-Halen çalışıyor : Şırnak İl Özel İdare, İnşaat Mühendisi

### BİLGİSAYAR YAZILIM

Hakediş ve Yaklaşık Maliyet : OSKA ( e-Hakediş) Programı çok iyi seviyede

Cad : İdeCAD iyi

AutoCAD çok iyi

Yabancı Dil : İngilizce Konuşma, okuma, yazma orta seviyede

: Arapça Konuşma, okuma iyi seviyede.

