

## SU YALITIMINDA KULLANILAN BİTÜMLÜ ÖRTÜ SİSTEMLERİNİN ÇEVRE BEYANI

**İnşaat Müh. Jozef Bonfil 1 – İnşaat Mühendisi**

### ÖZET

Bitüm insanların çok eskiden beri bildikleri ve kullandıkları doğal bir malzemedir. MÖ500 yıllarında inşa edilen Babil’in Asma Bahçeleri, bitümün su geçirimsizliğine yönelik olarak kullanıldığı bilinen en eski yapıdır. O tarihlerde bitüm, bitüm kayalarından veya bitüm göllerinden temin edilirken, bugün doğal bir malzeme olan ham petrolün damıtılmasından elde edilmektedir.

Çeşitli polimerlerle kullanım alanı ve dayanım süreci genişletilen bitümlü örtü sistemleri, periyodik bakımlarının yapılması halinde 75-90 yıl su geçirimsizliğini koruyabilmektedir.

Avrupa’da yaygın olarak kullanılan Bitümlü Su Yalıtım Örtülerinin yaşam süresince çevreye olan etkilerinin araştırılması BWA (Avrupa Bitümlü Örtü Üreticileri Birliği) tarafından uzman kuruluşlara yaptırılmıştır. ISO 14040, 14044 standartları ve BWA tarafından konulan ürün gruplandırma kuralları doğrultusunda yapılan bu çalışmaya Bitüder üyeleri olan Türk Üreticilerde dahil olmuşlardır.

Bu çalışmada amaç; kural koyucuları, mimarları, müteahhitleri, denetçileri ve kamuoyunu bilgilendirmektir. Sunumumda kısaca bu çalışma ve varılan sonuçlar özetlenmiştir.

### ANAHTAR KELİMELELER

Çevre Beyanı, Bitümlü örtüler, Yaşam döngüsü

<sup>1</sup> Jozef Bonfil İnşaat Mühendisi – Teknik danışman BTM Bitümlü Tecrit Mad. San ve Tic AŞ İstanbul Tel: 0216 3245600  
Fax.02163245650, e-posta: jbonfil@ttmail.com

## AMAÇ

Bitüm bilinen en eski doğal su yalıtım malzemesidir. 19. yüzyılın sonlarında bitüm organik taşıyıcılara (karton, jut, pamuklu kanaviçe vb.) emprenye edilerek ilk fabrikasyon bitümlü örtüler imal edilmiştir. Geçen süreç içerisinde bitüm sıcak hava ile okside edilmiş, 1960 yıllarda ise polimerlerle karıştırılarak polimer bitümler geliştirilmiştir. Aynı süreç içerisinde taşıyıcılarda da gelişmeler olmuş, organik taşıyıcılar yerine, inorganik taşıyıcılara (camtülü, cam dokuma, polyester keçe vb.) kullanılmaya başlanmıştır.

Bu gelişmeler sayesinde bitümlü örtüler kullanım yerleri ve kullanıldıkları iklim aralıkları ve servis sürelerinde önemli gelişmeler sağlayarak, Avrupa kıtasında, yılda yaklaşık 1.000.000.000 m<sup>2</sup> (bir milyar) polimer bitümlü su yalıtım örtüsü tüketilmektedir. BWA (Bituminous Waterproofing Assc.) su yalıtımında yaygın olarak kullanılan bu malzemenin, çevre beyanını bir proje olarak ele almış, BWA’ya üye olan BİTUDER (Bitümlü Su Yalıtımı Üreticileri Derneği) üyeleri de bu çalışma içinde yer aldılar.

Bu projedeki amaç, “Bitümlü örtüler konusunda kural koyucuları, mimarları, müteahhitleri, denetçi kurumları ve kamuoyunu; bilimsel ve ortak dilde hazırlanmış doğru verilerle bilgilendirmektir.”

## YAŞAM DÖNGÜSÜ ANLİZ (LCA) ÇALIŞMASI

Projenin çalışma sahası içinde birçok ülkenin, üreticinin, ulusal uygulama şartnamelerinin, iklimsel özelliklerin olması yapılacak işi karmaşık bir hale getiriyordu. Konu içine girildikçe daha farklı sorunlar gündeme gelmeye başladı. Ancak bütün bu sorunların üstesinden basit çözümler üreterek sonuçlara gittik.

### A – KARŞILAŞILAN PROBLEMLER ve ÇÖZÜMLERİ

**1-Ürün ve uygulama çeşitliliği:** Hepimizin ortak olarak ürettiği ürünler arandı. 3ve 4mm kalınlıkta polyester keçe taşıyıcılı -10<sup>0</sup>C ve -20<sup>0</sup>C kırılma noktalı düz ve mineral kaplı örtüler ve bunlarla yapılan tek katlı ve çift katlı serbest serim, mekanik tespit ve yapıştırma detaylar ortak detaylardı. Bu 6 ortak detay ve 3 ürün üzerinde çalışmaların yapılmasına karar verildi.

**2-Deneyimli bir firma ile çalışmak:** Benzer çalışmaları yapmış ve sonuçlandırmış olan İtalyan LCE firması ile çalışma kararı alındı.

**3-Kullanılacak Olan Metodoloji:** İtalyan LCE firmasının yönlendirmesi ile ISO 14040 (Environmental management – Life cycle assessment - Principles and framework ), ISO 14044 (Environmental management – Life cycle assessment - Requirements and guidelines) ve ISO 14025 (Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures) standartları esas olarak kabul edildi.

**4-Kullanılacak olan yazılımın basit ve herkes tarafından kullanılabilir olması:** İtalyan LCE firması tarafından yukarıdaki standartlar doğrultusunda katılımcı üretici firmaların kullanımına yönelik yazılım hazırlandı ve bunu kullanacak olan kişilere eğitim verildi.

**5- Güven ortamının oluşturulması:** Bu yazılım ile birlikte şirketlerin geliştirdikleri üretim sırları ortaya çıkıyordu. Bunu önleyebilmek için bilgilerin İngiltere’de bir noterde toplanmasına ve LCE proje yetkilisi ile BWA teknik personelinden bir kişinin bu verileri incelemesinde karara varıldı. Ayrıca LCE firması ile katılımcılar arasında üretim bilgilerinin ve yazılımın 3. şahıslara açıklanmaması ile ilgili, cezai şartları olan sözleşmeler imzalandı.

**6- Veri toplamadaki olası güçlükler:** SBS, APP, Cam tülü, polyester keçe vb. hammadde girdilerimizin LCA (yaşam döngüsü analizi) veya LCI (yaşam döngüsü envanteri) teminleri, çevre ile ilgili üreticilerin yaptıkları ölçümlerin toplanmasında aman zaman güçlükler yaşandı.

**7- Finansman:** BWA yönetim kurulu bu projenin finansmanının bütçeden karşılanmasını onayladı.

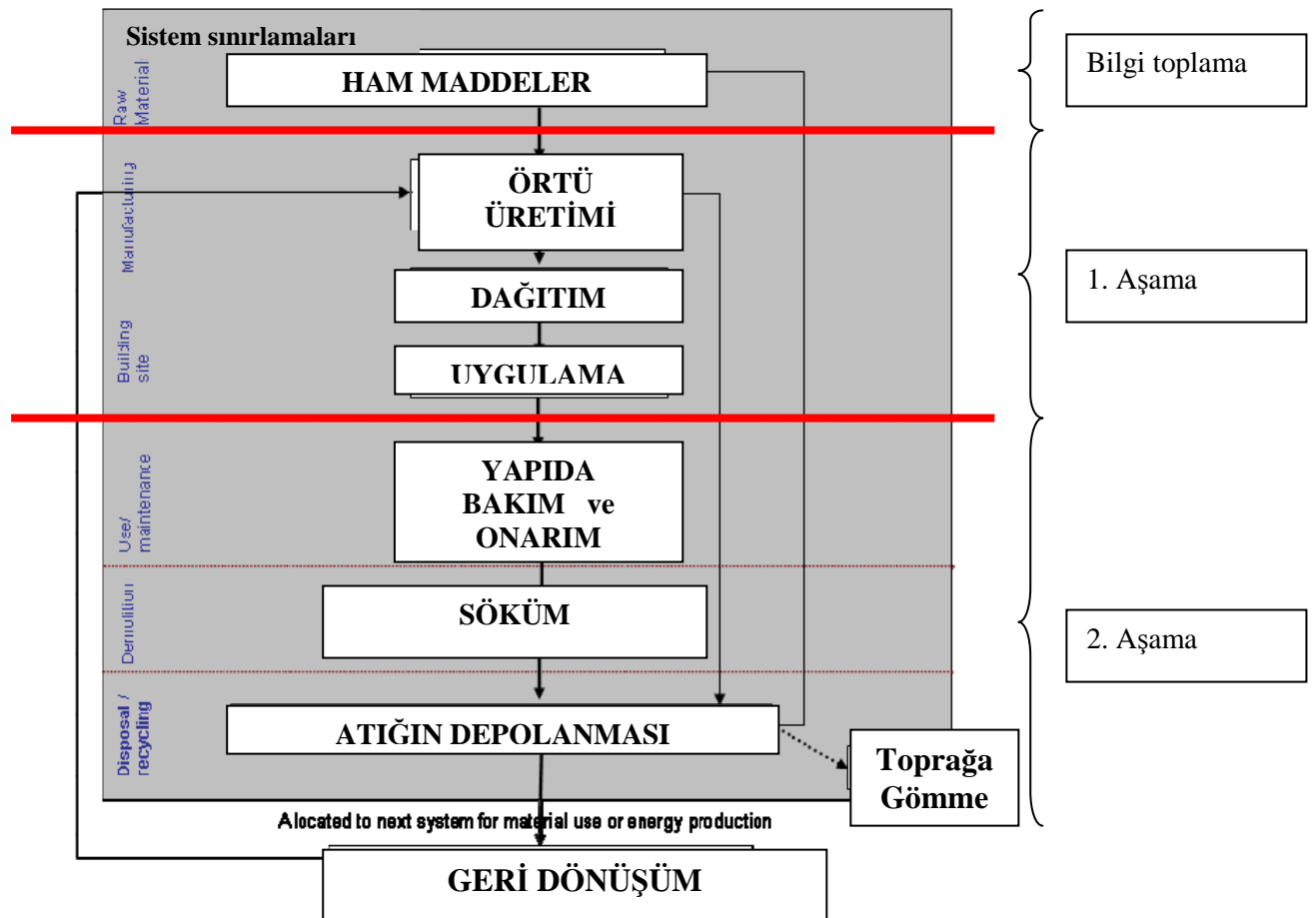
## B – PROJE AŞAMALARI

LCA çalışması prensip olarak bir ürünü üretebilmek için gerekli ham maddelerin doğal ortamlarından çıkartılmasından başlayıp, ürünün üretilmesi, uygulanması, üretilen ürünün kullanım süreci ve o ürünün kullanılamaz hale geldikten sonra yok edilmesi veya geriye dönüşümüne kadar geçen süre içinde doğadan tükettiği enerji ile doğaya verdiği kirlilik miktarıdır.

Bu proje yapılırken belli aşamalardan ilerledi. Bilgi toplama, ürünün üretilmesine ve uygulanmasına kadar geçen aşama, yaşam süresi ve geri dönüşüm aşamaları olarak planlandı. *Tablo 1*'de aşamalar görülmektedir.

Üretimde kullanılan ham maddelerin tespit edilmesi ve bu ürünlerle yapılmış olan LCA (yaşam döngüsü analizi) veya LCI (yaşam döngüsü envanteri) teminleri olarak planlandı. Bu çalışmaya esas olan ham maddeler *Tablo-2*'de yer almaktadır. Ayrıca kullanılan bu ürünlerin tesislere ortalama kaç km. mesafeden temin edildikleri ve nakliyede hangi tür ulaşım araçlarından yararlandığı tespit edilmeye çalışılmıştır. *Tablo-2*'de bitümlü örtülerde kullanılan ham maddeler ve ortalama ulaşım mesafeleri yer almaktadır.

Tablo-1



Tablo- 2

Ham Maddeler	Mesafe (km)
Bitüm	200
Karton	100
Renkli Seramik	150
Renkli Arduvaz Taşı	150
Mazot	50
EPDM	200
Yakıt	50
Cam Tülü	800
Sıcak Karışımlar	100
Kraft Kağıdı	100
Kireç Taşı	150
LPG	50
Okside Bitüm	200
Palet	50
Kağıt	100
PE filim	200
Polyester	800
PP	200
Kum	100
SBS	800
Arduvaz Tozu	150
Talk	200
Yapıştırıcı Bant	50
İnce Alüminyum	1000
İnce Paslanmaz Çelik	1000
İnce Bakır	1000

## C – ORTAK DETAYLAR

Altı ortak detay üzerinde çalışmaların yapılması konusunda ortak mutabakata varıldı.

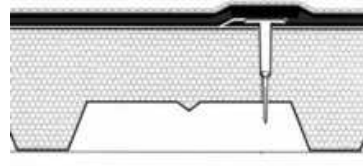
### ■ Sistem 1

Tek kat, 4mm kalınlıkta polyester keçe taşıyıcılı üst yüzü mineral kaplı örtünün, şalomo ile tam yapıştırmalı uygulanması.



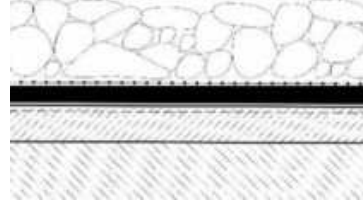
### ■ Sistem 2

Tek kat, m<sup>2</sup>'de 5 mekanik tespit elemanı kullanılarak, 4mm kalınlıkta polyester keçe taşıyıcılı üst yüzü mineral kaplı örtü uygulaması



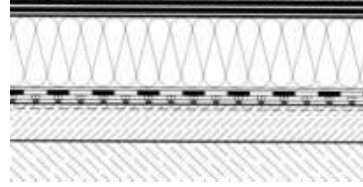
#### ■ Sistem 3

Tek kat, 4mm kalınlıkta polyester keçe taşıyıcılı örtü üzerine m<sup>2</sup>'de 65 Kg çakıl ile serbest serim uygulaması



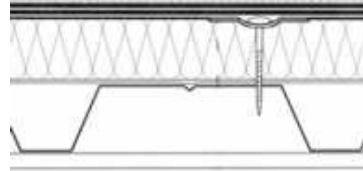
#### ■ Sistem 4

Şalumo alevi kullanılarak, 3mm cam tülü taşıyıcılı örtü üzerine, 4mm mineral kaplı polyester keçe taşıyıcılı örtü uygulaması



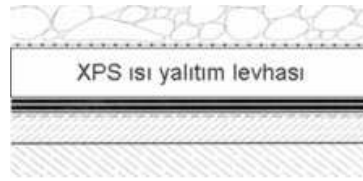
#### ■ Sistem 5

m<sup>2</sup>'de 5 mekanik tespit elemanı kullanılarak, 3mm polyester keçe taşıyıcılı örtü üzerine, 4mm mineral kaplı polyester keçe taşıyıcılı örtü uygulaması



#### ■ Sistem 6

Yüzeye serbest serilmiş, 3 mm cam tülü taşıyıcılı örtü üzerine, yapıştırılarak 4mm polyester keçe taşıyıcılı örtü serilmesi, örtü üzerine m<sup>2</sup>'de 65 Kg. çakıl uygulaması



### D – PROJE KATILIMCILARI

Projeye BWA üyesi olan, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, Türkiye mesleki dernekleri ve üyelerinden 26 tane üretici firma projede yer aldı. Türkiye adına projede yer alan Bitüder'in üç üyesi tüm çalışmalara katıldılar.

### E – SERVİS ÖMRÜ

Bitümlü örtülerin servis ömürleri, yapının bulunduğu bölgenin iklimsel özellikleri, yalıtımın uygulandığı yüzeyin alt yapısı, çatının kullanım şekli, seçilen malzemenin üretim teknolojisi ve teknik özellikleri ile yapılan uygulamanın kalitesi, zaman içinde çatıya yapılacak olan periyodik bakımların sürekliliği etkin rol oynamaktadır. Avrupa'da yapılan araştırmalarda bitümlü örtülerin servis ömürlerinin 25 – 30 yıl arasında olduğu tespit edilmiştir. Servis ömürlerini tamamlayan örtüler çatıdan sökülüp atılmamakta onun yerine, 4mm kalınlıktaki bir örtü mevcut yüzey üzerine yapıştırılarak servis ömrü yenilenmektedir. Bu şekilde iki kez yenileme yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durumda bitümlü örtünün yaşam ömrü 75 – 90 yıl arasında olmaktadır. Hesaplarımıza yaşam ömrü 90 yıl olarak alınmıştır.

### F – LCA ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Üreticiler hazırlanan yazılım doğrultusunda belirlenen detaylar ve ürünler için gerekli çalışmalarını yaparak elde ettikleri tabloları belirtilen ilgililere gönderdiler. Burada LCE ve BWA yetkilileri gerekli değerlendirmeleri yaparak aşağıdaki sonuçları ulaştılar. Aşağıdaki sonuçlar 1m<sup>2</sup> alan için yıllık değerlerdir.

1 – Yaşam Döngüsü Süresince Enerji Sonuçları ( 1m<sup>2</sup>/yıl)

Tablo-1: Analiz edilen sistemlerin yaşam döngülerindeki enerji sonuçları  
Veriler 1m<sup>2</sup> /yıl tanımlar (durabilite 30 yıl, servis ömrü 90 yıl)

Çevresel Kaynaklar		Sistem 1			Sistem 2			Sistem 3		
Enerji Muhteviyatı	Yenilenebilir		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
	Dahil (MJ)	Yenilenemez	7,6		7,2		7,3		7,3	
	Toplam enerji İhtiyacı (GER)		7,6		7,2		7,3		7,3	
Enerji Muhteviyatı	Yenilenebilir		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
	Hariç (kg)	Yenilenemez	0,01		0,01		<0,1		<0,1	
	Su		0,2		0,2		<3,0		<3,0	

Çevresel Kaynaklar		Sistem 4			Sistem 5		Sistem 6			
					A	B				
Enerji Muhteviyatı	Yenilenebilir		<0,1		0,1		<0,1		<0,1	
	Dahil (MJ)	Yenilenemez	9,2		13,4		9,6		9,3	
	Toplam enerji İhtiyacı (GER)		9,2		13,5		9,6		9,3	
Enerji Muhteviyatı	Yenilenebilir		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
	Hariç (kg)	Yenilenemez	0,01		<0,1		<0,1		<0,1	
	Su		0,2		0,3		0,2		<3,0	

## 2 – Yaşam Döngüsü Süresince Çevresel Etkileşim ( 1m<sup>2</sup>/yıl)

Tablo-2: Analiz edilen sistemlerin yaşam döngülerindeki enerji sonuçları

Veriler 1m<sup>2</sup> /yıl tanımlar (durabilite 30 yıl, servis ömrü 90 yıl)

Çevresel göstergeler Avrupa Ürün deklarasyon sistemine göre hesaplanmıştır. www.environdec.com

Çevresel Kaynaklar		Sistem 1	Sistem 2	Sistem 3
Global ısınma potansiyeli (GWP100)	(kg CO <sub>2</sub> )	0.6	0.6	0.5
Stratosferik ozon incelmesi (ODP)	(kg SO <sub>2</sub> )	-	-	-
Asitleşme (AP)	(kg SO <sub>2</sub> )	0,002	0,003	0,002
Fotokimyasal ozon oluşumu (POCP)	(kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	<0,001	<0,001	<0,001
Otrofikasyon (EP)	(kg PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	<0,001	<0,001	<0,001

Çevresel Kaynaklar		Sistem 4	Sistem 5	Sistem 6	
			A	B	
Global ısınma potansiyeli (GWP100)	(kg CO <sub>2</sub> )	0,7	1	0,8	0,7
Stratosferik ozon incelmesi (ODP)	(kg CFC <sub>11</sub> )	-	-	-	-
Asitleşme (AP)	(kg SO <sub>2</sub> )	0,002	0,004	0,004	0,002
Fotokimyasal ozon oluşumu (POCP)	(kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Otrofikasyon (EP)	(kg PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

## 3 – Yaşam Döngüsü Süresince Suyla Etkileşim

Üretimde kullanılan su, soğutma suyu olup kapalı sistemler içerisinde devr-i-daim etmektedir. Çok az bir kirlenme olsa bile fabrikaların basit artma sistemleri ile temizlenmektedir. Bu nedenle çevresel açıdan incelenmeye alınmamıştır.

Asıl incelenmesi gereken su çatı ve temel yalıtımlarında kullanılan örtülerin, yağmur ve yeraltı suları ile olan etkileşimlerdir.

Yağmur suyunu, teras çatılar eğimli çatılara göre drenaj sistemine gecikmeli olarak ilettikleri için alt yapıda önemli bir tasarruf sağlarlar. Teras çatıların bahçe çatılar şeklinde düzenlenmesi durumunda, çatıdan alt yapıya geçen yağmur suyu miktarında %50-80\* oranında azalmalar olduğu tespit edilmiştir. \*(FLL German Landscaping Research Institute, rules relating to green roofs, 2002 baskısı).

Hollanda’lı yetkililerin isteği ile Dak & Milieu (Hollanda) firmasınınca NEN 7375 standardına göre çatılardaki bitümlü örtülere değerek akan yağmur sularında bulunan inorganik maddeler incelenmiştir. Tüm değerler NEN 7375 standardının limit değerlerinin altındadır.

4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler” Sempozyumu,  
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe Buca - İzmir

Madde	Hollanda	Bitümlü
	Limitleri	örtü
	mg/m <sup>2</sup>	ortalaması
		mg/m <sup>2</sup> *
Antimon	8,7	<2
Arsenik	260	<10
Baryum	1500	<4
Kadmiyum	3,8	<0,2
Krom	120	<2
Kobalt	60	<2
Bakır	98	<2
Cıva	1,4	<0,06
Kurşun	400	<4
Molibden	144	<1
Nikel	81	<2
Selenyum	4,8	<1
Kalay	50	<3
Vanadyum	320	<4
Çinko	800	<10
Florit	2500	<40
Klorit	10100	<260

\*64 günlük birikimli miktarlardır.

Aynı kurumun isteği doğrultusunda Dak & Milieu (Hollanda) firmasının çatı bitümü örtülerine degen yağmur sularındaki organik maddeler incelenmiş ve ‘Land+water’ 2-2002 ‘Branch calls for fairer tests on building materials’ makalesinde yayınlanmıştır. Tüm değerler NEN 7375 standardının limit değerlerinin altındadır.

Madde	Test sonuçları *
	mg/m <sup>2</sup>
Etilbenzen	yok
EOX	yok
toluen	0,4
Xisilen	0,4
madeni Yağ	yok
PAH	yok

\*64 günlük birikimli miktarlardır.

## G – GERİ DÖNÜŞÜM

Çalışmanın en zayıf halkası bu bölümdü. Üreticilerin tümü ürün artıklarını ve çatılardan sökülen tüm örtüler toprak altına gömülerek imha ediliyorlar.

Yapılan çalışmalar ile gerek üretim esnasında oluşan artıklar, gerekse çatılardan sökülen ürünler geri dönüştürülebilmektedir. Elde edilen geri dönüşüm ürünü belli oranlarda bitümlü örtü imalatında, büyük oranda da yol asfaltları içinde değerlendirilmektedir.

Geri dönüşüm Avrupa’da ve ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılması halinde çevresel etkileşimdeki değerler daha da olumlu olacaktır.



## H – SONUÇ

- 1- Doğal bir malzeme olan bitüm, bilinen en eski su yalıtım malzemesidir.
- 2- Polimer katkılarla zenginleştirilen bitüm, inorganik taşıyıcılar ile birlikte çağdaş polimer bitümlü su yalıtım örtülerini oluşturur.
- 3- Polimer bitümlü su yalıtım örtülerinin ortalama hizmet süresi 25-30 yıl olup, bakım ve onarımlarla servis süresi 75-90 yıla kadar uzamaktadır.
- 4- Polimer bitümlü örtüler kolay uygulanabilen, her türlü detaya uyum gösteren, ekonomik çözümler sağlayan bir malzemedir.
- 5- Polimer bitümlü örtüler kimyasal karışımlara karşı dayanımı, diğer su yalıtım malzemelerine göre daha iyidir.
- 6- Polimer bitümlü örtüler yapı güvenliğini koruma altına alır.
- 7- Polimer bitümlü örtüler çevreye saygılı bir malzemedir.
- 8- Polimer bitümlü örtüler geriye dönüştürülebilir ve ekonomiye tekrar kazandırılabilir.

## I - KAYNAKLAR

- 1- [http://www.bwa-europe.com/content/BWA\\_Enviro\\_Declaration.pdf](http://www.bwa-europe.com/content/BWA_Enviro_Declaration.pdf)
- 2- <http://www.bwa-europe.com/content/PCR%20Waterproofing%20Protection.pdf>