

# İNŞAAT ATIKLARININ ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASI

Dr. İbrahim SÖNMEZ



# 1. GİRİŞ

- Atıkların hammadde gibi kullanılarak yeni bir maddeye dönüştürülmesine geri dönüşüm denir. Ekonomik zorluklarla karşı karşıya bulunan ve kalkınmakta olan ülkelerin de tabii kaynaklarından uzun vadede ve maksimum bir şekilde faydalanabilmeleri için atık israfına son vermeleri, ekonomik değeri olan maddeleri geri kazanma ve tekrar kullanma yöntemlerini araştırmaları gerekmektedir.
- Atık malzemelerin alternatif kullanım alanlarının bulunması son yıllarda Ülkemizde giderek önem kazanmaya başlamıştır. Endüstriyel atıkların inşaat sektörünün değişik dallarında kullanılması ile; büyük hacimlerde kullanıma olanak sağlanabilecek, sınırlı doğal kaynakların hızlı tüketimini önleyebilecek, ekonomik kazanç sağlayabilecek ve atıkların sebep olduğu çevre problemlerine bir ölçüde çözüm getirebilecektir.

## 2. NEDEN GERİ DÖNÜŞÜM?

- Dünyanın pek çok ülkesinde ortaya çıkan çevre sorunlarının temelinde, ekonomi ve çevre arasındaki dengesizlik yatmaktadır. İnsanoğlu, bir yandan hızla gelişen bilim, teknoloji ve sanayi ile ekonomik açıdan yaşam kalitesini yükseltirken diğer yandan da doğaya zarar vermektedir.
- Plansız endüstrileşme, sağlıksız kentleşme, bölgesel savaşlar, tarımda kimyasal maddelerin bilinçsiz kullanımı ve gerekli önlemler alınmadan yoğun üretime geçen sanayi tesislerinin yarattığı kirlilik sonucu bugün karşımıza çok olumsuz tablolar çıkmaktadır.
- Atık malzemeler; çöpler, plastikler, camlar, tıbbi atıklar, bir üretim prosesi sonucu ortaya çıkan malzemeler veya kullanım ömrünü tamamlamış malzemeler olabilir. Atık maddelerin toplanma, taşınma, prosten geçirilme ve ortadan kaldırılması atık yönetimi olarak bilinmektedir.

## 2. NEDEN GERİ DÖNÜŞÜM?

- Geri dönüşüm ile doğal kaynakların korunmasına katkı sağlanır. Doğal kaynaklarımız dünya nüfusunun artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeni ile her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle malzeme tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir nitelikli atıkları geri dönüştürmek sureti ile doğal kaynaklarımızı verimli kullanmak zorundayız. Dolayısıyla geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması ve verimli kullanılması için son derece önemli bir işlemdir.
- Asfalt ve beton, agrega ve bitümün/çimentonun belli oranlarda ve belli ortamlarda karıştırılması ile elde edilen belli bir esneme/rijitlik kabiliyeti olan, belli oranlarda sıkışabilen bir malzemelerdir. Agrega, ise, yol yapımında kullanılan ana malzemedir. Kum, çakıl, kırmataş, cüruf ve diğer mineral bileşiklerin bağlayıcı bir ortamda bir araya getirilmiş şeklidir. Bitüm ise, doğal kökenli hidrokarbonların bir karışımı veya pirojenik kökenli (doğal, ısı etkisiyle meydana gelen ergime sonucu oluşan) hidrokarbonların bir karışımı ya da bunların her ikisinin bir kombinasyonu olup çok defa bunların sıvı, yarı-katı veya katı halde olabilen, metal dışı türevleri ile bir arada bulunan, yapıştırıcı özelliği olan bir malzemedir. Çimento, esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanır.

### 3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE GERİ DÖNÜŞÜM

- Hammaddenin en çok tüketildiği sektörlerden birisi de inşaat sektörüdür. İnşaat sektörü, imalat süreçlerindeki girdileri asgari düzeye indirmeye, hammaddelerin kullanılmasını, enerji tüketimini, emisyonları ve mekan kullanımını mümkün olduğu kadar azaltmaya çalışmaktadır .
- Bu sektörde tüketilen malzemelerin başında beton, asfalt, ahşap, çatı atıkları, alüminyum, demir gibi malzemeler gelmektedir. Bu tür malzemeler geri dönüşümde çok yaygın olarak kullanılan diğer önemli malzemelerdir. Amerika'da asfalt malzemedeki geri dönüşüm oranı % 80'dir. Bu değerden alüminyum, cam, plastik gibi geri dönüştürülebilen malzemelerden daha fazla geri dönüştürüldüğü anlaşılmaktadır. Talep ve tüketim açısından baktığımızda geri dönüşümün özellikle inşaat alanında yaygın bir şekilde uygulanmasının önemli miktarlarda ekonomik ve hammadde kaynağı sağlayacağı görülebilir .

## 3.1. BETONDA GERİ DÖNÜŞÜM

- Beton malzemesi inşaat sektöründe en çok kullanılan malzemedir. Mimari ve peyzaj amaçlı yapılarda çok geniş şekil, renk, doku ve kaplama seçeneklerini uygulayabilmek için betonun sağladığı olanaklardan yararlanır.
- Bir bina yada yapının yıkılması gerektiği zaman, elde edilen eski beton, kırılarak beton agregası yada yollarda zemin altı malzemesi olarak yeniden kullanılabilir. Betonun ağır matriksi yapısı, aynen veya çok az güç ve performans kaybına uğrayarak kullanılabilen ideal bir geri dönüşümlü malzeme yapar. Kullanılmadan iade edilen betonun hemen yada daha sonra beton karışımlarında kullanılmasını veya beton ürünü, yol malzemesi yada inşaat dolgu malzemesi olarak yeniden kullanılmasını sağlayan sistemler de vardır .
- Uygulamalar, her bir metreküp betondan yaklaşık olarak 0,60 metreküp beton geri dönüştürülmektedir. Bozulan beton yollar, yıkımı gerçekleştirilen eski binalar bir beton agrega geri dönüşüm şantiyesinde kırılıp ayrıştırıldıktan sonra yeniden kullanıma hazır granüle malzeme haline dönüştürülmektedir. Avrupa Ülkelerinde geri dönüştürülmüş beton agregalar çeşitli uygulamalarda çok sık kullanılmaktadır. Burada yapılan çalışmalar geri dönüştürülmüş beton agregalarının normal agrega yerine veya beton üretiminin yapısal olmayan uygulamalarında kullanılabileceğini göstermiştir. Geri dönüştürülmüş beton agregaları özellikle yol inşaatı için temel dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır .

## 3.2. MERMER SEKTÖRÜNDE GERİ DÖNÜŞÜM

- Üretimi ve işlenmesi esnasında meydana gelen atık miktarı % 60'lara ulaşan mermer sektörü de yeniden kullanım için önemli miktarlarda hammadde açığa çıkarmaktadır Meydana gelen atıklar toz ve parça atıklar olmak üzere ikiye ayrılmakta ve bunlar çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir. Mermer toz atıkları özellikle mermer işleme fabrikalarının civarında önemli çevre sorunları oluşturmaktadır Bu nedenle bu malzemelerin yol üst yapı inşaatında değerlendirilmesi ekonomiye ve çevreye önemli bir katkı getirecektir Filler, bitümlü karışımlarda ince agrega oranını arttırmak, boşluk miktarını azaltmak ve yüksek sıcaklıklarda asfalt betonunun deformasyona karşı dayanımını arttırmak için kullanılır. Bunun dışında mermer toz atıkları sıva katkı malzemesi, çimento üretiminde katkı malzemesi, kireç üretiminde, refrakter malzeme olarak inşaat sanayinde çeşitli şekillerde kullanılmaktadır . Mermer toz atıklarından yararlanılan diğer önemli alanlardan biriside bozuk zemin özelliklerinin iyileştirilmesinde kimyasal katkı maddesi olarak kullanımındır.

Mermer tozunun filler katkı malzemesi olarak kullanıldığı bir diğer yapı malzemesi de betondur. Yapılan araştırmalar beton üretiminde ince malzeme oranının yaklaşık % 10'nun mermer tozu ile değiştirilmesi halinde basınç dayanımında belirli bir artış olduğunu göstermiştir. Betonda basınç dayanımını belirleyen önemli özelliklerden biriside agregaların özellikleridir. Mermer kökenli agregaların aşınma ve dane dayanımlarının düşük olmasının bilinmesine karşın belirli beton sınıflarında mermer kökenli agregalar kullanılabilir.





## 3.3. ÇATI ATIKLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM

- Asfalt betonu kaplamaların performanslarının iyileştirilmesi amacıyla çok çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Katkı maddeleriyle modifiye edilen bitümlü karışımların performansları incelenerek, katkıların karışıma kazandırdıkları özellikler tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bitüm veya bitümlü karışımların modifiye edilmeleriyle yol üstyapılarında oluşabilecek deformasyonlara karşı, kaplamaların daha yüksek dirençli olması sağlanmaktadır. Modifiye edici katkı maddelerin bu olumlu yönlerinin yanında olumsuzluk olarak sayılabilecek tek özellikleri ise karışım maliyetlerini yükseltmeleridir. Atık katkı maddelerinin BSK içinde modifiye edici olarak kullanılması durumunda maliyetlerin yükselmesi söz konusu olmayacaktır.
- Şingil parçaları öğütülerek granül hale getirilmiş ve bitümlü sıcak karışım üzerindeki etkilerini tespit etmek için laboratuvar ortamında deneysel uygulamalar yapılmıştır. Laboratuvar çalışmaları kapsamında, karışım stabilitesinin belirlenmesi amacıyla Marshall stabilitesi deneyi, trafik yükleri altındaki davranışlarının belirlenmesi amacıyla da tekerlek izi deneyi yapılmıştır. Ülkemizde şingil atıkları henüz ciddi problem teşkil edecek düzeyde olmasa da, her geçen gün artan miktarı göz önüne alındığında, çevre kirliliği açısından problem olmadan kullanım alanlarının araştırılıp bulunması önem taşımaktadır.

Şingil atıkları öğütülerek 50/70 bitümle birlikte %1,5 oranında kullanıldığında, Bitümlü Sıcak Karışımlar (BSK) üzerinde olumlu etki göstermektedir. Atık şingil parçaları katılarak hazırlanan karışımların Marshall stabilite değerleri, geleneksel karışımlara göre yaklaşık %16 daha düşüktür. Bununla birlikte stabilite değerleri şartname alt sınır değerlerinin üzerindedir. Şingil atıklarıyla hazırlanan karışımlarda oluşan tekerlek izi derinlikleri geleneksel karışımlarda oluşan tekerlek izi derinliğinden yaklaşık %50 daha az çıkmıştır. Şingil bünyesinde bulunan bitüm dolayısıyla, %0,3 oranında bitüm tasarrufu yapılabilir. Şingil atıkları kullanılarak yol üstyapı kaplamalarında oluşan tekerlek izi problemlerinin çözümüne katkı sağlanabilir. Şingil atıkları bitümlü sıcak karışımlara (BSK) katılarak çevre temizliğine önemli ölçüde katkılar sağlanabilir.



## 3.5. CAM ATIKLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM

- Cam kırığının, yol üstyapı kaplamalarında kullanılan bitümlü sıcak karışıma ilave edilmesinin, yol güvenliği açısından büyük önem taşıyan sürtünme katsayısı ile yol yüzeyinin görünebilirlik katsayıları gibi, trafik ve yol güvenliğine ait özelliklerin tespitinin yanı sıra, karışım performansına etkisi de tespit edildiği bilinmektedir.
- Bitümlü Sıcak Karışıma ebatları 0–5 mm arasında değişen granül cam malzeme katılarak, 135°C sıcaklıkta ve 75 darbe sıkıştırma enerjisiyle briket numuneleri hazırlandı. Cam atıklarının oranları %5, %10 ve %15 olarak tespit edildi ve her bir orandan belirli sayıda briket numunesi üretildi. Cam kırığının permeabilite problemini gidermek ve soyulma mukavemetini güçlendirmek amacıyla karışıma %2 oranında kireç ilave edildiğinde olumlu sonuçlar alınmıştır.

## 3.5. CAM ATIKLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM

- Atık cam katkısıyla hazırlanan bitümlü sıcak karışımlar (BSK), geleneksel karışımlara göre düşük stabilite seviyesinde kalmakla birlikte, Marshall Stabilite sonuçları şartname alt sınır değerlerinin üzerindedir. Cam katkılı karışımların Dolaylı Çekme Mukavemeti değerleri düşük sıcaklıklarda geleneksel karışımlara göre yüksek, ancak sıcaklığın yükselmesiyle birlikte bu yükseliş yön değiştirerek, yerini daha düşük değerlere bırakmaktadır. Rijitlik Modülü değerleri 5°C ve 25°C'de rijit üst sınır düzeyi üzerinde kaldığı halde, numuneler uygulanan yüklere dayanım gösterebilmekte, ancak 40°C sıcaklıkta %10 (CM2) ve %15 (CM3) atık cam katkılı numuneler yüklemeye dayanamayarak dağılmaktadır. Atık cam katkılı karışımlarla yapılan kaplamaların geleneksel karışımlara göre daha rijit olduğu ve düşük sıcaklık nedeniyle meydana gelebilecek çatlak oluşumu potansiyeline karşı direnimi düşürdüğü tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında atık cam kırığının bitümlü sıcak karışıma, modifiye edilmeden, katılabilecek en uygun oranı %10'dur.

Atık cam katkı maddesinin esnek üstyapı kaplamalarında yolun kayma direnci ve görünebilirlik özelliklerini arttırdığı görülmektedir. Cam katkılı sıcak karışımların rijitlik özelliği, BSK'da sıcak iklimlerin hakim olduğu bölgelerde, başta kalıcı deformasyonlar olmak üzere, stabilite ve çekme mukavemeti gibi diğer özellikler açısından geleneksel (katkısız) karışımlara göre daha az direnç göstermektedir.





## 3.6. LASTİK ATIKLARINDA GERİ DÖNÜŞÜM

Eskimiş kamyon ve otomobil lastikleri geri dönüşüm tesislerinde belirli boyutlara getirildikten sonra asfalt karışımlarda kullanılmaktadır. Atık lastikler kullanılarak deneme üretimleri ve deneme yolları yapılmıştır.

Geri dönüştürülebilir atık lastiklerin sıcak asfalt karışımlarda kullanım şartları belirlenmiştir. Geleneksel asfalt karışımı ve geri dönüştürülmüş lastik atıklarıyla hazırlanmış asfaltın performans kıyaslaması yapılmıştır. Fabrikada uygun reçetede asfalt üretilerek, üretim esnasında emisyon ölçümü yaptırılmıştır. Karışıma %1 ve %1,5 oranında granül otomobil lastik katkısıyla şartnamede istenilen limitler karşılanmıştır.





## 3.7. PLASTİK ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Plastikler kimyasal bileşimleri bakımından polimerler grubuna dahildir. Yük altında kalıcı şekil değiştirebilen cisim olarak tanımlanmaktadır.

- Geri dönüşüm tesislerinde belirli boyutlara indirgenen pet şişe atıkları, plastik kapaklar, kablo atıkları gibi plastikler asfalt karışımlarda belli oranlarda kullanılarak kalıcı deformasyonlara karşı direnç oluşturmaktadır.



## ÖĞÜTÜLMÜŞ PET ŞİŞE

- Öğütülmüş Pet Şişenin; sadece **ATIK DEĞERLENDİRME KAPSAMINDA**, %0.5'i geçmemek koşuluyla Asfalt Kaplamalarda kullanılabileceği, bunun ötesinde asfalt karışımları üzerinde herhangi bir olumlu etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.
- **APP (Ataktik Polipropilenlerin Bitüm Modifikasyonuna Etkisinin Araştırılması)**
- 2008 Yılında yaptığımız çalışmada APP'ler yüksek sıcaklıklarda (180 °C) bile bitüm içerisinde erimediğinden çalışma tamamlanamamıştır.
- **POLİETİLEN çalışması**
- 2010 yılında Yüzen Ticaretin ürünü karışıma ilave edilmiş ,%0,6 yapılan tekerlek izi deneyinde iyi sonuç alınmıştır.



## 3.8. METAL ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

- Metal sanayinin bakır ve magnezyum atıkları Mastik asfalt karışımlarında asfalt yüzeyinde değişik oranlarda denenmiştir.



## 3.9. BİTÜMLÜ MEMBRAN ATIKLARI

- Membran atıklarında % 45 civarında bitüm ve % 2,5 filler malzeme tesbit edilmiştir. Bitüm 70/100 penetrasyon sınıfındadır. Modifiye özellik göstermemektedir.
- Yapılan laboratuvar çalışmasında ,Bitümlü membran atıkların taşıyıcı kısmı ve alt-üst yüzeyindeki korumaları sebebiyle, mevcut haliyle asfalt kaplamalarda kullanımı mümkün görülmemektedir. Ancak membranların geri kazanımı söz konusu olursa içeriğindeki yaklaşık % 45 oranındaki bitümden faydalanılabilmektedir kanaatine varılmıştır.



# HOLLANDA'DAN ÖRNEKLER





# 4. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM VE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMLERİ

- Yapılan çalışmalar neticesinde önümüzdeki yıllarda üstyapı iyileştirme faaliyetlerinin yoğun bir şekilde gündeme geleceği açıktır. Bu durumda kazılmış eski BSK tabakalarının içerisinde bulunan ekonomik değeri yüksek bitümlü bağlayıcı ve agreganın belirli işlemlerden sonra yeniden yol yapımında kullanılması maliyetleri azaltacağı gibi, çevrenin korunması açısından da son derece önemlidir. Bununla birlikte, Türkiye'de, hem agrega rezervlerinin hızla tükenmesi, hem de bitüm yönünden dışa bağımlılık ve çevre problemlerinin de daha da önem kazanacak olması ile, önümüzdeki 5-10 yıl içinde atık malzemelerin yol yapımında yeniden kullanılması zorunluluğu ile karşı karşıya kalınacaktır .
- Çeşitli kaplama bozulma türleri ve yapısal gereksinimler için günümüzde çeşitli geri dönüşüm metotları mevcuttur. Asphalt geri dönüşüm ve rehabilitasyon birliği (Asphalt Recycling and Reclaiming Association-ARRA) beş farklı geri dönüşüm tekniği tarif etmektedir: Soğuk düzeltme (cold planing), sıcak geri dönüşüm (hot recycling), sıcak yerinde geri dönüşüm (hot in-place recycling), soğuk yerinde geri dönüşüm (cold in-place recycling) ve tam derinlikten geri kazanma (full depth reclamation) .

## 4. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM VE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMLERİ

- Bu çalışmada anlatılan yöntem Sıcak Geri Dönüşüm'dür. Sıcak geri dönüşüm yöntemini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz: Sıcak geri dönüşüm asfaltları üretmek için, geri kazanılan asfalt kaplama (RAP) malzemesinin yeni malzeme ve gerekirse katkı ilavesiyle birleştirilerek yapılan dönüşümdür. Hem harmantipi hem de tambur tipi sıcak karışım plantleri geri kazanılmış karışımlar üretmek için kullanılır. Klasik yöntemlerde olduğu gibi RAP malzemeleri öğütme veya sökme ve kırma operasyonları ile elde edilebilir. Kazılıp sökülen asfalt tabakası asfalt plantine taşınır. Karıştırma, serme ve sıkıştırma ekipmanı ve prosedürleri BSK üretiminde olduğu gibidir. RAP malzemesinin yeni karışımda kullanılma oranı eğer RAP malzemesi soğuk olarak karıştırıcıya alınıyorsa %10-%30 arasında, RAP malzemesi önceden ısıtılarak karıştırıcıya alınıyorsa %80' leri bulabilmektedir. Sıcak karışım geri dönüşümün avantajı önemli bir yapısal sağlamlığının olması, geleneksel BSK ile karşılaştırıldığında ona eşit veya daha iyi performans göstermesi ve çoğu yüzey kusurlarına, deformasyonlara ve çatlamalara karşı dirençli olmasıdır.

## 5. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜMÜN FAYDALARI

- Bozulmuş asfalt kaplamaların kazılarak bitümlü sıcak karışımlarda yeniden kullanılması ile genel olarak aşağıdaki faydalar sağlanabilmektedir: Kazınan BSK tabakası tekrar kullanılarak milli kaynakların korunması ve/veya değerlendirilmesi ile ekonomik kazanımlar elde edilir. Geri dönüşüm, yeni malzeme ihtiyacını azaltarak doğal kaynakların korunması ve atık sahalarının oluşmaması açısından çevrenin korunmasına katkı sağlar. Mevcut kaplamanın üzerine yeni kaplama yapılması halinde yansıma çatlaklarının önlenememesi, kot yükselmesi vb. sorunlar giderilebilir. Mevcut kaplama yapısı üzerine kalın bir tabaka eklenmeksizin geri dönüştürülerek daha mukavim bir tabaka elde edilir. Geri dönüşüm, geleneksel yapım teknikleriyle karşılaştırıldığında büyük miktarda enerji tasarrufu sağlayabilir.





## 6. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM NASIL YAPILMAKTADIR?

- 6.1. Kaplamanın Kazılması: Kaplamanın sökülmesi amacıyla yapılan birçok metod olmasına rağmen günümüzde en çok kırıcı kepçelerle yoldan asfalt kırma ve asfalt kazıyıcı makinalar ile yoldaki asfaltın kazılması yöntemi kullanılmaktadır. Her iki yöntemde de geri kazanılacak asfalt kaplamanın geri kazanılan veya kazanılmayan agrega, stabilize, plent mix malzemeleri gibi malzemeler ile karıştırılmaması gerekmektedir. Buradaki tüm malzemeler biraraya karıştırılmamalı, malzeme özelliklerine göre ayrı ayrı depolanmalı, üst üste yığılmamalıdır.



## 6. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM NASIL YAPILMAKTADIR?

- 6.2. Kazılan Malzemenin Depolanması: Geri kazanılmış asfalt yığınlarının yüksekliği maksimum 3 metre ile sınırlandırılmalıdır. Bu kısıtlamaların amacı parçalanan malzemelerin ilave yükten ve yüksek hava sıcaklıklarından dolayı birbirlerine yapışmalarını engellemektir. Aynı şekilde, yığın üzerine yükleyici, dozer, kamyon gibi araçlar da çıkmamalıdır. Geri kazanılmış asfalt kaplama hava etkisinden korunmalı ve olabildiğince de kuru koşullarda tutulmalıdır. Depolama ve aşırı nem durumunu minimuma indirmenin en iyi yolu, büyük bir stoklamaya gerek duyulmayacak şekilde parçalama ve sıcak karışım işlemlerini koordine etmektir. Kış aylarında kırma işlemi yapılırsa, kırılmış malzeme bir örtü altında saklanmalıdır.

## 6. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM NASIL YAPILMAKTADIR?

- 6.3. Kazılan Malzemenin Yeniden Kırılması : Araziden kazılarak elde edilen kullanılmış malzeme depolandıktan sonra kullanılacak asfalt karışımındaki ebatlara göre kırıcı ekipmandan geçirilmeli ve elenerek asfalta hazır hale getirilmelidir. Geri kazanımlı asfalt üstyapı karışımlarının dizaynı, genel olarak kullanılan Marshall metodunun yanında laboratuvar deneyleri de gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda ilk olarak geri kazanılan asfalt kaplamanın kompozisyonu ve orijinal karışım içine hangi % ile katılacağı belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada ise, laboratuvar ortamında karışımın hazırlanmasıdır. Karışım tasarımı hazırlandıktan sonra, asfalt üretimi gerçekleştirilmektedir.

# 6. ASFALTTA GERİ DÖNÜŞÜM NASIL YAPILMAKTADIR?

- 6.4. Geri Dönüşüm Asfaltın Üretilmesi: Asfalt plenti kullanılarak yapılan uygulama, geri kazanılmış malzemenin yeni hazırlanacak karışıma katılması sekline göre sıcak ve soğuk besleme olarak iki kısma ayrılır. Burada plentin özelliği ön plana çıkmaktadır. Plentte bulunan ilave kurutucu sayesinde geri kazanılmış asfalt kaplama ısıtılarak yeni hazırlanacak karışıma katılması sıcak besleme olarak adlandırılmaktadır. Soğuk beslemede ise ilave kurutucu yoktur ve kazınmış asfalt malzeme ısıtılmış yeni agregaya mikserde eklenerek belirli bir süre karıştırıldıktan sonra bitüm ilavesi ile sıcak karışım hazırlanmaktadır. Bu metotla yapılan uygulamalarda geri kazanım malzemesinin kullanım oranı % 30'lar civarında kalmaktadır. Ülkemizdeki bu uygulamada geri kazanılmış malzeme plentte soğuk olarak beslenmiştir. Üretim esnasında 4 ayrı üretim tipi bulunmaktadır:

## 7. SONUÇLAR

- Geri kazanım ile;
  - Daha az agrega, çimento ve bitüm kullanımı ile doğal kaynak tüketimi azalacak,
  - İnşaat atıklarının kontrolü (toplanması taşınması ve depolanması) sırasında oluşan çevresel etkiler, hava, su ve toprak kirliliği, enerji tüketimi, gürültü, kazaların önlenmesi v.b. kirliliğin kaynakta kontrolü sağlanacak,
  - Yeni asfalt üretim maliyetlerinin azalması, aynı miktarda kaynak kullanılarak daha fazla asfalt yol yapımı ile ekonomik kazanç sağlanacaktır.

- İstanbul' da toplanan ve geri kazanımdan elde edilen inşaat molozlarının fiziksel özellikleri belirlenmekte, Karayolları Teknik Şartnamesi kriterlerine göre değerlendirilmekte ve yol üstyapısında plentmix temel ve bitümlü temel tabakalarında agrega olarak kullanımı araştırılmaktadır.
- Çalışmanın ilk aşamada bağlayıcısı su olan plent-mix tabakası dizaynı yapılmış, inşaat molozları bu dizaynda % 40 oranında kullanılmıştır. İkinci aşamada ise bağlayıcısı bitüm olan bitümlü temel tabakası dizaynı yapılmış, bu dizaynda da % 20 oranında inşaat molozu kullanılmıştır. Her iki dizayn da ayrıca İstanbul/Ömerli bölgesine ait değişik boyutlarda kalker agrega kullanılmıştır.

- Her numune alımında farklı malzemelerle karşılaşıldı.
- İnşaat molozlarının absorpsiyonları yüksek. Plent-mix dizaynında optimum rutubet %8'lerde çıktı.Bitümlü temel dizaynında da optimum bitümün de yüksek çıkması bekleniyor.
- Molozlar içinde çok miktarda tahta parçaları,plastik,kablo gibi malzemeler var. Bunların bir kısmı ayrılıyor ancak ,tuğla,ytong ,alçı gibi malzemeler de oldukça fazla.Bunlar problemlı malzemeler.
- Dizayn Numuneleri hazırlanırken plent-mix'te modifiye proktorda ,B.temel de Marshall kompaktörde bunlar kırılıyor ve gradasyon bozuluyor.

## 8. EKONOMİK DEĞERLENDİRME

- Yapılan değerlendirmelerde, normal asfalt üretimi ile geri dönüştürülmüş asfalt malzemesi katılmış asfalt üretimi arasında % 20 mertebelerinde tasarruf olduğu gözlemlenmiştir.
- İnşaat molozlarından da malzeme elde edilebilmesi halinde malzeme maliyeti olarak en az % 30' lar oranında tasarruf elde edilebilecektir.
- Ancak malzeme depolama alanlarınının da şehre yakın bir noktada olması gereken bir durumdur.





**İLGİNİZE TEŞEKKÜRLER...**

**İSFALT**