

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ASFALT PLENTLERİNİN ÜRETİM AŞAMALARI VE
PERFORMANSLARI BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Fatih YONAR

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Ulaştırma Mühendisliği

OCAK 2007

**ASFALT PLENTLERİNİN ÜRETİM AŞAMALARI VE
PERFORMANSLARI BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Fatih YONAR

501041406

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2006

Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2007

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Murat ERGÜN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Güven ÖZTAŞ

Öğr. Gör. Dr. Mustafa GÜRSOY

OCAK 2007

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, bana verdiği destek ve yardımlarından dolayı tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat ERGÜN'e, babam E. Kur. Alb. Himmet YONAR'a, Konya Selçuk Üniversitesi Ulaştırma A.B.D. Başkanı Sayın Doç. Dr. O. Nuri ÇELİK'e, şekil ve resimler için Sayın Arş. Gör. Alpaslan KAYA'ya, çalışmam süresince manevi desteklerini benden esirgemeyen annem E. Öğr. Fatma YONAR'a, kardeşim A. Serdar YONAR'a, Sayın GEDİKLİ, DİNMEZ ve ÇETİN ailelerine sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Ocak 2007

Fatih YONAR

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Asfaltın Tarihçesi	1
1.2. Asfaltın Özellikleri	2
1.3. Yol Kaplamaları	3
1.4. Bitümlü Sıcak Karışımlar ve Üretimleri	7
2. ASFALT PLENTLERİ	9
2.1. Bitümlü Sıcak Karışımları Oluşturan Malzemelerin Depolanması ve Beslenmesi	12
2.1.1. Agreganın Stoklanması ve Beslenmesi	13
2.1.2. Bitümlü Bağlayıcının Depolanması ve Beslenmesi	19
2.1.3. Fillerin Depolanması ve Beslenmesi	22
2.1.4. Isıtıcı Sistemin Beslenmesi	25
2.2. Agreganın Isıtılması ve Kurutulması	27
2.3. Emisyon Kontrol Sistemi	32
2.3.1. Birincil Toplayıcılar	33
2.3.2. İkincil Toplayıcılar	35
2.4. Bitümlü Sıcak Karışımın Depolanması	37
2.5. Asfalt Plentlerinde Geri Dönüşüm	39
3. AĞIRLIKLİ TİP ASFALT PLENTLERİ	41
3.1. Ağırlıklı Tip Asfalt Plentlerinin Tarihi	41
3.2. Sıcak Agreganın Elenmesi ve Depolanması	43
3.2.1. Eleme Ünitesi	43
3.2.2. Sıcak Bunkerler	45
3.3. Agreganın Karışıma Eklenmesi	47
3.4. Bağlayıcının Karışıma Eklenmesi	48
3.5. Karışım Sıcaklığı	48
3.6. Mikserde Karıştırma	49
3.7. Ağırlıklı Tip Asfalt Plentlerinin Otomasyonu	53
3.8. Ağırlıklı Tip Asfalt Plentlerinde Geri Dönüşüm	53
3.8.1. Tartım Kovaası Geri Dönüşüm Tekniğı	54
3.8.2. Kullanılmış Malzeme Geri Dönüşüm Tekniğı	55
3.8.3. Sepetli Elevatör Tekniğı	55
3.8.4. Kullanılmış Karışımın Kurutucuya Eklenmesi	56
3.9. Çift Üniteli Ağırlıklı Tip Asfalt Plentleri	56

4. SÜREKLİ TİP ASFALT PLENTLERİ	58
4.1. Sürekli Tip Asfalt Plentlerinin Tarihi	58
4.2. Sürekli Tip Plentlerin İşlemleri ve Ekipmanları	60
4.3. Agreganın Stoklanması ve Beslenmesi	61
4.4. Bağlayıcının Beslenmesi	64
4.5. Karışımın Yapılması	64
4.6. Yanma Kontrolü	65
4.7. Biriktirme Depoları ve Stok Siloları	65
4.8. Kurutucu/Mikser Çeşitleri	65
4.8.1. Paralel Akımlı Kurutucu/Mikserler	65
4.8.2. Karşıt Akımlı Kurutucu/Mikserler	66
4.8.3. Kaplama Ünitesi	67
4.8.4. Çift Kademeli Tamburlar	67
4.8.5. Üç Kademeli Tamburlar	69
4.8.6. Çift Tamburlu Sistem	70
4.9. Sürekli Tip Plentlerde Geri Dönüşüm	70
5. PLENTLERİNİN KAPASİTELERİ VE PERFORMANSLARI	72
5.1. Teorik ve Pratik Kapasite	72
5.2. Düşük Kapasiteden Kaynaklanan Verimsizlik	73
5.3. Asfalt Tesisi Serim ve İşletim Maliyeti	75
5.4. Asfalt Plenti Kurulum Alanı	76
5.5. Kurutucu Kapasitesi	77
5.6. Yüksek Kapasitelerde Karşılaşılan Sorunlar	78
5.7. Optimum Plent Kapasitesi	79
5.8. Çift Üniteli Plentler	81
6. SONUÇLAR	84
7. KAYNAKLAR	87

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 2.1 :Sürekli Tip Sabit Asfalt Plenti (SIM).....	10
Şekil 2.2 :Sürekli Tip Mobil Asfalt Plenti (SIM).....	10
Şekil 2.3 :Ağırlıklı Tip Sabit Asfalt Plenti :(Çesan, PATNI STROEJI S.A., Bourgas-Bulgaria).....	11
Şekil 2.4 :Ağırlıklı Tip Mobil Asfalt Plenti (Çesan, Türk Hava Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı).....	12
Şekil 2.5 :Doğru ve Yanlış Agreg a Yığınları (HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)...	14
Şekil 2.6 :Agreg a stok sahası (Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü).....	15
Şekil 2.7 :Soğuk Agreg a Bunkerleri (Çetin İşletmeleri, Ankara).....	16
Şekil 2.8 :Vargelli Besleyici (Asfalt Enstitüsü, El Kitabı Serisi No.4, 1989 Baskısı).....	17
Şekil 2.9 :Vibratörlü Besleyici (Asfalt Enstitüsü, El Kitabı Serisi No.4, 1989 Baskısı).....	17
Şekil 2.10 :Vargelli Besleyici ile Beslenen Bunker Altı Toplama Bandı (Çetin İşletmeleri, Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara).....	18
Şekil 2.11 :Kurutucu Yükleme Bandı (Çetin İşletmeleri, Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara).....	18
Şekil 2.12 :Bitümlü Bağlayıcı Tankları (Aydın Makine).....	19
Şekil 2.13 :Elektrikli Dikey Tip Tanklar (SIM).....	20
Şekil 2.14 :Bitüm Tankı Devir Daim Hatları (HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition).	21
Şekil 2.15 :Filler Silosu (Çetin İşletmeleri, Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara).....	22
Şekil 2.16 :Filler Besleme Şeması (SIM).....	24
Şekil 2.17 :Kızgın Yağ Tankı (Çetin İşletmeleri, Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara).....	25
Şekil 2.18 :Kızgın Yağ ve Bitüm Dolaşım Hattı (SIM).....	26
Şekil 2.19 :Kurutucu (Çesan).....	27
Şekil 2.20 :Kurutucu Brülörü ve Fan (SIM ve Çesan).....	28
Şekil 2.21 :Kurutucu İçindeki Kanatçıklar (SIM).....	28
Şekil 2.22 :Paralel Akımlı Kurutucu (ASTE C).....	29
Şekil 2.23 :Karşıt Akımlı Kurutucu (ASTE C).....	30
Şekil 2.24 :Emisyon Kontrol Sistemi (Bernardi Broşürü).....	32
Şekil 2.25 :Siklon Toz Toplayıcı (ASTE C).....	34
Şekil 2.26 :Torbalı Toz Toplayıcı (Çesan Broşürü).....	35
Şekil 2.27 :Islak Toplayıcı (ASTE C).....	36
Şekil 2.28 :Sıcak Silolar (SIM).....	37
Şekil 2.29 :Biriktirme Deposu (Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü).....	38
Şekil 3.1 :Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti (ASTE C).....	42

Şekil 3.2	:Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti Elek Ünitesi ve Sıcak Bunkerler (Beninghoven).....	44
Şekil 3.3	:Ağırlıklı Plentlerde Agrega ve Fillerin Tartımı (HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)	47
Şekil 3.4	:Çift Şaftlı Mikser (SIM).....	50
Şekil 3.5	:Çapraz Kollar ve Ayaklar (Çesan).....	50
Şekil 3.6	:Mikserde Az Malzeme (HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)	51
Şekil 3.7	:Mikserde Aşırı Malzeme (HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)	51
Şekil 3.8	:Malzemenin Mikserde Karıştırılması (HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)	52
Şekil 3.9	:Geri Dönüşüm Haznesi (SIM).....	54
Şekil 4.1	:Sürekli Tip Asfalt Plenti (ASTEÇ).....	59
Şekil 4.2	:Soğuk Besleme Kontrolleri (Barber-Greene).....	62
Şekil 4.3	:Paralel Akımlı Kurutucu/Mikser (ASTEÇ).....	66
Şekil 4.4	:Karşıt Akımlı Kurutucu/Mikser (ASTEÇ).....	67
Şekil 4.5	:Paralel Akımlı Kurutucu/Mikserde Kaplama Ünitesi (Construction of HMA, Manual Series No:22, 2nd Edition)	68
Şekil 4.6	:Karşıt Akımlı Kurutucu/Mikserde Kaplama Ünitesi (ASTEÇ)	68
Şekil 4.7	:Çift Kademeli Kurutucu/Mikser (ASTEÇ).....	69
Şekil 4.8	:Üç Kademeli Kurutucu/Mikser (CMI).....	69
Şekil 4.9	:Çift Tamburlu Sistem (GENTEC).....	70
Şekil 5.1	:Düşük Kapasiteden Kaynaklanan Sorunlu Uygulama (SİMGE)	74
Şekil 5.2	:Tesis Kapasitesine Göre Ton Başına Maliyet (SİMGE)....	76
Şekil 5.3	:Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti Kurulum Alanı (SİMGE).....	77
Şekil 5.4	:Asfalt Plentinin Zamana Bağlı Üretim Kalitesi (SİMGE)	78
Şekil 5.5	:Yüksek Kapasiteli Asfalt Plentinde Oluşan Kalite Kaybı (SİMGE).....	79
Şekil 5.6	:1995'deki Optimum Plent Kapasite Grafiği (SİMGE).....	80
Şekil 5.7	:2005'deki Optimum Plent Kapasite Grafiği (SİMGE).....	80
Şekil 5.8	:Çift Üniteli Plent (SİMGE).....	81
Şekil 5.9	:Çift Üniteli Plentlerin Üretim Grafiği (SİMGE).....	82
Şekil 5.10	:Yüksek Kapasiteli Plentlerin Üretim Grafiği (SİMGE).....	82
Şekil 5.11	:Çift Üniteli Plent Kurulum Alanı (SİMGE).....	83

Üniversitesi	: İstanbul Teknik Üniversitesi
Enstitüsü	: Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	: İnşaat Mühendisliği
Programı	: Ulaştırma Mühendisliği
Tez Danışmanı	: Yrd. Doç. Dr. Murat ERGÜN
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksek Lisans – Ocak 2007

ÖZET

ASFALT PLENTLERİNİN ÜRETİM AŞAMALARI VE PERFORMANSLARI BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatih YONAR

Asfalt plentlerinin genel amacı; yüksek standartlı yollarda kullanılan bitümlü sıcak karışımların özenli, kaliteli, yüksek performanslı olarak yüksek kapasitede üretilmesidir. Bu çalışmanın amacı, günümüzde kullanılmakta olan asfalt plentlerinin üretim aşamalarının birbiriyle karşılaştırılması ve ülkemizdeki ihtiyaç ve zorunluluklar doğrultusunda üretim performansı ve kapasitelerinin uygunluk bakımından değerlendirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak çalışmanın ilk bölümünde asfaltın geçmişi, yol inşaat metotlarının ve plentlerin gelişimi ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise detaylı olarak asfalt plentlerinin temel ekipmanları ve yerine getirmesi gereken temel işlemler açıklanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ağırlıklı tip asfalt plentlerinin ekipmanları ve çalışma prensipleri incelenmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde sürekli tip asfalt plentlerinin ekipmanları ve çalışma prensipleri incelenmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde ise, asfalt plentlerinin teorik ve pratik kapasiteleri, ekonomikleri ile çeşitli problemlerden kaynaklanan üretim ve kalite kayıpları incelenmiştir. Sonuçta, plentlerin üretim performansları, kapasiteleri ve üretim aşamasında oluşabilecek problemler karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağırlıklı Tip Asfalt Plentleri, Sürekli Tip Asfalt Plentleri

University	: Istanbul Technical University
Institute	: Institute of Science and Technology
Science Programme	: Civil Engineering
Programme	: Transportation Engineering
Supervisor	: Assist. Prof. Murat ERGÜN
Degree Awarded and Date	: M.S. – January 2007

ABSTRACT

APPRECIATION OF ASPHALT PLANTS BASED ON PRODUCTION STEPS AND PERFORMANCE

Fatih YONAR

The major aim of the asphalt plants is attentive, high quality, high performance and high capacity production of hot bituminous mixtures used in high standard roads. Objective of this study is to compare production steps of asphalt plants and based on the needs and obligations of our country, appreciation of them on production capacity and performance. In the first part of the study history of asphalt, methods of road construction, and development of plants are discussed. Details of the basic equipments of the asphalt plants and their major duties are discussed in the second part. Third part is consisting of working principles and major elements of batch type asphalt plants. Equipments and working principles of continuous type asphalt plants are studied in the fourth part. In the fifth part of the study, theoretical and real production capacities, costs and production and quality losses from various problems are discussed. Ultimately; performances and capacities of asphalt plants and problems seen in production are compared.

Keywords: Batch Type Asphalt Plants, Continuous Type Asphalt Plants

1. GİRİŞ

1.1. BİTÜMÜN TARİHÇESİ

Tarih kayıtlarına göre bitümü(asfalt) ilk olarak Sümerler milattan önce 3000 yılı civarında değerli taşlar ve kabuklardan yaptıkları heykellerde bağlayıcı madde olarak kullanmışlardır. Tarih öncesi bu devirlerde diğer kullanım alanları yine bağlayıcı madde ve mumyalarda koruyucu madde şeklindedir. Yol malzemesi olarak ilk kullanımı Milattan önce 625 yılı civarında olmuştur. Babil’de, Kral Nabopolassar sarayından şehrin kuzey duvarına uzanan yolu, yanmış tuğla ve bitümden oluşan bir karışımla kaplatmıştır.

Antik Yunan’da da bitüm bilinmektedir. Asfalt kelimesinin kökü Yunancada “güvenli” anlamına gelen “asphaltos”’dur. Romalılar bu kelimeyi “asphaltus”’a çevirmiş ve asfaltı banyolarını, rezervuarlarını, su kanallarını kaplamakta kullanmışlardır.

Yüzyıllar sonra yenedünyayı araştıran Avrupalılar doğal asfalt kaynakları ile karşılaşmışlardır. 1595’de Walter Raleigh, Venezuela açıklarındaki Trinidad adasında bir asfalt gölünden bahsetmektedir. Asfaltı gemilerinin tamiratında kullanmıştır. Ayrıca milattan sonra 1500 yılı civarında Peru’daki İnkalar’ın yol sistemlerinde modern bitümlü makadam kaplamaya benzer bir karışım kullandıkları bilinmektedir.

Asfaltın bu uzun geçmişine karşın, Avrupa ve Amerika’da kaplama malzemesi olarak kullanılmaya başlanması 19. yüzyılı bulmuştur. İlk 1824’de Paris’te, Champs-Élysées Bulvarında yol malzemesi olarak asfalt bloklar kullanılmıştır. Modern yol asfaltı ise New York şehrinde, Columbia Üniversitesinde çalışmakta olan Belçikalı kimyager Edward de Smedt’in çalışmasıdır. 1872’de De Smedt, modern iyi derecelendirilmiş, maksimum yoğunluklu bitümü projelendirmiştir. Aynı yıl içerisinde, New York Şehrinde, 5. Cadde’de ilk bitümlü karışım uygulaması yapılmıştır. 20. yüzyıl başına kadar, yol inşaatında kullanılan tüm bitüm, doğal kaynaklardan üretilmekteydi. Rafine

edilmiş petrol asfaltı, sadece doğal asfaltı yumuşatmak için karışıma katılıyordu. 1907 yılından itibaren doğal asfalt yerini ağırlıklı olarak rafine edilmiş petrol asfaltına(bitümü) bırakmıştır. Bu dönemde, otomobilin daha popüler olmasıyla birlikte, hükümetler daha iyi ve daha çok yola ihtiyaç duymuşlardır. Bu ihtiyaç ile ortaya çıkan yeni metotlar ise bizi modern yol inşaatı ve kaplamalarına ulaştırmıştır[1].

1.2. BİTÜMÜN ÖZELLİKLERİ

Bitüm, petrolün damıtımı esnasında ortaya çıkan, rengi koyu kahve ile siyah arasında, yüksek viskoz, hidrokarbon bir atıktır. Bu damıtım, doğada asfalt göllerinde kendiliğinden oluşmakta veya petrol rafinerilerinde yapılmaktadır. Bitüm, yüksek oranda ağır hidrokarbonlardan oluşan katı, yarı katı ya da viskoz bağlayıcılara verilen genel isimdir. Bitümün en geniş kullanım alanı yollardır [2]. Sıcak karışımlarda bitüm, su geçirmez, termoplastik ve viskoelastik bir bağlayıcı olarak çalışmaktadır. Isıtıldığında yumuşayarak akışkan hale gelir ve bu bitümlü sıcak karışım üretimi esnasında agreganın kaplanmasını sağlar, soğuduğunda ise sertleşerek parçacıkları bir arada tutar. Günümüzde kullanılan bitümün tamamı petrol rafinerilerinden elde edilmektedir. Daha önce belirtildiği gibi çok farklı kullanım alanları mevcuttur. Kaplamada kullanılan bitüm, genelde asfalt çimentosu ya da bitümlü bağlayıcı olarak da adlandırılır. Bitüm fazlasıyla viskoz ve yapışkan bir malzemedir. Agregatanecekleri ile arasındaki aderans onu iyi bir bağlayıcı yapmaktadır. Birçok asit, alkali ve tuzdan da etkilenmemektedir. Bu da iyi üretilmiş bitümlü sıcak karışımın kesinlikle geçirimsiz ve pek çok kimyasala dayanıklı olduğunu belirtmektedir. Bitüm genelde sıcak karışımların ağırlıkça % 3 ila % 8'ini oluşturmaktadır. Bu da sıcak karışımların miktarına ve tiplerine bağlı olarak toplam maliyetin % 25 – 30 'una denk gelebilmektedir[3].

1.3. YOL KAPLAMALARI

Yol inşaatının ilk örnekleri milattan önce 4000 yılı civarına dayanmaktadır. Bu dönemle ilgili iki örnek söz konusudur. Bunlardan ilki şu an Irak sınırları içinde kalan Ur şehrinin taş kaplama yolları ikincisi ise İngiltere’de, Glastonbury’de bir bataklık içinde korunmuş, keresteden yapılmış yoldur. Tarihte modern yol inşaatına ışık tutabilecek örneklerden ilki Roma yollarıdır, en eski Roma yolu (Via Appia) halen kullanılmaktadır. Roma İmparatorluğunun tarihi boyunca 99.500 km.den fazla yol yapılmıştır. Roma yollarında, bitüm bağlayıcı olarak kullanılmamış, bunun yerine kireç harcı ve bazı doğal puzolanlar bağlayıcı olarak kullanılmıştır [3].

Yakın geçmişimizde, yol inşaatı ile ilgili ilk net metot John Metcalfe (1717–1810) adlı bir İskoç tarafından kullanılmıştır. Metcalfe, iyi bir drenajı hedefleyerek yolları üç tabaka halinde inşa etmiştir. İlk tabaka moloz, ikinci tabaka yarmadan çıkan malzeme ve üçüncü olarak yüzey tabakası şeklinde çakılı kullanmıştır. Bu metotla Yorkshire’da 290 km.den fazla yol yapmıştır. Metcalfe’in metodu, yine kendisi gibi bir İskoç olan Thomas Telford(1757–1834) tarafından geliştirilmiştir. Telford, drenaj için, çatı eğimini ilk kez kullanmış, minimum enine eğimi %1 olarak tanımlamıştır. Yolları düz satırlar üzerine inşa etmeye özen göstermiş ve araçları çeken at sayısını düşürmek için, düşey eğimi 1/30’dan fazla almamaya dikkat etmiştir. Yolu oluşturan tabakaların kalınlığını, trafiğin hacmine ve ağırlığına göre belirlemiştir. Bu yaklaşımı ile yol inşaatında bir norm olmuş ve geçerliliğini halen korumuştur. Bu yöntemle İskoçya’da 1450 km.den fazla yol inşa etmiştir. Metcalf de, Telford da herhangi bir bağlayıcı kullanmamıştır[3].

Makadam kaplamalar, Telford ile aynı dönemde yaşamış, yine İskoç bir mühendis olan John Loudon McAdam’ın (1756–1836) çalışmasıdır. Makadam kaplama, dilimize mucidinin soyadı McAdam’dan gelmiştir. 19. yüzyıl başlarına kadar İngiltere’deki tüm yollar, doğal dere çakılı ile kaplanmaktaydı. McAdam ise iyi sıkıştırılmış doğal yüzey üzerinde kullanılacak köşeli, kırılmış agreganın daha iyi performans göstereceğine inanmaktaydı. Telford’un tersine daha iyi bir drenaj için zemin yüzeyinin de eğimli olmasına dikkat etmiştir. Nitekim çatı eğimini % 0,75 olarak almıştır. Eğimli zemin yüzeyini, toplam 20 cm kalınlığında 2 katman, maksimum tane boyutu 75 mm olan,

kırılmış agrega ile kaplamıştır. Yüzey tabakası olarak da, 5 cm kalınlığında, maksimum tane boyutu 25 mm olan kırılmış agrega kullanmıştır. McAdam da agregaları bir arada tutmak için herhangi bir bağlayıcı kullanmamıştır. Fakat zamanla, yoldan geçen trafiğin getirdiği fillerin bağlayıcı bir etki yaptığını gözlemlemiştir[3].

Katranlı makadam kaplama, normal makadam kaplamanın yüzeyinde bağlayıcı olarak katranın kullanılması ile elde edilmiştir. İlk katranlı makadam kaplama yolun 1848 yılında Nottingham'da (Lincoln Yolu) inşa edildiği bilinmektedir [4,5]. Bu dönemde bağlayıcı kaplamaların, sadece hafif trafiğe uygun olduğu düşünülmektedir. 1800'lerin başından itibaren kömür santrallerinin açılmasıyla beraber İngiltere'nin elinde fazlasıyla artık kömür katranı bulunmakta, bu nedenle katranın bağlayıcı olarak kullanılması, bir artık malzemenin kaplama olarak yeniden değerlendirilmesi konusundaki ilk adım olarak da düşünülebilir[3].

1800'lerin ortalarında kullanılmaya başlanan bir kaplama çeşidi de; çimento betonundan yapılmış bir temel üzerine serilen ince bitümlü kaplamadır. Bu kaplamanın tipik ilk örneği 1858 yılında Paris'te görülmüştür. Başlangıçta beton kalınlığı hafif trafik için 10 cm, ağır trafik için ise 15 cm alınmıştır [6]. Sonra kalınlık, trafiğin ağırlığına, betonun mukavemetine ve doğal zeminin taşıma kapasitesine göre belirlenmiştir[3].

Bitümlü sıcak karışımlar, bugünkü modern formunu 20. yüzyılın başlangıcı ile almaya başlamışlardır. Bu dönemde ham petrolden rafinajla bitümlü bağlayıcı üretilmeye başlanmıştır. Yine aynı dönemde otomobillerin gittikçe popüler olması sebebiyle, bitümlü bağlayıcı modern yolların yapımında ucuz ve tükenmez bir kaynak olarak ortaya çıkmış ve yeni bir endüstri dalının doğmasına sebep olmuştur[7].

Bitümlü sıcak karışım ile yolların kaplanması başlayınca, bitümün fiziksel özellikleri ile karakterinin belirlenmesi ihtiyacı söz konusu olmuştur. Bitümlü yol kaplamalarının dayanıklı ve güvenilir olmasının sağlanması için, 1900'lü yılların başlarında çok sayıda deney ve yöntem geliştirilmiştir. Bitümlü kaplama karışımlarının tasarlanmasındaki ilk bilimsel yaklaşım muhtemelen agrega boşluklarına dayalı olarak bitüm içeriğinin saptanması yöntemidir[7].

Dizayn numunelerinin arazideki performansı temsil edebilmeleri için, istenilen boşluk ve bitüm oranlarının elde edilmesinde, sıkıştırılmış numunelere gerek duyulmuştur. 1920'li yılların ortalarında Asfalt Enstitüsünden F. C. Field ile Prevost Hubbard tarafından sıkıştırılmış bir bitümlü karışımın fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi konusundaki en eski yöntemlerden biri geliştirilmiştir. Ampirik Hubbard-Field deneyi ile zımbalama-kayma tipi yükleme yapılarak, bir karışımın stabilitesi belirlenmektedir[7].

Francis Hveem, sıkıştırılmış bitümlü kaplama karışımlarının stabil olmasını ve fazla orandaki bitümü kusmamasını sağlamak amacıyla, 1930 yılında başka bir deney geliştirmiştir. Hveem yönteminin ilkeleri, üç eksenli basınç deneyi ve agreganın yüzey alanı ile saptanan bir bitüm içeriği tahminine dayanmaktadır. Hveem metodu günümüzde halen kullanılmaktadır[7].

2. Dünya Savaşının başlaması ile birlikte askeri hava alanlarının uygun şekilde inşası ve tasarımı için basit bir deneyin geliştirilmesi gereksinimi doğmuştur. Bruce Marshall tarafından, ağır uçak tekerleği dingil yüklerine karşı koyabilmek amacıyla arzu edilen kıvam ve bitüm içeriğinin saptanması amacıyla, bir karışım dizayn yöntemi düşünülmüştür. Marshall yöntemi tatminkâr düzeyde tasarım kriterleri de getirmiştir. Bu ampirik yöntem dünya genelinde yaygın şekilde uygulanmaktadır[7].

Daha sonra yol kaplamalarının değişik dingil yükleri altındaki davranışı ve hizmet düzeyini incelemek amacıyla deney yolları yapılmıştır. Amerikan Devlet Karayolları Görevlileri Birliği (American Assosiation of State Highway and Transportation Officials) tarafından Illinois eyaletinin Ottawa kentinde deney yolu sonuçlarından yararlanılarak, AASHO Projelendirme Geçici Rehberi adı altında 1961 yılında yayınlanmış ve 1972 de rehberin ikinci baskısı yapılmıştır [8]. Daha sonra 1986 yılında, bu yöntem daha gerçekçi yaklaşımlar kullanılarak geliştirilmiştir. Bu yöntemde taban zemini dayanımı olarak dinamik esneklik modülü, bölgesel faktör olarak R değeri yerine rasyonel değerlere dayalı çevre etkileri, trafik tahminine bağlı hataları azaltmak amacıyla “Güvenilirlik Katsayısı” ve üstyapı tabakalarının tabaka katsayısının daha gerçekçi olarak belirlenebilmesi için zemin ve tabakaların drenaj özellikleri de hesaba katılmıştır[9].

Ekim 1987 ile Mart 1993 arasında, Strategic Highway Research Program tarafından yapılan araştırmalar sonucunda Superpave adı ile bilinen yeni bir projelendirme yöntemi geliştirilmiştir[10]. Bu yöntemin amacı bağlayıcının performans bakımından derecelendirilmesi ve bu doğrultuda beklenen ihtiyaca karşılık verebilecek bir karışımın üretilmesidir.

1993 yılından sonra, taşıt teknolojilerinde büyük gelişmeler olmuş ve trafikteki ağır taşıt miktarında 10–20 kat artış meydana gelmiştir. Bu nedenle, mevcut üstyapılar özellikle kalıcı deformasyonlara cevap veremez hale gelmişlerdir. AASHTO 1993 yol testi, sadece belirli bir coğrafyada uygulandığından, farklı iklim koşullarında üst yapıya etkisine bakılması mümkün değildir. İklim etkilerinin doğrudan hesaba katılması, geliştirilmiş üstyapı performansı ve güvenilirlik için gereklidir. Bunun yanında, günümüzde birçok asfalt karışımı ve çimento betonu kullanılmaktadır. Önceki tasarım rehberlerinde, taşıt süspansiyonu, aks tipleri ve lastik tipleri 1980’li yılları temsil ediyordu. Günümüzde ise değişik lastik tipleri, artan lastik basınçları kullanılmaktadır. Eskiden, ağır taşıtlar için lastik basıncı 80 psi iken şu anda 120 psi olmuştur. AASHTO Yol testi zamanında hiçbir drenaj uygulaması kullanılmamıştır. Daha önce, üstyapı kalınlığı ile performansı arasında bir bağlantı olduğu düşünülüyordu, fakat, uygulamalar sonucunda bunun böyle olmadığı anlaşılmıştır. Yol performansının değerlendirilmesinde, termal çatlaklar, yorulma çatlakları, tekerlek izi gibi parametreler de değerlendirmeye dahil edilmiştir. Performans ile problemlerin azaltılması için, üst yapı geometrik düzgünlüğü ve sürüş kalitesinin bir ölçütü olan Uluslararası Pürüzlülük Endeksi’nin de (IRI) kullanımı gerekmektedir.

1986 yılındaki AASHTO yöntemi hazırlanırken gelecekte analitik ve ampirik formüllerin kullanımının artacağı öngörülmüştür. Hesaplamaların yapılmasında bilgisayarların yoğun olarak kullanılması günümüzde gerçekleşmiş ve bu tasarım ile ilgili formüllerin bilgisayarlara aktarımıyla, tasarımda, analitik-ampirik olmasından dolayı meydana gelebilecek hata riski azaltılmıştır.

AASHTO Birleşik Görev Gücü tarafından, geliştirilmiş bir tasarım rehberi oluşturmak için Irvine, California’ da 24 – 26 Mart 1996’ da bir Atölye Çalışması yapılmıştır. Yeni tasarım rehberine en iyi uyum sağlayacak teknolojileri belirlemek için, trafik yükleri,

taban zemini, malzeme özellikleri, üst yapı performansı ve çevre koşulları gibi alanlar hedef alınmıştır. Atölye Çalışması'nın sonucunda, mümkün olduğunca analitik prensiplere dayalı, esaslı ve uzun vadeli bir tasarım rehberi hedefi ortaya konmuştur[11]. Bu hedef 2004 yılı mayıs ayında "AASHTO 2002 Yol Üstyapısı Tasarım Yöntemi" olarak açıklanmıştır.

1.4. BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIMLAR VE ÜRETİMLERİ

Bitümlü sıcak karışım; bitümlü bağlayıcı ve bu bağlayıcı ile üniform şekilde karıştırılmış ve sarılmış agrega bileşiminden oluşmaktadır. Uygun bir karışım ve işlenebilirlik elde etmek için agregaları kurutmak ve bitümlü bağlayıcının yeterli akışkanlığını sağlamak amacıyla, karıştırma işleminden önce hem agrega hem de bağlayıcı ısıtılmaktadır. Bitümlü sıcak karışımlar, sıcak sıfatını buradan almaktadırlar[7].

Günümüzde, trafikteki araç sayısının büyük bir oranda artması ve 21. yüzyılın getirdiği zorunluluklar sebebiyle, etkili, hızlı ve güvenli ulaştırma, büyük bir önem kazanmıştır. Ulaştırmanın gerçekleştirilebilmesi için de yol kaplamalarının da iyi durumda ve uzun süre dayanıklı olarak kalabilmesi gerekmektedir.

Yol kaplaması olarak ele alındığında, sathi, stabilize vb. kaplamaların performansı bitümlü sıcak kaplamaya oranla zayıf kalmaktadır. Bitümlü sıcak kaplamalar, yapım aşamasında gösterilmesi gereken dikkat ve yüksek maliyetlerine karşın, gösterdikleri yüksek performans ve konfor sebebiyle yüksek standartlı yollarda ağırlıklı olarak tercih edilmektedirler.

Günden güne artan trafik ile yeni yollara duyulan ihtiyaç da artmıştır. Aynı zamanda yolların karşılaması gereken fiziksel ve mekanik özellikler de artmıştır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda, pahalı olan bitümlü sıcak karışımların üretimi için, hata payının düşük olduğu, otomatik, yüksek kapasiteli, asfalt plantleri üretilmeye başlanmıştır.

İlk sıcak karışım üretim tesisleri, açık kömür fırınları üzerindeki sıg demir tepsilerden oluşmaktadır. Agrega, bu tepsiler üzerinde kurutuluyor, ardından sıcak bağlayıcı, kuru

agrega üzerine boşaltıyor ve karışım elle yapılıyordu. Karışımın kalitesi genelde operatörün deneyimine bağlıydı. Bu tesislerde o dönemde karşılaşılan en büyük problem, bitüm ve agreganın üniform karışmamasıdır. Bu sebeple tesislerin makineleşmesindeki ilk adım 1854 yılında Paris'te atılmış ve ilk mekanik mikserler(karıştırıcılar) kullanılmıştır. Fakat düşük standarttaki bu mikserler ile, üretim çok uzun zaman almaktaydı. Beklenen standartları karşılayan ilk tesis, 1870 yılında, Amerika'da, Cummer Şirketi tarafından yapılmıştır. Devamında ise, 19. yüzyıl sona ermeden Atlantik'in her iki yakasındaki üreticiler çok farklı tipte kurutucu ve mikserler üretmişlerdir. Bugünkü asfalt plantlerine benzer ilk tesis ise, 1901'de Warren Brothers Şirketi tarafından, Doğu Cambridge'de üretilmiştir. 1910'da çimento mikserleri değiştirilerek, asfalt tesislerindeki ilk tamburlu mikser ve kurutucular yapılmıştır. Tesislerin mekanikleşmesinde bir sonraki adım ise, 1920'lerde soğuk siloların gelişmesi olmuştur. 1930 yılında, vibratörlü elekler ve basınç enjeksiyon sistemleri plantlerdeki yerlerini almıştır. 1940'lı yılların başında, yakıt olarak kullanılan kömürün yerini petrol ürünleri almaya başlamıştır. İlk olarak, kurutuculara brülör gazları dışarıdan aktarılmış, zamanla brülör, kurutucu içine yerleştirilmiştir. 1960'larda stok siloları inşa edilmiş ve plantler ilk modern hallerine ulaşmışlardır.

Bu tez kapsamında, günümüzde kullanılmakta olan asfalt plantleri ele alınmıştır. İlk olarak tesislerin ortak işlevleri belirtilmiş, sonra farklı tip plantler için üretim aşamaları incelenmiş ve sonuç kısmında, plantlerin performansları bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. ASFALT PLENTLERİ

Bir asfalt plenti; agregaları karıştırmak, ısıtmak, kurutmak ve bitümlü bağlayıcı ile karıştırarak, sıcak asfalt betonu elde etmek için bir araya getirilmiş bir dizi elektronik ve mekanik ekipmandan oluşan bir tesistir. Asfalt plentleri, kapasitelerine, üretim şekillerine, mobil veya sabit olmalarına göre çeşitlendirilebilirler.

Temel olarak asfalt plentlerini iki ana tipe ayırmak mümkündür. Bunlar “Ağırlıklı Tip” ve “Sürekli Tip” tesislerdir. Aralarındaki fark ise, agreganın karışım için beslenme biçiminden ve üretim sürecinden kaynaklanmaktadır.

Sürekli tip asfalt plenti, İngilizcede “Continious Type” veya “Drum-mix Type” olarak anılmaktadır. “Drum-mix Type” adını, agregata ile bitümlü bağlayıcının, silindir şeklindeki kurutucu/mikserinde karışmasından almıştır. Dilimizde ise TS-EN 536 ve Karayolları Genel Müdürlüğü şartnameleri uyarınca “Sürekli Tip Asfalt Plenti” olarak kullanılmıştır. Üretim şekli ise bunker altı toplama bandı ile oranlı bir şekilde beslenen agreganın, kurutucu/mikserde bitümlü bağlayıcı ile karıştırılması ve üretimin kesintisiz devam etmesidir (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).



Şekil 2.1: Sürekli Tip Sabit Asfalt Plenti (SIM)



Şekil 2.2: Sürekli Tip Mobil Asfalt Plenti (SIM)

Ağırlıklı tip asfalt plentinin ise İngilizcedeki karşılığı “Batch Type”dır. TS-EN 536’da “Bir Dolumluk Tesis”, Karayolları Genel Müdürlüğü şartnamelerinde ise “Ağırlıklı Tip” olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada ise, “Ağırlıklı Tip” olarak belirtilecektir. Bu plentin üretim şekli ise, bunker altı toplama bandı ile beslenen agrega kurutulduktan sonra, sürekli tipten farklı olarak, sıcak agrega elevatörü ile eleklere yönlendirilmekte,

burada boyutlarına göre yeniden ayrılan agrega, ağırlıkça oranları doğrultusunda, mikserde bitümlü bağlayıcı ile karıştırılmaktadır. Bu tip plantlerde üretim sürekli yapılamamakta, her seferde mikser kapasitesi doğrultusunda karışım imal edilebilmektedir (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4).



Şekil 2.3: Ağırlıklı Tip Sabit Asfalt Plenti
(Çesan, PATNI STROEJI S.A., Bourgas-Bulgaria)

Plent tipine göre değişmeksizin bir tesisin bitümlü sıcak karışım üretmek için yerine getirmesi gereken temel işlevler mevcuttur. Bunlar:

- 1- Bitümlü sıcak karışımı oluşturan malzemelerin depolanması ve yüklenmesi,
- 2- Agreganın kurutulması ve ısıtılması,
- 3- Kurutucudan çıkan tozun etkili bir şekilde kontrol edilmesi ve biriktirilmesi,
- 4- Agreganın kurutucu için doğru oranlanması ve sürekli beslenmesi,
- 5- Bitümlü bağlayıcının, sıcak agrega ile doğru oranda karıştırılması ve beslenmesi,
- 6- Hazırlanmış sıcak asfalt betonunun yüklenmesi ve depolanmasıdır[12]
- 7- Gerekli durumlarda plantlerde geri dönüşüm işleminin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir,



Şekil 2.4: Ağırlıklı Tip Mobil Asfalt Plenti
(Çesan, Türk Hava Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı)

2.1. BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIMLARI OLUŞTURAN MALZEMELERİN DEPOLANMASI VE BESLENMESİ

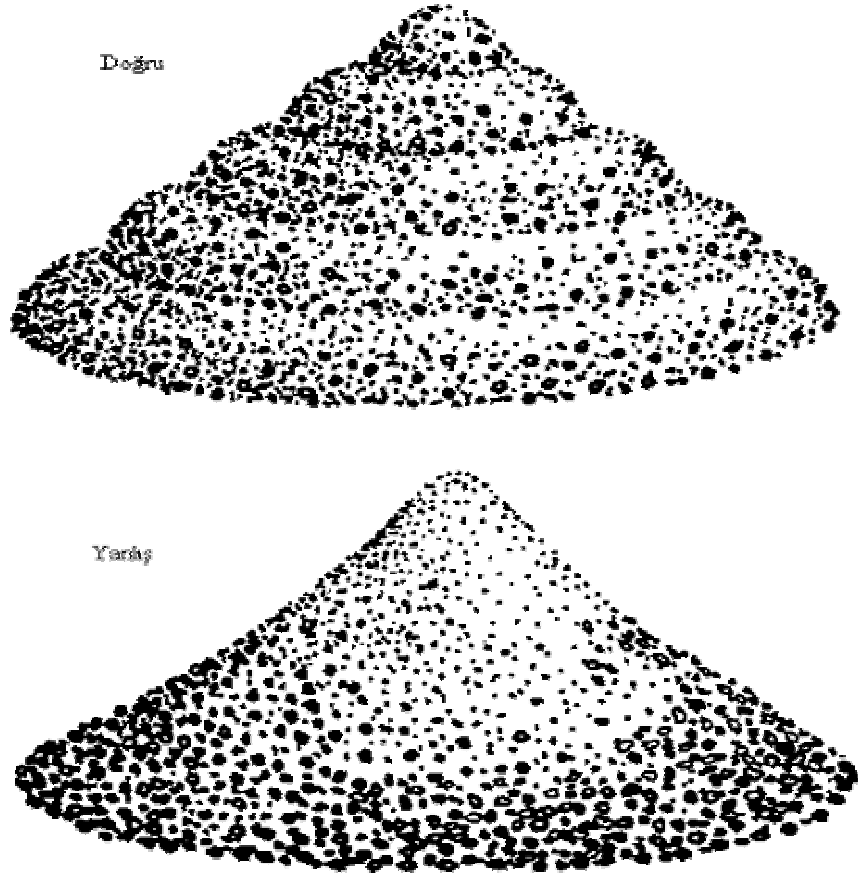
Tesislerde üretilen bitümlü sıcak karışımın kalitesi büyük oranda işleme giren malzemeye bağlıdır. Dolayısıyla kullanılan malzemenin stoklanması ve hatasız beslenebilmesi büyük önem taşımaktadır. Diğer önemli bir faktör ise yapılan iş süresince standart üretimin sağlanmasıdır, bu da ancak kontrollü, devamlı malzeme akışı ve sahada yeterli stoklamanın yapılmasıyla mümkün olmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği gibi, kapasiteye uygun, hatasız depolama ve en uygun şekilde tesisin beslenmesi, temel kalite prensiplerinden biridir.

2.1.1. Agreganın Stoklanması ve Beslenmesi

Agrega, kaliteyi etkileyen malzemeler arasında birincil önceliğe sahiptir. Agreganın gradasyonu, asfalt betonunun dayanımı ve davranışı üzerinde büyük etkiye sahiptir. Ağırlıklı tip plantlerde, sıcak agrega yeniden elendiğinden, gradasyondaki ufak hatalar

düzeltilenmektedir. Fakat sürekli tip plantlar ise, bu hataları düzeltebilecek nitelikte değildirler. Dolayısıyla, agreganın sahada gradasyon bozukluğuna neden olmayacak şekilde stoklanması gerekmektedir. Stok sahasında farklı agrega tiplerinin birbirine karıştırılmamasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle, ya stok sahasının geniş olması ya da farklı agrega kümeleri arasına ayırıcı perdelerin yapılması gerekmektedir. Perdeler, agrega akışını engellemek amacıyla yığın yüksekliği kadar yapılmalıdır. Stok sahasında paletli ve ağır lastik tekerlekli araçların mümkün olduğunca az kullanılması gerekir. Bu araçların kullanımı, agrega tanelerinin kırılmasına neden olmakta ve bu da gradasyonda bozukluklara yol açmaktadır. Gradasyon bozukluklarına neden olacak diğer bir husus da, segregasyondur. Segregasyonu önlemek amacıyla kullanılan metotlar malzemenin doğasına bağlıdır. Kaba agreganın, inceye oranla daha dikkatli bir şekilde stoklanması gerekmektedir, nitekim ince agregada neredeyse hiç segregasyon olmamaktadır. Segregasyon nedeniyle, agreganın yığınlar halinde yerleştirilmesi de özen gerektiren bir iştir. Örnek olarak; iri ve ince tanelerden oluşan agrega, yüksek ve tam koni şeklinde bir yığın yapılmamalıdır, bu iri tanelerin yamaçlardan yuvarlanarak alt kısımda birikmesine yol açacaktır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Doğru ve Yanlış Agregat Yığınları
(HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)

Yukarıda belirtilenler haricinde, kirlenmeyi önlemek için stok sahasının temiz olması gerekmektedir. Agregadaki aşırı nem plantlerin performansını olumsuz etkilediğinden, malzeme içinde nemin birikmesini önlemek amacıyla, stok sahasının uygun drenaja sahip olması gerekmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Agreg a stok sahası (Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü)

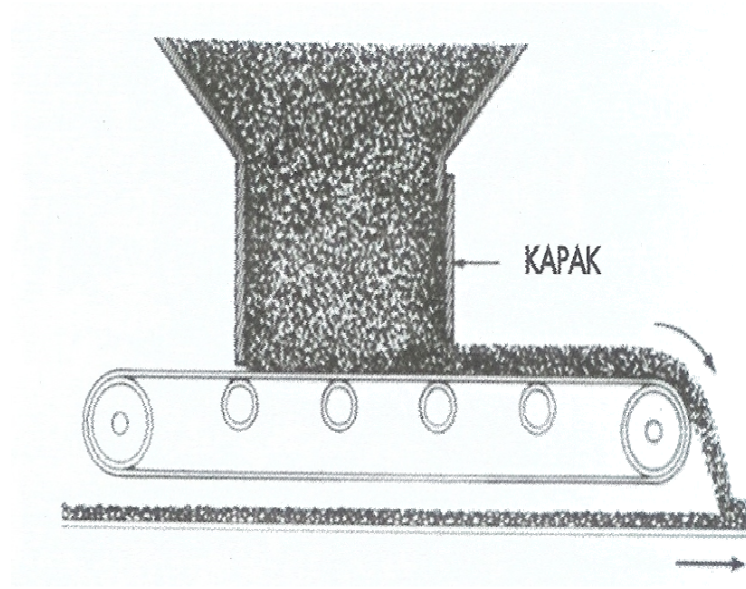
Soğuk agrega besleme sistemi, bir asfalt plentinde bulunan temel ve ilk ünedir. Bu sistemin görevi agregayı istenilen oranlarda alarak, kurutucuya yönlendirmektir. Bu sistem, soğuk agrega bunkerleri (agreganın konveyör bant sistemine yönlendirilmeden önce koyulduğu hazneler), bunker altı besleme sistemi ve kurutucu yükleme bandı olarak belirtilen üç ana parçadan oluşmaktadır. Soğuk agrega bunkerleri 8 ila 15 m³ hacimlidir. Genelde dört ila dokuz hazneden meydana gelmektedir. Her bir hazne, yükleyiciler tarafından, stok sahasındaki farklı tane boyutuna sahip agrega ile beslenir. Bunkerlerin genişliği yükleyicinin kepçesi ile orantılı olmalıdır. Haznelerin, plenti gerektiğinde besleyebilmeleri için yeterince dolu tutulmaları gerekmektedir. Nitekim dikkat edilmesi gereken bir husus ise, bunkerlerin aşırı doldurulmamasıdır. Bu, bir hazneden diğerine malzemenin akmasına neden olacak ve gradasyonu bozacaktır. Bunker, üzerine çıkış ağzını kapatabilecek büyüklükte malzemenin hazneye akmaması için, ızgara yapılması gerekmektedir. Bir diğer zorunluluk da, ince agrega haznesine malzeme akımını kolaylaştırmak için vibratör konulmasıdır (Şekil 2.7).



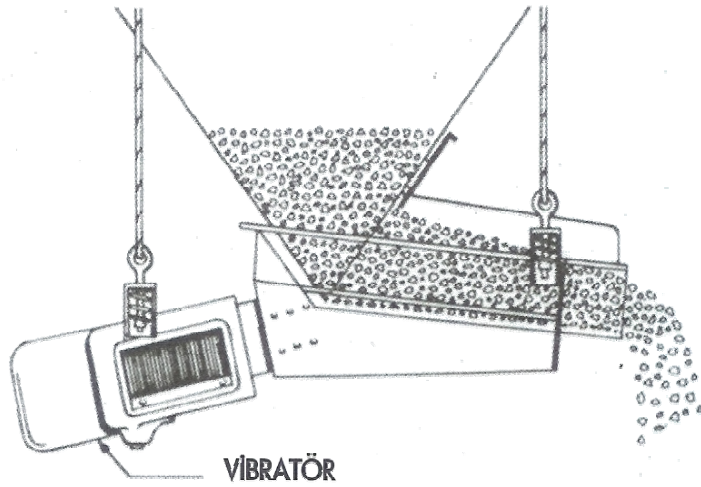
Şekil 2.7: Soğuk Agregat Bunkerleri (Çetin İşletmeleri, Ankara)

Bunker altı besleme sistemi; bunker altı kapakları, vargelli veya vibratörlü besleyiciler ve bunker altı toplama bantlarından oluşmaktadır.

Haznelerde bulunan agrega, bunker altı kapaklarının açıklık oranına ve vargelli veya vibratörlü besleyicinin hızına veya devir sayısına göre, yapılacak üretim miktarınca bunker altı toplama bandına yönlendirilir. Vargelli besleyici, küçük bir elektrik motoru ve bunker altı kapağını ortalamış kısa bir banttan oluşmaktadır. Besleme hacmi, motorun hızına veya devir sayısına göre ayarlanabilmektedir. Vibratörlü besleyiciler ise, bir vibratör ve bunker altı kapağını ortalamış bir ağızdan oluşmaktadır. Besleme hacmi devir sayısına göre ayarlanmaktadır. Vibratörlü besleyicilerde, besleme kontrolleri vargelli motorlara oranla daha zor olduğundan sürekli tip tesislerde kullanılmamakta, ağırlıklı tiplerde ise nadiren kullanılmaktadırlar (Şekil 2.8 ve Şekil 2.9).



Şekil 2.8: Vargelli Besleyici (Asfalt Enstitüsü, El Kitabı Serisi No.4, 1989 Baskısı)



Şekil 2.9: Vibratörlü Besleyici

(Asfalt Enstitüsü, El Kitabı Serisi No.4, 1989 Baskısı)

Bunker altı toplama bantları, vargelli veya vibratörlü besleyiciden gelen agregayı, kurutucu yükleme bandına ileten, hazne sayısına göre tek veya çift bantlı konveyör sistemidir. Kurutucu yükleme bandı, toplama bandından gelen agregayı, kurutucuya yönlendirmektedir. Kurutucu yükleme bandı açılı, bunker altı toplama bandı ise,

düzdür. Belirtilen her iki bandın kapasitesi, plentin kapasitesiyle uyumlu olmak zorundadır. Dolayısıyla bant genişliği ve kalınlığı, taşıma kapasitelerine göre belirlemelidir (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11).



Şekil 2.10: Vargelli Besleyici ile Beslenen Bunker Altı Toplama Bandı
(Çetin İşletmeleri, Ağırıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara)



Şekil 2.11: Bunker Altı Toplama Bandı ile Beslenen Kurutucu Yükleme Bandı
(Çetin İşletmeleri, Ağırıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara)

2.1.2. Bitümlü Bağlayıcının Depolanması ve Beslenmesi

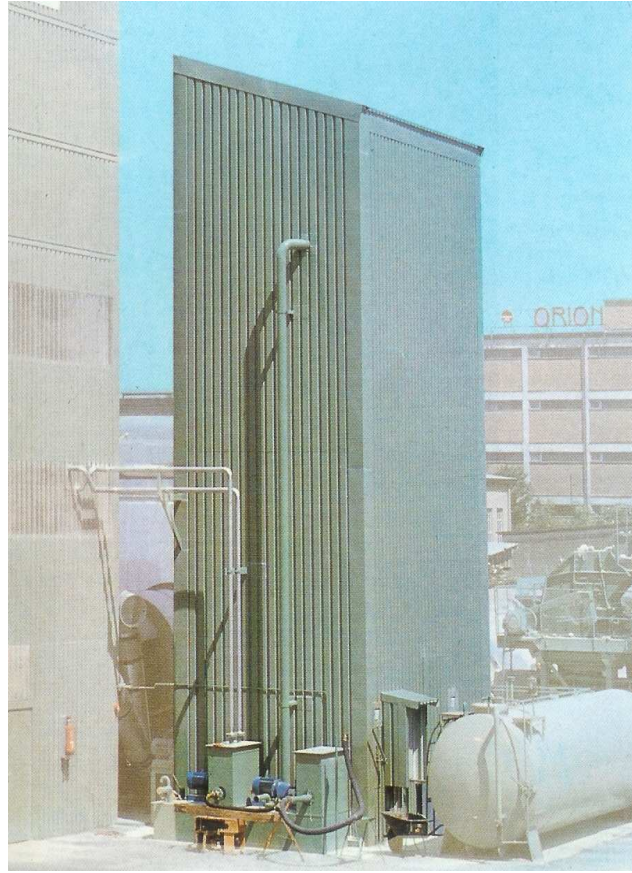
Plentlerde sürekli ve sabit üretimin sağlanabilmesi için, yapılacak olan iş miktarına göre bitümlü bağlayıcının depolanması gerekmektedir. Plentlerde bu amacı karşılamak için, yatay ve dikey tip tanklar kullanılmaktadır. Tesislerin büyük çoğunluğunda, iki adet bağlayıcı tankı bulunmaktadır. Biri mevcut kullanılan bitümlü bağlayıcıyı içeren tank, diğeri ise, depolama tankıdır. Aynı anda farklı tipteki karışımların üretimine ihtiyaç duyulduğunda, her karışım tipi için ayrı bir tank gereklidir. Tankların içindeki madde miktarının net bilinebilmesi için seviye gösterge sistemlerinin bulunması ve sık aralıklarla kalibre edilmesi gerekmektedir. Bitümlü bağlayıcının, iletim hattı boyunca akabilmesini sağlamak amacıyla sürekli sıcak tutulması şarttır. Bu işlem elektrikle veya kızgın yağ ile ısıtılarak yapılmaktadır. Tank içindeki mevcut sıcaklığın korunabilmesi için, tank izole edilmelidir. Tankların ve içeriğinin hiçbir şekilde açık ateşe maruz kalmaması gerekmektedir. (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Bitümlü Bağlayıcı Tankları (Aydın Makine)

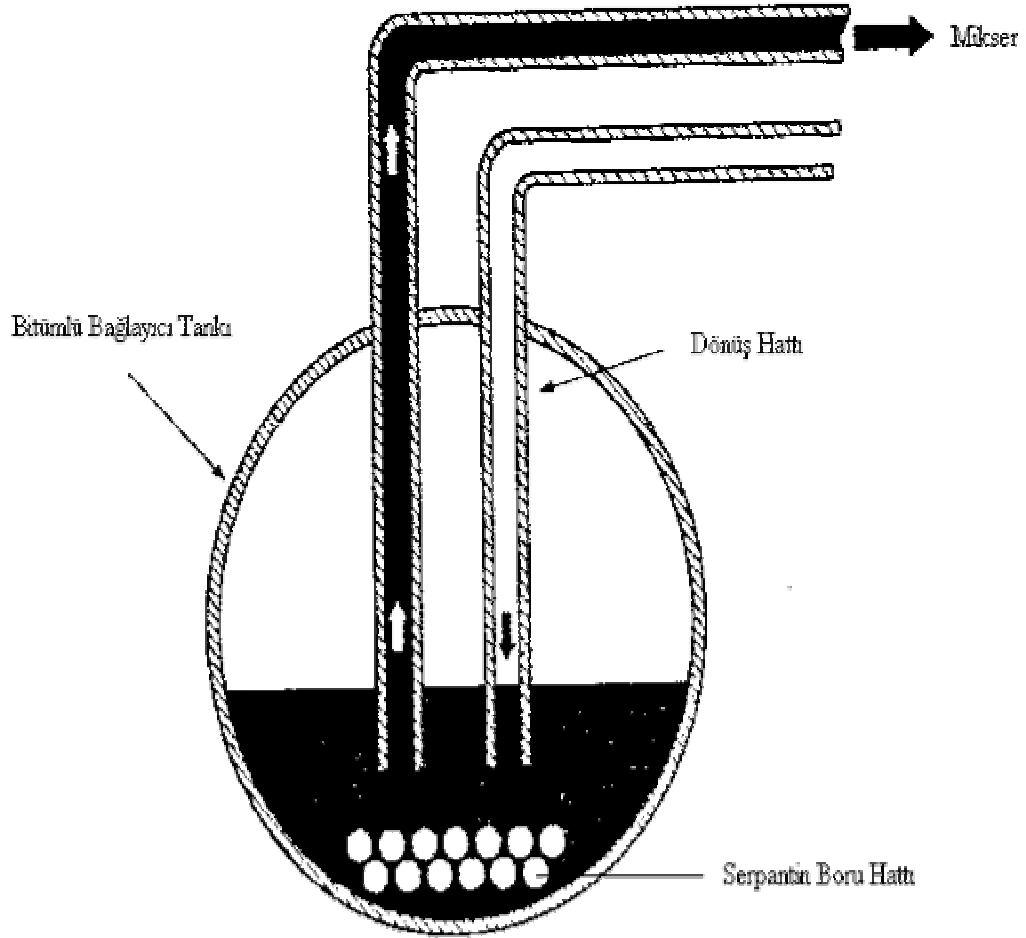
Isıtma işleminde kızgın yağın kullanıldığı tesislerde, herhangi bir sızıntıya karşı yağ seviyesinin sürekli kontrolü gerekmektedir. Aksi takdirde, tanklardaki sızıntı, bitümlü bağlayıcının kirlenmesine ve bozunmasına neden olmaktadır.

Elektrikle ısıtılan sistemlerde ise, genelde dikey tip tanklar kullanılmaktadır. Dikey tanklar, oksitlenmeye maruz kalacak olan yüzeyi yarı yarıya düşürmekte ve istenilen sıcaklık daha net elde edilebilmektedir (Şekil 2.13), [13].



Şekil 2.13: Elektrikli Dikey Tip Tanklar (SIM)

Tanka geri dönen iletim hattı her zaman bağlayıcı seviyesinin altında olmalıdır. Bitümlü bağlayıcı seviyesinin üstünde olduğu durumda, devir daim esnasında oksitlenmeye neden olmaktadır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14: Bitüm Tankı Devir Daim Hatları
(HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)

Farklı bir cins bağlayıcı tanka konulmadan önce, kullanılmış olan tank tamamıyla boşaltılmalıdır. Aynı özelliklere sahip olsalar dahi, farklı formülleri olan bağlayıcılar aynı tankta karıştırılmamalıdır.

Tankların, doldurma esnasında iç basıncının sabit tutulabilmesi için standartlara uygun havalandırma, doldurma ve kapak sisteminin olması gerekmektedir.

Tüm iletim hatlarının, pompaların ve tartım kovalarının bağlayıcıyı sıcak tutmak için kızgın yağ hazneleri ve ceketleri olmalıdır. Ayrıca besleme sistemindeki sıcaklığın net bilinebilmesi için, plentin değişik kesimlerinde birden fazla noktada ölçüm yapılmalıdır.

2.1.3. Fillerin Depolanması ve Beslenmesi

Mineral filler, bitümlü sıcak karışımlarda, uygun boşluk oranını sağlayabilmek ve bitümlü bağlayıcının akışkanlığını istenen düzeye getirebilmek maksadıyla kullanılmaktadır. Nemle karıştığında sertleşen bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla, fillerin her zaman ayrı stoklanması gerekmektedir. [12]

Tesislerde filleri stoklamak amacıyla genelde kapalı bir silo kullanılmaktadır. Böyle bir sistemin plenti besleyebilmesi için mekanik ve pnömatik tesisata ihtiyacı vardır. Bu tesisatlarda, filler pnömatik olarak hava akımıyla, mekanik olarak elevatör ve helezonlarla yönlendirilmekte ve bir akışkan olarak ele alınmaktadır (Şekil 2.15).



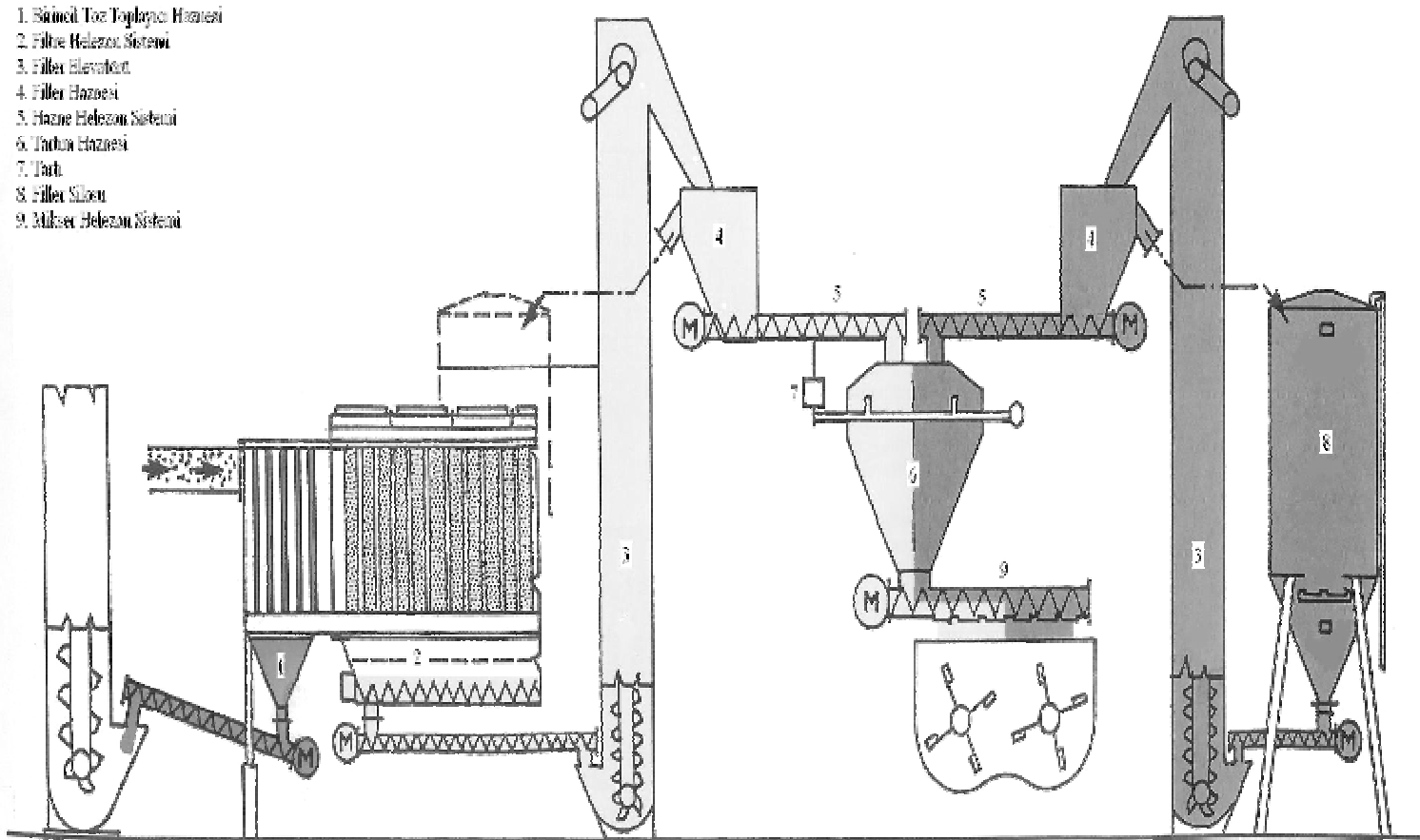
Şekil 2.15: Filler Silosu (Çetin İşletmeleri, Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara)

Fillerin beslenme ve stoklanma işi, bir tesisin toz tutma sistemini de içine almaktadır. Toz tutma sistemi, agregadaki filleri toplayarak, yeniden karışıma katmak ve atmosfere verilen gazı ince taneciklerden arındırmaktır.

Ağırlıklı tip plantlerde, filler besleme sistemi genelde; filler haznesi, helezonlar, filler elevatörü ve filler silosundan oluşmaktadır. Filler silosu karışımda kullanılacak filleri içerisinde depolamaktadır. Filler silosunda malzeme akışının kolaylıkla sağlanabilmesi için hava şok tertibatı bulunmalıdır. Taşıyıcılar tarafından getirilen filler, bir boru sistemi yardımıyla siloya doldurulmakta ya da toz tutma sisteminden gelen fazla filler burada biriktirmektedir. Bitümlü karışımdaki filler ihtiyacını karşılamak maksadıyla ilk olarak, kurutucudan gelen hava toz tutma sisteminde filtrelendirir, burada hava içindeki tanecikler filtrelerin alt kısmındaki biriktirme bunkerinde toplanır, biriktirme bunkerinden helezonlar vasıtasıyla filler elevatörüne yönlendirilir. Filler, elevatörden hazneye aktarılır, ihtiyaç fazlası filler ise siloya yönlendirilir. Haznedeki malzeme helezonlar yardımıyla tartım haznesine gönderilir, eğer karışım için yeterli miktarda filler yoksa, silodaki mevcut filler yine helezonlar ve elevatör yardımıyla tartım haznesindeki fillere eklenir ve buradan karışıma katılmak için miksera gönderilir (Şekil 2.16).

Sürekli tip plantlerde, filler, pnömatik olarak bir borudan karışım işleminin yapıldığı kısma gönderilmektedir.

Mineral filler yerine, bazen kireç ya da Portland çimentosu kullanılmaktadır. Bahsedilen bu iki filler malzemesi, karışıma kuru olarak ilave ediliyorsa, yukarıda belirtilen mineral filler için kullanılan sistem yeterli olmaktadır. Fakat karışımda soyulmayı önlemek amacıyla sönmüş kireç kullanılıyorsa, ayrı bir mikserde süspansiyon olarak veya nemli agregayla kuru olarak karıştırılarak plente yönlendirilmelidir.



1. Sıvı Toz Toplayıcı Hazinesi
2. Filtre Helikon Sistemi
3. Filler Elevatör
4. Filler Hazinesi
5. Hazine Helikon Sistemi
6. Taktın Hazinesi
7. Takt
8. Filler Silosu
9. Mikser Helikon Sistemi

Şekil 2.16: Filler Besleme Şeması
(Societa Italiana Macchine)

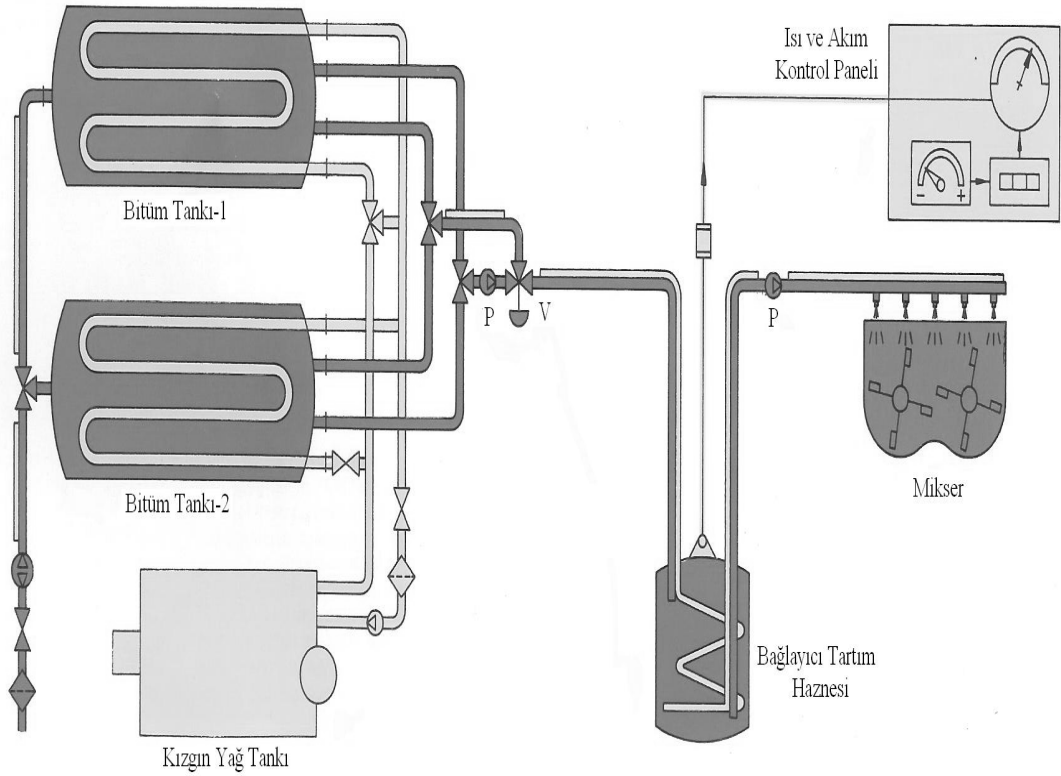
2.1.4. Isıtıcı Sistemin Beslenmesi

Tüm tesislerde, termoplastik bir malzeme olan bitümlü bağlayıcının işlenebilir duruma getirilebilmesi için $160-180^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa kadar ısıtılması gerekmektedir. Isıtma işlemi, elektrikle ya da yakıtla yapılmaktadır. Her iki biçimde de, başlangıçta kızgın yağ ısıtılmakta, bitümlü bağlayıcı besleme hatlarına ve tanklarına yönlendirilmektedir.

Belirtilen ısıtma sistemi; kızgın yağ tankı (Şekil 2.17), bitüm borularını ve vanalarını kaplayan ceket boru hattı, bitüm tanklarındaki serpantin boru sisteminden oluşan sirkülasyondan ibarettir. Kızgın yağ tankında ısıtılan yağ, pompa sistemi ile tüm tesisi dolaşmaktadır (Şekil 2.18), [12].



Şekil 2.17: Kızgın Yağ Tankı (Çetin İşletmeleri, Ağırıklı Tip Asfalt Plenti, Ankara)



Şekil 2.18: Kızgın Yağ ve Bitüm Dolaşım Hattı (Societa Italiana Macchine)

Ekipman olarak kızgın yağ kazanı; kazan gövdesi, imbisat deposu, degazör, filtre, kızgın yağ ıkmal deposu, yakıt deposu ve bütün üniteleri birbirine irtibatlayan tesisatın bir şase üzerinde toplanmasından oluşan bir ekipmandır. Yağ deposu, filtre, yakıt deposu, kazan, kazan gövdesindeki brülör ya da elektrik tesisatı, plant üretim kapasitesine uygun olarak seçilmelidir. Kazan ve iletim hattı ısı kaybını önlemek amacıyla izolasyonlu olmalıdır. Kızgın yağ kazanında, yağ gidiş–dönüş sıcaklığına göre otomatik olarak devreye giren ısıtma sistemi, ayrıca hattaki basıncın durumuna göre devre dışı bırakılabilecek düzeneğe sahip kızgın yağ pompası ve bu düzeneği sağlayan alçak ve yüksek basınç projestati bulunmalıdır.

Kurutucudaki işlemin tam olarak yerine getirilebilmesi için, brülöre yönlendirilen yakıtın belirli bir sıcaklıkta olması gerekmektedir. Dolayısıyla, yakıt tankı içerisindeki yakıtı kısa sürede ısıtabilmek için kızgın yağ serpantinli ısıtma sistemi olmalıdır. Tanktaki sıcaklığın termostatlı vana ile kontrol edilebilir olması da gerekmektedir.

Asfalt plentinde üretime başlamadan önce, bitümlü bağlayıcının ve agrega kurutucusu için kullanılan yakıtın sıcaklığının istenen noktaya getirilmesi gerekmektedir.

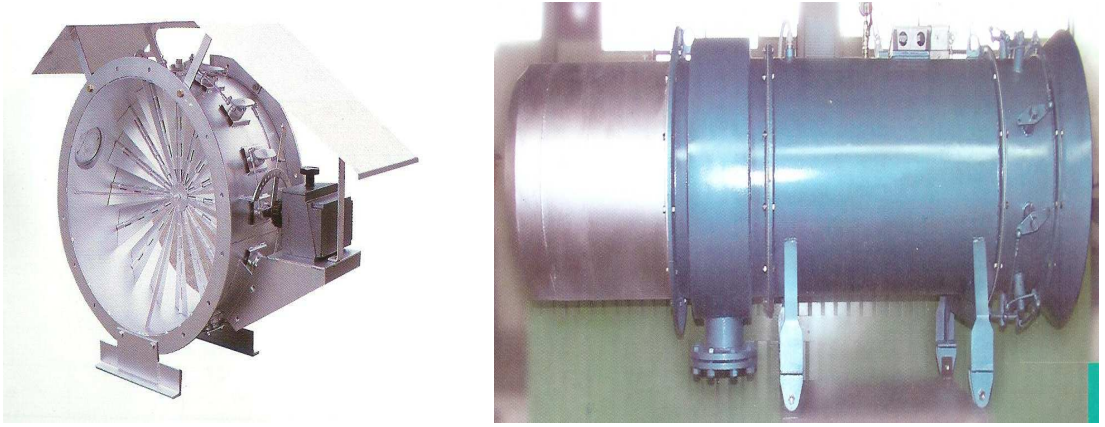
2.2. AGREGANIN ISITILMASI VE KURUTULMASI

İlk bölümde belirtildiği gibi; soğuk bunkerlerden konveyör bant sistemi ile kurutucuya yönlendirilen agrega, karışıma hazır duruma getirilebilmek için karışım sıcaklığına kadar ısıtılır, nemden ve fillerden arındırılır. Agreganın, kurutucu içinde kaldığı bu süre “tutulma zamanı” olarak adlandırılmaktadır.

Kurutucu; çapı 1,5 ila 3m, boyu ise 6 ila 12m olan dönen bir silindirdir (Şekil 2.19). Kurutucuya giren malzemenin çıkış tarafına kolay akabilmesi için kurutucu ekseninin öne doğru 2 ila 10° eğimli olması gerekmektedir. İçinde bir brülör (Şekil 2.20), yanmayı sağlayacak havayı içeriye üfleyen bir fan (Şekil 2.20) ile kurutucudan aldığı yanmış gazları ve oluşan hava akımı içindeki toz zerreciklerini toz tutma sistemine yönlendiren bir baca bulunmaktadır. Brülörün ısıttığı hava çıkışa doğru ilerlerken agregadaki nemi almakta ve agregayı istenilen sıcaklığa getirmektedir.

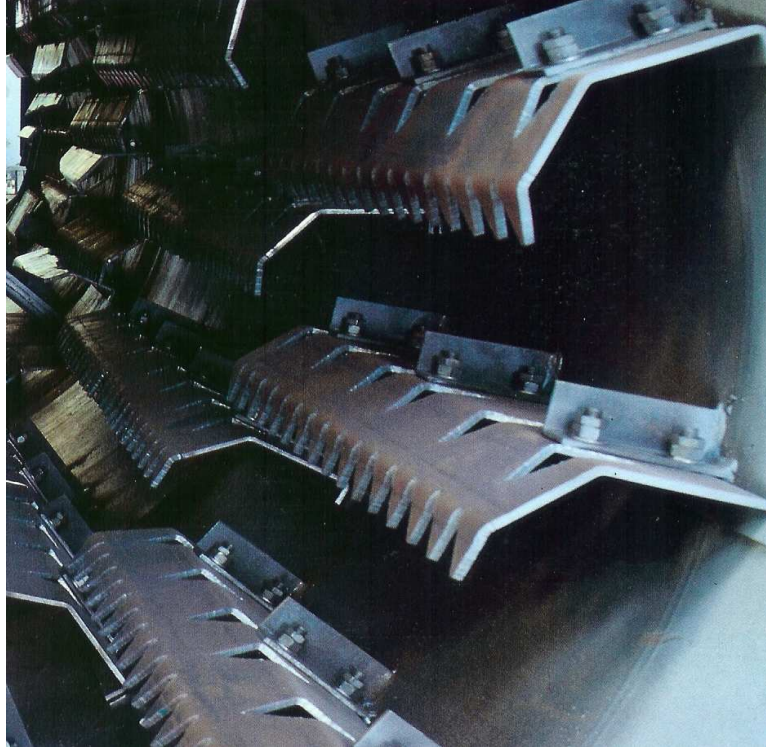


Şekil 2.19: Kurutucu (Çesan)



Şekil 2.20: Kurutucu Brülörü ve Fan (SIM ve Çesan)

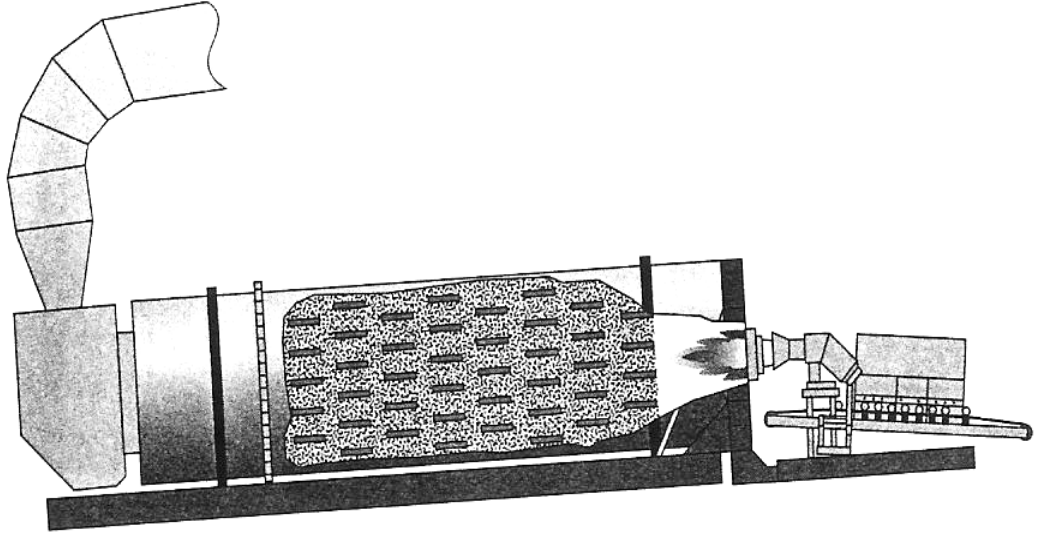
Kurutucu, yukarıda belirtilen ana parçalar haricinde, silindir boyunca uzanan kanatçıklar ve kanallardan oluşmaktadır (Şekil 2.21). Bu kanatçıklar ve kanallar agregayı karıştırarak, ısının daha hızlı bir şekilde nüfuz etmesini sağlamaktadır. Kurutucunun, boyu, çapı, kanatçıkların sayısı, dönüş hızı, agreganın kurutucu içinde ne kadar zaman kalacağını belirlemektedir.



Şekil 2.21: Kurutucu İçindeki Kanatçıklar (SIM)

İki temel kurutucu tipi bulunur. Bunlar kurutucunun içindeki agrega akışı ve hava akımı arasındaki bağıntıya göre isimlendirilir. Kurutucu tipine göre değişmeksizin agrega kurutma prensipleri aynıdır.

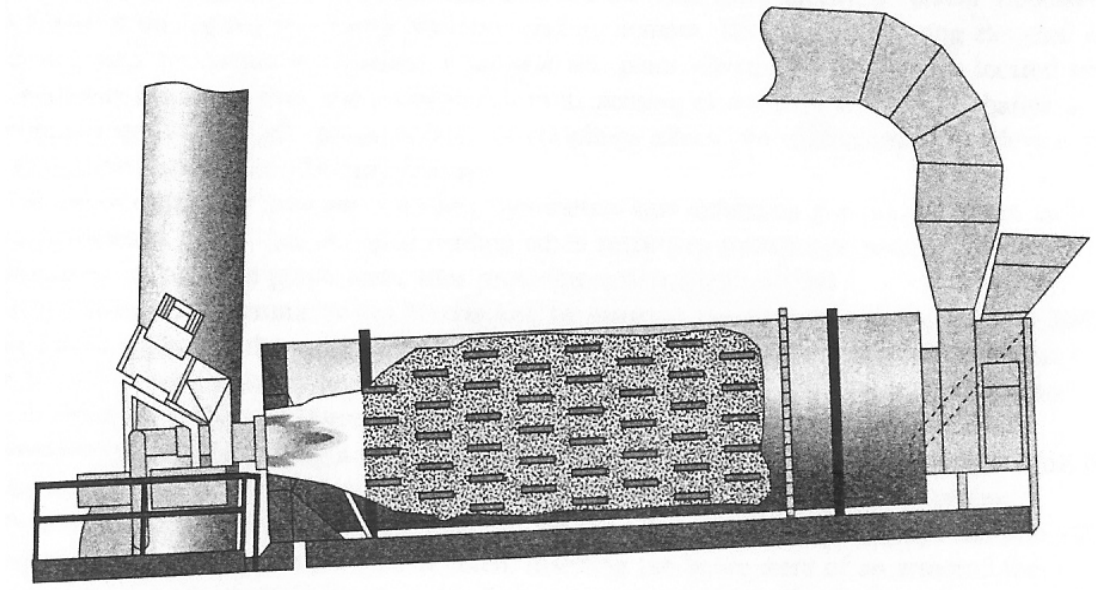
Paralel akımlı kurutucularda, agrega akışı ile hava akımı aynı yöndedir. Soğuk agrega, alevle aynı ağızdan kurutucuya girer ve malzemeler çıkış ağzına doğru yönlendirler (Şekil 2.22).



Şekil 2.22: Paralel Akımlı Kurutucu (ASTEC)

Karşıt akımlı kurutucularda ise alevle agrega farklı ağızlardan verilir ve agrega, hava akımına karşı ilerleyip kurutucuyu terk eder (Şekil 2.23).

Ağırlıklı tip plantlerde genelde karşıt akımlı kurutucular kullanılmaktadır. Sürekli tip plantlerde ise, genelde paralel akımlı kurutucular kullanılmaktadır. Fakat yeni üretilen sürekli tip plantlerde de artık karşıt akımlı kurutucular kullanılmaya başlanmıştır. Karşıt akımlı kurutucular, paralel akımlılara oranla ısı alışverişini daha iyi yapmaktadırlar, dolayısıyla, yeni üretimlerde ağırlıklı olarak tercih edilmektedirler.



Şekil 2.23: Karşıt Akımlı Kurutucu (ASTEC)

Yakıtın fazlasıyla kullanımından ötürü, kurutma işlemi, bitümlü sıcak karışım üretimindeki en pahalı safhadır. Ayrıca bu işlem tüm tesisin üretim kapasitesini etkilemektedir.

Kurutucunun kapasitesi belirli bir nem miktarına (genelde %5) göre belirtilmektedir. Eğer agreganın nem muhtevası verilen değerin üzerinde ise, iyi bir şekilde agregayı kurutmak ve ısıtmak için kurutucuya yönlendirilen agrega miktarının düşürülmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu da üretim kapasitesini düşürmektedir. Bunun dışında, üretilen karışım sıcaklığı ve agrega tipi de performansı etkilemektedir. Kısaca plantin performansını etkileyen en önemli faktör; kurutma ve ısıtma işlemidir.

Kurutucunun etkili çalışabilmesi için beslenen hava ve brülöre yönlendirilen yakıtın orantılı olması gerekmektedir. Yakıt olarak fuel-oil'in kullanıldığı kurutucularda yetersiz hava ya da yakıtın aşırı püskürtülmesi gibi durumlarda yanma tam olarak gerçekleşmemektedir. Yanamayan yakıt, agrega üzerinde yağlı bir tabaka oluşturmakta ve üretilen karışımın kalitesini etkilemektedir. Bu yağlanmayı belirlemenin en hızlı yöntemi ise, kurutucu çıkışından bir miktar agrega alarak bir kap içindeki suya bırakmaktır. Su yüzeyinde bir film tabakası oluşuyorsa, yanma tam olarak gerçekleşmemektedir. Brülörden gelen fazla hava da, kurutucu çıkışında aşırı basınca

neden olmaktadır bu da; hava akımının baca yerine, agrega çıkış ağzından püskürmesine sebep olmaktadır.

Doğal gaz veya sıvı petrol ile çalışan kurutucularda ise, nadiren yanma problemleri gözlemlenmektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi bir tesisin performansını belirleyen ilk ünite kurutucudur. Kurutucunun temel görevleri olan nemden arındırma ve agregayı istenen sıcaklığa getirme, plentte sürekli ve hatasız üretim için devamlı kontrol edilmesi gereken iki temel işlemdir.

Agrega sıcaklığı kontrolü, karışım sıcaklığı kontrolü ile eşdeğerdir. Agregaya eklenen bitümlü bağlayıcı, hızlı bir şekilde agregadan ısı almakta ya da agregaya ısı vermektedir. Aşırı ısıtılmış agrega, sıcaklıktan dolayı bitümlü bağlayıcının hızlı yaşlanmasına ve bağlayıcının akışkanlaşması sebebiyle karışım kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Yeteri kadar ısıtılmamış agrega ise bağlayıcı ile sarılmamakta ve işlenebilirliği düşük bir karışım elde edilmektedir.

Agrega sıcaklığının sürekli kontrolü için; sürekli tiplerde, kurutucu içinde bir sıcaklık ölçer, ağırlıklı tiplerde ise, kurutucu çıkışında ve sıcak bunkerlerde birer sıcaklık ölçer bulunmaktadır. Kurutucu içindeki termometrenin, içerdeki sıcak havadan da etkilenmesi sebebiyle, ağırlıklı tip plentlerde, sürekliye oranla daha net bir ölçüm yapılabilmektedir. Bu ölçümler tesiste sürekli kayıt halinde tutulmaktadır.

Nem, karışım performansını etkileyen bir diğer önemli faktördür. Daha önce de belirtildiği gibi kurutucunun kapasitesi, genelde %5 nem muhtevasına göre belirtilmektedir. Nem oranının daha fazla olduğu durumlarda ya da kullanılan farklı cins agregalar sebebiyle kurutucu, belirtilen kapasitenin altında çalıştırılmalıdır. Belirlenen kapasitenin üretime uygun olduğu yapılan nem kontrolleri ile anlaşılmaktadır. Üretimde herhangi bir gecikmeye sebep olmamak maksadıyla bu kontrollerin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. En hızlı iki yöntemden birincisi kurutucu çıkışından alınan agregadan buhar halinde nem çıkışı olup olmadığının gözlenmesi, ikincisi ise, bu agrega yığını üzerinde kuru, temiz, yansıtıcı, bir cisimin belirli bir yükseklikte gezdirilmesi ve üzerinde yoğunlaşma olup olmadığına

bakılmasıdır. Eğer, üzerinde yoğunlaşma olmuş ise, bu agreganın nemden tam arındırılmadığı anlamına gelmektedir.

2.3. EMİSYON KONTROL SİSTEMİ

Kurutucu içinden geçen yanmış gazlardan oluşan hava, akım hızı ve kurutucunun dönme hareketinin yardımıyla, agregadaki kontrolsüz filleri alarak, gaz çıkış ağzına yönlendirir. Bu hava akımındaki toz miktarı; kurutulan malzemenin boyutu, miktarı ve hava akımının hızının bir fonksiyonudur. Hava akımı içinde, onunla birlikte hareket eden bu ince taneciklerin atmosfere bırakılmadan önce tutulması için emisyon kontrol sisteminin bulunması gerekmektedir (Şekil 2.24), [12].



Şekil 2.24: Emisyon Kontrol Sistemi (Bernardi Broşürü)

Kurutucu içindeki akım hızı ilk olarak, kurutucu çapı ile orantılıdır. Standartlarda kabul edilen akım hızı 5m/sn.dir. Fan boyutunun temelde bu hıza göre belirlenmesi gerekmektedir. Hava akımının hızı, hava içinde sürüklenen malzemenin miktarını en çok etkileyen faktördür. Sürüklenen malzemenin miktarı, hızın karesiyle doğru orantılıdır [12].

Sürekli tip plantlerde, emisyon kontrol sistemine giren tozun miktarını belirleyen diğer bir faktör de bitümlü bağlayıcının püskürtüldüğü bölgedir. Püskürtme kısmı, yanma bölgesine ne kadar yakınsa, bitümlü bağlayıcının tuttuğu toz miktarı o kadar artmaktadır. Dolayısıyla; emisyon kontrol sistemine giden tozun miktarı o kadar düşmektedir. Toz miktarındaki bu düşüş sebebi ile, daha iyi bir filtrasyon yapılabilmektedir. Nitekim bu durum üç temel problemi beraberinde getirmektedir. İlk olarak; karışıma kontrolsüz filler girişi olmuştur, bu da bitümün viskozitesini arttırarak, karışımdan beklenen performansı düşürebilmektedir. İkinci olarak; bağlayıcı oksitlenebilmekte ve içeriği ayrışabilmektedir. Bu da kurutucu içinde mavi bir dumana neden olmaktadır. Karşılaşılabilecek son problem ise; agrega nemden tam arındırılmadan bitümlü bağlayıcı ile kaplanabilmektedir. Yukarıda belirtilen sebeplerden ötürü operatörün, spreyin yerini minimum hataya göre ayarlaması gerekmektedir.

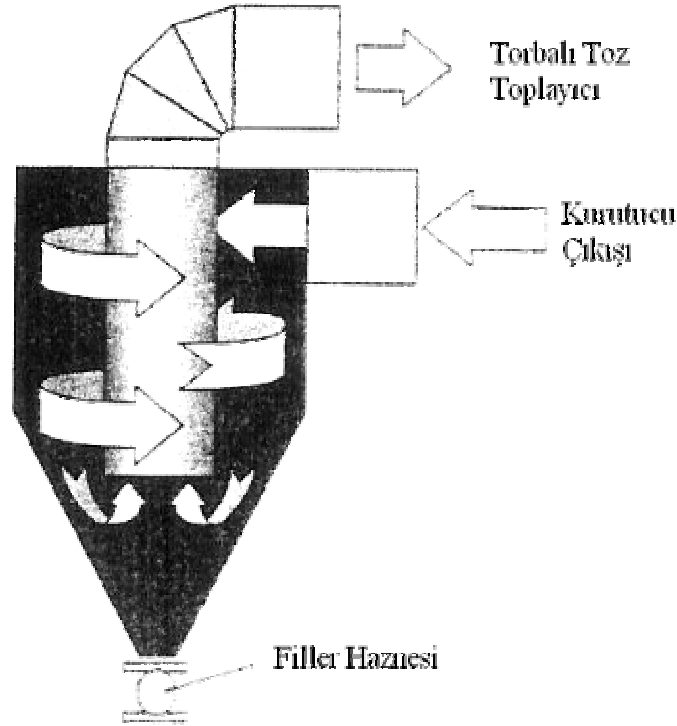
Sıcak asfalt tesislerindeki emisyon kontrol sistemleri, birincil ve ikincil toz toplayıcılardan oluşur. Toz toplayıcıların emme ağızları, tesisin tipine göre kurutucunun ortasında ya da sonunda bulunur. Toz toplayıcılar kurutucudan girip, egzozdan çıkan havayı filtre ederler.

2.3.1. Birincil Toplayıcılar

Birincil toplayıcıların temel görevi iri toz taneciklerini hava akımından arındırıp biriktirmektir. Tipik birincil toplayıcılar; yıkım kutusu ve siklon toplayıcılardır.

Yıkım Kutusu: Yıkım kutusu, birincil toplayıcıların en basit tipidir. Çalışma prensibi oldukça basittir. Yukarıda belirtildiği gibi akım içindeki zerrecik miktarı, akım hızıyla doğru orantılıdır, dolayısıyla akım içinde süzülen taneciklerin miktarını düşürmek için akım hızının azaltılması gerekmektedir. Bu sebepten hava akımı, yıkım kutusunda hızın düşmesini sağlayan bir çemberden geçer. Ayrıca çember içerisinde akımın yönünü değiştiren kanatçıklar bulunmaktadır. Hız düşüşü ve yön değişimi, taneciklerin kutunun altında birikmesine neden olur. Kutunun altında biriken tanecikler, ya atık olarak ayrılır ya da yeniden kullanılır.

Siklon Toz Toplayıcılar: Siklon toplayıcılar, yıkım kutularından daha etkilidirler. Santrifüj ile ayırım prensibini kullanırlar. Egzoz gazı, toplayıcı içinde hareket eder ve dış çepere vuran tanecikler, toplayıcının alt kısmında birikir. Bunda yön ve hız değişikliklerinin de etkisi vardır. Taneciklerden arındırılan gaz, toplayıcının üst kısmından dışarı verilir. Toplayıcının alt kısmında biriken toz, atılabilir veya tesiste yeniden kullanılabilir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25: Siklon Toz Toplayıcı (ASTEC)

Siklon toplayıcıların birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitler; büyük tek siklon, küçük birden çok siklonun konfigürasyonu, multi-tüp ve multi siklon biriktiriciler olarak sayılabilir. Geçmişte siklon toplayıcılar en çok tercih edilen filtre sistemiydi, hatta birden fazla siklon toplayıcıdan oluşan sistemler şehir dışı tesisleri için yeterli sayılmaktaydı. Zamanla sertleşen çevre koruma kanunları ve ikincil toplayıcılarda görülen gelişmeler ile yıkım kutuları ve siklon toplayıcılar sadece birincil toplayıcılar olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2.3.2. İkincil Toplayıcılar

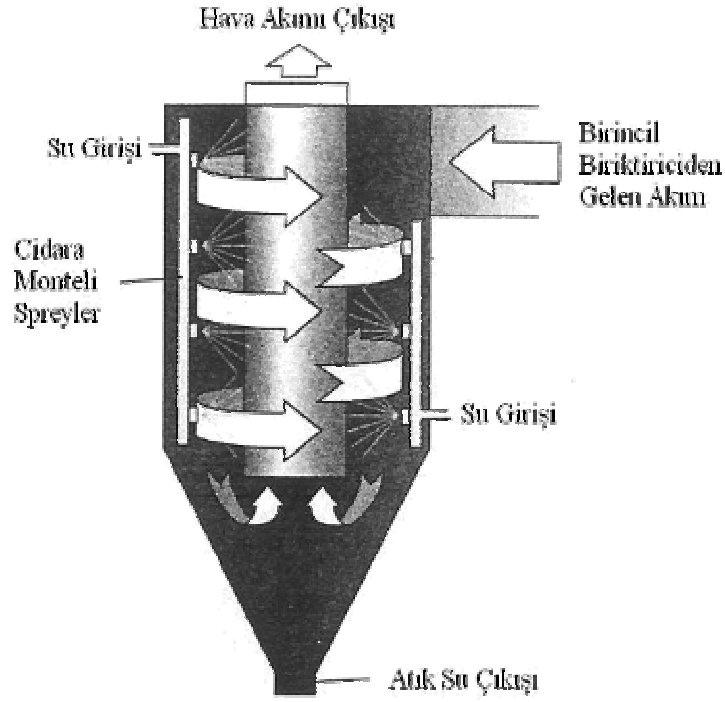
İkincil toplayıcıların kullanım amacı en ince tanecikleri filtre etmektir. Genelde iki tip ikincil toplayıcı kullanılmaktadır. Bunlar; torbalı toz toplayıcılar ve ıslak toz toplayıcılardır.

Torbalı Toz Toplayıcı: Bir torbalı toz toplayıcı, içinde ısıya dayanımlı yüzlerce kumaş filtre torbası içeren, büyük, metal bir yapıdır (Şekil 2.26). Tipik bir ünite 800 kadar torba içermektedir. Çalışma prensibi, bir elektrikli süpürge ile aynıdır. Toz yüklü gaz, tel kafeslerle desteklenen bu torbaların içinden çekilir. Akımın bu torbalar içinden geçmesiyle tanecikler kirli hava tarafında kalır. Doğru bir şekilde kullanıldığında, kurutucudan gelen tozun % 99'u torbalı toz toplayıcı tarafından arındırılır. Bu sistemin periyodik olarak temizlenmesi gerekmektedir. Temizlik işlemi birkaç şekilde yapılabilmektedir. En çok kullanılanı, hava akımını tersine çevirerek temizleyenidir. Torbalı toz toplayıcı, bölümlere ayrılmıştır. Gaz bir bölümden diğerine yönlendirildiğinde, kullanılmayan bölüm temizlenebilmektedir. Filtreleme ve devamındaki temizleme işlemi sonucunda torbalı toz toplayıcının dibine biriken toz, atık olarak ayrılabilir ya da yeniden kullanılması için karışıma yönlendirilebilir.



Şekil 2.26: Torbalı Toz Toplayıcı (Çesan Broşürü)

Islak Toplayıcılar: Islak toplayıcıların amacı, toz parçacıklarını su damlaları içinde hapsedip, çıkan gazı temizlemektir. Toz toplayıcıların pek çok çeşidi bulunmaktadır, fakat hepsinin çalışma prensibi aynıdır. Su küçük damlacıklar halinde kirli havayla karşılaştırılır. Santrifüjlü ıslak toplayıcılarda, kurutucudan gelen gaz içine sürekli su püskürtülen bir silindire yönlendirilir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27: Islak Toplayıcı (ASTEC)

Islak toplayıcılarda, harcanan suyun yeniden kullanılabilmesi için bir çökeltme ünitesine ihtiyaç vardır. Bu ünite, su içindeki tozları bir grup havuz ve kanal yardımıyla çökeltmek için tasarlanmıştır. Çökeltme tamamlandıktan sonra temiz su yeniden kullanılabilir.

Islak toplayıcılar, torbalı toz toplayıcılara oranla çok daha iyi bir filtrasyon sağlasa da kullanım pratikliği açısından birtakım eksikleri mevcuttur. Tozların su yardımıyla arındırılmasından dolayı biriktirilen malzeme yeniden karışıma katılmak için kullanılamaz, fazla miktarda suya ihtiyaç vardır, ayrıca temizleme ve atık işlemleri fazlasıyla efor gerektirmektedir.

2.4. BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIMIN DEPOLANMASI

Tesislerin, inşaat alanındaki problemler ve trafik probleminden etkilenmemeleri için birçok asfalt plenti stok siloları veya depoları ile donatılmışlardır. Yeni üretilmiş sıcak karışım, konveyör bant sistemi ya da asansörler yardımıyla bu silolara gönderilir. Depolanan bu karışım, silonun alt kısmındaki kapak vasıtası ile kamyonlara yüklenir. İzole edilmiş sıcak silolar (Şekil 2.28), karışımı herhangi bir ısı kaybı olmaksızın 24 saate kadar saklayabilmektedirler. Kapasiteleri birkaç yüz tona kadar ulaşabilmektedir. İzole edilmemiş stok yapıları ise, genelde biriktirme depoları (Şekil 2.29) olarak adlandırılıp, daha küçüktür ve karışımı daha kısa süre saklayabilirler.



Şekil 2.28: Sıcak Silolar (SIM)



Şekil 2.29: Biriktirme Deposu (Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü)

Stok siloları, uygun koşullarda çalıştırıldığında herhangi bir sorunla karşılaşmamaktadır. Fakat aksi durumlarda karşılaşılan temel problem; segregasyondur. Özellikle silo boşken, yeni doldurulmaya başlanan karışım belirli bir yükseklikten silonun içine düşmektedir. Bu sebepten ince taneler ve bitüm fazlalığı ile iri taneler farklı yönlerde birikmektedir. Bunu minimuma indirmek amacıyla, silolarda karışımın içeriye boşaltıldığı kısımda bir tartım kovası kullanılmaktadır. Tartım kovası, silo içine sürekli karışım akışını engellemekte, karışım belli bir ağırlığa ulaştığında tek bir seferde siloya boşaltılmaktadır. Sürekli üretim esnasında, silodaki karışım miktarı silo kapasitesinin 1/3'ü ve 2/3'ü arasında tutulmaktadır.

Bitümlü sıcak karışım, inşaat alanına çeşitli tipteki kamyonlarla taşınmaktadır. Kamyonlar, boyutlarına ve tiplerine göre çeşitlilik göstermektedir. Fakat üretim miktarının kesin ve hatasız belirlenebilmesi için tek tip kamyon tercih edilmektedir. Üretimin miktarı sürekli olarak tesiste kayıt altında tutulmalıdır. Ağırlıklı tipteki plantlerde, karışıma giren tüm malzemelerin ayrı kantar kayıtları bulunmaktadır. Sürekli tiplerde ise, kantar kayıtları bu kadar net olmamakla beraber karışıma giren iri

ve ince agreganın toplam kütlesi ve bitümün ağırlığı bilinmektedir. Bununla birlikte; üretim miktarı kontrolü tesisteki kantar ile yapılabilmektedir. Üretime başlamadan önce tüm kamyonların daraları alınır ve yüklenmiş kamyonlar, tesisten her çıkışları sırasında tartılırlar. Kantarda yapılan takibin, doğru olabilmesi için, belirli aralıklarla kalibrasyon yapılması, araçların daralarının sürekli kontrol edilmesi ve kantarın bakımının sık aralıklarla tekrarlanması gerekmektedir.

2.5. ASFALT PLENTLERİNDE GERİ DÖNÜŞÜM

Uzun süredir bitümlü kaplamaların sınırlı miktarda geri dönüşüm yani yeniden kullanımı gerçekleştirilmektedir. Yeniden kaplama uygulamasından önce, eski kaplamalardan kazanılmış olan malzemeler, hafif trafik taşıyan yollarda dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır[14].

Bitümlü malzemelerin geri kazanımı geniş anlamda iki kategoriye ayrılır. Bunlar, yerinde (arazide) geri kazanım ve arazi dışında (asfalt plentlerinde) geri kazanımdır[14]. Çalışma alanı nedeniyle, bu kısımda sadece asfalt plentlerindeki geri dönüşüm ele alınacaktır.

Bu işlemde mevcut bir kaplamadan çıkartılan malzeme, daha sonra kullanılmak üzere depolanır ya da bir sıcak karışım plentinde hemen işleme alınır. Hem ağırlıklı hem de sürekli tip plentler bu uygulama için kullanılabilir. Çeşitli yöntemler kullanılarak, geri kazanılan malzeme çevreye aşırı duman ve zararlı emisyon yaymadan ısıtılabilir. Bu yöntemle, yeniden kazanılan karışımlara uygulanan laboratuvar performans deneyleri, bu malzemenin yeni malzeme kullanılarak hazırlanan bitümlü karışımlarla aynı performansı sağlayabildiğini de göstermiştir. [14]

Ağırlıklı tip plentlerde geri kazanım, kullanılmamış yani yeni agreganın çok yüksek derecede ısıtılması ve bunun ardından geri kazanılacak malzemenin kurutucudan hemen sonra ya da doğrudan miksera eklenmesiyle gerçekleştirilir. Karıştırma sırasında ısı transferi olmaktadır. Bu yöntemin duman ve emisyon problemini yenmede başarılı olmasına karşın, agreganın ısıtılması uzun sürdüğünden plentden maksimum üretim elde edilemez. Uygun derecede ısı transferi sağlamak için, her bir harman karışımında ancak en fazla % 25 ile % 40 arasında geri kazanılmış malzeme olabilir. Geri kazanım

işlemi için ağırlıklı tip plentlerin kullanılmasından doğan dezavantajlardan diğerleri de, yüksek ısıtma maliyeti ve yüksek imalat sıcaklıklarından dolayı, toz kolektörleri ile karıştırıcıdaki yıpranma ve aşınmanın hızlanmasıdır. [14]

Sürekli tip plentlerde geri kazanım işlemi, geri kazanılan malzemenin kurutucu/miksere eklenmesinden ibarettir. Bu plent kullanılarak gerçekleştirilen ilk denemelerde, çevreye zararlı duman ve emisyonlar ortaya çıkmıştır. Duman yüksek sıcaklıkta bitümün buharlaşması ile oluşmaktadır. Yoğuşmuş malzeme mevcut emisyon kontrol cihazları ile tutulamayacak kadar küçük çapta partiküllerden oluşmakta ve dolayısıyla bacadan dışarı kaçabilmektedir. Bitüm, 450°C civarında buharlaşmaktadır, kurutcu/mikserin içerisindeki gaz sıcaklıkları da 2000°C'ye ulaşabileceğinden, geri kazanılan malzemenin ilavesi dikkatli şekilde kontrol edilmelidir. Yasalarla belirlenmiş emisyon sınırlarını aşmaksızın %60 oranında geri kazanımlı malzeme alabilecek şekilde tasarlanmış plentler de bulunabilmektedir. Geri kazanımlı malzemenin giriş noktası yaklaşık olarak silindirin yarısından olup silindir içerisindeki pasajlar, bitüm ve fillerin ilave edilmesinden önce yeni agrega ve geri kazanımlı malzemenin homojen karışımını sağlamak amacıyla modifiye edilmiştir. Buna ek olarak, yeniden tasarlanmış kademeler geri kazanımlı malzemeleri, ısıtma ünitesinden kaynaklanan yoğun ısıya karşı da korumaktadır[14].

Farklı tip plentler için geri dönüştürme işlemleri, plentlerin tanımında detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Yeniden kazanma yöntemleri daha gelişme aşamasında olup, konu üzerine yapılmış laboratuvar ve tam ölçekli arazi deneylerinden olumlu sonuçlar alınmasına rağmen, bu tür kaplamaların uzun süreli performansları tam olarak bilinmemektedir.

3. AĞIRLIKLİ TİP ASFALT PLENTLERİ

Ağırlıklı tip plantler, isimlerini her seferinde tek bir harman üretmelerinden dolayı almışlardır. Yapılan harmanın miktarı, plantteki mikserin kapasitesine bağlıdır. Günümüz tesislerinde bir harmanın miktarı 1800 kg.dan 7200 kg.a kadar değişebilmektedir (Şekil 3.1).

3.1. AĞIRLIKLİ TİP ASFALT PLENTLERİNİN TARİHİ

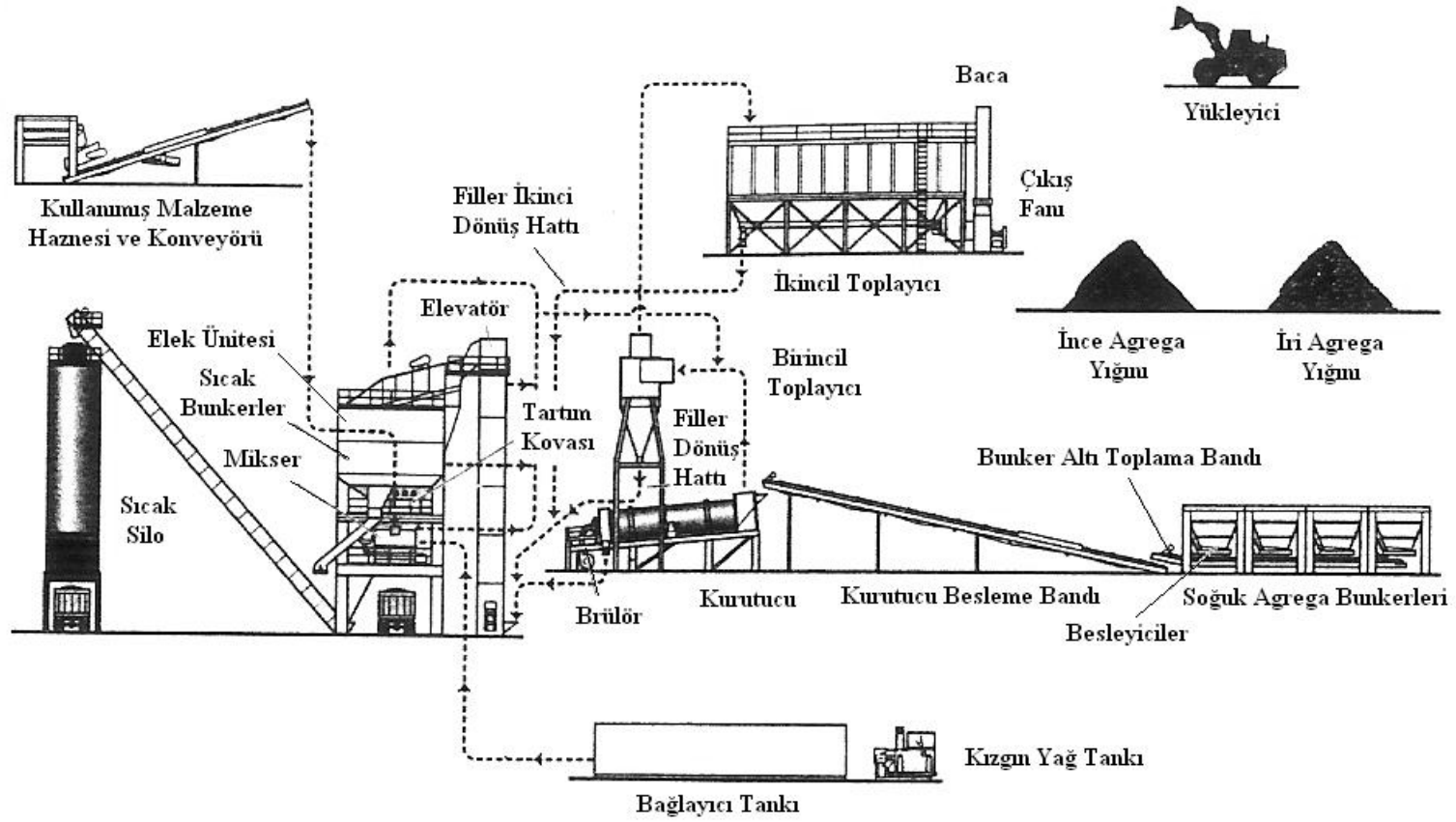
Bitümlü sıcak karışım üretiminin temel işlemleri; kurutma, eleme, oranlama ve karıştırma ilk olarak 1870’de bir plantte bir araya getirilmiştir. Bu plantler, günümüz standartlarına uymasa da 19. yüzyılda bitümlü sıcak karışım üretiminin temelini oluşturmuşlardır.

20. yüzyılın başlangıcı ile bunkerlerin, soğuk elevatörlerin, kurutucuların, bağlayıcı tanklarının ve karıştırma platformlarının bulunduğu tesisler geliştirilmiştir. Bu tesislerde, karıştırma platformları; agrega ve asfalt tartım kovanı ile atların çevirebileceği kadar yükseğe inşa edilen bir karıştırıcıdan oluşmaktaydı.

1930’ların başında, sekiz saatlik bir çalışma gününde tesisler 800 ila 1000 ton arası üretim yapabilmekteydi. 1930 ve 1940’larda konveyör sistemlerinin tesise eklenmesi ve kapak ile besleyicilerin geliştirilmesi sonucu daha iyi bir agrega besleme sistemi elde edilmiştir. Daha fazla üretim için kurutucu boyutları büyütülmüş, siklon toplayıcılar, yaysız kantarlar, otomatik tartım sistemleri kullanılmaya başlanmıştır [12].

Daha büyük ve yüksek kapasiteli plantler, 1950’lerde geliştirilmeye başlanmıştır. Otomatik yanma kontrolü ve oranlama bu dönemde kullanılmıştır.

1960’larda yanma, karışım ve oranlama işinin tamamen otomatik yapıldığı bir sistem geliştirilmiştir.



Şekil 3.1: Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti (ASTEC)

1970’lerde otomatik kontrol sistemi bilgisayara bağlanmıştır. Ayrıca güvenlik ve sağlık kanunlarındaki değişime paralel olarak, ses önleme ve filtreleme sistemleri geliştirilmiştir [12].

1980 ve 90’larda tesislerde yapılan üretimin hata payı gittikçe düşmüş, tüm plantlere bilgisayarlı kontrol ve kalibrasyon sistemleri hakim olmuştur. Gelişen bilgisayarlı kontrol sistemleri sayesinde, plantler, ayrı elek ve bunkerlerin kullanımına gerek kalmadan farklı tip üretim yapabilir duruma gelmişlerdir. Bu durumda istenen kriterlere uygun agrega, ısıtılıp nemden arındırıldıktan sonra, elek sisteminde herhangi bir değişikliğe gerek kalmadan, elenerek, sıcak bunkerde biriktirilip buradan karışım için miksera yönlendirilmektedir. Ayrıca aynı dönemde, daha etkili toz tutma sistemleri de geliştirilmiştir [12].

Zaman içinde ağırlıklı tip plantlerde izlenen bu değişimlere karşın, temel işlemler olan; kurutma, eleme, oranlama ve karıştırma aynı kalmıştır. 1940’dan bu yana ekipmanların temel dizaynı neredeyse hiç değişmemiş, yalnızca boyut ve kapasite artmıştır [12].

Daha önce de belirtildiği gibi, ağırlıklı ve sürekli tip plantler, agreganın beslenmesi ve karıştırma işlemi haricinde benzerdirler. Malzemenin stoklanması, agreganın kurutucuya kadar soğuk beslenmesi, kurutucuda ısıtılıp, kurutulması ve emisyon kontrolü, her iki tip plantte de benzerdir. Dolayısıyla bu kısımda, agrega kurutulup ısıtıldıktan sonra, üretim kulesinde uygulanan işlemler ele alınacaktır.

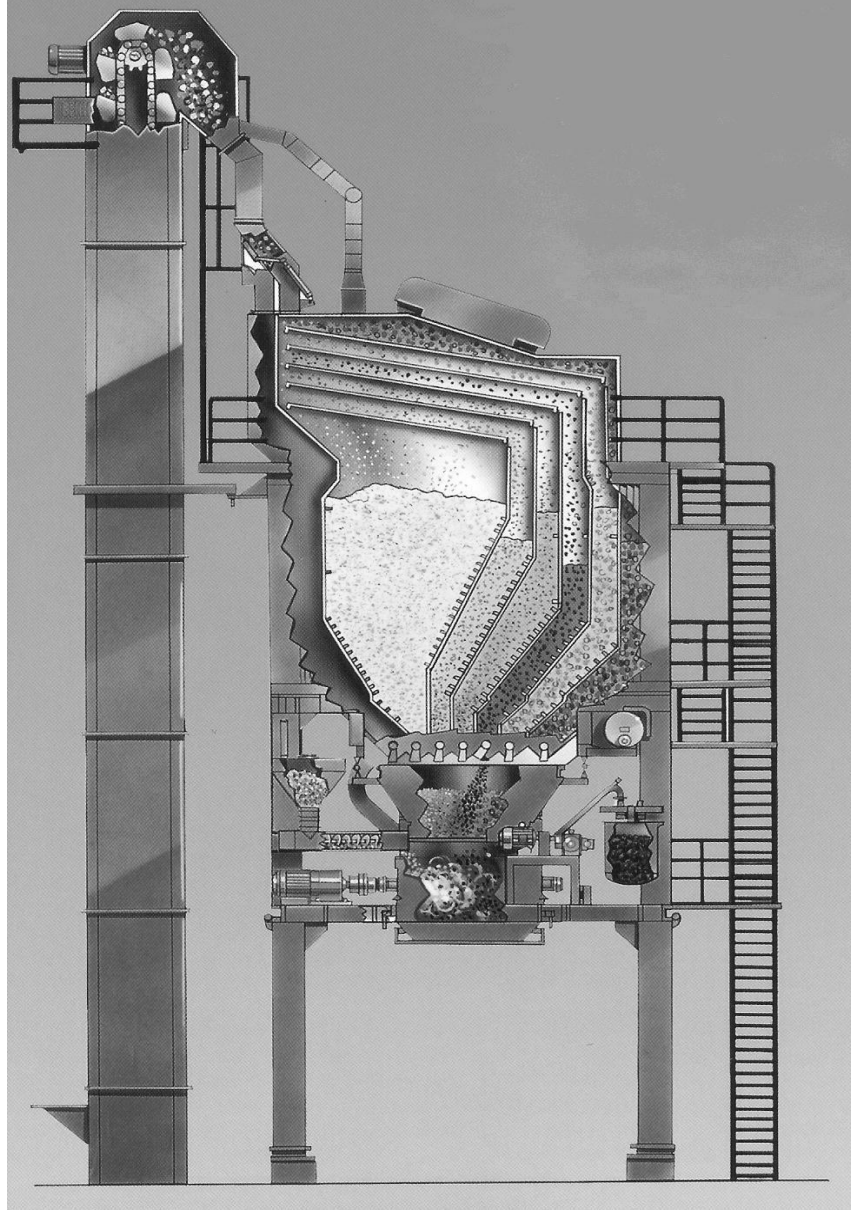
3.2. SICAK AGREGANIN ELENMESİ VE DEPOLANMASI

Agrega, kurutucudan çıktıktan sonra sıcak asansöre yönlendirilir. Sıcak asansör; agregayı, üretim kulesine taşıyan kapalı, sepetli bir konveyör sistemidir. Bu asansör ile agrega, üretim kulesinin en üst kademesindeki elek ünitesine aktarılır. Bu kısımda agrega, boyutlarına göre elenir ve ayrı bunkerlerde biriktirilir.

3.2.1. Eleme Ünitesi

Eleme ünitesi, farklı boyuttaki pek çok titreşimli elekten oluşan bir sistemdir (Şekil 3.2). Elekler agregayı boyutlarına göre ayırıp, elekler altındaki ayrı bunkerlerde biriktirirler. İlk elek, aşırı iri agreganın bunkerlere girmesini engelleyen koruyucu bir

katmandır. Bu güvenlik eleğini, yukarıdan aşağıya, boyutları küçülerek giden, iki ya da üç elek izler. Bu eleklerin boyutları, plente ve yapılacak olan karışımın gradasyonuna bağlıdır. Elekler, ince taneleri ilk sıcak bunkere, irileri ise diğer bunkerlere aktaracak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 3.2: Ağırıklı Tip Asfalt Plenti Elek Ünitesi ve Sıcak Bunkerler
(Beninghoven)

Agreganın doğru bir şekilde elenebilmesi için, elek yüzeyinin gelen agrega miktarı ile orantılı olması gerekmektedir. Eleklerin kapasitesinin, aynı zamanda kurutucu ve mikserin kapasitesi ile de orantılı olması gerekmektedir. Kapasitesinin üzerinde malzemenin gelmesi durumunda, ince malzeme elek üzerinden akıp, iri agrega bunkerine dolacaktır. Bu duruma, yani ince agreganın kendisinden daha iri malzeme bunkerine akmasına, taşınma denmektedir. Taşınma olayının gerçekleşmemesi için, eleklerin temiz ve iyi durumda olması gerekmektedir. Benzer şekilde, eleklerde oluşan deformasyon ve delikler, iri tanelerin, ince agrega için ayrılmış bunkerlere dolmasına da neden olacaktır. Taşınma olayı sonucu, karışımdaki ince agrega miktarı artacak, buna orantılı olarak, bitümle kaplanması gereken alan da artacaktır. Eğer taşınan ince agreganın miktarı bilinmiyorsa, karışımın performansı net bir şekilde düşecektir. Taşınan malzemenin miktarı, sıcak bunkerlerden alınan numunelere yapılan elek analizi ile belirlenebilir. Taşınma, eleklerin temizlenmesi ve üretim kulesine yönlendirilen agrega miktarının düşürülmesi ile önlenabilir. Standart eleme işlemi sırasında da taşınma olmaktadır. Nitekim bu miktar tolere edilebilir miktardadır. Orta-ince agrega bunkerleri, bu konuda en çok dikkat edilmesi gereken bunkerlerdir. Taşınma sonucu, ince agreganın en çok biriktiği bunker budur. Bu bunkere taşınan ince agreganın miktarı, toplam bunker kapasitesinin %10'unu geçmemelidir. Sürekli belirlenip, bilindiği takdirde, oluşan taşınmalar karışımın oranını etkilemeyecektir.

3.2.2. Sıcak Bunkerler

Sıcak bunkerler, ısıtılan ve elenen farklı boyutlardaki agregayı, minimum ısı kaybı olacak şekilde depolamak için eleklerin altında bulunmaktadır. Oluşabilecek ısı kaybını engellemek için, bunkerler izole edilmiştir. Elekler altında, her boyut için bir bunker bulunmaktadır. Bazen üretici firmalar tarafından bölümlere ayrılmış tek bir bunker olarak da ele alınmaktadır.

Üretimin devamlılığı bakımından, mikser çalışmaya başladığında, bunkerlerde iyi elenmiş, yeterli agrega bulunmalıdır. Sıcak bunkerlerin duvarları, sağlam, deliksiz ve agregaların birbirine karışmayacağı kadar yüksek olmalıdır.

Her bunkerde, agreganın belli bir seviyenin altına düştüğünü ya da üstüne çıktığını belirten mekanik veya elektronik okuyucular mevcuttur. Bunkerlerde az miktarda

agrega olması durumunda, karışım yapılırken, harman için yetersiz malzeme alınabilir, istenen miktar, bunkerlere gelene kadar, agrega mikser içinde bekletilir, bu sebeple üretimde gecikmeler olur. Bunkerler aşırı dolduğunda, belli bir seviyedeki akım borusu yardımıyla fazla malzeme dışarı atılır. Akım boruları tıkanmışsa, bunker içindeki seviyeye dikkat edilmemişse, bunkerler elek yüksekliğine kadar dolacaktır, bu durumda titreşimli elek agrega üzerinde hareket edecek ve elekler zarar görecektir.

Sıcak bunkerler kapasitelerine göre anılır. Bu miktar, küçük, mobil bir plant için 20 ton, büyük, sabit bir plant için ise 300 tona kadar çıkabilmektedir. En çok tercih edilenlerin kapasitesi ise, 40 ila 80 ton arasındadır.

İnce agrega bunkerindeki malzeme miktarının fazla düşmesi ile karşılaşılan bir diğer problem de bunker köşelerindeki birikmedir. Birikme ince agreganın yapısından dolayı, sürekli olmaktadır. Nitekim seviye çok aşağı düştüğünde bir problem olarak ele alınabilir. Bunkerdeki malzeme bitmek üzereyken, köşelerdeki kuleler stabilitesini kaybeder ve çöker. Bu esnada karışım için o bunkerden malzeme alınıyorsa, karışıma aşırı ince malzeme girebilecektir. Bu durum için önerilebilecek en olağan çözüm, bunkerlerdeki malzeme miktarının sabit tutulmaya çalışılması, bu durumu azaltacak ikinci bir çözüm ise bunker köşelerinin yuvarlatılmasıdır.

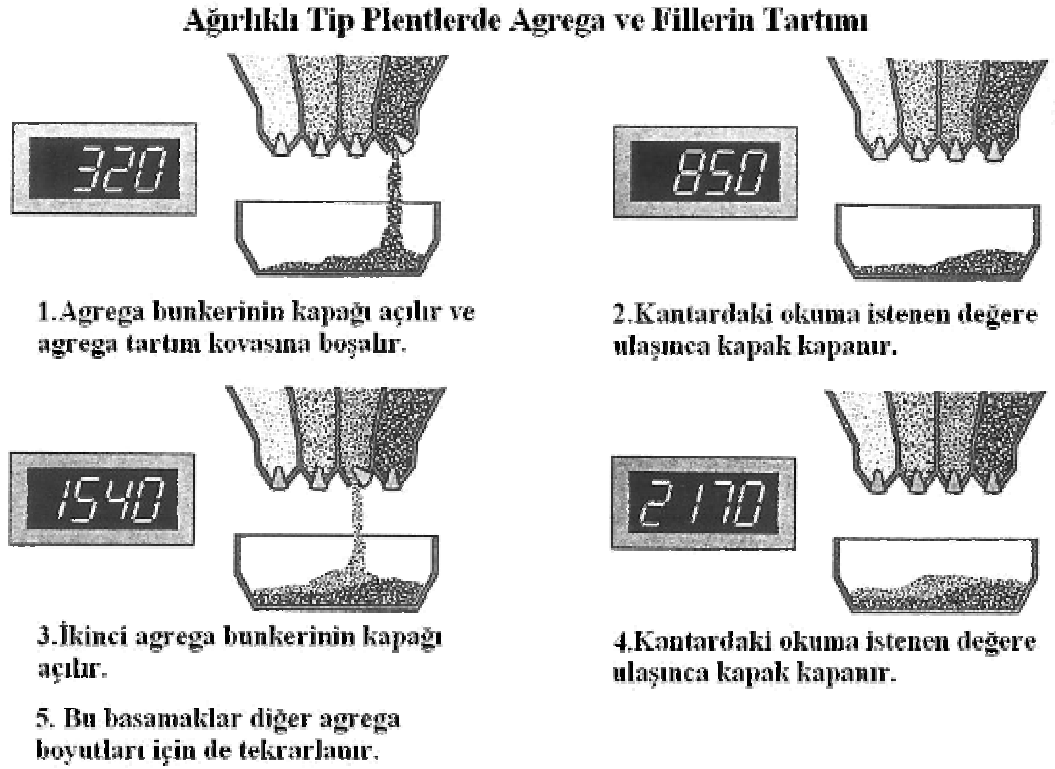
Yukarıda, olağan çözüm olarak belirtilen bunkerlerdeki malzeme miktarının sabit tutulması, soğuk besleme sisteminin yardımıyla sağlanabilir. Örneğin, diğer bunkerlerde, besleme, üretimle orantılı ise ve aynı anda iri agrega bunkerindeki malzemeye fazla ihtiyaç yoksa soğuk besleme ünitesindeki, bunker kapakları ve besleme motorları kısılarak bu oran ayarlanabilir.

Sıcak bunkerlerin altındaki kapak bozulduysa ve malzeme kaçırıyorsa, derhal tamir edilmeli ya da değiştirilmelidir. Aksi takdirde bu kaçak karışımın gradasyonunu ciddi bir şekilde etkileyecektir.

Gradasyonu etkileyecek diğer bir faktör de, terlemedir. Terleme, agregadaki nemden ya da havadaki nemin sıcak bunkerler üzerinde yoğunlaşmasından meydana gelir. Genelde gün doğmadan önceki çalışmalarda ya da iri agregadaki nemin tam arındırılmaması durumunda oluşur. Terleme, ince malzemenin terleyen bölgeye yapışmasına ve karışımında ince agrega kaybına neden olur.

3.3. AGREGANIN KARIŞIMA EKLENMESİ

Elendikten sonra, sıcak bunkerlerde stoklanan agreg, karışma katılmak için tartılmalıdır. Tartım işlemi bunkerlerin hemen altında bulunan tartım kovalarında yapılır. Malzeme tartım kovalarına her bunkerden bir seferde ve teker teker alınır. Tartım kovalarında agreg, biriktirmeli toplanır ve tartılır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Ağırlıklı Plentlerde Agreg ve Fillerin Tartımı
(HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)

İlk olarak alınacak agreg, şantiye şefi tarafından belirlenir. Genelde, ilk olarak iri, devamında orta ve en son ince agreg alınır. Sıralamanın bu şekilde olmasının temel sebebi; ince agreganın kapak aralıklarından sızmasını engellemektir. Diğer bir sebep ise; kovada en yüksek yoğunluğu sağlamaktır. Son bırakılan ince agreg, iri agreg karışımındaki boşlukları dolduracaktır. Aksi durumda; aynı kütledeki daha az yoğun bir agreg karışımı, muhtemelen kovayı doldurup taşıracaktır.

Agreganın gradasyonuna göre karışım için alınacak miktarlar, dizayn esnasında belirlenmiştir. Bu doğrultuda; agregâ, sıcak bunkerlerden tartım kovalarına aktarılır. Kovadaki miktar, kontrol bilgisayarına yönlendirilir, istenen kütleye yaklaştığı durumda, bilgisayar tarafından bunker kapakları kısılır ya da kapatılır. Biriktirmeli olarak tartılan malzeme, bir harman için toplam yeterli kütleye ulaştığında, tartım kovası kapakları açılır ve agregâ mikserâ boşaltılır.

3.4. BAĞLAYICININ KARIŞIMA EKLENMESİ

Tartım kovasından mikserâ boşaltılan agregâ, uygun miktarda bitümlü bağlayıcının eklenmesinden sonra karıştırılmaya başlanır. Genelde bitümlü bağlayıcı, ayrı, kapalı ve izoleli kovalarda tartılıp, karışımâ ilave edilir. Kovadaki bağlayıcı miktarı istenen düzeye ulaştığında, geliş hattındaki bir valf bitüm akışını durdurur. Devamında bitüm karışımâ ilave edilmek için spreylara pompalanır.

3.5. KARIŞIM SICAKLIĞI

Bitümlü sıcak karışım üretiminde, agregâ da, bağlayıcı da tasarlanan karışım sıcaklığına kadar ısıtılmaktadır. Bağlayıcı, spreylara pompalanıp, püskürtülebilecek ve agregâ yüzeyini tamamıyla kaplayabilecek kadar akışkan duruma gelene kadar ısıtılır. Agregâ ise; nemden tamamıyla arındırılıp, bağlayıcıyı kabul edecek duruma gelene kadar ısıtılır.

Bitümlü bağlayıcı, termoplastik bir malzeme olduğu için sıcaklığın yükselmesi ile viskozitesi düşer. Sıcaklıkla viskozite arasındaki bağıntı, farklı kaynaklardan gelen farklı tip bağlayıcılar için tamamen aynı değildir. %90 üzerindeki oranıyla, karışımın sıcaklığını etkileyen agregâdır. Fakat mikserde karşılaşan agregânın da bitümün de sıcaklığı aynı olmalıdır. Daha önce de belirtildiği gibi agregâ karışımâ girmeden önce tamamıyla nemden arındırılmalıdır. Tutulma süresinde malzemenin kuruması için yeterli sıcaklığa ulaşması gerekir. Karışım sıcaklığını etkileyen ilk faktör budur. Karışımâ agregâ oranının fazla olmasına karşın, karışımı asfalt betonu haline getiren bitümlü bağlayıcıdır. Dolayısıyla, karışım sıcaklığını etkileyen ikinci faktör;

bağlayıcının karakteristiklerine bağlıdır. Ele alınabilecek son faktör ise serme ve sıkıştırma koşullarıdır.

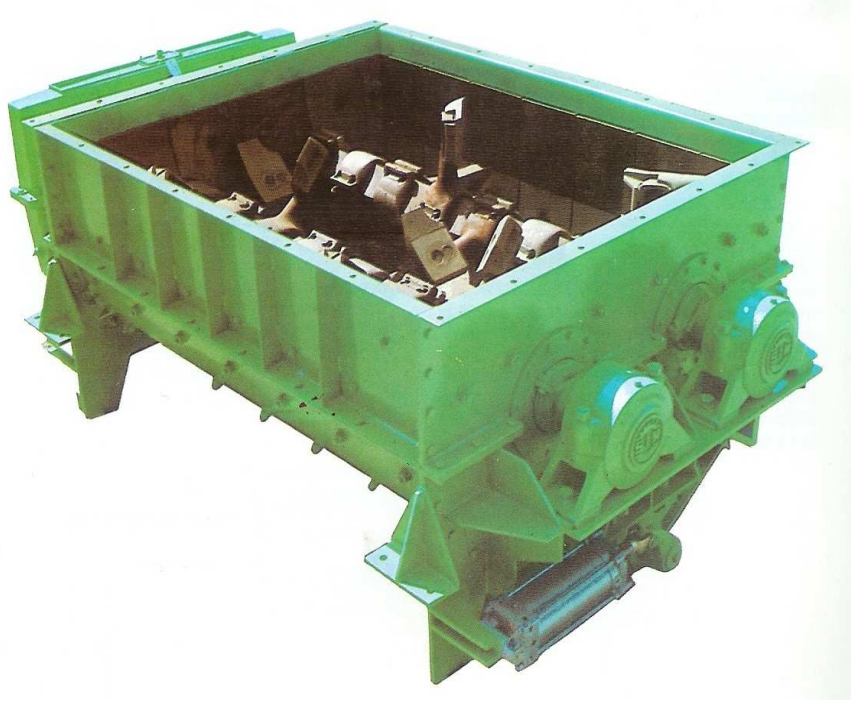
Karışım, agrega taneciklerinin yüzeyinin tamamıyla kaplanmasını ve yeterli işlenebilme imkânını sağlayacak en düşük sıcaklıkta yapılmalıdır. Karışımların, performans dereceli bağlayıcılar doğrultusunda yapılmaya başlanmasıyla, doğru karıştırma sıcaklığının bulunması daha zor olmaya başlamıştır. Laboratuvar deneyleriyle ve abaklarla belirlenen karıştırma sıcaklığı referans olarak alınabilir. Bazı durumlarda, özellikle modifiye bitüm kullanılmıyorsa, belirlenen bu sıcaklık ya doğrudur ya da gerçek değere çok yakındır. İyi bilinmesi gereken bir konu da; aynı performans derecesine sahip iki bağlayıcı farklı metotlarla üretilmişlerse, farklı karıştırma sıcaklıklarına sahip olabilirler. Ayrıca aynı bağlayıcının biri modifiye, diğeri değilse yine farklı karıştırma sıcaklıkları vardır.

3.6. MİKSERDE KARIŞTIRMA

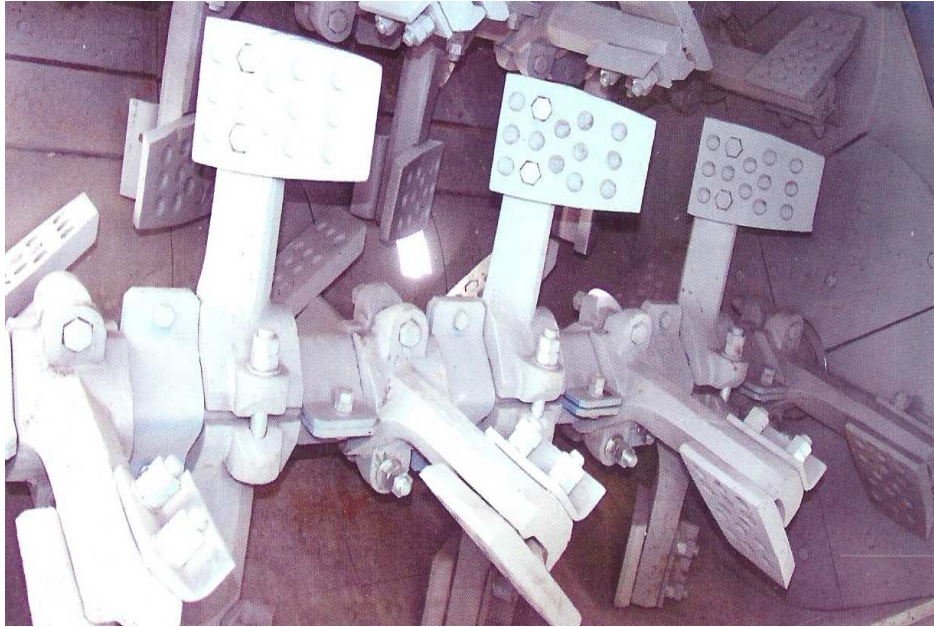
Agrega ve bitümden karışım için yeterli miktar tartıldıktan sonra agrega, tartım kovanının tam altında yer alan mikser boşaltılır.

Modern plantlerde, çift şaftlı mikserler kullanılmaktadır (Şekil 3.4). Karışım, karıştırma haznesinde, bu haznedeki iki şaft ve bunlara bağlı çapraz kollar ile yapılır. Çapraz kolların her birinin ucunda, karıştırma ayağı denilen plakalar vardır (Şekil 3.5). Bu ayaklar karışım haznesinde ölü bölge oluşmasını engellemek maksadıyla yapılmıştır. Ölü bölgeler, malzemenin tam olarak karışmadığı kısımlardır. Bu sebepten, hasarlı veya kırılmış ayaklar derhal değiştirilmelidir.

Karışım haznesindeki malzeme seviyesi de performansı etkilemektedir. Eğer karışım haznesi, yeterli doldurulmamışsa veya aşırı doldurulmuşsa üniform olmayan bir karışım hazırlanacaktır. Haznede az malzeme varsa, ayaklar agregayı ve bitümü tam olarak karıştırırlamazlar (Şekil 3.6). Eğer hazne aşırı doluyorsa, malzemenin bir kısmı üstte kalacak ve bu kısım tam olarak karışmayacaktır (Şekil 3.7). Bu problemler,

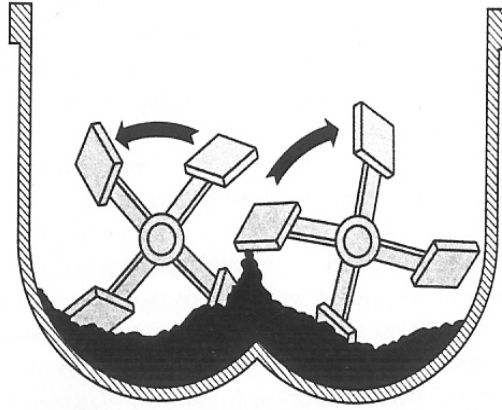


Şekil 3.4: Çift Şaftlı Mikser (SIM)

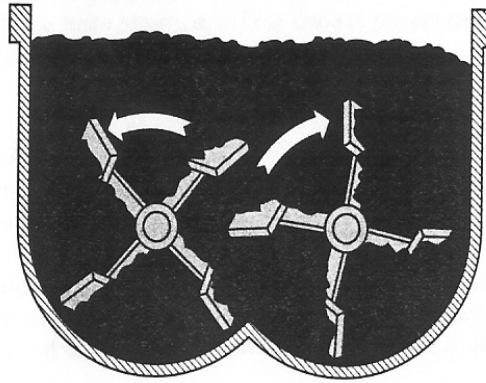


Şekil 3.5: Çapraz Kollar ve Ayaklar (Çesan)

Üreticinin belirttiği harman miktarı kullanılarak engellenebilir. Bu miktar; hazne seviyesine göre, çapraz kolların çizdiği dairelerin biraz üstündeki teğete denk gelmektedir. Belirtilen hacme şaftların, kolların ve ayakların hacimleri dhil değildir. Nitekim plentlerin performansları ideal durumlar için belirtilmiştir. Kullanıcı açısından yaklaşıldığında; çoğu zaman mikserin en etkili çalışma vaziyeti, ayakların hafif karışımın üst kısmında göründükleri durumdur.

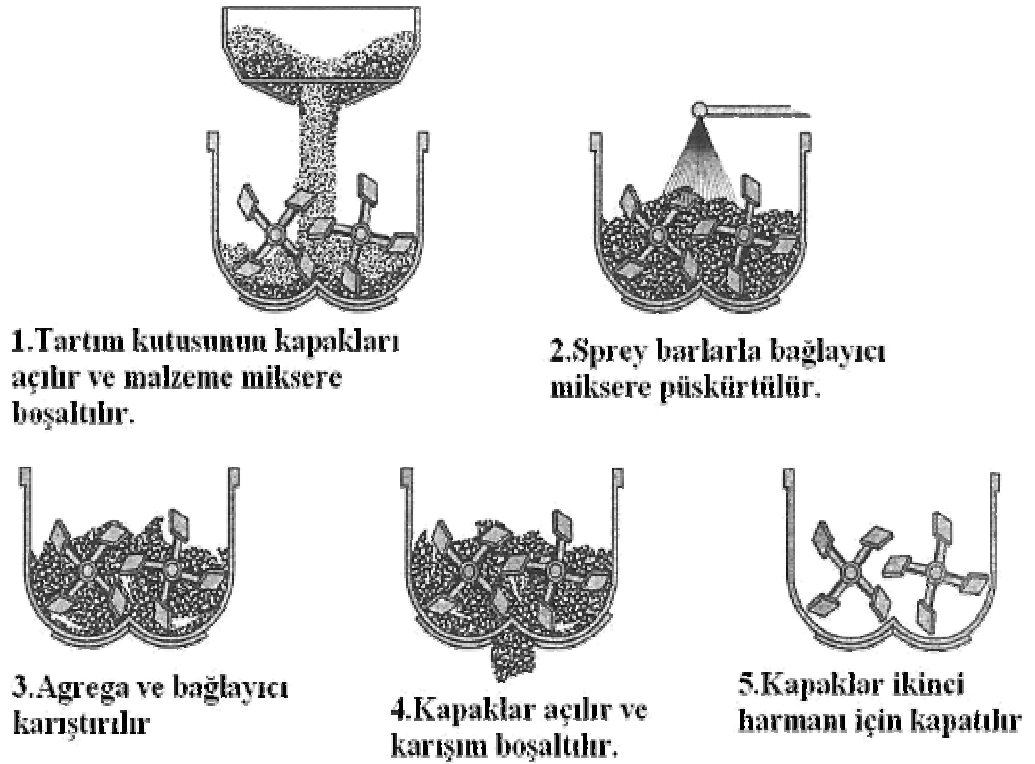


şekil 3.6: Mikserde Az Malzeme
(HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)



şekil 3.7: Mikserde Aşırı Malzeme
(HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)

Bunkerlerin kapağının açılmasından, mikserin kapağının açılmasına kadar geçen süreye karıştırma süresi denir (Şekil 3.8). Karıştırma süresi, agreganın üniform olarak dağılmasına ve tamamının bitüm ile kaplanmasına yetecek kadar uzun olmalıdır. Fakat çok uzun süreli karıştırma, yüksek sıcaklıktaki agregayı kaplayan ince bitüm tabakasını havanın da etkisi ile bozacaktır. Bu da karışımın dayanımını etkileyecektir. Optimum karıştırma süresinin belirlenmesi, bitümlü sıcak karışımın performansı açısından son derece önemlidir.



Şekil 3.8: Malzemenin Mikserde Karıştırılması

(HMA Construction, Manual Series No.22, Second Edition)

Karıştırma süresi, herhangi bir plant ve herhangi bir karışım için AASHTO T 195 veya ASTM D 2489'dan belirlenebilir. AASHTO ve ASTM'nin karıştırma süresi belirleme prensibine göre, iri agreganın % 100'ünün bitümle kaplanması gerekmektedir. Bu yöntemde, iri agregaların ele alınmasının sebebi, karışım yapılırken en son en iri agregaların bitümle tamamen kaplanmasıdır.

3.7. AĞIRLIKLİ TİP ASFALT PLENTLERİNİN OTOMASYONU

Bilgisayarlı otomasyon, kontrol ve test bakımından pek çok kolaylık sağlamaktadır. Bilgisayara bildirilen hedef değerler doğrultusunda, mevcut miktarlar otomatik olarak ayarlanabilmektedir. Özel bir işlem yapılacağında, değerler operatör tarafından ayarlanabilmektedir. Malzeme akımında herhangi bir problem olduğunda bilgisayar, operatörü uyarmaktadır. Ayrıca malzeme miktarı hatalı geldiğinde, harmanı iptal etmenin yanı sıra, düzeltme seçeneklerini de sunmaktadır. Ayrıca üretim miktarı, üretim zamanı, tarih, harman miktarı v.b. pek çok veriyi kaydetmektedir. Gün sonunda ise, yapılan tüm üretimin raporunu tutmaktadır.

Bilgisayarlı otomasyon, üretim hızını ve miktarını artırır. Hata olasılıklarını düşürür. Bunun dışında çoğu otomatik sistem, gerektiğinde manüel olarak idare edilebilecek şekilde de tasarlanmıştır.

Günümüzün otomatik ağırlıklı tip plentlerinin kontrol kabininde aşağıdaki tipik kontrol sistemleri vardır:

- Motor kontrol konsolu,
- Alevli ısıtıcı kontrol konsolu,
- Soğuk besleme kontrol konsolu,
- Harman kontrol konsolu,
- Mineral filler ve katkı maddeleri için kontrol paneli.

3.8. AĞIRLIKLİ TİP ASFALT PLENTLERİNDE GERİ DÖNÜŞÜM

Ağırlıklı tip plentlerde, tüm geri dönüşüm metotları, kondüktif ısı transferine dayanır. Kondüktif ısı transferi, soğuk malzemenin aşırı sıcak malzemeye karışması ile elde edilir. Konvektif ısı transferi ise, soğuk agreganın sıcak gazlarla karşılaştırılması ile sağlanır.

Ağırlıklı tip plentlerde, geri dönüşüm metoduna bağlı olmaksızın, aşırı sıcak agregaya dönüştürülmüş, soğuk, nemli karışımı ısıtmak için kullanılır. En çok kullanılan geri dönüşüm metotları aşağıda açıklanmıştır.

3.8.1. Tartım Kovası Geri Dönüşüm Tekniği

Bu teknikte soğuk, nemli, kullanılmış karışım, ek malzeme olarak tartıldığı, üretim kulesindeki tartım kovalarına ilave edilir. Kullanılmış karışım, geri dönüşüm haznesinden konveyör ve elevatör yardımıyla tartım kutusuna ilave edilir. Konveyör ve elevatör ani çalıştırılma ve durdurulmaya uygun motorlara sahip olmalıdır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Geri Dönüşüm Haznesi (SIM)

Kullanılmış malzeme, tartım kovalarında ısıtılmış agrega ile karıştırılır. Kondüktif ısı transferi burada başlar ve mikserde devam eder. Isı transferi esnasında kullanılmış malzemeden yüksek miktarda buhar çıkışı olur. Buharın ve buharla beraber çıkan ince malzemenin sızıntı olmadan emisyon kontrol sistemine yönlendirilmesi için, tartım kovaları ve mikserin iyi bir şekilde izole edilmiş olması gerekmektedir.

Bu metot ile yeniden kullanılabilen malzemenin oranı teorik olarak % 50'lere kadar çıkmasına rağmen, pratikte bu değer % 25'i geçmemektedir. Bunun sebebi kullanılmış malzemenin nem oranının % 3–5 civarında oynaması ve kullanılmamış agreganın 315 °C'den fazla ısıtılamamasıdır. Bu sıcaklık kurutucu limitlerinin üstünde olabilir veya

emisyen kontrol sistemindeki filtreler bu sıcaklığa dayanamayabilirler. Kurutucu istenen sıcaklığa ulaşsa da, maksimum sıcaklığı belirleyen temel ekipman filtrelerdir.

3.8.2. Kullanılmış Malzeme Geri Dönüşüm Tekniği

Bu teknikte, kullanılmış malzeme ayrı bir tartım kovası ile mikserle boşaltılır. Bu metot son yıllarda popülerlik kazanmıştır. Birçok avantajı vardır:

- Agregat ve bitüm karışım için hazırlanırken, kullanılmış malzeme de ayrı bir kovada tartıldığından harman hazırlama süresini kısaltmaktadır.
- Isı transferi ve buharlaşma, tartım kovası tekniğinde olduğu gibi gerçekleşmektedir.
- Kullanılmış malzemeyle yapılan uzun süreli üretimlerde, harman hazırlama süresi kısaldığından kapasite artmaktadır.
- Tartım işlemi ayrı bir kovada, buhar çıkışından etkilenmeden yapıldığından daha doğru olmaktadır.

3.8.3. Sepetli Elevatör Tekniği

Son zamanlarda kabul gören bir diğer geri dönüşüm tekniği de basitliği ve buhar çıkışının üretim kulesi içinde olmasını engellemesi sebebiyle, sepetli elevatör tekniğidir.

Bu metotta; soğuk, nemli malzeme, aşırı sıcak agregat ile agreganın kurutucudan çıkıp, sepetli elevatöre yüklendiği yerde karşılaşır. Kondüktif ısı transferi sonucu buharlaşma, agregat ve kullanılmış karışım, üretim kulesine giderken elevatör sepetlerinde gerçekleşmektedir. Gerçekleşen buharlaşma, bir boru sistemi ile emisyon kontrol sistemine çekilir.

Yeniden kullanılacak olan karışım, sürekli olarak agregat ile karıştırıldığı için, hem agregat, hem de kullanılmış malzeme besleme konveyörlerinde tartılı bant sistemi bulunmalıdır. Yapılan tartımlar ile agregat ve kullanılmış karışım oranlı olarak beslenmektedir.

Kullanılmış malzeme ile yapılan karışımın, granülometri kontrolü iki farklı yöntem ile yapılmaktadır. Fakat bu yöntemler, yeni üretilen karışımlara nazaran oldukça farklıdır.

İlk metotta, kullanılmış malzeme ve aşırı sıcak agrega kulede beraber elenir ve karışım farklı bunkerlere ayrılır. Tüm bunkerlerden, içindeki malzemenin granülometrisinin ve bağlayıcı oranının belirlenmesi için numune alınır. Malzemenin bağlayıcı miktarının belirlenebilmesi için ayrıştırma yapılır. Yapılan ayrıştırma sonucu, granülometri ve bağlayıcı oranları saptanır. Bu doğrultuda, eklenecek bitüm miktarı belirlenir.

Bu yaklaşım diğer metotlara oranla zor ve karışık olduğundan, eleme işleminin yapılmadığı bir diğer metot uygulanmaktadır. Bu metotta, granülometri, sürekli tip plentlerde olduğu gibi soğuk besleme ünitesinde kontrol edilmektedir. Agrega ve kullanılmış karışım, elenmeden, kuledeki tek bir bunkerde stoklanır. Buradan tartım kovaşına alınır ve bağlayıcı ile karıştırılmak üzere miksere yönlendirilir.

İlk metottaki zorluklar ve zaman kaybı nedeniyle genelde ikinci metot kullanılmaktadır. Fakat bu metotta da soğuk bunkerlerin her birinde oranlama kontrolleri, malzemeleri sepetli elevatöre besleyen konveyörlerde hız kontrolleri ve tartım bantları bulunmalıdır. Bu ekipmanlar, standart sürekli tip plentin ekipmanları ile aynıdır.

Malzemenin elevatörle kuleye çıkartılma süresi kısa olduğundan ve kullanılmış karışımın, üretime katılmadan önce nemden arınmış olması gerektiğinden ötürü bu metotta kullanılan geri dönüştürülecek karışım miktarı % 20'yi geçmemektedir.

3.8.4. Kullanılmış Karışımın Kurutucuya Eklenmesi

Bu yaklaşım, sepetli elevatör tekniği ile aynı sayılabilir. Fakat ek olarak, kullanılmış malzeme, kurutucunun yanma bölgesine boşaltılır ve ısı transferi bu bölgede başlar. Buhar, kurutucu içinde açığa çıkar. Bu sayede aşırı sıcak agrega ile kullanılmış karışım kurutucu içinde karışarak elevatöre yüklenir. Karışım, ısı transferi için kurutucu içinde daha uzun bir süre kaldığından %25-%35 civarı kullanılmış malzeme kullanılabilir. İşlemin devamı, sepetli elevatör tekniği ile aynı ilerler.

3.9. ÇİFT ÜNİTELİ AĞIRLIKLİ TİP ASFALT PLENTLERİ

Çift üniteli ağırlıklı tip asfalt plentlerinde, standart plentlere ek olarak ikinci kurutucu, üretim kulesi, emisyon kontrol sistemi ve karışım siloları mevcuttur. Standart bir plent, çift üniteli tesise çevrilebilir. Fakat ilk plent kurulurken, olabilecek kapasite artışı ve

kurulum alanı gelişmeleri göz önüne alınarak hareket edilmelidir. İlk kurulumda kontrol kabini ortaya alınmalı, daha sonra ihtiyacın artması durumunda ikinci ünite yanına eklenmelidir.

Çift üniteli plantler, kapasitenin esnek kullanılmasına imkân sağlarlar. Fazla karışım ihtiyacı yoksa bir ünite çalışır. Eğer ihtiyaç artarsa ikinci ünite devreye girerek kapasite arttırılabilir.

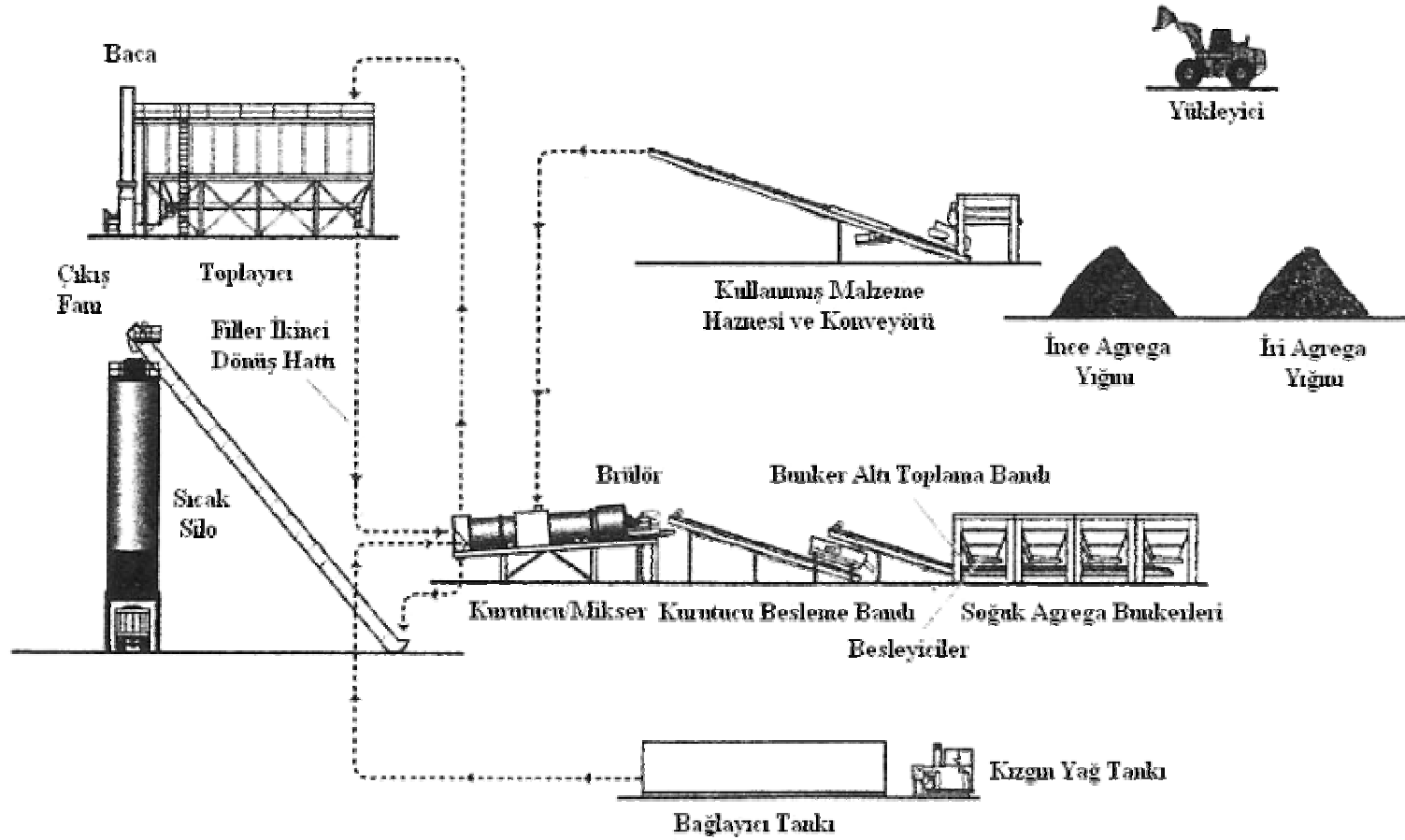
Çift üniteli plantlerde aynı anda farklı karışımlar üretilebilir. Bir ünite, aşınma tabakası için karışım yapılırken diğerinde binder tabakası için karışım üretilebilmektedir.

4.SÜREKLİ TİP ASFALT PLENTLERİ

Sürekli tip plentlerde, karışım ya kurutucuda ya da ek bir döner mikserde üretilmektedir. Bu sistem, bitümlü sıcak karışımların nispeten basit üretim şeklidir. Sürekli tip plentlerde kullanılan kurutucu, ağırlıklı tipin kurutucusuna çok benzemektedir. Fakat ağırlıklı tipte, kurutucuda agrega sadece nemden arındırılıp ısıtılmakta, sürekli tipte ise, yine aynı işlem gerçekleşmekte ve ek olarak karışım da burada yapılmaktadır (Şekil 4.1). Sürekli tipte, agrega elekleri, sıcak bunkerler, tartım kovaları ve şaftlı mikser yoktur. Agrega gradasyonu soğuk besleme ile kontrol edilmektedir.

4.1. SÜREKLİ TİP ASFALT PLENTLERİNİN TARİHİ

Tamburlu mikserlerde sıcak karışım üretilmesine 1910’larda başlanmıştır. 1930’ların ortasına kadar tamburlu mikserlerden dünyada 100’den fazla üretilip, kullanılmıştır. Bu dönemden itibaren, daha yüksek kapasiteye duyulan ihtiyaç nedeniyle, ağırlıklı ve sürekli tip tesislerin inşaatına önem verilmiştir. 1960’larda tamburlu mikserler geliştirilmiş ve kullanımı hız kazanmıştır. Devam eden yıllarda, tamburlu mikserler, bitümlü sıcak karışım endüstrisinde genişçe kullanılmaya başlanmıştır. 1970’lerin başında tamburlu mikserler, taşınabilirlikleri ve ekonomiklikleri sayesinde oldukça popüler olmuşlardır. Üretim maliyeti bakımından ekonomik olmalarının temel sebebi, düşük veya konvansiyonel sıcaklıklarda yüksek miktarda, kaliteli üretim yapabilmeleridir. 1980 ve 1990’larda yeni yapılandırmalarla karıştırma ve ısıtma işlemi geliştirilmiştir. Ayrıca geri dönüşümlü malzemenin, karışıma katılma metotları da geliştirilmiştir. Ek olarak bilgisayar kontrollü tartım sistemlerinin eklenmesi ile agreganın daha etkili beslenmesi sağlanmış, daha doğru ve hızlı kalibrasyon elde edilmiştir [12].



Şekil 4.1: Sürekli Tip Asfalt Planti (ASTEC)

4.2. SÜREKLİ TİP PLENTLERİN İŞLEMLERİ VE EKİPMANLARI

Bir sürekli plentin temel ekipmanları; soğuk bunkerler, konveyör sistemleri, tartılı besleyici bant sistemi, tamburlu kurutucu/mikser, toz toplama sistemi, biriktirme depoları veya stok siloları, kontrol kabini ve bağlayıcı tanklarıdır.

Soğuk bunkerlerde depolanan, iyi gradasyonlu agrega, besleme motorları yardımıyla doğru oranlarda kurutucu/mikser konveyörüne yönlendirilir. Kurutucu/mikser konveyörü, tartılı besleyici bant sistemi olarak da bilinmektedir. Bu konveyör üzerinde kurutucu içine akan agrega miktarını belirleyen otomatik bir kantar bulunmaktadır. Buradaki otomatik kantar, mikser içine bağlayıcıyı boşaltan pompayla beraber çalışmaktadır. Bağlayıcı ve agrega, kurutucu/mikserin dönme hareketi ile karıştırılır. Emisyon kontrol sistemi, yüksek hızlı hava akımıyla kurutucu/mikserden kaçan tanecikleri toplar. Kurutucu/mikserde üretilen karışım, bir konveyör sistemiyle, araçlara yükleneceği biriktirme depoları veya stok silolarına yönlendirilir. Tüm plant işlemleri, kontrol kabininden idare edilir.

Standart tipli, bütün paralel akımlı tambur mikserlerde karıştırma işlemi aynıdır. Fakat agreganın, kurutucu/miksere beslenmesinde farklılıklar olabilmektedir.

Sürekli plantlerde, en etkili ve kaliteli üretim kısaca tüm ekipmanların dengeli ve eş zamanlı çalışması ile elde edilir. Üretim kalitesinin sabit ve yüksek olması için plantin kesintisiz çalışması gerekmektedir. Malzemelerin oranlanması herhangi bir hata oluşmaması için, malzeme akışının üniform olması gerekmektedir. Plantin çalıştırılıp durdurulması, rejimi bozacağından, karışım kalitesini düşürecektir.

Yukarıda da belirtildiği gibi sürekli plantlerde, ağırlıklı tiplerde bulunan agrega elekleri, sıcak bunkerler ve şaftlı mikser yoktur. Dolayısıyla agrega gradasyonundaki bozukluk, bitüm pompasının bozulması, malzemenin tam kurumaması v.b. durumlarda sürekli plantteki üretim kalitesi çok kolay bir şekilde düşmektedir. Sürekli plantlerde bunu engellemek için bir dizi kontrol ekipmanı bulundurulması gerekmektedir. Bunlar:

- Her bunkerdeki agrega için ayrı soğuk besleme kontrol mekanizması,
- Malzeme giriş miktarı indikatörleri,

- Agregâ, bitüm, katkı maddesi ve dönüşüm malzemesi arasında karşılıklı kontrol sistemi,
- Otomatik yanma kontrolü,
- Hava akımı içindeki tanecikleri yakalayıp sisteme geri besleyecek veya atık olarak ayıracak, emisyon kontrol sistemi,
- Kurutucu/mikser çıkışında karışımın sıcaklığını ölçecek sensörler,
- Biriktirme depoları ve stok silolarında segregasyonu önleyecek sistem,
- Nem ölçer,
- Malzeme akışında oluşabilecek problemlerde operatörü uyaracak alarm sistemi,
- Malzeme ve karışım miktarının çıktısını almak için gerekli bilgisayar sistemidir.

Yukarıda belirtilen tüm kontrol ve takip ekipmanlarının verileri, tüm işlemin rahatça izlenebileceği kontrol kabinine ulaşmaktadır.

4.3. AGREGANIN STOKLANMASI VE BESLENMESİ

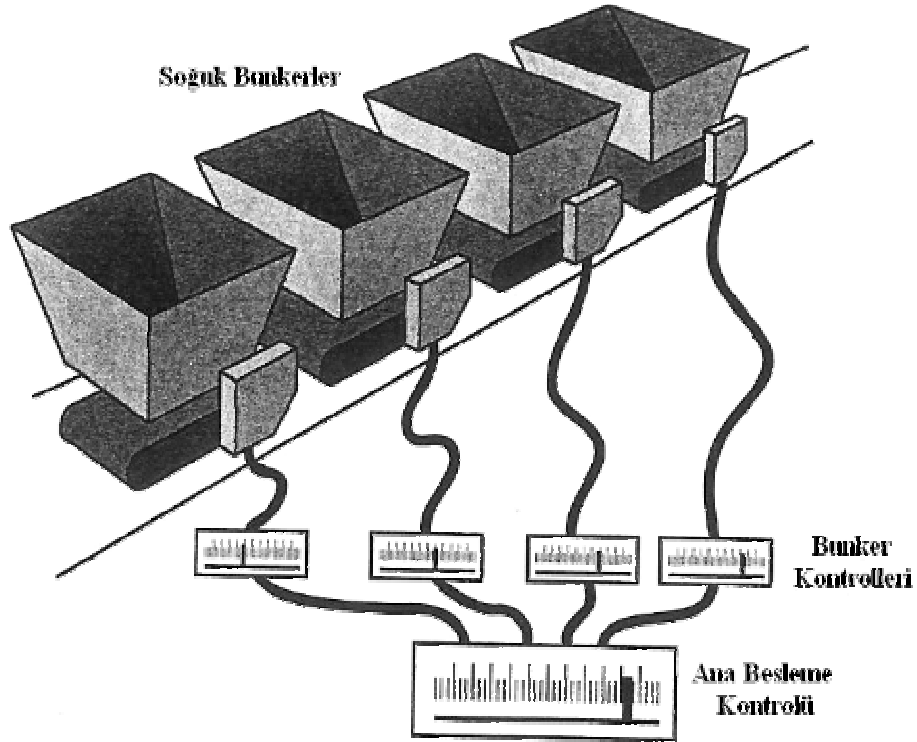
Sürekli tip plantlerde, karışımın gradasyonu tamamıyla soğuk besleme sistemine bağlıdır. Ayrıca gradasyon bozuklukları sadece soğuk besleme ünitesinden değil aynı zamanda, hatalı stoklamadan da kaynaklanmaktadır. Konkasör tesisinden gelen agregâ, kirlenmemeli ve bozunmamalıdır. Stok sahası kesinlikle temiz olmalıdır.

Agregâ yığınları, karışım ihtiyacını karşılayacak gradasyona sahip olmalı ve segregasyona uğramamalıdır. Karışım gradasyon kontrolünü doğru yapmak amacıyla, her boyut grubundaki agregâ için ayrı ve yeterli yığınlar yapılması gerekmektedir. Grupların ayrı stoklanmaması durumunda gerekli gradasyonu sağlamak oldukça zor olacaktır.

Segregasyonu önlemek amacıyla yığınlar sıra halinde yüksekliği 1,2 m.yi geçmeyecek şekilde yapılabilir. Bu yığınların da, yüksek ve tam koni şeklinde yapılmaması segregasyonu bir miktar engelleyecektir. Ayrıca kaba agregânın, inceye oranla daha dikkatli bir şekilde stoklanması gerekmektedir. Nitekim ince agregâda neredeyse hiç segregasyon olmamaktadır.

Segregasyona uğramış yığınlar, düzenlenmeden üretime yönlendirilirse, karışım gradasyonunu bozabilirler. Operatör, segregasyona uğramamış yığınları kullanmalıdır ve kurutucu/miksere kesinlikle üniform gradasyonlu agrega gönderilmelidir.

Sürekli tip plantlerde, eleme ünitesi olmadığından, kurutucu/miksere giden agreganın kesinlikle doğru gradasyonda olması gerekmektedir. Bunu sağlamanın en etkili yolu, farklı nitelikteki ve boyuttaki agrega gruplarının ayrı bunkerlere konulmasıdır. Ayrıca besleme motorları istenen gradasyona göre ayarlanmalıdır. Her bunker altında bir besleyici bulunmaktadır. Hem kontrol kabininde hem de bu besleyicilerde birer devir kontrol mekanizması bulunmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Soğuk Besleme Kontrolleri (Barber-Greene)

Belirtilen sebeplerden dolayı soğuk beslemenin sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Kontroller aşağıdaki şekilde olmalıdır:

- Her bunkerdeki ve kurutucu/miksere yönlendirilen toplam malzemenin elek analizi,
- Besleyicilerin kalibrasyonu,
- Besleyici oranlarının kontrolü,
- Kapak açıklıklarının kontrolü.

Kapak açıklıkları belirlendikten sonra, aynı kalıp kalmadıkları sürekli kontrol edilmelidir. Yapılan tüm bu ayarlamalar, geçici kabul edilmelidir. Çünkü karışımda kullanılan agreganın nem oranı ve gradasyonu çeşitlilik gösterebilir. Karışım üretimi başladıktan sonra, performans ve kaliteye bakılarak ayarların yeniden yapılması gerekebilmektedir.

Sürekli tip plantlerin, konveyör vasıtasıyla kurutucu/miksere yönlendirilen agrega akımını devamlı tartacak bir sisteme ihtiyaçları vardır. Tartım köprüsü veya tartılı besleyici bant bu amaç için kullanılan sürekli tartım cihazlarıdır. Konveyörün üzerinden akmakta olan agrega sürekli tartılır ve veriler kontrol kabinine gönderilir. Kabinden herhangi bir anda konveyör üzerinden akmakta olan malzemenin miktarı izlenebilir.

Bant kantarları, genelde besleme konveyörünün ortasında yer alır. Buraya yerleştirilmelerinin nedeni, ani yükleme, malzemenin yuvarlanması veya banttaki gerilme değişikliklerinden etkilenmesini engellemek içindir. Kantarın doğruluğu sürekli kontrol edilmeli ve belli aralıklarla kalibrasyonu yapılmalıdır.

Sürekli tip plantlerde yukarıda belirtildiği gibi agrega kurutulmadan önce tartılır. Agreganın nem muhtevası sebebiyle bu tartımda hata oluşabilmektedir. Bağlayıcı ve agreganın doğru oranda karışmasını sağlamak için sürekli, agregadaki nem miktarı ölçülmelidir. Yapılan ölçüm sayesinde bağlayıcının miktarı, agreganın gerçek ağırlığına göre ayarlanır ve malzemeler doğru oranda karıştırılır.

Soğuk bunkerlerdeki ve stok sahasındaki agreganın nem miktarı, iş başlamadan ve gün ortasında ölçülmelidir. Nem miktarının, gün içinde değiştiği düşünülüyorsa, ölçümler daha sık yapılmalıdır. Nem miktarı, manüel veya elektronik olarak belirlenebilir.

Modern plantlerde nem algılama cihazları vardır. Belli bir değere göre ayarlandığında, bu miktara göre meydana gelen değişimi algılayabilir ve bunu kontrol kabinine bildirir.

4.4. BAĞLAYICININ BESLENMESİ

Sürekli tip plantlerde, agreganın beslenmesi gibi bitümlü bağlayıcı da sürekli tartılarak kurutucu/miksere yönlendirilir. Bağlayıcı pompası, agreganın tartım bandı ile ortak çalışmaktadır. Agreganın akışı oranında otomatik olarak kurutucu/miksere bitümlü bağlayıcı pompalanır. Tartım bandı, agreganın akımının miktarını ölçer ve bunu kontrol devrelerine iletir. Bağlayıcı pompasındaki sensor, akmakta olan bitüm miktarını ölçerek kontrol devrelerine bildirir. Kontrol devreleri, operatör tarafından belirlenen oran doğrultusunda bu iki değeri karşılaştırır. Eğer bir düzenleme gerekliyse, kontrol devreleri, bağlayıcı akım kontrol mekanizmasına akımı yavaşlatması veya hızlandırması doğrultusunda bir sinyal yollar.

4.5. KARIŞIMIN YAPILMASI

Belli oranlarda beslenen agreganın, kurutucu/mikserde kurutulup, ısıtıldıktan sonra yine aynı ekipmanda bağlayıcı ile karıştırılır ve üretilen karışım biriktirme depolarına veya stok silolarına yönlendirilir. Karıştırma işlemi farklı tip kurutucu/mikserlerde, farklı biçimlerde yapılabilir. Fakat tüm kurutucu/mikserlerde temel işlemler ortaktır.

Sürekli tip plantlerin kalbi, kurutucu/mikserdir. Bu parça, ağırlıklı tip plantlerin, kurutucusuna çok benzemektedir. Fakat sürekli tipte kurutucu/mikser adından da anlaşılacağı gibi, hem ısıtma ve kurutma işini hem de karıştırma işini yapmaktadır.

Agreganın birinci bölgeden silindire girer, burada kurutulur ve ısıtılır. Devamında agreganın ikinci bölgeye ya da tamburlu bir mikse geçmesi, burada bağlayıcı ilave edilerek karıştırılır. Bağlayıcı, ilk olarak, ince taneleri hapseder, sonra da, iri taneleri kaplar. Birinci bölgede, agreganın daha hızlı ve etkili kurumasını sağlamak için özel olarak tasarlanmış kanatçıklar vardır. İkinci bölgede, bağlayıcı, karışım çıkış ağzı yakınına püskürtülür. Bu bölgeye aynı zamanda emisyon kontrol sisteminden ve filler silosundan gelen malzeme boşaltılır. Fillerin, bağlayıcı ile aynı noktaya boşaltılması ile yüksek hızlı hava akımının ince malzemeleri kapmadan, bitüm içine hapsedilmesi sağlanır. Çıkan gazlar, içindeki ince malzemeden arındırma için emisyon kontrol sistemine yönlendirilirler.

Karışım sıcaklığı, kurutucu/mikserin çıkış ağzındaki bir sensör vasıtasıyla sürekli kontrol edilir. Sıcaklık kaydedici ve diğer indikatörler kontrol kabinindedir. Örnekleme yapılması gerektiğinde de numune, çıkış ağzından alınır.

4.6. YANMA KONTROLÜ

Kurutucu/mikserin içindeki alevli ısıtıcının amacı, agregayı ısıtmak ve kurutmak için gerekli olan ısıyı sağlamaktır. Alevli ısıtıcı, gereken ısıyı yağ, doğal gaz, propan veya kömür gibi yakıtları yakarak elde eder. Alevli ısıtıcı kontrolleri de, kabin içerisindedir.

Yakıt olarak yağ kullanılması durumunda, yanması için düşük basınçlı hava akımı ile püskürtülmesi gerekmektedir. Propanın veya doğal gazın yakıt olarak kullanıldığı alevli ısıtıcılar alçak ve yüksek basınçlı olabilirler. Her durumda, etkili bir yanma için yakıt besleyicisi ile hava fanı oranlı çalışmalıdır. Fanla yakıt besleyicisi oranlı çalışmazsa, yakıt tam olarak yanmayacaktır. Özellikle yakıtın dizel veya yağ olduğu alevli ısıtıcılarda, bu durum agrega üzerinde yağlı bir tabaka bırakmaktadır. Bu gibi problemler, beslenen yakıt miktarının azaltılması veya hava miktarının artırılması ile düzeltilebilir.

4.7. BİRİKTİRME DEPOLARI VE STOK SİLOLARI

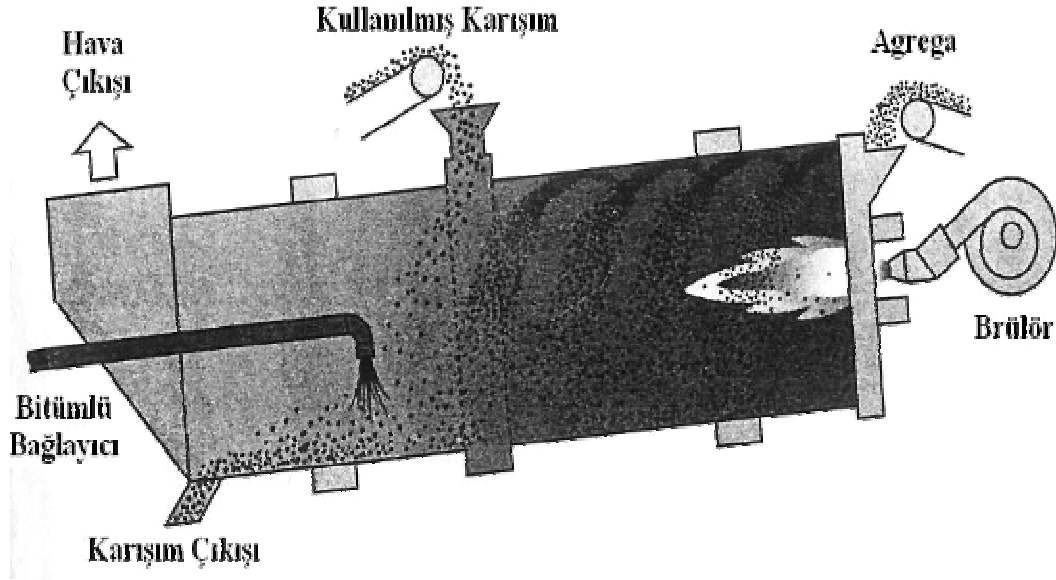
Sürekli tip plantlerde karışım, devamlı bir akım halinde üretildiği için karışımın geçici olarak depolanabileceği ve kamyonlara kontrollü yüklenebileceği biriktirme depoları veya stok silolarına ihtiyaç vardır. Kamyonlarla alınan karışımın miktarı kantarda tartım yapılarak belirlenir. Tartım sisteminin kontrol paneli ve tartım kayıtları kontrol kabinindedir.

4.8. KURUTUCU/MİKSER ÇEŞİTLERİ

4.8.1. Paralel Akımlı Kurutucu/Mikserler

Paralel akımlı tipler, uzun yıllar boyunca kullanılmış standart kurutucu/mikserlerdir. Paralel akımlı kurutucu/mikserlerde, agrega alevli ısıtıcı tarafından tambura girer ve

gazlarla aynı yönde ilerler. Bağlayıcı, tamburun sondan 3'de 1'lik kısmında fillerle beraber ilave edilir ve karışım bu kısımda yapılır. (Şekil 4.3)

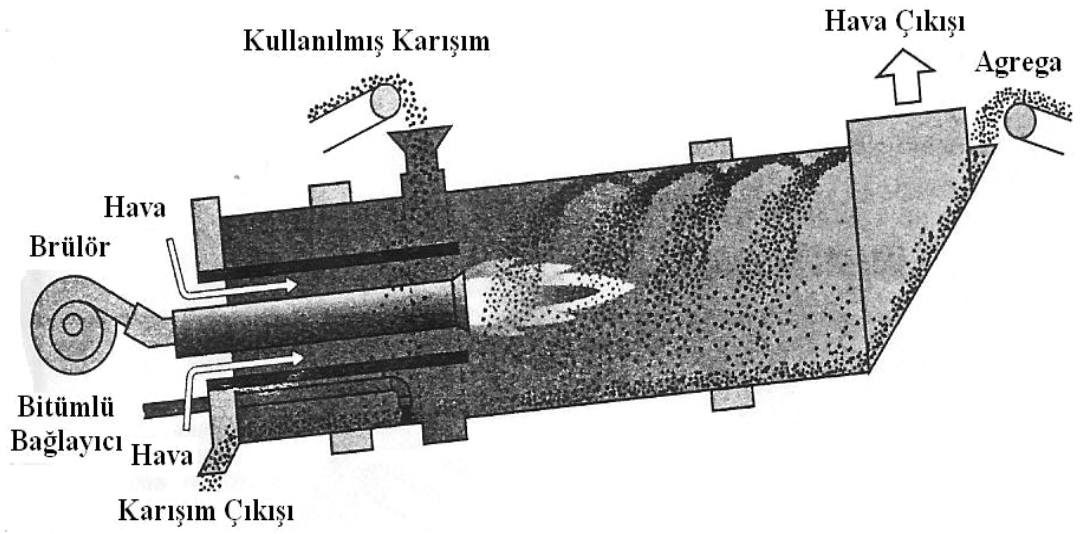


Şekil 4.3: Paralel Akımlı Kurutucu/Mikser (ASTEC)

Son yıllarda paralel akımlı kurutucu/mikserlerin sayısı gittikçe düşmüştür. Fakat halen kullanılmakta ve yapılmakta olanlar mevcuttur.

4.8.2. Karşıt Akımlı Kurutucu/Mikserler

Bu tip kurutucu/mikserlerde agrega, alevli ısıtıcının tam karşısından tambura girmektedir ve gazlarla zıt yönde ilerlemektedir. Bağlayıcının oksitlenmeye maruz kalmasını engellemek için, alevli ısıtıcının ucu tam ağızda değil biraz daha içerdedir. Bağlayıcı, agrega alevli ısıtıcı ucunu geçtikten sonraki bölümde tambura püskürtülür ve karışım burada yapılır. (Şekil 4.4)



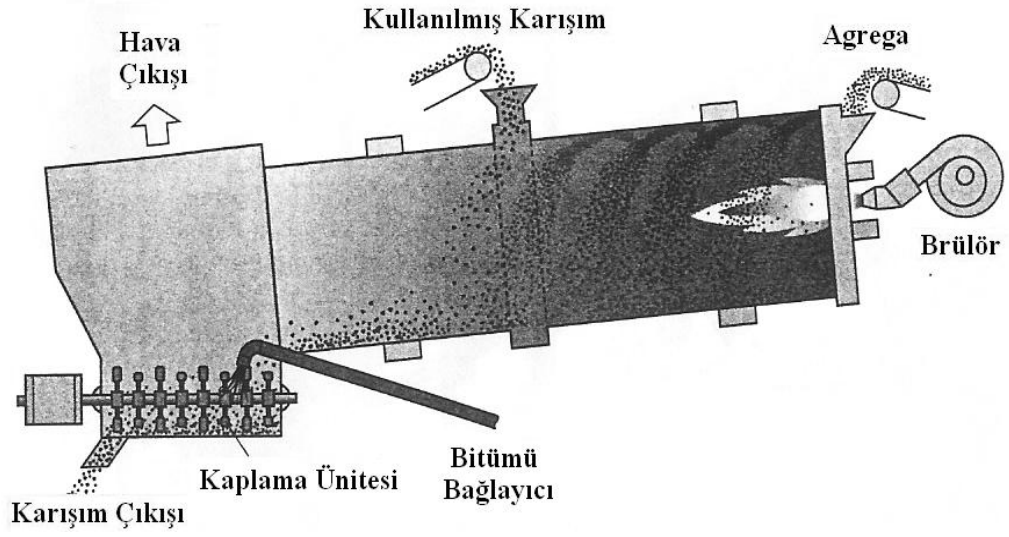
Şekil 4.4: Karşıt Akımlı Kurutucu/Mikser (ASTEC)

4.8.3. Kaplama Üniteli Kurutucu Mikserler

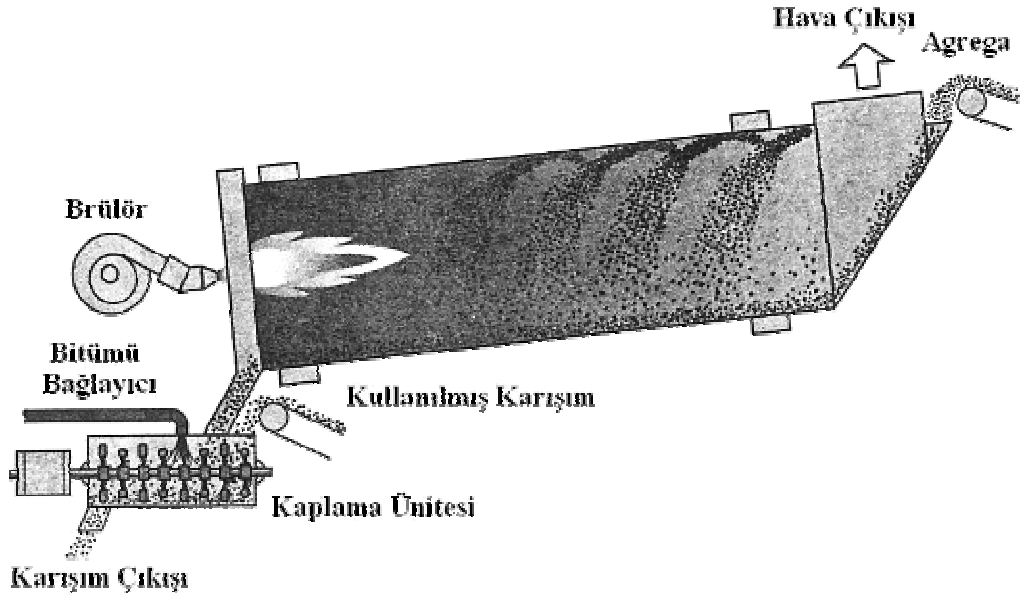
Kaplama ünitesi, paralel akımlı veya karşıt akımlı kurutucu/mikserlerin çıkış ucuna eklenebilir. Bu durumda tambur, sadece kurutma ve ısıtma işlemini yerine getirir, burada ısıtılan ve kurutulan agrega kaplama ünitesine yönlendirilir. Bağlayıcı, kurutucunun çıkış ucunda ya da kaplama ünitesinin içinde püskürtülür. Kaplama ünitesinin avantajı, karışım işleminin, sıcak gazlardan uzakta yapılmasıdır. Bu sayede bağlayıcı içindeki bileşenlerin kaybı da engellenmiş olur. Kaplama ünitesi tek veya çift şaftlı bir mikser ya da tamburlu bir mikser olabilir. (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6)

4.8.4. Çift Kademeli Tamburlar

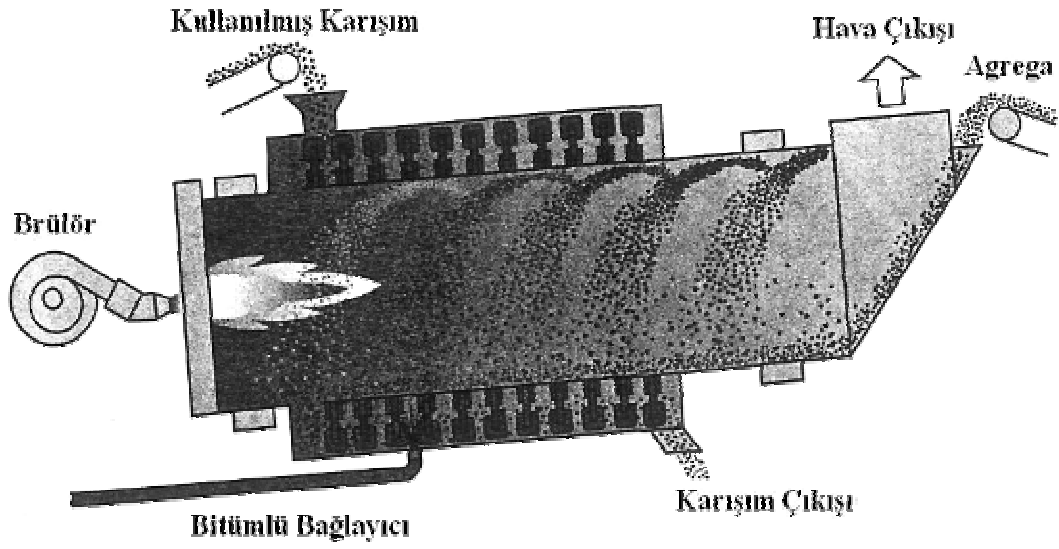
Çift kademeli tamburlarda iç tambur, karşıt akımlı bir kurutucudur. İç tamburun 2/3 ünü kaplayan daha büyük çaplı dış tambur ise mikser görevini görmektedir. İç tamburda agrega ısıtılıp, kurutulur. Devamında agrega dış tambura geçer, burada filler ile bağlayıcı eklenir ve karışım sıcak gazların etkisinden uzakta yapılır. (Şekil 4.7)



Şekil 4.5: Paralel Akımlı Kurutucu/Mikserde Kaplama Ünitesi
(Construction of Hot Mix Asphalt Pavements, Manual Series No:22, 2nd Edition)



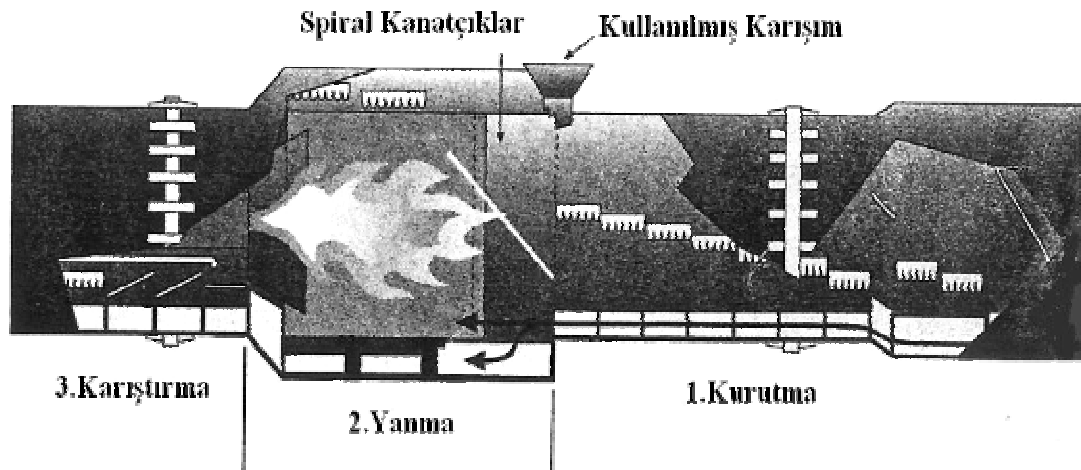
Şekil 4.6: Karşıt Akımlı Kurutucu/Mikserde Kaplama Ünitesi (ASTEÇ)



Şekil 4.7: Çift Kademeli Kurutucu/Mikser (ASTEC)

4.8.5. Üç Kademeli Tamburlar

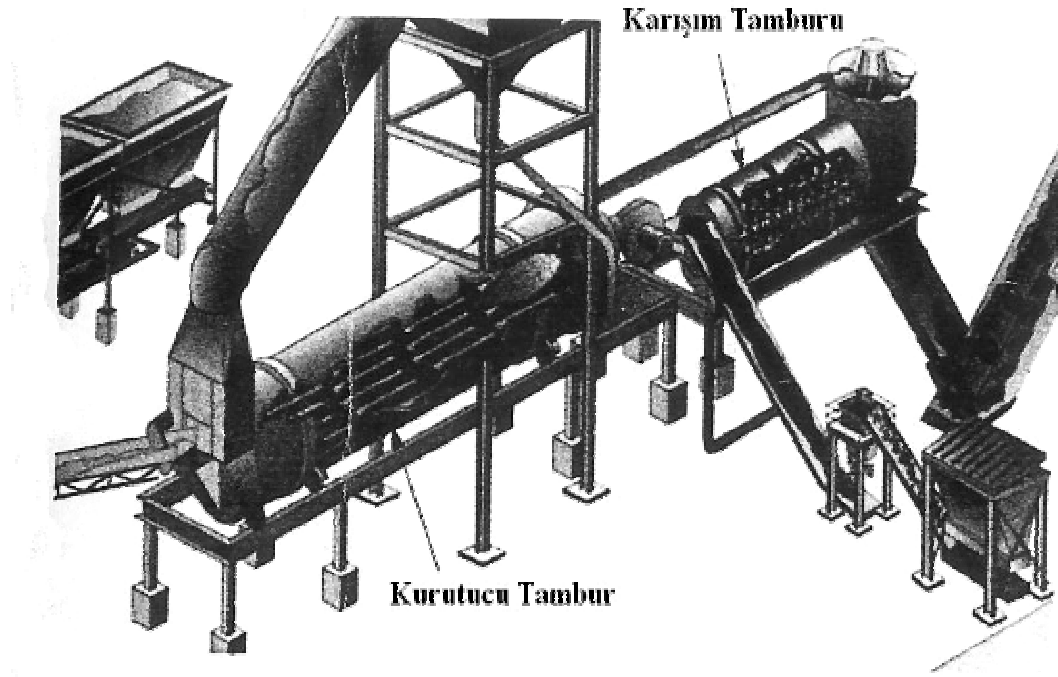
Üç kademeli tambur, ısıtma, kurutma ve karıştırma için ayrı bölgeleri bulunan karışık akımlı bir kurutucu/mikserdir. İlk ve en uzun bölgede agrega, ısıtılır ve kurutulur. İkinci bölgede, alevli ısıtıcı bulunur ve yanma işlemi burada gerçekleşir. İkinci bölgede agrega istenilen sıcaklığa ulaşır ve üçüncü bölgeye geçer. Üçüncü bölgede filler ile bağlayıcı eklenir ve karışım burada yapılır. (Şekil 4.8)



Şekil 4.8: Üç Kademeli Kurutucu/Mikser (CMI)

4.8.6. Çift Tamburlu Sistem

Bu sistemde birbirinden ayrı iki adet tambur vardır. Agregayı ısıtıp, kurutmak için karşıt akımlı bir kurutucu tambur ve bitümle agregayı karıştırmak için daha küçük ikinci bir tamburlu mikserden oluşmaktadır. Birinci tamburda ısıtılıp, kurutulan agrega, ikinci tambura yönlendirilir ve karışım ikinci tamburda yapılır. (Şekil 4.9)



Şekil 4.9: Çift Tamburlu Sistem (GENTEC)

4.9. SÜREKLİ TİP PLENTLERDE GERİ DÖNÜŞÜM

Kullanılmış bitümlü sıcak karışımın, sürekli tip bir plentte geri dönüştürülme metodu, ağırlıklı tip plentten çok daha farklıdır. Kullanılmış malzeme, herhangi bir ek işleme tabi tutulmadan, sıcak agrega ve bitümle karıştırılmak için kurutucu/miksere boşaltılır. Kullanılmış malzemenin giriş ağzı, alevden olabildiğince uzak tutulmalıdır. Kullanılmış karışım, sıcak agrega ile karşılaştığında, karışım içindeki buhar dışarıya çıkar. Buhar miktarı, karışım içindeki nem miktarına bağlıdır. Geri dönüştürülmüş karışımın kalitesi, kullanılan malzemelerin kalitesine ve uygulanan metoda bağlıdır.

Paralel akımlı kurutucu/mikserlerde, kullanılmış karışım, tamburun orta kısmına üstteki bir ağızdan boşaltılır. Karşıt akımlı kurutucu/mikserlerde ise, brülörün hemen önünde, üstteki bir ağızdan boşaltılır.

Kaplama ünitesi olan bir paralel akımlı kurutucu, kullanılmış malzemeyi paralel akımlı kurutucu/mikserle aynı şekilde alır. Kaplama ünitesi olan, karşıt akımlı bir kurutucuda ise malzeme, kaplama ünitesinin girişine boşaltılır.

Çift kademeli tamburlarda, malzeme, dış tamburun brülöre en yakın kısmından alınır. Kullanılmış karışım, dış tambura bağlayıcıdan önce verilir, bu sayede malzemenin ısıtılmış agregadan ve iç tamburdan yeterince ısı alması sağlanmış olur.

Üç kademeli tamburda, malzeme, üstteki bir ağızdan birinci ve ikinci bölge arasına boşaltılır. İlk olarak ısıtılmış agregası ile karıştırılır, ikinci bölgeden geçer ve üçüncü bölgede bağlayıcı eklenir.

Çift tamburlu plentlerde, kullanılmış malzeme, tamburlu mikserde boşaltılır. Tamburlu mikserde agreganın girdiğı, bitümün ilave edildiğı giriş kısmına boşaltılır.

5. PLENTLERİN KAPASİTELERİ VE PERFORMANSLARI

Bitümlü sıcak karışım, daha önce de belirtildiği gibi maliyeti son derece yüksek bir inşaat malzemesidir. Hammadde olarak ele alındığında, az miktarda kullanılmasına karşın, bitümün fiyatı oldukça yüksektir. Üretim aşamasına gelindiğinde ise, agreganın kurutulması, bitümün ısıtılıp akışkan hale getirilmesi ve karışımın yapılması, bitümlü sıcak karışımın maliyetini son derece arttırmaktadır. Üretim maliyetinin yüksek olmasının yanı sıra, üretim tesislerinin de yatırım maliyeti yüksektir. Kamu ya da özel kuruluşlara, mali yükler ve sorumluluklar getirmektedir. Tesis maliyetinin geri dönüşümü uzun vadeli olup, işletme, bakım ve onarım giderlerinin ekonomik olması gerekmektedir. Unutulmaması gereken diğer bir konu da; plentin üretim zincirinin sadece bir halkası olduğudur, beraberinde oluşturulması gereken diğer lojistik birimlerin de maliyetleri hesaplanmalıdır. Plentteki herhangi bir sorun ya da diğer lojistik hizmetlerde meydana gelen bir aksaklık, üretimi durduracak veya yavaşlatacaktır. Tesisin ve lojistik hizmet birimlerinin birbiri ile uyumlu çalışması gerekmektedir. Örneğin; düşük kapasiteli bir asfalt plenti, serme kapasitesi yüksek olan serim grubunun atıl kalmasına ve dolayısıyla iş kaybına sebebiyet verecektir. Bununla birlikte yüksek kapasiteli bir asfalt plenti de serim kapasitesinin üzerinde aşırı bir üretim yaptığında, mecburen durarak serim ekibinin üretilen karışımı sermesini bekleyecektir.

5.1. TEORİK VE PRATİK KAPASİTE

Üretici firmalar, plentleri kapasitelerine göre pazarlamaktadırlar. Örneğin; 90 t/saat Ağırıklı Tip veya 120 t/saat Sürekli Tip şeklinde. Belirtilen bu kapasiteler teoriktir ve maksimum %5 agrega nem muhtevasına göre hesaplanmışlardır. Bir tesisin belirtilen kapasitede üretim yapabilmesi için birçok koşulun sağlanması gerekmektedir. Bunlar; agreganın nem oranı, plentin bulunduğu rakım, hammadde kalitesi v.b. sayılabilir.

Tesisler, pratik söz konusu olduğunda ortalama % 17'lik bir üretim kaybıyla çalışırlar. Bu da teorideki kapasitesi 120 t/saat olan bir plentin, pratikte 100 ton üretim yapabildiğini göstermektedir. Buna ek olarak yağış, kapasiteyi fazlasıyla etkilemektedir. Örneğin; önceki haftalarda yağmur nedeniyle ıslanan 0-5 mm agrega üzerindeki rutubeti haftalarca bırakmaz ve daha sonra yapılacak olan üretimde % 30'luk bir kayba neden olur. Bu da 120 t/saat'lik bir plentin üretimini 70 t/saat'e kadar düşürmektedir. [15]

Plent şehir içinde çalışıyorsa belediye veya özel sektör kendi yol bakım çalışmaları için kapasitenin bir kısmını plent altından alarak kullanır. Bu da üretimi yine aynı oranda (%30) düşüren bir faktördür. Aynı anda dışarıya malzeme satılmış ya da yama amaçlı malzeme gönderilmiş olabilir. Yukarıda belirtilen tüm durumlar gerçekleştiğinde, örnek olarak verilen 120 t/saat'lik plentin, yapılan iş için üretebildiği karışım miktarı saatlik 50 tona düşmektedir.

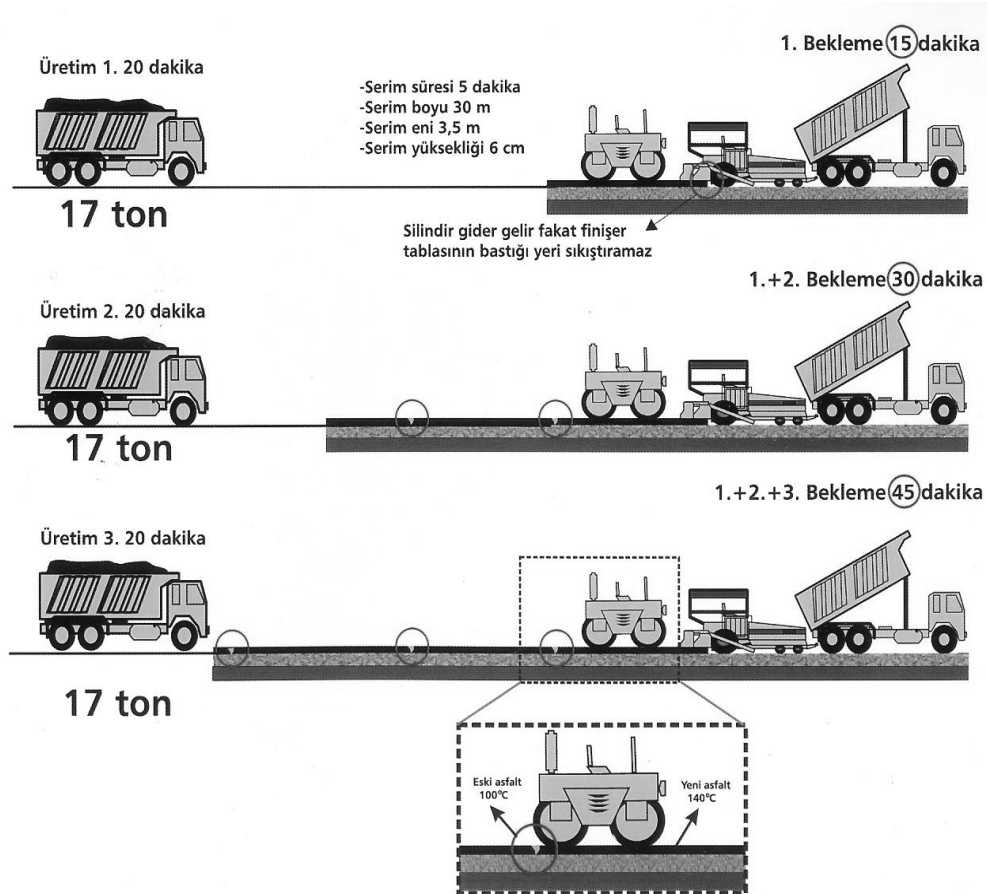
Yukarıda verilen örnekler doğrultusunda, yapılan iş için üretilen karışım miktarı, plentin kapasitesinin % 42'si ile % 83'ü arasında değişmektedir. Tesisin yatırım maliyetinin de oldukça yüksek olmasından dolayı, üretimdeki bu gibi kayıplar kuruluşlara çok daha büyük bir mali külfet getirmektedir.

5.2. DÜŞÜK KAPASİTEDEN KAYNAKLANAN VERİMSİZLİK

Düşük kapasiteden kaynaklanan verimsizliği açıklamak için bir önceki konuda yer alan 120 t/saat'lik plent ve meydana gelen olumsuzluklar ele alınmıştır. Buna göre teorik kapasitesi 120 t/saat olan bir plentin, yağış, karışımın bir kısmının farklı kuruluşlara gönderilmesi gibi koşullar altında, yapılmakta olan iş için sadece 50 ton üretebildiği görülmüştür. [15]

Üretilen 50 ton karışım, normal koşullarda 1 saatte 3 kamyon ile taşınmaktadır. Plent, 20 dakikada bir kamyon doldurabilmektedir. Bir kamyon malzeme ile yaklaşık 30m x 3,5m x 6cm boyutunda serim yapılabilmektedir. Tesisten çıkan ilk kamyon serimi bitirdiğinde, serim ekibi sıradaki kamyonu beklemek zorundadır, bu sırada finişer hareket edemez, tablasını yerinden kaldıramaz. Serilen malzemeyi sıkıştıran silindir, finişer tablasının olduğu yeri sıkıştıramaz. İkinci kamyon geldiğinde finişer,

serime yeniden başlar bu esnada silindir, tablanın olduğu kısmı sıkıştırabilir fakat bu bölge soğumaya başlamıştır. Serimin yapıldığı yerin tesise uzaklığı da göz önüne alındığında, serim ekibinin bekleme süresi, kapasite düşüklüğünün de etkisiyle birikmeli olarak uzayacaktır. Süre uzadıkça, serilen iki bölge arasındaki kısım büyük ölçüde sıcaklığını kaybedecektir. Örneğin; yeni dökülen asfalt 140 °C sıcaklıkta, önceden dökülen kısım ise, nispeten soğumuş 100 °C civarında ise sıkışmalar farklı olacaktır ve iki bölge arasında ek yerleri oluşacaktır. Bu durum bekleme süresinin artmasıyla, her 30 m de bir gerçekleşebilir. Bir şerit bitirilip diğer şeride geçildiğinde, iki şerit arasında yine aynı problem yaşanabilir. Özellikle şehir içinde, iki şeridi aynı anda sermek olanaksızdır, bir şeridin makine ve ekipmanlar için servis şeridi olarak kullanılması zorunludur. İlk şeridin serimi tamamlandı, ikinci şeride geçildiğinde, aynı şekilde iki şerit arasında ek yeri oluşacaktır (Şekil 5.1), [15].



Şekil 5.1: Düşük Kapasiteden Kaynaklanan Sorunlu Uygulama (SİMGE)

Günümüz serim ekipmanlarının kapasiteleri minimum 250 ton/saat'i bulmaktadır. Ayrıca plente agrega üreten konkasör tesislerinin piyasadaki ortalama kapasitesi 250 ton civarındadır. Konkasör tesisinde gereksiz üretimden, serim sahasında ise beklemeden dolayı iş kaybı olmaktadır. Plent kapasitesinin yanlış seçimi, iş kaybının yanı sıra, yukarıda belirtildiği gibi kalitesiz uygulamaya da neden olmaktadır.

5.3. ASFALT TESİSİ SERİM VE İŞLETİM MALİYETİ

Plentin maliyeti yanı sıra bakım, onarım ve lojistik desteklerin de bir maliyeti vardır. Her tesisin; operatör, yağcı, bekçi, sekreter, aşçı, teknik personel, serim ekibi v.b. çalışanlara, finişer, silindir, kamyon, yükleyici v.b. ekipman ve makinelere, ayrıca tesisin kurulması için yeterli bir alana ihtiyacı vardır. Farklı kapasitedeki plentlerin gerekli personel, makine, ekipman v.b. ihtiyaçları ile ekonomik analizleri aşağıda karşılaştırılmıştır. [15]

- Tüm kapasiteler bir operatör ve yağcı tarafından çalıştırılabilir. Farklı kapasiteli tesislerde personel sayısı değişmemektedir.
- Yüksek ve düşük kapasiteli plentleri besleyen yükleyiciler farklı değildir. Orta büyüklükte bir yükleyici tüm kapasiteleri besleyebilir.
- Düşük kapasiteli plentlerde, mikser altında bekleme süresi artar fakat bu kamyon sayısını çok fazla değiştirmez.
- Her tesis için bir kantar gerekmektedir.
- İşletme maliyetleri, yüksek kapasiteli tesislerde fazladır.
- Düşük ve yüksek kapasiteli plentlerde, şantiye genel personel sayısı çok fazla değişmez.
- Ofset serim yapabilen bir finişer, tüm bu kapasitelere uygun çalışabilir.
- Biri demir bandajlı, diğeri lastik tekerlekli iki adet silindir ile tüm kapasiteler serilebilir.
- Teknik elemanlar, kurulacak saha ve serim elemanları da her kapasite için aynıdır.
- Tüm kapasiteler için gerekli olan plent kurulum sahası büyüklük olarak çok farklılık göstermemektedir.

— Serim elemanları tüm kapasiteler için aynıdır. [12]

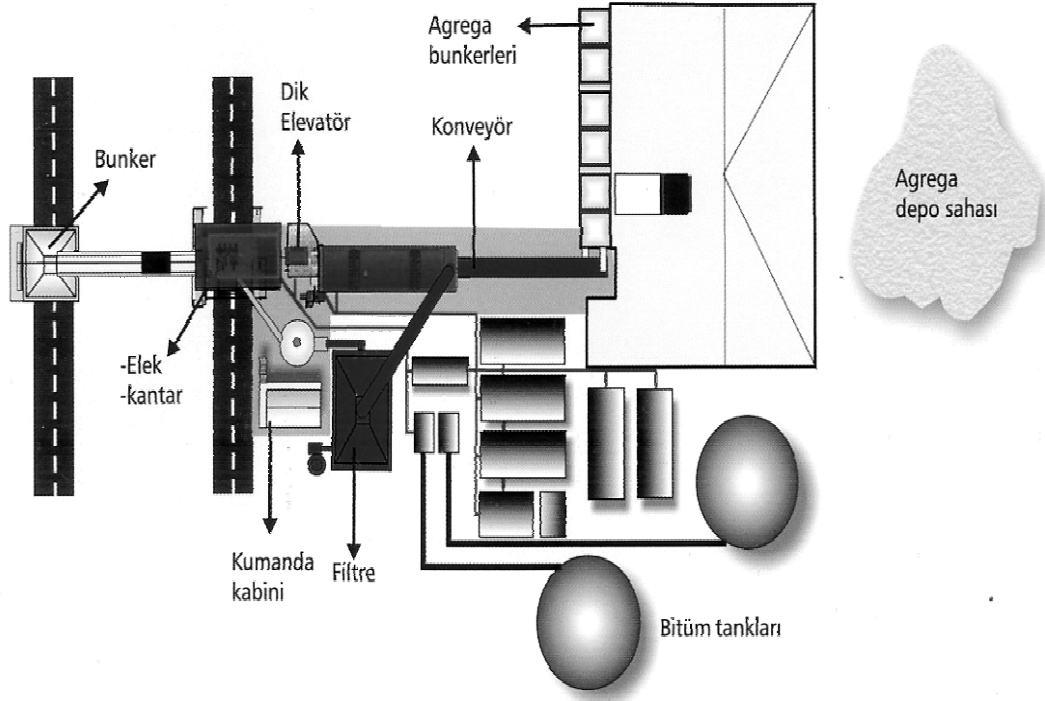
Tüm bu maliyetler toplanıp üretim kapasitelerine bölündüğünde ağırlıklı tip plantler için çıkan ton başına maliyetler aşağıdaki gibi olabilmektedir. (Şekil 5.2)

			120 tph	150 tph	175 tph	200 tph	250 tph	>300 TPH
1	Plant personeli		X	X	X	X	X	X
2	Yükleyici		X	X	X	X	X	X
3	Kamyon		X	X	X	X	X	X
4	Kantar		X	X	X	X	X	X
5	Finişer		X	X	X	X	X	X
6	Silindir		X	X	X	X	X	X
7	Teknik Kontrol Ekibi		X	X	X	X	X	X
8	Saha		X	X	X	X	X	X
9	Serim personeli		X	X	X	X	X	X
10	Diğer		X	X	X	X	X	X
11	n		nX	nX	nX	nX	nX	nX
12	Maliyet		nX/120	nX/150	nX/175	nX/200	nX/250	nX/300
Maliyet (Grafiksel)								

Şekil 5.2: Tesis Kapasitesine Göre Ton Başına Maliyet

5.4. ASFALT PLENTİ KURULUM ALANI

Tesis kurulum alanı, plantin kapasitesine göre değişmemektedir. Bitüm tanklarının, yağ tanklarının, yakıt tanklarının ve agrega depo sahasının kapladığı alan değişmemektedir. Soğuk agrega bunkerlerinin genişliği, orta boy bir loder kovanının yükleme yapabileceği genişlikte olmalıdır. Aynı şekilde, hazır malzeme siloları ve mikser grubunun genişliği de altına bir kamyonun rahatça girip, dolum yapabileceği genişlikte olmalıdır. Ağırlıklı tip bir asfalt plantinde, Şekil 5.3’de gösterilen koyu renkli parçalar büyüyüp küçülebilir fakat bu değişiklikler kurulum alanında büyük farklılıklara neden olmamaktadır. [15]



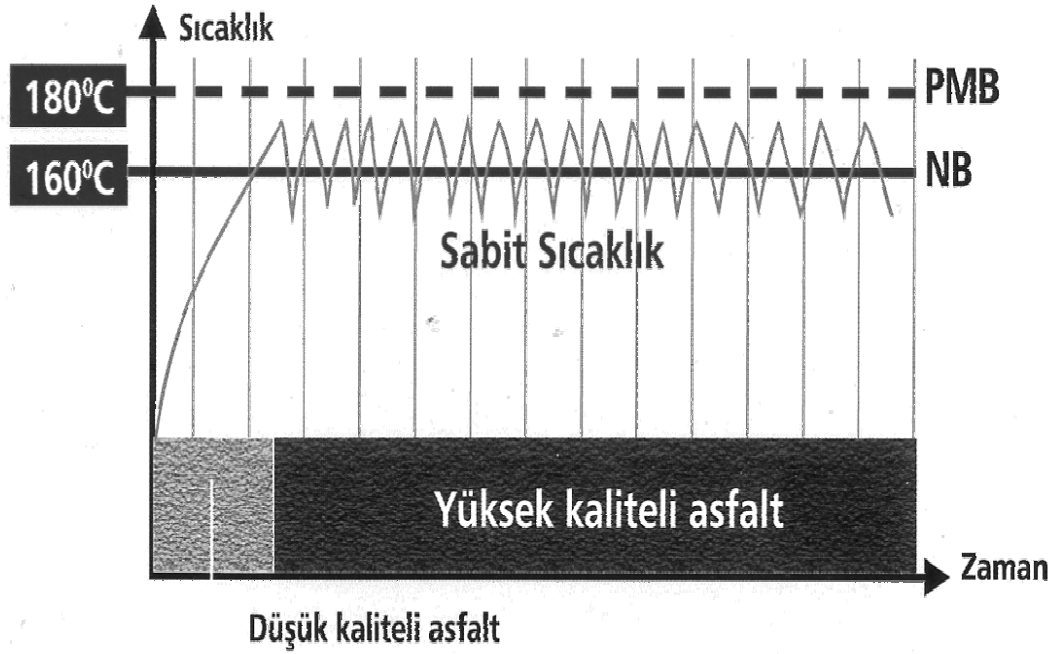
Şekil 5.3: Ağırlıklı Tip Asfalt Plenti Kurulum Alanı (SİMGE)

5.5. KURUTUCU KAPASİTESİ

Önceki bölümlerde belirtildiği gibi, bir plentin kapasitesini en fazla etkileyen kurutucunun performansıdır. Tamamıyla nemden arındırılmayan agrega, karışımında kullanılamaz. Plentin kapasitesine uygun olmayan bir kurutucu seçildiği takdirde, tutulma zamanı uzayacak bu da kapasiteyi düşürecek ve aşırı yakıt harcanmasına neden olacaktır. Örneğin; küçük ve dar ısıtma yüzeyine sahip bir tencerede, 1 litre su 8 dakikada kaynamakta fakat büyük ve geniş ısıtma yüzeyine sahip bir tencerede aynı miktardaki su alevin yaygınlaşması ve ısı temas yüzeyinin artması nedeniyle 5 dakikada kaynamaktadır. Yani küçük bir kurutucuda agrega çok daha uzun bir sürede ısıtılabilir. Dolayısıyla, küçük kurutucular çok ekonomik olmamaktadırlar. Optimum kapasiteli bir kurutucuda ise agrega, aynı brülörde zaman ve enerji kaybı olmaksızın ısıtılabilir[15].

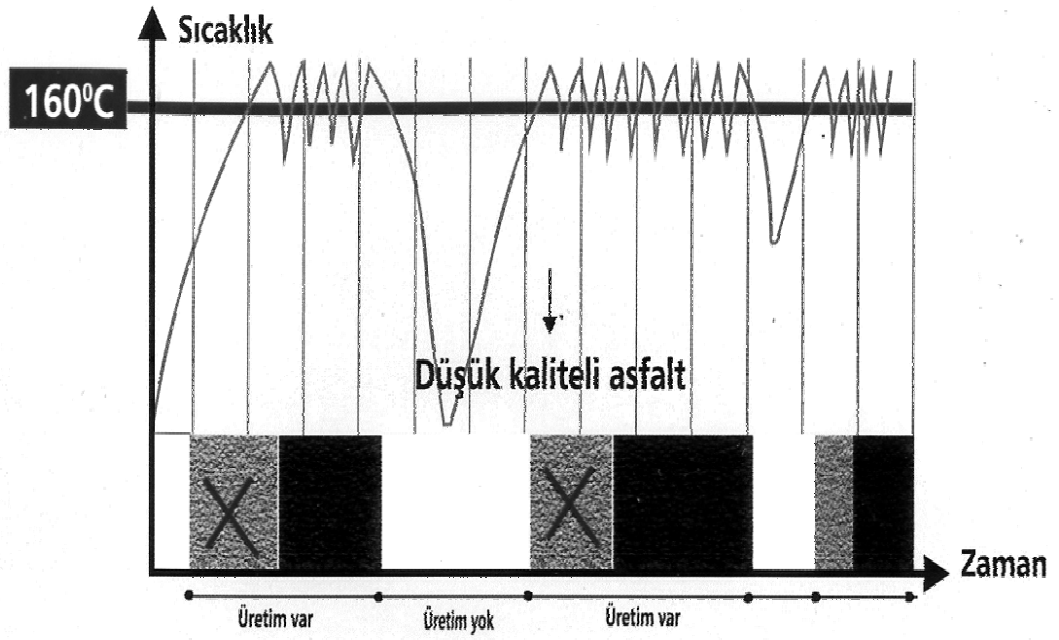
5.6. YÜKSEK KAPASİTELİ PLENTLERDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Kaliteli karışım üretimi için ısısının sabit sıcaklıkta olması gerekmektedir. Plent çalıştırılmadan önce, ekipmanlar çevre sıcaklığındadır. Üretim başladıktan bir süre sonra, ekipmanlar karışım için gerekli sıcaklığa ulaşırlar yani rejime girerler. Sabit sıcaklık değeri normal bitüm için 160 °C, polimer modifiye bitüm için 180 °C'dir. Plent rejime girene kadar, yapılan ilk üretimlerde bozuk karışım çıkabilmektedir. Bu yüzden plent rejime girdikten sonra karışım kalitesinin devamı için serim bitene kadar plent durdurulmadan çalışmalıdır (Şekil 5.4), [15].



Şekil 5.4: Asfalt Plentinin Zamana Bağlı Üretim Kalitesi

Yüksek kapasite ile üretim yapan bir plentte, serim ekibine kapasitelerinden fazla karışım sevk edilecektir. Dolayısıyla gönderilen karışım serilmeden ekibin yeni bir kamyonu ihtiyacı olmayacaktır. Bu durumda plent durdurulur. Bir süre sonra ihtiyaç oluştuğunda serim ekibi tekrar karışım isteyecek ve plent çalıştırılacaktır. Geçen sürede plent rejimden çıkmış ve soğumuştur, tekrar rejime girmesi ve kaliteli karışım üretmeye başlaması zaman alır. Bu durum da sürekli kalitesiz karışım üretilmesine sebep olur. (Şekil 5.5)



Şekil 5.5: Yüksek Kapasiteli Asfalt Plentinde Oluşan Kalite Kaybı (SİMGE)

Asfalt plenti, yüksek ısı ortamında çalışan bir tesistir. Plent çalışmasının kesintiye uğratılması plent ekipmanlarının genleşme ve büzölmelerine sebebiyet verir, dolayısıyla mekanik parçaların daha hızlı deformasyona uğramasına neden olur. En dikkat edilmesi gereken kısım kurutucudur. Sürekli ısınma ve soğumaya maruz kalan kurutucuda ısıya bağlı olarak meydana gelen yapısal genleşmeler yüzünden bazı yarık/çatlaklar oluşabilir. [15]

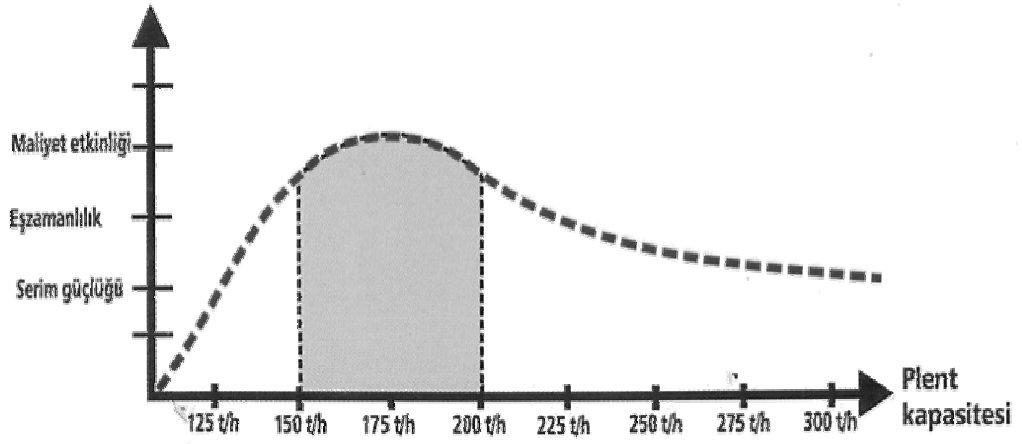
Yüksek kapasiteli plentlerde karşılaşılan diğer bir problem de parçalarının büyük olmasıdır. Büyük parçaların, tamiri ve bakımı yüksek maliyetlidir. Ayrıca büyük parçaların taşınması da sorun olmaktadır.

5.7. OPTİMUM PLENT KAPASİTESİ

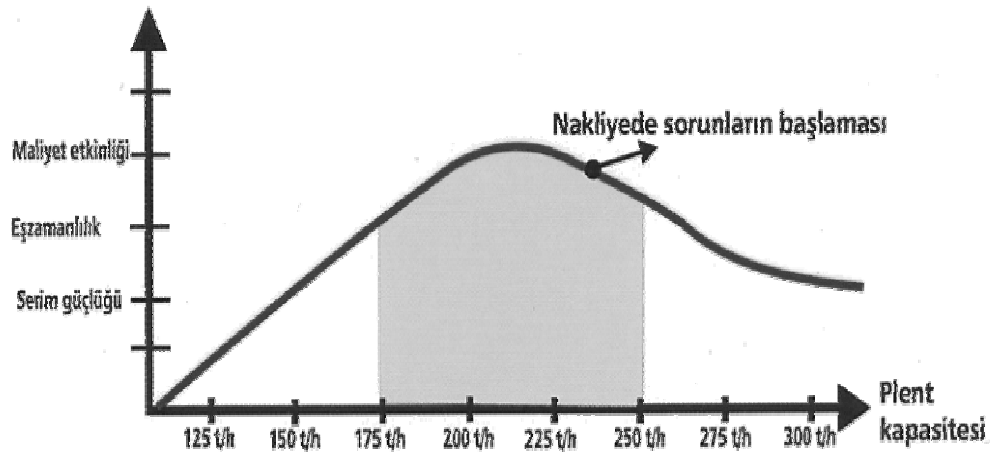
Yukarıda da belirtildiği gibi her plent kaliteli üretim öncesi kendi sıcaklığını gereken seviyeye getirmek zorundadır. Yüksek kapasiteli plentlerde bu iş için daha fazla zaman ve ısı enerjisi gerekmektedir. Yapılan iş doğrultusunda optimum kapasiteli bir plent ile yüksek kapasiteli bir plent arasında üretim farkı yoktur. Aynı zamanda yüksek

kapasiteli bir plent çalıştırılıp, durdurulacağı için üretim bakımından optimum plentin karışım kalitesine ulaşamayabilir. [15]

Şekil 5.7.1’de 10 yıl önceki optimum plent kapasitesi görülmektedir. Optimum kapasite, 150 t/h ile 200 t/h arasında değişmektedir. Günümüz koşullarında ise, serim hızı artmış, plentler ve finişerler gelişmiştir. Optimum kapasite de 175 t/h ile 250 t/h arasına çıkmıştır(Şekil 5.6).



Şekil 5.6: 1995’deki Optimum Plent Kapasite Grafiği (SİMGE)



Şekil 5.7: 2005’deki Optimum Plent Kapasite Grafiği (SİMGE)

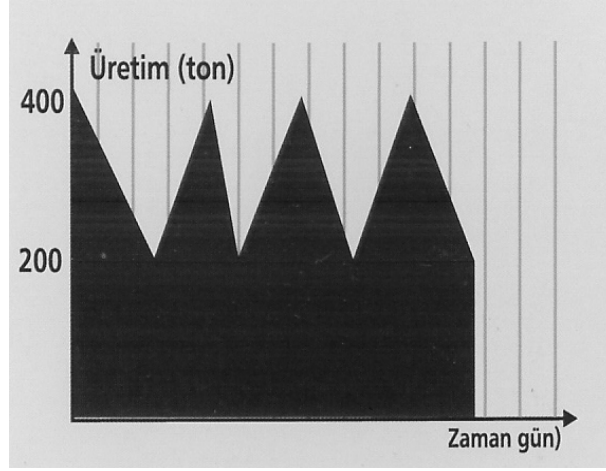
5.8. ÇİFT ÜNİTELİ AĞIRLIKLİ TİP PLENTLER

Çift üniteli plantlar, optimum ve yüksek kapasitede hizmet verebilirler. Standart plantlara ek olarak ikinci kurutucu, üretim kulesi, emisyon kontrol sistemi ve karışım siloları mevcuttur. Standart bir plant, çift üniteli tesise çevrilebilir. Fakat ilk plant kurulurken, olabilecek kapasite artışı ve kurulum alanı gelişmeleri göz önüne alınarak hareket edilmelidir. İlk kurulumda kontrol kabini ortaya alınmalı, daha sonra ihtiyacın artması durumunda ikinci ünite yanına eklenmelidir (Şekil 5.8)[15].

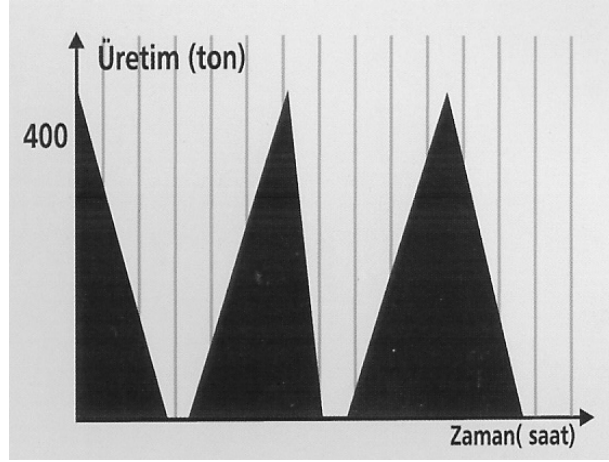


Şekil 5.8: Çift Üniteli Plant (SİMGE)

Çift üniteli plantlar, kapasitenin esnek kullanılmasına imkân sağlarlar. Fazla karışım ihtiyacı yoksa bir ünite çalışır. Eğer ihtiyaç artarsa ikinci ünite devreye girerek kapasite arttırılabilir. Bu sayede daha fazla üretim sağlanır (Şekil 5.9 ve Şekil 5.10)[15].



Şekil 5.9: Çift Üniteli Plentlerin Üretim Grafiği (SİMGE)



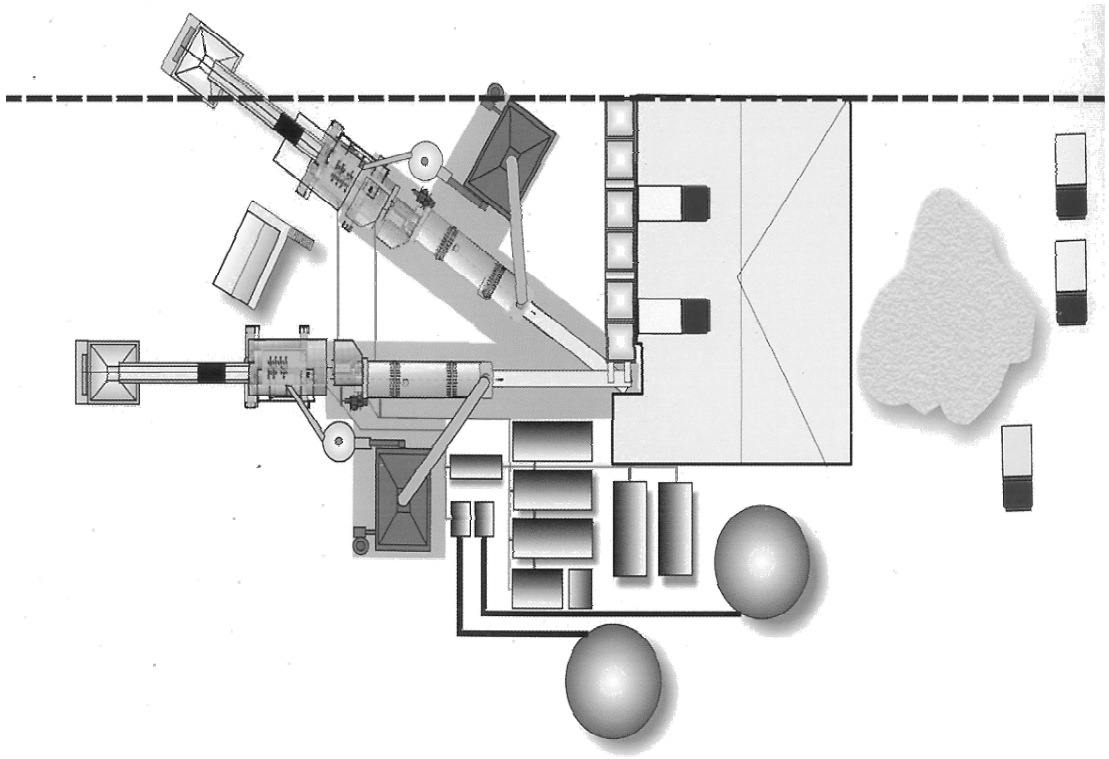
Şekil 5.10: Yüksek Kapasiteli Plentlerin Üretim Grafiği (SİMGE)

Çift üniteli plentlerde aynı anda farklı karışımlar üretilebilir. Bir ünite, aşınma tabakası için karışım yapılırken diğerinde binder tabakası için karışım üretilebilir. Bu da zaman ve iş gücü tasarrufu ile birlikte plentin tam kapasite ile çalışmasını sağlar, maliyetleri düşürür. Çift üniteli plentlerin maliyete olan diğer bir etkisi de, iki standart plent yerine bir adet kurulabilir, bu da alan, personel ve hizmet bakımından maliyeti yarı yarıya azaltacaktır [15].

Çift üniteli plentlerde, üretim yapmaya elverişli ekipmanlar çift olduğundan, bir üniteye herhangi bir arıza durumunda, diğer ünite ihtiyacı tam anlamıyla karşılamasa da üretime devam edebilir. Arıza giderildiğinde kapasite yine eski haline dönecektir.

Ayrıca her iki ünite de arıza meydana geldiğinde, sorun çıkaran ekipmanlar aynı değil ise parçaların karşılıklı değişimi ile ünitelerden birinin üretime devam etmesi ve arızadan dolayı kaybın en aza indirilmesi sağlanabilir [15].

Çift üniteli plantlar, daha önce de belirtildiği gibi alan tasarrufu sağlarlar. Kontrol kabini, agrega stok sahası, yükleme rampası, loder, bitüm tankları, fuel oil tankı, termotransfer yağ sistemi ortak kullanılır. Şekil 5.11’de görüldüğü gibi çift üniteli plantın kurulum alanı, standart plantın kurulum alanından çok farklı değildir.



Şekil 5.11: Çift Üniteli Plant Kurulum Alanı (SİMGE)

6. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, asfalt plantlerinin üretim aşamaları ve performansları bakımından değerlendirilmesidir. Bu çalışma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

- **Depolama ve besleme açısından değerlendirme**

- Sürekli tip tesislerde, agreganın stoklanması, ağırlıklı tiplere oranla daha fazla özen gerektirmekte ve gradasyondaki küçük hatalar dahi karışım performansını olumsuz etkilemektedir. Ağırlıklı tip plantlerde ise, gradasyonda büyük hatalar olmadığı sürece, yeniden eleme ve stoklama işlemi sayesinde oluşabilecek problemler engellenebilmektedir.
- Sürekli tip plantlerde agrega, soğuk besleme ünitesinden kurutucu/miksere yönlendirildiğinden karışım performansını etkilemektedir. Ağırlıklı tip plantlerde ise yanlış oranlamadan dolayı, sıcak bunkerlerdeki malzeme miktarının aşırı yükselmesi veya düşmesi sebebiyle üretimin durdurulması gerekebilmektedir.
- Ağırlıklı tip plantlerde agrega, depolandığı sıcak bunkerlerden yapılan karışımın miktarına göre tartım kovalasına alınarak mikserde boşaltılır. Sürekli tip plantlerde ise, agrega akım miktarı tartım bandı sayesinde okunmakta ve karışım bu miktar doğrultusunda yapılmaktadır. Ağırlıklı tip plantler tartım kontrollü olduğundan karışım için gerekli agrega miktarı en doğru şekilde mikserde verilebilmektedir.
- Sürekli tip plantlerde, bağlayıcı karışımın yapıldığı bölgeye püskürtülmekte ve miktarı malzeme debisine göre belirlenmektedir. Ağırlıklı tip plantlerde bağlayıcı, istenen miktarda bir kovada biriktirilmekte ve karışıma katılmaktadır. Dolayısıyla karışım için istenen malzeme miktarı ağırlıklı tip plantlerde en doğru biçimde mikserde aktarılmaktadır.

- Ağırlıklı tiplerde filler, agrega tartım kovalarında ya da filler tartım kovalarında tartılıp karışıma boşaltılmaktadır. Sürekli tiplerde ise, filler pnömatik olarak bir borudan karışıma katılmaktadır. Filler en doğru miktarda karışıma, ağırlıklı tip plantlerde katılmaktadır.

- **Agreganın ısıtılması ve kurutulması bakımından değerlendirme**

- Ağırlıklı tip plantlerde kurutucu sadece agregayı nemden arındırıp kurutma işlemini yerine getirmektedir. Sürekli tiplerde ise karışım da burada yapılmaktadır.

- Genel performans olarak değerlendirildiğinde; karşıt akımlı kurutucuların paralel akımlılara oranla daha etkili olduğu bilinmektedir. Bunun haricinde tutulma zamanına bağlı olarak tesis kapasitesini ilk etkileyen ünite kurutucudur. Dolayısıyla kurutucu seçilirken plant kapasitesine en uygunu alınmalıdır.

- **Emisyon kontrol sistemi bakımından değerlendirme**

Emisyon kontrol sisteminin yapılan üretime ve çevre koruma yasalarının getirdiği kriterlere uygun ve pratik olması gerekmektedir. Bunun haricinde her iki tip plantte de belirtilen sistemler kullanılabilir.

- **Karışımın depolanması bakımından değerlendirme**

Sürekli tip plantlerde üretim sürekli devam ettiğinden sıcak silo ve biriktirme depolarının yüksek kapasiteli olması gerekmektedir.

- **Geri dönüşüm bakımından değerlendirme**

Sürekli tip plantlerde geri dönüşüm işleminde kullanılmış malzemenin herhangi bir ek işleme tabi tutulmadan karışıma katılmasından ve ısı transferinin kurutucu/mikser içinde gerçekleşmesinden ötürü daha yüksek oranla ve miktarla geri dönüşüm gerçekleştirilebilmektedir.

- **Karışımın üretilmesi bakımından değerlendirme**

- Ağırlıklı tip plentlerde, yeniden eleme, depolama ve kovalı tartım işlemi sebebiyle malzemeler karışıma en doğru oranlarda katılmaktadırlar. Sürekli tip plentlerde agrega, bitüm ve filler akım halinde karışıma katıldığından malzeme oranlarında sorunlar çıkabilmektedir.
- En yüksek performanslı ve en düşük hatalı üretim ağırlıklı tip asfalt plentlerinde yapılabilmektedir.
- Sürekli tip plentlerde ekipman, ağırlıklı tiplere oranla daha az olduğundan, rejime(kaliteli üretime başlama) girme süresi daha azdır.

- **Kapasiteler bakımından değerlendirme**

- Ağırlıklı tip plentlerde her seferinde tek bir harman üretilmektedir. Saatlik üretim 300 tona kadar çıkabilmektedir. Sürekli tip plentlerde üretim akım halinde yapılmakta ve saatlik üretimleri 450 tona kadar ulaşabilmektedir.
- Yatırım maliyetleri göz önüne alındığında, üretim kulesi olmadığından sürekli tip plentlerin maliyetleri ağırlıklı tipe oranla daha düşüktür.
- Serim ve işletim maliyetleri her iki tipte de yaklaşık olarak aynıdır.

Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında sürekli tip plentlerin, ağırlıklı tip plentlere göre kapasite bakımından daha avantajlı olduğu görülmektedir. Fakat ülkemizde, genel olarak ağırlıklı tip plentler kullanılmaktadır. Yurtdışına baktığımızda ise yakın geçmişe kadar sürekli tip plentlerin kullanılmasına rağmen günümüzde çift üniteli ağırlıklı tip plentlerin tercih edildiği görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- [1] **National Asphalt Pavement Association**, 2004
- [2] **Asphalt Institute**, 2002
- [3] **WAPA Asphalt Pavement Guide**, 2002
- [4] **Hubbard**, 1910
- [5] **Collins ve Hart**, 1936
- [6] **Baker**, 1903
- [7] **Asfalt El Kitabı**, 1989
- [8] **Umar, F., Ağar, E.**, 1991 Yol Üstyapısı, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul
- [9] **Tunç, A.**, 2004 Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları,
Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara
- [10] **The Superpave Asphalt Research Program**,
The University of Texas at Austin, 1996
- [11] **Avcı, S.**, Esnek Üstyapı Tasarım Yöntemlerinden AASHTO 2002 ile AASHTO
1993 Yönteminin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri
Enstitüsü, İstanbul
- [12] **Construction of Hot Mix Asphalt Pavements**,
Manual Series No:22, 2nd Edition
- [13] **Societa Italiana Macchine Kitapçığı**
- [14] **Whiteoak, D.**, 1990 Shell Bitüm El Kitabı
- [15] **Asfalt Plenti Alırken**, 2005 SİMGE, Bursa