

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

## **KİMYA TEKNOLOJİSİ**

**LASTİKTE PİŞİRME İŞLEMİ**  
**524KI0311**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. BOYAMA İŞLEMİ.....	3
1.1. İnorganik pigmentlerin özellikleri .....	3
1.2. Organik pigmentlerin özellikleri.....	3
1.3. Standart dışı boyama işlemi nedeniyle oluşabilecek final lastik özürleri .....	5
1.4. Boya Makineleri .....	5
1.4.1. Lastik Taşıyıcı Rulo ve Bant Kısmı .....	6
1.4.2. Dış Kabin .....	6
1.4.3. İç Kabin.....	6
1.4.4. Boya Hazırlama.....	6
1.5. Boyamanın Amacı .....	7
UYGULAMA FAALİYETİ .....	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	10
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	11
2. PİŞİRME İŞLEMİ.....	11
2.1. Kalıplar .....	11
2.2. Lastik Yükleme Boşaltma Lifti (Loader).....	12
2.3. Post İnfilatör (Stabilization).....	12
2.3.1. Pişirmede Kullanılan Akışkanlar ve Şartlandırma Değerleri .....	12
2.3.2. Pişirme İşlemi Sırasında Yapılan İşlemler .....	13
2.3.3. Ham Lastiğin Preste Yüklenmesi: .....	13
2.3.4. Presin Kapanması .....	13
2.3.5. Pres Kapandıktan Sonra Yapılması Gereken İşlemler .....	13
2.3.6. Presin Açılması .....	14
2.3.7. Pişirme Esnasında Meydana Gelen Hatalar .....	14
2.3.8. Pişirme Sonrasında Meydana Gelen Hatalar .....	14
2.4. Pişirme Makineleri.....	15
2.4.1. Bag O Matic Presler .....	15
2.4.2. Autoform Presler .....	18
2.4.3. Pot Hearts Presler .....	19
2.5. Vulkanizasyon .....	19
2.5.1. Vulkanizasyon Mekanizması .....	20
2.5.2. Vulkanizasyon Sistemi.....	22
2.5.3. Vulkanizasyona Aktivatör Etkisi .....	23
2.5.4. Vulkanizasyona Hızlandırıcı Etkisi .....	25
2.5.5. Vulkanizasyon Eğrisi .....	26
2.5.6. Vulkanizasyon Maddeleri .....	27
2.5.7. Hamurların Geç Pişmesi.....	28
2.2.8. Hamurların Erken Pişmesi (Yanma, Scorch) .....	28
2.5.9. Rejenerasyon .....	29
UYGULAMA FAALİYETİ .....	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	32
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	33
CEVAP ANAHTARLARI.....	34
KAYNAKÇA.....	35

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>524KI0311</b>
<b>ALAN</b>	<b>Kimya Teknolojisi</b>
<b>DAL</b>	<b>Lastik Üretimi</b>
<b>MODÜL</b>	<b>Lastikte Pişirme İşlemi</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül; ham lastiği boyama ve ham lastiği pişirebilme ile ilgili bilgileri içeren öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40 / 24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİLİK</b>	Ham lastik elde etmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında ASTM standartlarına uygun olarak ham lastiği elde edebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Ham lastiğe boyama yapabileceksiniz. <b>2.</b> Ham lastiği pişirebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane ve bilgi teknolojileri ortamı (internet bağlantısı), ham lastik atölyesi <b>Donanım:</b> VCD veya DVD, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, öğretim materyalleri, boyama makinesi, boya, pres, ham lastik, taşıma arabası, biz, eldiven ve pişmiş lastik
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

İnsanlar daha iyi ve kolay yaşayabilmek için ilk çağlardan beri doğanın tüm olanaklarından faydalanarak sürekli araştırmışlardır. İnsan yaşamını güzelleştirecek, daha rahat ve mutlu bir dünya yaratmak için devam eden bu araştırmalar gelecekte de devam edecektir.

Günümüzde lastik firmaları ARGE çalışmalarına büyük önem vererek her gün mükemmele daha yakın ürün elde etme çabasındadırlar. Ham lastiğin; pişirme öncesi ve sonrası ürünlerin hatasız olmasına çalışırlar. Bunun için lastiklerin yapısına göre teknoloji kullanarak pişirme sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler sayesinde lastiklerin karışımları ve yapıları da göz önünde bulundurularak mükemmele yakın ürünler elde edilmektedir.

Bu modülle ASTM standartlarına uygun bir şekilde ham lastikleri boyayarak pişirmeye hazır hâle getirecek, ham lastikleri pişirecek ve pişmiş olan lastiklerin üzerinde kalan kötü görünümlü lastik üzerindeki fazla partikülleri tıraşlayarak kullanıma hazır hâle getireceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında ASTM standartlarına uygun olarak ham lastiği boyayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan taşıt lastiği fabrikalarını geziniz. Ham lastik boyama tekniklerini, makinelerini ve kullanılan boya maddelerini araştırınız.

## 1. BOYAMA İŞLEMİ

Organik ve inorganik pigmentler olmak üzere ikiye ayrılır.

### 1.1. İnorganik pigmentlerin özellikleri

- İnorganik pigmentler daha yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır ancak mattır ve parlaklığı azdır.
- Demir oksitler sarıdan kırmızıya ve kahverengiye kadar çeşitli renk ve tonlarda bulunur.
- Kadmiyum pigmentleri açık sarıdan mavi ve kırmızıya kadar değişik tonlarda kullanılır.
- Yeşil demir oksit mat fakat kalıcıdır.
- Ultramarin mavileri de kullanılmaktadır. Bunlar ağır maviden yeşile çalan tonlarda bulunur.
- Vulkanizasyon sırasında ortaya çıkan ısı ve kimyasal etkilere dayanıklı çeşitli organik pigmentler lastik sanayi için geliştirilmiştir.

### 1.2. Organik pigmentlerin özellikleri

- Vulkanizasyon sıcaklıklarına dayanıklı olması, karışımda iyi çözünmesi ve kasma ya da leke yapmaması şeklinde olmalıdır.
- En çok kullanılan beyaz pigment titan dioksittir. Yüksek kırılma indeksine, yüksek örtme gücüne, kimyasal inertlik ve ışık dayanıklılığına sahiptir. Kauçuk

karışımlarında anatasa ve rutil titan olmak üzere iki tipte kullanılmaktadır. Özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

	<b><u>Anatas</u></b>	<b><u>Rutil</u></b>
• Titan dioksit oranı (%)	99	99
• Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	3,9	4,2
• Refrater indeksi	2,5	2,75
• Parlatma gücü	75	93

Lastik karışımlarında renk tutturma, teknik bir iş olduğu kadar sanat ve tecrübe açısından da çok önemlidir. Boya imalatçıların katalogları, bu konuda önemli bir rehberdir.

Boyama alanı lastiklerin ebatlarına göre değiştiği için ebatlara göre boya tabancası ayarı yapmak gerekir. Tabanca ayarı ebat bazında yapılmadığı takdirde ham lastik kısmen boyasız ya da aşırı boyalı olur, bu nedenle ikinci bir işlem yapılması gerekir. Boya tabancası yatayla 45° açı yapacak şekilde ayarlanmalıdır. Püskürtülen boyanın ham lastik üzerinde her noktaya aynı oranda dağılmasına dikkat edilmelidir.

Eğer boyanmamış veya aşırı boyanmış kısımlar olursa boya miktarı operatörce tabancadan tekrar ayarlanmalıdır. Boyası iyi olmayan ham lastiklerin boyası yeniden makinede ya da elle tamamlanır. Elle yapılan boyama işleminde boyanın bir noktaya fazla sürülmesi ya da topaklanması pişen lastiğin özürle olmasına neden olur. Bu özürler; görünüm bozukluğu, boyanın yoğun olduğu noktalarda oyuklardır. Boyanın az olduğu noktalarda akmama, çok olduğu noktalarda çatlak özrü meydana gelebilir. Bu nedenle boyama işlemi özenli ve itinalı bir şekilde olmalıdır.

Ham lastiğin topuk bölgesinde turn-down katları ve topuk kılıfı (chafer), yanak ve sırt ek yeri iyi yapışmamışsa boya yapılmamalıdır. Çünkü bu katlar arasına boya girmesi sonucu final lastikte özür gelebileceği gibi serviste de bu kısımlar çabuk yorulur lastiğin piyasadan dönmesine neden olacaktır. Bunu önlemek için katların ve topuk kılıfının (chafer) iyi yapışması sağlanmalıdır. Özellikle bu tubeless lastiklerde çok önemlidir. Standart ölçülerde boyanan ham lastikler bizlenerek belli bir süre bekletilmek üzere bekletme sahasına alınır. Boyanan ham lastikler belli bir süre bekletilmeden pişirilirse çeşitli özürlerin gelmesine neden olur.

Boyama işlemi aşağıdaki standartlara göre yapılmalıdır:

- Boyama işlemine başlamadan önce lastik imal ünitesinden gelen ham lastiğin içi ve dışı gözle kontrol edilmelidir. Herhangi bir özür veya arıza var ise ayrılacaktır. Sağlam olan ham lastikler boyanmalıdır.
- Boya tabancalarının ayarı, ham lastiklerin ebatlarına göre yapılmalıdır. Ham lastiklerin "Loadere" uygun alınmasına dikkat edilmelidir.
- Boyama tanklarının (iç ve dış) dolu olup olmadığı kontrol edilecek boş ise doldurulacak karıştırıcıların çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Kısmen boyasız lastikler yeniden el ile ya da makine ile boyası tamamlanmadan kesinlikle pişirme ünitesine gönderilmelidir.



- Boyama makinesinde boyanan traktör arka lastikleri kesinlikle şemsiye arabalarına konmalıdır. Boyanan ham lastiklerin kod numaraları tersten okunacak şekilde şemsiyelere yerleştirilmelidir.
- Boyama ünitesi tarafından kullanılmak üzere bekleyen boyalar sürekli karıştırılmalı, karıştırılmayan boyalar kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Boya tankları haftada bir defa yıkanarak temizlenmelidir.
- Boya makinesinin cidarlarının temizlenmesinde kullanılan su tankları ve filtreleri haftada en az bir defa temizlenmelidir. Pompalar su dolu iken çalıştırılmamalıdır.
- Su bazlı boya ile boyanan ham lastikler en az 8 saat bekletildikten sonra pişirilmelidir.

### 1.3. Standart dışı boyama işlemi nedeniyle oluşabilecek final lastik özürleri

#### Özür

Topaklanmış ham lastik boyası  
 Yetersiz boyama  
 Topuk kırık  
 Pişirme torbası katlanmış  
 Yanakta kıvrım  
 Yanakta akmama  
 Ayrık kord  
 Yanak topuğa inmeme

#### Nedeni

Fazla boyama  
 Yetersiz boyama  
 Yetersiz boyama\*  
 Yetersiz iç boyama\*  
 Yetersiz boyama\*  
 Yetersiz boyama\*  
 Yetersiz boyama\*  
 Yetersiz boyama

\* Bu özürlerin oluşmasında boyama hatasının katkısı da vardır.

### 1.4. Boya Makineleri

Oto lastikleri ve radyal konfeksiyon bölümünden en son lastiğe benzer ham hâlinde (karkas) teleferikle boyama makinelerinin bulunduğu kısma gönderilir. Boyamanın yapıldığı ünite Resim 1.1’de gösterilmiştir.



Resim 1.1: Boyama kabini (modern-eski)

Boyama kabini; lastik taşıyıcı rulo ve bant kısmı, dış kabin, iç kabin ve boya hazırlama gibi bölümlerden oluşmaktadır.

#### **1.4.1. Lastik Taşıyıcı Rulo ve Bant Kısmı**

Teleferikten gelen karkaslar, bir fotosel aracılığıyla yönlendirilen bir silindir tarafından banda düşürülür. Bu karkaslar, dış kabine doğru gider ancak bağımsız bir araba olarak çalışan lastik bant mevcuttur; görevi dış kabine giren karkasların hareketini durmak ve hareket etmek suretiyle düzenler. Bu sistem olmazsa karkaslarda yığılma ve birbirine yapışarak deforme olma, zarar verme riski vardır. Diğer bir zarar verme durumu karkas düşürücü silindirin inip kalkması hâlinde araya karkasın sıkışması durumudur. Ayarların sık sık gözden geçirilmesi gerekmektedir.

#### **1.4.2. Dış Kabin**

Fotosel, kabine gelen karkası belli bir yerde durdurur. Gelen çark, karkası alır; boyama tabancasına doğru dönen bir sonraki çark, diğer karkası alır. Boyama tabancasına gelen çark, çevresel olarak belli bir hızla döner; boya tabancası alt kısımdan karkasın içine boya işlemi yapar. İşlem bitince çark dönerek çıkış hattına doğru karkası götürür ve operatörün alacağı banda bırakır.

Burada dikkat edilecek husus, eğer tabanca meme ayarı yapılmamışsa karkasın iç kısmının boyanması gerekirken dışının da boyanmasına neden olmasıdır. Bu da pişirme işleminden sonra boya alan dış kısmın yarılması (yanakta yarılma) olayına yol açması sonucu zarar vermesine veya memenin az boya atması sonucu karkas içinin boyasız kalmasına, yine pişirmede estrüman arızalarına, pişirme torbası ile karkas iç kısmı arasında arızaların meydana gelmesine yol açar. Boyanın kalın atılması da yine istenmeyen bir durumdur.

#### **1.4.3. İç Kabin**

Boyamanın yapıldığı kısımdır. Boya, bir varil içine su ve boya maddesinden oluşan bir karışımdan oluşmaktadır. Varilin üzerinde sürekli karışımı sağlayan bir mekanizma, yanında tabancaya boya püskürten pompa mevcuttur ve hava ile karışır. Bu karışımın sürekli kontrol altında tutulması gerekir. Pompa arıza yaptığında kolayca değiştirilebilmesi için portatif olup arabalıdır. Boya kabinin arızalanması demek hızlı olan imalatın yavaşlaması demektir.

#### **1.4.4. Boya Hazırlama**

Dış ülkelerden metalik bir varil içinde getirilen boyaya su ilave edilir ve dönen iki rulonun üzerine oturarak dönüp karışımı homojen yapması işlemidir. Karışım yavaş devirde gerçekleşmektedir (~ 30 devir / dakika).

## 1.5. Boyamanın Amacı

Ham lastiklerin içine uygulanan boya, lastiğin pişirme torbasına yapışmamasını böylece iyi şekillenmesini sağlar. Dışına uygulanan boya ise ham lastiğin kalıptan kolayca ayrılmasını ve lastik karışımının kalıpta akışkanlığının iyi olmasını sağlar. Bu özelliğinden dolayı lastikte gelebilecek özürleri önler.

Ham lastiğin biz ile belirlenen standartlarda delme işlemine **bizleme** denir. Ham lastik içerisinde imalat esnasında kalan hava, solvent, su ve diğer uçucu, akıcı maddelerin pişirme başlamadan ya da yeni başladığı zamanlarda bizleme delikleri sayesinde dışarı atılması için yapılır. Bizlemenin işlemi aşağıdaki standartlara göre yapılmalıdır:

- Bizleme işlemi boyadan sonra yapılmalıdır. Eğer bizleme işlemi boyadan önce yapılacak olursa bizlerin açmış olduğu deliklerden içeri boya girer ve lastik piştikten sonra özür meydana gelir.
- Bizleme özellikle sırt ek yeri bölgesinden başlanmalıdır. Yapılan işin standart olması için hem de lastikte bizlenecek önemli bölge olduğu için sırt ek yerinden başlanacaktır.
- Sırt ek yeri boydan boya bizlenmelidir. Ham lastik imal esnasında sement ve hava kalma olasılığı en fazla olan bölge sırt ek yeri olduğu için sırt ek yerinin boydan boya bizlenmesi gerekmektedir.
- Kırık ve küt bizlerle bizleme işlemine devam edilmemelidir. Kırık ve küt bizler ham lastiğin kat ve kortlara zarar vereceği için ucu sivri ve eğik bükük olmayan bizlerle bizlemek gerekmektedir.
- Bariz havalar lastik imalden sonra enspektör tarafından el ile bizlenmelidir. Bariz hava olan ham lastikler lastik imal ünitesinde bizlenerek gönderilmesi gerekir, bu şekilde ham lastik geldiğinde boyama öncesi tamir için ayrılmalıdır.
- El ile bizlemede havalı bizleme tabancasının ucu salgılı dönmediğine dikkat edilmelidir. Salgılı çalışan havalı bizleme tabancaları hem iş kazasına yol açabilir hem de ham lastiğe zarar vererek istenilen düzeyde bizleme işlemi yapılmamış olur.
- El ile bizlemede biz ucunun karkası tam olarak geçerek lastik içinden çıkması sağlanmalıdır. El ile bizleme makineye oranla daha zor olduğu için bizin karkası delmesi gerekir. Delmediği takdirde bizleme işleminin önemi kalmamış olur.
- Ham lastiğin sırt ek yeri boydan boya, topuk ve omuz bölgeleri de çevresel olarak bizlenmesi gerekmektedir. Lastiğin başka bölgelerinin bizlenmesine gerek yoktur.

Boyanmış ham lastikler boya makinelerinin yanında kamyon otobüs grubu hariç araba ve şemsiyelerde kullanım süreleri için bekletilir. Kamyon otobüs grubu lastikler boyama ve bizleme işleminden sonra yerde bekletilir. Her ne kadar boyama işlemi bitti gibi görülse de yerde bekletilen lastiklerin temiz zeminde bekletilmesi gerekir. Şemsiye ve arabalarda bekleyen lastikler, düzgün şekilde yerleştirilmelidir. Şemsiye ve arabalara düzgün yerleştirilmeyen ham lastiklerde özürler meydana gelmekte hatta lastikler hurda olmaktadır.



**Resim 1.2: Şemsiye tipi ham lastik taşıma arabası**



**Resim 1.3: Ham lastik taşıma arabası**

Pişirme öncesi ham lastiklerin boyası, bizlemesi ve herhangi bir arızasının olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ham lastiklerin pişirme öncesi eksik olan boyama ve bizleme işlemleri tamamlanmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Ham lastiği boyayınız.

**Kullanılan araç ve gereçler:** Boya makinesi, ham lastik, araba

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Boya makinesini ve boyayı kontrol edip ayarlayınız.	➤ Eldiven kullanmayı unutmayınız. ➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş güvenliği önlemlerinizi alınız.
➤ Boyanacak ham lastiği makineye atınız.	➤ Ham lastiğin ebadına dikkat ediniz.
➤ Boyanan lastiği arabaya yükleyiniz.	➤ Boyanan ham lastik ağır ise arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.
➤ Arabayı pişirmeye gönderiniz.	➤ Arabayı pişirmeye gönderirken ebadının karışmamasına dikkat ediniz.
➤ Sonuçları rapor ediniz.	➤ Aldığınız notlardan raporunuzu hazırlayınız.

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
3. Boya makinesini ve boyayı kontrol edip ayarladınız mı?		
4. Boyanacak ham lastiği makineye attınız mı?		
5. Boyanan lastiği arabaya yüklediniz mi?		
6. Arabayı pişirmeye gönderdiniz mi?		
7. Sonuçları rapor ettiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise ölçme değerlendirme geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi boya makinesinin bölümlerinden biri değildir?  
A) Lastik taşıyıcı rulo ve bant kısmı  
B) Dış kabin  
C) İç kabin  
D) Boya fırçası
2. Boya tabancasının açısı kaç derece olmalıdır?  
A) 30                      B) 45                      C) 60                      D) 90
3. Aşağıdakilerden hangisi ham lastiğin boyanmasının amacıdır?  
A) Ham lastiğin pişmesi  
B) Kalıba yapışmaması  
C) Desenlerin çıkması  
D) Karışımın homojen olması
4. Aşağıdaki özürlerden hangisi ham lastiğin yetersiz boyanma nedeni değildir?  
A) Topaklanmış ham lastik boyası  
B) Yetersiz boyama  
C) Topuk kırık  
D) Pişirme torbası katlanması
5. Aşağıdakilerden hangisi inorganik pigmentlerin özelliği değildir?  
A) Yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.  
B) Mattır.  
C) Kaygandır.  
D) Parlaklığı azdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında ASTM standartlarına uygun olarak ham lastiği pişirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Yaşadığınız bölgede bulunan taşıt lastiği fabrikalarını geziniz. Ham lastik pişirme proseslerini, pres çeşitlerini araştırınız.

## 2. PİŞİRME İŞLEMİ

### 2.1. Kalıplar

Kalıp, ham lastiğe basınç altında desen verilmesini sağlar. Kalıp dış gövde ve lastiğe desen veren alüminyum alaşımlı profil kısımdan oluşmaktadır.



Resim 2.1: Kalıp

Dış gövde çeliktir. İç gövde alüminyum alaşımlı profilden oluşur. Profil kısmında segmentler üzerinde vent delikleri vardır. Vent delikleri; kalıp ebadına ve desenine göre bazen kalıp dışına kadar bazen de kalıp içindeki kanallara kadar olabilir. Ham lastikle kalıp arasındaki kalan sıkışan havanın dışarıya atılmasını sağlar.

Kirli kalıplar, kalıp temizleme makinesinde cam tozuyla temizlenir. Kirli kalıplar makineye bağlanır kalıp üzerine basınçlı su ile birlikte tuz püskürtülerek temizlenmesi sağlanır.

Kullanılan madde, uygun çaplarda kum da olabilir. Temizlik sonrası kalıplar, korozyona karşı uygun yağlarla silinerek kullanılana kadar korunmuş olur.

## 2.2. Lastik Yükleme Boşaltma Lifti (Loader)

Loader lastiği prese yüklemek ve pişmiş lastiği de presten almak için kullanılır. Ayrıca bladderi yerine monte etmek veya presten dışarıya almak içinde kullanılır. Loader her presin pişirebileceği her lastiğin ağırlığına göre seçilir. Loaderin hareketi bir buton yardımı ile olur. Kalkma ve inme sınırını tayin eden limit swiçler mevcuttur. Butonlar kontrol panosu üzerinde olup kumanda buradan yapılır.



Resim 2.2: Pres loader otomatik yükleme

## 2.3. Post İnfilatör (Stabilization)

Çelik karkaslı lastikler haricinde kord bezli (naylon, polyomid) diyagonal lastikler pişirmeden sonra deformasyona (büzülme) uğramaması için basınç altında soğutmaya sokulur. Pişirmeden sonra basınç altında soğuyan kord bezli lastiklerin bez katlarında herhangi bir büzülme, şekil değiştirme meydana gelmez. Bunu sağlayan makineye post infilatör denilir.

Post infilatör bir döküm çelik gövde, lastiğin jantına göre iki adet çelik jant, bu jantların ileri geri hareketini sağlayan bir silindir ve boru bağlantılarından meydana gelmektedir.

### 2.3.1. Pişirmede Kullanılan Akışkanlar ve Şartlandırma Değerleri

- **Buhar:** Presin ısıtılmasında (9 bar 180 °C), dış pişirmede, pişirme torbasına ön şekil verilmesinde (4 bar 160 °C), lastik pişirme işleminde (14 bar 200 °C) kullanılır.
- **Sıcak su:** Pişirme esnasında pişirme torbasının içerisine gerekli basınçla verilerek lastiğin pişirilmesinde kullanılır.
  - Pişirmede kullanılan su (22 bar 150 °C)
  - (22 bar 190 °C)
  - (32 bar 150 °C)
  - Filing doldurma suyu (16 bar 170 °C)
  - Soğutma suyu (22 bar 33 °C) pişirme sonrası lastiğin içerden soğutulmasını sağlar.



- **Vakum:** Vakum, pişirme sonrası pişirme torbasının büzülmesini sağlayarak pişen lastiğin çıkarılmasına yardımcı olur (-0.5 bar).
- **Hava:** Lastik pişirme işleminde hava, post inflatörde, enstrüman cihazlarında kalıp temizlenmesinde swiçlerin açılıp kapanmasında kullanılır.
- **Soğuk su:** Soğuk su, pişirme torbasının soğutulmasında kullanılır.

### 2.3.2. Pişirme İşlemi Sırasında Yapılan İşlemler

- Presi devreye almadan önce bütün teknik şartlar ve emniyet cihazları kontrol edilir. Pres ısıtmaya alınır.
- Isıtma sonrası timer (zaman) ayarlanıp gerekli kontrol yapılarak yüklemeye hazır hâle getirilir.

### 2.3.3. Ham Lastiğin Preste Yüklenmesi:

Ham lastik presin önüne getirilir. Ham lastik eğer bizlenmemişse omuz ve yanak kısımları uygun bir şekilde bizlenir. Pres, açık durumdadır. Basınçlı hava vasıtası ile kalıptaki atık su ve diğer şeyler kalıptan uzaklaştırılır. Lastik, kalıba yerleştirilmeden önce yapışmayı önlemek amacıyla %2 silikon emülsiyonu püskürtülür. Ham lastikte boyama kontrol edilir. Alt topuk ringlerinin kalıba oturup oturulmadığı kontrol edilmelidir. Ham lastik sırt ek yerinin öne gelmesine dikkat edilir.

### 2.3.4. Presin Kapanması

Lastik kalıba uygun vaziyette yerleştirilir. Pişirme torbası shapin durumuna geçtikten sonra loader presten uzaklaşarak kapanma işleme başlar. Bu sırada ham lastik topuğunun alt topuk ringine oturup oturulmadığına bakılır. Şekillendirme yüksekliğinin ham lastiğe uygunluğu gözlenir.

### 2.3.5. Pres Kapandıktan Sonra Yapılması Gereken İşlemler

- Timerin devreye girip girmediğinin kontrolü
- Manometre termometre ve kayıt cihazlarının kontrolü
- Torba içindeki sıcak su veya buhar basıncı, çember içindeki buhar sıcaklığı ve basıncının pişirme tanımına uygunluğunun kontrolüdür.
- Pişirme devam ederken yeni lastik hazırlanır.

### 2.3.6. Presin Açılması

Piştirme süresinin tamamlanmasından sonra önceden ayarlanan timer'e göre pres açılır. Açma otomatiktir. Pres açılırken pres operatörü, pres tam olarak açılıncaya kadar presin kumanda panosunun yanında durur. Pres açıldıktan sonra lastiği, sıyırıcı kollar vasıtasıyla soğutucuya veya konveyöre gönderir. Lastik kalıptan çıktıktan sonra "bladder"ın kalitesi kontrol edilir. Kalıp yeniden temizlenerek silikon emülsiyonu püskürtülür.

### 2.3.7. Piştirme Esnasında Meydana Gelen Hatalar

Piştirme esnasında meydana gelen hataları ikiye ayrılabilir.

- Ham lastik kalıba konmadan önce meydana gelen fakat gözle görülmeyen hatalar. Piştirme esnasında ortaya çıkan hatalar.
- Pişirmeden dolayı meydana gelen hatalar.

Pişirmeden dolayı olmayıp önceden meydana gelen hatalar:

- Bu hatalar genellikle ham maddeden dolayı meydana gelen hatalardır. Kordu kauçuklama esnasında kauçukla kord arasında nem bulunması, bu nem piştirme sırasında ısı ve basıncın etkisiyle genişerek kat ayrışmasına neden olacak ve lastik hurda çıkacaktır.
- 05 ünitesinde sırt çekimi sırasında sırt içerisinde su kalması. Piştirme sonrası yine lastikte hurdaya varan deformasyonlara sebebiyet verecektir. 04 ünitesinde topuk tellerinin dağılması, 05 ünitesinde radyal lastiklerde kuşak kaçıklığı, kat genişliklerinin uygunsuzluğu dolayısıyla topuk kilidinin yapılmaması, topuk vurulurken kaydırılması, ezicilerin uygun basınçta çalıştırılmaması boyaların (iç ve dış) yeterli olmaması vb. hatalar piştirme sonrası açığa çıkan fakat piştirme ünitesi dışında meydana gelen hatalardır.

### 2.3.8. Piştirme Sonrasında Meydana Gelen Hatalar

- Ham lastiğin yeterince bizlenmemesi sonucunda sırt altında hava oluşması (Yanakta ve omuzdaki havalar sırt altına taşınır.)
- Ham lastik yüklenirken topuğun lower bead ring e oturtulmaması sonucu pişen lastikte topuk kaymasının oluşması
- Ham lastik yanak boyalarının (dış boya) yetersiz olması nedeniyle katlanmaların oluşması
- Kalıp segmentlerinin kirli olması da viskoziteyi etkilediği için yine yanakta katlanmaların oluşmasına neden olmaktadır.
- Kalıp bent deliklerinin tıkalı olması, kalıpla ham lastik arasında boyaların kalmasına yol açmaktadır. Bu durum, pişen ham lastikte doldurulamamış eksik bölgelerin oluşmasına neden olmaktadır.
- Piştirme başlangıcında lastiğin yeterince şekillendirilmemesi veya pres kapanırken vakum yapılması, piştirme dış lastikte (topuk bölgelerinde veya diğer bölgelerinde) torba katlanmalarına sebep olmaktadır.

- Pişen lastiğin soğutmaya sokulmaması veya geç sokulması durumlarında, kordlardaki büzülme nedeniyle lastik performansı etkileneceği için lastik hurda olmaktadır. Birçok ebatta dış dibi çatlama oluşmaktadır.
- Pişirmenin tanımların dışına çıkması durumunda, az veya çok pişen lastiklerde karışım özellikleri bozulduğu için erken aşınması fazla ısınma dış kopması gibi performans düşüklükleri meydana gelmektedir.

## 2.4. Pişirme Makineleri

### 2.4.1. Bağ O Matic Presler

Pişirme torbası (bladder, kamera) kuyusu yoktur. Pişirme torbasının bağlandığı merkezî ram mekanizması vardır. Pişirme torbasının üst kısmının açık veya kapalı olmasına göre açık tip veya kapalı tip olarak adlandırılır (Resim 2.2).



**Resim 2.2: Bağ o matic presler**

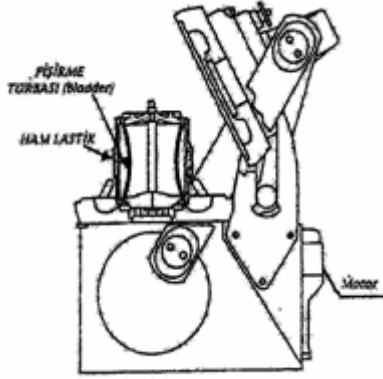
Bağ o matic preslerde arabalarla gelen karkaslar sehpa konur. Sehpa, karkasın bulunduğu kısımdır. Yükleyici (karikatüre) pres gövdesinden bağımsızdır. Yükleyicide aşağı-yukarı indiren hava pistonu ve içeri-dışarı hareketini sağlayan piston bulunmaktadır. Yükleyicide lastik tutma işi, yaprakların açılıp kapanmasıyla gerçekleşmektedir. Bu yapraklar salyangoz tabir edilen bir tabloya dizilmişlerdir. Salyangozun dairesel hareketi, yaprakları açar ve kapatır. Yine yapraklardaki finekorsa (fotosel) lastiğin alındığını hissedir. Lastik kalıpta hem dış hem de iç yüzeyden ısıtılır. Dış yüzey buhar ile iç yüzey pişirme torbasının içinde bulunan buhar veya sıcak su ile ısıtılır.

- Makinenin çalışması:
  - Yükleyici sehpa üzerine iner, yaprak grubu kapalıdır ve yaprakları açıp lastiği topuktan kavrayarak yukarı kaldırır.
  - Pişirme işlemi bitince makine açmaya geçer, üst gövde açılır.
  - Pişen lastikler pişirme torbası grubunun yükselmesiyle yukarı doğru kalkar.
  - Lastik tahliye kolları harekete geçer ve pişirme torbası grubu inmeye başladığında lastik tahliye kollarında kalır ve kol lastiği arka rulolardan

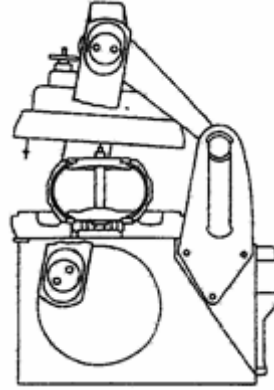
bırakır. Lastik burada diğer lastiğin pişme süresince kalır, sonra banda gönderilir.

- Yükleyici içeri girerek lastiği yükler, pişirme torbası grubu yukarıda ve pişirme torbası vatsıdadır (Şiş değildir, içe çekiktir.). Yükleyici pişirme torbası içindeki mil tasına kendi merkezleme grubunun teması sonucunda ile giden uyarı ile yapraklar kapanarak yükleyici önce yukarı sonra da dışarı çıkar.
- Pişirme torbasına ön şekillendirici basınç gider (0,5–0,6 atm) ve makine kapanmaya geçer.
- Makine kapanırken belli bir aralıkta bekler, buna kapanış pavsası denir. Bu arada üstte mil pişirme torbasını bastırarak pişirme torbasını karkas içine ön şekillendirme için sokar ve makine kapanır.
- 8 atm buhar ve 24 atm kızgın su sırasıyla devreye girerek pişme işlemi tamamlanmış olur.

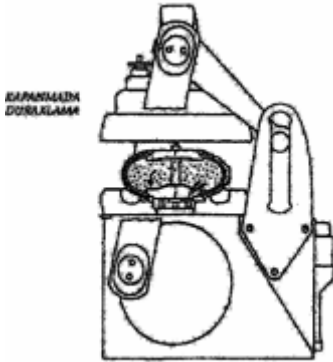
Bağ o matic presin operasyon adımları:



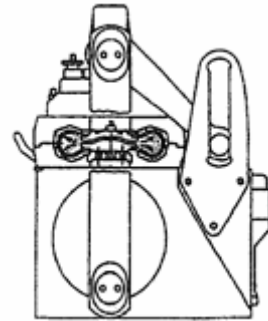
Şekil 2.1: Pres tamamen açık



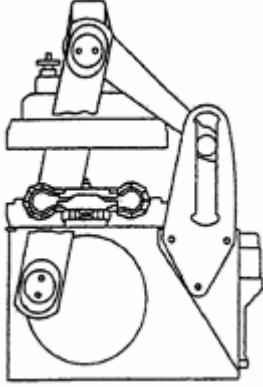
Şekil 2.2: Şekillendirme buharının beslenmesi



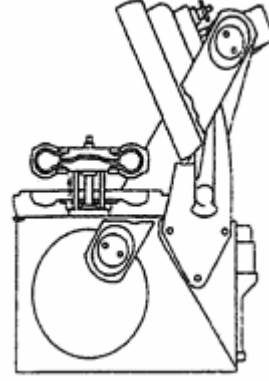
Şekil 2.3: Kapanmada duraklama



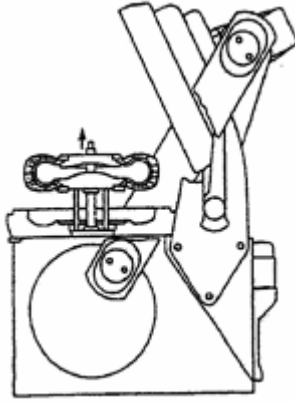
Şekil 2.4: Presin kapanıp pişirmenin başlaması



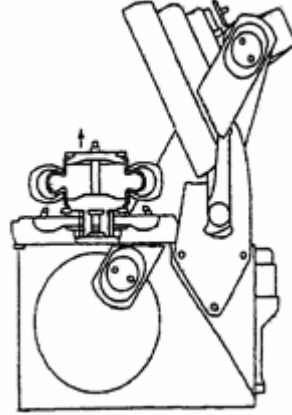
Şekil 2.5 : Presin açılması



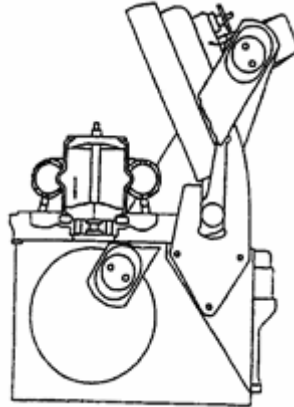
Şekil 2.6: Alt halkanın ve lastiğin yükselmesi



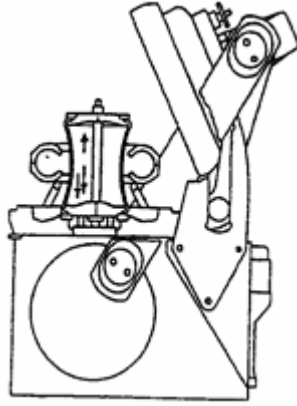
Şekil 2.7: Alt halkanın yukarı çıkması



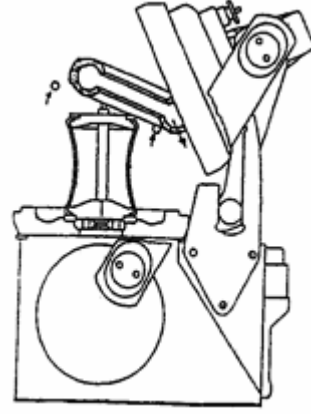
Şekil 2.8: Kaldırma kollarının yükselmesi, pişirme torbasının uzayıp çökmesi



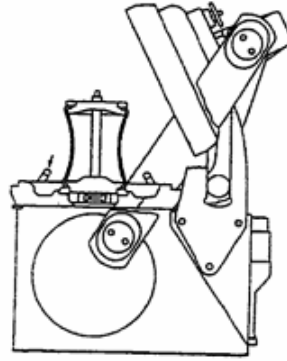
Şekil 2.9: Kaldırma yolları beklemedeyken alt halkanın aşağı hareketinin başlaması



Şekil 2.10: Pişirme torbasının tamamen uzaması ve çökmesi



Şekil 2.11: Kollar kaldırma durumunda



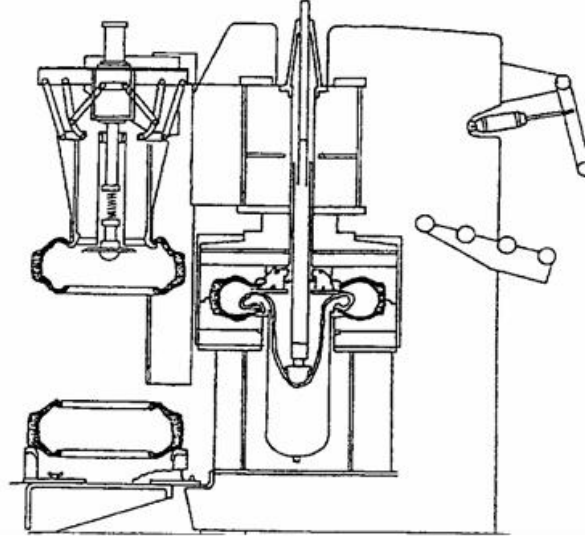
Şekil 2.12: Kaldırma kollarının geri çekilmesi

Makine üzerinde lastik pişirme kalıpları vardır. Bunlar; altta gövdeye bağlı olan yanak anellisi, üstte üst yanak anellisi (sabittir) ve hareketli parçalardır. Parçalar makine açılınca açılır, kapanırken bu parçalar toplanır. Pişirme işlemi, ısı iletim sistemiyle olmaktadır. Kalıplar, üst ve alt kalıp olmak üzere iki bölümden oluşur. Buhar giriş ve çıkış boruları, alt ve üst kısımlara bağlıdır. Üç adet ısı diyagramından ısılar kontrol edilir.

Makine; alt gövde, üst gövde, sehpa, yükleyiciler, boru aksamından oluşmaktadır.

#### 2.4.2. Autoform Presler

Autoform preslerde yükleyici yaprakları ve yükleme sistemi BOM (bag o matic) tipi makinelerden farklıdır. Yükleyici, gövdeye bağlıdır. Pişirme torbası ise kontinatör boşluğu denilen yerdedir. Yükleyici lastiği alır, karkas gövde ile gelir, yükleyici aşağıya iner, lastiği anelli üzerine oturtur. Pişirme torbası kotinatör boşluğundan çıkarak karkasın şeklini alır ve makine kapanmaya geçer. Çark grubu devreye girerek lastiği ön topuktan kavrar, mil kameraya şeklini verir ve makine kapanır. Pişirme başlar. Lastik pişince açmaya geçer. Lastik, çark grupları tarafından tutulur ve gövde ile birlikte tahliye rulolarına gelir, mil çark grubuna vurur ve lastik bırakılır, bu pozisyonda makine yükleme yapmaktadır.



Şekil 2.13: Autoform pres

### 2.4.3. Pot Hearts Presler

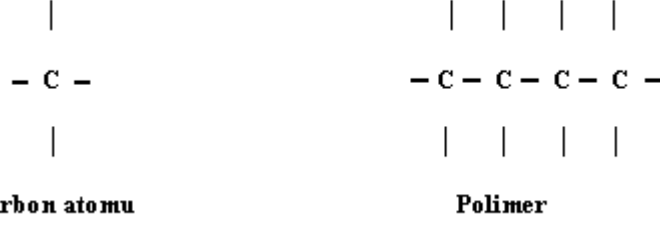
Uzun süre pişen büyük yol dışı hizmet lastikleri için kullanılır. Birden fazla kalıp birbiri üzerine yerleştirilmiş preslerdir

#### ➤ Pişirme terimleri

- SHARPING : Şekillendirme
- MOLDİNG : Kalıplama
- INTERNAL : İç
- EXTERNAL : Dış
- BLOW DOWN : Boşalma
- CURE TIME : Pişirme süresi
- BLOW POINT : Pişirme noktası
- OVER CURE : Fazla pişmiş
- PRESS CLOSING FORCE : Pres kapanma yükü

## 2.5. Vulkanizasyon

Kauçuk, katkı maddeleri ile karşılaştırıldığı zaman plastik hâldedir. Dış bir kuvvete maruz bırakılırsa deforme olur ve bulunduğu kabın şeklini alır. Kauçuk polimerik bir maddedir. Polimer yapısına bir benzetme yapalım ve bunu bir ip modeline benzetelim. Bu ip parçasının her bir noktasına bir karbon atomu yerleştirilmiş olsun.



Kauçuk, yukarıda gösterilen ip modelinin binlercesinin milyonlarcasının bir arada bulunduğu bir yapıya sahiptir. Bu yapı, dolgu maddeleri konusunda gördüğümüz karbon siyahı gibi dolgu taneciği üzerinde düğümlenir ve birbirlerine dolanarak daha dirençli bir hâle gelir. Dolgu tanecikleri homojen bir şekilde kauçuk molekülleri arasına dağılarak polimer molekülleri tarafından ıslatılır. Bu şekilde oluşan bağlanmalar, kauçuk yapısının sağlamlaşmasına ve bir çığlık kuvveti oluşmasına sebep olur (çığ hamur mukavemeti, green strength).

Hamur çığ ve plastik olduğu hâlde mukavemeti artmıştır. Model ipin belirli yerlerinden komşu iplere veya kendisinin başka noktalarına köprüler atılmış olsun. Bu işlem en boy gibi iki boyutta olursa bir bez ya da halı dokunmasındaki çözgü ve atkı modelini andırır. Bunun üç ya da daha fazla boyutlusunu, her yönde olanını gözümüzde canlandıralım. Kauçuk hamuru ısıtılarak bir enerji yüküne maruz kalırsa bu çok yönlü atkılarla polimer birbirine bağlanır ve hamur plastik hâlden elastik hâle dönüşür. Elastik hâldeki bu yapı, bir dış kuvvete maruz bırakılsa bile bu kuvvete karşı bir direnç gösterir ve kuvvet ortadan kaldırılırsa eski hâline dönmeye çalışır.

Basınç altında ve yüksek sıcaklıkta genel olarak kükürt ve hızlandırıcıların yardımıyla polimer zincirleri arasında kimyasal bağlar oluşturulması işlemine **vulkanizasyon** (pişirme) denir. Vulkanizasyon, uzun bir miktar yer değiştirme enerjisine sahip moleküllerin çapraz bağlarla birbirine bağlanıp meydana gelen ağ örgüsü sayesinde yer değiştirmeyen bir yapının elde edilmesidir.

Pişirme sırasında aşağıda belirtilen değişiklikler olur.

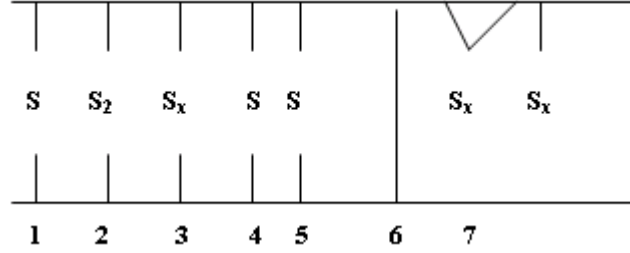
<u>Özellik</u>	<u>Ham Lastik</u>	<u>Pişmiş Lastik</u>
Kopma mukavemeti	Düşük	Yüksek
Elastikiyet	Sınırlı	Çok fazla
Akışkanlık	Yüksek	Düşük
Plastizite	Plastik	Plastik değil
Yapışkanlık	Yapışkan	Yapışkan değil
Erirlik	Erir	Erimez

### 2.5.1. Vulkanizasyon Mekanizması

Çapraz bağlanma özelliği, vulkanizasyonu sağlayan maddenin miktarına, aktivitesine ve reaksiyon zamanına bağlıdır. Bu özellik, vulkanizasyon derecesi ve çapraz bağlanma yoğunluğu olarak ifade edilir.



En çok kullanılan kükürt vulkanizasyonunda diğer katkı maddelerinin, özellikle kullanılan hızlandırıcıların, cins ve miktarına bağlı olarak farklı çapraz bağlanma şekilleri oluşabilmektedir. Vulkanize kauçuğun özellikleri büyük ölçüde çapraz bağlanma şekline ve yoğunluğuna bağlıdır.



- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Mono sülfür                 | 5. C-C bağı                                   |
| 2. Di sülfür                   | 6. Zincir modifikasyonu, çiklik sülfür yapısı |
| 3. Poli sülfür                 | 7. Kükürt zincirleri                          |
| 4. $x \geq 3$ komşu bağ yapısı |   |

Genel olarak vulkanizasyon, kükürt ile polimer zincirleri arasında oluşan çapraz bağlanma reaksiyonu olarak bilinir ve  $R - S_x - R$  tipinde bir bağ yapısı söz konusudur.

Aşağıdaki özelliklerin elde edildiği en iyi sonuçlar,  $(C - C)$  veya  $(C - S - C)$  şeklinde, kısa çapraz bağlanmalar neticesinde elde edilir.

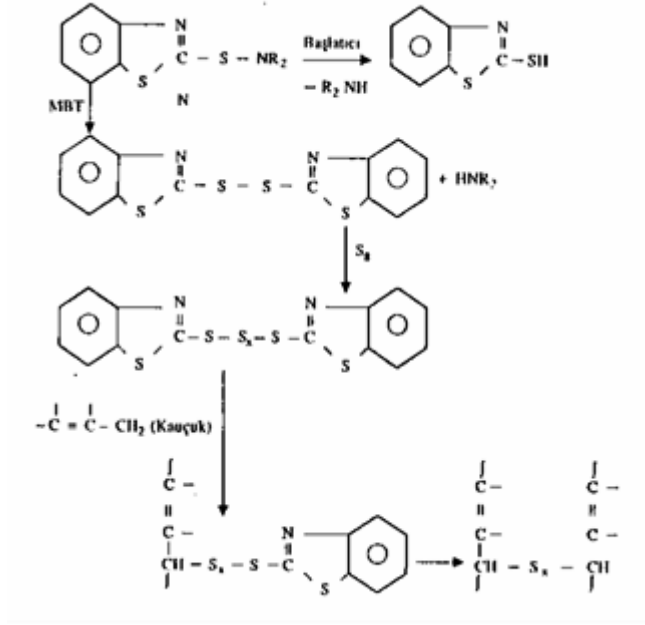
- Kalıcı deformasyon,
- Baskı altında kalıcı deformasyon,
- Isı stabilizesi,
- Reversiyon dayanımı,

Aşağıdaki özelliklerin elde edildiği en iyi sonuçlar  $(C - S_x - C)$  şeklinde uzun çapraz bağlanmalar neticesinde elde edilir.

- Kopma mukavemeti
- Aşırı dayanımı
- Yorulma dayanımı

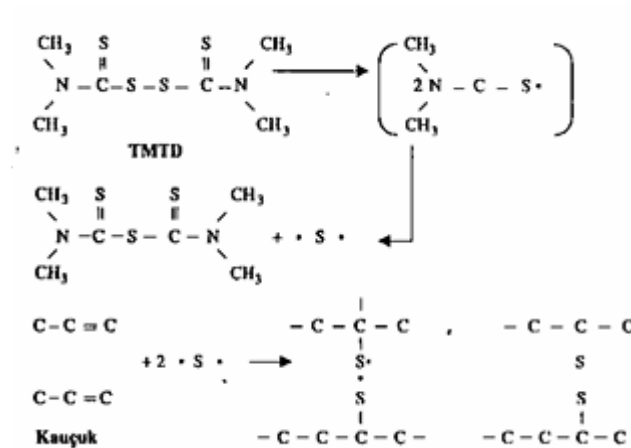
## 2.5.2. Vulkanizasyon Sistemi

- Konvansiyonel sistem: (C – S<sub>x</sub> – C) MBT / Kükürt vulkanizasyonu



- Kükürt verici sistem: (C – S – C) TMTD vulkanizasyonu

TMTD ısı ile parçalanarak mono sülfür ve kükürt atomu vermektedir. Bu kükürt çapraz bağlanma reaksiyonunda kullanılmaktadır.

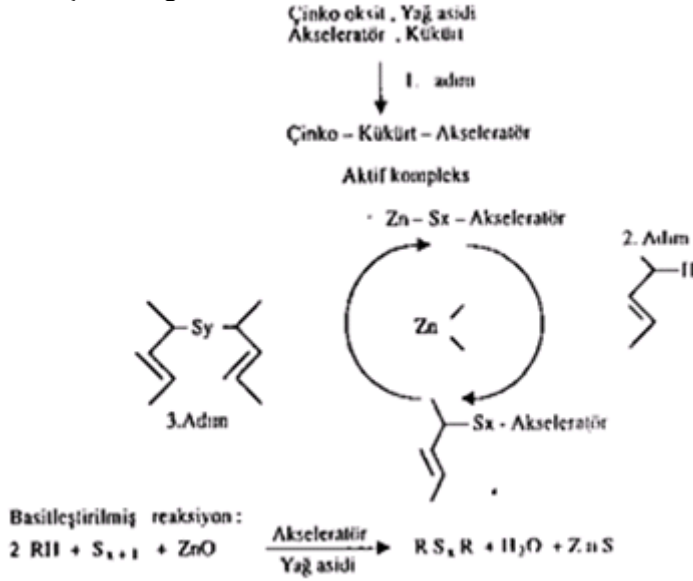


- Peroksit vulkanizasyonu: (C – C)

Peroksitli çapraz bağlayıcılar genelde R – O – O – R yapısındadır. Burada R bir hidrokarbon grubudur.



- **Çinko oksit:** Kauçuk karışımına katılma oranı genellikle 2–10 phr arasındadır. Çoğunlukla 5 phr oranında kullanılan ve yüksek derecede aktive etme özelliğine sahip bir aktivatördür. Kauçukta ilk zamanlarda dolgu maddesi olarak kullanılmış, daha sonra aktivatör olarak önem kazanmıştır. Stearik asit aktivasyonun bir parçasıdır. Görevi, çinko oksidin kauçukta çözünürlüğünü arttırmaktır. Çinko oksidin vulkanizasyon sistemindeki aktifliği aşağıdaki şemada gösterilmektedir.

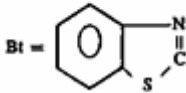
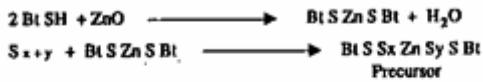


RH : Kauçuk hidrokarbon

R S<sub>x</sub> R : Kükürt ile çapraz bağlanmış kauçuk hidrokarbon

Bu sülfürleşme reaksiyonu, akseleratör, kükürt ve çinko oksit tarafından sağlanmaktadır ve “precursor” adını alır.

Akseleratör olarak MBT'nin kullanılması ile oluşan reaksiyon şekli aşağıda gösterilmektedir.



Çinko oksit ısı yoluyla ve kimyasal yolla olmak üzere 2 şekilde üretilir. Çinko metali çeşitli fırınlarda 907 °C üzerinde buharlaştırılır, daha sonra oksitlenerek filtrelerde toplanır. Bu yöntemlerin en yaygın olarak Fransız proses metodudur. Bu şekilde elde edilen çinko oksidin saflığı çok yüksektir. Min.% 99 çinko oksit ihtiva eder. İyi bir çinko oksit 900 °C

sıcaklıkta kızdırıldığında max. % 0,5 kayıp vermelidir. Çinko oksit ile istenilen yüzey alanı 3–7 m<sup>2</sup>/g olmalıdır. Max. rutubet sınırı % 0,2 olmalıdır.

- **Aktif çinko oksit:** Kimyasal yolla elde edilen bir çinko oksittir. Yüzey alanı 1,3 m<sup>2</sup>/g'dır; bu nedenle kauçukta kullanım oranı, normal çinko okside göre daha düşük olmaktadır. Çinko oksit oranı % 93–95 arasındadır. Açık renk ve şeffaf malzemelerin üretiminde kullanılır.
- **Transparan çinko oksit:** Beyaz ya da şeffaf mamullerin üretiminde kullanılır. Bileşimi çinko karbonat ve çinko hidroksit karışımıdır. Şeffaf malzemeler için kullanım oranı 1–1,5 phr arasındadır. Yüksek bir yüzey alanına sahiptir.

#### 2.5.4. Vulkanizasyona Hızlandırıcı Etkisi

Hızlandırıcılar, adlarından da anlaşılacağı gibi vulkanizasyon hızını artırarak mamul özelliklerine olumlu etkiler yapan maddeler olarak tanımlanır. Farklı kimyasal yapıda olduklarından vulkanizasyon sırasında farklı etkiler meydana getirebilmektedir.

Organik hızlandırıcıların temel etkileri aşağıda sıralanmaktadır:

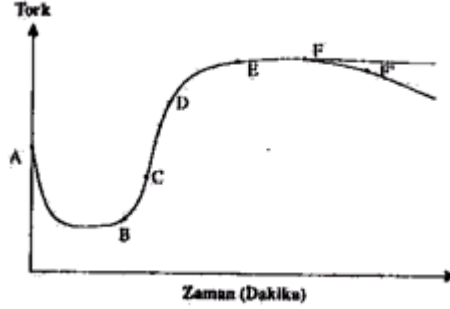
- Kükürtle birlikte kullanıldığı zaman çapraz bağlanma reaksiyonunu hızlanmaktadır. Bu şekilde kısa ekonomik pişirme zamanları oluşur. Mamulün yaşlanmaya karşı direnci artar.
- İki veya daha fazla hızlandırıcı bir arada kullanıldığı zaman birbirlerini kuvvetlendiren bir etki oluşur. Farklı hızlandırıcı kombinasyonları ile kullanım oranları ayarlanarak vulkanizasyon başlangıcı ve devamı ile ilgili çok iyi özellikler sağlanabilmektedir.
- Hızlandırıcı etkisi ile düşük kükürt kullanılarak sağlanan vulkanizasyon işlemlerinde kauçuk mamulün ısı dayanımı, dinamik özellikleri ve yaşlanma özelliklerinde uygun değer iyileşmeler sağlanmaktadır.

Organik hızlandırıcılar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Merkapto hızlandırıcılar
- Sülfenamid hızlandırıcılar
- Thiuram hızlandırıcılar
- Dithiocarbamate hızlandırıcılar
- Dithiocarbamylsulfamide hızlandırıcılar
- Xanthate hızlandırıcılar
- Guanidine hızlandırıcılar
- Âmine hızlandırıcılar
- Thiourea hızlandırıcılar
- Dithiophosphate hızlandırıcılar
- Kükürt vericiler

Hızlandırıcılar, vulkanizasyondaki etkilerine göre çok hızlı, orta hızlı ve yavaş olmak üzere üç grupta toplanabilir.

### 2.5.5. Vulkanizasyon Eğrisi



AB: Akma zamanı: Hamur plastiktir, yumuşar ve kalıba akar.

BC: Yanma zamanı: Kükürt halkası açılarak polimeri etkilemeye başlamıştır.

CD: Yetersiz vulkanizasyon: Çapraz bağlanmaların başladığı zaman. Kükürt halkası açılıp yeni bağlar kurulur.

DE: Optimum vulkanizasyon: Vulkanizasyon için en uygun zaman.

EF: NBR' de sertleşme, kükürt bağlarının kısaltılması ve esnekliğin azaltılması.

EF': NR' de karbon karbon bağlarının açıldığı durum ve fiziksel özelliklerde düşme.

Bu eğrinin en önemli parçası CD parçasıdır. CD parçasının eğimi, bize vulkanizasyonun hızını verir. Eğim ne kadar dik ise vulkanizasyon o kadar hızlı olur. AB'nin uzunluğu çalışma emniyetini ifade eder. Tercih edilen uzun akma zamanı ve dik CD eğrisidir.

İdeal vulkanizasyon eğrisine ulaşmak için:

- İkili hızlandırıcılar kullanılmalıdır.
- Triazol grupları thiuram ile asidik hızlandırıcılar (tiazoller, sülfenamidler) bazik hızlandırıcılarla (guanidinler) takviye edilerek daha emniyetli ve hızlı reaksiyonlar elde edilebilir. Örneğin, MBT – DPG.
- Tiazol gruplarından bir hızlandırıcı (MBT) bir aminle birleşip sülfenamidi meydana getirir. Sülfenamidin reaksiyon öncesi parçalanması gerekir. Bu süre çalışma emniyetini sağlar. Parçalanmış sülfenamid yerine artık çok hızlı olan tiazol + amin bileşimi vardır böylece eğrinin eğimi dikleşir ve hızlı bir reaksiyon olur.
- Yanma zamanının uzunluğu, kükürt halkalarının daha fazla parçalanmasını gerektirir, sonuçta kükürdün bir atoma düşmesini sağlar. Meydana gelen köpükler kısalır ve ısıya dayanımı artar. Daha geniş bir plato sağlanır.

## 2.5.6. Vulkanizasyon Maddeleri

- **Kükürt** uzun polimer zincirlerinin köprülerle bağlanması ile oluşturduğu üç boyutlu yapı vulkanizasyonla sağlanmaktadır. Köprü rolünü üstlenen kükürt molekülleri uzun zincirlerle birbirine bağlanarak yapının sağlam, dayanıklı ve elastik olmasını sağlar.

Vulkanizasyon için kullanılan kükürt

- % 99,5 saflıkta olmalıdır.
- Max. % 0,5 kül içermelidir.
- Asidik maddeler içermemelidir.
- Orta irilikte tane büyüklüğüne sahip olmalıdır.

Kükürt NR ve SBR’de oda sıcaklığında çözünürken NBR ve CBR’de daha az çözünür. Yüksek ısıda kükürdün kauçuk içerisindeki çözünürlüğü artmaktadır. Örneğin; SBR’de 25 °C oda sıcaklığında % 1 kadar çözünen kükürt, 40 °C sıcaklıkta % 2 oranında çözünür. Karışımın depolanması sırasında sıcaklığın düşmesiyle çözünürlük azalmakta ve serbest kalan kükürt tabakalar arasında birikerek istenmeyen yüzey kusmalarına sebep olmaktadır. Dinlendirilmiş hamurda görülen beyazlama “blooming”nın meydana gelmesi bu sebeptendir. Bu durum tabakalar arasında yapışmayı önlediğinden konfeksiyon işlemlerinde zorluklara neden olur. Tabakalar arasında homojen dağılımın olmaması yüzünden overcure (topaklanmış pişime) merkezleri oluşmakta bunun sonucu istenmeyen ön vulkanizasyon tehlikesi ortaya çıkmaktadır.

Bu sakıncaların giderilmesi için lastik kimyasalları arasında çözünmez kükürt olarak bilinen (insoluble sülfür) kükürt geliştirilmiştir. Çözünmez kükürt, karbon sülfürde % 65 - % 95 çözünmeyen kükürt olarak tanınır. Çözünmez kükürt zamanla ve yüksek ısı ile normal kükürde (rubber maker sülfür) hâline dönüşür.

- **Kükürt çiçeği** süblimleşme yolu ile elde edilmektedir. Çözünmeyen kükürt yüzdesi % 33’tür. Kusmanın (blooming) önlenmesi amacı ile kullanılır.
- **Yağlı kükürt (Oil treated)** tozlaşmanın önlenmesi, tartım işleminin kolaylaşması ve kükürdün karışımdaki dağılımının kolaylaşması amacıyla aromatik ve parafinik yağlarla belirli oranlarda karıştırılarak elde edilen kükürttür.
- **Kükürt klorür** genellikle oda sıcaklığında gerçekleştirilen vulkanizasyon işlemlerinde kullanılır. Kükürt aktif hâlde bulunduğundan parçalanmasına gerek yoktur.
- **Kükürt verici sistemler:** TMTD, morfolin, tioplastlar kükürt verici sistemlere örnek olarak verilebilir. Bunlar ısıtıldıkları zaman parçalanıp aktif kükürt salar. Çok esnek ve elastik parçaların üretiminde kükürtsüz ya da çok az bir miktar kükürt ile birlikte kullanılır.

- **Organik peroksitler:** Silikon, EPDM, PU, EVA, PE gibi kükürtle bağlanması mümkün olmayan ya da EPDM, NR, SBR ve NBR gibi kükürtle de vulkanize olabilen kauçukların vulkanizasyonunda kullanılmaktadır. Az bir miktar kükürt Co- Agent olarak tavsiye edilebilir. Isıya dayanıklı, düşük kalıcı deformasyon özelliği istenen parçaların imalatında kullanılmaktadır.

#### **Avantajları:**

- Karışımın depolanması sırasında yanma eğiliminin az olması
- Yüksek sıcaklıklarda hızlı vulkanizasyon
- Reversiyona karşı dayanıklı olması
- Basit formülasyonlar oluşturması
- Yüksek sıcaklıklarda düşük kalıcı deformasyon değerleri
- İyi elektriksel özellikler

Peroksitler, oksijene karşı duyarlı olduklarından bir taraftan çapraz bağlanma yaparken diğer taraftan oksitleyici özelliklerinden dolayı C – C bağlarını koparıp depolimerizasyona sebep olur. Çoğunlukla ilave vulkanizasyona (post-cure) ihtiyaç gösterirler.

- **Kinon dioksimler ve fenolik reçineler:** Özellikle bütül kauçuk gibi düşük doymamışlık özelliğinde kauçuklarla birlikte kullanılmaktadır. Bütül kauçuğun kükürtle yapılan vulkanizasyonunun yavaş olması, bu maddeler ile vulkanizasyon yapılmasını sağlamaktadır. Muhtemel ısı ve buhar dayanımı sağlanmaktadır. Bu yüzden pişirme tulumları, hortum malafaları ve yüksek ısıda çalışan lastik parçaların imalatında kullanılır.

#### **2.5.7. Hamurların Geç Pişmesi**

- **Asidik dolgu maddeleri:** Silis ihtiva eden asidik dolgu maddeleri, hızlandırıcı ve aktivatör absorbe etme eğilimindedir; bu yüzden vulkanizasyon gecikmesine ya da yetersiz vulkanizasyona sebep olur (Dolgu Maddeleri bölümüne bakınız.). Kullanılan dolgu maddelerinin cinsine bağlı olarak % 2,5–5 arası glikol ve trietanolamin gibi dioller katılarak vulkanizasyon gecikmesi önlenmektedir.
- **Yağlar:** Asidik yapıda yağlar veya yüksek yağ kullanımı vulkanizasyon reaksiyonunu geciktirmektedir; bu yüzden reçete de ilave hızlandırıcılara ya da hızlandırıcı oranının artırılmasına gereksinim vardır.

#### **2.2.8. Hamurların Erken Pişmesi (Yanma, Scorch)**

Koşullar uygun olduğu hâlde bazı durumlarda karışım için ön vulkanizasyon ya da erken pişme (scorch) durumu söz konusu olmaktadır. Bu özellikteki hamurun imalatta işlenmesi zor, hatta imkânsızdır. Erken pişme tehlikesini ortadan kaldırmak için reçetelere geciktirici adı verilen kimyasallar ilave edilir. Geciktiriciler asidik yapıdadır ve



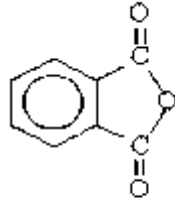
yanma (scorch) zamanı uzatılır. Bu durum uygun değer pişme zamanının da uzatılmasına sebep olur.

Genellikle iki tip geciktirici vardır:

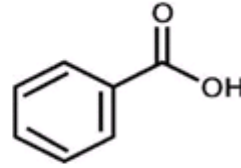
➤ **Asitler:** Ftalik anhidrit, salisilik asit, benzoik asit.

➤ **Nitrozo bileşikleri:** N-nitrozo di fenilen âmin (NDPA)

Ftalik anhidritin geciktirme etkisi daha iyidir. Benzoik asidin kauçuktaki çözünürlüğü fazla olduğundan daha yüksek oranda kullanılması gerekir. Bu geciktiricilerin kullanım oranları 0,4 – 1,5 phr arasındadır.

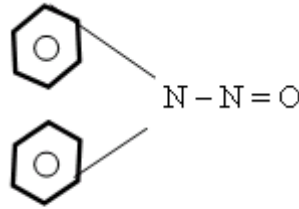


**Ftalik Anhidrit**



**Benzoik Asit**

NDPA tipinde olanlar, aslında sülfenamid türevidir. Yalnız erken pişme (scorch) zamanını uzatır. Optimum pişme zamanında bir değişiklik olmamaktadır. 0,45 phr üzerinde kullanıldığı zaman kalıcı deformasyon ve modülüs değerlerine olumsuz etki yapar. Bunun sebebi çapraz bağlanma yoğunluğunu düşürmesidir.



**NDPA**

### 2.5.9. Rejenerasyon

Vulkanizasyonun tam aksine, önceden kurulmuş olan çapraz bağ yapısının açılması demektir. Karbon kükürt bağlarının açılması için gerekli olan enerji sağlanarak bağlar kopartılır. Genellikle kuru buhar ortamında, 5–10 atm. buhar basıncında, 240–250 °C sıcaklıkta, 4–8 saat işlem yapılır. Bazı kimyasal maddeler kullanılarak ısı ve zaman düşürülür.

Rejenere maddelerin kullanım amacı tabii ve sentetik kauçuklarda karışım maliyetini düşürmek ve işlem kolaylaştırmaktır.

Rejenerasyonda kullanılan maddeler şunlardır:

- **Elyaf gidericiler:** Sodyum hidroksit, kalsiyum ve çinko klorür gibi maddeler olup kord bezi gibi elyafları çözer.
- **Yumuşatıcılar:** Stearik asit, oleik asit gibi yağ asitleri ve petrol yağlarıdır.
- **Yapışkanlık vericiler:** Kauçuğun iç yapışkanlığını sağlar. Çam katranı, kömür katranı, hidrokarbon ve kolofan reçinelerden oluşur.
- **Çoğaltıcılar:** Asafit ve ucuz reçinelerden oluşur. Düşük fiyatlı maddelerdir.
- **Aktif reaksiyon maddeleri:** Vulkanize olmuş kauçuğun içerisindeki çapraz bağların parçalanmasını sağlayan maddelerdir. En etkili olanı ksilol di sülfürdür.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Ham lastiği pişiriniz

**Kullanılan araç ve gereçler:** Pres, ham lastik, eldiven

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Presi ayarlayınız.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş güvenliği önlemlerini alınız. ➤ Ham lastiğin ebat ve türüne dikkat ediniz.
➤ Isı, buhar kontrolü yapınız.	➤ Ham lastiğin ebat ve türüne göre buhar kontrolünü yapınız.
➤ Pişme süresini ayarlayınız.	➤ Dikkatli çalışınız.
➤ Lastiği pişmek üzere prese atınız.	➤ Ham lastiği prese yerleştirirken presin temiz olmasına ve kalıplara dikkat ediniz.
➤ Sonuçları rapor ediniz.	➤ Aldığınız notlardan raporunuzu hazırlayınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
3. Presi ayarladınız mı?		
4. Isı, buhar kontrolü yaptınız mı?		
5. Pişme süresini ayarladınız mı?		
6. Lastiği pişmek üzere prese attınız mı?		
7. Sonuçları rapor ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi pres çeşidi değildir?  
A) Pot hearts presler  
B) Autoform pres  
C) Bag o matic pres  
D) Loader pres
2. Aşağıdakilerden hangisi rejenerasyon maddesi değildir?  
A) Yumuşatıcılar            B) Çoğaltıcılar  
C) Yağlar                    D) Yapışkanlık vericiler
3. Aşağıdakilerden hangisi vulkanizatör değildir?  
A) Çinko oksit            B) Kauçuk            C) Stearik asit            D) Kükürt
4. Aşağıdakilerden hangisi organik hızlandırıcıdır?  
A) Çinko oksit hızlandırıcı  
B) Stearik asit  
C) Nitrozo bileşikleri  
D) Thiourea hızlandırıcı
5. Aşağıdakilerden hangisi vulkanizasyonda sistem değildir?  
A) Rejenerasyon  
B) Kükürt verici sistem  
C) Peroksit verici sistem  
D) Konvansiyonel sistem

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Hızlandırıcı aktivasyonu sağlayan bu maddelere .....denir.
7. Rejenere maddelerin kullanım amacı tabii ve sentetik kauçuklarda .....  
..... ve işlem kolaylaştırmaktır.
8. Plastik hâldeki kauçuk hamurunun, dışarıdan tatbik edilen bir enerji ile elastik hâle dönüşme işlemine .....denir.
9. Aktivatör olarak kullanılan en önemli madde .....tir.
10. Vulkanizasyon için kullanılan kükürt..... saflıkta olmalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi rejenerasyon maddesidir?  
A) Aktif reaksiyon maddeleri  
B) Stearik asit  
C) NDPA  
D) MTB
2. Aşağıdakilerden hangisi vulkanizasyonda kullanılan kükürdün özelliği değildir?  
A) A) Max. % 0,5 kül içermelidir.  
B) Asidik maddeler içermemelidir.  
C) Orta irilikte tane büyüklüğüne sahip olmalıdır.  
D) Yumuşak olmalıdır.
3. Aşağıdakilerden hangisi “Pişirme Noktası” anlamına gelir?  
A) Molding      B) Blow Down      C) Blow Point      D) Cure Time
4. Yol dışı lastikler hangi tür presler ile pişirilmektedir?  
A) Autoform pres      B) Pot hearts presler  
C) Bag o matic pres      D) Loader pres
5. Aşağıdakilerden hangisi pres kapandıktan sonra yapılması gereken kontrollerden değildir?  
A) Timerin devreye girip girmediğinin kontrolü  
B) Manometre termometre ve kayıt cihazlarının kontrolü  
C) Ham lastiğin pişirme torbasına oturup oturmadığının kontrolü  
D) Torba içindeki sıcak su veya buhar basıncının kontrolü
6. Aşağıdakilerden hangisi pres parçalarından değildir?  
A) Kalıp      B) Bladder  
C) Post Cure Inflatör      D) Trimming

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. Kirli kalıplar kalıp temizleme makinesinde ..... temizlenir.
8. En çok kullanılan beyaz pigment.....tir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	B
4	A
5	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	D
5	A
6	Aktivatör
7	Karışım Maliyetini Düşürmek
8	Vulkanizasyon
9	Çinko Oksit
10	% 99,5

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	B
5	C
6	D
7	Cam Tozuyla
8	Titan Dioksit

# KAYNAKÇA

- SAVRAN Haldun Ömer, **Elastomer Teknolojisi 1**, Kauçuk Derneği Yayınları, İstanbul, 1996