

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LASTİK ÜRETİMİNDE KATKI ELEMANLARININ
ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

85049

Metalurji Müh. Ümit KIZILTAŞ

**F.B.E. Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı Üretim Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON TEZİ**

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Müzeyyen MARŞOĞLU

Prof.Dr. Sendar KÜÇÜKKARAĞÖZ

Prof.Dr. Sabriye PIŞKIN

SP: su

İSTANBUL, 1999

85049

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
1. GİRİŞ	1
2. LASTİĞİN HAMMADDELERİ	2
2.1 Hamur Karışımındaki Hammaddeler	2
2.1.1 Tabii kauçuk	2
2.1.1.1 Standart Malezya kauçuğu (SMR)	4
2.1.1.2 Tabii kauçuğun genel özellikleri	4
2.1.1.3 Tabii kauçuğun kimyasal yapısı	4
2.1.1.4 Tabii kauçuklara uygulanan önemli testler	6
2.1.2 Sentetik kauçuk (Suni)	7
2.1.2.1 Stiren-butadien kauçuğu (SBR)	8
2.1.2.2 Cis-butadien kauçuğu (CBR)	8
2.1.2.3 Butil kauçuğu	9
2.1.2.4 Sentetik kauçuklara uygulanan önemli testler	9
2.1.3 Karbon karaları	11
2.1.3.1 Karbon karalarına uygulanan önemli testler	14
2.1.4 Yağlar	15
2.1.4.1 Kimyasal yağlar	15
2.1.4.2 Fiziksel yağlar	16
2.1.5 Diğer kimyasallar	16
2.1.5.1 Reçineler	16
2.1.5.2 Yaşlanma geciktiriciler	16
2.1.5.3 Dolgu maddeleri	17
2.2 Diğer Maddeler (Hamur Dışı)	18
2.2.1 Kord bezi	18
2.2.1.1 Kord bezi kontrolleri	20
2.2.1.2 Tekstil kordlara uygulanan testler	20
2.2.2 Çelik kord	21
2.2.2.1 Bileşimin korda yapışması	22
2.2.2.2 Çelik kordlara uygulanan testler	23
2.2.3 Polietilen bandajlar	24
3. ELASTOMERLER	26
3.1 Elastomerlerin Tabiatı	26
3.2 Kauçuk ve Lastik Kavramları	27
3.3 Vulkanizasyonun Kauçuklarla İlişkisi	27
3.3.1 Karışım hazırlama	28

4.	VULKANİZASYON	29
4.1	Çapraz Bağlama (Karşılıklı Bağlanma)	29
4.2	Kükürt ve Vulkanizasyon	31
4.2.1	Hızlandırıcılar ve ultra hızlandırıcılar	33
4.3	Vulkanizasyon Reaksiyonunda Hızı Tayin Eden Reaksiyonlar ...	34
4.3.1	Isı ve zaman	34
4.3.2	Monsento rheometre eğrisinin değerlendirilmesi	35
4.4	Vulkanizasyon Mekanizması	35
4.4.1	Vulkanizasyon değişkenleri	37
5.	DENEYSEL ÇALIŞMA	41
5.1	Binek Lastiği Sırt Bileşiminin Testleri	41
5.2.	Sonuç	45
6.	ÜRETİM AŞAMALARI	46
6.1	Çember Üretimi	46
6.1.1	Çember makinası	46
6.1.2	Çemberlere uygulanan işlemler	46
6.2	Sırt ve Yanak Üretimi	47
6.3	Gövde Yarı Mamulleri Üretimi	48
6.3.1	Metalik kalandra makinası	48
6.3.2	Metalik kumaş kesme makinaları	48
6.3.3	Tekstil kumaş kesme makinaları	48
6.3.4	Tekstil kalandra makinası	48
6.3.5	Tela kesim makinaları	49
6.4	Konvansiyonel Lastik	49
6.5	Radyal Lastik	50
6.6	Kalıpta Pişirme	52
7.	SONUÇ VE YORUMLAR	54
	KAYNAKLAR	56
	ÖZGEÇMİŞ	57

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	İsoprenin kimyasal yapısı 5
Şekil 2.2	Kauçuğun cis-formu 5
Şekil 2.3	Balatanın trans-formu 5
Şekil 2.4	SBR'nin açık formülü 8
Şekil 2.5	CBR'nin açık formülü 8
Şekil 2.6	İsobutilen ve isopren açık formülleri 9
Şekil 2.7	Karbon karası ilavesiyle özellikler değişimi 13
Şekil 2.8	Naylon kord bezi şematik görünüşü 19
Şekil 2.9	Pamukla olbo atkı farkı 20
Şekil 2.10	Çelik kordun kaplama kalınlığı-yapışma grafiği 22
Şekil 4.1	Çapraz bağlama şematik gösterimi 29
Şekil 4.2.a	Polibutadin oksidasyon öncesi 30
Şekil 4.2.b	Polibutadin oksidasyonu 30
Şekil 4.3	Çapraz bağlanma 36
Şekil 4.4	Vulkanizasyon değişkenleri 37
Şekil 4.5	Pişme zamanı özelliklere etkisi 39
Şekil 4.6	Pişirme sistemi 39
Şekil 5.1	Monsento rheometre test sonuçları grafiği 42
Şekil 6.1	Konvansiyonel lastik 50
Şekil 6.2	Radyal lastik 51

ÖNSÖZ

Lastik endüstrisinin çağımızda önemli bir yeri bulunmaktadır. Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle her endüstriyel malzemenin değeri daha iyi anlaşılmakta, yaptıkları işlevlerin bu günkülerle sınırlı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada da lastik sektöründeki malzemelerin işlevleri göz önünde bulundurularak, ürün özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmamda her türlü desteğini esirgemeyen; tez danışmanım, Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölüm Başkanı, Sn. Prof. Dr. Müzeyyen MARŞOĞLU'na ve Türk Pirelli Lastikleri A.Ş. yetkililerine teşekkür ederim.



ÖZET

Yirminci yüzyılın başından beri gelişmekte olan elastomer malzemeler, kimya biliminin toplum yaşantısına yaptığı en büyük katkı olarak değerlendirilmektedir. Oda sıcaklığından, parçalanma sıcaklığına kadar oldukça geniş bir saha içerisinde elastik özellik gösteren çapraz bağlanmış polimerik malzemeler elastomer malzemelerdir. Kauçuklar çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanabilme özelliğine sahip, yani vulkanize olabilen polimerlerdir. Çapraz bağlanmanın özellik değişimlerine etkisi büyüktür. Çapraz bağlama için gerekli olanlar ise; kauçuk karışımı, sıcaklık, basınç ve zamandır. Bu ortamların sağlandığı koşullarda en iyi özellikte malzemeler üretmek doğal sonuç olacaktır. Kauçuk ürünleri geçmişte toplumlarca geniş bir biçimde kullanılmış ve günümüzde en geniş biçimde ihtiyaç duyulan araç ve gereçlerin imalinde artan bir oranla kullanılmaya devam etmiştir. Tarihsel gelişim içinde kauçukların işleme şekilleri ve teknolojisi bilimsel bir şekilde gelişirken, bu malzemelerin bol ve ucuz üretilibilmeleri konularında önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Kauçuğun kükürt ile vulkanizasyonunun 120 yılı aşkın süredir bilinmesine rağmen; kükürt ve hızlandırıcı ihtiva eden kauçuk karışımının ısıtılmasında meydana gelen reaksiyonlar ve değişiklikler kısmen bilinmemektedir. Günümüzde yeni malzemeler için yeni yöntemlerin gerekli olması ve yeni teknolojilere gerek duyulmasına en önemli etkenler; bilinmeyenleri keşfetmek, enerjiyi ekonomik sağlamak, işçilik maliyetlerini düşürmek, çevre kirliliğini önlemek vb. amaçları taşımaktadır. Enerji ve maliyetlerin artışı, ekonomideki politika değişiklikleri bazı yeni malzemelere ilgiyi arttırıp hızlı talepler doğurabilmektedir. Kauçuk her ne kadar bu ihtiyaçları karşılayabilecek bir malzeme olsa da başka malzemelerle örneğin; plastik, kompozitler, alüminyum ve diğerleriyle bu konularda rekabet edebilmelidir. Kauçuğun kendi payını koruyabilmesi elde edilen ürünlerin performansına ve rekabet parametrelerine bağlıdır. Kauçuklardan üretilen taşıt lastiklerindeki gelişmeler de bu parametrelere bağlı olarak değişim göstermiştir. Üretimde; kaliteyi arttıran ve hataları en aza indirmeyi hedefleyen politikalar radyal lastiklerin konvansiyonel lastiklere üstün olmasını sağlamıştır. Lastiklerde memnuniyetsizlik yaratan durumlar ise üniform lastik üretmeye verilen önemle giderilmiştir.

ABSTRACT

It is considered that elastomer materials which developed since the beginning of 20th century were one of the most valuable effect on human life. Elastomer materials are crosslink polymeric materials which are elastic from the range of room temperature to penetration temperature. Rubbers are not crosslink but have the ability of to be so, means vulcanizable polymers. The crosslinks have high effect on characteristics' changes of materials. The requirements to be crosslink are; compound mix, temperature, pressure and time. Under the right conditions, to produce materials at the best performance is absolute. Products made from compound have been common used products in the history and now, has increasing usage levels at the manufacturing of many things. In the history, compound mixing compositions and technology were improved with scientific methods and also it became possible to produce them easily and cheap. Although it is known since 120 years that compound is a result of sulphur vulcanization, there are still questions about some reactions and changes during compound (composed of sulphur and accelerator) milling. Today new investigation technology is required to discover and produce new materials because it is aimed to get them at economic energy levels with low labor costs and by environmental protection. Increasing energy consumption levels and costs, policy changes at economy can create rapidly increasing demands to new materials. Although compound has the ability of satisfying these needs, it must compete with other materials such as plastics, composites, aluminium and others. It is competition power depends on the performance of products made from compound and competition parameters to keep its place in the market. The performance of tires made by compound, presents changes depending on these parameters. Policies aimed to improve quality brought forward radial tires to conventional tires in the market. Some tire problems are also reduced by giving importance to uniformity of tire.

1. GİRİŞ

Günümüzde lastik endüstriyel önemi ve kullanış sahası gittikçe artan bir madde haline gelmiştir. Eskiden olduğu gibi araba lastikleri bazı mahdut sayıdaki mamulün imal edildiği madde olarak adlandırılmaktan çıkmış bir çok endüstriyel madde ile rekabet edebilecek seviyeye ulaşmıştır. Endüstriyel maddelerin çoğunun yerine direkt olarak kullanılma imkanının olmaması nedeniyle lastiğin bu rekabetteki şansının fazla olmadığı düşünülebilir. Ancak mühendislik becerisi lastiğin lehine kullanıldığı takdirde netice umulanın çok üzerinde olabilir. Nitekim sentetik kauçuk imalının gelişmesi ve çok çeşitli özelliklerde imal edilebilir hale gelmesi lastik mamullerine mali ve teknolojik avantajlar sağlamış bulunmaktadır. Bunun yanında yeni bir takım kimyevi maddelerin kullanılmaya başlanması, proseste kolaylık, mukavemet artışı ve uzun ömür daima arzu edilen gelişmelerdir. Lastiğin esasını teşkil eden kauçuk tabii ve suni olarak elde edilebilen çeşitli elastomerlerdir. Lastiğin kullanış yerinin icap ettirdiği özellikler göre çeşitli katkı maddeleri ile karıştırılıp vulkanize edildikten sonra kauçuk lastik halini alır. Günümüz teknolojisi ilerledikçe, her maddenin, her elastomerin, her elementin değeri daha iyi anlaşılmakta, yaptığı işlevlerin bugünkülerle sınırlı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Kauçukta bu maddelerden biridir. Özellikle son yıllardaki gerek tekerlek lastiği sektöründeki gerekse lastik eşya sektöründeki büyük gelişmeler, kauçuğu, lastik eşya üreten fabrikalarca ve tekerlek lastiği üreten lastik fabrikalarınca çok aranan ve üzerinde çok büyük titizlik gösterilen madde konumuna getirmiştir. Bu çalışmanın amacı; kauçuk teknolojisine büyük etkisi olan vulkanizasyon olayının incelenmesi, özellikleri nasıl etkilediğinin belirlenmesi, proses kademelerinin açıklanması ve yöntemlerin temel prensiplerinin esas alınmasıdır. Zaman içerisinde kullanıcıların isteklerine cevap veremeyen konvansiyonel lastiklerin kalkış nedeni, radyal lastiklerin günümüzde konvansiyonel lastiklerin yerini alması ve bunun yanında kullanılan malzemelerin ve üretim yöntemlerinin etkisinin de göz önüne alınmasıdır. Kullanılan yarı mamul malzemelerin kusursuzluğu, üretimdeki kalite; lastik ürünlerini kullananları memnun edecektir.

2. LASTİĞİN HAMMADDELERİ

Hamur karışımındaki hammaddeler

Diğer maddeler

2.1 Hamur Karışımındaki Hammaddeler

Tabii kauçuk

Sentetik kauçuk

Karbon karaları

Yumuşatıcılar (Yağlar)

Diğer kimyasallar, pişiriciler, aktiflendiriciler, antioksidantlar, reçineler, yavaşlatıcılar, hızlandırıcılar.

2.1.1 Tabii kauçuk

Bugün ortalama olarak bütün tabii kauçuk Hevea Brasiliensis ağaçlarından elde edilmektedir. Bu ağacın büyümesi çok çabuktur (6-7 yılda bir kauçuk verir). Kauçuk ağacı 20-30 m. yüksekliğindedir. Koyu gri oval yapraklı ve üç salkımlıdır. Yetiştirilmesi için rutubet ister. Bir ağacın üretim ömrü 50 yıl olarak bilinmektedir. Ağaç 6 yaşına vardığı zaman ancak üretime başlanabilir. Kurak mevsimde, ağacın gövdesine, 10-15cm aralıklarla, eğri, sarmal veya V şeklinde çizikler atılır. Süt hemen akar ve kaplarda toplanır. Çizikler her 6-8 günde bir yenilenir. Süt tütsülenerek istenilen hacmi buluncaya kadar ince tabakalar halinde pıhtılaştırılır. Pıhtılaştırma işlemi pıhtılaştırıcı maddelerle veya santrifüjlemeyle pıhtılaşmayı sağlayan daha modern usullerle yapılır.

Kauçuk ağacının gövdesi sistematik bir şekilde hafif hafif vurularak 30 derecelik açıyla soldan sağa doğru kesilir. Ağaç kabuğundaki doku tabanları kesilerek kauçuk elde edilir. Ağaçlardan lateks toplamak için genellikle küçük alüminyum toplama kapları kullanılır. Kesilmiş yerin son ucuna bu kaplar asılarak beyaz renkteki lateksin bu kabın içine akması sağlanır. Ağaçtan akan lateksin %30-36 oranında kauçuk hidro karbonu mevcuttur. Ağaçtaki bu yaradan lateksin akışı çok yavaştır. Latekste genellikle su miktarı daha fazladır.

Aynı zamanda lateks içinde %0,30-0,7 kül, %1-2 protein, %2 resin ve %5 quebrachitol (bir çeşit sulu reçine) vardır. Resin olarak steroller, sterol esterleri ve sterol glukoasitler ve büyük miktarlarda çözülmüş yağ asitleri bulunur. Yağ asitleri miktarı kauçuğun vulkanizasyonu esnasında kuvvetli tesir gösterir. Lateks içinde dağılmış kauçuk partiküllerinin çapı 3 mikron olabileceği gibi partiküllerin ortalama çapları 0,6 mikrondur. Temiz bir lateks içinde kauçuk partikülleri, proteinler ve fosfolipidler bulunur. Protein ve fosfolipidler kauçuk partiküllerini stabil tutmaya yarar. Fakat kesik yerden akan lateks bir saat kadar sonra bakteriler tarafından proteinlerle bir enzim reaksiyonu gösterir. Böylece lateksin stabilitesini büyük ölçüde azaltır (Semegen, 1973).

Yetişmiş ağaçlardan toplanan lateks tabii kauçuğun kaynağıdır. Kauçuğun üretildiği özsu "lateks" sütü andıran hafif kırmızımsı veya sarımsı sıvıdır. Burada kauçuk tanecikleri bir emülsiyon oluştururlar. Lateks, %40 kauçuk, %50 su, %10 protein ve diğer maddelerden oluşur. Lateks içindeki kauçuklar çok çeşitlidir; bunlar dayanıklı kauçuklar, dumanlanmış levhalar, Standart Malezya Kauçuğu olarak adlandırılır. Ağaçlardan elde edilen lateks değişikliğe uğramadan stabil hale getirilmeye çalışılır. Daha sonra bu tabii kauçuk lateksi işlenecek halde tutulur (Canbay, 1997).

Ağaçlardan toplanan lateks mümkün olduğu kadar çabuk kurutulur. Bu kurutma işlemi düz ve sığ bir havuzun içine boşaltılan lateks ağaç kabuğundan ve kirlerden temizlemekle başlar %30-35 oranında sulandırılır. Bu sulandırılmış lateks içinde %12 kadar kauçuk vardır. Sulandırma işlemi ile lateks içindeki mevcut bulunan kum ve sulu çamur gibi yabancı maddelerin kısa zamanda dibe çökmesi sağlanır.

Lateksde ikinci işlem pıhtılaştırmadır. Formikasit en iyi pıhtılaştırıcıdır, fakat asetik asit daha çok kullanılır. Potasyum veya alüminyum şapları ile tuz asitleri ve florosilik asitde kullanılabilir. Pıhtılaştırma için kullanılacak asit miktarı ağacın şartlarına bağlıdır. Mesela genç ağaçlardan alınan lateks stabil değildir. Bunun için lateksin ağaçtan sızması esnasında toplama kaplarına amonyak ilave etmek gerekir. Böylece lateks pıhtılaşma işlemine kadar stabil halde tutulabilir. Genellikle eski ağaçlar böyle bir işlem uygulamaya gerek yoktur. Pıhtılaştırma işleminde %12 kadar katı madde ihtiva eden lateksin 100 litresine %90'lık 40

ml formik asit ilavesi kafidir. Yalnız asit kullanılmadan evvel %4'lük bir konsantrasyonda sulandırılır. Temiz bir lateksde asit dengesi çok dikkatli kontrol edilmelidir. Çünkü çok miktardaki asit pıhtılaşmayı önler. Bunun için lateksteki asit miktarı PH'nın 5.05 - 4.77 arasında olacak şekilde ayarlanır. Bu asitlik derecesinde lateksdeki pıhtılaşma en hızlı ve en iyidir. Bu işlemlerle lateks içindeki kauçuk katı hale getirilir (Semegen, 1973).

2.1.1.1 Standart Malezya kauçuğu (SMR)

Mart 1965'de Malezya'da üretilen kauçuk standardize edilip Standart Malezya Kauçuğu (SMR) olarak adlandırılmış ve bu kısaltılmış isim ile dünyaya tanıtılmıştır. SMR ihtiva ettiği kirlilik derecesine göre bir sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve sembollerle gösterilmiştir. SMR'de kahve rengilik derecesi kalitesini gösterir renk koyulaştıkça kalite artar. Türkiye'de de Malezya kauçuğu kullanılıyor. SMR'de fiziksel kirlilik önemlidir. Fiziksel kirlilik; latekste olan, ölçülebilen ve tartılabilen kirliliktir. Ağaçtan yada doğadan karışan parçacıklardan dolayı meydana gelmektedir. Standart Malezya Kauçuğu; SMR-5, SMR-10, SMR-20 şeklinde gösterilir. Bu rakamlar kauçuktaki fiziksel kirliliği 10000 de olarak (‰ 5 gibi) göstermektedir (Canbay, 1997).

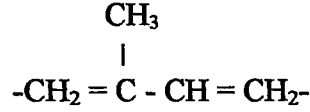
2.1.1.2 Tabii kauçuğun genel özellikleri

Ham kauçuk sıcaklık ile değişik fiziksel özellikler gösterir. Düşük sıcaklıklarda katı ve sert olur. Donma noktasında lifli bir yapıya sahiptir. 100 °C 'ye kadar ısıtıldığında yumuşayarak yapışkan olur. Bu sıcaklıkta ham kauçuk permanent özelliği göstererek plastik tabiatlı olur. Kauçuk oda sıcaklığının üzerinde bir sıcaklıkta gerildiğinde ve bırakıldığında tekrar eski durumuna dönmeyiz. Tabii kauçuk az veya çok miktarda bütün alifatik ve aromatik hidrokarbonlu solventlerde çözülür. Çok üstün ısı direnci (ısı birikimi yapan), yüksek mukavemeti, depolama imkanı ve tüm özellikleri dengelenmiş olması avantajları üretimdeki zorlukları dezavantajı sayılabilir (Semegen, 1973).

2.1.1.3 Tabii kauçuğun kimyasal yapısı

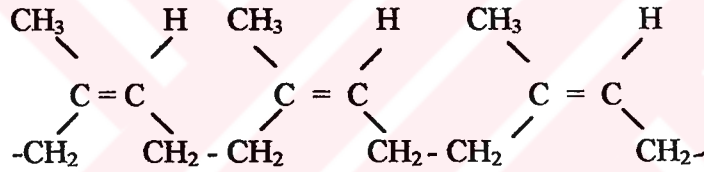
İngiliz kimyacı olan Greville Williams 1860'da ezilmiş kauçuğun kuru olarak damıtılmasını keşfederek C₅H₈ kauçuk hidrokarbonunun düşük kaynama noktasının şartlarını bularak buna

İsopren demiştir. Yıllar sonra birçok bilim adamı bu prensipten hareket ederek İsopren'in yapısı hakkında aşağıdaki kimyevi kanaate varmıştır (Şekil 2.1) .

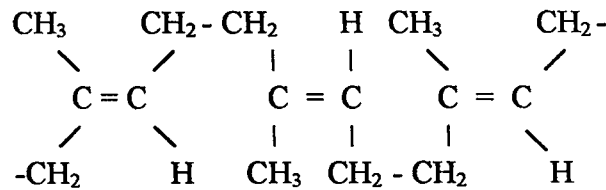


Şekil 2.1 İsopren'in kimyasal yapısı

Kauçuğun saf hidrokarbonları balata, gutta-percha gibi bitkilerden üretilmiş polimerlerde aynı kimyevi formüllerle gösterilmiştir. Halbuki balata ve gutta-percha sert boynuzsu maddelerdir. Kauçuk ise yumuşak ve elastikdir. Bu maddeler üzerinde çalışmalarla gutta-percha ve balatanın kauçukla arasındaki kimyasal fark bulunmuştur. Kauçuk Cis-form da, gutta-percha ve balata Trans-formdadır. Şekil 2.2'de Kauçuğun Cis-formda olduğu görülmektedir.



Şekil 2.2 Kauçuğun Cis-formda olduğu görülmektedir.



Şekil 2.3 Balatanında trans-formda olduğu görülmektedir.

Şekil 2.3'de balatanında trans-formda olduğu görülmektedir. Ham kauçuk etil eterde tamamen çözülür. Ağaçlardan alınan Hevea lateksindeki kauçuğun hidrokarbonu moleküler ağırlık bakımından farklılık arz eder. Böylece hidrokarbonda en büyük özellik molekül ağırlığının değişimidir. Çünkü molekül ağırlığı kauçuğun viskozitesinde büyük rol oynamaktadır (Morton, 1973).

2.1.1.4 Tabii kauçuklara uygulanan önemli testler

Tabii kauçuklara uygulanan önemli testler şöyledir (Canbay, 1997);

1. Kirliliğin tartılması testi : Pişirildikten sonra lastikte oluşan bir kirlilik lastiğin atılmasına neden olacaktır. Bu nedenle örnek alınan ve tartısı alınmış kauçuk, ksenon içinde tamamen çözününceye kadar bekletilir. Çözünme tamamlandıktan sonra ince süzgeçle süzülür. Süzgeçte kalan parçalar kauçuktaki fiziksel kirlilik oranını verir.

2. Mooney testi: Test kauçuğun akışkanlığının tespiti için yapılmaktadır. Tanımlarsak; belirli bir sıcaklık ve süre sonunda kauçuğun sonsuz dönen bir rotora verdiği direncin sayısal ifadesidir. Sonsuz dönme, kendi eksenindedir. Mooney ölçülen rakamın birimidir. Yumuşaklığı veya sertliği mooney cinsinden ölçülen rakamla görürüz. Yumuşak kauçuğun mooneyi düşük, sert kauçuğun mooneyi yüksektir. Test esnasında rotor istenilen sıcaklığa getirilir. Kauçuk bunun üzerine kapatılır. 1 dakika, 100 °C’de ısıtılır. Süre dolunca rotor çalışmaya başlar ve test genellikle 4 dakika sürer. Bu süre boyunca mooney düşer. Çalışma süresi ve sıcaklık arttıkça mooney düşer. Mooney iyi ayarlanmaz ise karıştırıcıda karışmayabilir. Karıştırma işleminin yapıldığı proses banbury makinelerinde gerçekleştirilir. Banbury 2-3 dakika kadar çalıştırılır. 170-180 kg arasında hamur karıştırılır. Buradaki işlemin hatalı olmaması için mamulün mooneyinin iyi bilinmesi ve karıştırma süresinin buna göre ayarlanması gereklidir. Aksi taktirde düşük mooneyde fazla çalışırsa ürün yanabilir, yüksek mooney de az çalışırsa karışmayabilir.

3. Yağ testi: Aseton kauçuğu çözemeyen fakat iyi yağ çözücü bir maddedir. Tartılmış ve ölçüsü gr. olarak bilinen kauçuk, miktarı önemsiz aseton içinde 8 saat bekletilir. İşlem sonunda önceden tartılan kauçuk yine tartılır ve aradaki fark yağ miktarını verir.

4. Yaşlanma direnci testi: Bu özel koşullarda yüksek sıcaklık, basınç ve buharla yapılan bir testtir. Özel makinelerle yapılan bir testdir. Kauçuğun yaşlanmaya karşı direncinin ölçülmek amacıyla yapılmaktadır.

5. Kül testi: Tartısı alınan örnek 900 °C yakılır. Kül tartılarak kauçuğun yapısına uygun olup olmadığına bakılır. Kimyasal kirliliğin kontrolünde kullanılır. Kauçuk içindeki yabancı kimyasal miktarı tespit edilir.

6. Polietilen kalınlığı: Üretim için gelen kauçuk polietilene sarıdır ve bunlar banbury makinasına sarılı şekilde atılırlar. Banburyde proses sıcaklığı 120-130 °C'dir. Örneğin polietilen 130 °C üstünde eriyen bir yapıda ise polietilen parçaları bünyede kalmaktadır ve ıskartaya neden olmaktadır. Eğer bilmediğimiz bir kalınlıksa burada karışmayıp yabancı madde olarak kalmaktadır. Bunu önlemek için kalınlığın bilinmesi gerekmektedir.

2.1.2 Sentetik kauçuk (Suni)

1. Stiren-butadien kauçuğu : Kısa adı SBR'dir. (Kopolimerdir). SBR-1500, SBR-1502, SBR-1712 kodlarıyla anılan kauçuklardır. Hepsi SBR' den elde edilir ancak katkıları ve sıcaklıkları farklıdır. 1502 'de (150) kauçuğun eldesindeki sıcaklık, (2) ise % yağ miktarıdır. En yaygın şekilde kullanılan sentetik kauçuk SBR'dir. Çeşitli tipteki sentetik kauçuklar arasında SBR üretim ve tüketimin en büyük kısmını sağlar. Bu oran %60 dır. Polibutadien kauçuğu soğuğa ve aşınmaya karşı dayanıklı olmasına karşın özellikle ıslak yollarda kayma direnci yetersizdir. Dolayısıyla tek başına fazla kullanılmamaktadır. Genellikle SBR ile karıştırılarak karakteristikler iyileştirilebilir ve binek otomobil lastiklerinde kullanılır (Saltman, 1973).

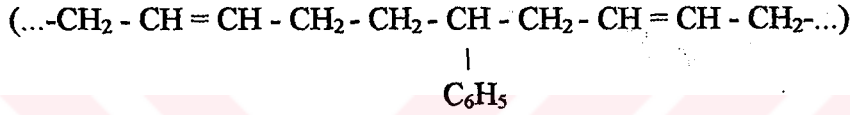
2. Cis-butadien kauçuğu : Kısa adı CBR'dir. En çok; CBR-1200, CBR-1203 kullanılır.

3. Butil (Butyl) kauçuğu : Yaklaşık % 2 isopren bulunduran isobutilen kopolimeri, butil lastiği olarak bilinmektedir. İsoopren, olgunlaştırma ve vulkanizasyonu mümkün kılmak için moleküle yeterli doymamışlık verir. Özellikle; butil'in sızdırmazlığı yüksektir. İkinci özelliği tam olarak pişmemesi yani vulkanizasyon olmamasıdır. Bazı lastiklerde butil'in sızdırmazlığı yeterli değildir. Bunlarda ise halojen butiller kullanılır. Örneğin: klorobutil-bromobutil, bunlar iç lastiksiz tipi lastiklerin astarlarında kullanılır. Otomobillerde; klorobutil, otobüs ve kamyonlarda; bromobutil kullanılır. Polisopren doğal kauçuğa en yakın elastomerdir. Ancak SBR ve polibutadiene nazaran üretim maliyeti daha yüksektir. Etilen, propilen, butil nitril

kuçuklar gibi diğ er elastomerler, toplam sentetik kauçuk t uketiminin b uy uk bir kısmını meydana getirirler (Canbay, 1997).

2.1.2.1 Stiren-butadien kauçuğı (SBR)

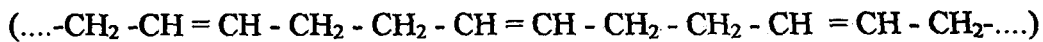
Y uksek sıcaklık, yağı ve c oz uc ulere karşı çok dirençlidir. Fiziksel  zelliklerinin geliştirilmesi için karbon siyahı ve diğ er dolgu maddelerinin ilavesi gerekir. Butadien ve stiren monomerlerinin soğuk , sürekli, emülsiyon polimerizasyonu yöntemiyle polimerleştirerek bir kopolimer olan SBR üretilir. %22.5-24.5 bağılı stiren içeren bu kauçuğıun 1500, 1502, 1712 türleri kullanılır. SBR'nin açık formülü Şekil 2.4'de görülmektedir (Saltman, 1973).



Şekil 2.4 SBR'nin açık formülü

2.1.2.2 Cis-butadien kauçuğı (CBR)

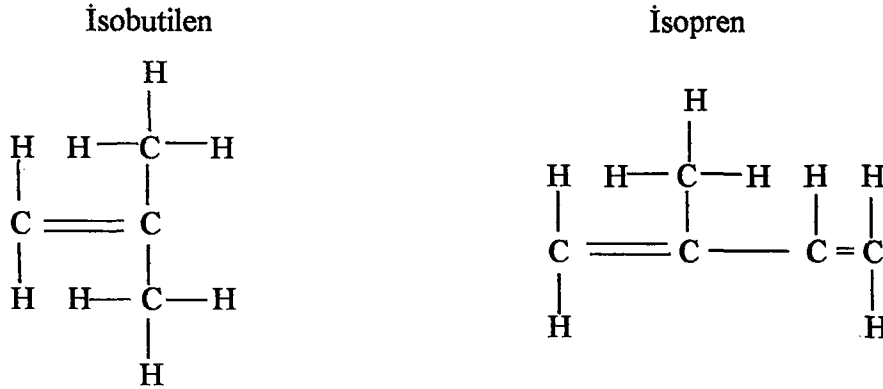
En önemli özelliğı çok fazla sıçrama kabiliyetidir. Düşük ısı neşrederek yüksek sıçrama özelliğı CBR'den yapılan malzemelere hızlı bir elastikiyet kazandırır. Kolay işlenir. Gerilme mukavemeti için az dolgu maddesi ister. Tabii kauçuktan daha fazla olan esneklik kabiliyetini geniş bir sıcaklık aralığında korur. Düşük sıcaklıkta (110  C) kristallenir. İnert gazları çok iyi geçirir. Kaynamaya karşı mukavemeti zayıftır. Darbeye karşı mukavemeti olan düşük jel ihtiva eder. Kötü çentiklenme özelliğı vardır. Butadien monomeri özel koşullarda c ozelti polimerizasyonu yöntemi ile polimerleştirilerek, bir homopolimer olan CBR üretilir. 1202, 1203 kullanılır. CBR'nin açık formülü Şekil 2.5'te görülmektedir (Saltman, 1973).



Şekil 2.5 CBR'nin açık formülü

2.1.2.3 Butil kauçuğu

Bunlar isobutilen ile isopren'in kopolimeridir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 İsobutilen ve İsopren açık formülleri

Tabii lastikler gibi, butil lastikleri normalde amorf olup, uzatıldıklarında bir dereceye kadar kristalin hale gelirler. Bununla birlikte, doğal lastikten farklı olarak, butil lastikleri soğuma sırasında kristalize olmazlar. Birçok lastiklerde olduğu gibi çapraz bağlama, kontrollü özellik sağlamak için gereklidir. Butil lastikler gerilme karşısında elastik tepki gösterirler. Elastik tepkideki yavaşlık, taşıt tekerleklerindeki yola tutunma özelliğini arttırmada yararlıdır (Marşoğlu, 1986).

2.1.2.4 Sentetik kauçuklara uygulanan önemli testler

Sentetik kauçuklara uygulanan önemli testler şöyledir, (Canbay, 1997);

1. Mooney testi : (1+4) dakika, 100 °C ve (1+8) dakika, 125 °C' de mooney kontrolü yapılır. Genellikle butil cinsi kauçuklarda (1+8) dakika, 125 °C kullanılır. İşlem tabii kauçuklardaki gibidir. Test kauçuğun akışkanlığının tespiti için yapılmaktadır. Tanımlarsak; belirli bir sıcaklık ve süre sonunda kauçuğun sonsuz dönen bir rotora verdiği direncin sayısal ifadesidir. Sonsuz dönme, kendi eksenindedir. Mooney ölçülen rakamın birimidir. Yumuşaklığı veya sertliği mooney cinsinden ölçülen rakamla görürüz. Yumuşak kauçuğun mooneyi düşük, sert kauçuğun mooneyi yüksektir. Test esnasında rotor istenilen sıcaklığa getirilir. Kauçuk bunun üzerine kapatılır. 1 dakika, 100 °C'de ısıtılır. Süre dolunca rotor

çalışmaya başlar ve test genellikle 4 dakika sürer. Bu süre boyunca mooney düşer. Çalışma süresi ve sıcaklık arttıkça mooney düşer. Mooney iyi ayarlanmaz ise karıştırıcıda karışmayabilir. Karıştırma işleminin yapıldığı proses banbury makinalarında gerçekleştirilir. Banbury 2-3 dakika kadar çalıştırılır. 170-180 kg arasında hamur karıştırılır. Buradaki işlemin hatalı olmaması için mamulün mooneyinin iyi bilinmesi ve karıştırma süresinin buna göre ayarlanması gereklidir. Aksi takdirde düşük mooneyde fazla çalışırsa ürün yanabilir, yüksek mooney de az çalışırsa karışmayabilir. Mooneyi etkileyen parametreler;

- a) Zaman
- b) Sıcaklık
- c) Çalışma Süresidir.

2. Yağ testi : Sentetik kauçuğun içindeki yağ miktarını tayin etmek için kullanılır. Sentetik kauçuğu çözemeyen ancak yağı çözen madde olduğundan ETA (% 40 Etil alkol, % 60 Toluen) kullanılır. Tartılan sentetik kauçuk, miktarı önemsiz ETA içinde belli bir süre bekletilir, sonra yağı tamamen çözünen kauçuk tartılır, % yağ tayini yapılmış olur.

3. Nem tayini : Kauçuk 100 –105 °C’de fırında; tartısı, nemi giderilerek alınan bir kaptan ısıtılır. Bu 3-4 saat kadar sürer, çıkan kauçuk hemen desigatöre konulur ve burada soğumaya bırakılır. Soğuduktan sonra hassas terazide tartılır. Kabın darası düşülerek çıkan sonuçlar yani kauçuğun ilk tartısı ile fırından sonraki tartısı nem oranını verir.

4. Kül tayini : Tartısı alınan kauçuk nemsiz kaba konulur. Tartılan kauçuk 300 °C’de fırında yakılır. Daha sonra fırından çıkartılarak desigatörde bekletilir, soğuduktan sonra kül tartılır. Bununla kauçuğun yapısı incelenir ve içindeki kimyasal kirliliğe bakılır.

5. Polietilen kalınlığı : Tabii Kauçuktaki gibi tespit edilir. Üretim için gelen kauçuk polietilene sarılıdır ve bunlar banbury makinasına sarılı şekilde atılırlar. Banburyde proses sıcaklığı 120-130 °C’dir. Örneğin polietilen 130 °C üstünde eriyen bir yapıda ise polietilen parçaları bünyede kalmaktadır ve ıskartaya neden olmaktadır. Eğer bilmediğimiz bir kalınlıkta burada karışmayıp yabancı madde olarak kalmaktadır. Bunu önlemek için kalınlığın bilinmesi gerekmektedir.

6. Standart bileşim testi : Bu test ile lastiğin performansı imalata sokulmadan önce incelenir. Burada hamur çok küçük karışımlar ile ancak normali ile orantılı olarak hazırlanır. Hazırlanan örnek hamur özel karıştırma cihazında karıştırılır. Hazır olan hamura şekil verilir ve çekme, uzama ve kopma mukavemetlerine bakılır. Eğer bu ölçümlerde istenen sonuç elde edilemiyorsa mal iade edilir. Çekme işleminde, kopma noktası, newton kuvveti kabul edilir. Belli boyutlara kaç newtonla geldiği önemlidir. Lastik hem dirençli olacak, hem de uzayabilecektir.

2.1.3 Karbon karaları

Karbon karası çok ince taneli ve koyu siyah renkli, amorf haldeki karbon türlerinin ortak adıdır. Çoğunlukla hidrokarbonların eksik yanması sonucunda kurum olarak elde edilir. Güçlendirici dolgu maddesi olarak malzemelerin korozyon ve aşınmaya karşı direncini çok artırır. Standart bir otomobil lastiğinin ağırlığının yaklaşık dörtte biri karbon karasıdır. Lastiğin gerçek direncini mukavemetini sağlar. Bütün direnci karbon karası çeker. Karbon karasının yanma riski vardır bu yüzden iyi muhafaza edilmeli banburyde sıcaklığa dikkat edilmelidir. Karbon karası güçlendirici etkisini; kauçuk radikallerinin karbon karası yüzeylerine bağlanmasıyla yerine getirmektedir (Boonstra, 1973).

a) Karbon karaları partikül büyüklüğüne göre sınıflandırılabilir. Bu aynı zamanda aktivite değişimini de karakterize eder. ($n\mu = 10^{-9}\mu$)

ASTM

Karbon Karası Tipi	Partikül Büyüklüğü ($n\mu$)	Numaralandırma
SAF	11-19	110
ISAF	20-25	220
HAF	26-30	330
FEF	40-48	550
GPF	49-60	660
SRF	61-100	770

N : Normal vulkanizasyon

N3 : Normal HAF tipi karbon karası

N7 : SRF tipi normal vulkanizasyonlu karbon karası

b) Karbon karaları yapılarına göre de sınıflandırılabilir. Eğer yapı normal ise, diğer iki rakamda aynıdır. Örneğin: 11,22,33,55,66,77 gibi

Örnek: 326 = abc

3: partikül ebadı hakkında bilgi verir. (HAF)

2: İlk rakam 3'den farklı; o halde normal yapı değildir.

Eğer; $b < a$ ise LS (düşük yapı)

$b > a$ ise HS (yüksek yapı)

$b = a$ ise N (normal yapı)

Örnek; HAF LS N 326

Yapısal olarak karbon karası küresel ise; toplam serbest yüzey; toplamın % 26'sı kadardır ve karbon karaları tanecikleri wander-walls kuvvetiyle tutulmaktadır. Bu bağlar zayıftır ve kolayca parçalanır. Eğer karbon karası partikülleri birbirleriyle birleşmişse, üretimde parçalanması zor olduğundan kullanılmaz. Karbon karası yapısı dendiği zaman; yapının idealden sapması anlaşılmalıdır. Yapının artması, idealden sapmanın artması demektir. Karbon karası yapısı DBP ölçülmektedir. Karbon karası prosesibilitesi yağ numarasına bağlıdır. Ayrıca partikül ebadı küçüldükçe, yüzeyi artar, aktivitesi artar.

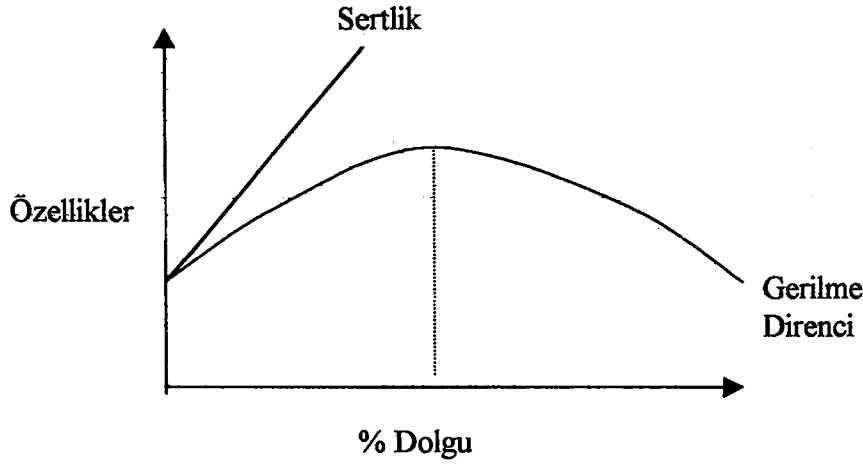
SAF arttıkça, SRF düşer;

N 326 LS (yağ numarası düşük)

N 330 N (yağ numarası normal)

N 347 HS (yağ numarası yüksek)

Karbon karası bileşimlere istendiği kadar ilave edilemez.



Şekil 2.7 Karbon karası ilavesiyle özellikler değişimi

Bu nedenle karbon karası ilavesi belirli bir miktarı aşmamalıdır. Şekil 2.7’den görüldüğü gibi sertlik karbon karası ilavesiyle lineer olarak artmaktadır. Diğer yandan gerilme direnci belirli bir miktardan sonra azalmaktadır (Boonstra, 1973).

Önemli Karbon Karaları ;

Karbon karaları ‘N’ ile ifade edilir.

N-110 ; N -115 ; N -121 ; N -220+ ; N -234 ; N -326 ; N -330+ ; N -375 ; N -550+ ;
N -660+ (+ Olanlar Petkim A.Ş. ürünüdür.).

Karbon karası parçacıkları çoğunlukla küresel biçimlidir ve grafitten daha az düzenli bir kristal yapısındadır. Karbon karaları, bilinen çok ince teması sonucunda iz bırakırlar. Çok ince taneli maddeler arasında elde edildikleri işleme bağlı olarak tane boyutları en çok çeşitlilik gösteren maddelerdir. Bacada tutulma esnasındaki tanecik büyüklüğü küçüldükçe kalite artar. “375” ‘e kadar olan sınıf sert sınıftır. Yukarısı yumuşak üründür daha kolay kırılır. Karbon karası, ağır petrol yağlarının rafinerilerde yakılmasıyla oluşan isi, bacalarda tutulmasıdır. Lastikte önemli ağırlığı vardır.

Karbon karasının kauçukla karıştırılması nedeni:

- Kullanma ömrünü uzatmak, özellikle eskime ve aşınmaya karşı mukavemet sağlar aynı zamanda ışığın bozulmayı arttıran etkisine karşı koruyucudur.

b) Karbon karası gerçekte bütün kauçukların kopma dayanıklılığında görülebilir bir kayıp olmaksızın sertliği değiştirir (Kayan, 1996).

2.1.3.1 Karbon karalarına uygulanan önemli testler

Karbon karalarına uygulanan önemli testler (Kayan, 1996);

1. DBP testi (Di Butil Phatalete) : Bu testte karbon karasının yağı emme gücüne bakılır. DBP sayısı büyüdükçe karbon karasının kalitesi yükselir. DBP sayısı karbon karasının iç yapısı hakkında bilgi verir. Tartımı bilinen miktarda karbon karası içinde dönen iki rotoru bulunduğu kapalı bir hazneye konur. Üstten damla damla DBP yağı damlatılır. Karbon karası karışım esnasında bu yağı emer. Ancak bu işlem karbon karasına doyuncaya kadar sürer çamurlaşma başladığında test biter, bu hazneye bağlı bir direnç ölçerle tespit edilir. İbre “0” olunca makine durur ve o andaki DBP miktarı okunur;

$\text{Gr (Tartım Miktarı) / DBP yağ sarfiyatı} \times 100 \text{ (cc-cm}^3\text{) DBP ölçüsünü verir.}$

2. İyot sayısı testi : İyot sayısı karbon karasının yüzey alanı hakkında bilgi verir. İyot sayısı bize belli miktardaki tanecik büyüklükleri hakkında bilgi verir. İyot sayısı arttıkça karbon karası çapı küçülür kalite artar. En fazla iyot sarfiyatı burada olur, çünkü çok daha fazla tanecik vardır.

3. Standart bileşim testi : (IRB cihaz kontrolü içinde kullanılır) : IRB 6 isminde bir karbon karası daha vardır. Bu karbon karası sanayide kullanılmaz sadece laboratuarlarda kullanılır. IRB 6 özel koşullarda defalarca test edildikten sonra DBP ve İyot sayısı tespit edilir ve piyasaya sürülür.

IRB 6 : International Referance Black (Uluslararası Siyah Referansı). Yararı; DBP’de ve İyotta test yapılırken testin sonucunun güvenli olup olmadığını bununla öğreniriz. Bu cihazlarda IRB 6 ile yapılan testlerde eğer üzerindeki veriler elde edilmişse makineler doğru çalışıyor farklı sonuçlar veriyor ise makineler çalışmıyor olarak değerlendirilir ve tamire gönderilir, yada ayarlatılır. Test bilinen, standart bileşim testi şeklinde yapılır. Bir reçete hazırlanır, burada karbon karası olarak IRB 6 kullanılır; kopma, uzama noktaları incelenir.

4. IRB ile standart bileşim testi : Karbon karalarının fiziksel özelliklerini ölçmek için kullanılır. Öncelikle bir reçete hazırlanır ve bu reçetede IRB kullanılır karışım hazırlanır çekiciye takılır sonuçlar alınır.

Örnek sonuç IRB ile;

CR = 14 N	CR : (kopma mukavemeti)
CA ₁ = 2,1 N	CA ₁ : (1 boy uzama)
CA ₃ = 7,8 N	CA ₃ : (3 boy uzama)
AR = %473 N	AR : (kopma uzaması)

Bundan sonra kullandığımız karbon karası aynı oranda karışım kullanılarak test yapılır. Spekler incelenir doğruysa kabul edilir. Farklı ise mal gönderilir.

Spek Verilmesi;

N-220 = IRB 6 ya göre

CR için $+0,4 \pm 0,1$

CA₁ için $-0,7 \pm 0,1$

CA₃ için -0,4

AR için +130

gibi değerler vardır. Bu değerler çıkan sonuçların karşılaştırılması ile kontrol edilir. Örneğin IRB de CR=14 N karşılaştırması ile kullandığımız karbon karası 15N çıktı, CR $+0,4 \pm 0,1$ olduğuna göre 14,4 veya 14,1 - 13,9 çıkması gerekir.

2.1.4 Yağlar

1. Kimyasal yağlar

2. Fiziksel yağlar

2.1.4.1 Kimyasal yağlar

Toz şeklinde yağlardır. Peptitleştirici olarak adlandırılır. Ticari adı ise Renacit serisidir. Kauçuk banbury makinasına atıldığı anda kesilmeye başlar, ancak kesilen yerlerden yeniden yapışır. Bunu önlemek için üzerine bir miktar bu yağdan atılır. İlk aşamada kesilen kauçuğun

buradan yapışmasını önlemektedir, sonra diğer hammaddeler karıştırıcıya girer ve kesilen yerlerde karışır. Bu madde mooneyi düşürür yani kauçuğu yumuşatır. Banburyden hamur alınır alınmaz seri kontrole gider ve her parçada testler yapılır gerekiyorsa önlem alınır. (Kayan, 1996).

2.1.4.2 Fiziksel yağlar

a) Madeni yağlar b) Bitkisel Yağlar {Hintyağı, Çam katranı (pişme önleme)}

a) Madeni Yağlar

1. Parafinik Yağlar
2. Aromatik Yağlar

Bu yağlar kokularından ayırt edilebilir. Aromatik güzel , parafinik kötü kokuludur. Aromatik bir bileşik aromatik yağ ile, parafinik bir bileşik ise parafinik yağ ile karışır (Kayan, 1996).

2.1.5 Diğer kimyasallar

2.1.5.1 Reçineler

Reçine çeşitleri ;

1. Bileşimin bileşime yapışmasını artırıcı
2. Bileşimin çelik korda yapışmasını artırıcı
3. Bileşimin çelik tele yapışmasını artırıcı
4. Bileşimin kord bezine yapışmasını artırıcı
5. Sertleştirici reçineler
6. Pişirici reçineler vardır.

2.1.5.2 Yaşlanma geciktiriciler

Antioksidantlar ve antiozonantlar olarak ikiye ayrılabilirse de aralarında kesin bir ayırım koymak anlamsızdır. Kauçuk molekülleri içerisinde buluna dienler (=) dış etkilere karşı çok hassastır. Dolayısıyla vulkanizatın degradasyona uğramaması için yaşlanma geciktiriciler kullanılır. Dış etkiler; azot oksitleri, ultraviyole, ısı etkisidir. Yaşlanma geciktiriciler; bileşim

içinde kimyasal olarak aktiftir ve reaksiyona girdikçe miktar olarak azalır. Yaşlanma geciktiriciler;

- a) Fazla kullanılırsa yüzeye kuma yapar ve film tabakası oluşturur. Kaliteyi etkileyici bir fonksiyon olmamasına rağmen ürünün şekil estetiğini bozar.
- b) Az kullanılması halinde vulkanizat kalite kaybına uğrar.

Yaşlanma geciktiriciler genellikle statik koruyucularla kombinasyon içinde kullanılır. Bunlar:

- a) Mikrokristalin wax
- b) Parafin'dir.

Bu koruyucuların fonksiyonu fizikseldir, yüzeye kuma yaparak yüzeyde koruyucu bir film tabakası oluşturur. Statik koruyucuları istediğimiz kadar kullanamayız. Yaklaşık 2 phr civarında pratik olarak kullanılır, fazla kullanıldığında aşınma direnci azalır. Bu tür koruyucular genellikle sırt bileşimlerinde kullanılır. Bir lastiğin normal ömrü 3 yıl kadardır. Bu koruyucular sürekli migrasyona uğrayarak yüzeyde film tabakası oluşturular. Servis esnasında sıcaklık arttıkça; statik koruyucular migrasyon görevini yerine getirebilir. Bu nedenle statik koruyucuların erime noktaları önemlidir. Örneğin; parafin wax 58/60 °C gibi düşük bir erime sıcaklığına sahiptir. Antioksidant PBN (veya flectol flakes) ve antiozonant IP (santoflex IP) gibi, özellikle antiozonantların bileşim içinde ısı etkilerine karşı da direnci vardır ve bu maddeler kombinasyon içinde kullanılır (Stephens, 1973).

Antioksidantlar ve antiozonantlar; serbest radikal zincir reaksiyonları ile birleşme ve onları durdurma şeklinde görev yaparlar. Böylelikle daha fazla zincir parçalanmasını önlerler. Lastik eşyayı havadaki oksijen, ozon ve güneş ışınlarına karşı korurlar. Ticari olanları genellikle amin veya fenolik tiptedirler. Aminler kuvvetli koruyucu maddelerdir. Renk bozukluğu ve lekelenmenin problem olmadığı oto lastiklerinde ve diğer koyu renkli lastik eşyada kullanılır. Amin tipine örnek olarak alkillenmiş difenilaminler, aromatik aminler ve aldehit veya ketonların kompleks reaksiyon ürünleri gösterilebilir (Noakes, 1988).

2.1.5.3 Dolgu maddeleri

Aktif ve aktif olmayan olmak üzere iki grupta toplanabilir. Fakat her dolgu materyali bileşimin özelliklerini etkilemektedir. Dolgu ilavesiyle bileşimin gerilme direnci, uzama,

sertlik modülü ve aşınma direnci özellikleri değişmektedir. Kauçuklar tek başına kullanılamaz ancak katkı maddesi ilavesiyle yararlı bir ürün haline getirilir. Dolgular için renklerine göre de sınıflandırma yapılabilir. Beyaz dolgulardan SiO_2 (aktif) örnek olarak gösterilebilir. Bunlardan bir kısmı yalnızca karışımı sertleştirmek için veya seyreltmek içindir. Diğerleri ise destek veya güçlendirme adı verilen büyük etkiye sahiptirler ve fiziko kimyasal bir yapıdadırlar. Killer, kalsiyum karbonat, öğütülmüş kömür, barit- ince öğütülmüş hemen hemen her katı lastiğe katılabilir. Bunlar lastiğin gerilme özelliklerinde azalmaya neden olursa da, istenilen miktarda fiyatı düşürürler. Ayrıca sertlik, şekil, renk ve diğer özellikleri kalıcı kılarlar. Ancak bunlar lastiğin her bölümünde yer almaz. Traktör arka lastiğinde çok kullanılır (Noakes, 1988).

2.2 Diğer Maddeler (Hamur Dışı)

Kord Bezi

Çelik Kord

Sübap

Polietilen Bandajlar

2.2.1 Kord bezi

Üretilen tekstil materyalinin %80'i lastik endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca dokunmuş olarak yardımcı metal fonksiyonuna sahiptir. Lastik endüstrisinde tekstil terimi geniş anlamıyla; yapısal olarak güçlendirici materyallerdir. Tekstil materyallerinin bileşimlerde kullanılmasının en önemli nedeni; tekstil materyalinin lastiğin yüksek uzamasını kontrol altına almasıdır. İyi bir şekilde proses edilmiş bir lastik bileşimi 4000 psi'de parçalanmakta; tekstil ile birlikte ise dayanıklılığı 100000 psi'ye ulaşabilmektedir. Kıyaslama yapıldığında kopma anında tekstil fiberleri % 20 , bileşim ise % 600 uzanıma sahiptir. Kordların güçlendirici etkisi; kordlar oldukça yüksek yorulma direnci nedeniyle lastik yapının en önemli materyalidir. Kordlar lastiğe;

- Şekil,
- Ebad karalılığı,
- Yorulmaya ve berelenmeye karşı direnç,

d) Yük taşıma kapasitesi gibi özellikler kazandırır (Canbay, 1997).

Kord Bezlerinin:

1. Naylon (NY)
2. Rayon (RY)
3. Polyester (PET) olanları lastik sektöründe kullanılır.

Değişik kordların yazılması ilgili rnekler ;

NY 1402 F 102

NY = Naylon Kord Bezi

RY 1842 F 70

RY = Rayon Kord Bezi

PET 1672 F 120

PET = Poliester Kord Bezi

rnek; şekil 2.8 Naylon kord bezi şematik görünüşü görülmektedir; NY 1402 F 102

1402 = 2 adet ipten oluşturmuş ve 10.000 metresinin ağırlığı 1.400 gramdır.

F: Sıklık anlamı içeren kelimenin baş harfi

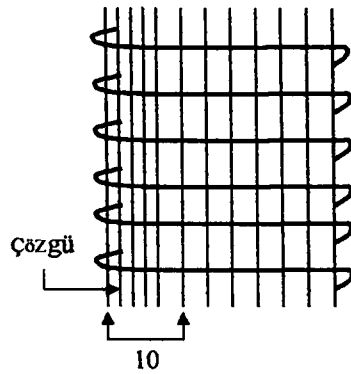
F-10² gibi rakamlar 10 cm deki çözgü sayısı

(310x310) olabilir, bu da 1 metredeki büküm sayısı.

102 Adet zg vardır. Büküm sayısı (310x310)

Çözgü : Lastiğe gerçek mukavemeti veren gerçek kord bezinin kendisidir.

Atkı : zgleri bir arada tutan, bağlayan ipliktir. 10 mm de 1 adet bulunmaktadır.

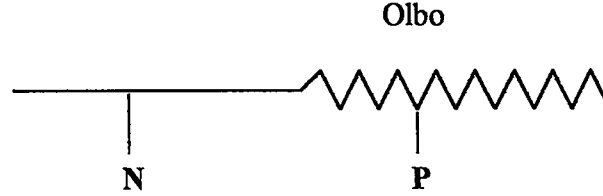


şekil 2.8 NY 1402 F 102

İki cins atkı vardır :

1. Pamuk Atkı
2. Olbo Atkı

Pamukla Olbo Farkı: Pamuklu zayıf çabuk kapanabilen iptir. Olbo ise içinde ince naylon iplik üzerine pamuklu iplik bulunur, daha sağlamdır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Pamukla Olbo atkı farkı

Dokumaya göre iki tip tezgah kullanılır (Kayan, 1996);

1. Mekik Tezgah
2. Mekiksiz Tezgah

Atkı iki türde de bir alttan bir üsten geçer. Çözümlü kopukluğu atkı takibi ile bulunur.

2.2.1.1 Kord bezi kontrolleri

Öncelikle kord bezi kontrol laboratuvarı şartlandırılmış bir oda olmalıdır. Sıcaklık ve nemden korunmalıdır. Kord bezi laboratuvar için $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\%60 \pm 2$ nem olmalıdır. İplik kontrolden 24 saat önce açılır odada bekletilir, 24 saat sonra kontrol yapılır.

2.2.1.2 Tekstil kordlara uygulanan testler

1. Kopma mukavemeti kontrol edilir.
2. Belli kuvvetlerde kordun uzamaları tespit edilir.
3. Özellikle NY ve PET için belirli sıcaklık ve sürede kordun kısılması incelenir.
4. Büküm testi yapılır.
5. Gr-metre ağırlığı kontrol edilir.
6. Yapışması kontrol edilir.

1. Kopma mukavemeti : Tensometre cihazı ile yapılmaktadır. Tensometredeki alt ve üst çenenin yardımıyla gerdirilir. Kopma anındaki mukavemeti tespit edilir. ($10\text{ N} \cong 1\text{ kg}$)

2. Belli kuvvette uzaması : Bu da yukarıdaki işlemdir. Kopma mukavemeti tespiti esnasında belli kuvvetteki uzaması da tespit edilir

3. Naylon ve polyester kısılması : 160°C de yapılır. 2 dakika sürer, bu süreden sonra ortama çıkartılır. Test esnasında çeken kord, ortamda biraz uzar ama ilk boyu bulamaz. Fark kalıcı kısılmadır. Naylon toplanarak eriyerek, Rayon kül bırakarak yanar.

4. Büküm testi : Büküm sayısını açıcı özel makineler vardır. Kord bezini açarken çözümleri sayar ekranda verir ve büküm sayıları tespit edilir.

5. Gr-metre tayini : 1 m bez; nemden etüvde ısıtılarak arındırılır, desigatörde soğutularak tartılır.

6. Yapışma kontrolü: Tensile test cihazında; alt kavrayıcı çenenin sabit bir hızla hareketi ile bileşim tabakaların tekstilden ayrılması ile tamamlanır ve ayırma için gerekli ortalama kuvvet tesbit edilir.

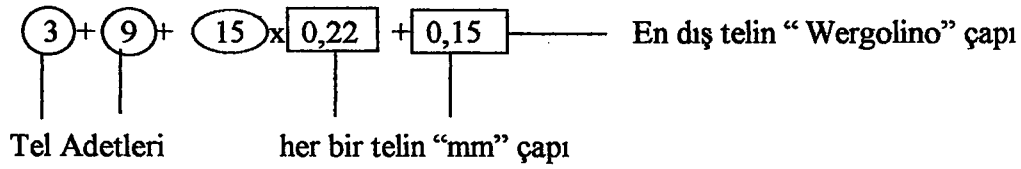
2.2.2 Çelik kord

Çelik kord materyali; kuşak ve karkas kord materyali olarak tüm radyal lastiklerde kullanılabilir. Çelik kord için kullanılan yüksek karbonlu çelik kompozisyonu aşağıdaki gibidir.

Karbon, min	0,65%
Mangan	0,40-0,70%
Silisyum	0,15-0,30%
Kükürt, max	0,03%
Fosfor, max	0,03%

Ve çok az miktarda bakır, krom ve nikel ihtiva eder. Kord sürekliliğini sağlamak için kaynak yapılan bölümler; normal kordu parçalamak için gerekli koparma yükünün minimum % 40 lık bölümüne karşı dayanıklıdır. Kaynak sonrası kord çapındaki artış; normal kord çapının %20'sini aşmamalıdır. Çelik kordun özelliği; fatik yorulma dirençleri, yani esnemeye dayanıklılığı çok yüksektir. Bükülmelerde kırılma dirençleri yüksektir.

Örnek :



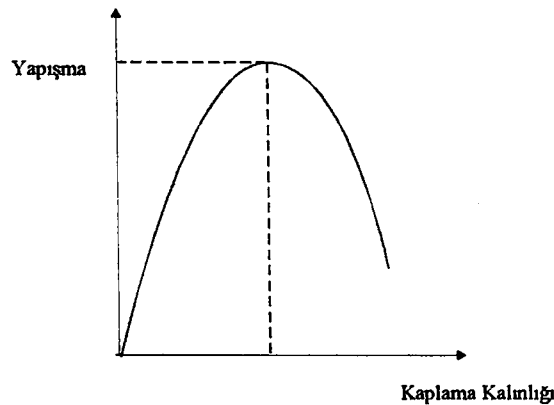
Bazı sektör 0,15 olarak değil de Wergolino baş harfi olan w harfini kullanır.

$3 + 9 + 15 \times 0,22 + 0,15$ veya $3 + 9 + 15 \times 0,22 + W$ gibi

Bunun anlamı merkeze üç, ortaya 9, üste 15 tel sarılır bu tellerin her birinin çapı 0,22 mm dir ve bunlar dağılmaması için (0,15 mm) Wergolino ile sabitlenir (Canbay, 1997).

2.2.2.1 Bileşimin korda yapışması

Bileşim ham çelik tele yapışamayacaktır. Bunun için kord hazırlanmadan teller Bakır çinko alaşımı olan pirinç ile kaplanır. Bu kaplama bileşimin korda yapışmasını sağlar. Ancak kaplama kalınlığı iyi ayarlanmalı yoksa belli bir kalınlığı geçince yapışma gücünün azaldığı Şekil 2.10'da görülür (Canbay, 1997).



Şekil 2.10 Çelik Kord'un kaplama kalınlığı-yapışma grafiği

Belli bir seviyeye kadar artar bu seviyeden sonra düşer kaplama kalınlığı önemlidir. Bileşimin aralara girerek bütün telleri ayrı ayrı tutması lazım o yüzden uygun bir örme ve sıkı bir basma lazım gelir. Fazla wergolino tel sayısı kordlarda tercih edilir. Dağılmayı önler (Canbay, 1997).

2.2.2.2 Çelik kordlara uygulanan testler

Çelik kordlara uygulanan testler (Canbay, 1997);

1. Kopma mukavemeti testi
2. Kopmadaki uzama testi
3. Kord çapı ölçülmesi testi
4. Tel çapı ölçülmesi testi
5. Gram metre ağırlığı testi
6. Yapışma testi
7. Sinirlilik testi

1. Kopma mukavemeti : Teli koparma yükü gerilmemiş orjinal kesit alanına göre hesap edilir (N / mm^2).

2. Kopmadaki uzama : Test örneğinin uzunluğunda meydana gelen artış orjinal uzunluğun yüzdesi olarak ifade edilir.

3. Kord çapı (kalınlığı) : Yüzey düz değildir mm cinsinden kalınlık ölçülür. Ölçme işleminde spessometre denilen alet kullanılır.

4. Tel çapı : Tel çapı mikrometre ile ölçülür. Bu ölçme yapılırken numara ve isimlerinin doğruluğu da kontrol edilir teller sayılır.

5. Gram metre : 1 metre kord kesilir ve tartılır.

6. Yapışma testi : Bu test için çelik kord çok temiz olmalıdır. (Yağ vs. gibi yabancı etkenlerden arınmış olması gereklidir.) Bu test bileşim ile yapılır. İşlem ; 1,2 mm kalınlığında bileşimden 2 adet alınır bunlardan biri kordun üst diğeri alt kısmına sıvanır. Daha sonra bu lastikli kısımlar bir ölçüm makinasının çenelerine takılır ve zıt yönde kuvvetle çekilir bu bileşimin telden koptuğu ayrıldığı andaki kuvvet yapışma kuvvetini verir.

7. Sinirlilik testi : Tel üretimi esnasında bir yere sürtebilir ve bu sürtünmede tel bükülme yapar, telin yay şeklinde bükülmesi istenmeyen bir durumdur çünkü bu bileşime kaplandığında o kısım kendini çekeceğinden şekil bozukluğu yaratacaktır. Bunun için iki yöntem uygulanır;

1. Tel bırakıldığında yay eğrisi şeklinde bükülüyorsa sinirlidir. Bırakılan yay tel sinirlidir.
2. Bobinden 6 m. tel çekilir ve telin ucu bükülüp bırakılır. Bırakılan tel sinirli ise dönmeye başlayacaktır. Yarım tur dönmesi normal kabul edilir, fazlasında iade edilir.

Lastik hamuru dışındaki hammaddeler

1. Çelik kord
2. Kord bezi
3. Sübap
4. Polietilen bandajlar

Bunlardan 1-2 'yi öğrendik; sübap ise lastiğin içine hava basmamızı sağlayan lastikle irtibatlandırılmış yaylı küçük makinedir.

2.2.3 Polietilen bandajlar

Bu hammaddeler arasında bu sektörde bolca kullanılan ancak lastiğe girmeyen bir madde daha vardır; polietilen bandajlar. Polietilen bandajlar üretim sırasında alınan malzemelerdir. Genelde sıcak olur ve yapışkanlıkları yüksek maddelerdir. Bunlar bir yerden bir yere taşınırken veya üretim sonunda lastik ambalajlanırken her kat arasına konur. Polietilen bandaj konarak malzemelerin birbirine yapışması önlenir.

Polietilene uygulanan kontroller

- a) Kalınlık
- b) Ebat (boy)
- c) Rejenere olup olmadığı;

Iskarta polietilen geri dönüşümlü olarak kullanılır. Daha önceden kullanılan polietilen rejenere olmuştur ve rejenere polietilen lastik sanayinde istenmez ve polietilenin rejenere olup olmadığına bakılır. Bu polietilen içindeki kabarcıklardan anlaşılır (Kayan, 1996).



3. ELASTOMERLER

Elastomer terimi, elastik veya lastik benzeri polimerlerin tamamını kapsar. Bu polimerler bazen lastikler, sentetik lastikler veya elastomerler olarak da anılır, nitekim lastik doğal bir maddedir. Sentetik lastikler ise doğal lastiğin en iyi özelliklerini taklit etmek için sentez edilmiş polimerlerdir. Bugün, lastiğe benzer sayıdaki polimerik malzemeler mevcut olduğundan, daha kapsamlı elastomer sözcüğü daha uygun ve çok kullanılan terim haline gelmiştir (Marşoğlu, 1986).

3.1 Elastomerlerin Tabiatı

ASTM D 1566 – 66T, elastomerleri “bir gerilme uygulanması ve sonra bırakılması sonucu oluşan oldukça büyük şekil değiştirmiş halden, tekrar yaklaşık ilk boyutlarına hızla dönen makromoleküllü malzeme” olarak tanımlar. Elastomer, lastiğe benzeyen ve öyle bir hale dönüştürülmüştür ki çok az plastiklik özelliği gösterir.

Oda sıcaklığında orijinal boyunun en az iki misline uzatılabilen ve bu uzamayı temin eden kuvvet ortadan kaldırıldığında çabucak orijinal boyuna geri dönebilen polimerik malzemeyi elastomer olarak tanımlayabiliriz. Elastomer kavramı için daha kapsamlı bir tanımlama şu şekilde yapılabilir;

Çok düşük sıcaklıklarda cam gibi sert olan, çok yüksek sıcaklıklarda koyu-sıvımsı akışkan özellikler göstermeyen, özellikle oda sıcaklığından parçalanma sıcaklığına kadar oldukça geniş bir saha içerisinde elastik davranış gösteren, çapraz bağlanmış polimerik malzemeler elastomer malzemelerdir.

Polimerler çok yüksek molekül yapısına sahip, yani bir çok küçük molekülün bir araya gelmesinden oluşan maddelerdir. Elastomer üretmek için kullanılan kauçukların tümü polimerik maddelerdir. Elastomerler, diğer mühendislik malzemeleriyle mukayese edildiklerinden, yüksek deforme olabilme yeteneği, şeklini koruma yeteneğinin azlığı, rijitlik, büyük enerji depo edebilme kapasitesi, lineer olmayan gerilme-uzama eğrileri, yüksek histerisiz sıcaklık ve yükleme oranıyla büyük değişimler ve bir çok sıvılarınkiyle aynı

mertebede yüksek sıkışabilirlik gibi özellikleriyle belirgindir. Ayrıca korozif kimyasal direnç, yağ direnci, ozon direnci, sıcaklık direnci ve diğer çevre şartlarına direnç özellikleriyle de faydalıdırlar (Marşoğlu, 1986).

3.2 Kauçuk ve Lastik Kavramları

Kauçuklar, çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanabilme özelliğine sahip, yani vulkanize olabilen polimerlerdir. Yüksek sıcaklıklarda ve deforme edici kuvvetlerin etkisi altında koyu-sıvımsı akış gösterirler, böylece uygun şartlar altında şekillendirilebilirler. Kauçuk, elastomer malzeme üretiminde kullanılan ana hammaddedir.

Lastik kavramı ise yukarıda tarifini yaptığımız elastomer kavramı ile eşanlamlıdır. ASTM D 1566-66T, lastiği " büyük deformasyonlarda hızla ve kuvvetle eski haline dönme yeteneği olan ve kaynayan benzen, metiletilketon, ve etanol-toluen azetropu gibi çözücülerde çözülmecek hale dönüştürebilen (hacmi büyüyebilir) malzeme " olarak tanımlamaktadır (Marşoğlu, 1986).

3.3 Vulkanizasyonun Kauçuklarla İlişkisi

Vulkanizasyon kauçuğun daha fazla plastik halden, daha fazla elastik hale getirilerek elastomer haline (lastik) dönüştürülmesi işlemidir. Daha geniş kapsamlı olarak; kauçuğun kimyasal yapı değişikliğine uğrayarak (çapraz bağlanma) ve geri dönüşümsüz olarak elastik özelliklere sahip duruma gelmesi veya getirilmesi işlemine vulkanizasyon denir (Morton, 1973).

Vulkanizasyon için gerekli olanlar;

- 1- Vulkanize olabilir bir kauçuk karışımı
- 2- Sıcaklık
- 3- Basınç
- 4- Zaman

Kauçuk karışımı, istenen özelliklere göre ayarlanmış, kauçuk ve diğer hammaddeler ile katkı maddelerinden oluşan, vulkanize edilebilen bir karışımdır. İstenen özellikleri;

- 1- Bitmiş mamulden beklenen özellikler
- 2- Uygulanacak metod ve kullanılacak makine ve ekipmana uygunluk açısından karışımdan beklenen özellikler
- 3- Rekabet edebilmesi açısından maliyet özellikleri olarak ,üç grupta toplanabilir.

3.3.1 Karışım hazırlama

Kauçuk karışımı, istenen özelliklere göre ayarlanmış, kauçuk ve diğer hammaddeler ile katkı maddelerinden oluşan, vulkanize edilebilen bir karışımdır. Bir karışımın tipik elemanları şunlardır:

- a) Kauçuk
- b) Dolgu maddeleri
- c) Antioksidantlar ve stabilizörler
- d) Yağlayıcılar
- e) Vulkanizasyon sistemi

Bunlar içerisinde en önemli olan vulkanizasyon (pişirme) sistemidir ve kauçuğu çapraz bağlamak için gereklidir.

Dolgu maddeleri ya karışımı takviye etmek yada ucuzlatıcı olarak kullanılır.

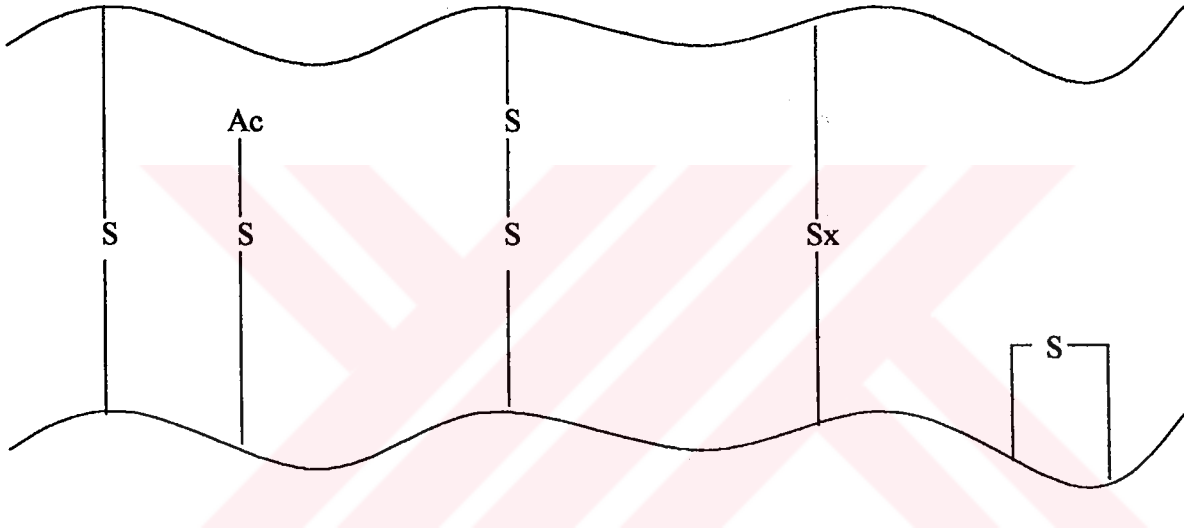
Antioksidantlar ve stabilizörler proses esnasında ve parçanın kullanımında karışımı bozulmaktan korurlar.

Diğer katkı maddeleri (yağlayıcılar, şişiriciler, yapışkanlaştırıcılar vs.) ihtiyaç olduğunda ilave edilebilirler.

4. VULKANİZASYON

4.1 Çapraz Bağlama (Karşılıklı Bağlanma)

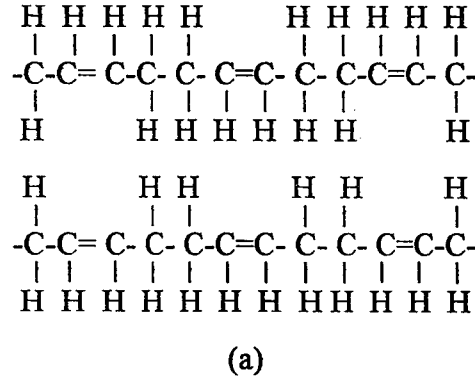
Polimer büyümesinin çapraz bağlama denilen ve çok rastlanan bir şekilde zincirleri birbirine bağlanır. Çapraz bağlanmanın önemli sonucu komşu zincirler arasındaki hareketi büyük ölçüde önleyerek mekanik özellikleri değiştirmesidir. Komşu zincirler beraber bağlanmış ve moleküller arasında hareket imkanı azalmıştır. Şekil 4.1'de çapraz bağlanmanın şematik gösterimi görülmektedir.



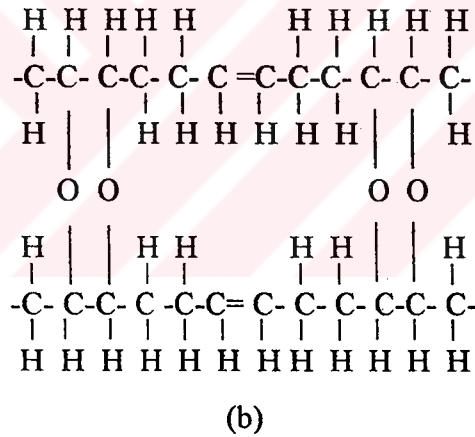
Şekil 4.1 Çapraz bağlama şematik gösterimi

- S - : Sülfidik
- Sx- : Polisülfidik
- S-S- : Disülfidik

ortamda kauçuğun uzun müddet kalması, oksijen atomlarının molekülleri birbirine bağlanmasına sebep olduğundan elastik şekil değıştirme imkansız hale gelmektedir (Lewis, 1986).



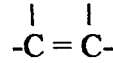
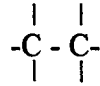
Şekil 4.2.a Polibutadin'in oksidasyon öncesi



Şekil 4.2.b Polibutadin'in oksidasyon sonrası

Bu karşılıklı bağlama ile kauçuğun elastisitesi azaltılmıştır. Çapraz bağlamayla kauçukta elde edilen elastikliğin bir sınırı vardır. Bir otomobil lastiğinde, bir çok noktada bağlantı yapacak ve fakat elastik harekete imkan verecek kadar kükürt ilave edilmiştir. Kauçuk katkı maddeleri ile karıştırıldığı zaman plastik haldedir. Yani, ısıtılır ve dış bir kuvvete maruz bırakılırsa deforme olur veya bulunduğu yerin şeklini alır. Kauçuk polimer yapılı bir kimyasal maddedir. İşte kauçuk hamuru ısıtılınca daha doğrusu bir enerji yüküne maruz kalınca, polimerler birbirine bağlanır, hamur plastik halden elastik hale dönüşür. Yani bir dış kuvvet ile deforme olsa bile, hem ona daha fazla direnç gösterir, hem de bu kuvvet ortadan

kalkınca kısa bir süre sonra eski haline dönmeye çalışır. Plastik haldeki kauçuk hamurunun dışardan tatbik edilen bir enerji ile elastik hale dönüşme işlemine " çapraz bağlama " denir. Bu plastik halden elastik hale geçiş en yaygın olarak kükürtle yapılır. Bildiğimiz gibi C-atomunun uzayda dört kolu vardır. Polimerik yapıda bu dört kolu en az ikisine komşu C-atomları, kalanlara da başka atomlar bağlıdır. Bazı polimerlerde son iki koldan biriside diğer ilk iki koldan biri ile beraber komşu C- atomuna bağlı olabilir.



C- atomunun valans değeri 4 dür. 4 bağda tamamen dolu moleküllere doymuş moleküller denir. Tersine olarak doymamış bir bileşende karbon atomları arasında birden fazla bağ bulunur. Vulkanizasyon reaksiyonunda doymamış C- atom bağları üzerinde cereyan eder (Lewis, 1986).

4.2 Kükürt ve Vulkanizasyon

Vulkanizasyonda kullanılan kükürt % 99.5 saflıkta olmalı, yakıldığı zaman % 0.5 den fazla kül bırakmamalıdır. Ayrıca kükürt bünyesinde asidik maddeler taşımamalıdır. Kükürt çiçeğinin içinde SO₃ bulunduğundan vulkanizasyonda kullanılması mahsurludur. Ayrıca kükürdün hamur içinde daha iyi dağılabilmesi için orta irilikte olanları tercih edilir. Kükürdün kauçuk içinde çözünürlüğü çok önemlidir. NR ve SBR'de oda sıcaklığında rahatlıkla çözülen kükürt, CBR de daha az çözünür. Fakat hararetin artması kükürdün çözünürlüğünü de arttırır. Böylece yüksek karıştırma derecelerinde kauçuğun içinde oldukça fazla çözülen kükürt hamurun soğuyarak oda sıcaklığına gelmesi sonucunda, kauçuğun o dereceye göre taşıyabileceği kükürdün fazlasını dışarı atmak istemesi ile hamur yüzeyine kusulacaktır. Vulkanizasyon öncesi dinlendirilmiş hamurlarda zaman zaman izlediğimiz beyazlanma olayının nedeni budur. Bu kusmanın hamurun birbirine kaynaşması veya hamurun yapışmasını engellediği görülmüştür. Bunu önlemenin bir yolu kükürdün tozunu çok hassas ayarlamak veya çözünmez kükürt kullanmaktır. Çözünmez kükürt karbon sülfürde % 65-95 çözünmeyen bir kükürt çeşididir. Kauçuk hamurlarından genellikle normal kükürdü % 60-70 oranında katarak beraber kullanılırlar. Kükürt 100 °C den sonra hızla çözünür ve çözüldükten sonrada yüzeye doğru difüzlenir ve de yüzeyde kalır. Bu hava

değişiminde fark edilir. Ani sıcaklık değişimlerinde C kristallenir, bu da o parçanın yapıştırılamamasına neden olacaktır. Bunu önlemek için çözünmez kükürt kullanılır. Çünkü çözünmez kükürt 140 °C ye kadar dayanıklıdır. Böylelikle kükürt kusması önlenir. Sonuçta ikisi de serbest hale dönüyor. Bu işlem mamulün, yarı mamul safhasında korunması için kullanılır. Ayrıca çözünmez kükürt zamanla ve hararetle, çözünür kükürde dönüşebilir (Bristow, 1986).

Vulkanize kauçukta görülen kuma olayı kauçukta henüz bağlanmamış serbest kükürtler bulunduğunu gösterir ki, bunun sebebi fazla kükürt veya yetersiz vulkanizasyondur veya reçetede bir yanlışlık vardır. Genellikle birincisi üzerinde durulur ve postkür adı verilen ek ısıtma tavsiye edilir. Polimerler arasındaki kükürt köprüsünde bulunan S-atomu ortalama sayısı 40-50 den 1.6 ya indirilmiştir. Bu daha sık ve daha yoğun çapraz bağlama demektir. Çok daha yüksek fiziksel özelliklere işaret eder. Bunlar aktivatör olarak kullanılan ZnO, MgO gibi metal oksitlerinin ve stearik asidin ve hızlandırıcıların sayesinde olur. Kükürt ve aktivatörler çok az değişmekle beraber kullanılan kauçuk çeşidi, makine parkı ısı derecesi ve istenilen mamul madde özelliğine göre hızlandırıcı seçimi çok değişkendir. Anilin ve tio karbanilid 1906'da Oenslager tarafından ilk defa kullanılan orijinal organik vulkanizasyon hızlandırıcılarıdır. Bu keşfi azot ihtiva eden çok sayıda organik bileşiklerin, organik hızlandırıcılar olarak kauçuk vulkanizasyonunda kullanılmaları üzerine araştırmalar izlemiş ve 1921'de bulunan merkaptto benzotiazol ilk gerçek ticari akselatör olmuştur. Ve karışımlarda şu avantajları sağlamıştır:

1. Yaşlanmayı yavaşlatmak için kükürdün azaltılması.
2. Daha kısa pişme periyodu
3. Depolamada önceden pişme eğiliminin azaltılması
4. Geliştirilmiş işlenebilme karakteristikleri
5. Vulkanize olmuş karışımlarda geliştirilmiş mekanik özellikler
6. Zehirli olmama

Yapılan araştırmalar tabii kauçuk içerisindeki hidrokarbon olmayan kısımlarındaki yağ asitlerinin, hızlandırıcıların etkinliğine yardımcı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ve stearik

asidin ilk olarak tabii kauçuk karışımlarına daha sonra ise sentetik kauçuk karışımlarına ilave edilmesi standart pratik haline gelmiştir (Stephens, 1973).

Vulkanizasyonun; kükürtlü pişirme sistemi ile (kükürt+akselatörler+metaloksit+stearik asit) yapılması en yaygın kullanılan çapraz bağlama işlemi işlemi olmuştur. Bunun amacı kükürtü daha aktif hale getirip mümkün olduğunca pişme süresini kısaltmak. Bir de yavaşlatıcılar vardır. Lastiğin belli bölümlerinin oluşması için belli derecelerde ısıtılması lazım ısıtmak için genelde;

1. Mixer (Meskoleter),
2. Extruder (Trafila) kullanılır.

Bu ısıtmalar lastiğin zarar görmemesi için meskoleterler içten hava ve su ile soğutulur ancak trafila de kapalı olduğu için bu yuvarlatıcılar kullanılır. Bunun nedeni lastiğin şekil almadan pişmesini önlemektir. Kapalı devrede yavaşlatıcı kullanarak malın pişmeden önce bozulmasını önleriz (Kayan, 1996).

4.2.1 Hızlandırıcılar ve ultra hızlandırıcılar

Bugün kullanılan bu tip hızlandırıcılar bazik ve asidik olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Çeşitli hızlandırıcılar, kauçuk karışımlarına değişik yanmaya başlama (skorç) ve pişme karakterleri ve vulkanize olmuş parçalara da değişik fiziksel ve yaşlanma özellikleri kazandırır. Bütün hususlara dikkat edildiği halde yine de vulkanizasyonun erken ve çabuk meydana geldiği malın yandığı haller olabilir. O zaman geciktirici denilen kimyasalları kullanmak lazımdır. Bunlar benzoik asit, ftalik asit anhidridi, oksalit asit gibi zayıf organik asitler veya herhangi bir ticari adla satılan bu karakterli kimyasallardır. Belli başlı hızlandırıcıların vulkanizasyon hızına göre sınıflandırmaları aşağıdaki şekildedir:

- a) Yavaş hızlandırıcılar: tiokarbonilid, aldehit-amine
- b) Orta hızlandırıcılar: guanidin
- c) Yarı ultra hızlandırıcılar: tiazol-sülfenamidler
- d) Ultra hızlandırıcılar: tiuramlar, ditiocarbamatlar, xantaklar

Bugün en yaygın olan hızlandırıcılar asidik tip olanlardır. Merkaptobenzotiazol ve ondan elde edilen hızlandırıcılar, düşük miktarlarda tiuram ve ditiokarbamatlarla takviye edilerek genel kauçuk işlerinde geniş olarak kullanılırlar. Sulfenamidler, merkaptobenzotiazol'den daha emniyetlidir ve ilk " gecikmeli hareket hızlandırıcısı " olarak dikkate alınmalıdır. Bu tip hızlandırıcılar difenil guanidin veya tiuramların ilavesiyle takviye edilebilirler. Tetrametil tiuramdisülfid, tiuram gruplarının en popüler olanıdır. Ve tiazol tiplerini takviye edici ikinci akselatör olarak veya iyi ısı mukavemeti, düşük kalıcı deformasyon elde etmek için düşük oranlı kükürt pişmelerinde birinci hızlandırıcı olarak kullanılır (Stephens, 1973).

4.3 Vulkanizasyon Reaksiyonunda Hızı Tayin Eden Reaksiyonlar

S-atomlarının aktif hale getirilmesidir. Kükürdün C-atomuna bağlanması işi 2.derece önemli kalır. Kükürt önemli olduğuna göre, burada dikkat edilecek 2. husus her kauçuğun doymamışlık oranının aynı olmamasıdır. Aktif kükürt atomlarının bağlanacak uygun C-atomu bulma olanağı da vulkanizasyon hızını etkiler. Hemen hemen bütün S-atomları bağlanınca vulkanizasyon işlemi biter, eğri yatay olarak devam eder.

Platonun genişliği malın yaşlanmasını belirler, plato dar olup düşme başlarsa yaşlanma çabuk olur. Düşme tabii kauçukta görülür. Bunun sebebi NR'de tabiattan gelen kirlerin ısı ile C-atomları veya C-S arasındaki bağları zayıflatarak daha kolay kırılmalarını sağlamalarıdır. Bu da depolimerizasyon veya devulkanizasyon anlamına gelir (Stephens, 1973).

4.3.1 Isı ve zaman

Vulkanizasyonun veya çapraz bağlamanın en önemli girdisi muhakkak ki ısıdır. Reaksiyon zamanı ve hızı ısıdan çok etkilenirler. Kabaca vulkanizasyon zamanını hesaplamak ve mukayese edip ısı zaman ilişkisini görebilmek için şöyle bir örnek verilebilir;

150 °C'de 10 dakikada vulkanize olan hamur,

160 °C'de 5 dakikada,

140 °C'de 20 dakikada, vulkanize olur düşüncesiyle yaklaşık bir tahmin yapmış ve az bir hataya düşmüş olunur. Derecelerle oynadığımız takdirde yanma riskinin de aynı oranda değiştiğini unutmamalıyız.

Vulkanizasyon zamanının en ideal ölçümü rheometrelerle olur. Elde edilen eğrinin üzerinde %90 vulkanizasyon zamanı bulunur ve o hararete o zamana kadar vulkanizasyon yapılır (Stephens, 1973).

4.3.2 Monsanto rheometre eğrisinin değerlendirilmesi

Monsanto kür eğrileri elde edilirken aşağıdaki üç parametre önemlidir:

- a) Vulkanizasyon sıcaklığı
- b) Zaman
- c) Salınım frekansı

Sıcaklık laboratuvarlarda 145 °C, proseste 180-190 °C belirlenmiştir. Çalışma aralığı: 25-50-100 olabilir. Yaygın olarak 50 kullanılmaktadır. Bu test edilecek bileşimin sertliğine bağlıdır. Yaygın kullanımı olan salınım frekansı ∓ 1 derecedir. Frekans $\mp 3, \mp 5$ dereceye ayarlanabilir. Monsanto rheometresiyle emniyetli yanmaya başlama zamanı; 100 çalışma aralığında yaklaşık 0,1 Nm'ye tekabül eden noktadır. Fakat pratikte 50 çalışma aralığı yaygın olarak kullanıldığından 0,2 Nm'ye tekabül eden nokta emniyetli yanmaya başlama zamanı olarak belirlenir (Canbay, 1997).

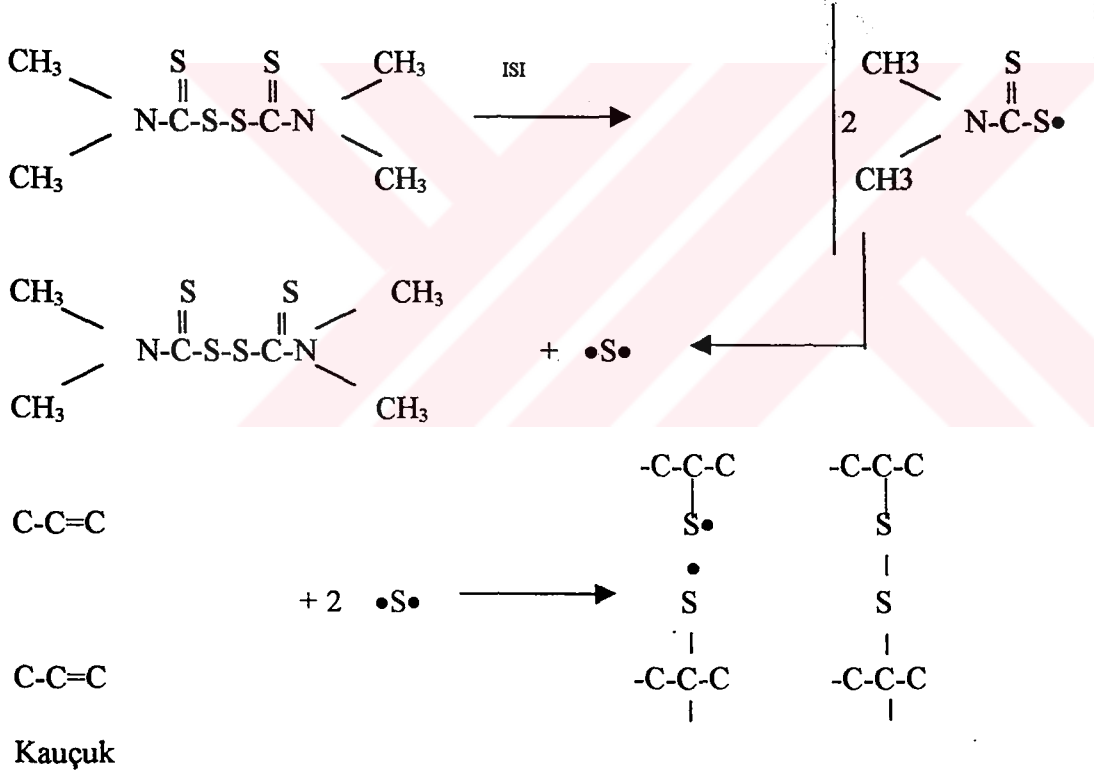
4.4 Vulkanizasyon Mekanizması

Kauçuğun kükürt ile vulkanizasyonunun 120 yılı aşkın süredir bilinmesine rağmen, kükürt ve hızlandırıcı ihtiva eden kauçuk karışımının ısıtılması esnasında meydana gelen reaksiyonlar ve değişiklikler hala kısmen bilinmemektedir. Kükürt ile vulkanizasyonun genel olarak R-SX-R tipindeki çapraz bağlanmış polimer zincirlerinin oluşmasına dayandığı kabul edilmiştir.

R : Kauçuk hidrokarbonu

X : Bir veya daha büyük bir sayı (çapraz bağdaki kükürt atomları sayısını belirtir)

Ortalama X değerinin kullanılan hızlandırıcının tipine ve miktarına bağlı olarak değişeceği beklenmelidir. Vulkanizasyonda çinko oksidin kompleks oluşturmada rol oynadığı da genel olarak kabul edilmiştir. Ana kompleks bileşikler kükürt, çinko oksit ve hızlandırıcıların reaksiyonu ile şekillenir ve bu ana ürün daha sonra kükürdü kauçuk zincirine transfer eder. Aşağıdaki reaksiyon şeması muhtemel mekanizmayı göstermektedir (Şekil 4.3). Tiuram disülfid, ısı etkisi altında tiuram monosülfid atomu vermektedir. Bu kükürt çapraz bağlama işlemini başlatmaktadır. Elastomerik zincirlerdeki doymamışlığın varlığının kükürt ile pişme mekanizmasında aktivasyon için gerekli olduğunu kaydetmekte çok önemli bir noktadır. Doymuş hidrokarbon elastomerleri geleneksel kükürt pişme sistemleri ile çapraz bağlanamazlar.



Şekil 4.3 Çapraz bağlanma.

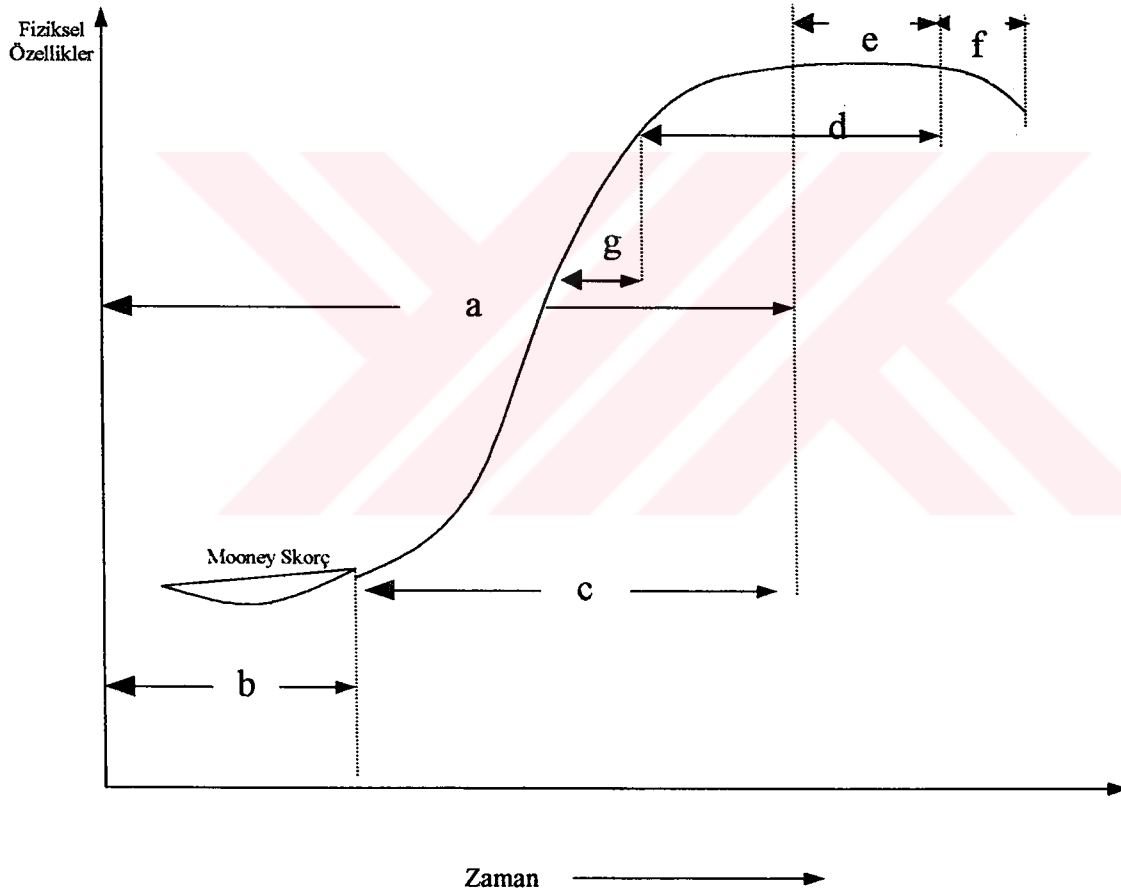
•S• = noktalar normal olarak çiftleşerek veya halka şeklinde stabil hale gelen elektronları göstermektedir.

Kükürt kristalinde 8 adet S-atomu bulunur, 8 tane S-atomu birbirine belli bir enerjiyle bağlıdır. Bu enerjinin üzerinde bir etkiyle bu bağ açılabilir o zaman kristal açılmış bir kolyeyi

andırır. Kolye açılınca kükürt aktif hale gelir. Uçları açık ve aktif S-atomları doymamış C-atom bağlarına saldırıp, onların bağlarını kırarak derecede enerjiye sahiptirler. Kırılan doymamışlık bağında boş olan C- atomuna aktif olan S-atomu bağlanır. Diğer aktif S başka veya komşu polimerdeki başka uygun C-atomuna bağlanırsa köprü kurulur. Köprüdeki S-atomu sayısı birden çok fazla olabilir (Lewis, 1986).

4.4.1 Vulkanizasyon değişkenleri

Vulkanizasyon değişkenleri Şekil 4.4’de görülebilir.

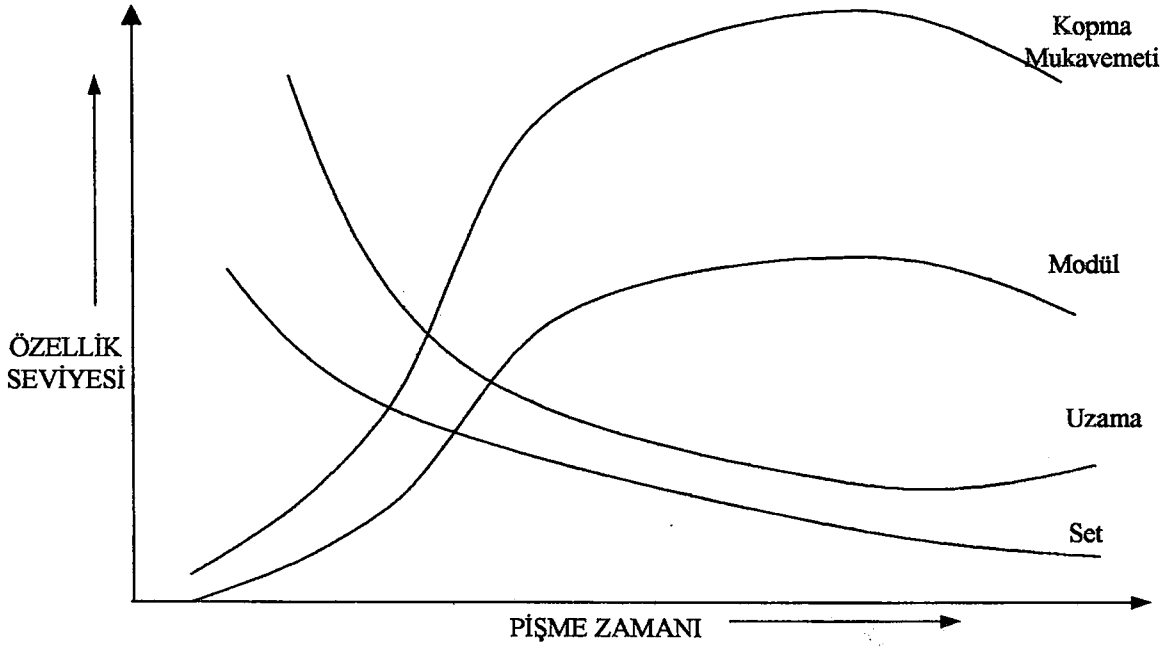


Şekil 4.4 Vulkanizasyon değişkenleri

- a) Pişme zamanı : Optimum pişmeye ulaşmak için gerekli zaman.
- b) Skorç (yanmaya başlama) zamanı : Isıtma zamanı başlangıcı ile pişme başlangıcı arasındaki zamandır.
- c) Vulkanizasyon : Pişme başlangıcı ile optimum pişme arasındaki zamandır.
- d) Optimum pişme : Genellikle maksimum kopma kuvvetinin % 90'na ulaşmak için gerekli zamandır.
- e) Plato etkisi (düzgün etki) : Pek çok gerilme-esneme eğri seviyesinin maksimuma yaklaşması ve gerilmenin veya esnemenin bir zaman aralığında sabit kalmasıdır.
- f) Geriye dönüş : Özellikle kükürt ile pişirilen yüksek doymamış elastomerlerde ısıtma ve vulkanizasyonun optimum pişmeye ulaşmak için gerekenden daha fazla yapılmasıdır ve özellikle fiziki değerinin düşmesine neden olur.
- g) Pişme hızı : Vulkanizasyon eğrileri, yavaş bir reaksiyon periyodunu takip eden hızlı bir reaksiyon sürecini ve tedricen yavaşlayan bir reaksiyon periyodunu gösterirler. Pişme hızı, hızlı reaksiyon periyodu sırasındaki vulkanizasyon eğrisinin eğimi olarak kabul edilmiştir.

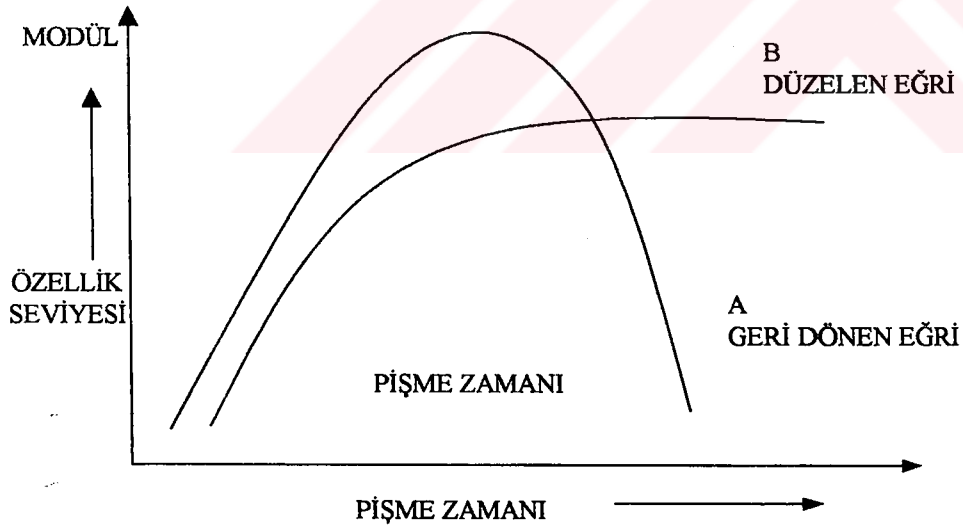
Vulkanizasyon zamanı, nisbi pişme hızının kaba bir göstergesidir . (b) zamanında S-kolyesi açılıyor. (b) den hızlandırıcı S-reaksiyonu ve S-ün doymamış C-atomuna bağlanması tamamlanır. Bu reaksiyonlardan en yavaş olanı S-halkasının parçalanması olduğundan ve bu işlem hızlandırıcısı S-reaksiyonu ile hızlandırıldığında eğrinin eğimi olan vulkanizasyon hızı en çok bu reaksiyon ile ilgilidir. Pişme hızları farklı hızlandırıcılarla değişir. Diğer değişkenler sabit olması halinde daha yüksek pişme hızı daha iyidir. Skorç zamanı da hızlandırıcı tipine göre değişir. Plato zamanı fazla pişme hassasiyetinin bir fonksiyonudur.

Geniş kauçuk ve hızlandırıcı tipine göre değişir. Bu etki özellikle kalın kauçuk numunelerin pişmesinde önemlidir. Optimum pişme en iyi fiziksel özellikler dengesini veren pişme zamanıdır. Pişme zamanı etkisi Şekil 4.5' dedir.



Şekil 4.5 Pişme zamanının özelliklere etkisi

Pişirme sistemi aşağıda Şekil 4.6'de anlatılır;



Şekil 4.6 Pişirme sistemi

B sistemi pişme süresi ve sıcaklığından daha az etkilendiğinden tercih edilir. A sisteminde ise vulkanizasyon şartları çok kritiktir. Vulkanizasyon; ham kauçuklar belirli kimyasal

maddelerin tatbik edilmesiyle, onların çekme kuvvetini, sağlamlığını ve dayanıklılığını arttırmak ve kullanıma hazır hale getirmek için yapılan işleme denir (Stephens, 1973).

Genelde ve en basit şekilde kauçuk vulkanizasyondan sonra şu değişiklikleri gösterir;

1. Yapışkanlığın önlenmesi
2. Çekme kuvvetinde artma
3. Solventlerde çözünmede azalış
4. Soğukta akma ve plastiklikte azalma
5. Elastiklik artışı
6. Sıcaklık hassasiyetinde azalma



5. DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1 Binek Lastiği Sırt Bileşiminin Testleri

Petlas binek lastik sırt bileşimi 230-1 aşağıdaki testlere tabi tutulmuştur;

1. Dinamik dayanıklılık testi
2. Çatlak oluşumu testi
3. Gerilme direnci testi
4. Yırtılma direnci testi
5. Aşınma direnci testi
6. Optimum vulkanizasyon testi

Bileşim formülü;

	PHR	%
SBR-1712	67,76	35,69
BR-1220	32,24	16,99
C.B. ISAF N 220	62,92	33,15
Parafin Wax	1,74	0,92
Stearik asit	2,03	1,07
Microcrystalline wax	1,74	0,92
Aromatic oil	12,58	6,62
Flectol flakes	1,26	0,66
Santoflex IP	1,74	0,92
ZnO	3,00	1,58
Vulcafor CBS	1,06	0,56
Santograd PVI	0,10	0,05
Sülfür	1,65	0,87
TOPLAM	189,82	100

Formülasyon protokolü doldurularak, laboratuvar karışım hazırlama odasına gönderilir. Zaman-sıcaklık bazında laboratuvar dahili mixerinde bileşim üretimde geçerli karışım hazırlama talimatlarına uygun olarak hazırlanır. Laboratuvar tartım işlemi için hesaplama

yerine; PHR değerleri bir virgöl kaydırılarak grama çevrilmektedir. Fakat hazırlanacak yükün miktarını yapılmasını istenen testler belirlemektedir.

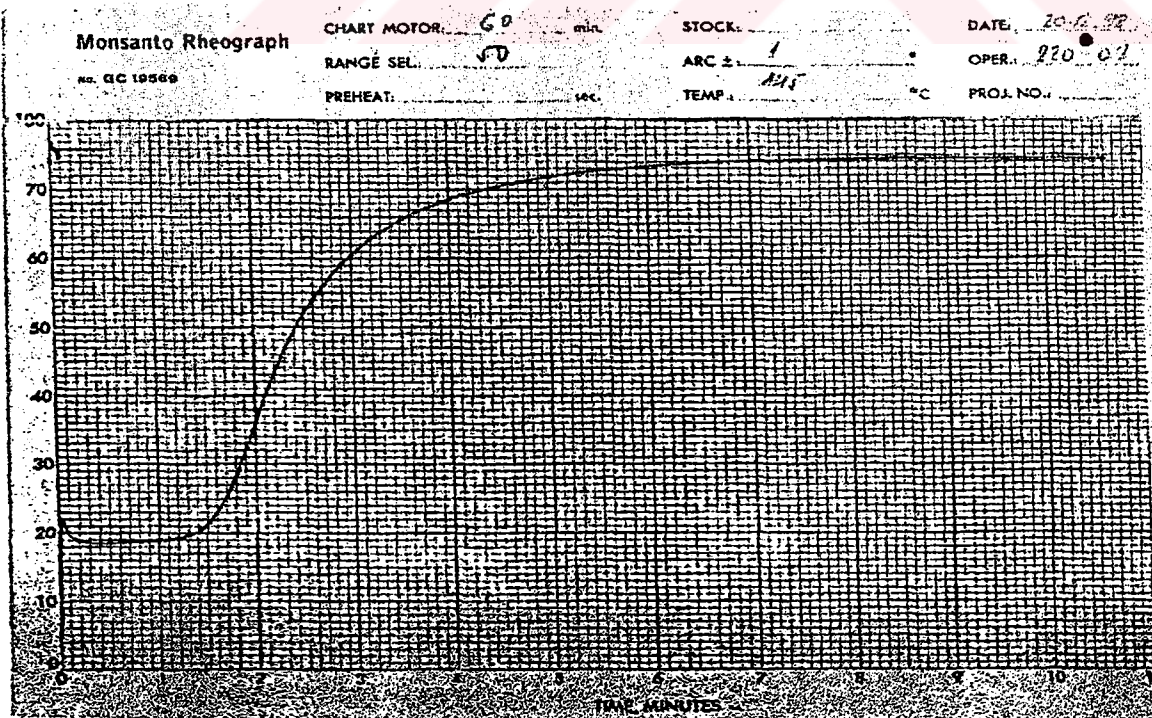
SBR-1712	67,76	677,76 gr
BR-1220	32,24	322,4 gr

Toplam yük ağırlığı: 1,8982 kg

1.aşama karışım hazırlandıktan sonra; bileşim 6 saat dinlendirilmiş ve kür ediciler laboratuarda karıştırıcı milinde açık olarak ve özelliklere uygun sıcaklık ve ilave sırasına dikkat edilerek eklenmiş ve gereken homojenleştirme işlemi yapılmıştır. Karıştırıcı milde, mil açıklığı hazırlanacak test örneklerine göre ayarlanmakta ve plaka halinde karıştırıcı milden alınan bileşim üzerine kalender yönü işaret edilmektedir. Hazırlanan bileşimden alınan bir örnek özgül ağırlık testine tabii tutulmuştur. Genel olarak özgül ağırlık ve sertlik değerleri formülasyonda hata yapıp yapılmadığını kontrol eden test değerleridir.

Bu şekilde hazırlanan bileşimden alınan örnek; optimum vulkanizasyon ve emniyet zamanının tespiti için Monsanto Rheometre 100S test cihazında test edilmiştir. Test cihazı 145 °C'ye set edilmiştir. Bu sıcaklık laboratuvar vulkanizasyon preslerinde kullanılan sıcaklıktır. Bileşim vulkanizasyon odasına vulkanizasyon şartlarını içeren protokol ile birlikte gönderilmektedir.

Test sonuçları : Test sonucunu gösteren grafik aşağıda Şekil 5.1' dendir.



Şekil 5.1 Monsento rheometre test sonuçları grafiği

Dinamik dayanıklılık testi ;

Bu test yardımıyla bileşimin dinamik dayanıklılığı ölçülmektedir. Doğu Alman yapısı test cihazıyla silindir formundaki test örnekleri test cihazı esnetme çeneleri arasına, özelliklere uygun açıda yerleştirilir ve sürekli dinamik esnemeye tabi tutulur. Ve belirli esneme sayılarında sıcaklık ölçümü yapılmaktadır. Bu test sayesinde bileşimin dinamik esnemeye mukavemeti ve bu esnadaki ısı üretim özelliği hakkında bilgi edinilir. Test örneği parçalanıncaya kadar esnemeye tabi tutulur ve 4 test örneği test edilir. Elde edilen değerler kıyaslama amacıyla kullanılır. Test değerlerinin tek başına anlamı yoktur.

Bazı durumlarda; dinamik dayanıklılık testi, test örneği üzerinde 1mm derinliğinde kesik ile sürdürülür. Bu test sayesinde mevcut kesğin dinamik şartlarda büyüme zamanı ölçülür.

Test sonucu :

Bileşim no:220-01

Laboratuvar sıcaklığı:27 °C

Esneleme sayısı (kilo cycle)	sıcaklık °C (örnek1)	sıcaklık °C (Örnek2)
10	147	149
20	157	156

Parçalandığı andaki esneme sayısı (kilo cycle)

örnek 1 : 93,100

örnek 2 : 107,700

Çatlak oluşum testi ;

Bu test sayesinde çatlak oluşum ve gelişimi ölçülür. Hazırlanan test örnekleri De mattie cihazına yerleştirildikten sonra, dinamik şartlarda çatlak oluşumu ölçülmektedir. Bazen test örnekleri üzerine 2mm lik çatlaklar oluşturularak; dinamik şartlarda çatlak büyümesi test edilir. Test; test örnekleri parçalanıncaya kadar sürdürülür.

Çatlak büyüme testi sonuçları:

Test sıcaklığı: 90 °C

Bileşim no: 220-01

Esneme sayısı (kilo cycle)	Çatlak boyu(mm)		
	Örnek1	örnek2	örnek3
400	4	4	4
1000	7	7	7
1400	8	8	9
2600	11	12	11
3000	12	-	12

test örneği boyuna göre; test çatlak boyu 12mm ye ulaştığında teste son verilmektedir. Bu test için 3 örnek kullanılmıştır. Elde edilen değerler kıyaslama amacıyla kullanılmaktadır tek başına anlamı yoktur.

Gerime direnci testi ;

Dumbell tipi test örnekleri (5adet) kalınlık ölçümünden sonra; tensile test cihazında modülüs (%300) ve kopma anındaki mukavemet uzama testine tabi tutuldu. Ayrıca diğer bir 5 test örneği 100 °C ve 72 saat yaşlandırma sonrası aynı teste tabi tutuldu

Yırtılma direnci testi ;

Hazırlanan test örnekleri (3adet) 20 °C de hem kalander yönünde ve eninde test edilerek yırtılma dirençleri ölçüldü. Ayrıca test örnekleri 90 °C de 5 dk. yaşlandırılarak aynı teste tabi tutuldu. Yırtılma direnci testi etüvlu tensile tester cihazında yapılmaktadır.

Aşınma direnci testi ;

Bu test için 3 adet standart, 3 adet bileşim test örneği kullanıldı. Örnekler testden önce hassas olarak tartıldı ve özgül ağırlıkları ölçüldü.

Standart

	1	2	3
özgül ağırlık: 1,29 gr/cm ³	2,2225 gr	2,1873 gr	2,1762 gr
test sonrası	2,0195 gr	1,9870 gr	1,9708 gr
fark	2030 gr	2003 gr	2054 gr

test edilen bileşim (220-01)

özgül ağırlık: 1.16 gr/cm ³	1,4085 gr	1,4044 gr	1,3932 gr
test sonrası	1,2970 gr	1,2910 gr	1,2840 gr
fark	1115 gr	1114 gr	1092 gr

Vulkanizasyon süresinin tespiti ;

Monsento kür karakteristik eğrisinden %90 kür için gerekli süre, bilgisayar çıktısına göre 20 dk. bulunmuştur. Test örneği kalınlığına göre bu süre arttırılmaktadır. Plaka halindeki örnekler için 3 dk. diğer örnekler için 5 dk. optimum vulkanizasyon süresine eklenmektedir. Bu süreler işletmenin belirlediği süreler olup değişebilir. Vulkanizasyon süresi test örneği kalınlığıyla değişir.

5.2. Sonuç

Testler sonunda; bileşimin dinamik dayanıklılık testi sonuçları olumsuzdur. Diğer test sonuçları kıyaslanabilir bulunmuştur. Dinamik dayanıklılık testi sonuçlarının istenilenden farklı olmasının sebebi araştırıldığında; test örneğinin vulkanizasyonundan gelebileceği göz önünde bulunduruldu. Ve yeni testlerle kontrol edilmesi, sağlıklı bir değerlendirme yapabilmek için de en az 10 test daha yapılması uygun görüldü. Dinamik dayanıklılık testinde kullanılan test örneğinin vulkanizasyon şartları yeniden kontrol edildi ve bileşim özellikleri kontrol edilip, gözden geçirildi, sağlıklı bir değerlendirme için 10 test daha uygulandı ve sonuçlar kıyaslanabilir bulundu.

6. ÜRETİM AŞAMALARI

6.1 Çember Üretimi

Çember, lastiğin otomobil jantıyla temas ettiği kısmının iskeletini oluşturan çelik tellerden yapılan ve lastiğin jantla temas ettiği bölgenin topuğunun mukavemetini sağlayan yarı mamüldür. Karışım ile lastiklenen çelik tellerin belirtilen sarım sayısında sarılarak yine belirtilen çapta çember haline getirilmesi ile yapılmaktadır. İmalatında bakır kaplı çelik teller kullanılır. Tel çapları 0.96 ve 0.165 mm'dir (Kayan, 1996).

6.1.1 Çember makinası

Çember telleri bobinlere sarılı olarak gelir ve makinaya bağlanır. Bobin gurubundan alınan teller kasnaklardan geçirilerek taraklı makara yanyana dizilir ve trafılamm ağzına gönderilir. Karışım kesme makinasında kuyruk şeklinde kesilen karışım trafila hunisine verilir. Çember trafılada homojen bir şekilde karışım ile kaplanır. Karışım ile lastiklenmiş teller daha sonra soğutma havuzundan geçirilir. Soğutulan teller depolama gurubundan geçerek çemberin sarıldığı tambur kısmına gelir. Burada istenen sayıda otomatik olarak sarılan çember tamburdan çıkarılarak ek yeri operatör tarafından tel ile sarılarak sabitlenir (Kayan, 1996).

6.1.2 Çemberlere uygulanan işlemler;

1. Otoklav
2. Solüsyonlama
3. Kumaş sarımı
4. Dolgu maddesi tatbiki
5. Kumaş kaplama

1. Otoklav (Semi-vulkanizasyon): Bu makinada lastiklenen çemberlere ön pişirme işlemi uygulanır. Pişirmenin sıcaklığı yaklaşık 145 °C, basınç 1.5-2 bar, pişirme süresi 8 dakikadır. Otoklavlama sadece radyal oto lastiklerine uygulanır. Bu işlemde amaç radyal lastiğin pişirilme süresinin kısa oluşu ve bu esnada da çembere ısının geç ulaşmasıdır. Bu sebepten

emberdeki karışım iyi pişmemektedir. Çember otoklavlama ile bir ön pişirme işlemine tabi tutulmaktadır.

2. Solüsyonlama: Otoklavlamada ön pişirme işlemine tabi tutulan emberlerdeki karışım yapışkan özelliğini kaybettiğinden bu çemberlere solüsyonlama işlemi yapılarak tekrar yapışkanlık özelliği kazandırılır.

3. Kumaş sarımı: Bu makinada bazı tip çemberlere petek dokulu kumaş sarılmaktadır. Bunda amaç çemberin dağılmasını önlemek ve mukavemetini arttırmaktır.

4. Dolgu maddesi tatbiki: Çemberin sırt kısmına yani topuğa oturan kısmına yapıştırılan dolgu maddesinin tatbik işidir, kullanılmasındaki amaç, çember ile topuk arasında olabilecek hava boşluğunu doldurmak ve çember mukavemetini arttırmaktır. Konvansiyonel lastik çemberlerinde yuvarlak, radyal lastik çemberlerinde üçgen kesitli dolgu maddesi kullanılmasına rağmen her çembere dolgu maddesi tatbiki yapılmaz.

5. Kumaş kaplama: embere dolgu maddesi ile aynı anda kumaş kaplama yapılır. Kumaş kaplamanın amacı çemberin mukavemetini arttırarak çemberin dağılmasını engellemektedir (Canbay, 1997).

6.2 Sırt ve Yanak Üretimi

İlk olarak kırıcı kalandraya gelen daha sonra ön ısıtma ve yumuşatma işlemine tabi tutulan karışım, yürüyen bantlarla besleyici kalandraya gelir, iyice ısıtılıp homojen hale getirilen karışım trafilaya ve kalandraya bantlar yardımı ile beslenir. Trafilanın ağzında bulunan kalıptan istenen yarı mamul şeklinde çıkar, gerekirse baskı silindirden geçirilir. Bantlar vasıtasıyla üst kısma döndürülen yarı mamulün önce birim uzunluğu ve ağırlığı ölçülür, daha sonra soğutma havuzlarından geçirilerek otomatik kesme kısmına getirilir. İstenilen şekilde kesilen malzeme operatörler tarafından uzunluk ve ağırlık ölçüleri kontrol edilerek katlı arabalara yüklenir. emberlerde kullanılan dolgu malzemesi de bu şekilde üretilir (Kayan, 1996).

6.3 Gövde Yarı Mamulleri retimi

6.3.1 Metalik kalandra makinası

elik tellere alttan ve üstten karışım sıvayarak elik kuşak kumaşı yapan makinedir. Sıcaklığı ve nemi sabit kapalı odada elik tel makaraları raflara matris şeklinde dizilir. Buradan geçen teller tel sıklığının ayarlandığı silindirden geçen teller aynı hızda tutularak homojen bir dizilme sağlanır. Sepetlerden gelen karışım makina ağzına girer. Oradan besleyici meskoletlere gelir, yumuşatma ve ısıtma işlemi yapılan karışım iki ayrı bant ile elik tellerin makineye girdiği kısma bir üstten bir alttan gelir ve istenen kalınlıkta sıvanır. Polietilen malzemeye sarılarak soğutma silindirinden geçirilerek sarılma bobinlerine oradan da metalik kumaş makaralarına gönderilir (Kayan, 1996).

6.3.2 Metalik kumaş kesme makinaları

Metalik kalandrada hazırlanıp elik telaları istenen genişlikte ve açıda keserek kumaşa veya polietilen malzemeye bobinleyen makinedir. İstenen genişlikte kesilip eklenen kumaş bir bıçak ile otomatik olarak ikiye dilimlenip, kesilip u uca eklenen kumaşa daha sonraki kullanımda yapışmayı sağlayacak ince, şerit tabaka tatbiki işlemi yapılır (Kayan, 1996).

6.3.3 Tekstil kumaş kesme makinaları

Tekstil kalandradan gelen kumaş burada istenilen ölçülerde ve 87° veya 90° aı ile kesilir, kesilmeyen uçları birbirine eklenerek bobinlenir. Yükleme kısmında bobini yataklanan kumaş gerekiyorsa önceden çivili silindirden geçirilerek delinir. Daha sonra istenen aı ve genişlikte otomatik olarak hareketli testere ile kesilir (Kayan, 1996).

6.3.4 Tekstil kalandra makinası

Hammadde olarak gelen kord bezlerine karışım kaplama işleminin yapıldığı makinedir. Baş tarafta kord bobinlerinin takıldığı yükleme nitesi vardır. Bobin değişimi sırasında işlemin kesilmemesi için bez depo gurubu denilen silindirlerden geçirilir. Bobin değişimi sırasında burada biriken bez kullanılır. Daha sonra bezin neminin alındığı ve karışım ile kaplanması

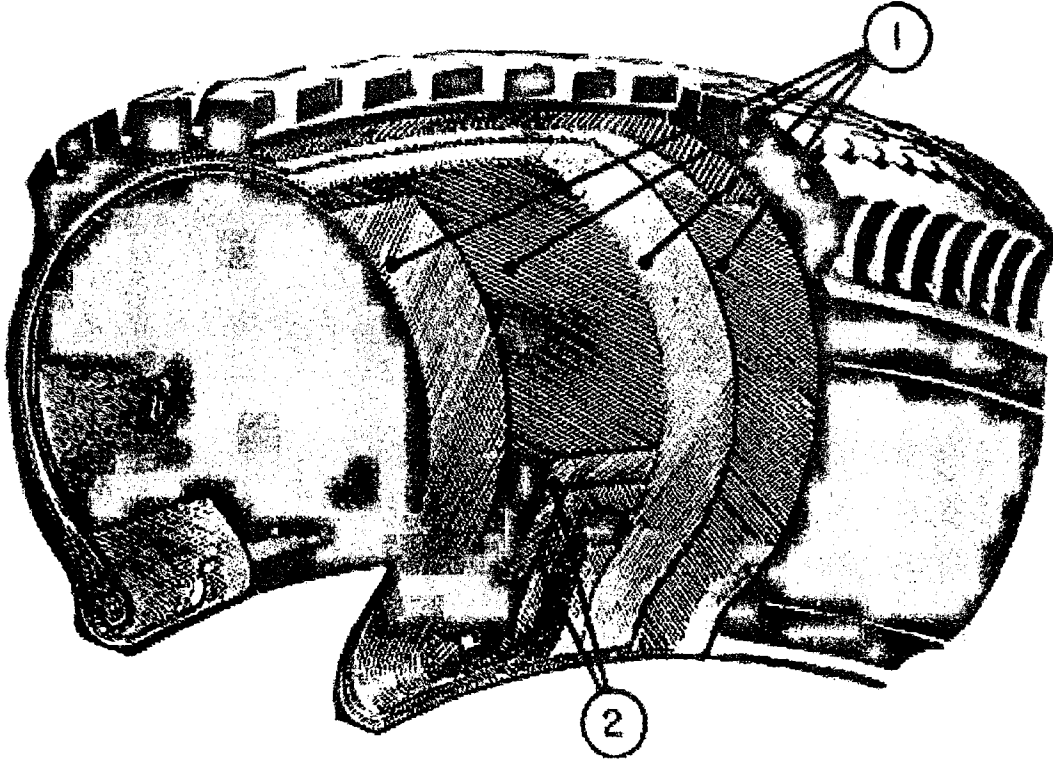
için gerekli sıcaklığın sağlandığı ısıtma gurubu vardır. Bu silindirler de sıcak su vardır. Isıtılıp nemi alınan kord bezi iplik doku sıklığı ayarlandığı kısma gelir. Burada fotoseller vasıtası ile ölçülen bez genişliğine göre bükey bir silindir otomatik olarak genişliği, sıklığını ayarlar. Daha sonra trafilenin besleyici kalandrasından alınan karışım alttan ve üstten olmak üzere, kord bezine kaplanır. Bu bölüme lastikleme ünitesi denilir. Burada karışım ile lastikleme kalınlığı hareketli silindirler ile ayarlanabilir. Renkli ipliklerle kodlanan lastiklenmiş kumaş soğutma silindirinden geçer ve işlemi devamlılığı için ikinci festone gurubuna girer. Son olarak tekstil telanın bobinlere sarıldığı toplama ünitesi'nde bobinlenir (Canbay, 1997).

6.3.5 Tela kesim makinaları

Bu makinalarda tekstil kalandradan gelen kumaş bobinleri istenen açılarda otomatik olarak kesilmektedir. Kesme işleminden önce tekstil tela çivili silindirden geçirilerek tela üzerine delikler açılır. Bu delikler konfeksiyon işlemi esnasında tela katları arasında kalabilecek havanın tahliyesi içindir. Kesilen telaları tezgahdan alan operatörler bir başka masada bu telaların kesilmeyen uçlarını uç uca ekler ve otomatik olarak beze bobinler (Canbay, 1997).

6.4 Konvansiyonel Lastik

Lastik teknolojisinin ürettiği ilk lastik konvansiyonel tip lastiktir. İleri ülkelerde imalatı kaldırılmış olup, ülkemizin gerek ekonomik gerekse yolların durumu sebebiyle hala kullanılmaktadır. İleri ülkelerde radyal lastik kullanılmaktadır. Konvansiyonel lastik en önemli özelliği kord ipliklerinin kullanılması ve bunların lastik ilerleme yönüne çapraz (45° açı) olarak imal edilmesidir (Şekil 6.1). Konvansiyonel lastik üretiminde işleminde ilk olarak tela kumaşları tambura sarılması işlemi yapılır. Tela işlemi tek tek gerçekleşir (Robecchi, 1973).



Şekil 6.1 Konvansiyonel lastik; (1- Karkas katları, 2- Topuk katları)

İşlem sırası ;

- 1- 1.Çoklu (3'lü tela) tekstil tela tambura sarılıp içe kıvrılır,
- 2- 1.Çemberler uygulanır, içe kıvrılmış olan 1.çoklu çemberin üzerine basılır.
- 3- 2.Çoklu (3'lü tela) uygulanır, içe kıvrılır
- 4- 2.Çemberler uygulanır, içe kıvrılmış olan 2.çoklu çemberin üzerine basılır.
- 5- 3.Çoklu (2'li tela) uygulanır, içe kıvrılır ve ezdirilir.
- 6- 1. Orta kuşak-alt tarafında daha yapışkan özellikte kuşak vardır- tatbik edilir.
- 7- 2. Orta kuşak tatbik edilir.
- 8- Sırt uygulanır ve ek yeri ezdirilir
- 9- Topuk kuşakları uygulanır,
- 10-Yanaklar uygulanır ve ek yerleri ezdirilir.
- 11-Tambur küçültülerek karkas çıkartılarak pişirme bölümüne gönderilir.

6.5 Radyal Lastik

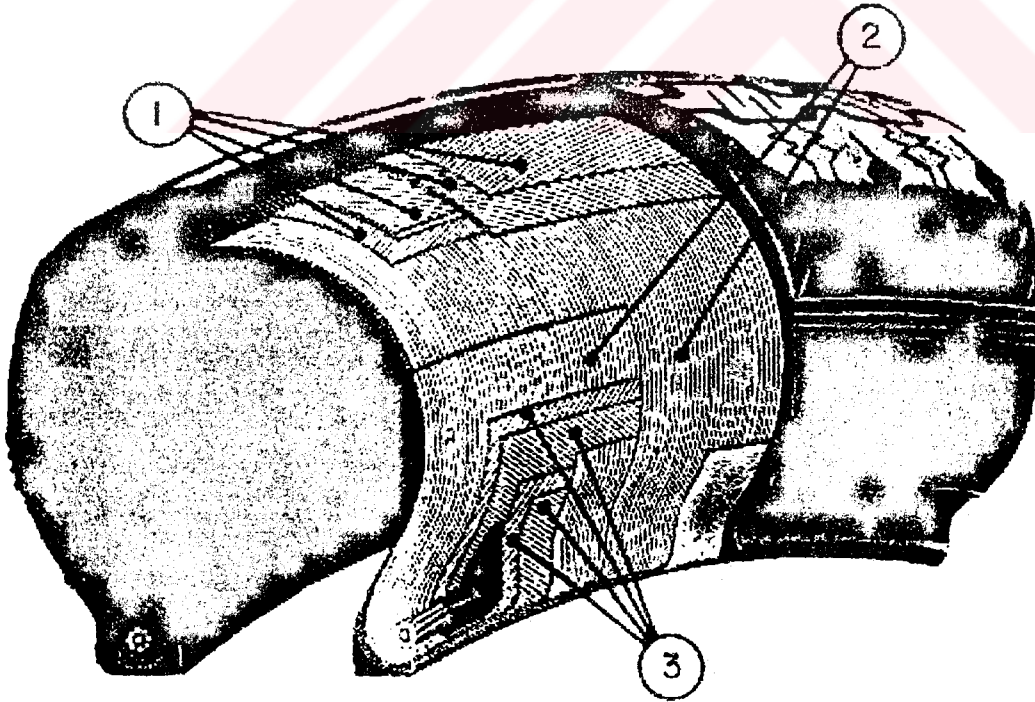
Düzgün yol koşullarına göre dizayn edilmiş radyal lastikler günümüzde oto ve transport araçlara en uygun ürünlerdir. Gövde yapısı ; çelik veya rayon kordların taban merkez çizgisi ile 90° açı yapacak şekilde yerleştirilmeleri sonucu oluşan karkasın üzerine taban merkez

izgisi yntnde elik kord kuşaklar ile takviyeli­dir (şekil 6.2). Radyal lastiğın konvansiyonel lastikten farkı metalik kumaş olması yanı sıra karkas hazırlanırken elik kuşakların kullanılması, konfeksiyon işlemlerinin daha hassas yapılması ve imalat teknolojisinin modernliğidir (Robecchi, 1973).

Radyal oto ve transport lastiklerinin yapımı iki aşamadan oluşur. Birinci aşamada (1.Faz) tekstil kumaşa çember ve yanak malzemesi uygulanır. İkinci aşamada (2.Faz), 1. Fazdan gelen yapıya 2 kat metalik kumaş, orta kuşak ve sırt uygulanır hazırlanan bu karkas hazırlanarak pişirmeye gönderilir.

1. Faz makinaları işlem sırası ;

1. Tekstil tela tambura sarılır
2. emberler uygulanır
3. Yanaklar uygulanır ve tamburdan çıkarılır
4. İç kısım ek yerine sızdırmazlık sağlayan ince malzeme yapıştırılır
5. Ek yerleri preslenir böylece 1.faz karkas hazırlanmış olur.



şekil 6.2 Radyal lastik; (1- Kuşak katları, 2- Karkas katları, 3- Topuk katları)

1.Faz transport ölçülerinde tela iki kat sarılıyor ve yanaktan önce omuz kısımlarına topuk kuşağı uygulanıyor. 1.faz makinasından alınan lastik gövdesinin iç tarafına ek yerinde sızdırmazlık sağlayan ince kumaş yapıştırılarak, iyice yapışması için presleniyor. Preslenen gövde 2. Faz makinasına gönderiliyor. 1.faz oto ölçülerinde tela kumaşı tambura 1 kat sarılıyor. Topuk kısmına da çember konup, tela fazlalıkları dışa kıvrılıp yanaklar tatbik ediliyor.

2.Faz makinaları işlem sırası ;

1. 1.Çelik kuşak uygulanır.
2. 2.Çelik kuşak uygulanır.
3. Sırt uygulanır, ezdirilir.
4. Pişirme bölümüne gönderilir.

6.6 Kalıpta Pişirme

Konvansiyonel, radyal makinalarda hazırlanan karkaslar pişirme kısmına gelir ve son işlem yapılmış olarak mamul haline gelir. Pişirmede iki işlem yapılır,.

1. Boyama işlemi
2. Pişirme işlemi

Boyama işlemi ;

Boyama iç ve dış boyama şeklinde olmaktadır. İç boyama; karkasın kameraya yapışmamasını önlemek için uygulanır. Dış boyama; pişirme esnasında karkasın kalıba yapışmasını önlemek için yapılır. Karkasların sırt bölgesine boya tatbik edilmez.

Pişirme İşlemi ;

Boyama işlemi gerçekleştikten sonra konvansiyonel ve radyal lastikler pişirme işlemine tabi tutularak mamul haline gelir. Pişirme işlemi şu şekilde gerçekleşir;

- a. Kalıp basınçlı hava ile temizlenir, kameralara yağ, kalıplara solüsyon sürülür.
- b. Karkasın kameraya yerleştirilir üst kalıp yavaşça inmeye başlar;

- c. Prekonformasyon basıncı ile kamera şişmeye başlar, şekillendirme basıncı konformasyon basıncı uygulanır, kalıp karkasa basar ve kapanır 10-30sn bekler.
 - d. İlk olarak 9 atm. 180 ° sıcak buhar girer, ardından 28 atm. 205 ° kızgın su verilir.
 - e. Belli bir pişirme süresi sonunda kızgın su vakumlanarak çekilir ve soğutma suyu uygulanır.
 - f. Kalıplar açılır ve lastikler arka kısımdaki konveyörlere soğutulmak üzere bırakılır.
- Lastik pişme süreleri : Oto lastikleri 10-20 dak. 203°C 9-28 atm. (Canbay, 1997).

7. SONUÇ VE YORUMLAR

Konvansiyonel lastikler yeni ve modern araçlarda yetersiz kaldığı için 1960 yılında radyal lastik geliştirilmiş ve teknolojinin artmasıyla radyal lastik konvansiyonel lastiğe günümüzde şu üstünlükleri sağlamıştır;

1. Yol tutuş kabiliyeti: Güçlü araçların yüksek hızlarda ihtiyaç duyduğu önemli bir özelliktir. Radyal lastikler zeminle iyi temas sağlayarak yol tutuş kabiliyetini artırır.
2. Araçlara konfor sağlar: Radyal yapıda yanaklar asfalt zeminde amortisör gibi çalışarak kavislerden etkilenmeyi azaltır. Aracın yıpranmasını geciktirir ve rahat, konforlu yolculuk imkanı sağlar.
3. Frenleme duruş mesafesini en aza indirir: Emniyet yönünden frenleme mesafesi çok önemlidir. Çelik kuşaklı radyal yapı yolu tamamen kavrayarak araçta daha kısa fren mesafesi gerçekleştirir.
4. Araçta verimli hız artışı sağlar: Motorda üretilen gücü asgari kayıplarda, lastikler hıza çevirme yeteneğine sahiptir.
5. Darbe ve delinmelere karşı dayanıklıdır: Çelik kuşakları ve üstün özellikleri lastik karışımlarıyla hazırlanan radyal lastikler yüksek mukavemete sahiptir. Dış etkilere oldukça dayanıklıdır.
6. Ekonomik lastiklerdir: Çapraz katlı lastiklerle kıyaslandığında radyal ömrü iki katına varan kilometre randımanı vermesi ve %74 civarında yakıttan tasarruf sağlaması ile km/yol başına düşük maliyet gösterir.

Otomobil lastiği üretimi otomotiv sanayindeki gelişmelere paralel olarak yıllar içerisinde ilerleme kaydetmiştir. Bu nedenle konvansiyonel lastik üretiminden vazgeçilmiş ve çok daha teknolojik üstünlükleri olan; yol tutuş kabiliyeti, araç konforu, kısa frenleme duruş mesafesi, verimli hız artışı sağlaması, darbe ve delinmelere olan dayanımı, yakıt ve ömür yönünden daha ekonomik oluşu radyal lastiklerin kullanılmasını gerektirmiştir. Büyük lastik firmalarının konu üzerindeki rekabetleri teknolojik ilerleme ile devam etmektedir.

Üretimde; kauçuk karışımı, sıcaklık, basınç, zaman ortamlarının sağlandığı koşullarda en iyi malzemeler üretmek doğal sonuç olacaktır. Çapraz bağlanabilme özelliğine sahip yani vulkanize olan polimerler en basit şekliyle kauçuk vulkanizasyonundan sonra şu değişiklikleri göstermektedir;

- a. Yapışkanlığın önlenmesi,
- b. Solventlerde çözünmede azalış,
- c. Çekme kuvvetinde artma,
- d. Soğukta akma ve plastiklikte azalma,
- e. Elastiklik artışı,
- f. Sıcaklık hassasiyetinde azalma,

Ve buna bağlı olarak üretilen yarı mamullerde üniformluğu sağlamak için alınacak önlemler ve imalattaki tedbirlerle kaliteli, memnuniyet sağlayan ürünler insanlığın hizmetinde olmalıdır. Vulkanizasyon lastik üretiminin en önemli aşamasıdır. Dolgu maddeleri ya karışımı takviye etmek yada ucuzlatıcı olarak kullanılır. Antioksidantlar ve stabilizörler proses esnasında ve parçanın kullanımında karışımı bozulmaktan korurlar.

Diğer katkı maddeleri (yağlayıcılar, şişiriciler, yapışkanlaştırıcılar vs.) ihtiyaç olduğunda ilave edilebilirler. Bunlar içerisinde en önemli olan vulkanizasyon (pişirme) sistemidir ve kauçuğu çapraz bağlamak için gereklidir.

KAYNAKLAR

- Bristow, G. M., (1986), "Reversion resistance of Accelerated Sulfhur Systems", NR Technology, 17: 7 – 17
- Boonstra, B. B., (1973), "Fillers; Carbon Black and Nonblack". Rubber Technology, 1 : (51-87)
- Canbay, L., (1997), Eğitim Raporu, Türk Pirelli Lastikleri A.Ş., İzmit
- Kayan, R., (1996), Eğitim Raporu, Türk Pirelli Lastikleri A.Ş., İzmit
- Lewis, P. M., (1986), "Vulcanize Structure and Its Effects on Properties", NR Technology, 17: 57 – 65
- Marşoğlu, M., (1986), Plastik Malzemeler, Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji Müh. Bölümü, Arpaz Matbacılık A.Ş., İstanbul
- Morton, M., (1973), "Introduction to Polymer Science", Rubber Technology, 1: (1 - 18)
- Noakes, T. C. Q., (1988), "The Effect of Excessive Levels of Peptizers and Process Aids on the Physical properties of Natural Rubber. NR Technology, 19: 10 – 13
- Robecchi, E., (1973), "Mechanics of the Pneumatic Tire. Part II. The Laminar Model Under Inflation and in Rotation", Tire Science and Technology, 1: 382 – 438
- Saltman, M.W., (1973), "Styrene-Butadiene Rubber", Rubber Technology, 1: (178 - 198)
- Semegen, S. T., (1973), "Natural Rubber", Rubber Technology, 1: (152 - 177)
- Stephens, L. H., (1973), "The Compounding and Vulcanization of Rubber". Rubber Technology, 1: (19 - 50)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 03.08.1969

Doğum Yeri : İzmit

Lise : 1983 – 1986 İzmit Lisesi

Lisans : 1987 – 1991 Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Metalurji Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurumlar :
1993 – 1997 AE GOETZE İstanbul Motor Piston ve Pim
Sanayi A.Ş.
1997 – 1999 Türk Pirelli Lastikleri A.Ş.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ