



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Otomobil last. dış. san. kauçuk
vulk. pek. olarak karbon siy.

Doktora Tezi

Enver Demirhan

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ — FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

361
70

57

OTOMOBİL LASTİĞİ DIŞINDAKİ SANAYİDE KAÇUK VULKANİZASYONUNDA
PEKİŞTİRİCİ (REINFORCEMENT) OLARAK KARBON SİYAHİ YERİNE VEYA
BİRLİKTE KULLANILABİLECEK DAHA UCUZ VE UYGUN KALİTEDE
DOLGU PİGMENTLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE SEÇİMİ

(DOKTORA TEZİ)

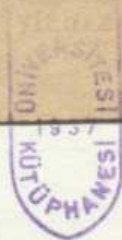
Yük. Müh. Enver DEMİRHAN

İstanbul — 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

R 361

Kot :
Alındığı Yer : ~~70~~ **70**
Tarih : **11/12/1990**
Fatura :
Fiatı : **5500 TL**
Ayniyat No : **1/20**
Kayıt No : **47393**
UDC : **54** **378.242**
Ek :



OTOMOBİL LASTİĞİ DIŞINDAKİ SANAYİDE KAÜÇUK VULKANİZASYONUNDA
PEKİŞTİRİCİ (REINFORCEMENT) OLARAK KARBON SİYAHİ YERİNE VEYA
BİRLİKTE KULLANILABİLECEK DAHA UCUZ VE UYGUN KALİTEDE
DOLGU PİGMENTLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE SEÇİMİ

(DOKTORA TEZİ)

Yük. Müh. Enver DEMİRHAN

İ Ç İ N D E K İ L E R

SAYFA

ÖZET

ABSTRACT

BÖLÜM I

G İ R İ Ŗ

I.1.	GENEL BİLGİLER	1
I.1.1.	Vulkanizasyon	1
I.1.2.	Elastomerler	2
I.1.3.	Vulkanizasyon Yapıcılar	3
I.1.4.	Hızlandırıcılar (Accelerators)	3
I.1.5.	Aktivatörler	3
I.1.6.	Antioksidantlar	3
I.1.7.	Yumuşatıcılar	4
I.1.8.	Dolgu Pigmentleri	4
I.1.8.1.	Karbon Siyahı	4
I.1.8.2.	Anorganik Dolgu Pigmentleri	5

BÖLÜM II

MATERYAL VE YÖNTEM

II.1.	KULLANILAN MADDELER	7
II.1.1.	SBR 1502	7
II.1.2.	HAF	7
II.1.3.	Kükürt	7
II.1.4.	Stearik Asit	7
II.1.5.	Santocure	7
II.1.6.	Çinko Oksit	7
II.1.7.	Çinko Kromat	8
II.1.8.	Barit	8
II.1.9.	Kalsit	8
II.1.10.	Kaolen	8
II.1.11.	Talk	8



		SAYFA
II.1.12.	Silis	8
II.1.13.	Demir Oksit	8
II.1.14.	Grafit	8
II.1.15.	Titandioksit	8
II.1.16.	Perlit	9
II.1.17.	Linyit	9
II.1.18.	Taş Kömürü	9
II.2.	KULLANILAN ALETLER	10
II.2.1.	Kauçuk Merdane	10
II.2.2.	Pişirme Presi	10
II.2.3.	Çekme Cihazı	10
II.2.4.	ASTM C Kalıbı	10
II.2.5.	Durometre	10
II.2.6.	Mooney Disk Viskozimetresi	10
II.3.	DENEYSEL YÖNTEM	11
II.3.1.	Karışım Hazırlama (Compounding)	11
II.3.2.	Karışım (Compound) Levhalarının Vulkanizasyonu	12
II.3.3.	Vulkanize Edilmiş Kauçuğun Çekme Deneyi	13
II.3.4.	Sertlik Ölçümü	14
	BÖLÜM III	
	DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR	15
III.1.	DENEYSEL ÇALIŞMA	15
III.2.	DENEYSEL BULGULAR	15
	BÖLÜM IV	
	TARTIŞMA VE SONUÇ	17



		<u>SAYFA</u>
Tablo-1	SBR 1502 Özellikleri	20
Tablo-2	HAF türü Karbon Siyahı Özellikleri	21
Tablo-3	Standart Karışım Reçeteleri	22
Tablo-4	Vulkanizasyon Deney Sonuçları	23
Tablo-5	Dolgu Pigmentlerine Ait Birim Fiatları	26
Tablo-6	Dolgu Pigmentlerine Ait Reçete Maliyetleri	27
Tablo-7	Dolgu Pigmentlerine Ait Kurulan Fiat Modelleri	29
Tablo-8	Lastik Ürünleri Özellikleri	30
Tablo-9	Tank İçi Kaplama Özelliklerini (min) Sağlayan Dolgu Pigmentlerine Ait Hesaplama Sonuçları	31
Tablo-10	Conta Özelliklerine (min) Sağlayan Dolgu Pigmentlerine ait Hesaplama Sonuçları	32
Tablo-11	Su Hortumu Özelliklerini (min) Sağlayan Dolgu Pigmentlerine Ait Hesaplama Sonuçları	33
Tablo-12	Ayakkabı Tabanı Özelliklerini (min) Sağlayan Dolgu Pigmentlerine Ait Hesaplama Sonuçları	34
 EKLER		
Ek-1	Fiat Modeli Açıklaması	35
Ek-2	Matematik Modeli	36
Ek-3	Muhtelif Dolgu Pigmentleri İle Yapılan Vulkanizasyon Deney Sonuçlarına Ait Kurulan Matematik Modelleri	38
Ek-4	Reçete Maliyeti	40
ŞEKİLLER		41
KAYNAKLAR		47



Yakın ve uzakta küçük, büyük, orta ve büyük ölçekli
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,

Yakın ve uzakta küçük, büyük, orta ve büyük ölçekli
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,
 lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar, lavlar,

Bu çalışmanın yönetimini kabul eden değerli hocam
 Sayın Prof.Dr.Salih DİNÇER'e çalışmalarım süresince gösterdiği
 yakın ilgi ve kıymetli katkılar için teşekkür eder, sonsuz
 saygılar sunarım.

Ayrıca matematik modeli kurma çalışmalarında yardımcı
 olan Yrd.Doç.Dr.Halil İbrahim SARAÇ'a da teşekkür ederim.



Ö Z E T

Tabii ve sentetik kauçuk, otomobil lastiği imâli dışındaki lastik sanayiinde, çeşitli mekanik parçalar, hortum, ayakkabı tabanı, kimya proseslerinde korozyona mukavim ekipman içi kaplamalar ve sızdırmaz conta v.s. imâlinde vulkanize edilerek kullanılmaktadır.

Kauçuğun vulkanizasyonunda, reçeteye kükürtten başka karbon siyahı ve diğer katkı maddeleri ilâve edilmektedir. Karbon siyahı vulkanize olmuş kauçuğa, yani lastiğe dayanıklılık kazandırır. Ancak karbon siyahı pahalı bir dolgu maddesi olduğundan, fiatı ucuzlatmak ve lastiğe istenilen özelliği kazandırmak amacıyla, reçetelere karbon siyahı yanında, başka bazı dolgu maddeleri katılmaktadır.

Bu çalışmada, SBR 1502 sentetik kauçuğu kullanılarak hazırlanmış reçetelerde, karbon siyahının pekiştirme özelliği de esas alınarak, iç piyasadan temini kolay ve ucuz anorganik dolgu pigmentleri yalnız veya karbon siyahı ile birlikte kullanılarak, bir seri vulkanizasyon deneyleri yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarından, istenilen amaca uygun lastik ürünü özelliklerini sağlayan ucuz dolgu pigmentlerin seçimi yapılmıştır.

Ayrıca, vulkanizasyon deney sonuçlarının, matematik modellerinin kurulması çalışması yapılmıştır.



ABSTRACT

Vulcanized natural and synthetic rubber is used in other rubber industries apart from tyre production, such as for various mechanical goods, hoses, soles, equipment lining to avoid corrosion in chemical processes and gasgets etc.

In the vulcanization of rubber, carbon black and others ingredients are used in the compounding recipes as well as sulphur. Carbon black gives strength to the vulcanized rubber. But carbon black is an expensive filler, therefore other fillers individually or with carbon black, are used in the vulcanization process to improve the properties and reduce the cost of rubber products.

In our work, anorganic fillers which are supplied easily from the interior market, have been used in the compounding recipes by using SBR 1502, with carbon black or individually based on the reinforcement of carbon black and we have made a series of vulcanization tests. After obtaining the test results, we selected the most suitable and economic anorganic fillers for rubber products.

On the other hand, we have prepared mathematical models of the vulcanization test results.

BÖLÜM I

G İ R İ Ő

I.1. GENEL BİLGİLER

Doğal ve sentetik kauçuklar orijinal haliyle sıcakta yumuşak, soğukta sert ve kırılğan olması nedeniyle mühendislik yönünden az önem taşır. Kauçuğa kuvvet kazandırmak , onu daha geniş ısı aralıklarında kullanılabilir hale getirmek için vulkanize edilmektedir. Vulkanizasyon, 1839 yılında Amerika'da Goodyear, 1842 yılında İngiltere'de Hancock tarafından keşfedilmiştir(1).

Vulkanizasyonun keşfinden önce kauçuğun kullanım alanları çok azdı, bugün ise çok geniş kullanım alanına sahiptir. Başlıca otomobil lastiği imâlinde kullanılmakta, bunun dışında kimya endüstrisinde, korozyon önleyici olarak sert (ebonit) ve yumuşak lastik kaplamalar, taşıyıcı bant, hortum, yer döşemesi, sızdırmaz conta, sıkıcı merdane, sünger, ayakkabı tabanı, çeşitli lastik eşya v.s. imâlinde kullanılmaktadır.

Çok çeşitli vulkanizasyon metodları vardır. Bunlardan en çok tatbik edileni kükürtle yapılan vulkanizasyondur. Biz burada kükürtle yapılan vulkanizasyonu açıklayacağız.

I.1.1. VULKANİZASYON

Kauçuk ile toz kükürt normal şartlar altında karıştırılırsa, kükürt süratle kauçuk içinde dağılır. Bu dağılmış kükürt, doymamış çifte bağ ihtiva eden uzun zincir şeklindeki kauçuk moleküllerini -C-S-C- bağlarıyla birbirine bağlamaktadır. Bu bir çapraz bağlanma reaksiyonudur. Polimer molekülleri adeta bir balık ağı gibi birbirine bağlanırlar. Bu reaksiyonun hızı ısı tatbikatı ve ortama "hızlandırıcı" denilen kimyasal bileşiklerin ilâvesi ile artırılmaktadır. Vulkanizasyon kısa sürede tamamlanmaktadır. Isıtma işlemi bozunmayı önlemek için basınç altında yapılır. Vulkanize olmuş kauçuk, sıcakta ve soğukta fleksibildir. Yani elastik bir özellik kazanmıştır. Fiziksel ve kimyasal ortamlara karşı mukavemeti çok yüksektir. Vulkanize olmuş kauçuğa lastik denilmektedir(1,2)

İstenilen özellikte lastik elde etmek için, vulkanizasyon reçetelerine kauçuk ve kükürt'den başka birçok katkı maddeleri de ilâve edilmektedir. Bir vulkanizasyon reçetesinde genel olarak aşağıdaki maddeler bulunmaktadır(1,3,4):

Elastomer
Vulkanizasyon yapıcı
Hızlandırıcı
Aktivatör
Antioksidant
Yumuşatıcı
Dolgu pigmenti

Vulkanize edilecek kauçuk, yukardaki maddelerle belirli oranlarda ve bir mill yardımıyla homogen bir şekilde karıştırılır. Bu karışıma lastik hamuru denir. Pişmeye hazır hale getirilmiş hamur, istenilen şekil verilmek üzere kalıplanır. Şekil verilmiş lastik hamuru basınç altında ve belirli süre ısıtılarak vulkanize edilir.

Vulkanizasyonda elde edilecek lastiğin özelliklerinde rol oynayan ve karışım reçetelerinde bulunan bileşikler hakkında bilgiler sonraki paragraflarda verilmiştir.

I.1.2. ELASTOMERLER

Elastomerler, elastik ve polimer sözcüklerinden türetilmiştir. Bugün elastomer adı altında doğal kauçuğun dışında, sentetik olarak geliştirilmiş kullanma yeri değişik, pekçok sentetik kauçuk türleri mevcuttur (1,2,3,4,5).

Sentetik kauçuklardan bazıları:

Stiren-Butadien,
Polikloropen (Neopren),
İsobutan - Isopren (Butil),
Etilen - Propilen,
Akrilonitril - Propilen,
Kloropren,
Poliakrilik,
Flurokarbon,
Silikon,
Klorosulfonatlı polietilen.



I.1.3. VULKANİZASYON YAPICILAR

En çok kullanılan vulkanizasyon yapıcısı kimyasal madde kükürttür. Kükürtden başka kullanılanlar (1,3,4):

Sulfur monochloride,
Selenium,
Tellurium,
Thiuram disulfides,
p-Quinon dioximes,
Polysulfide polymers,
Alkyl phenol sulfides,
Zinc oxide,
Benzoyl peroxide.

I.1.4. HIZLANDIRICILAR (ACCELERATORS)

Vulkanizasyonda reaksiyonu hızlandırarak zamanı kısaltmak, vulkanizasyon ürününün fiziksel özelliklerini iyileştirmek için kullanılırlar. Vulkanizasyonda hızlandırıcı olarak kullanılanlardan bazı organik bileşikler (1,3,4):

Aldehyde amines
Thiocarbamates
Thiuram Sulfides
Guanidines
Thiazoles

I.1.5. AKTİVATÖRLER

Hızlandırııcıları aktive etmek ve neticede daha iyi kalitede bir ürün elde etmek için kullanılırlar. Bunlardan en çok kullanılanı çinko oksit ve stearik asittir (1,3,4)

I.1.6. ANTİOKSİDANTLAR

Kauçuğa, karışım hazırlanması ve vulkanizasyon esnasındaki oksidasyonuna mani olmak için vulkanizasyon reçetesine ilâve edilir. Ayrıca lastiğin atmosfer şartlarına (güneş ışığı, ozon v.s), eskimeye karşı korur. En çok kullanılan organik bileşiklerden bazıları (1,3,4):



Monoamines : (phenylnaphthylamines, diphenylamines v.s.)

Diamines : (p-phenylenediamine)

Phenolics : (Deenox, Paranox, Ionol v.s.)

Phosphites : (Polygard)

I.1.7. YUMUŞATICILAR

Vulkanizasyondan evvel karışımın kolayca işlenebilmesi, kalıplanması ve ayrıca vulkanizasyon sonrası lastiğe istenilen elastikiyeti vermek için reçeteye yumuşatıcı (softener) denilen; Palm oil, coal tar, pine tar, rosin aromatic oil, naphtanic oil gibi sıvı bileşikler katılır(1,3,4). Dolgu pigmentleri hakkında bilgi aşağıdaki paragraflarda verilecektir.

I.1.8. DOLGU PİGMENTLERİ

Kauçuk öyle özelliklere sahiptir ki, birçok katkı maddeleri karıştırılarak muhtelif kullanma yerlerine göre, çeşitli tür lastikler imâl edilmektedir. Bu katkı maddelerinin başında, dolgu pigmenti denilen organik ve anorganik kimyasal bileşikler gelmektedir.

Elastomerlerin çekme dayanımı, esneklik modülü, sertlik gibi mekanik özellikleri dolgu pigmentleri karıştırılarak artırılabilir. Yani eskime ve aşınmayı önlerler. Bu özellik değişimine pekiştirme (reinforcement) denir(1,4,6).

Elastomerler pahalı proseslerle üretildiklerinden, bunlardan imâl edilen lastik eşyanın da fiyatı pahalı olacaktır. Dolgu pigmentleri ise ucuz maddeler olduğundan, fiyatı ucuzlatmak için katılırlar.

Dolgu maddelerinin diğer bir kullanma amacı da, lastiği çeşitli renk vermek içindir.

I.1.8.1.KARBON SİYAHİ

Karbon siyahı dolgu maddeleri içinde en önemlisidir. Zira karbon siyahı kauçukla karıştırıldığında, dağılım hızla olmaktadır. Kauçuğun mekanik özelliklerine takviye edici olarak tesir eder. Lastik sanayiinde en iyi pekiştirici bir dolgu maddesidir. Aynı zamanda renk verme özelliği ne de sahiptir.

Karbon siyahı çok miktarda Karbon (%90 - 99) ihtiva eden, tanecik boyutları 200 - 3000 Å⁰ arasında değişen kolloidal bir maddedir(4,6).

Karbon siyahı, hidrokarbon bileşiklerinin (Aromatik yağ v.s.) termal parçalanması neticesinde elde edilir. Birçok elde edilme yolları vardır. Bunlardan en çok kullanılanı fırın metodudur.



Karbon siyahı içinde karbon tanecikleri, hep bir arada gruplaşarak ürün salkımı şeklinde veya bazıları da zincir gibi dizilirler. Tanecik yüzeylerinde karboksil, fenolik, hidroksil, kinon gibi aktif gruplar bulunur. Bu strüktürün lastik teknolojisinde önemi vardır(6,7).

Vulkanizasyon için karbon siyahı kauçuk (SBR gibi) ile karıştırıldığı zaman kauçuğun bir kısmı karbon siyahı ile kimyasal olarak birleşir, bu da kauçuğun Benzen gibi bir solventte çözünmesini önler. Böylece karbon-polimer bağ olan kauçuğa, bağlı kauçuk veya "Karbon jel" denir. Bunun mânâsı kısaca şudur, karışım esnasında kauçuk zincirleri kırılır, bunların uçlarında radikaller meydana gelir, bu radikaller karbon siyahının polar kısmıyla birleşir, böylece kimyasal bağlar meydana gelir. Sonuçta yani karbon siyahının karıştırılması ile,

- Kauçuğun kendine has sertliği azalır.
- Homojenlik kolaylaşır.
- Vulkanizasyonu hızlandırır.
- Kopma olmaksızın büyük bir şekil değişikliğinin meydana gelmesini sağlar (6,7).

Karbon siyahı kauçuğun kükürtle vulkanizasyonunda sadece reaksiyon hızını artırmakla kalmayıp aynı zamanda şebeke yapısının tamamlanmasını çabuklaştırırlar. Vulkanizasyon başlangıcındaki (R-Sx-S-R') Polisülfidler, reaksiyon sonunda Monosülfidler (R-S-R) haline dönerler. İşte karbon siyahı bu dönüşme zamanını düşürmektedir. Aynı zamanda eski hale dönmeyi önleyen bir inhibitör rolünü oynar(7).

1.1.8.2. ANORGANİK DOLGU PİGMENTLERİ

Anorganik dolgu pigmentleri lastik teknolojisinde fiatı ucuzlatmak ve lastiğin fiziksel özelliklerini iyileştirmek için vulkanizasyon reçetelerinde karbon siyahı ile birlikte veya yerine pekiştirici (Reinforcement) olarak kullanılabilir(3).

Dolgu pigmentlerinin seçiminde, pigmentin fiziksel ve kimyasal özellikleri önemli rol oynamaktadırlar. Fiziksel özellik olarak tane boyutu ve birim ağırlık için yüzey alanı, yüzey aktivitesi ve taşıdığı elektrik yükü dikkate alınabilir(1,8,9)

Bu fiziksel özellikler içinde en önemlisi tane boyutudur. Zira en iyi pekiştirme özelliği küçük taneler ile elde edilir.



Ayrıca pigment elastomer içinde ne kadar homogen dispersiye olursa o kadar iyi kalitede vulkanizasyon ürünü elde edilir.

Kimyasal özellik yönünden pigmentin asidik veya bazik karakteri oluşu ve hızlandırıcı (accelerator) ile reaksiyona girip girmemesi vulkanizasyon için önemi vardır. Zira asidik dolgu maddeleri hızlandırıcının etkisini azaltmakta, bazik olanlar artırmaktadır. Bu da ürünün dayanıklılığını azaltmaktadır(1).

Tatbikatta muhtelif amaçlı vulkanizasyon reçetelerinde en çok kullanılan, elde edilmesi ve temini kolay, ucuz dolgu pigmentlerinden bazıları şunlardır:

Kalsit (Kalsiyum Karbonat), Barit (Baryum Sülfid), Kaolen, Çinko Oksit, Demir Oksit, Grafit Tozu, Silis, Titan Dioksik, Talk v.s.dir.

Bunların dışında elde edilmesi zor ve pahalı olan, Hi-Sil 233 (ticarî isimli) v.s. gibi silikat esaslı bileşiklerde, bilhassa beyaz renkli ürün imâlinde, dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır(1,10,11).

B Ö L Ü M II

MATERYAL VE YÖNTEM

II.1. KULLANILAN MADDELER

II.1.1. SBR 1502

Deneylerimizde kullandığımız SBR 1502, Türkiye'de Petrokimya A.Ş. tarafından Yarımca Kompleksinde, Butadiene 1:3 ve Stiren monomerlerinin emülsiyon polimerizasyonu sisteminde $+7^{\circ}\text{C}$ 'de beraberce polimerizasyonu ile elde edilen bir sentetik kauçuğu türüdür. Özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

II.1.2. HAF

HAF pekiştirici dolgu pigmenti olarak kullandığımız bir karbon siyahı türü olup, Türkiye'de Petrokimya A.Ş. Tarafından Yarımca Kompleksinde, Aromatik yağın fırın metodu ile termal parçalanmasıyla elde edilmektedir. Özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

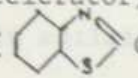
II.1.3. KÜKÜRT

Vulkanizasyon yapıcı olarak kullandığımız toz kükürt, Türkiye'de Keçiborlu-Etibank Kükürt İşletmelerinden elde edilmektedir.

II.1.4. STEARİK ASİT

Vulkanizasyonda dispersant ve aktivatör olarak kullanılan Stearik Asit ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$), bir organik yağ asididir. Bitkisel ve Hayvanî yağların sabunlaştırılmasıyla elde edilirler. Türkiye'de bazı kuruluşlarca üretilmektedir. Yurt dışından da ithal edilmektedir.

II.1.5. SANTOCURE

Vulkanizasyon reaksiyonunda hızlandırıcı (accelerator) olarak kullanılan, N-tert-butyl-2-benzothiazole sulfonamide ( $\text{C-S-NH-C}_6\text{H}_{11}$) adlı organik bileşiğin ticarî adıdır. Yurt dışından temin edilmektedir.

II.1.6. ÇİNKO OKSİT

Vulkanizasyonda aktivatör ve dolgu pigmenti olarak kullanılan Çinko Oksit (ZnO), yaklaşık 40 mikron tane büyüklüğünde yurt içi piyasasından temin edilmiştir.

II.1.7. ÇİNKO KROMAT

Dolgu pigmenti olarak kullanılan Çinko Kromat ($ZnCrO_4$) yaklaşık 40 mikron tane büyüklüğünde, yurt içi piyasasından temin edilmiştir.

II.1.8. BARİT

Dolgu pigmenti olarak kullanılan Barit ($BaSO_4$), yaklaşık 40 mikron tane büyüklüğünde, yurt içi piyasasından temin edilmiştir. Yurdumuzda bol miktarda üretilmektedir.

II.1.9. KALSİT

Tabiat'da kireçtaşı olarak bilinen, Kalsit ($CaCO_3$), 40 mikron tane büyüklüğüne kadar öğütülmüş halde yurt içi piyasasından temin edilmiştir. Dolgu pigmenti olarak kullanılmıştır.

II.1.10. KAOLEN

Dolgu pigmenti olarak kullanılan Kaolen, bir silikat bileşiğinden ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), yurdumuzda tabii halde bol miktarda vardır. Deneylerde yaklaşık 40 mikron tane büyüklüğünde kullanılmıştır.

II.1.11. TALK

Talk da bir silikat bileşiği ($3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$) olup, yurdumuzda bol miktarda tabii halde bulunmaktadır ve üretilmektedir. Deneylerimizde dolgu pigmenti olarak 40 mikron tane büyüklüğünde kullanılmıştır.

II.1.12. SİLİS

Tabiat'da bol miktarda saf, kum, midye kabuğu, diatome toprağı v.s. şeklinde bulunan SiO_2 'dir. Öğütülerek (yaklaşık 40 mikron) dolgu pigmenti olarak kullanılmıştır. Yurt içinden temin edilmiştir.

II.1.13. DEMİR OKSİT

Dolgu pigmenti olarak kullanılan Demir Oksit (FeO), takriben 40 mikron tane iriliğinde, yurt içi piyasasından temin edilmiştir.

II.1.14. GRAFİT

Yaklaşık 40 mikron tane ebadında, öğütülmüş olarak yurt içi piyasasından temin edilen grafit (saf karbon), dolgu pigmenti olarak kullanılmıştır.

II.1.15. TİTANDİOKSİT

Titandioksit (TiO_2) yurt dışından ithal yolu ile temin edilmektedir. Dolgu pigmenti olarak takriben 40 mikron tane iriliğinde kullanılmıştır. Fiyatı pahalı bir maddedir.

11.1.16. PERLİT

Bir silikat türüdür.Yurdumuzda bol miktarda bulunur.Çok hafif ve poröz bir yapıya sahiptir. Dolgu pigmenti olarak denenmiş olup ancak istenilen sonuç alınamamıştır.

11.1.17. LİNYİT

Dolgu pigmenti olarak denenmek üzere, Çan ilçesinden çıkarılan,düşük kalorili Linyit kömürü örneği,yaklaşık 40-50 mikron tane ebadına kadar,laboratuvar şartlarında öğütülmüş ve deneylerde kullanılmıştır.

11.1.18. TAŞ KÖMÜRÜ

Ülkemizde Zonguldak bölgesinde çıkarılan Taş kömürü tozunun dolgu pigmenti olarak kullanılabilirliği denenmek üzere,temin edilen taş kömürü örneği laboratuvarda ince toz haline (yaklaşık 40-50 mikron) getirilerek deneylerde kullanılmıştır.



II.2. KULLANILAN ALETLER

II.2.1. Kauçuk Merdane (Rubber Mill)

Vulkanizasyon reçetesinde verilen katkı maddeleri ile dolgu pigmentini kauçuk içinde homogen bir şekilde karıştırılması (Compounding) için laboratuvar tipi "Planters" marka merdaneli karıştırıcı kullanılmıştır.

II.2.2. Pişirme Presi (Cure Press)

Merdaneli karıştırıcıda hazırlanan ve levha haline getirilen karışımın vulkanize edilmesinde, "Darragon" markalı laboratuvar tipi elektrikli pişirme presi kullanılmıştır.

II.2.3. Çekme Cihazı (Tension Tester)

Vulkanize edilen lastik levhaların, %300 uzamadaki modulus, kopma dayanımı, % uzama değerlerini ölçmek üzere "Lhomargy" marka çekme cihazı (Tension Tester) kullanılmıştır.

II.2.4. ASTM C Kalıbı

Vulkanize edilen lastik levhalardan, çekme deneyleri için "dumbell" şeklinde numuneler kesmek için kullanılmıştır.

II.2.5. Durometre

Vulkanize olan lastik levhaların, Shore A skalası cinsinden, sertliğini ölçmek için el tipi "Shore" Durometresi kullanılmıştır.

II.2.6. Mooney Disk Viskozimetresi

Ham polimerin veya karışımın Mooney viskozitesini kontrol etmek amacıyla "Sondes-Place R.I." markalı Mooney disk viskozimetresi kullanılmıştır.

II.3. DENEYSEL YÖNTEM

II.3.1. Karışım Hazırlama (Compounding)

Vulkanizasyonu yapılacak reçeteye göre, kauçuk ve kimyasal maddelerden ayrı ayrı tartımlar alınarak, karıştırma işlemi aşağıdaki sıraya göre yapılmıştır.

Laboratuar merdaneli karıştırıcısının silindir sıcaklığı otomatik kontrolöründen (TIC) 50 ± 5 °C'e , silindirler arası açıklık 0,3 cm. ye ayarlanarak silindirler döndürülür. (Silindirler farklı hızda dönmektedirler; ön=24 R P M arka=34 R.P.M.) polimer (takriben 1000 gr.), silindirler arasından 5 defa geçirilmiştir. Bu geçirmeler sırasında kauçuk kendi üzerine rulo yapıp ve silindire sardırılmaksızın geçirilerek homogen hale getirildi.

Bundan sonra silindir sıcaklığı $50 + 2$ °C'e, açıklık ise 0,10 cm. ye ayarlanır. Gerekli miktardaki kauçuk dönen silindirlerden öndekine (daha yavaş hızda dönene) levha haline gelinceye kadar sardırılır. Dönme devam ederken, levha bir bıçak yardımıyla ve elle 3/4 kesmeler yapılır. 7 dk. sonra silindirler durdurulur.

Kauçuk kesilerek silindirlerden çıkarılır. Reçetede istenen miktar kadar kesilip tartıldı.

Tekrar silindirler döndürülerek, tartılan ve homogen hale gelmiş kauçuk ön silindirlere sardırılmıştır. Silindirler dönmeye devam ederken aşağıdaki sıraya göre katkı maddeleri ilâve edilerek homogen bir karıştırma işlemi yapıldı. Her katkı maddesi ilâvesinde bıçak ve elle 3/4 kesmeleri yapılmıştır.

- . Kükürt ilâvesi, bu kademe için süre 2 dk.dır.
- . Stearik asit ilâvesi, bu kademe için süre 2 dk.dır.

Karbon Siyahı ilâvesi azar azar yapıldı. Takriben karbon siyahının yarısı ilâve edilip kauçuğa iyice karıştırıldıktan sonra silindirler arası açıklık 0,125 cm. ye ayarlanır.

Yukarıda da izah edildiği gibi yine 3/4 kesmeler yapıldı. Bütün karbon siyahı tamamı ilâve edildikten sonra, silindir aralığı 0,14 cm. ye getirilir. İlâve etme süresi toplam 10 dk.dır.

Bu kademedan sonra dolgu pigmenti'de (reçetede belirtilen miktar kadar) azar azar ilâve edildi. Yine 3/4 kesmeler yapılarak, iyice karışması sağlanmıştır.

Silindirler altına düşen maddeler süpürülerek, karışıma ilâve edildi. İlâve etme süresi 5-10 dk.dır.

Bu kademedan sonra son olarak Çinko Oksit ve Santocure ilâve edildi. İlâve etme süresi 3 dk.dır.

Homogen bir karışım elde edilmek üzere, silindirler 2 dk. daha dinlendirilmiştir.

Silindir açıklığı, yönedin ayarlanarak, karışım 0,6 cm. levha haline getirilerek şekilde ön silindirlere sardırılır. Karışım silindirlerden çıkartılır.

Numune tartılır ve tartım kaydedilir. Her iki silindirin sıcaklıkları kayıt edilir. Silindir sıcaklıkları $50 \pm 5^\circ\text{C}$ 'e, açıklık da, 0,22 - 0,26 cm. kalınlığında levha elde edilecek şekilde ayarlanarak, karışım 10 defa daha silindirlerden geçirilerek vulkanizasyona hazır homogen bir levha elde edilmiştir. Elde edilen bu levhalar şartları kontrollü odada ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 45 ± 5 nisbi rutubet olan) vulkanizasyon öncesi 1 - 3 saat bekletilir.

II.3.2. Karışım (Compound) Levhaların Vulkanizasyonu

Uygun ebatta kesilmiş 0,2 - 0,3 cm. kalınlığında compound levhaları, önce bir kalıba yerleştirildikten sonra, sıcaklığa önceden $145 \pm 0,5^\circ\text{C}$ 'e ayarlanmış pres'in üst ve alt platen'leri arasına konarak, pres'e 100 kg/cm^2 basınca kadar basınçlandırılarak (Basınçlandırma bir hidrolik sistem vasıtasıyla olmaktadır.) 35 dk. süreyle vulkanize edilmiştir.

Vulkanizasyon süresi basınç maksimum değere ulaştığı andan, itibaren kronometre çalıştırılır, zaman, vulkanizasyon işleminin sonunda basıncın kaldırıldığı ana kadar 1 saniye hassasiyetle ölçülür.

Vulkanizasyon işlemi tamamlanmış levhalar kalıptan çıkartılarak, hemen oda sıcaklığında bir su banyosunda soğutulmuştur. Sudan çıkartılıp, kurutulan levhalar şartları kontrollü odada ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 45 ± 5 nisbi rutubet olan) en az 5 saat en çok 72 saat bekletilir.

II.3.3. Vulkanize edilmiş kauçuğun çekme deneyleri

II.3.2.'de Vulkanize edilmiş ve şartlandırılmış levhalardan, ASTM C kalıbı kullanılarak "dumbell" şeklinde numuneler kesilip, herbir numunenin ortadaki dar kısmın kalınlığı ölçülmüştür. Numunenin kalınlığının aynı olmasına dikkat edilmiştir. (Tek bir numunede tesbit edilen maksimum ve minimum kalınlık değerleri arasındaki fark 0,008 cm.den fazla olmamalıdır.)

Kalınlık dağılımı muntazam olan numunenin uçları çekme cihazının kışkaçları arasına sıkıştırılır. Cihazın sarkacı serbest bırakılır. Motor çalıştırılarak, alt kışkaç ve taşıyıcı aşağı doğru harekete başlatılır. Gerilme kuvveti test numunesine iletilince kuvvet göstergesinin hareket ibresi izlenmeye başlanır.

Numunenin koptuğu anda motor durdurulur.

Kuvvet göstergesindeki değerler (Modulus ve çekme gerilimi) okunur. Bu değerler kayıt edilir.

Uzama şeridinden kopma anındaki % Uzama okunur. Rekorderden kopma anındaki yatay ve dikey yöndeki bölme sayıları tesbit edilir. Ayrıca % 300 uzamadaki bölme sayısı belirlenir.

Hesaplama:

Rekorder'den yatay yönde 1 bölme, 5,15 kg/cm²'ye, dikey yönde 1 bölme, 20 % uzamaya tekabül etmektedir.

$$a) \%300 \text{ Modulus} = M \times 5,15 \text{ kg/cm}^2$$

M = %300 uzama için rekorder'de okunun yatay bölme sayısı veya

$$\%300 \text{ Modulus} = \frac{F_M \times 1,02}{0,635 \times d} \text{ (kg/cm}^2\text{) formülünden hesaplanır.}$$

F_M = %300 uzamada kuvvet göstergesinde gözlenen (daN), d = Numune kalınlığı (cm)

$$b) \% \text{ Uzama} = \text{Uzama şeridinden okunun \% değeri}$$

veya

$$\% \text{ Uzama} = \text{Rekorder'den okunan dikey bölme sayısı} \times 20$$

$$c) \text{ Çekme Gerilimi} = K \times 5,15 \text{ kg/cm}^2$$

K = Kopma anındaki rekorder'de okunun yatay bölme sayısı



veya

$$\text{Çekme Gerilimi} = \frac{F_K \times 1,02}{0,635 \times d} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

formülünden hesaplanır.

F_K = Kopma anındaki kuvvet göstergesinden gözlenen değer(daN)
(1 daN = 1.02 kg/cm²'dir.)

II.3.4. Vulkanize Edilmiş Levhaların Sertlik Ölçümü:

Vulkanize edilmiş levhaların, Shore A skalası cinsinden sertliği, "Shore Durometer" cihazı yardımıyla ölçülmüştür. Aletin iğnesi lastik levha üzerine bastırılıp, ibrenin gösterdiği değer sertlik değeri olarak okunmuştur. Deney her bir lastik levha için tekrar edilmiştir.

Not : Deneylerde kullanılan ham polimerin (SBR 1502), belli Mooney değerinde olması gerektiğinden (47-48 ML/4') her compounding deneyinden önce Mooney disk vizkozimetresi vasıtasıyla polimerin Mooney değerleri 100 °C'de ölçülmüştür.



B Ö L Ü M III

DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

III.1. DENEYSEL ÇALIŞMA

Tablo 3'de verilen ve SBR 1502 sentetik kauçuğu içeren standart reçete yardımıyla karbon siyahı yerine veya birlikte, Bölüm II'de belirtilen inorganik pigmentleri ile, karışımlar hazırlandı. Bu karışımlar bir pişirme presı vasıtasıyla, 145°C sıcaklık ve 100kg/cm² basınçda 35 dk. süre ile vulkanize edilmişlerdir.

Her dolgu pigmenti cinsiyle, reçetede ki toplam pigment oranı sabit (50 pphr) tutularak, yani:

Karbon siyahı oranı + Dolgu pigmenti oranı = 50 pphr olacak şekilde:

50	pphr	Karbon	Siyahı	+	0	pphr	Dolgu	pigmenti
33,33	"	"	"	+	16,67	"	"	"
16,67	"	"	"	+	33,33	"	"	"
0	"	"	"	+	50	"	"	"

Dört ayrı karışım hazırlanarak, herbirinden ayrı vulkanizasyon yapılmıştır. Her vulkanizasyon işlemi sonunda elde edilen lastik levhada aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

- %300 Uzunlukta Modulus, kg/cm²
- Çekme Gerilimi, kg/cm²
- % Uzama
- Sertlik, Shore A

III.2. DENEYSEL BULGULAR

Herbir dolgu pigmenti cinsiyle yapılan seri vulkanizasyon deney sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Deney sonuçlarının tetkikinde, reçetede karbon siyahı oranı azaltılıp, azalan miktar kadar dolgu pigmenti ilâvesiyle, lastik levhaların;



%300 Uzamadaki Modulus,

Çekme Gerilimi,

Sertlik değerlerinin azaldığı, buna karşılık

% Uzama değerlerinin genelde arttığı gözlenmiştir.

Bölüm II'de belirtildiği gibi Perlit ile yapılan vulkanizasyon-
da elde edilen levhanın dayanıksız olup, elle kolayca parçalandığı
gözlenmiştir.

Herbir dolgu pigmenti cinsi ile yapılan vulkanizasyon deney
sonuçlarının, matematik modeli kurularak, (ek-2 ve Ek-3'de) ve ilâve
ara vulkanizasyon deneyleri (Kalsit ve Silis'de) yapılarak deney
sonuçlarının uygunluğu model vasıtasıyla kontrol edilmiştir.

B Ö L Ü M IV

TARTIŞMA VE SONUÇ

IV.1. Çalışmalarımızda, SBR 1502 türü sentetik kauçuğu içeren standart bir reçeteye göre (Tablo 3) karbon siyahının pekiştirme özelliği baz alınarak, Tablo 4'de belirtilen inorganik dolgu pigmentleri karbon siyahı ile beraber veya tamamen yerine ilâve edilerek, karışımlar hazırlanmıştır. Bu karışımlar vulkanize edilerek elde edilen lastik levahalar üzerinde çekme deneyleri ve sertlik ölçümleri yapılmıştır. Bunlardan sadece Perlit ile uygun sonuç alınamamıştır.

IV.2. Deney sonuçlarının incelenmesinden görüleceği üzere, denediğimiz inorganik dolgu pigmentleri içinde, karbon siyahı kadar pekiştirici özelliğe sahip olmadığı, ancak karbon siyahı ile birlikte reçetelere ilâve edilerek çok çeşitli amaçlarda kullanılan lastik ürünleri (kaplama, conta, hortum, ayakkabı tabanı v.s.) imâlinde, fiatı ucuzlatmak ve lastiğe istenilen özelliği kazandırmak için kullanılabileceği anlaşılmıştır.

IV.3. Yurt dışında üretildiği ve pahalı olduğu için temin edilememesi nedeniyle Hİ-SİL 233 ticarî isimli silikat bileşiğinin, renkli lastik ürünleri elde edilmesinde kullanıldığı ve karbon siyahından sonra kauçuğa en iyi pekiştirici özelliği verdiği literatür çalışmalarımızdan anlaşılmıştır.

IV.4. Herbir dolgu pigmentine ait deney sonuçlarıyla, Ek-2'de izah edilen matematik modeli, bir bilgisayar programı yardımıyla kurulmuştur. Kurulan modeller Ek-3'de verilmiştir. Kalsit ve Silis için ilâve ara vulkanizasyon deneyleri yapılarak modellerde kontrol edilmiş ve deney sonuçlarının uygun olduğu görülmüştür.

IV.5. Dolgu maddeleri ile reçeteyi teşkil eden katkı maddelerinin piyasa fiatları (Tablo-5) tesbit edilerek, herbir dolgu pigmentinin değişik oranlardaki reçetesinin ve Kg.SBR bazına göre maliyetleri U.S.Dollars olarak hesaplandı. Maliyet değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

IV.6. Herbir dolgu pigmenti için Ek-1'de izah edildiği gibi fiat modelleri kurulmuştur. Kurulan fiat modelleri Tablo-7'de verilmiştir.

IV.7. Tablo 8'de belirtilen lastik ürünleri özelliklerine uygun dolgu pigmentleri seçiminde, Tablo 4'de verilen dolgu pigmentlerine ait vulkanizasyon deney sonuçları ve Tablo 7'de verilen fiat modellerinden yararlanılmıştır.

Reçetelerde dolgu pigmentleri oranı 0-50 pphr arasında değişirken, buna bağlı olarak %300 Modulus, Çekme Gerilimi, %Uzama, Sertlik değerlerinin lineer değiştiği kabul edilerek, minimum lastik ürünü özelliklerine uygun, dolgu pigmentinin minimum ara değerleri (Reçete oranı, %300 Modulus, Çekme Gerilimi, %Uzama, Sertlik) hesaplanmıştır.

Bu hesaplamalarda, matematik modeller uygun sonuç vermediği için kullanılmamış, ancak basit matematik işlemler kullanılmıştır.

Reçete maliyet değerleri ise, hesaplanan minimum dolgu pigmenti oranı ve Tablo 7'de verilen fiat modelleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Herbir lastik ürününe uygun dolgu pigmentlerine ait yukarıda açıklanan hesaplama sonuçları 9,10,11,12 no.lu mukayese tablolarında verilmiştir. Her tabloda en ucuz reçete maliyeti veren dolgu pigmenti en yukarıda, en pahalı ise en altta yer almaktadır.

Bu mukayese tabloları incelenerek;

Tank içi kaplama için en ucuz dolgu pigmentleri Tablo 9'da sıra ile kalsit, taş kömürü, linyit olmakla beraber kimya proseslerinde asidik ve sıcak akışkanlara karşı, en mukavim dolgu pigmentlerinin Silis ve Barit olduğu tesbit edilmiştir.

Conta imâli için Tablo 10'da en ucuz dolgu pigmentleri sırası ile kalsit, taş kömürü, linyit'dir. Ancak araştırmalarımız sonucunda, kullanma yerinin özelliğine göre, bilhassa korozif ve ısıya dayanıklılık yönünden barit, silis, kaolen ve talk'ın conta imâlinde kullanılabilceği saptanmıştır.

Su hortumu imâli için, Tablo 11'de en ucuz pigment kalsit olup, temin kolaylığı göz önünde bulundurularak diğer pigmentlerin de kullanılmasında bir sakınca yoktur.



Ayakkabı tabanı imâlâtı için, Tablo 12'de en ucuz dolgu maddesi taş kömürüdür. Ancak taş kömürü tozunun temin zorluğu dikkate alınır, Tablo'da belirtilen diğer dolgu pigmentlerinin de kullanılmasında bir sakınca olmadığı anlaşılmıştır.

KAYNAK		TEST METNİ	
Çizim Makası	1.00	1.00	ASTM D-1556-72
Toplama Makası	1.00	1.00	"
Serbest Çizim	1.00	1.00	"
Organik Lâz	1.00	1.00	"
Yakıt Makası	1.00	1.00	"
KAYNAK		TEST METNİ	
Çizim Makası	1.00	1.00	ASTM D-1556-72



TABLO - 1
SBR 1502 TÜRÜ SENTETİK
KAUÇUĞUN ÖZELLİKLERİ (18)

a) <u>KİMYASAL</u>			TEST METODU
Uçucu Madde,	% wt	: 1,0 max.	ASTM D-1416-72
Toplam Kül,	"	: 1,5 "	" " " "
Serbest Sabun,	"	: 0,5 "	" " " "
Organik Asit,	"	: 5-7 "	" " " "
Bağlı Stiren,	"	: 21,5-25,5	" " " "
b) <u>FİZİKSEL</u>			
Ham Polimer			
Mooney Viskozitesi (ML(1+4)', 100°C):			45-57 ASTM D-1646-72



TABLO - 2
HAF TÜRÜ KARBON
SİYAHİ ÖZELLİKLERİ(18)

I ₂ Ads,	mg/gr	: 76 - 88
DBP Abs,	cc/100gr	: 95 - 114
Yoğunluk,	gr/lt	: 335 - 410
30 Mesh (Elek üstü), %wt, (max)		: 0,001
325 Mesh (Elek üstü), %wt, (max)		: 0,1
Kükürt,	%wt, (max)	: 1,0
Nem,	%wt, (max)	: 2,5



T A B L O - 3

STANDART KARIŞIM (COMPOUND)

REÇETESİ *

	Oranı (pphr)	Ağırlık (gr.)	
SBR 1502	100	300	gr.
KARBON SİYAHİ (HAF)	50	150	"
ÇİNKO OKSİT	3	9	"
STEARİK ASİT	1	3	"
SANTOCURE (T.B.B.S)	1	3	"
KÜKÜRT	1,75	5,25	"

Vulkanizasyon Şartları:

Pişme Sıcaklığı	: 145 °C
Pişme Basıncı	: 100 kg/cm ²
Pişme Süresi	: 35 dk.

* ASTM D 3185 , 1980



T A B L O - 4
MUHTELİF DOLGU PİGMENTLERİ İLE YAPILAN
VULKANİZASYON DENEY SONUÇLARI

Dolgu Pigmenti	Reçetede Oranı** (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)
KALSİT (CaCO ₃)	0	157	216	367	71
	10*	93	194	462	66
	16,67	77	174	485	65
	25*	41	143	598	59
	33,33	32	105	613	58
	50	11	20	628	47
BARİT (BaSO ₄)	0	157	216	367	71
	16,67	66	177	542	60
	33,33	30	74	526	51
	50	15	16	305	49
TALK (3MgO.4SiO ₂ . H ₂ O)	0	157	216	367	71
	16,67	67	200	585	60
	33,33	32	113	721	58
	50	9	26	851	47
KAOLEN (Al ₂ O ₃ .2SiO ₂ . 2H ₂ O)	0	157	216	367	71
	10	92	183	460	65
	16,67	60	177	584	59
	25	37	162	650	56
	33,33	25	137	862	54
	50	12	46	911	52



Dolgu Pigmenti	Reçetede Oranı** (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)
DEMİR	0	157	216	367	71
OKSİT	16,67	59	172	555	60
(FeO)	33,33	21	128	893	50
	50	6	37	1350	39
ÇİNKO	0	157	216	367	71
KROMAT	16,67	75	150	454	65
(ZnCrO ₄)	33,33	46	88	467	59
	50	-	16	255	53
TİTANDİOKSİT	0	157	216	367	71
(TiO ₂)	16,67	73	196	537	63
	33,33	32	77	538	57
	50	12	26	584	53
SİLİS	0	157	216	367	71
(SiO ₂)	10*	101	197	515	68
	16,67	69	177	536	65
	25*	55	139	580	63
	33,33	32	101	650	60
	50	13	15	382	55
GRAFİT	0	157	216	367	71
(C)	16,67	83	184	547	68
	33,33	49	99	535	68
	50	25	32	425	63
ÇİNKO OKSİT	0	157	216	367	71
(ZnO)	16,67	82	177	484	59
	33,33	36	87	510	56
	50	15	19	366	49

Dolgu Pigmenti	Reçetede Oranı** (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)
TAŞ KÖMÜRÜ	0	157	216	367	71
	16,67	62	146	546	64
	33,33	32	73	602	58
	50	15	18	426	56
LİNYİT KÖMÜRÜ (ÇAN)	0	157	216	367	71
	16,67	50	128	576	58
	33,33	21	54	674	52
	50	6	10	894	39
PERLİT	Deney sonucu alınamadı. (Dayanıksız ve yapışkan, elle kolayca parçalanıyor.)				

* Ek vulkanizasyon deney sonuçları

** Reçetede dolgu pigmenti oranı 50 pphr tutulmuştur. İlgili pigmentin 50 pphr'dan eksik olan kısmı karbon siyahı ile tamamlanmıştır.

T A B L O - 5
VULKANİZASYON DENEYLERİNDE KULLANILAN
KATKI MADDELERİNE AİT FİAT LİSTESİ*
(14 Nisan 1988)

KALSİT	0,134	U.S.Dolar/Kg
KAOLEN	0,197	" " "
BARİT	0,205	" " "
SİLİS	0,316	" " "
TALK	0,395	" " "
GRAFİT	0,712	" " "
ÇİNKO OKSİT	1,740	" " "
DEMİR OKSİT	2,056	" " "
ÇİNKO KROMAT	2,294	" " "
TİTAN DİOKSİT	4,350	" " "
LİNYİT KÖMÜRÜ	0,032	" " "
TAŞ KÖMÜRÜ	0,088	" " "
KARBON SİYAHİ (HAF)	0,689	" " "
SBR - 1502	1,243	" " "
KÜKÜRT	0,165	" " "
STEARİK ASİT	0,472	" " "
SANTOCURE (T.B.B.S)	47,000	" " "

* Kaynak : 19,20,21

TABLO - 6
MUHTELİF DOLGU PİGMENTLERİ İLE YAPILAN
VULKANİZASYON REÇETE MALİYETLERİ

<u>Dolgu Pigmenti</u>	<u>Reçetede ki Miktarı (Kg/kg.SBR)</u>	<u>Reçete Maliyeti (U.S.Dollars/kg.SBR)</u>
KALSİT	0	2,117
	0,167	2,024
	0,333	1,932
	0,500	1,840
KAOLEN	0	2,12
	0,167	2,03
	0,333	1,95
	0,500	1,87
BARİT	0	2,117
	0,167	2,036
	0,333	1,956
	0,500	1,875
SİLİS	0	2,117
	0,167	2,054
	0,333	1,993
	0,500	1,931
TALK	0	2,117
	0,167	2,067
	0,333	2,019
	0,500	1,970
GRAFİT	0	2,117
	0,167	2,120
	0,333	2,125
	0,500	2,129

<u>Dolgu Pigmenti</u>	<u>Reçetede ki Miktarı (kg/kg.SBR)</u>	<u>Reçete Maliyeti (U.S.Dollars/kg.SBR)</u>
ÇİNKO OKSİT	0	2,117
	0,167	2,292
	0,333	2,467
	0,500	2,643
DEMİR OKSİT	0	2,117
	0,167	2,345
	0,333	2,572
	0,500	2,801
ÇİNKO KROMAT	0	2,117
	0,167	2,385
	0,333	2,651
	0,500	2,92
TİTAN DİOKSİT	0	2,117
	0,167	2,728
	0,333	3,336
	0,500	3,948
LİNYİT KÖMÜRÜ	0	2,117
	0,167	2,007
	0,333	1,898
	0,500	1,789
TAŞ KÖMÜRÜ	0	2,117
	0,167	2,016
	0,333	1,917
	0,500	1,817



TABLO - 7
DOLGU PİGMENTLERİNE AİT
KURULAN FİAT MODELLERİ

<u>Dolgu Pigmenti</u>	<u>Fiat Modeli</u>	<u>Korelasyon Katsayısı</u>
KALSİT :	$Y = -0,555x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
KAOLEN :	$Y = -0,493x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
BARİT :	$Y = -0,484x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
SİLİS :	$Y = -0,373x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
TALK :	$Y = -0,295x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
GRAFİT :	$Y = 0,023x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
ÇİNKO OKSİT :	$Y = 1,054x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
DEMİR OKSİT :	$Y = 1,370x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
ÇİNKO KROMAT :	$Y = 1,605x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
TİTANDİOKSİT :	$Y = 3,665x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
LİNYİT KÖMÜRÜ :	$Y = -0,657x + 2,117$	$R^2 = 1,00$
TAŞ KÖMÜRÜ :	$Y = -0,601x + 2,117$	$R^2 = 1,00$

Modellerde :

Y = Reçete maliyet fiatı, U.S.Dollars/kg.SBR

x = Dolgu pigmenti miktarı, kg/kg SBR; bu değer Ek - 4'deki pigmentin pphr rakamı 100'e bölünerek bulunmuştur.



TABLO - 8
LASTİK ÜRÜNLERİNE AİT ÖZELLİKLER *

Kullanma Yeri	% 300 Modulus $\text{kg/cm}^2, \text{min}$	Çekme Gerilimi $\text{kg/cm}^2, \text{min}$	% Uzama min	Sertlik Shore A
Tank içi kaplama (lining)	35	100	350	60 ± 5
Conta	30	90	400	55 ± 5
Hortum(Su)	13	23	550	52 ± 5
Ayakkabı Tabanı	51	119	510	52 ± 5

* Kaynak : 22,23

T A B L O - 9
TANK İÇİ KAPLAMA (LINING)
ÖZELLİKLERİNİ (MİNİMUM) SAĞLAYAN
DOLGU PİGMENTLERİNE AİT HESAPLAMA
SONUÇLARI

Dolgu Pigmenti *	Reçetede Oranı (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)	Reçete Maliyeti **
Kalsit	30,52	35	118	607	58	1,947
Taş	27,16	43	100	581	60	1,953
Kömürü						
Linyit	22,96	39	100	613	56	1,966
Kömürü						
Kaolen	26,38	35	158	685	56	1,986
Barit	25,92	46	120	537	55	1,991
Silis	32,23	35	106	641	60	1,996
Talk	31,86	35	121	709	58	2,023
Grafit	32,38	51	100	536	68	2,124
Çinko	30,91	43	100	506	56	2,442
Oksit						
Demir	24,99	40	152	724	55	2,459
Oksit						
Çinko	30,09	52	100	464	60	2,599
Kromat						
Titan	30,09	39	100	538	58	3,219
Dioksit						

* Dolgu pigmentleri, reçete maliyetlerine göre en ucuzdan en pahalıya doğru sıralanmışlardır.

** U.S.Dollars/Kg.SBR

T A B L O - 10
CONTA ÖZELLİKLERİNİ (MİNİMUM)
SAĞLAYAN DOLGU PİGMENTLERİNE
AİT HESAPLAMA SONUÇLARI

Dolgu Pigmenti *	Reçetede Oranı (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)	Reçete Maliyeti **
Kalsit	34,91	30	103	614	57	1,923
Taş	29,44	39	90	589	59	1,940
Kömürü						
Linyit	25,21	35	90	627	55	1,951
Kömürü						
Barit	30,73	36	90	528	52	1,968
Kaolen	29,85	30	147	773	55	1,969
Silis	35,07	30	92	622	59	1,986
Talk	34,77	30	105	732	57	2,014
Grafit	35,55	46	90	520	67	2,125
Demir	29,38	30	138	813	52	2,519
Oksit						
Çinko	32,78	47	90	467	59	2,643
Kromat						
Çinko	32,76	38	90	485	56	2,462
Oksit						
Titan	31,50	36	90	538	58	3,271
Dioksit						

* Dolgu pigmentleri, reçete maliyetlerine göre en ucuzdan en pahalıya doğru sıralanmışlardır.

** U.S.Dollars/Kg.SBR

T A B L O - 11
SU HORTUMU ÖZELLİKLERİNİ (MİNİMUM)
SAĞLAYAN DOLGU PİGMENTLERİNE
AİT HESAPLAMA SONUÇLARI

Dolgu Pigmenti*	Reçetede Oranı (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)	Reçete Maliyeti**
Kalsit	48,39	13	28	627	48	1,848
Linyit	39,73	15	37	759	47	1,855
Kaolen	48,69	13	53	935	52	1,876
Taş Kömürü	38,24	27	57	550	57	1,887
Silis	39,54	25	69	550	58	1,978
Talk	47	13	41	828	49	1,987
Demir Oksit	37,86	17	103	1018	47	2,635
Titan Dioksit	45,63	17	39	572	54	3,789

* Dolgu pigmentleri reçete maliyetlerine göre en ucuzdan en pahalıya doğru sıralanmışlardır. Barit, Çinko Oksit, Çinko Kromat, Grafit, % Uzama değerleri yönünden uygun bulunmamıştır.

** U.S.Dollars/Kg.SBR



T A B L O - 12
AYAKKABI TABANI ÖZELLİKLERİNİ
(MİNİMUM) SAĞLAYAN DOLGU PİGMENTLERİNE
AİT HESAPLAMA SONUÇLARI

Dolgu Pigmenti*	Reçetede Oranı (pphr)	% 300 Modulus (kg/cm ²)	Çekme Gerilimi (kg/cm ²)	% Uzama	Sertlik (Shore A)	Reçete Maliyeti**
Taş	22,77	51	119	567	62	1,980
Kömürü						
Kalsit	22,67	51	152	563	61	1,991
Barit	23,60	51	134	535	56	2,002
Linyit	16,49	51	129	574	58	2,008
Kömürü						
Silis	27,89	51	132	592	62	2,012
Kaolen	19,92	51	171	610	58	2,018
Talk	24,27	51	160	647	59	2,045
Grafit	29,40	57	119	538	68	2,123
Demir	20,16	51	163	626	58	2,393
Oksit						
Titan	25,60	51	132	538	60	3,055
Dioksit						

* Dolgu pigmentleri reçete maliyetlerine göre en ucuzdan en pahalıya doğru sıralanmışlardır. Çinko Oksit ve Çinko Kromat % Uzama değerleri yönünden uygun bulunmamıştır.

** U.S.Dollars/Kg.SBR



FİAT MODELİ

"Compounding" reçetesindeki dolgu pigmenti oranı (X), reçete maliyet fiatı (Y) olsun.

X'in her değerine karşılık, bir (Y) değeri hesaplanır. Bulunan değerleri Lineer bir denkleme uydurmaya çalışırsak. Denklem

$$Y = ax + b \quad (1) \quad \text{olsun.}$$

$$\phi = \sum_{i=1}^n (Y_H - Y_D)^2 \quad \text{yazılırsa ve buradan} \quad (n = \text{Deney sayısı})$$

$$\phi = \sum_{i=1}^n (ax + b - Y_D)^2 \quad \text{yazılır. Kısmi differensiyeli alınırsa}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (ax + b - Y_D) \cdot x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (ax + b - Y_D) \cdot 1 = 0 \quad (3)$$

denklem açılırsa,

$$a \sum x^2 + b \sum x = \sum xy \quad (2)$$

$$a \sum x + nb = \sum y \quad (3)$$

$$a = \frac{\sum xy - b \sum x}{\sum x^2} \quad \text{elde edilir.} \quad (1) \text{ denkleminde yerine konursa}$$

$$\frac{\sum x \cdot \sum yx - b (\sum x)^2}{\sum x^2} + nb = \sum y \quad (4) \text{ denklemini elde edilir.}$$

(4) denklemini sadeleştirilirse,

$$\sum x \cdot \sum yx - b (\sum x)^2 + nb \sum x^2 = \sum x^2 \sum y$$

$$\sum x \cdot \sum yx - \sum x^2 \cdot \sum y = b (\sum x)^2 - n \sum x^2$$

$$b = \frac{\sum x \cdot \sum yx - \sum x^2 \cdot \sum y}{(\sum x)^2 - n \sum x^2} \quad \text{bulunur.}$$

MATEMATİKSEL MODEL

Birçok matematiksel model kurulabilir. Fakat bunlar içerisinde bir tanesi bizim problemimizi en iyi şekilde temsil eder. Bu model aşağıdaki şekilde olabilir.

$$Y_H = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 \quad (1)$$

Veriler:

Y_D, x_1, x_2, x_3, x_4 olduğuna göre,

$$\text{Şart : } 0 < \sum_{i=1}^n (Y_H - Y_D) \ll 1 \text{ olacak. } (n = \text{Deney sayısı})$$

Bilinmeyen değerler A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 dür. Bilinmeyenleri bulmak için regresyon analizinden faydalanıyoruz.

$\phi = Y_H - Y_D = 0$ olmalı, ancak gerçek uygulamada $\phi \neq 0$ 'dır.

(ϕ) değeri $(-)$ olabilir. Bunu önlemek için $\phi = \sum_{i=1}^n (Y_H - Y_D)^2$ teşkil edilir.

(1) denkleminde (Y_H) değeri yerine konursa

$$\phi = \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 - Y_D)^2 \quad (2)$$

Bu fonksiyonun kısmi diferansiyelleri alınır

$$\frac{\partial \phi}{\partial A_0} = 0, \quad \frac{\partial \phi}{\partial A_1} = 0, \quad \frac{\partial \phi}{\partial A_2} = 0, \quad \frac{\partial \phi}{\partial A_3} = 0, \quad \frac{\partial \phi}{\partial A_4} = 0$$

teşkil edilirse (5) tane denklem elde edilir.

$$\frac{\partial \phi}{\partial A_0} = 0 \text{ için}$$

$$2 \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 - Y_D) = 0$$

Parantez açılırsa:

$$nA_0 + A_1 \sum_{i=1}^n x_1 + A_2 \sum_{i=1}^n x_2 + A_3 \sum_{i=1}^n x_3 + A_4 \sum_{i=1}^n x_4 = \sum_{i=1}^n Y_D \quad (3)$$

Aynı şekilde

$$\frac{\partial \phi}{\partial A_1} = 0 \text{ alınır}$$

$$2 \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 - Y_D) x_1 = 0$$

Parantez açılırsa:

$$A_0 \sum_{i=1}^n x_1 + A_1 \sum_{i=1}^n x_1^2 + A_2 \sum_{i=1}^n x_1 x_2 + A_3 \sum_{i=1}^n x_1 x_3 + A_4 \sum_{i=1}^n x_1 x_4 = \sum_{i=1}^n Y_D \quad (4)$$

$$= \sum_{i=1}^n Y_D x_1$$

Diğer differansiyellerde aynı şekilde alınır:

$$A_0 \sum_{i=1}^n x_2 + A_1 \sum_{i=1}^n x_1 x_2 + A_2 \sum_{i=1}^n x_2^2 + A_3 \sum_{i=1}^n x_3 x_2 + A_4 \sum_{i=1}^n x_2 x_4 = \sum_{i=1}^n Y_D x_2 \quad (5)$$

$$A_0 \sum_{i=1}^n x_3 + A_1 \sum_{i=1}^n x_1 x_3 + A_2 \sum_{i=1}^n x_2 x_3 + A_3 \sum_{i=1}^n x_3^2 + A_4 \sum_{i=1}^n x_3 x_4 = \sum_{i=1}^n Y_D x_3 \quad (6)$$

$$A_0 \sum_{i=1}^n x_4 + A_1 \sum_{i=1}^n x_1 x_4 + A_2 \sum_{i=1}^n x_2 x_4 + A_3 \sum_{i=1}^n x_3 x_4 + A_4 \sum_{i=1}^n x_4^2 = \sum_{i=1}^n Y_D x_4 \quad (7)$$

Buradan sistemi Matris formunda yazarsak:

$A \cdot x = B$ elde edilir. Gaus yok etme metodu ile denklem çözülürse A_1, A_2, A_3, A_4 bulunur. Bulunan değerler (1) denkleminde yerine konursa Model elde edilir.

Modelin güvenilirliğine iki şekilde bakılır.

1. Yol : $\left| \frac{Y_H - Y_D}{Y_D} \right| \leq 0,05$ olmalı. Uygulamada bu

$$Y_n \sum_{i=1}^n \left(\frac{|Y_H - Y_D|}{Y_D} \right) \leq 0,02 \text{ dir.}$$

2. Yol : Korelasyon katsayısı bulunur. R^2 hesaplanır.

$$0 \leq R^2 \leq 1 \text{ olmalıdır. } R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_H - Y_{Ort.})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_D - Y_{Ort.})^2}, Y_{Ort.} = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n Y_{Deney}$$

$R^2 = 1$ ise uyum %100'dür.



EK - 3

MUHTELİF DOLGU PİGMENTLERİ İLE YAPILAN
VULKANİZASYON DENEY SONUÇLARINA AİT
KURULAN MATEMATİK MODELLERİ

KALSİT

$$\begin{aligned} * \quad Y &= 31,34597 - 0,1838487X_1 - 0,2888409X_2 - 0,03429153X_3 \\ R^2 &= 0,9999994 + 1,021027X_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ** \quad Y &= 39,71457 - 0,126159X_1 - 0,2116906X_2 - 0,002963481X_3 \\ R^2 &= 0,9997009 + 0,3777819X_4 \end{aligned}$$

BARİT

$$\begin{aligned} Y &= 37,78862 - 0,2664639X_1 - 0,1135292X_2 - 0,0327055X_3 \\ R^2 &= 1 + 0,5714286X_4 \end{aligned}$$

TALK

$$\begin{aligned} Y &= 31,25878 - 0,07234617X_1 - 0,1087248X_2 + 0,03263941X_3 \\ R^2 &= 0,9999994 - 0,118233X_4 \end{aligned}$$

KAOLEN

$$\begin{aligned} Y &= 91,45667 + 0,044366051X_1 + 0,1502623X_2 + 0,01995643X_3 \\ R^2 &= 0,9976849 - 1,033619X_4 \end{aligned}$$

DEMİROKSİT

$$\begin{aligned} Y &= 86,16968 - 0,009272234X_1 + 0,05994373X_2 + 0,01333439X_3 \\ R^2 &= 0,9999993 - 1,444444X_4 \end{aligned}$$

ÇİNKO KROMAT

$$\begin{aligned} Y &= 30,27291 + 0,04050179X_1 - 0,3255878X_2 + 0,0114099X_3 \\ R^2 &= 0,9999994 + 0,4156028X_4 \end{aligned}$$

TİTANDİOKSİT

$$\begin{aligned} Y &= -19,66988 + 0,3388585X_1 - 0,2116581X_2 + 0,2000016X_3 \\ R^2 &= 0,9999974 - 0,8621601X_4 \end{aligned}$$

GRAFİT

$$\begin{aligned} Y &= 129,8517 + 0,002959678X_1 - 0,2021399X_2 + 0,03455513X_3 \\ R^2 &= 1 - 1,399096X_4 \end{aligned}$$



SİLİS

$$* \quad Y = -69,15832 - 0,31303X_1 - 0,3031929X_2 - 0,03586049X_3 \\ R^2 = 1,000001 \quad + 2,774007X_4$$

$$** \quad Y = 3,628277 - 0,1691273X_1 - 0,204019X_2 - 0,00231599X_3 \\ R^2 = 0,9999611 \quad + 0,955134X_4$$

ÇİNKO OKSİT

$$Y = -236,4539 - 3,701554X_1 + 1,1282293X_2 - 0,6700135X_3 \\ R^2 = 0,9999974 \quad + 11,54622X_4$$

TAŞ KÖMÜRÜ

$$Y = -17,2534 - 0,04388185X_1 - 0,3246179X_2 - 0,004331563X_3 \\ R^2 = 1 \quad + 1,35X_4$$

LİNYİT KÖMÜRÜ (ÇAN)

$$Y = -12,98081 + 0,09308442X_1 - 0,2092829X_2 + 0,0580904X_3 \\ R^2 = 1 \quad + 0,3107345X_4$$

Matematik Modellerde:

*** Y = Dolgu Pigmenti Oranı, pphr

X₁ = %300 Uzamada Modulüs, Kg/cm²

X₂ = Çekme Gerilimi, Kg/cm²

X₃ = Uzama, %

X₄ = Sertlik, Shore A

* Tablo 4 'de belirtilen 4 değer için elde edilmiştir.

** Tablo 4 'de belirtilen ek 2 deney daha kullanılarak elde edilmiştir. Diğer bir deyişle, modelde 6 değer kullanılmıştır.

*** Modelde belirtilen Y, dolgu pigmenti oranı (pphr), en fazla 50 olmalıdır. 50'den düşük değerlere aradaki fark kadar Karbon Siyahı eklendiği varsayılacaktır.



REÇETE MALİYETİ

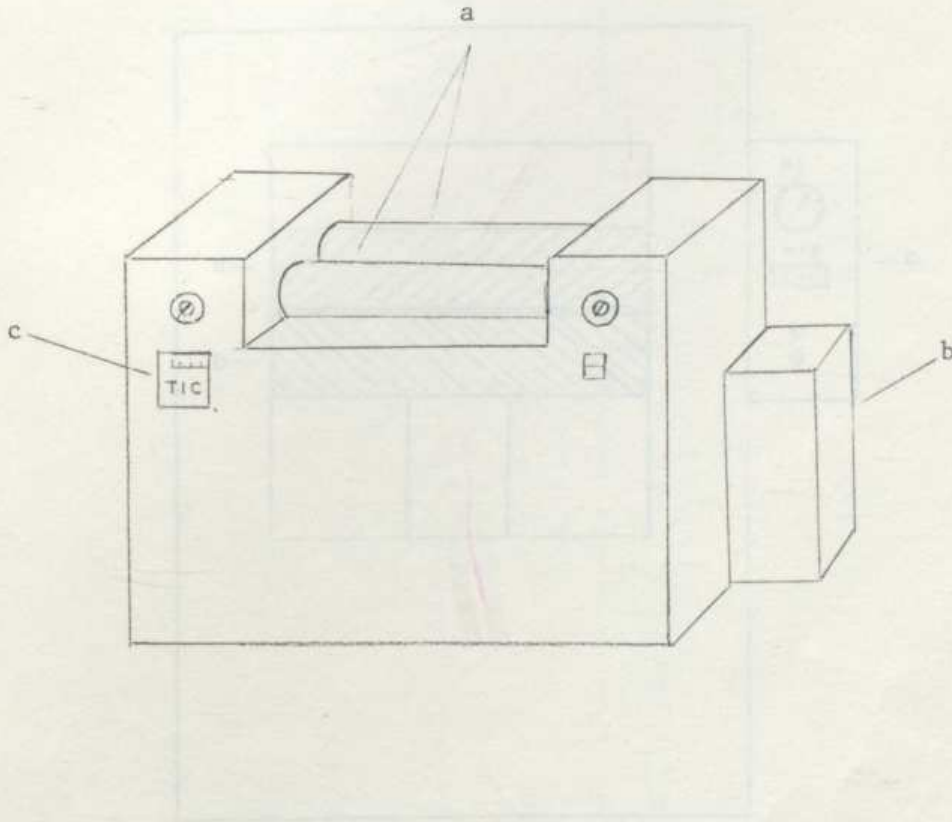
<u>Standart Reçete</u>	<u>Oranı</u> (p.p.h.r)	<u>Ağırlığı</u> (kg)	<u>Fiatı</u> (U.S.Dollars/kg)	<u>Tutarı</u> (U.S.Dollars)
SBR 1502	100	1	1,243	1,243
Karbon Siyahı(HAF)	50	0,5	0,689	0,3445
Çinko Oksit	3	0,03	1,74	0,0522
Stearik Asit	1	0,01	0,472	0,0047
Santocure	1	0,01	47	0,47
Kükürt	1,75	0,0175	0,165	0,0028
		-----		-----
		1,5675		2,017

Standart reçete maliyeti hesabında 100 p.p.h.r.= 1 kg. olarak alınmıştır. Hesaplanan reçete maliyeti 1 kg. SBR bazına göredir.

Reçetede Karbon Siyahı fiyatı (f_1) ve dolgu pigmenti fiyatına (f_2) denirse; değişik dolgu pigmenti oranlarına göre reçete maliyetleri aşağıda belirtildiği şekilde herbir dolgu pigmenti çeşidi için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

<u>Dolgu Pigmenti</u>	<u>Ağırlık</u>	<u>Reçete Maliyeti</u>
<u>Oranı (pphr)</u>	<u>(kg)</u>	<u>(U.S.Dollars/kg SBR bazına)</u>
0	0	2,117
16,67	0,167	$(1,773+0,333f_1+0,167f_2)$
33,33	0,333	$(1,773+0,167f_1+0,333f_2)$
50	0,500	$(1,773 + 0,5f_2)$





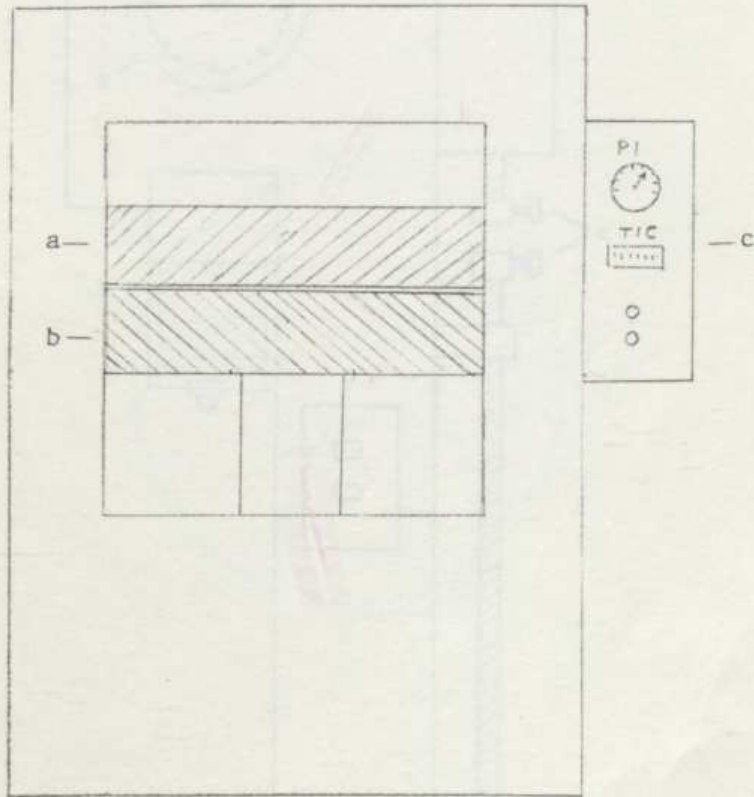
ŞEKİL 1- Kauçuk Mardane (Rubber Mill)

a-Silindirler, b-Elektrik Motoru

Muhafazası, c-Otomatik Sıcaklık

Kontrolü

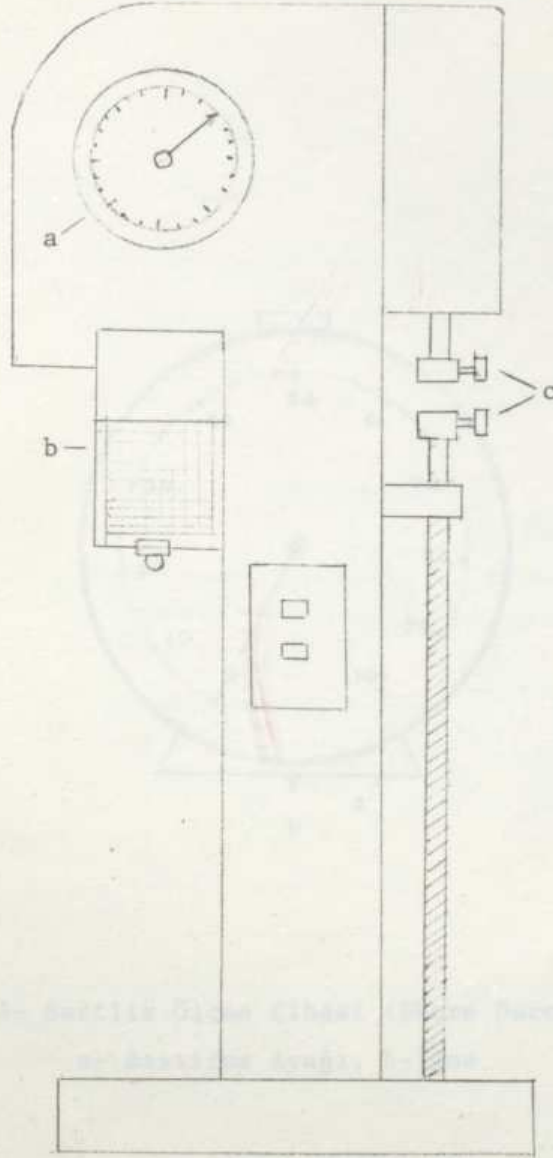




ŞEKİL 2-Piştirme Presi

a-Üst ısıtıcı platen,b-Alt ısıtıcı platen,

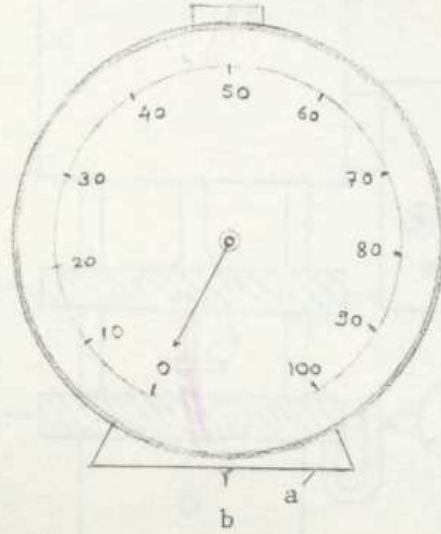
c- Kontrol paneli



ŞEKİL 3- Çekme Testi Cihazı (Tension Tester)

a-Kuvvet göstergesi, b-Recorder, c-Test parçası kısıkları

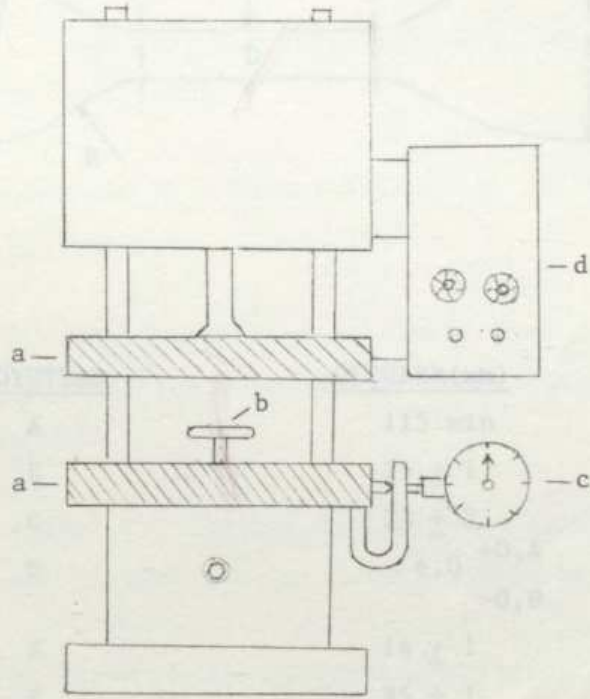




ŞEKİL 4- Sertlik Ölçme Cihazı (Shore Durometer)

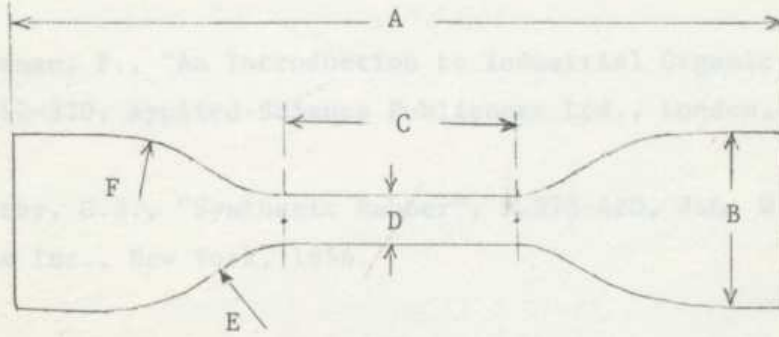
a- Bastırma Ayağı, b-İğne





ŞEKİL 5- Mooney Disk Vizkozimetresi
a-Isıtıcı platen'ler (alt ve üst),
b-Rotor, c-Mooney Göstergesi ,
d-Sıcaklık Kontrol Paneli





BOYUTLAR

ÖLÇÜLER(mm)

A	115 min
B	25 ± 1
C	33 ± 2
D	$6,0^{+0,4}_{-0,0}$
E	14 ± 1
F	25 ± 1
Thickness	1,5 - 3

ŞEKİL 6-"Dum-bell" test parçası



K A Y N A K L A R

1. Morton, M., "Introduction to Rubber Technology", P.93-404
Reinhold Pub.Corp. New York,1964.
2. Wiseman, P., "An Introduction to Industrial Organic Chemistry",
P.312-320, Applied Science Publishers Ltd., London, 1976.
3. Whitby, G.S., "Synthetic Rubber", P.373-420, John Wiley and
Sons Inc., New York, 1954.
4. Blow, C.M., Hepburn, C., "Rubber Technology and Manufacture",
P.171-308 , Butterworth, London, 1982.
5. Blackley, D.C., "Synthetic Rubbers: Their Chemistry and
Technology", P.93-320, Applied Science Publishers Ltd., London
and New York, 1983.
6. Donnet, J.B., Voet,A., "Carbon Black, Physics, Chemistry and
Elastomer Reinforcement", 351p, Marcel Dekker Inc., New York,1976
7. Petkim, Karbon Siyahı Hakkında Teknik Notlar" 48 S, Yarımca, 1980
8. Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol.12, P.42,
John Wiley and Sons Inc., New York, 1970
9. Kirk-Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", Vol.10,
P.198-214, New York, 1980
10. Kirk-Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", Vol.20,
P.367-409, John Wiley and Sons Inc., New York, 1982



11. GHächter, R., Müller, H., "Plastics Additives Handbook, P.397-434, Hanser Publishers, Munich, Vienna, New York, 1984.
12. American Society For Testing and Materials, Vol.37, D.412,1980.
13. American Society For Testing and Materails, Vol.37, D.2000,1980.
14. American Society For Testing and Materials, Vol.37, D.2240,1980.
15. American Society For Testing and Materials, Vol.37, D.3182,1980.
16. American Society For Testing and Materials, Vol.37 D.3185,1980.
17. Brrown, R.P., "Physical Testing of Rubbers", P.114-124, Applied Science Publishers Ltd., London, 1979.
18. Petkim, "Teknik Bülten", Yarımca, 1980.
19. Kalaycioğlu, S., Sözlü Muhabere, Kalaycioğlu Kimya Firması, İstanbul, 1988.
20. Altekin, U., Sözlü Muhabere, Petkim İstanbul Bürosu, İstanbul,1988.
21. FAB.,M., Sözlü Muhabere, Teknokimya Firması, Yarımca, 1988.
22. Polysar Technical Report, Polymer Corp.Ltd., Sarnia, Canada, 1972.
23. Petkim, Spesifikasyonlar, Yarımca, 1987



Ö Z G E Ç M İ Ş

1944 yılında Kırıkkale'de doğdum, ilk, orta ve liste öğrenimimi Kırıkkale'de tamamladım. 1963 yılında girdiğim A.Ü.Fen Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünden 1968 yılında Kimya Yüksek Mühendisi olarak mezun oldum.

Askerliğimi 1968-1970 yılları arasında Milli Savunma Bakanlığında Yedek Subay olarak yaptım. 1970-1972 yılları arasında MKEK-Barut Fabrikasında Etüd ve Plānlama mühendisi olarak çalıştıktan sonra, 1982'de Petkim Petrokimya A.Ş.'nin Yarımca tesislerindeki SBR Sentetik Kauçuğu Ünitesinde İşletme Mühendisi olarak göreve başladım. Görevim sırasında Sentetik Kauçuk prosesi konusunda, 3,5 ay süreli teorik ve pratik eğitim görmek üzere 1973 yılında Kanada'nın Sarnia şehrinde bulunan Polysar Ltd. firmasına gönderildim. Ayrıca 1976 yılında Polysar Ltd. firmasının Fransa-Strasbourg'da bulunan fabrikalarında SBR sentetik kauçuğu üretiminde karşılaşılan darboğazların giderilmesi konusunda kısa süreli incelemelerde bulundum.

1977 yılında Petkim Petrokimya A.Ş.'nin Proses Mühendisliği bölümünde Şef olarak göreve başladım. Daha sonra aynı bölümde Baş Mühendis ve Müdür Muavini görevlerinde bulundum. 1987 yılından beri Teknik Kontrol Müdürü olarak görevimi sürdürmekteyim.



