

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAŞIT LASTİKLERİNİN TASARIM VE ÜRETİM
TEKNOLOJİSİ**

Makine Müh. Esra PAY

**FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Özgen Ümit ÇOLAK

İSTANBUL,2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1.GİRİŞ.....	1
2. PLASTİK MALZEMELER	2
2.1 Plastik Çeşitleri.....	2
2.1.1 Termoplastikler	3
2.1.2 Termosetler.....	4
2.1.3 Elastomerler.....	7
2.2 Plastiklerin Özellikleri.....	8
2.2.1 Fiziksel Özellikleri	8
2.2.2 Mekanik Özellikleri.....	9
2.2.3 Elektriksel Özellikleri.....	9
2.2.3 Isısal Özellikleri	9
3. PLASTİK ÜRÜN TASARIMI	10
3.1 Lastik tasarımı	12
4. TAŞIT LASTİKLERİNİN HAMMADDELERİ.....	15
4.1 Kauçuk.....	15
4.1.1 Tabii (Doğal) Kauçuk.....	16
4.1.1.1 Tabii Kauçuğun Genel Özellikleri	17
4.1.1.2 Tabii Kauçuğa Uygulanan Önemli Testler.....	17
4.1.2 Sentetik (Suni) Kauçuk	19
4.1.2.1 Stiren-butadien Kauçuğu (SBR).....	19
4.1.2.2 Butil (Butyl) Kauçuğu	19
4.1.2.3 Cis-Butadien Kauçuğu (CBR).....	20
4.1.2.4 Sentetik Kauçuklara Uygulanan Önemli Testler.....	20
4.2 Karbon Karaları.....	21
4.3 Yağlar	22
4.3.1 Kimyasal Yağlar.....	22
4.3.2 Fiziksel Yağlar	22
4.4 Hamura Katılan Diğer Kimyasallar.....	22
4.4.1 Reçineler.....	22

4.4.2	Yaşlanma Geciktiricileri.....	23
4.4.3	Dolgu Maddeleri.....	24
4.5	Kord Bezi	24
4.6	Çelik Kord	25
4.7	Polietilen Bandajlar	26
5. VULKANİZASYON.....		27
5.1	Kükürt.....	27
5.2	Vulkanizasyonda Isı ve Zaman	28
5.3	Vulkanizasyon Değişkenleri.....	29
6. TAŞIT LASTİĞİ		32
6.1	Lastiğin Yapısı	32
6.1.1	Gövde (karkas)	32
6.1.2	İç astar (İnnerliner).....	33
6.1.3	Damak	33
6.1.4	Apex	34
6.1.5	Chafer	35
6.1.6	Yanak(Sidewall).....	35
6.1.7	Kuşak(Belt)	35
6.1.8	Sırt (Tread)	37
6.2	Lastik İzi.....	40
6.3	Lastiğin Görevleri.....	41
6.4	Lastiklerin Sınıflandırılması.....	43
6.4.1	Konvansiyonel Lastik.....	44
6.4.2	Radyal Lastik.....	44
6.5	Lastik Boyutları	46
6.6	Lastik Üzerinde Belirtilen Boyutların Tanımı.....	48
6.7	Lastiğe Uygulanan Testler.....	51
6.7.1	Laboratuar Testleri	51
6.7.1.1	Dikey Kuvvet (Radial Force)	52
6.7.1.2	Yatay Kuvvet (Lateral Force).....	53
6.7.2	Dış Ortamda Yapılan Testler.....	56
6.7.2.1	Aquaplaning	56
6.7.2.2	Aşınma.....	58
7. TAŞIT MEKANİĞİ.....		59
7.1	Lastik ile yol arasındaki sürtünme.....	59
7.2	Yuvarlanma Direnci	60
7.2.1	Yuvarlanma Direncine Etki Eden Faktörler	61
7.2.1.1	Lastiğin Yapısının Yuvarlanma Direncine Etkisi	61
7.2.1.2	Lastiğin Çalışma Şartlarının Yuvarlanma Direncine Etkisi	62
8. LASTİĞİN ÜRETİMİ		69
9. SIRT DESENLERİ VE ÖZELLİKLERİ.....		73
10. ÜRÜN GELİŞTİRME ÖRNEKLERİ		78

11. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	88
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ	90

KISALTMA LİSTESİ

ETRTO	European Tire and Rim Technical Organization
TRA	Tire Rim Organization
JATMA	Japan Automobile Tire Manufacturer's Organization
PE	Polietilen
PVC	Poliviklorür
PP	Polipropilen
ABS	Akronitril Bütadien Stiren
PS	Polistiren
PMMA	Polimetil metakrilat
PC	Polikarbonat

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Ürün tasarım gerçekleşme süreci	10
Şekil 3.2	Lastik geliştirme prosesi.....	13
Şekil 3.3	Lastikte olması beklenen özellikler.....	13
Şekil 4.1	Karbon karası ilavesiyle özelliklerin değişimi	22
Şekil 4.2	Çelik kordun kaplama kalınlığı-yapışma grafiği.....	25
Şekil 5.1	Vulkanizasyon değişkenleri	29
Şekil 5.2	Pişme zamanının özelliklere etkisi	30
Şekil 5.3	Pişirme sistemi	31
Şekil 6.1	Lastiğin yapısı	32
Şekil 6.2	İplikli yapının konstrüksiyonu	33
Şekil 6.3	Damak konstrüksiyonu.....	34
Şekil 6.4	Kuşak konstrüksiyonu	36
Şekil 6.5	Tekstil kuşak uygulamaları	37
Şekil 6.6	Sırt desen öğeleri.....	38
Şekil 6.7	Ses alan değişim miktarı	39
Şekil 6.8	Yol yüzeyinin sese etkisi.....	40
Şekil 6.9	Lastik izleri.....	41
Şekil 6.10	Lastiğin görevleri.. ..	42
Şekil 6.11	Yapılarına göre lastikler	45
Şekil 6.12	Lastiklerin taşıma kapasiteleri ve hızları.....	46
Şekil 6.13	Lastik kesitlerindeki gelişim	47
Şekil 6.13	Test laboratuvarı.....	52
Şekil 6.14	Dikey kuvvetin araca etkisi	52
Şekil 6.15	Dikey kuvvet varyasyonu.....	53
Şekil 6.16	Yatay kuvvetlerin araca etkisi	54
Şekil 6.17	Yatay kuvvetlerin grafikte gösterimi.....	54
Şekil 6.18	Yatay kuvvetlere koniklik ve açıların etkisi.....	55
Şekil 6.19	Konik lastik	55
Şekil 6.20	Hız ve diş derinliğinin aquaplaninge etkisi	57
Şekil 6.21	Aquaplaning için lastik kesiti	57
Şekil 6.22	Hız-sıcaklık-yük- lastik basıncın aşınmaya etkisi	58
Şekil 7.1	Yuvarlanma direnç katsayısının şişirme basıncıyla değişimi	63
Şekil 7.2	Lastik şişirme basıncı ile aşınma indeksinin değişimi	64
Şekil 7.3	Radyal lastiğin yuvarlanma direnç katsayısının hız değişimi	64
Şekil 7.4	Çapraz-katlı lastiğin yuvarlanma direnç katsayısının hız ile değişimi.....	65
Şekil 7.5	Lastik içi sıcaklığının yuvarlanma direnç katsayısına etkisi	66
Şekil 7.6	Yuvarlanma direnç katsayısının omuz sıcaklığı ile değişimi.....	67
Şekil 7.7	Lastik çapının yuvarlanma direnç katsayısına etkisi.....	67
Şekil 7.8	Frenleme-ivmelenme çabasının yuvarlanma direnç katsayısına etkisi	68
Şekil 8.1	Lastik üretim prosesi	69
Şekil 8.2	Hamur karıştırma makinesi	70
Şekil 8.3	Damak teli üretim makinesi	71
Şekil 10.1	Lastiğin yanak kısmını oluşturan malzemenin	77
Şekil 10.2	Ek dağılımı	78
Şekil 10.3	Gövde kısmındaki eklerin etkisi.....	79
Şekil 10.4	2. Aşamadaki eklerin etkisi	79

Şekil 10.5	Gövde kısmındaki eklerin etkisi.....	80
Şekil 10.6	İkinci aşamadaki eklerin etkisi.....	82
Şekil 10.7	Ek dağılımı	83
Şekil 10.8	İç astar (innerliner) balans değerleri.....	83
Şekil 10.9	Birinci ve ikinci ply balans değerleri	84
Şekil 10.10	Yanak (sidewall) balans değerleri	85
Şekil 10.11	Tesktil kuşak (overlay) balans değerleri	85
Şekil 10.12	Sırt (tread) balans değerleri	86
Şekil 10.13	Balans değerleri.....	86
Şekil 10.14	Yanak (sidewall) balans değerleri	87

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.2	Termosetler ve kullanıldıkları yerler	7
Çizelge 6.1	Araç çeşitlerine göre lastikten beklenen özellikler	43
Çizelge 6.2	Hız sembolleri ve gerçek değerleri.....	48
Çizelge 6.3	Yük endeksi.....	49
Çizelge 7.1	Değişik yol durumlarına göre lastik-yol teması statik ve kayma sürtünme katsayıları.....	59
Çizelge 7.2	Yuvarlanma direnç katsayısının ortalama değerleri.....	66

ÖNSÖZ

Plastik malzemelerin ve plastik malzeme çeşitlerinin kullanımını günümüzde hızla artmakta ve tasarımları gelişmektedir. Bu tez çalışmasında plastik malzeme çeşitlerinden olan kauçuktan imal edilen taşıt lastikleri ele alınmış ve bunların tasarım aşamaları, hammaddeleri, hammaddelerin lastik üzerindeki etkileri, vulkanizasyon, lastik mekaniği, lastik üretim prosesi ve lastik tasarım aşamasında yapılan deneme üretimleri sırasında çıkan problemler ve bunların çözümleri incelenmiştir.

Çalışma süresinde bana destek olan değerli hocam Sayın Doç.Dr. Özgen Ümit Çolak'a, hayatım boyunca her konuda yardımını ve desteğini esirgemeyen aileme, tez aşamasında imkanlarından faydalandığım kaynak ve bilgi sağlayan Goodyear Lastikleri A.Ş. Adapazarı fabrikası çalışanlarına, ayrıca bana bu süreçte yardımcı olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mak. Müh. Esra Pay

ÖZET

Plastik malzemeler her geçen gün hayatımıza daha fazla girmekte ve daha fazla üründe kullanılmaktadır. Birçok sektör dalında artık plastik ürünler kullanılmakta ve bunların tasarımlarına önem verilmektedir. Lastik sektörü de gelişen otomotiv sektörüne paralel olarak gelişmektedir.

Elastomer malzemeler, kimya biliminin toplum yaşantısına yaptığı en büyük katkı olarak bilinmektedir. 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 polimerdir. Kauçuk ürünleri geçmişte toplumlarca geniş bir biçimde kullanılmış ve günümüzde en geniş biçimde ihtiyaç duyulan araç ve gereçlerin imalinde artan bir oranla kullanılmaya devam etmektedir.

Bu çalışmada plastiklere kısaca değinilmiş ve kauçuğun hammaddesini oluşturduğu taşıt lastikleri ele alınmıştır. Taşıt lastiklerinin hammaddeleri özellikle kauçuk, bu hammaddelerin lastik üzerindeki etkileri, vulkanizasyon olayı anlatılmıştır. Ürün geliştirme aşamaları özellikle lastik geliştirme aşamaları hakkında bilgi verilmiştir. Lastiği oluşturan yarı mamuller yani lastik komponentlerinden, bunların lastiğin mekaniğindeki etkilerinden, lastik çeşitlerinden ve lastik prosesinden bahsedilmiştir. Son olarak da lastik tasarım sürecinde yapılan deneme üretimlerde ortaya çıkan problemler ve bunların çözümleri ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: plastik malzemeler, lastik, lastik hammaddeleri, vulkanizasyon, lastik tasarım

ABSTRACT

Plastic materials have been widely used in our life day by day. Moreover it is used for more products. In many sector plastic has been using and to design it becomes vital. Tire industry is also developing with automotive sector.

Elastomer materials, is the most critical additive help of chemistry to social human life. From room temperature to break-up temperature, polymer materials which have been used in a widely range with corresponded and bonded, are elastomer materials, rubbers are non-cross braced but has bond-able features vulcanized polymers. In the past, rubber products had been widely used by society and nowadays it has been using widely necessity materials to produce some materials and still going on.

In this study have been informed about plastic materials shortly, and tire which compose raw materials of rubber. Raw materials of tires especially rubber, effects of raw materials on tire, vulcanization happening have been explained. About material improving phases, especially tire improving phase have been given information. It has been refered about semifinished product which compose the tire, their effects on mechanic of tire, style of tires and process of tire. Lastly; It has been handled the problems which have been occured testing manufacturing during rubber tyle designing and solutions of these problems.

Keywords: plastic materials, tire, raw materials of tire, tire designing

1.GİRİŞ

Günümüzde plastik malzeme kullanımı hızla artmaktadır. Beyaz eşya sektörü, uçak sanayi, gıda sektörü, ilaç sanayinde olduğu gibi otomotiv sektöründe de plastiklerin kullanımı hızla artmaktadır. Otomotiv sektörüne hizmet eden lastikte endüstriyel önemi ve kullanım sahası gittikçe artan bir madde haline ve birçok endüstriyel madde ile rekabet edebilecek seviyeye gelmiştir.

Lastik ile plastik her ne kadar ayrı gibi gösterilse de lastiğin esasını teşkil eden kauçuk tabii ve suni olarak elde edilebilen elastomer yani plastiktir. Lastiğin kullanılış yerinin gerektirdiği özelliklere göre kauçuk bazı katkı maddeleri ile karıştırılıp vulkanize edildikten sonra lastik halini alır. Günümüz teknolojisi ilerledikçe her maddenin, her elastomerin, her elementin değeri daha da iyi anlaşılakta, 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 haline getirmiştir.

Özellikle son yıllarda otomotiv sektöründeki gelişmeler, yeni araç tasarımları lastik sektörünün de bu gelişime karşılık vermesine sebep olmuştur. Lastik sektörü özellikle geçen yüz yıl içinde büyük gelişmeler göstermiştir. Şu an birçok araçta kullanılan pnömatik lastik üretilmiştir ve her geçen gün tekerlek lastikleri geliştirilerek daha fazla isteklere karşılık vermeye başlamıştır.

Lastik sektöründeki gelişmelerde lastik tasarımının büyük etkisi vardır. Bu çalışmada öncelikle plastikler ile ilgili bazı bilgiler verilmiş ve özellikle plastik çeşitlerinden bahsedilmiştir. Bütün ürün geliştirme çalışmalarında önemli olan malzemeler lastik tasarımında da önemlidir. Bundan dolayı lastiğin hammaddeleri, bu maddelerin lastik üzerindeki etkileri ve kauçuk teknolojisine büyük etkisi olan vulkanizasyon olayı incelenmiştir. Lastik tasarımında önemli olan kriterler, lastiğin görevleri, taşıt üzerindeki etkileri, lastik komponentleri, lastik prosesi incelenmiş ve son olarak ürün geliştirme aşamasındaki deneme üretimlerde ortaya çıkan problemler ve çözümleri ile ilgili örnekler verilmiştir.

2. PLASTİK MALZEMELER

Monomer denilen küçük parçacıkların kimyasal reaksiyonla birleşmesiyle oluşan uzun zincirli yapılara polimer denir. Yüksek molekül ağırlığına sahip zincir biçiminde dev moleküller olan polimerlerin oluşturduğu organik yapıları sentetik malzemelere de plastik denir.

Plastiklerin büyük bölümünün en önemli özelliği, ısıtıldıklarında erimeden yumuşamaları ve yumuşak haldeyken mekanik yollarla kolayca biçimlendirilebilmeleri, soğutulduklarında ise yeniden sertleşmeleridir. Bu özellik plastiklerin molekül yapısından kaynaklanır. Plastikler çok polimer molekülleri ağından oluşur; polimerler, ısı altında gevşeyerek ayrılan, soğuduklarında ise tekrar iç içe geçen uzun molekül zincirleri oluşturur. Bu polimer zincirleri London, Van der Waals dağılma kuvvetleri gibi oldukça zayıf ya da hidrojen bağları ve dipol-dipol etkileşimleri gibi daha güçlü kuvvetlerce bir arada tutulurlar. Malzeme ısıtıldığında bu kuvvetler zayıflar ve iç içe girmiş polimer zincirleri ayrılarak birbirlerinin üzerinden kayar. Malzeme soğutulduğunda yeniden bir ağ oluşturacak biçimde iç içe geçerek sertleşirler.

Plastiklere çok çeşitli yöntemlerle biçim verilebilir. Toz halindeki plastiğin, sıcak ya da soğuk bir hazne içinde vidalı bir taşıyıcıyla eritilip sıkıştırılarak bir kalıptan çekildiği ekstrüzyon yöntemi başta gelen plastik işleme tekniklerinden biridir. Ayrıca haddeleme, hidrolik preslerde ısı sertleştirme, püskürtme yoluyla kalıplama, santrifüj hareketinden yararlanarak döndürme yoluyla kalıplama, ısı biçimlendirme, vakum altında kalıplama, baskı altında levha haline getirme, dökme gibi başka plastik işleme teknikleri de vardır. Plastik ürünlere daha sonra mekanik yollarla ya da lazerle değişik biçimler verme, ses üstü yolla kaynak yapma, ışınım yoluyla işleme gibi bitirme işlemleri uygulanabilir. Kolayca işlenebilen, ucuz, hafif ve yenime karşı dayanıklı malzemeler olan plastikler pek çok uygulamada metallerin yerini almıştır. Sanayide ve evlerde çok çeşitli plastik ürünler kullanılmaktadır.

2.1 Plastik Çeşitleri

Plastikler değişik kriterlere göre sınıflandırılabilirler. Genel olarak kendi içlerinde kimyasal yapılarına göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırma çapraz bağlı olanlar ve çapraz bağlı olmayanlar şeklindedir. Termoplastikler çapraz bağlı değil, elastomerler ve termosetler çapraz bağlıdır. Plastikler doğrusal veya dallanmış makro moleküllerden meydana gelir. Plastikler kullanımları sırasında gösterdikleri özelliklere göre üç gruba ayrılırlar. Bunlar:

- Termoplastikler
- Termosetler
- Elastomerler

2.1.1 Termoplastikler

Molekül yapısı olarak yan zincirler ve gruplar ihtiva ederler. Moleküller, elastomerlerde ve termosetlerde olduğu gibi üç boyutlu bir yapı teşkil etmezler. Moleküller arasında zayıf Van der Walls bağları vardır. Bu sebeple rijid yapıya sahip değildirler. Isı altında yumuşarlar bu özelliklerinden faydalanarak ısıtılmak suretiyle şekillendirilirler. Bu şekil değişikliği esnasında hiçbir kimyasal değişikliğe uğramazlar. Tekrar tekrar ısıtılarak yeni şekiller alabilirler. Piyasada toz ve granül halde bulunurlar. Kompozit malzeme imalinde az da olsa kullanılırlar.

Polietilen (PE):En çok kullanılan en ucuz plastik türüdür. Arı halde saydamdır ve sudan hafiftir. Simetrik moleküler yapı nedeni ile büyük ölçüde kristalleşebilir. Kristallığı arttıkça (%90'a kadar) özgül ağırlık, mukavemet ve yumuşama sıcaklığı yükselir. Genellikle ince film halinde paketlenme, ambalaj ve örtü işlerinde, boru hortum ve çeşitli ucuz mutfak eşyası üretiminde kullanılır.

Polivinülorür (PVC): Polietilenden sonra en çok kullanılan plastik türü olup oldukça ucuzdur. Mukavemeti yüksek, kimyasal etkilere ve aşınmaya karşı dayanıklıdır. Alevle yanmaya karşı dirençli olmakla beraber zehirli gaz yayar. Döşeme kaplamaları, boru hortum, yapay deri üretiminde elverişlidir. Son yıllarda büyük ölçüde kapı ve pencere malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Polipropilen (PP): Mukavemeti ve yumuşama sıcaklığı oldukça yüksek olup sudan hafiftir. Büyük ölçüde şişe, mutfak ve laboratuvar malzemesi üretiminde elverişlidir.

Akronitril-Bütadien-Stiren (ABS): Üçlü kopolimeri olup mukavemeti ve tokluğu yüksektir. Dış ve kimyasal etkilere dayanıklıdır. Boru oto parçaları, elektronik aygıt kabinleri ve buzdolabı parçaları üretiminde kullanılır.

Polistiren (PS): Arı halde saydamdır. Kokusuz olmakla beraber çevre ve kimyasal etkilere karşı direnci düşüktür. Gevrek olmakla beraber kolay işlenir ve ucuzdur. Radyo kabinleri, oyuncak, mutfak eşyaları ve iç aydınlatma panoları üretiminde kullanılır.

Naylon: Poliyamidler grubuna giren naylonun mukavemeti, rijitliği ve tokluğu yüksek olup aşınmaya dayanıklıdır. Kristalleşme oranı arttıkça mekanik özellikleri ve yumuşama

sıcaklıkları yükselir. Naylonların üretimi kolay olmakla beraber biraz pahalıdırlar. Dişli yatak ve benzeri parçaların üretiminde kullanılır.

Polimetil metakrilat (PMMA): Akrilikler grubuna dahil PMMA saydam olup sert, rijit ve dış etkilere dayanıklıdır. Pleksiglas ticari adı ile deniz araçlarında, uçak ve otolarda pencere, lamba ve reklam panoları üretiminde kullanılırlar.

Polikarbonat (PC): Mukavemeti ve tokluğu oldukça yüksek olup boyutları kararlıdır. Otomotiv ve uçak endüstrisinde dişli, kam, takım sapı gibi parçaların üretiminde kullanılır.

Politetrafloroetilen (Teflon): Simetrik ve homojen yapıya sahip politetrafloroetilen büyük ölçüde kristalleştirilir. Bu nedenle özgül ağırlığı en yüksek polimer sayılır ($2,3 \text{ gr/cm}^3$). Mukavemeti ve aşınmaya karşı direnci yüksek, sürtünme kat sayısı çok düşüktür. -200°C ile $+260^\circ\text{C}$ arasında kullanılmaya elverişlidir. Kimyasal etkilere karşı çok dayanıklıdır. Sürtünmesi düşük ve kaygan olduğundan yatak, burç ve conta üretiminde elverişlidir. Ayrıca boru pompa parçaları ve izolasyon şeritleri üretiminde de kullanılır. Yüksek sıcaklığa dayanıklı olup yapışmadığından mutfak eşyalarını kaplamaya elverişlidir.

Çizelge 1.1 Termoplastik çeşitleri ve kullanıldıkları yerler

Asetol Reçineleri Akrilikler (Polimetil metakrilat) Florokarbon (Politetrafloroetilen) İzosiyanatlar (Poliüretan) Poliofinler (Polietilen – Polipropilen)	Şaft ayağı Işıklı reklamlarda Teflon tava Isı İzolasyonu Naylon torba, meşrubat kasası
Stiren (Polistren)	Okul gereçleri, yoğurt kabı
Vinil (Poli vinil klorür P.V.C.)	Boru
Polikarbonat	Trafik ışıkları
Poliamitler (Nylon)	İp, çorap, çamaşır

2.1.2 Termosetler

Molekül yapıları, polimerizasyon sırasında molekülün reaktif olan kısmı moleküller arasındaki zincir yapıyı teşkil eder. Moleküller bir üç boyutlu yapısı teşkil edecek tarzda birbirlerine bağlı bir rijid yapı ihtiva ederler. Plastik malzeme şekil aldıktan sonra değişir ve malzeme artık yumuşayıp şekil değiştirmez.

Takviyeli plastik, kompozit malzemelerde kullanılan matris malzeme herhangi bir plastik malzeme olabilir. Şu veya bu malzemenin kullanılıp kullanılmaması malzemeyi dizayn eden kişinin hayal ve bilgisinin neticesi olarak

ortaya çıkar. Plastik malzemeler genelde reçineler diye anılırlar. Kompozit malzeme imalinde en çok kullanılan reçineler termosetlerdir. Ekonomik, verimli ve gelişmiş mekanik özellikleri olan parçalar, termoset plastikler kullanılarak kolaylıkla yapılabilirler. Günümüzde deniz araçları yapımında, otomotiv sanayinde, inşaat sektöründe, depo, tank, boru ve mobilya yapımında ekonomik olduğundan ve aranan özellikleri sağladığından büyük ölçüde kullanılan bir malzeme haline gelmişlerdir.

Termoset plastikler içinde ise en çok kullanılanlar polyesterler, fenolik reçineler ve silikonlardır. Polyesterler bunların içinde en önde gelenleridir. Özellikleri, kullanım kolaylığı, imalat yatırımının az olması, her amaç için farklı formüllerde edilebilmelerinin yanında diğerlerinden çok daha ucuz olması polyesterin tercih edilmesine neden olur. Özel kullanım yerleri için epoksi reçineler yüksek mukavemetli ve kimyasal dirençlidir. Fenolik reçineler ise yüksek mukavemetin yanında büyük ısı direncinde istenen yerlerde kullanılırlar.

Polyester reçine, genellikle doymamış dikarboksilik asit ve glikolün kondensasyonu sonucu elde edilir. Çift bağ ihtiva eden bir lineer polimerdir. Lineer polimer halinde iken rijid bir yapı göstermeyen polyesterleri üç boyutlu bir şebeke yapısına sahip polimer haline getirmek amacı ile içerisine bir miktar stiren veya benzeri çift bağlı monomerler katılır. Ayrıca polyestere belli özelliklerin verilmesi amacıyla stiren ile birlikte farklı maddeler de katılabilir. Bu maddelerin sağladığı özellikler şöyledir:

Metil akrilat: Işık stabilitesi ve hava şartlarına karşı polyesterin direncini sağlar.

Maleimit: Yüksek reaktivite ve ısıya dayanıklılığını artırır.

Triallit fosfat: Ateşe dayanıklılık sağlar.

Trifenil stibin: Işık geçirgenlikle birlikte ateşe dayanıklılık sağlar.

Genel olarak polyesterler aşağıdaki reaksiyona göre üretilirler:



Polyesterlerin çoğu 250°C'ye kadar emniyetle kullanılabilir. En büyük dezavantajı yukarıdaki reaksiyon sonucu üretilmesi sırasında %4 ile %8 büzülmesidir. Bu büzülme sertleşme sırasında monometrelerin büzülmesi sonucunda ortaya çıkar. Bunun neticesi olarak düzgün bir yüzey elde etmek zordur. Değişen uygulamalar için pek çok tipte polyester geliştirilmiştir. Genel amaçla polyesterlere ilave olarak esnek ve yarı rijit tipler, ısı ve çevre değişimlerine ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı tipler geliştirilmiş olup bu çeşitler bugün için çok fazla kullanım sahası bulabilmektedirler.

Uzayağı polimeri olan termoset plastikler mukavemetleri, rijitlikleri, kullanma sıcaklık sınırları ve dış etkilere dayanıklılıkları yönünden termoplastiklerden genellikle daha üstündürler. Ancak tekrar kullanılamazlar. Arı kütle halinde kullanıldıkları gibi ayrıca değişik tür liflerle kompozit polimere dönüştürülerek üstün mekanik özellikler kazanırlar.

Fenolikler: En önemli endüstriyel plastiklerden sayılan bakalit (fenol formaldehid) ilk geliştirilen sentetik fenolik polimerdir. Mukavemeti ve sertliği yüksek, sıcaklığa ve kimyasal etkilere dayanıklı kolay uygulanan ve oldukça ucuz plastik türüdür. Cam lifi, pamuk ve odun talaşı pekiştirilerek mukavemet ve toklukları artırılır. Elektrik ve oto endüstrisinde çeşitli parçaların üretiminde ayrıca levha halinde mobilya ve yapılarda, kaplama ve yapıştırma işlerinde kullanılırlar.

Epoksitler: Mukavemeti ve sertliği yüksek, kimyasal etkilere dayanıklı ve boyutları kararlıdır. Koruyucu ve dekoratif kaplama işlerinde elverişlidirler. Diğer malzemelere kolaylıkla yapışır, bu nedenle adezif olarak geniş ölçüde kullanılır. Özellikle cam, karbon ve boron lifleri ile pekiştirilerek mukavemetleri ve rijitlikleri çok artırılabilir. Uçak ve uzay aracı gövdelerinde, spor malzemelerinde kullanılmaya elverişli olmakla beraber oldukça pahalıdır.

Poliyesterler: Doymamış kovalan bağlı poliyesterler düşük viskoziteli lineer polimer olmakla beraber, katkı maddeleri ile birlikte işlem uygulayarak çapraz bağlar oluşturulur. Bunun sonucu termoset plastiğe dönüştürülürler. Dış etkilere iyi dayanırlar ve kolay uygulanırlar. Çoğunlukla cam elyafı ile pekiştirilerek deniz tekneleri, oto gövdeleri, deşarj boruları ve su tankları üretiminde kullanılır.

Aminler: Sert, rijit ve kimyasal etkilere dayanıklı olup kokusuz ve tatsızdır. Sıcaklıkla boyutları çok az değişir. Özellikle mutfak ve ev eşyaları üretiminde elverişlidirler. Melamin formaldehid ve üre-formeldahid aynı gruptan olup özellikle kontrplak, sunta ve benzeri levhaların üretiminde kullanılır.

Silikonlar: Si atomları C atomları gibi dördüncü grup elemanıdır, dolayısıyla polimerize olma yetenekleri vardır. Ancak Si atomlarının kendi aralarında uzayağı yapısı oluşturmaları güçtür, zincirleri kararsız olur. Bunun yerine oksijen atomları ile kolaylıkla bağ oluşturarak polimerize olurlar, bu nedenle de bunlara silikonlar denir. Özellikle elastomer niteliğinde olan silikon kauçuğu -100 °C ile 250 °C arasında elastikiyetini korur. Ayrıca oto ateşleme sistemlerinde elektriksel yalıtkan yapılarda yalıtım ve koruma amacıyla kullanılır, ancak oldukça pahalıdır.

Çizelge 1.2 Termosetler ve kullanıldıkları yerler

Alkitler	Boya
Epoksi reçineler	Uçakların iç donatımı
Furan reçineler	Koruyucu metal kaplama
Fenolik reçinler	Elektrik aksamı
Amino reçineler	Tabak
Silikonlar	Oto cilası

2.1.3 Elastomerler

Elastomerler, birbirlerine çok az kimyasal bağlarla bağlanmış moleküller olup zincir benzeri yapıda oluşmuşlardır. Isı etkisiyle, çapraz bağlanma (vulkanizasyon) yaparak kalıcı ve yüksek elastiside ürün veren plastik maddelerdir. Tekrar ısıtma ile yeniden şekillendirme yapılamaz. En önemli özellikleri çok uzayabilmeleri ve uzun müddet termik-mekanik yük altında kalmalarına rağmen deforme olmamalarıdır. Geniş bir sıcaklık aralığında viskoelastisitelelerini muhafaza etmeleridir.

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

Oda sıcaklığında orijinal boyunun en az iki katına uzatılabilen ve bu uzamayı sağlayan kuvvet ortadan kaldırıldığında çabucak orijinal boyuna geri dönebilen polimerik malzemeyi elastomer olarak tanımlayabiliriz. Elastomer için daha kapsamlı tanımlama şu şekilde olabilir; 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 birçok küçük molekülün bir araya gelmesinden oluşan maddelerdir. Elastomer üretmek için kullanılan kauçukların tümü polimerik maddelerdir. Elastomerler diğer mühendislik malzemeleriyle mukayese edildiğinde, 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 birçok 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.

Kauçuklarda çapraz bağlanmamış ama çapraz bağlanabilme özelliğine sahip, 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 hammaddedir.

Lastik kavramı ise tarifi yapılan elastomer kavramı ile eşanımlıdır. ASTM D 1566 – 66 T, lastiği “büyük deformasyonlarda hızla ve kuvvetle eski haline dönme yeteneği olan ve kaynayan benzen, metiletiketone ve etanol-toluen azetropu gibi çözücülerde çözülmeyecek hale dönüştürebilen (hacmi büyüyebilir) malzeme” olarak tanımlanmaktadır.

2.2 Plastiklerin Özellikleri

Çok çeşitli ve diğer birçok malzeme grubundan daha farklı özelliklere sahip plastiklerin ana özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

- Özgül ağırlıkları azdır.
- Çok çeşitli mekanik özelliklere sahiptirler.
- Kolay şekil verilebilir ve kolay işlenebilir.
- Katkı maddeleri ile özellikleri değiştirilebilir.
- Isı ve elektrik iletkenlikleri düşüktür.
- Saydamdırlar.
- Korozyona ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdırlar.
- Yeniden işlenip kullanılır hale gelebilirler.
- Ucuz bir şekilde üretilebilirler.

2.2.1 Fiziksel Özellikleri

- Plastiklere, çözünen organik boyalarla şeffaf bir görünüş verilebilir. Bazı plastiklerin saydamlık derecesi %92 ile camın saydamlık derecesine ulaşmaktadır.
- Plastiklerin ışığı geçirme özellikleri yapılarına göre çeşitlilik göstermekte olup sanayide ve günlük hayatta kullanılan optik özellikli plastikler üretilmektedir.
- Plastiklerin katıksız yoğunlukları $0.9-2 \text{ gr/cm}^3$ kadardır.

2.2.2 Mekanik Özellikleri

- Plastikler, yüksek çekme direncine ve orta derecede uzamaya sahiptir.
- Plastikler iyi bir çarpma direncine sahiptir.
- Plastiklerin mekanik özelliklerine en çok etkiyi, sıcaklık yapmaktadır.
- Sıcaklığın artmasıyla, esneme noktasında, kopma ve elastikiyet modülünde hızlı bir düşme görülür; uzama artar.

2.2.3 Elektriksel Özellikleri

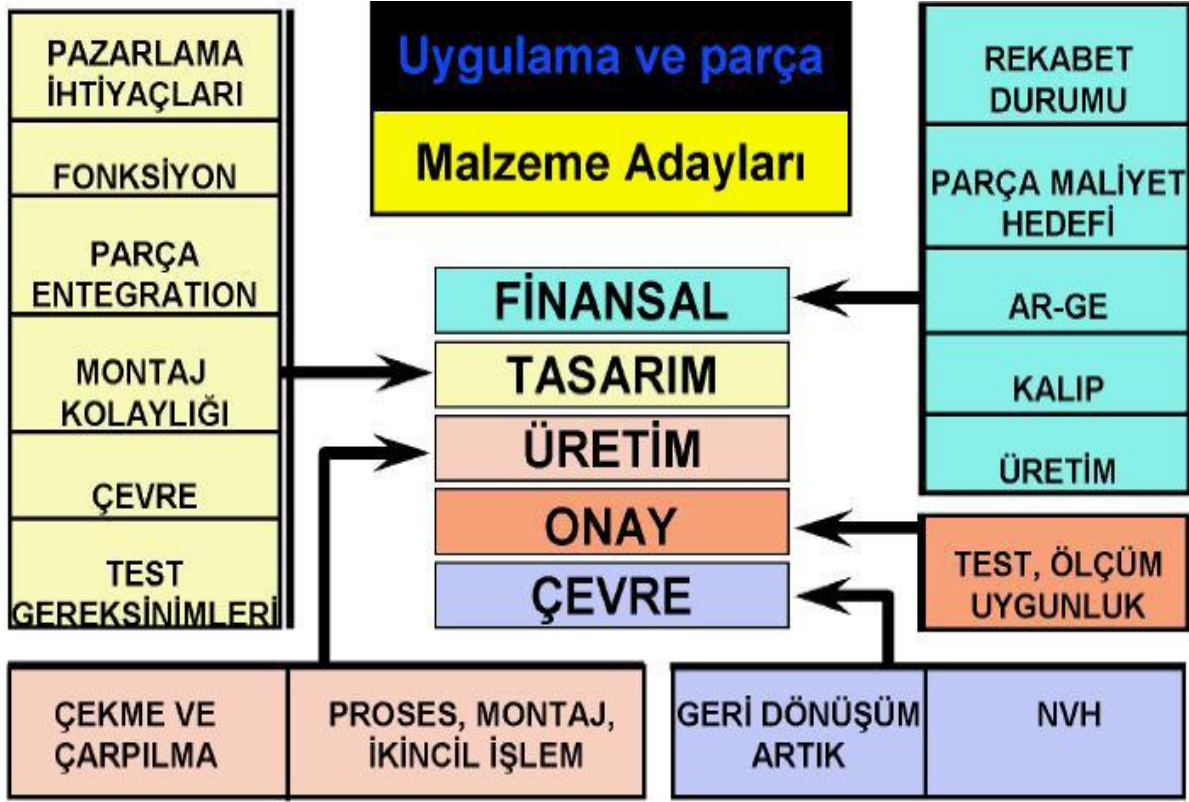
- Plastiklerin tümü, normal voltaj ve frekansta iyi yalıtıcıdır. Voltaj ve frekans düştükçe yalıtıcılık artar.
- Plastik bileşimine metal tozları, grafit, karbon siyahı gibi maddeler katılarak plastiklerin iletkenlikleri sağlanabilmektedir.
- Plastikler istenilen niteliklerde elektrik malzemelerinin, ekonomik olarak üretilmesine imkan sağlamaktadır.

2.2.3 Isısal Özellikleri

- Plastikler düşük ısı iletkenlik katsayısına sahiptir.
- Plastikler düşük ısı genişleme katsayısına sahiptir.
- Plastiklerde yanma özelliği çeşitlilik göstermektedir.
- Plastiklerin ısıya karşı olan direnci çok düşüktür.
- Termoplastlar ısıyla yumuşama özelliğindedir (50-125°C).
- Termosetler nispeten ısıya dayanıklıdır (110-300°C).

3. PLASTİK ÜRÜN TASARIMI

Kaliteli bir ürün elde edebilmek için ürün birçok süreçten geçer. Bu süreçlerden kaliteyi en belirleyici süreç ürün tasarım sürecidir. Bir ürünün tasarım süreci Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Ürün tasarım gerçekleştirme süreci (Koyun, 2005)

- **Ürün ihtiyacının belirlenmesi:** Müşteri anketleri, pazar araştırmaları, şirket stratejileri doğrultusunda belirlenir.
- **Planlama:** Talepler doğrultusunda tasarım planı hazırlanır. Bu planda;
- **Girdi şartlarının belirlenmesi:** Ürün tasarımı yapılırken tasarım girdi şartlarının ayrı ayrı detaylandırılması gerekmektedir. Bu tasarım girdileri; hammadde, renk, boyut, kullanım amacı ve fonksiyonel özellikler, estetik ve görünüş, güvenlik, performans, ürün veya üründe kullanılacak parçalarla ilgili yerli ve yabancı ürün standart şartları, müşteriye sunum şekli, işaretleme, muadili tasarımlardan yararlanılacak özellikler vb.
- **Fizibilite raporunun hazırlanması:** Belirlenen girdi şartlarına bağlı olarak bir fizibilite raporu hazırlanmalıdır. Fizibilite raporu; detaylı malzeme listesi, hammadde seçimi, mevcut girdilerden (parçalardan) hangilerinin kullanılıp kullanılmayacağı, kalıp adedi, göz sayıları ve yaklaşık olarak kalıp üretim süresi, yeni aparat ve teçhizat ihtiyacı, fason montaj işçilik kapasitesi, gerekli eleman sayısı, prototip maliyetleri bilgilerini içerir.

Fizibilite raporunda yukarıda verilen ve belirlenecek olan bilgilere bağılı olarak tahmini yatırım ve üretim maliyetleri detaylandırılır. Fizibilite raporunun sonuçlarına göre tasarım çalışmaları başlar, revize edilir ya da iptal edilir.

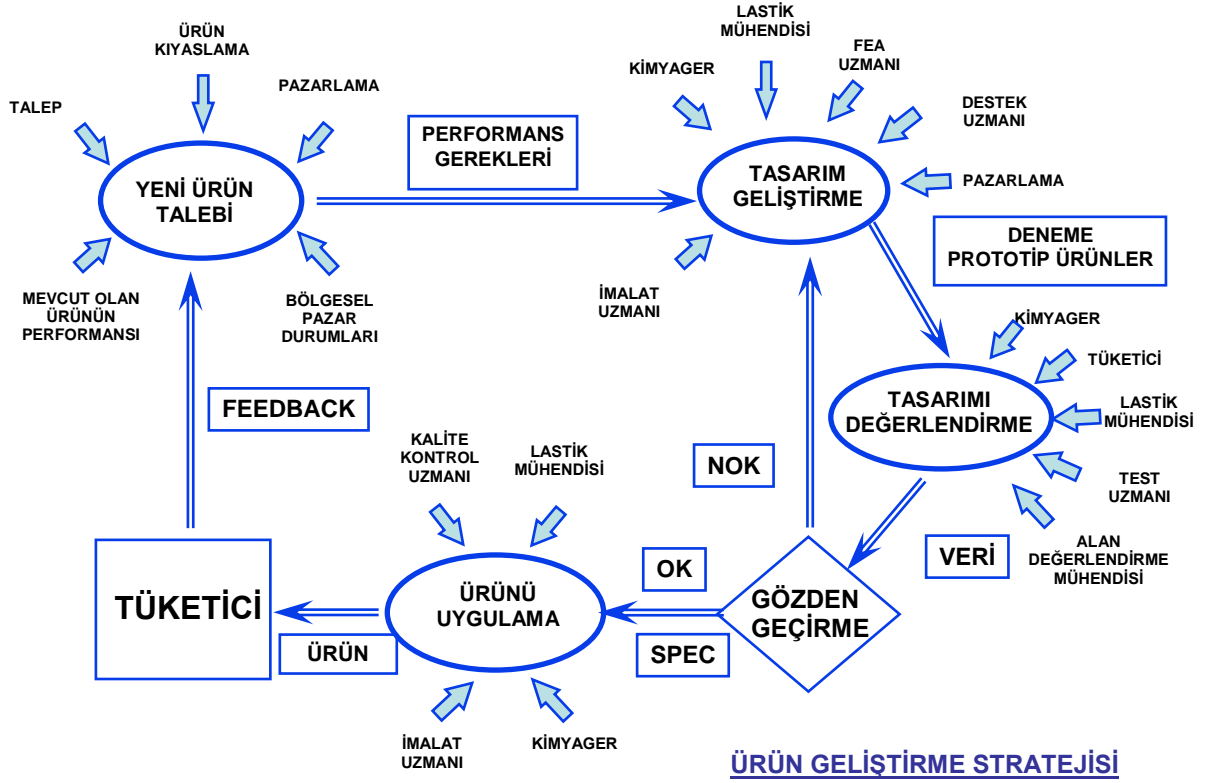
- **Prototip çalışması:** Ürünün prototip resimleri hazırlanır ve bu resimlerden uygun olanlar seçilir. Seçilen prototip resimlerine göre gerekli görülen parçaların prototip üretimi gerçekleştirilir. Prototipler tamamlandıktan sonra onaya sunulur. Prototipi onaylanmayan ürünler için belirtilen şekilde yeni prototip resimleri hazırlanarak yeni prototip üretimi gerçekleştirilir.
- **Parça resimlerinin hazırlanması:** Prototip çalışması onaylanan ürünlerin parça resimleri hazırlanır.
- **Kalıp üretimi ve kalıp onayları:** Kalıplanacak olan parçaya ait tasarım verileri kalıp haneye (kalıp tasarımcılarına) iletilir. Kalıp tasarımcıları kalıplanacak olan parçaya göre kalıbın tasarımını bilgisayar ortamında gerçekleştirir. Tasarımı tamamlanan kalıbın; gerek üretiminde kullanmak üzere gerekse kalıbın yapım aşamalarını kontrol altına almak üzere kalıp tasarım dosyası kalıp tasarımcıları tarafından hazırlanır. Kalıp üretimi için gereken tüm malzemeler temin edilir. Kalıp tasarım dosyası, kalıp yapımının ilk aşaması olarak başlar. Kalıplar kalıp ustaları tarafından üniversal takım tezgahları ve gerekli teçhizat kullanılarak kalıp tasarım dosyasındaki resimlere göre işlenir ve kalıp toplanır. Biten kalıplar kontrol edilir. Uygun olan kalıplardan deneme baskısı alınır. Deneme baskısından çıkan parçanın üretim resmindeki tüm boyutları ölçülür. Boyut ölçümleri dışında, bu numunelerin tümünde; renk, parlaklık, çapak, çöküntü, göz no vurulup vurulmadığı, işaretleme, çizik, kırılma, hammadde, şişkinlik, simetriklik, montaj uygunluğu kontrolleri yapılır. Yapılan boyut ve fiziki kontrol sonuçları; parça baskılarıyla ve kalıbın çalışmasıyla ilgili olarak görüşleri, tasarım çalışması yapılan yeni ürünün (rakip firmaların piyasada aynı üretimi varsa), rakip ürünlerine göre olan farklılıklar doğrultusunda değerlendirilir. Uygun bulunması halinde kalıp onayı verilir. Kalıplardan kaynaklanan bir uygunsuzluk tespit edilmesi halinde uygunsuzlukların giderilmesi istenir. Deneme baskılarının incelenmesinden sonra, gerekirse uygun görülen deneylerin yapılması talep edilir. Deney raporlarına göre tasarım tekrar irdelenir. Gerekirse tasarım planı revize edilir.
- **Hammadde, teçhizat ve tedarikçi (fasoncu) temini:** Belirlenmiş olan yeni hammadde, malzeme, parça, tedarikçi (fason işçilik), ihtiyaçlarının nereden, nasıl, hangi fiyata temin edileceği araştırılır ve sözü edilen girdilerin belirlenen sürede temini gerçekleştirilir.

Tasarım için ihtiyaç duyulan makine, ölçü aleti, teçhizat, eleman ihtiyacı, üretim adetleri, kalıp göz sayıları ve tahmini üretim aşamalarını içeren bilgiler ilgili bölümlere ulaştırılır. İlgili bölümler söz konusu bilgilerle ilgili araştırma, takip, satın alma, eleman istihdamı ve gerçekleştirmeyi sağlar. Ambalaj ve kullanma kılavuzu temininde grafik tasarım çalışmaları onaylanır.

- **Deneme üretimi:** Kalıpları onaylanan ve hammadde, cihaz, makine, aparat vb. teçhizat ihtiyacı temin edilen yeni ürünlerin deneme üretimleri gerçekleştirilir. Deneme üretimi gerçekleştirilen ürünlerin, tasarım girdi şartlarında belirlenmiş olan testler ve deneyler yapılır.
- **Tasarım çıktıları:** Deney sonuçları tasarım çıktıları, olarak değerlendirilir ve tasarım girdi şartlarını karşılayıp karşılamadığı incelenir. Tasarım çıktıları olarak; boyut ölçüm sonuçları, görünüş ve estetik, baskı, montaj ve seri üretime uygunluk, ilgili yerli ve/veya yabancı standart ürün şartlarının karşılanması, güvenlikle ilgili deney sonuçları, performansla ilgili deney sonuçları, fonksiyonel özellikle ilgili deney sonuçları, rakip firmaların mevcut ürünleri ile mukayesesi, müşteriye sunum şartları, teknik verilerin uygunluğu/yeterliliği, önceki üretilen ürün ile farklılıklar incelenir.
- **Tasarım doğrulama:** Onaylanmayan (doğrulanmayan) tasarım çalışmaları, uygunsuzluk teşkil eden hususun düzeltilmesi için uygunsuzluğun niteliğine göre yapılarak çalışma bu prosedürün ilgili maddesine göre tekrarlanır. Tasarım çalışması doğrulanana kadar çalışmalara devam edilir. Tasarım doğrulamasının yapıldığı ürünlerin seri üretimine başlanılır.
- **Tasarımın geçerliliği:** Tasarımı doğrulanan ve seri üretimine başlanan ürün aylık hata bildirim, laboratuvar test ve müşteri şikayetleri ile takip edilir. Tasarım planında belirlenen süre sonunda tüm bu raporlar incelenerek değerlendirilir (Koyun, 2005).

3.1 Lastik tasarımı

Taşıtların lastiği tasarımı da plastik üretim tasarım aşamaları ile benzerdir. Lastikte tasarım aşamaları Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Lastik geliştirme süreci

Şekil 3.2’de gösterildiği gibi lastik geliştirme prosesinde birçok süreç vardır. Ayrıca lastik tasarımında dikkate alınan, lastikten beklenen ve lastikte olması gerekenler Şekil 3.3’te gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Lastikte olması beklenen özellikler

Lastik geliştirme adımları şöyledir.

- Karkas ve lastik şekli, kuvveti, gücü, ebatları ve konturlarının tanımlanması
- Komponentlerin, bunların ebatlarının, bitim noktalarının ve hamurlarının tanımlanması
- Sırt desenin tanımlanması
- Yanak dizaynının tanımlanması ve yanakta olacak damgaların belirlenmesi
- Üretim prosedürlerinin ve imalat maliyetinin tanımlanması
- Gerekli olan yerlerdeki performans durumları ile ilgili düzeltmelerin yapılması
- Tasarımda yapılması gereken değişikliklerin değerlendirilmesi
- Kalıp tedarik etme ve bu konuda kapsamlı bir araştırma yapılması
- Uygun olan kalıbın seçilmesi
- Deneme üretimleri
- Deneme üretimlerinde çıkan problemlerin tasarımda giderilmesi
- Seri üretime geçilmesi

4. TAŞIT LASTİKLERİNİN HAMMADDELERİ

Lastik hammaddesi kauçuk olmakla birlikte kord bezi ve çelik teller ile çeşitli kimyasal maddelerin birleşiminden oluşan ve aracın yer ile temasını sağlayan tek ve en önemli parçadır. Tekerlek, insanlığın bildiği en eski mekanik araç olarak değerlendirilmektedir.

Lastik, bazı tropik bitkilerin sütümsü öz suyundan (lateks) doğal halde elde edilen kauçuğun petrol ve alkolle bileşimiyle elde edilen maddedir. Fransız bilim adamları tarafından 1736'da Güney Amerika'da tanımlanan ve 1840'ların başında Charles Goodyear tarafından kükürtle sertleştirme işlemi gerçekleştirilen kauçuk, bu yıllardan itibaren endüstrideki yerini almış ve ticari önem kazanmıştır. Goodyear'ın bu yöntemi, kükürtleme işlemi hızlandırıcı ve kırılmaya karşı kauçuğun direncini artırıcı bazı kimyasal maddeler katılmasıyla zamanla geliştirilmiştir.

İlk önce lastik, kükürt + kauçuk olarak elde edilmiş ve sonraları önem kazanması nedeni ile lastik içerisine yabancı maddeler katılarak iyileştirme yoluna gidilmiştir. Ayrıca boya maddesi de ilave edilerek değişik renklerde plastiğin üretimine geçilmiştir.

Havanın etkisine karşı uzun ömürlü olabilmesi için, lastik içerisine plastiklerden fenoller, aminler ve ayrıca bazı tuzlar eklenmiş ve dayanımını artırmak amacıyla lastik içerisine amorf karbon ve yumuşaklık vermek için sterik asit eklenerek, gelişen teknolojiye paralel olarak günümüzde farklı hammaddeler sayesinde çok amaçlı özel lastikler üretilmekte ve bunlardan da çeşitli parçalar yapılmaktadır.

Özel amaçlı lastikler, yüksek basınç ve dayanım gösteren makine kayışları, hortumlar, otomobil lastikleri ve benzeri parça yapımında çok kullanılmaktadır. Hepsinin tasarım üretim aşamaları benzer olmakla birlikte bu çalışmada genel olarak otomobil lastiklerinin hammadde, tasarım ve üretim aşamalarından bahsedilecektir. Taşıtların lastiklerinde önemli olan kriterler lastiğin görevleri olarak tanımlanan; yön verme, yükü taşıma, amorti etme, sürme, kuvvetleri aktarma, kalıcı olma gibi birçok sayıda fonksiyonu yerine getirmesidir.

4.1 Kauçuk

Kauçuk, bitki öz suyundan elde edilen bir lifdir. Doğal kauçuk, ağaçların öz suyundan yapılır. Sentetik kauçuk, kimyasal endüstri tarafından yağdan üretilir. Her iki tür de çok yönlü maddeleridir.

Brezilya, Seylan, Meksika, Cava Adası, Orta ve Doğu Afrika'da yetişir. Yüzlerce yıldan beri doğal kauçuk, kauçuk ağacına çizikler atmak suretiyle süt halinde akan içindeki öz suyu toplayarak, bu suyu kurumaya ve sertleşmeye bıraktıktan sonra çeşitli muamelelerle

kullanılacak hale getirme şeklinde elde edilmektedir. 20. yüzyıl boyunca kimyadaki ilerlemeler yağdaki kauçuğun kullanılarak suni versiyonunun yapılmasını sağlamıştır.

4.1.1 Tabii (Doğal) Kauçuk

Bugün ortalama olarak bütün tabii kauçuk *Havea Brasiliensis* ağaçlarından elde edilmektedir. Bu ağacın büyümesi çok çabuktur (6-7 yılda bir kauçuk verir). Kauçuk ağacı 20-30 metre 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, 10-15 cm. 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 ve ya santrifüjlemeyle pıhtılaşmayı sağlayan 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 hidrokarbonu mevcuttur. Ağaçtaki bu yaradan lateksin akışı çok yavaştır. Latekste su miktarı genellikle fazladır. Aynı zamanda lateks içinde %0,30-0,70 kül, %1-2 protein, %2 resin, ve %5 sulu reçine vardır. Resin olarak steroller, sterol esterleri, sterol glukosidler ve büyük miktarda çözölmüş yağ asitleri bulunur. Yağ asitleri kauçuğun vulkanizasyonu esnasında kuvvetli etki gösterir. 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 önemli ölçüde azaltır (Semegen,1973).

Yetiştirilmiş ağaçlardan toplanan lateks tabii kauçuğun kaynağıdır. Kauçuğun üretildiği özsu "lateks" sütü andıran hafif kırmızımsı veya sarımsı sıvıdır. Burada kauçuk taneleri 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.

Ağaçlardan toplanan lateks mümkün olduğu kadar çabuk kurutulur. Bu kurutma işlemi düz ve sıg bir havuzun içine boşaltılan lateksi ağaç kabuğundan ve kirlilerden 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.

Latekste ikinci işlem pıhtılaşmadır. Formikasit veya alüminyum şapları ile tuz asitleri ve floro silisik asitte 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 ağaçlarda böyle bir işlem uygulamaya gerek yoktur. Pıhtılaştırma işleminde %12 kadar katı madde ihtiva eden lateksin 100 litresine %90'lık 40 ml formik asit ilavesi yapılır. Yalnız asit kullanılmadan önce %4'lük bir konsantrasyonda sulandırılır. Temiz bir latekste 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 lateksteki pıhtılaşma en hızlı ve iyidir. Bu işlemlerle lateks içindeki kauçuk katı hale getirilir (Semegen,1973).

4.1.1.1 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 kalıcı özellik göstererek plastik tabiatlı olur. Kauçuk oda sıcaklığının üzerinde bir sıcaklıkta gerildiğinde ve bırakıldığında tekrar eski haline dönmez. 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 özellikleri dengelenmiş olması avantajları, üretimdeki zorlukları dezavantajı olarak sayılabilir (Semegen,1973).

4.1.1.2 Tabii Kauçuğa Uygulanan Önemli Testler:

Tabii kauçuğa uygulanan önemli testler şöyledir:

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.

Mooney Testi:

Test kauçuğun akışkanlığının tespiti için yapılmaktadır. Belirli bir sıcaklıkta ve süre sonunda kauçuğun sonsuz dönen rotara verdiği direncin sayısal ifadesidir. Sonsuz dönme kendi eksenindedir. Mooney ölçülen rakamın birimidir. Yumuşaklığı ve sertliği mooney cinsinden ölçülen rakamla görürüz. Yumuşak kauçuğun mooneyi düşük, sert kauçuğun yüksektir. Test esnasında rotor istenen 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 karışmaya bilir. Karıştırma işleminin yapıldığı proses banburyde gerçekleştirilir. Banbury 2-3 dakika kadar çalıştırılır. 170-180 kg arasında hamur karıştırılır. Buradaki işlemin hatalı olmaması için mamulün mooneyinin çok iyi bilinmesi ve karıştırma süresinin buna göre ayarlanması gerekir. Aksi takdirde düşük mooneyde fazla çalışırsa ürün yanabilir, yüksek mooney de az çalışırsa karışmayabilir.

Yağ Testi:

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

Yaşlanma Direnci Testi:

Bu özel koşullarda yüksek sıcaklık, basınç ve buharla yapılan bir testtir. Kauçuğun yaşlanmaya karşı direncini ölçmek amacıyla yapılmaktadır.

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.

Polietilen Kalınlığı:

Üretim için gelen kauçuk polietilene sarılıdır ve bunlar banbury makinesine sarılı şekilde atılırlar. Banburyda proses sıcaklığı 120-130°C’ dir. Örneğin polietilen 130°C üstünde eriyen bir yapıda ise polietilen parçaları bünyede kalmaktadır ve ıskartaya neden olmaktadır.

4.1.2 Sentetik (Suni) Kauçuk

Sentetik kauçuklar, küçük yapı taşları monomerlerin bir araya gelmesiyle üretilmektedir. Bir çok sentetik kauçuk sıvı ortamda oluşan lateksin pıhtılaşması ile elde edilir. Bu tip polimerizasyona emülsiyon polimerleşme eğer kauçuk iki farklı monomerden meydana geliyorsa, bu reaksiyona kopolimerleşme denmektedir.

4.1.2.1 Stiren-butadien Kauçuğu (SBR)

Kısa adı SBR' dir. 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 kısmının sağlar. Bu oran %60'tır. Polibutadien kauçuğu soğuğa ve aşınmaya karşı dayanıklı olmasına karşın özellikle ıslak yollarda kayma direncine yetersizdir. Dolayısıyla tek başına fazla kullanılmamaktadır. Genellikle SBR ile karıştırılarak karakteristikler iyileştirilebilir ve binek otomobil lastiklerinde kullanılır (Saltman,1973).

Yüksek sıcaklık, yağ ve çözücülere karşı çok dirençlidir. Fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi için karbon siyahı ve diğer dolgu maddelerinin ilavesi gerekir. Butadien ve stiren monomerlerinin ilaveleri soğuk, sürekli, emülsiyon polimerizasyonu yöntemiyle polimerleştirilerek bir kopolimer olan SBR üretilir. %22,5 - 24,5 bağlı stiren içeren kauçuğun 1500, 1502, 1712 türleri kullanılır.

4.1.2.2 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; butilin sızdırmazlığı yüksektir. İkinci özelliği tam olarak pişmemesi yani vulkanizasyon olmamasıdır. Bazı lastiklerde butilin sızdırmazlığı yeterli değildir. Bunlarda ise holojen butiller kullanılır. Örneğin; klorobutil-bromobutil, bunlar iç lastiksiz tipi lastiklerde 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 nitrilkauçuklar gibi diğer elastomerler, toplam sentetik kauçuk tüketiminin büyük bir kısmını meydana getirirler.

Butil kauçuğu isobutilen ile isoprenin kopolimeridir. Tabii lastikler gibi butil lastikleri amorf olup, uzatıldıklarında bir dereceye kadar kristalin hale gelir. Bununla birlikte, doğal lastikten

farklı olarak, butil lastikleri soğuma sırasında kristalize olmazlar. Butil lastikler gerilme karşısında elastik tepki gösterirler. Elastik tepkide yavaşlık, taşıt yola tutunma özelliği arttırmada yararlıdır.

4.1.2.3 Cis-Butadien Kauçuğu (CBR)

En önemli özelliği çok fazla sıçrama kabiliyetidir. Düşük ısı neşrederek yüksek sıçrama özelliği 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 özelliği vardır. Butadien monomeri özel koşullarda çözelti polimerizasyonu yöntemi ile polimerleştirilerek bir homopolimer olan CBR üretilir.

4.1.2.4 Sentetik Kauçuklara Uygulanan Önemli Testler

Sentetik kauçuklara uygulanan önemli testler şöyledir.

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 kauçuktaki gibidir. Test kauçuğun akışkanlığının tespiti için yapılmaktadır. Mooneyi etkileyen parametreler; zaman, sıcaklık ve çalışma süresidir.

Yağ Testi:

Sentetik kauçuğun içindeki yağ miktarını belirlemek için yapılır. 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.

Nem Testi:

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 düşürülerek çıkan sonuçlar yani kauçuğun ilk tartısı ile fırından sonraki tartısı nem oranını verir.

Kül Testi:

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

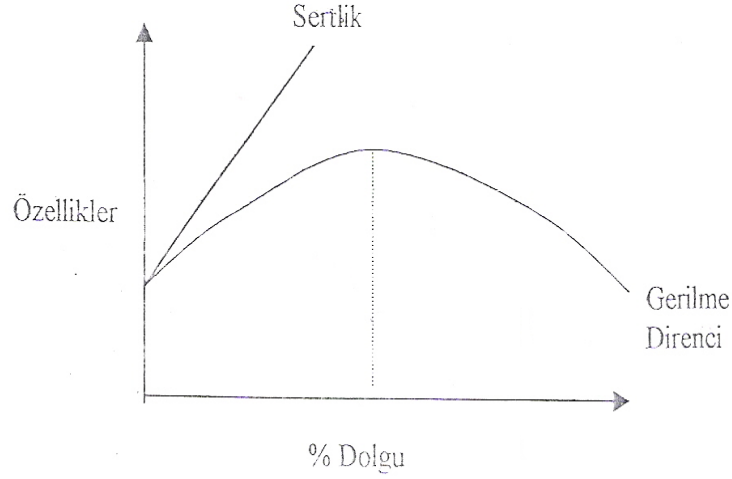
Polietilen Kalınlığı:

Üretim için gelen kauçuk polietilene sarıdır ve bunlar banbury makinasına sarılı şekilde atılırlar. Banburyde proses sıcaklığı 120-130°C’dir. Mesela polietilen 130°C üstünde eriyen bir yapıda ise polietilen parçaları bünyede kalmaktadır ve ıskartaya sebep olmaktadır. Eğer bilinmeyen bir kalınlıksa hamurda karışmayıp yabancı maddeye sebep olur.

4.2 Karbon Karaları

Karbon karası çok ince taneli ve koyu siyah renkli, amorf haldeki karbon türlerinin adıdır. Çoğunlukla hidrokarbonların eksik yanması sonucunda kurum olarak elde edilirler. Güçlendirici dolgu maddesi olarak malzemelerin korozyon ve aşınmaya karşı direncini artırır. Standart otomobil lastiğinin yaklaşık olarak ağırlığının dörtte biri karbon karasıdır. Lastiğin direncini, mukavemetini sağlar. Bütün direnci karbon karası çeker. Karbon karasının yanma riski olduğundan dolayı banburyde karıştırılırken sıcaklığa çok dikkat edilmelidir. Karbon karası güçlendirici etkisini, kauçuk radikallerinin karbon karası yüzeylerine bağlanmasıyla yerine getirmektedir.

Karbon karasının kauçukla karıştırılmasının nedeni; kullanma ömrünü uzatmak, özellikle eskime ve aşınmaya karşı mukavemet sağlamak, ışığın bozulmayı arttıran etkisine karşı koruyucu olmak, bütün kauçukların kopma dayanıklılığında görülebilir bir kayıp olmaksızın sertliği değiştirmektir. Bütün bunları sağlarken karbon ilavesinin miktarı çok önemlidir ve belli bir miktarı aşmamalıdır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi sertlik karbon karası ilavesiyle lineer olarak artmaktadır. Diğer taraftan gerilme direnci belirli bir miktardan sonra azalmaktadır.



Şekil 4.1 Karbon karası ilavesiyle özelliklerin değişimi

4.3 Yağlar

4.3.1 Kimyasal Yağlar

Toz şeklinde yağlardır. Peptitleştirici olarak adlandırılır. Kauçuk banburye atıldığı zaman kesilmeye başlar, ancak kesilen yerlerden tekrar yapışır. Bunu önlemek için üzerine bir miktar yağ koyulur. 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.

4.3.2 Fiziksel Yağlar

- a. **Madeni Yağlar:** Parafinik ve aromatik olarak ikiye ayrılırlar. Bu yağlar kokularından ayırt edilebilir. Aromatik güzel, parafinik kötü kokuludur. Aromatik bir bileşik aromatik yağ ile, parafinik bir bileşikte parafinik bir yağ ile karıştırılır.
- b. **Bitkisel Yağlar:** Hint yağı ve çam katranıdır. Çam katranı pişmeyi önler.

4.4 Hamura Katılan Diğer Kimyasallar

4.4.1 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

4.4.2 Yaşlanma Geciktiricileri

Antioksidantlar ve antiozonlar olarak ikiye ayrılabilirler de kesin bir ayırım yapmak zordur. Kauçuk molekülleri dış etkilere karşı çok hassastır. 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 ise kalite kaybına uğrar.

Yaşlanma geciktiriciler genellikle statik koruyucularla beraber kullanılır. Bunlar; mikroristalin wax ve parafindir. Bu koruyucuların fonksiyonu fizikseldir, yüzeye kuma yaparak yüzeyde koruyucu bir film tabakası oluşturur. Statik koruyucular istendiği kadar kullanılmaz. Belirli miktarda kullanılması gerekir, 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 oluştururlar. Servis esnasında sıcaklık arttıkça statik koruyucular migrasyon görevini yerin getirebilir. Bu nedenle statik koruyucuların erime noktaları önemlidir. Örneğin; parafin 58–60°C gibi düşük bir erime sıcaklığına sahiptir. Antioksidant PBN (veya flectol flakes) ve antiozonant IP (satisflex IP) gibi, özellikle antiozonantların bileşimim içinde ısı etkilerine karşı da direnci vardır ve bu maddeler kombinasyon içinde kullanılır (Stephens,1973).

Antioksidant 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 ve fenolik tiptedirler. Aminler kuvvetli koruyucu maddelerdir. Renk bozukluğu ve lekelenmenin problem olmadığı otomobil lastiklerinde ve diğer koyu renkli lastik eşyada kullanılır.

4.4.3 Dolgu Maddeleri

Aktif ve aktif olmayan olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Fakat her dolgu materyali bileşimin özelliklerini etkilemektedir. Dolgu ilavesiyle bileşimin gerilme direnci, uzama, sertlik modülü ve aşınma özellikleri değişmektedir. Kauçukla tek başına kullanılmaz ancak katkı ilavesiyle yararlı bir ürün haline getirilir. Dolgular için renklerine göre sınıflandırma yapılabilir. Beyaz dolgulardan SiO₂ (aktif) örnek olarak gösterilebilir. Bunlardan bir kısmı sadece karışımı sertleştirmek için veya seyreltmek içindir. Diğerleri ise destek veya güçlendirme adı verilen büyük etkiye sahiptirler. Killer, kalsiyum karbonat, öğütülmüş kömür, barit-ince öğütülmüş hemen hemen her katı lastiğe katılabilir. Bunlar lastiğin gerilme özelliklerinde azalmaya neden olsa 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.

4.5 Kord Bezi

Üretilen tekstil materyalinin %80'i lastik endüstrisinde kullanılmaktadır. Lastik endüstrisinde tekstil terimi geniş anlamıyla; yapısal olarak güçlendirici materyallerdir. Tekstil materyallerinin bileşimlerde kullanılmasının en önemli nedeni; tekstil materyalinin lastiğin uzamasını kontrol altına almasıdır. İyi bir şekilde proses edilmiş bir lastik bileşimi 4000 psi' da parçalanmakta; tekstil ile birlikte ise dayanıklılığı 100000 psi'ya ulaşabilmektedir. Kıyaslama yapıldığında kopma anında tekstil fiberleri %20, bileşim ise %600 uzanımına sahiptir. Kordların güçlendirici etkisi; kordlar oldukça yüksek yorulma direnci nedeniyle lastik yapının en önemli materyalidir. Kordlar lastiğe; şekil, ebat kararlılığı, yorulmaya karşı direnç ve yük taşıma kapasitesi gibi özellikler kazandırır. Lastiğe gerçek mukavemeti veren kord bezidir.

Kord bezlerinin de bazı kontrolleri vardır. Öncelikler bu kontrollerin yapılması için sıcaklık ve nemden korunan bir laboratuvar olmalıdır. Kord bezi laboratuvarında sıcaklık 20 ± 2 °C, nem 60 ± 2 olmalıdır. İplik kontrolden 24 saat önce açılır odada bekletilir, sonra kontrolü yapılır. Kord bezlerine uygulanan testler şunlardır;

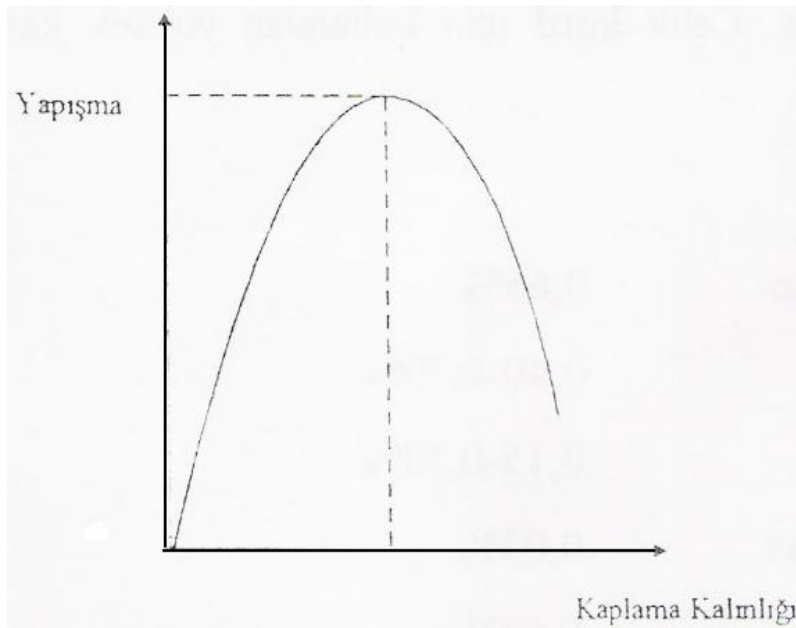
1. **Kopma mukavemeti:** Tensometre cihazı ile yapılmaktadır. Tensometrenin alt ve üst çenelerinin yardımıyla gerdirilir. Kopma anındaki mukavemeti tespit edilir ($10 \text{ N} \approx 1 \text{ kg}$).
2. **Belli kuvvette uzaması:** Kopma mukavemeti tespiti sırasında belli kuvvetteki uzaması da kontrol edilir.

3. **Naylon ve polyester kısalması:** 160°C'de yapılır. 2 dakika sürer, bu süreden sonra ortama çıkarılır. Test esnasında çeken kord, ortamda biraz uzar ama ilk boyu bulamaz. Fark kalıcı kısalmadır. 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 sayısı tespit edilir.
5. **Gram-metre tespiti:** 1 metre bez, nemden arındırılır, desigatörde soğutulur tartılır.
6. **Yapışma kontrolü:** Tensile test cihazında; alt kavrayıcı çenenin sabit hızla hareketi ile bileşim tabakalarının tekstilden ayrılması ile tamamlanır ve ayırma için gerekli ortalama kuvvet tespit edilir.

4.6 Çelik Kord

Radyal gövdeli lastiklerin sırt gövdesi boyunca 15 ile 25 derecelik açılarla üst üste ve çapraz biçimde kuşaklar yerleştirilir. Kuşakların görevi; lastiğin mukavemetini arttırmak taban izinin şekil değiştirmesini önlemek ve lastiğin yerle temas eden bölgesinin alanını arttırmaktır. İki tür kuşak bulunur. Birincisi bez dokumandan üretilen 'tekstil', diğeryse tellerden üretilen 'çelik' kuşaktır. Çelik kuşağın daha dayanıklı, daha emniyetli ve yüksek hızlara daha iyi uyum sağlaması, lastik üreticilerinin bu tür lastik üretimine yönelmesine neden olmuştur.

Bileşimin ham çelik korda yapışması zordur. Bunun için kord hazırlanmadan teller bakır, çinko alaşımı olan pirinç ile kaplanır. Bu kaplama korda yapışmasını sağlar. Ancak kaplama kalınlığı iyi ayarlanmalı yoksa belli bir kalınlığa geçince yapışma gücünün azaldığı görülür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Çelik kordun kaplama kalınlığı-yapışma grafiği

Çelik kordlara uygulanan testler;

1. **Kopma mukavemeti:** Teli koparma yükü gerilmemiş orijinal kesit alanına göre hesap edilir (N/mm^2).
2. **Kopmadaki Uzama:** Test örneğinin uzunluğunda meydana gelen artış orijinal uzunluğun yüzdesi olarak kabul edilir.
3. **Tel çapı:** Tel çapı mikrometre ile ölçülür. Bu ölçme yapılırken numara ve isimlerinin doğruluğu da kontrol edilir, teller sayılır.
4. **Gram metre tespiti:** 1 metre kord kesilir ve tartılır.
5. **Yapışma testi:** Bu test için çelik kord çok temiz olmalıdır. 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 makinesinin çenelerine takılır ve zıt yönde kuvvetle çekilir. Bu bileşimin telden koptuğu ayrıldığı andaki kuvvet yapışma kuvvetidir.
6. **Sinirlilik testi:** Tel üretimi esnasında bir yere sürtülebilir ve bu sürtünmede tel bükülme yapar, telin yay şeklinde bükülmesi istenmeyen bir durumdur. Çünkü bu bileşime kaplandığında o kısmı kendini çekeceğinden şekil bozukluğu yaratacaktır. Bunun için iki yöntem uygulanır;
 - a. Tel bırakıldığında yay eğrisi şeklinde bükülüyorsa sinirlidir.
 - b. Bobinden 6 metre tel çekilir ve telin ucu bükülüp bırakılır. Bırakılan tel sinirli ise dönmeye başlayacaktır. Yarım tur dönmesi normal kabul edilir, fazlasında iade edilir.

4.7 Polietilen Bandaajlar

Bu hammaddeler arasında bu sektörde bolca kullanılan ancak lastiğe girmeyen bir madde daha vardır; polietilen bandaajlar. Polietilen bandaajlar 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 bandaaj konarak malzemelerin birbirine yapışması önlenir. Polietilene uygulanan kontroller; kalınlık, ebat(boy), rejenere olup olmadığıdır. Iskarta edilen polietilen geri dönüşümlü olarak kullanılır. Daha önceden kullanılan polietilen rejenere olmuştur ve rejenere polietilen lastik sanayinde istenmez ve polietilen rejenere olup olmadığına bakılır. Bu polietilen içindeki kabarcıklardan anlaşılır.

5. VULKANİZASYON

Kauçuğa gerekli katkı maddelerinin de ilave edilmesiyle elde edilen bileşiğe ısı verildiğinde, kauçuk plastik halden elastik hale geçmektedir. Kauçuğun sıcaklık etkisiyle meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucu kimyasal yapı değişikliğine uğrayarak kauçuk zincirlerinin çapraz bağlanması ve geri dönüşümsüz elastik özelliklere sahip duruma gelmesi olayına vulkanizasyon denir.

Vulkanizasyon için gerekli olanlar;

- Vulkanize olabilen bir kauçuk karışım
- Sıcaklık
- Basınç
- Zaman

5.1 Kükürt

Kauçuk ürünlerinin vulkanizasyonunu gerçekleştiren birçok kimyasal olmasına rağmen ticari olarak en çok bilinen kükürttür. Vulkanizasyonda kullanılan kükürt %99,5 saflıkta olmalı, yakıldığı zaman %0,5'ten fazla kül bırakmamalıdır. Kükürdün hamur içinde daha iyi dağılabilmesi için orta irilikte olanları tercih edilir. Normal kükürt kauçuk içerisinde bir miktar çözünmektedir. Kükürt, tabii kauçuk ve stiren-butadien sentetik kauçuğunda oda sıcaklığında rahatlıkla çözünür, cis-butadien sentetik kauçuğunda daha az çözünür. Sıcaklığın artması kükürdün çözünürlüğünü artırır. Böylece karıştırma sıcaklıklarında kauçuk içinde fazla miktarda çözünen kükürt, hamurun soğuyarak oda sıcaklığına gelmesi durumunda kauçuğun o dereceye göre taşıyacağı kükürdün fazlasını dışarı atmak istemesiyle hamur yüzeyine kusulacaktır. Vulkanizasyon öncesi dinlendirilmiş hamurlarda zaman zaman görülen beyazlanma olayının sebebi budur. İşte bu kükürt kusması, ürün yapımının yapışkanlığının kaybolmasına sebep olmaktadır. Lastik yapımında büyük problemler yaratmaktadır. Bunu önlemenin bir yolu kükürdün dozunu iyi ayarlamak veya çözünmez kükürt kullanmaktır. Çözünmez kükürt karbon sülfürde %65-95 çözünmeyen bir kükürt çeşididir. Kükürt 100°C'den sonra hızla çözünür ve çözüldükten sonrada yüzeye doğru difüzenir ve de yüzeyde kalır. Bu hava değişiminde fark edilir. Ani sıcaklık değişimlerinde karbon 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. Bu işlem mamulün, yarı mamul safhasında korunması için kullanılır. Ayrıca çözünmez kükürt zamanla çözünür hale dönüşebilir (Bristow,1986).

Çözülmeyen kükürtler, ön vulkanizasyona sebep olmaksızın belirli bir süre stoklanmak zorundaki lastik ürünlerde özellikle kaplama amaçlı sırt kauçuklarında kullanılmaktadır. Vulkanizasyon ısısı; çözülmeyen kükürdü normal kükürde çevirmekte ve kür üzerinden ters bir etki olmamaktadır. Çözünmez kükürdün, çözünür kükürde göre çok pahalı olması kullanımı sınırlamıştır. Bu nedenle normal kükürtle parçalanmaktadır. Çözünmeyen kükürt içeren karışımlar, 220°F'ı aşılmayan sıcaklıklarda proses edilmediği takdirde kükürt çok kararlı bir yapıya dönüşmektedir. Çözünmeyen kükürt uzun dönem depolanmamaktadır ve normal sıcaklıklarda bile normal kükürde dönüşmesi önlenememektedir.

Selenyum ve tellür elementleri de kükürtle aynı grupta, vulkanize edici olarak kullanılmaktadır. Genelde sekonder vulkanize edici olarak tercih edilmektedir. Neopren için vulkanize edici olarak metal oksit ZnO'dur. Butyl kauçuk, geleneksel kür edicilerle vulkanize edilmesine rağmen kırmızı kurşunlu-kinon türevleri de kullanılmaktadır. Silikon kauçuklar "benzoyl peroksit" ve "dicunil" peroksit gibi bazı organik peroksitler yoluyla kür edilmektedir.

5.2 Vulkanizasyonda Isı ve Zaman

Vulkanizasyonun veya çapraz bağlanmanın en önemli girdisi ısıdır. Reaksiyon zamanı ve hızı ısıdan çok etkilenir. Kabaca vulkanizasyon zamanının hesaplamak ve mukayese edip ısı zaman ilişkisini görebilmek için şöyle bir örnek verilebilir.

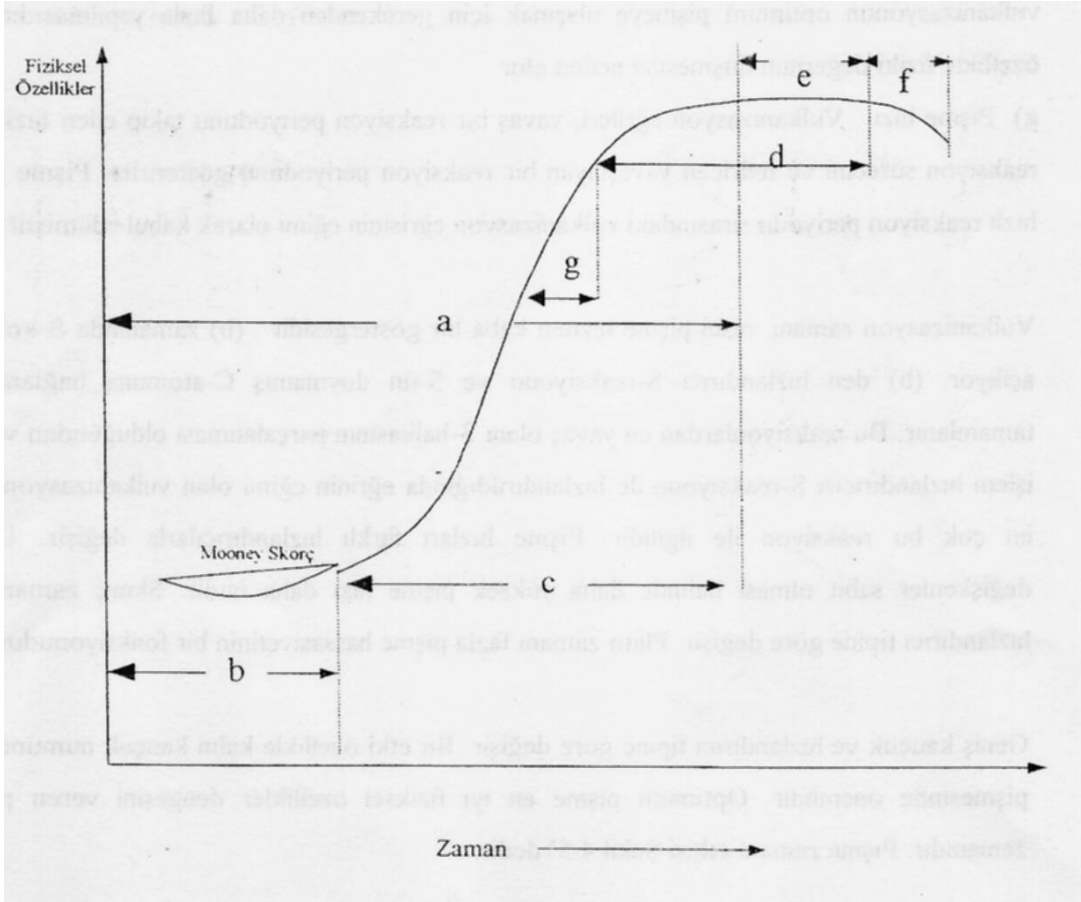
150°C'de 10 dakikada vulkanize olan hamur,

160 °C'de 5 dakikada,

140 °C'de 20 dakikada, vulkanize olur düşüncesiyle yaklaşık bir tahmin yapmış ve en az bir hataya düşmüş olunur.

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

5.3 Vulkanizasyon Değişkenleri

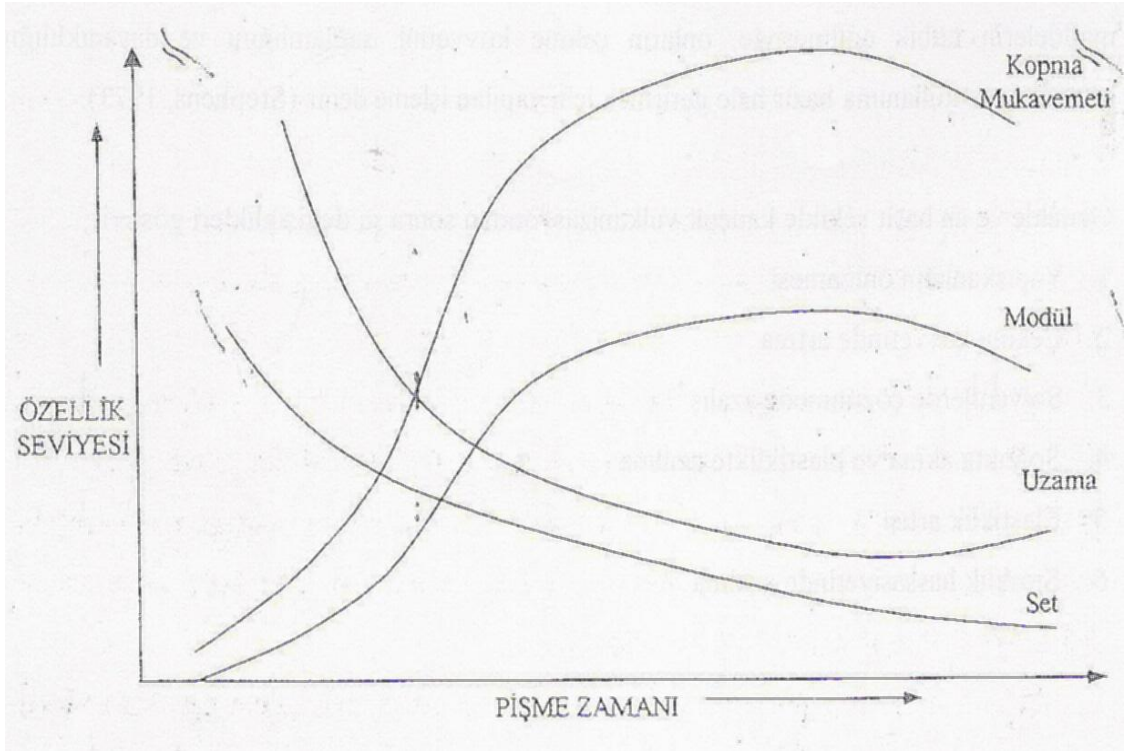


Şekil 5.1 Vulkanizasyon değişkenleri

- **(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'a 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 fiziksel değerinin düşmesine neden olur.

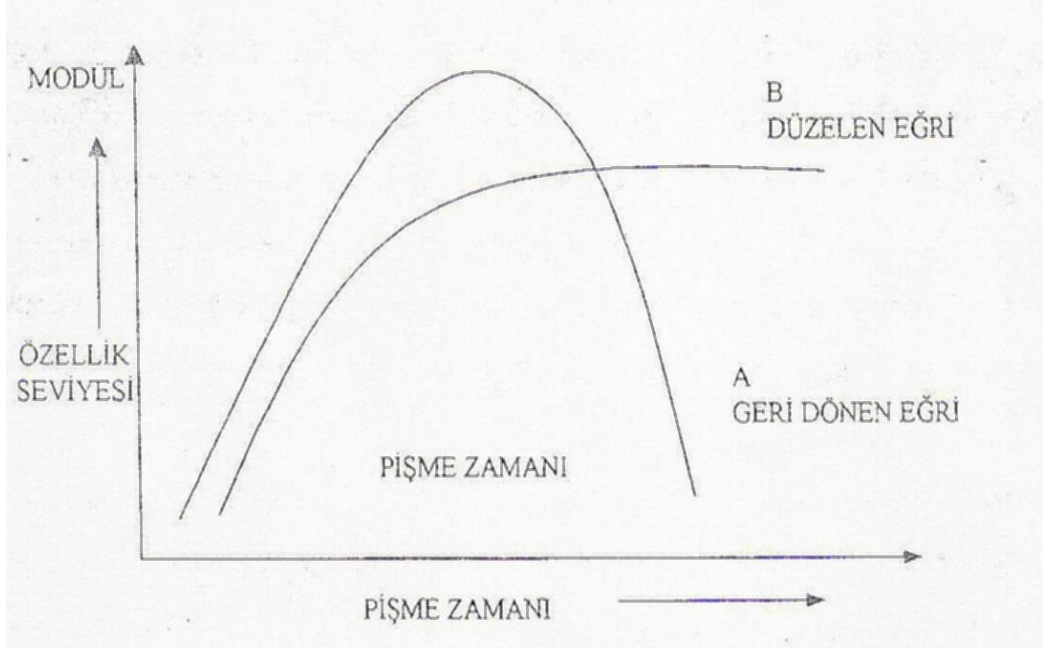
- **(g)Pişme hızı:** Vulkanizasyon eğrileri, yavaş bir reaksiyon periyodunu takip eden hızlı bir reaksiyon sürecini ve yavaşlayan bir reaksiyon periyodunu gösterir. Pişme hızı, hızlı reaksiyon periyodu sırasındaki vulkanizasyon eğrisinin eğimi olarak kabul edilmiştir.

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. 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 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.2 Pişme zamanının özelliklere etkisi

Pişirme sistemi de Şekil 5.3’de görülmektedir. 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).



Şekil 5.3 Pişirme sistemi

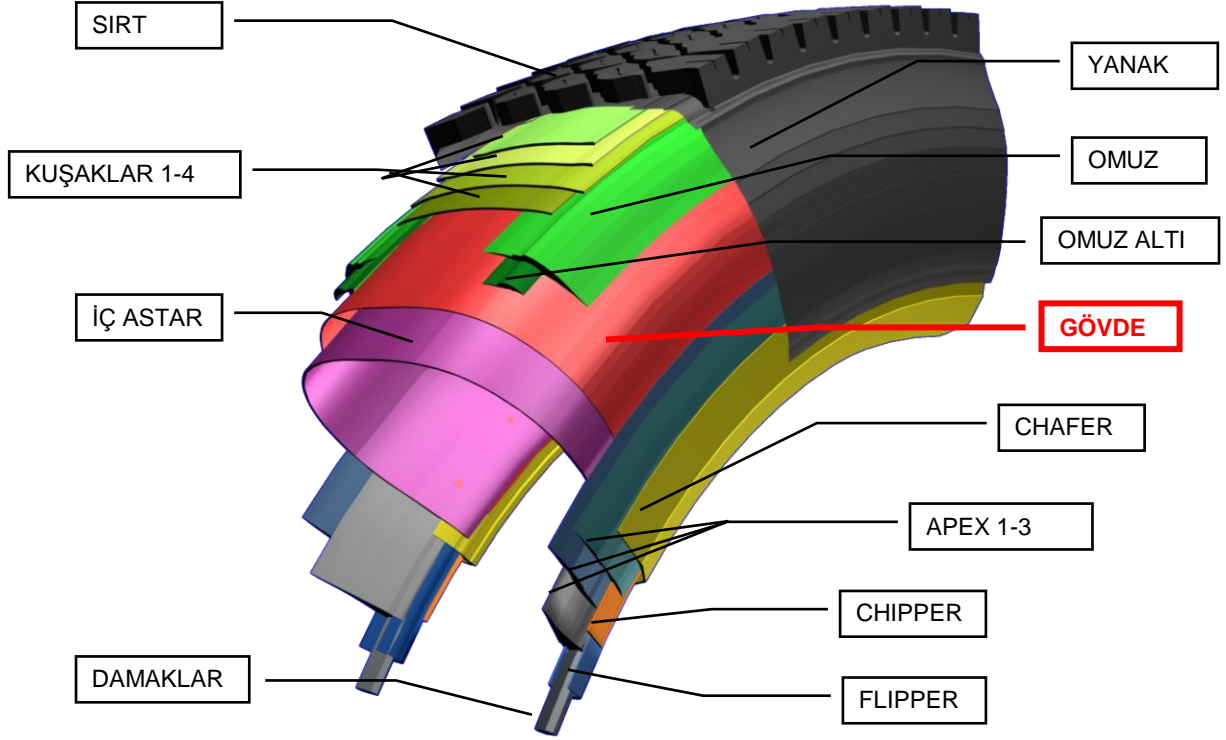
Genelde kauçuk vulkanizasyondan sonra şu değişiklikleri gösterir;

1. Yapışkanlığın önlenmesi
2. Çekme kuvvetinde artma
3. Soğukta akma
4. Elastiklik artışı
5. Sıcaklık hassasiyetinde azalma

6. TAŞIT LASTİĞİ

Kaliteli bir ürün elde edebilmek için ürün birçok süreçten geçer. Bu süreçlerden kaliteyi belirleyen süreç ürün tasarım sürecidir. Bu taşıt lastikleri içinde aynıdır.

6.1 Lastiğin Yapısı

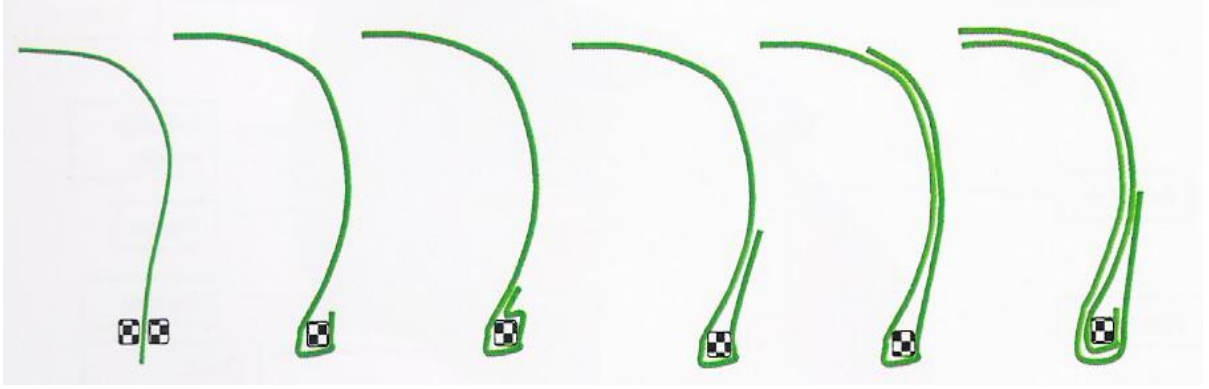


Şekil 6.1 Lastiğin yapısı

6.1.1 Gövde (karkas)

Lastiğin bir ucundaki damak telinden diğerine uzanan destek bölümüdür. Damak telinin etrafını dolaşarak lastiğe bağlanır. Polyester kord bezinden üretilen gövdede uzunlamasına ipler yükü taşır, yatay ipler ise yapıyı bir arada tutar.

Karkas içindeki açılı olan hamur kaplı iplikler lastiğin şeklini belirler. Bu iplikli kısım gövde içinde önemli bir yere sahiptir ve karkasın şeklini belirler. Bu iplikler lastikteki gücü kuşaklara ve sırtta iletirler. Hava basıncından dolayı bu iplikler baskı altındadır. Damak kısmında tellerin üzerine dolanması ya da dolanmaması gibi çeşitli montaj şekilleri vardır. Montaj şekilleri Şekil 6.2’de gösterilmiştir. Yanaklardaki esneklik ve ipliklere uygulanan baskı lastiğin dönüş kabiliyetini ve dayanıklılığını belirler. İpliklerin boyu, yoğunluğu ve açısı lastiğin yön değiştirmesinde ve yatay hareketlerinde önemlidir.



Şekil 6.2 İplikli yapının konstrüksiyonu

6.1.2 İç astar (İnnerliner)

Lastiğin iç yüzeyindeki ince bir kauçuk katmanı olan iç astar lastiğin hava sızdırmazlığını sağlar. Lastiğin içine sıkıştırılmış basınçlı havanın lastiğin dışına kaçmasını önler. Aynı zamanda oksijen difüzyonuna karşı dayanıklılığı artırır.

6.1.3 Damak

Lastiği jantın etrafında tutan yapıdır. Gerilmeye dayanıklı uzamayan çelik tellerden üretilir. Bu çelik tellerin hamur ile kaplanmış şekline bead denir. Damak (bead) lastikte değişmeyen mekanik bir direk gibidir bu nedenle en yüksek eğilme bükülme momentini taşır. Lastik üretim aşamasında damak (bead) üzerine sarılan apex, bükülme ve eğilmenin damak (bead) bölgesine iletilmesini kolaylaştırır. Damak (bead) bölgesinin konstrüksiyonu lastiğin dayanıklılığını arttırdığından ve lastiğe yön vermekte kolaylık sağladığından dolayı çok önemlidir. Damak (bead) lastik basıncıyla oluşan gerilme yüklerini taşır, janta dinamik güçleri iletir ve janta oturmayı sağlamlaştırır.

Ply: Damak bölgesinin etrafının saran tekstil kordlarının kauçukla kaplandığı komponent

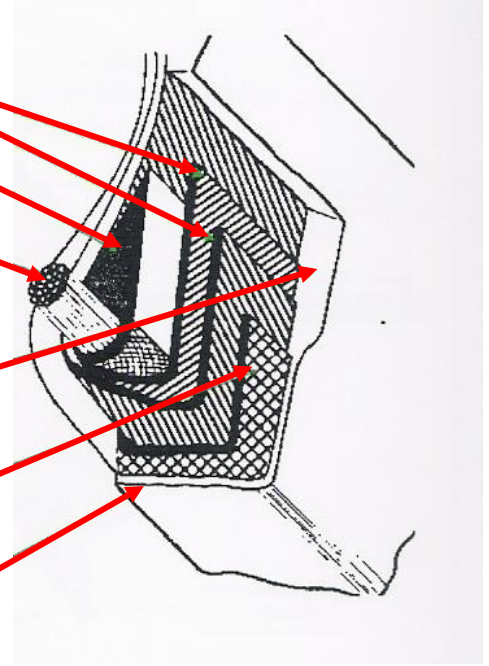
Apex: Yanak kısmında katılık sağlayan bölge

Bead bundle(damak teli): Lastiğin janta oturmasını sağlayan ve çevresel olarak bütün güçleri karşılayan bölge

Chafer: Lastiği janttaki çıkıntılara karşı koruyan bölge

Chipper: Açılı olarak döşenen tekstil kordlarının kauçuk ile kaplanmasıyla elde edilir. Damak bölgesine gelen kuvvetleri karşılamak için damak bölgesinin güçlenmesini sağlar.

Toe Guard: Lastik üretiminde komponentlerin montaj yaparken bead bölgesini korur.



Şekil 6.3 Damak konstrüksiyonu

Damak tellerinin görevleri;

- Yük taşıma,
- Dinamik güçleri, kuvvetleri janta ve jantan lastiğe iletmek,
- Lastiğin janta sağlam bir şekilde oturmasını sağlamak (hava sızdırmaz, güç iletim),
- Lastiğin kolay bir şekilde janta takılmasını sağlamak.

6.1.4 Apex

Üretim aşamasında damak teli üzerine sarılan apex;

- Katılık sağlar,
- Sert damak ile yumuşak yanak arasında iletişim sağlar,
- Deformasyona engel olur.

6.1.5 Chafer

Damak bölgesine uygulanan chafer;

- Damağın janta sürtünmesi ile oluşan aşınmaları önler,
- Dış etkilere karşı direnç,
- Dayanıklılık,
- Yüksek elastikiyet,
- Lastik hamurunda uygun akışkanlık sağlar.

6.1.6 Yanak(Sidewall)

Lastiğin omuz ve topuk bölgesi arasında kalan lastiğe esneklik sağlayan, üzerinde markalama ve tanıtıcı bilgilerin bulunduğu bölgedir.

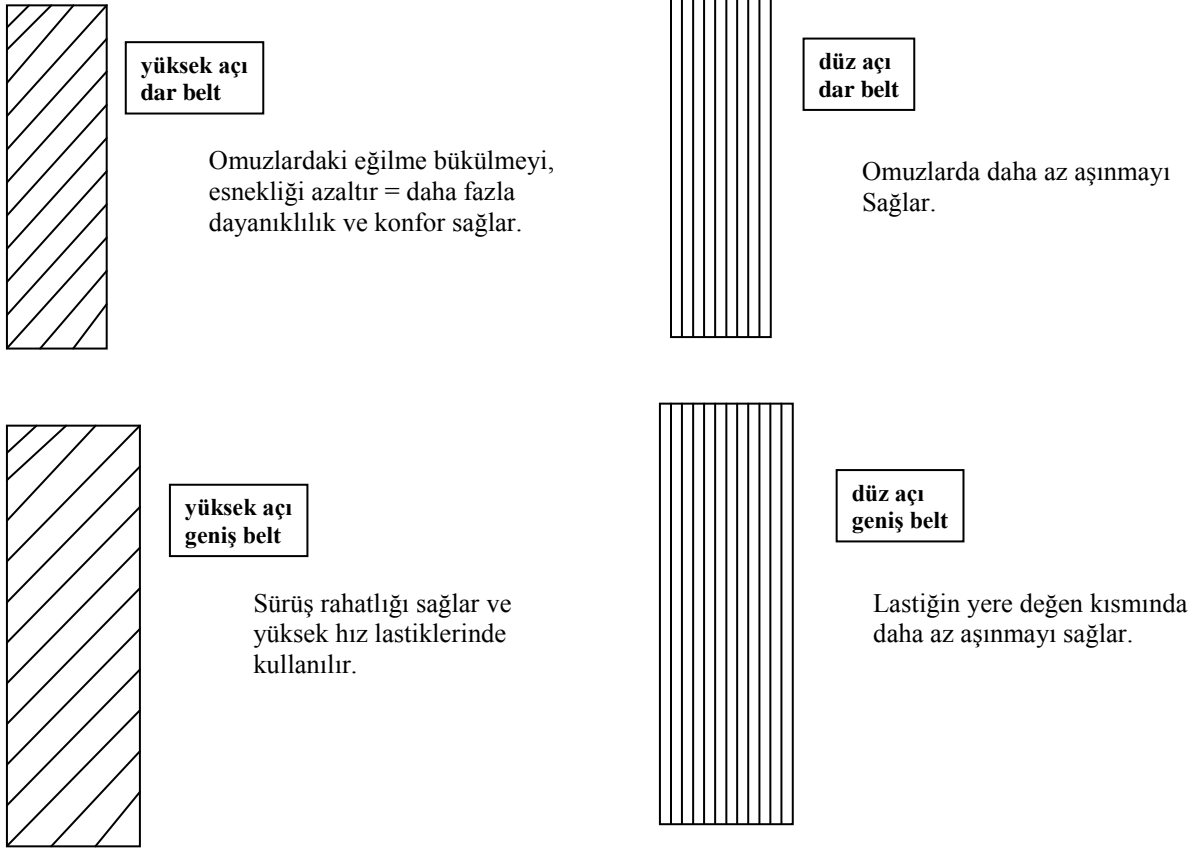
Yanak bölgesi; gövdeyi aşınma ve çevresel etkilerin sebep olduğu kesikler, sürtünmeler ve hasarlara karşı korur. Yanak kalınlığı lastik konstrüksiyonunda önemlidir. Çünkü lateral olarak adlandırılan yatay kuvvetleri etkiler. Yanak aslında görünüm açısından çok önemlidir. Çünkü lastiğin görünümünün güzel, hoş olmasında etkilidir. Görünüm olarak yanak bölgesi parlak olmalı, kabarıklıklar ve kesikler olmamalı ve yüzeyi pürüzsüz olmalıdır.

6.1.7 Kuşak(Belt)

Lastik sırt deseninin altında uzanan dar katmanlara kuşak adı verilir. Çelik ve bez olmak üzere ikiye ayrılan kuşaklar gövdeyi sıkıştırır. Kuşakların görevleri;

- Çevresel ağırlığı taşımak,
- Sürüş sırasında görünen dikey, yatay ve teğetsel bütün kuvvetleri iletmek,
- Lastikte çevresel olarak dengeyi sağlamak,
- Lastiğin bastığı yere uyguladığı basıncın dağılımını etkilemek.

Belt'in konstrüksiyonu; yapışkanlığı iyi olan hamurlardan, dayanıklı kauçukla kaplanmış çelik teller ve tekstil iplerden oluşur. Çelik teller gövde üzerine açılı olarak yerleştirilir (10-30°).



Şekil 6.4 Kuşak konstrüksiyonu

Aslında kuşak içinde bahsedilen kauçukla kaplanan tekstil iplerine overlay denir. Tektstilden oluşan kuşak çelik tellerden oluşan kuşak üzerine sarılır. Tekstil kuşak (overlay);

- Çelik kuşağa (belt) ek olarak çevresel güçleri aktarır.
- Yüksek hızlarda lastiği çevresel olarak dengeler.
- Çelik kuşağın (belt) kenarlarını kapatarak çelik tellerin yanaklara zarar vermesini engeller.

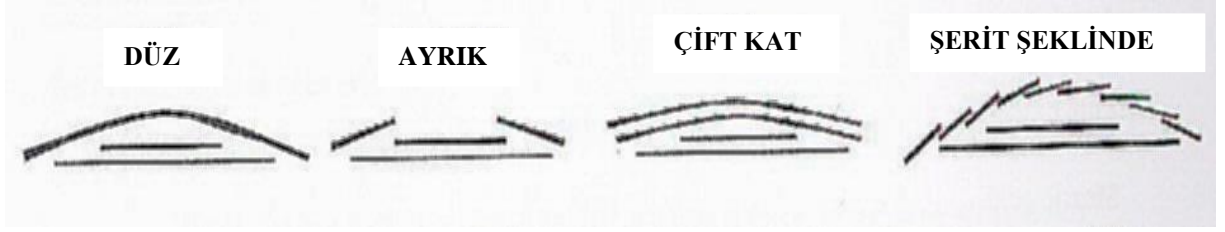
Lastik yapımında tekstil kuşak (overlay) koyulmasının avantajları;

- Yüksek hız kabiliyetini geliştirmek
- Yüksek hızlarda düşük dönme direnci
- Dayanıklılık

Dezavantajları;

- Ağırlığı artırır
- Düşük hızlarda yüksek dönme direnci
- Kalınlığı artırır

- Ek yerlerinde düzensiz aşınma
- İstenmeyen yuvarlak iz (footprint)



Şekil 6.5 Tekstil kuşak uygulamaları

6.1.8 Sırt (Tread)

Lastiğin yer ile temasını sağlayan bölgedir. Bu nedenle lastikte çok önemlidir. Çünkü yoldan gelen kuvvetleri, güçleri çelik kuşağa ve gövdeye ileten bölgedir. Yol ile direk temas halinde olduğundan aşınmalar çok fazla olur. Bu aşınmaların sebebi de hız, sıcaklık, yolun yüzeyi, yolun durumudur. Sırt kuru, yağ, karlı, buzlu yollarda adhezyona, sıcaklığa, yolda olabilecek kesici malzemelere ve aşınmaya karşı dayanıklı olmalıdır. Lastiğin yere temas eden bölgesi olduğu için sırt desenleri çok önemlidir. Her lastiğin kullanılacağı şartlara göre farklı sırt desenleri tasarlanır. Bir yaz lastiği ile kış lastiği sırt desenleri farklıdır. Sırt desenleri üzerindeki kanallar ıslak suyu lastiğin altından atmaya yararlar.

Bir sırt deseni;

- İyi bir tasarıma ve görünüme sahip olmalı
- Yatay kuvvetleri, hızlandırıcı ve yavaşlatıcı kuvvetleri iletmeli
- Minimum aşınma sağlamalı
- Yola iyi tutunmalı (özellikle ıslak, çamurlu ve karlı yüzeylerde)
- Suları dışarı atmalı
- Taş, kaldırım ve bazı engellerden kaynaklanan sarsıntıları darbeleri engellemelidir.

Aynı zamanda;

- Dönüş direncine sahip olmalı
- Desen üzerindeki oluklar, düz kısımlar ve olukların dipleri dayanıklı olmalı
- Taşlardan kaynaklanacak hasarlara karşı korunmalıdır.

Sırt deseni öncelikle bilgisayar ortamında oluşturulur ve analizler yapılır. Sırt deseni oluşturmada izlenen method aşağıdaki gibidir. Bu method izlenerek Şekil 6.6'da görülen sırt desenleri ve öğeleri belirlenir.

Sırt Boyutları

Diş derinliği merkez/omuz

Sırt şeridi genişliği

Sırtaltı genişliği

Oluk/ağız geometrisi

Dikey yük



Hesaplanan parametreler

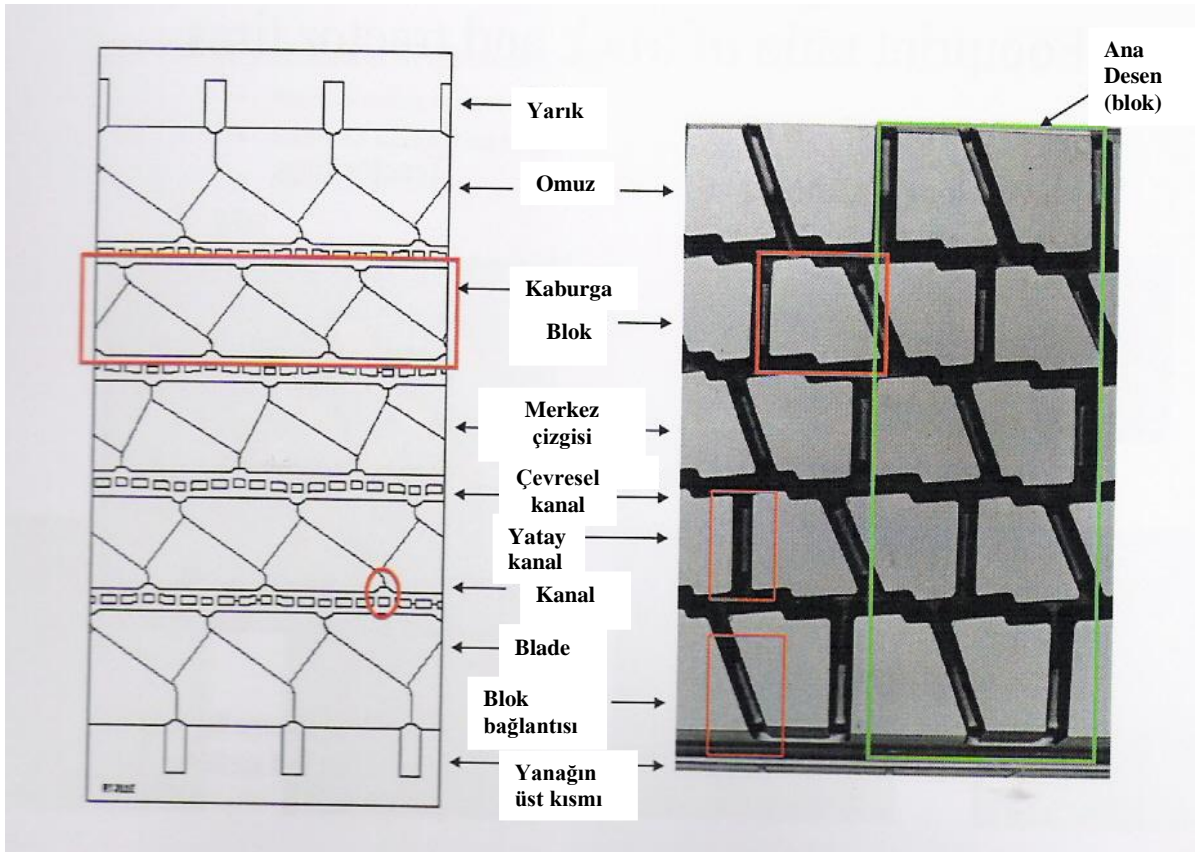
Yanal kuvvetler

Boyuna kuvvetler

Çapraz birleştirme

Enine birleştirme

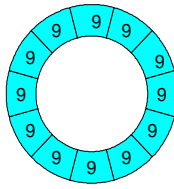
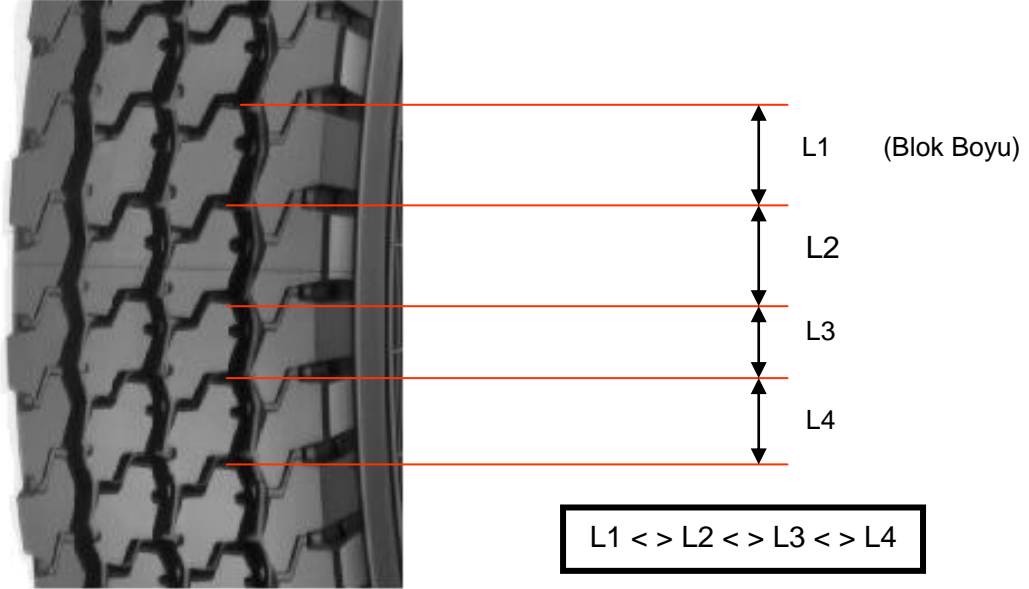
Lastik sesi



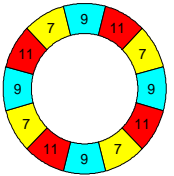
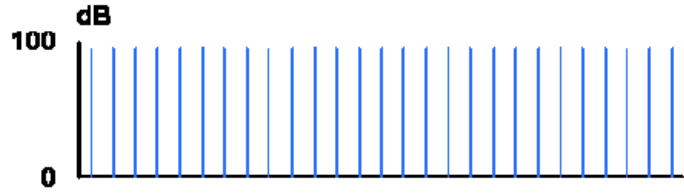
Şekil 6.6 Sırt desen öğeleri

Sırt deseni suyu dışarı atabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Suyun atılmasını kanallar sağlar. Bu kanallar yatay ve boyuna olarak belirlenir. Sırt deseni lastikteki sesin fazla olup olmaması konusunda da çok etkilidir. Lastik çok ses yapmamalıdır. Bunun için desendeki bloklar çok

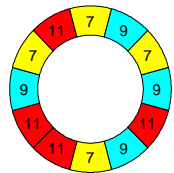
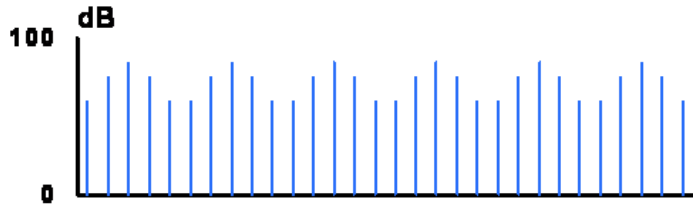
iyi yerleştirilmelidir. Sırt deseni üzerindeki blokların boyutlarının ses üzerindeki etkisi Şekil 6.7’de gösterilmiştir.



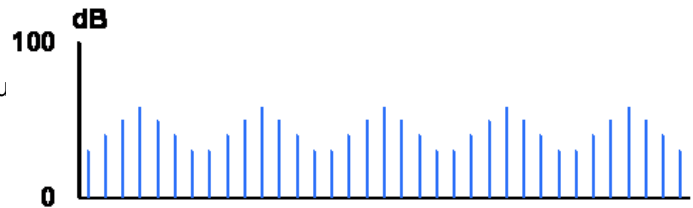
Aynı Blok Boyları



Farklı Blok Boyları - Düzenli

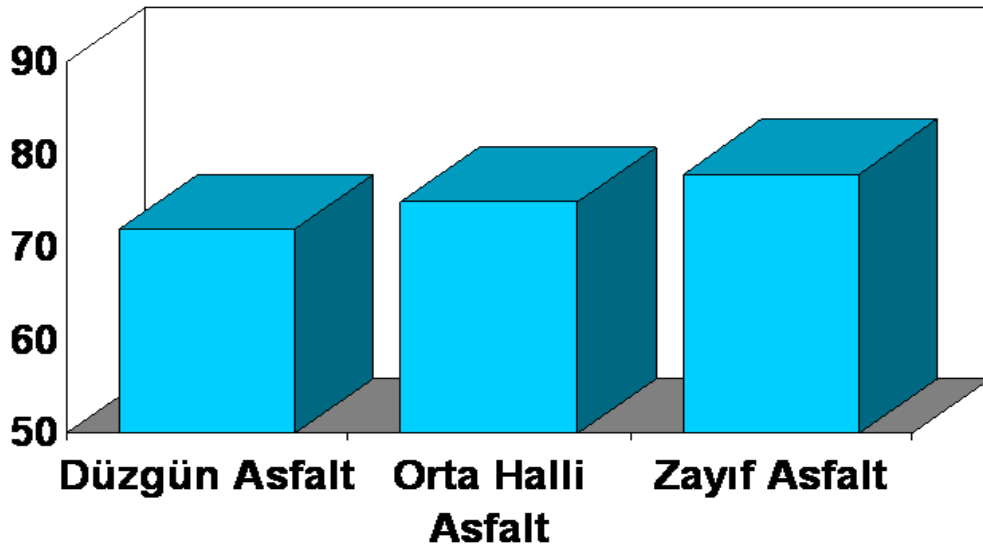


Farklı Blok Boyu Düzensiz Dağılım



Şekil 6.7 Ses alan değişim miktarı

Sırt deseni üzerindeki bloklar genelde düzenli değildir. Bloklar çevresel olarak yerleştirilirken çeşitli boyutlarda oluşturularak düzensiz bir şekilde yerleştirilmeye çalışılır. Bu çeşitliliğin amacı; çeşitli ses dalgaları oluşturarak birbirlerini sönümlmelerini ve görünüşte daha az bir bozukluğun olmasını sağlamaktır. Bloklar aynı boyutta olduğunda seste sürekli aynı yükseklikte olacaktır. Fakat üç farklı boyda blok tasarlanıp düzenli bir şekilde yerleştirildiğinde lastikteki seste üç farklı ses dalgası ve büyüklüğünün birleşimi olacaktır. Üç farklı boyuttaki bloklar düzensiz bir şekilde yerleştirildiğinde Şekil 6.7’de görüldüğü gibi lastikte daha az ses yapmaktadır. Lastikte oluşan ses sadece lastik sırt deseninden kaynaklanmamaktadır. Yol şartları da lastikte ses oluşmasını sağlar. Şekil 6.8’de yol şartlarının lastikte oluşturduğu seslerin etkisi görülmektedir.



Şekil 6.8 Yol yüzeyinin sese etkisi

6.2 Lastik İzi

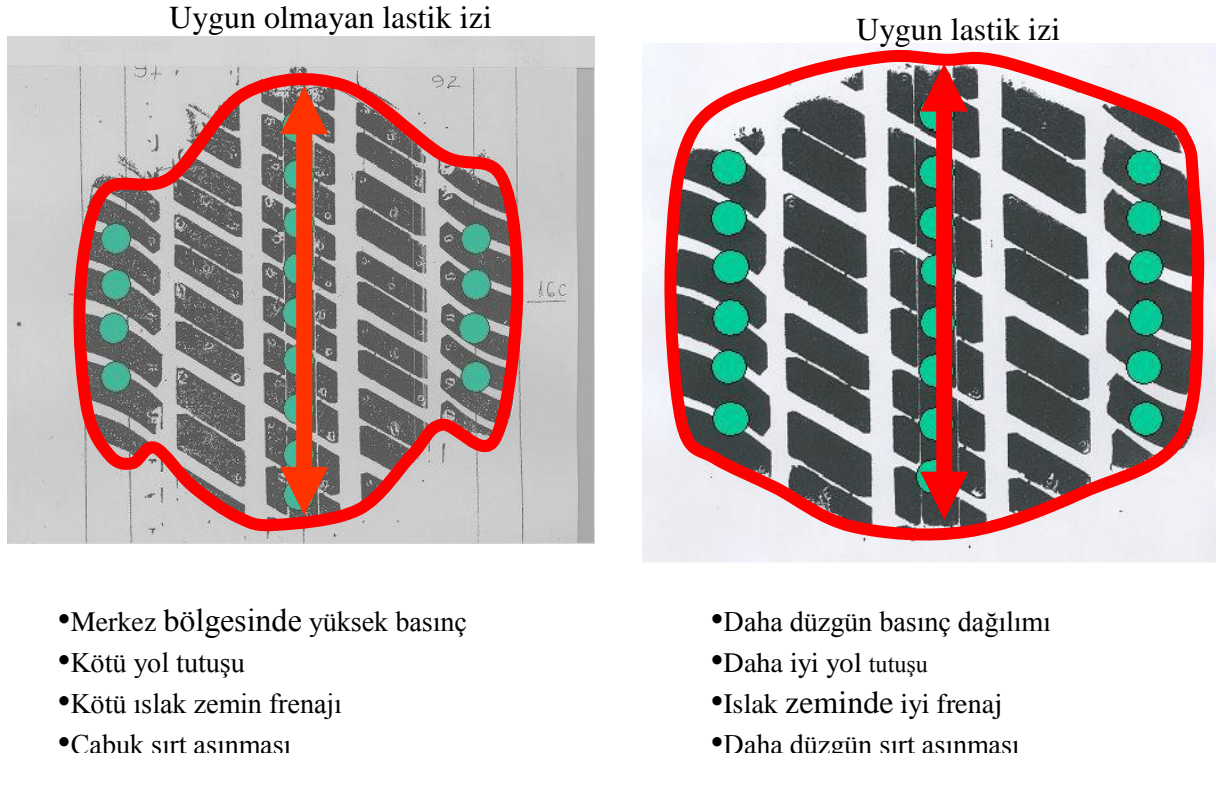
Lastik dizaynı yapılırken lastiğin yere basan yüzeyinin şeklinin optimum düzeyde olması istenir. Lastik izi lastiğin yere basan yüzeyinin lastik dönüşü sırasında oluşturduğu şekle verilen isimdir. Lastik izi;

- Yol tutuşunda,
- Islak zemindeki frenajda,
- Sırt kısmının aşınmasında,
- Lastiğin optimum uniformity de üretilmesinde etkilidir.

Lastik izinde optimum düzeyde istenilen sonuç elde edilmesi için lastik üretimindeki kalitede çok önemlidir. Lastik kalite parametrelerini etkileyen en önemli unsurdur. Lastik izinde belli bir oranın olması gereklidir. Bu oran;

$$\frac{NET}{TOPLAM} = \frac{NETTEMASALANI}{TOPLAMTEMASALANI} \times 100$$

şeklindedir.



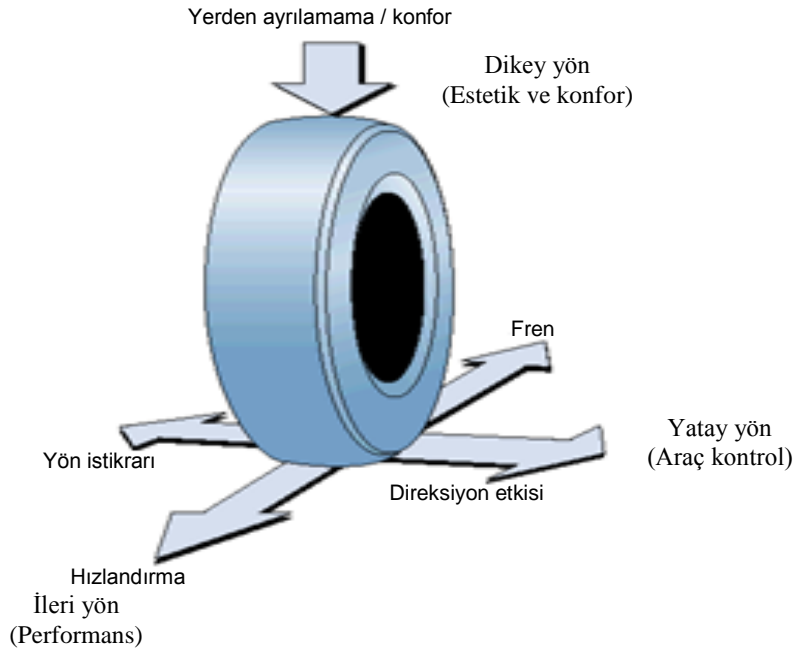
Şekil 6.9 Lastik izleri

6.3 Lastiğin Görevleri

Lastikler otomobilin tüm teknik özelliklerini yere aktaran önemli parçalardır. Otomobiller fizik kurallarına göre hareket eder ve durur. Otomobillerin bu hareketleri sırasında yerle temasını sağlayan tek unsur lastiklerdir. Otomobilin kontrol edilebilmesinde lastiğin önemi göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür.

Lastikler otomobilin sürüş güvenliği için hayati önem taşır. Yanlış basınç uygulanması bir lastik yol tutuşa ve frene etki edebileceği gibi lastiğin iç ısısının aşırı yükselerek aniden patlamasına, otomobilin hakimiyetinin kaybolmasına da sebep olabilir. Lastikler darbeleri emerek konfora da katkıda bulunurlar. Lastikler otomobilin ve yükün ağırlığını taşır, motorun yarattığı döndürme momentini yola aktararak çekiş kuvvetine dönüştürür. Yavaşlamada fren gücünü, viraj dönüşlerinde ve direksiyon kontrolünde gerekli olan yanal kuvveti üretir. Ayrıca

kendine özgü darbe emiş özellikleri sayesinde sürüşten ve zemin bozukluklarından meydana gelen kuvvetleri absorbe eder. Yol kaplamasının türü (asfalt, toprak) ve yolun durumu (yağmur, çamur, kar, buz) ne olursa olsun, lastiğin görevi güvenli şekilde yol tutuşu sağlamak ve otomobili sürücünün istediği yöne götürmektir. Ancak bugünün otomobil kullanıcısı bir lastikten güvenlik ve konforun yanında başka özellikler de bekliyor. Modern bir lastiğin daha az titreşim ve gürültü üretmesi, düşük yuvarlanma direncine sahip olması ve dolayısıyla daha az yakıt tüketmesi isteniyor. Ancak lastiğin bu özelliklerin hepsini aynı anda sağlaması imkansızdır. Bu özelliklerden biri sağlanırken diğerinden taviz verilmesi gerekiyor.



Şekil 6.10 Lastiğin görevleri

Lastikten beklenenler;

- Yüksek taşıma kapasitesi
- Yerden ayrılmamayı sağlamak
- Sürüş ve fren kuvvetini iletmek
- Dönme kuvvetini oluşturmak
- Direksiyondan gelen yönetimi sağlamak
- Dengeyi sağlamak
- Uygun mesafeyi sağlamak
- Minimum güç tüketmek

- Minimum düzeyde ses ve titreşim oluşturmak
- Dayanıklılık ve emniyet

Lastikten genel anlamda beklenen özellikler olmasına rağmen araç tipine göre lastik çeşitlerinde olması beklenen özellikler vardır. Lastik tasarımı yapılırken lastik çeşitlerine göre istenen bu özellikler dikkate alınır. Araçların çeşitliliğine göre lastikten istenen özellikler Çizelge 6.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 Araç çeşitlerine göre lastikten beklenen özellikler

ÖZELLİKLER	OTOMOBİL	YARIŞ	KAMYON	İŞ MAKİNASI	+ önemli - önemsiz/az önemli	
					TARAKTÖR	UÇAK
Sırt aşınmasına ve kasilmesine karşı dire	+	-	+++	++	++	+
Dayanıklılık	+ / -	-	++++	++	++	+
Yüksek hız kapasitesi	+	++	+ / -	-	-	++
Yüksek taşıma kapasitesi	-	-	+++	++	+	++
Çekiş gücü	+	++	+	++	++	-
Dönme direnci	+	-	++	-	+	-
Yırtılmaya karşı direnç	-	-	+	+	+	+

6.4 Lastiklerin Sınıflandırılması

Lastikler üç değişik şekilde sınıflandırılabilir.

- a. Yapılarına göre;
 - Konvansiyonel lastik
 - Radyal lastik
- b. Ebat ve kullanım yerlerine göre;
 - Binek
 - Kamyon/otobüs
 - Traktör
 - İş makinesi
 - Uçak

c. Tip ve kullanım yerlerine göre;

- Yol (düz) tipi
- Arazi (kar) tipi
- Yol ve arazi tipi

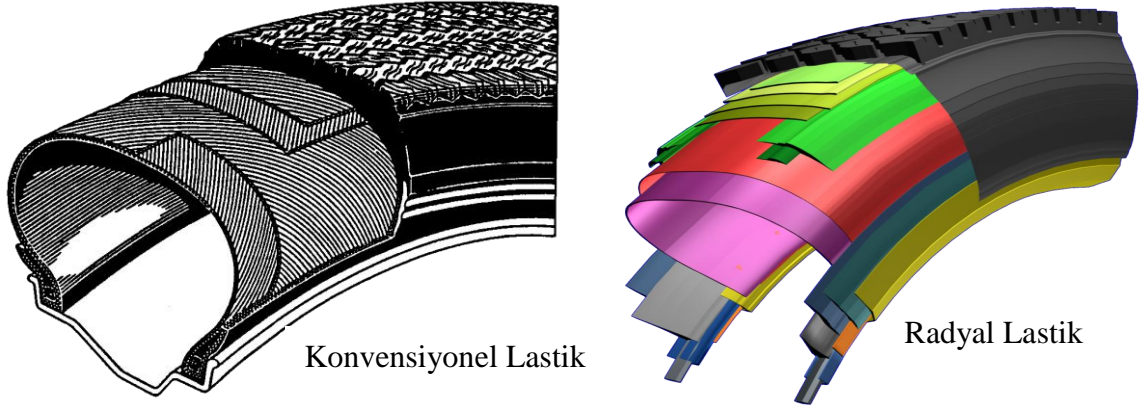
6.4.1 Konvansiyonel Lastik

Lastik teknolojisinin doğuşu bu tip lastiklerle olmuştur. Lastiğin konvansiyonel ya da radyal olduğunu yapısında kullanılan kord bezlerinin geometrisi belirler. Konvansiyonel lastiklerde, lastiğin yapısını meydana getiren kord bezleri 30-40°'lik açılarda, üst üste ve çapraz biçimde yerleştirilir. Bu nedenle konvansiyonel lastikler çapraz katlı ve diyagonal lastikler olarak da adlandırılır. Son yıllarda otomobil lastik teknolojisindeki gelişmeler, konvansiyonel lastiklerin terk edilip radyal lastiklerin kullanılmasına yol açtı.

6.4.2 Radyal Lastik

Modern ve yüksek güçteki araçların gereksinimleri sonucu, lastik teknolojisindeki gelişmelerin ortaya çıkardığı lastiklerdir. Bu lastiğin yapısını meydana getiren kordlar (çelik veya rayon), bir damaktan diğer bir damağa lastik sırtının merkez hattına yaklaşık 90°'lik açılarla yer alır ve bez katlarının üstünde yaklaşık 15°'lik çelik kuşaklar (belt) bulunmaktadır. Tekstil radyal lastiklerin gövdesi rayon, tam çelik radyal lastiklerin gövdesi çelik kordlardan oluşur.

Radyal lastiklerin konvansiyonel lastiklere göre en önemli avantajları daha esnek olmaları ve daha az ısınıp daha kolay soğumalarıdır. Bunun dışında radyal lastiklerin yerde bıraktığı taban izi çapraz lastiklerinkinden daha geniştir. Bu avantaj radyal lastiklerin konvansiyonel lastiklere oranla %20 daha iyi yol tutmasını sağlar. Yola temas eden bölümün daha fazla oluşu nedeniyle çekiş gücü ve fren güvenliği daha yüksektir. Radyal lastiklerde taban sert, yanaklar yumuşaktır; bu da lastiğin yola temas eden bölümünün sürekli olarak aynı genişlikte kalmasını sağlar. Radyal lastiklerin kat ve sırt ayrılmaları da daha dayanıklıdır. Bu ise yola tutunum başarısını artırır.



Şekil 6.11 Yapılarına göre lastikler

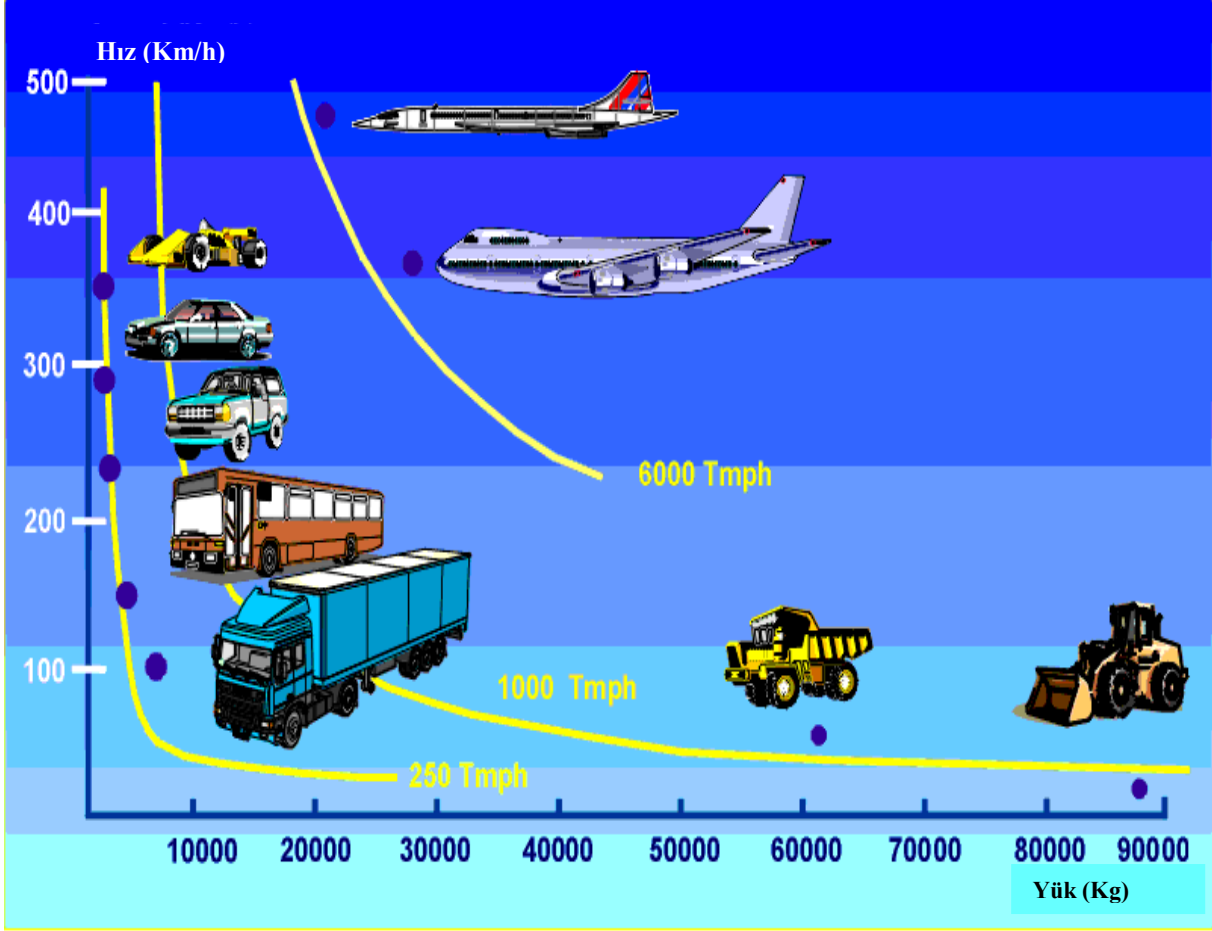
Farklı amaçlara hizmet etmek için farklı yapıda, desenlerde ve kauçuk çeşitlerine sahip lastikler üretiliyor. Otomobil lastikleri desenlerine göre ikiye ayrılır; standart lastikler ve yüksek performans lastikleri. Ayrıca bu lastiklerin normal tipleri dışında dört mevsim ve kış lastiği çeşitleri de mevcuttur. Standart desenli lastiğin kuru ve ıslak zeminde iyi çekiş gücü, yeterli antiaquaplaning (suda kızaklamaya karşı hızlı su deşarjı) özellikleriyle, güvenli viraj alma kabiliyetlerine sahip olması istenir. Bunun yanında standart lastiklerin sessiz ve konforlu olması düşük yuvarlanma direncine sahip olması gerekmektedir. Dört mevsim lastiklerin desenleriyle, ıslak, kuru, karlı, çamurlu zeminlerde güvenli kullanım, frenleme ve yeterli çekiş gücü sağlamak üzere tasarlanır.

Kışın, uzun ve şiddetli olduğu, yolların uzun süre kar ve buzla kaplı olduğu bölgelerde kış lastikleri kullanılmalıdır. Deseniyle olduğu kadar soğuğa dayanıklı kauçuk karışımlarıyla da kar ve buz gibi kaygan koşullarda maksimum çekiş ve fren gücünü zemine iletebilen kış lastikleri silika teknolojisiyle üretiliyor. Bu teknoloji de lastiğin tutunma özelliğini artırıyor. Kış lastiklerinde dikkat edilmesi gereken en önemli noktaysa hız serilerine uyumdur. Çünkü kış lastiklerinde hız serileri standart lastiklere oranla düşüktür. Otomobilin son sürati yüksek olsa bile lastiğin hız serisi aşılmamalıdır.

Yüksek motor gücüne sahip otomobiller, bu yüksek gücü yere aktarabilmek ve yüksek süratlere çıkabilmek için performans lastiklerine ihtiyaç duyar. Bu tür lastikler V, W, Z gibi daha yüksek hız serisine sahip lastiklerdir. Yüzde 55 veya yüzde 35 gibi basıklık oralarına (alçak profile) sahip yüksek performans lastikleri, yola daha iyi tutunmayı sağlayan özel kauçuk karışımlarına sahiptir. Geniş tabanlı yüksek performans lastiklerinin kuru ve ıslak zeminde iyi yol tutması, iyi viraj alması gerekir. Yüksek performans lastiklerinin ömrüyse, standart lastiklere göre (kullanıma bağlı olarak) yüzde 20 daha kısadır.

6.5 Lastik Boyutları

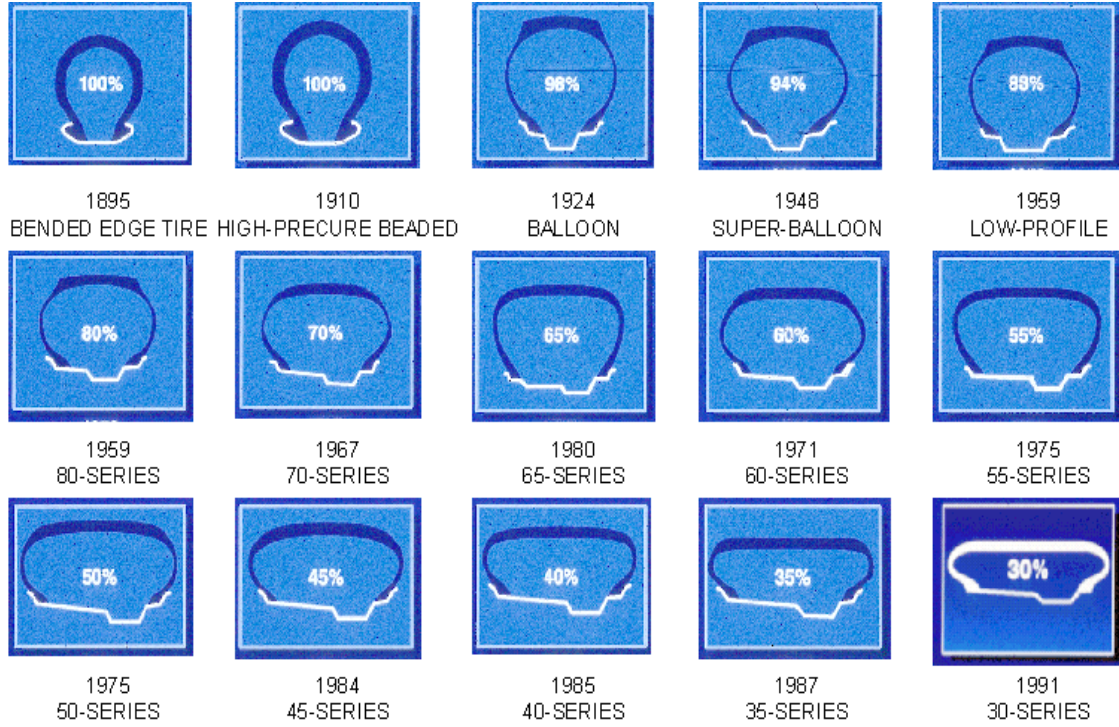
Lastik boyutları; lastiğin hangi araçta kullanılacağına, bu aracın taşıma kapasitesine ve çıkabileceği en yüksek hıza göre belirlenir. Belirlenen boyutlar ve lastik ile ilgili her bilgi lastiğin yanak kısmına işaretlenir. Bu boyutlar ayrıca lastik endüstrisinde oluşturulan kurallar ve tablolaradaki lastik anma boyutlarına eşdeğer olarak belirlenir. Bunlar; ETRTO (European Tire and Rim Technical Organization), TRA (Tire Rim Organization) ve JATMA (Japan Automobile Tire Manufacturer's Organization)'dır.



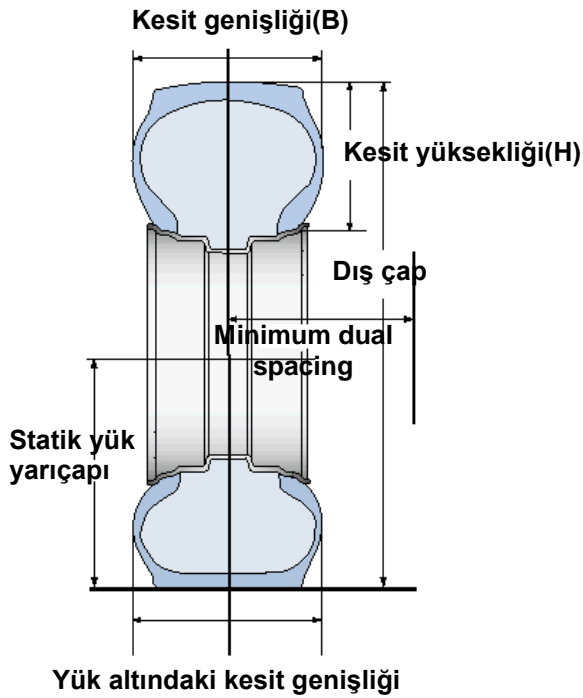
Şekil 6.12 Lastiklerin taşıma kapasiteleri ve hızları

Şekil 6.12'de görüldüğü araçlar taşıma kapasiteleri ve hızlarına göre belirlenmiştir. Araçlarda kendi gruplarında değişen hız kapasitelerine göre de boyutlarında bazı değişiklikler olabilir. Ancak lastikler kendi belirlendiği kapasite ve hızda kullanılmadığında yani daha fazla yük uygulandığında yeterli performans gösteremez. Bu yüzden doğru lastik doğru araçla kullanılmalıdır. Lastiklerin yere basan kısımları olan kesit genişlikleri de lastiğin yola tutunmasına, taşıma kapasitesine ve hızına göre belirlenir. Lastik kesiti ne kadar geniş ve kesit yüksekliği ne kadar düşük ise lastik performansı o derece iyidir. Zaten lastik gelişimine bakıldığında içindeki malzemelerin değişmesiyle birlikte lastiğin yere bastığı sırt kısmı

genişlemiş ve yanak kısmı daralmıştır (Şekil 6.13). Bu tür lastiklerin performansı daha iyidir. Yüksek hız sağlayabilirler ve yola iyi tutunurlar.



Şekil 6.13 Lastik kesitlerindeki gelişim



Şekil 6.14 Lastik ölçüleri

Dış çap

Janta monte edilmiş fakat yük uygulanmadan ölçülen lastiğin dış çapı

Kesit genişliği (B)

Lastiğin içine hava verilip şişirildikten lastiğin yere bastığı mesafe

Kesit yüksekliği (H)

Yeni yük uygulanmamış lastikte damak bölgesinden lastiğin yere basan kısmına kadar olan yüksekliktir.

Yük altındaki kesit genişliği

Yük altında lastiğin yere bastığı mesafe

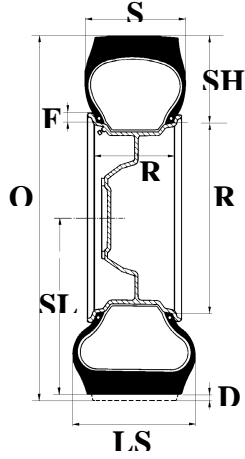
Statik yük yarıçapı

Lastiğin yere bastığı alandan jantlanmış lastiğe yük uygulandıktan sonra dikey merkeze uzaklığıdır.

Minimum Dual Spacing

Lastiğin merkezinden çift yönlü konulduğunda diğer merkez çizgisine uzaklığı

Lastikteki bazı ölçüler Şekil 6.14'te belirtilmiştir. Şekil de aynı zamanda yük altında lastiğin uğradığı sapmada görülmektedir. Lastik üzerine yük uygulandığında oluşan sapsmaların hesaplanma yöntemleri aşağıda gösterilmektedir.



- 1) YÜK OLMADAN
KESİT YÜKSEKLİĞİ (SH1) = $\frac{O - R}{2}$
- 2) YÜK ALTINDA
KESİT YÜKSEKLİĞİ (SH2) = $SL - 1/2 R$
- 3) YÜZDE SAPMA = $100 - \frac{SH2}{SH1} \times 100$

O	Dış çap
R	Jant çapı
SL	Statik yüklü yarıçap
F	Sapma

Lastikteki bu sapsmalar; otomobil lastiklerinde %20-25, kamyon ve otobüs lastiklerinde %15, traktör lastiklerinde %15-20 oranında olmaktadır. Bu sapsmalar lastiğin sürüş kabiliyetini, dinamik yük değişimine karşı etkilerini, sürüş konforunu ve bazı olumsuzluklara karşı etkilerini belirler.

6.6 Lastik Üzerinde Belirtilen Boyutların Tanımı

Lastik üzerinde belirtilen boyutlardaki hız ETRTO hız tablosuna göre, taşıma kapasitesi ETRTO taşıma kapasitesi tablolarına göre tanımlanır.

Çizelge 6.2 Hız sembolleri ve gerçek değerleri

SEMBOL	HIZ (Km/h)	SEMBOL	HIZ (Km/h)
A1	5	M	130
A2	10	N	140
A3	15	P	150
A4	20	Q	160
A5	25	R	170
A6	30	S	180
A7	35	T	190
A8	40	U	200
B	50	H	210
C	60	V	240
D	65	W	270
E	70	Y	300
F	80		
G	90		
J	100		Hız kategorileri
K	110		
L	120	ZR	240Km/h ve üzeri

Çizelge 6.3 Yük endeksi

LI	KG	LI	KG	LI	KG	LI	KG	LI	KG	LI	KG	LI	KG
	45	40	140	80	450	120	1400	160	4500	200	14000	240	45000
1	46,2	41	145	81	462	121	1450	161	4625	201	14500	241	46250
2	47,5	42	150	82	475	122	1500	162	4750	202	15000	242	47500
3	48,7	43	155	83	488	123	1550	163	4875	203	15500	243	48750
4	50	44	160	84	500	124	1600	164	5000	204	16000	244	50000
5	51,5	45	165	85	515	125	1650	165	5150	205	16500	245	51500
6	53	46	170	86	530	126	1700	166	5300	206	17000	246	53000
7	54,5	47	175	87	545	127	1750	167	5450	207	17500	247	54500
8	56	48	180	88	560	128	1800	168	5600	208	18000	248	56000
9	58	49	185	89	580	129	1850	169	5800	209	18500	249	58000
10	60	50	190	90	600	130	1900	170	6000	210	19000	250	60000
11	61,5	51	195	91	615	131	1950	171	6150	211	19500	251	61500
12	63	52	200	92	630	132	2000	172	6300	212	20000	252	63000
13	65	53	206	93	650	133	2060	173	6500	213	20600	253	65000
14	67	54	212	94	670	134	2120	174	6700	214	21200	254	67000
15	69	55	218	95	690	135	2180	175	6900	215	21800	255	69000
16	71	56	224	96	710	136	2240	176	7100	216	22400	256	71000
17	73	57	230	97	730	137	2300	177	7300	217	23000	257	73000
18	75	58	236	98	750	138	2360	178	7500	218	23600	258	75000
19	77,5	59	243	99	775	139	2430	179	7750	219	24300	259	77500
20	80	60	250	100	800	140	2500	180	8000	220	25000	260	80000
21	82,5	61	257	101	825	141	2575	181	8250	221	25750	261	82500
22	85	62	265	102	850	142	2650	182	8500	222	26500	262	85000
23	87,5	63	272	103	875	143	2725	183	8750	223	27250	263	87500
24	90	64	280	104	900	144	2800	184	9000	224	28000	264	90000
25	92,5	65	290	105	925	145	2900	185	9250	225	29000	265	92500
26	95	66	300	106	950	146	3000	186	9500	226	30000	266	95000
27	97,5	67	307	107	975	147	3075	187	9750	227	30750	267	97500
28	100	68	315	108	1000	148	3150	188	10000	228	31500	268	100000
29	103	69	325	109	1030	149	3250	189	10300	229	32500	269	103000
30	106	70	335	110	1060	150	3350	190	10600	230	33500	270	106000
31	109	71	345	111	1090	151	3450	191	10900	231	34500	271	109000
32	112	72	355	112	1120	152	3550	192	11200	232	35500	272	112000
33	115	73	365	113	1150	153	3650	193	11500	233	36500	273	115000
34	118	74	375	114	1180	154	3750	194	11800	234	37500	274	118000
35	121	75	387	115	1210	155	3875	195	12100	235	38750	275	121000
36	125	76	400	116	1250	156	4000	196	12500	236	40000	276	125000
37	128	77	412	117	1280	157	4125	197	12800	237	41250	277	128000
38	133	78	425	118	1325	158	4250	198	13250	238	42500	278	132500
39	136	79	437	119	1360	159	4375	199	13600	239	43750	279	136000

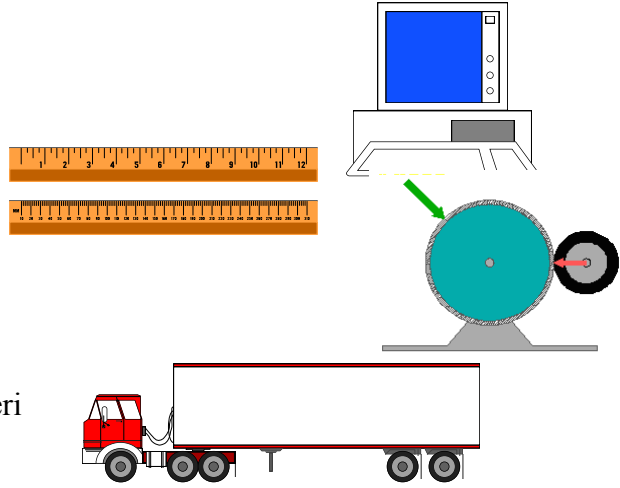
Lastik üzerinde lastik boyutlarının gösterimi:

215/60 R 15 93 H (yüksek performans lastiği)

215	Lastik genişliği(mm) (B)	} Kesit yüksekliği(H) $H = B \times V / 100$	} Dış çap (A) $A = D + 2H$
60	Duruş oranı(V)		
R	Konstrüksiyon tipi (radyal)		
15	Jant genişliği(inch) (D)		
93H	Performans etiketi		
93	Taşıma kapasitesi		
H	Hız sembolü		

6.7 Lastiğe Uygulanan Testler

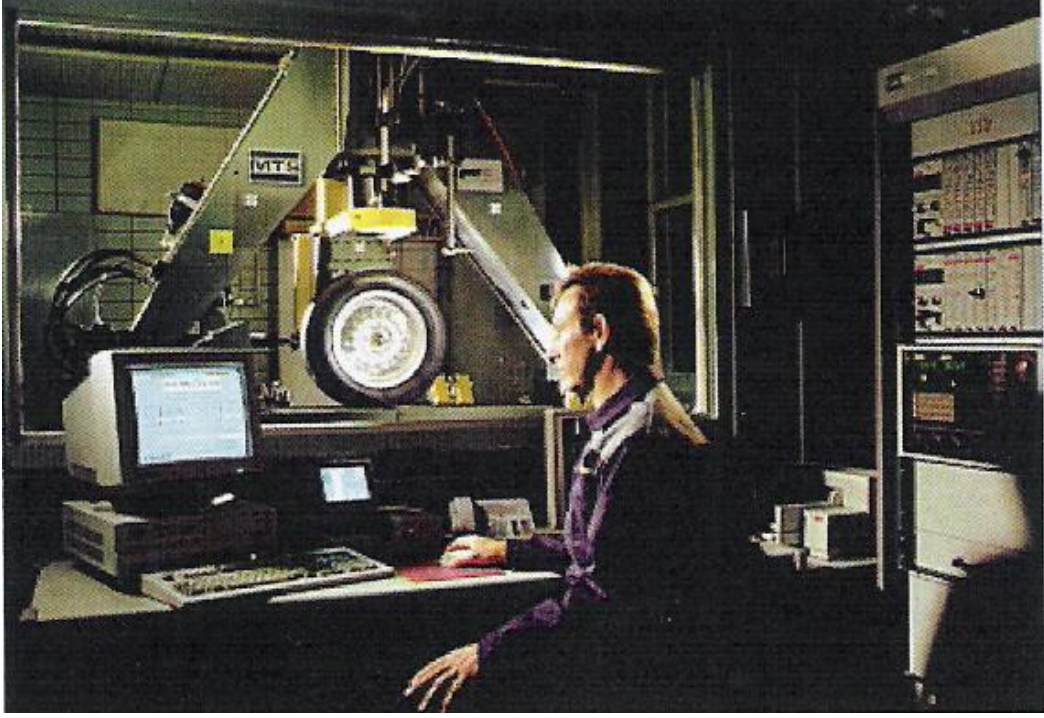
- Bilgisayar Simülasyon Testleri
- Parça Testleri
- Laboratuvar Testleri
- Yol Performans Testleri
- Kapalı Yol Testleri
- Yolda Odaklanmış Bölge Testleri
- Saha Testleri



Lastiğe sırasıyla uygulanan testler yukarıda belirtilmiştir. Lastik testlerden geçtikten bir sonraki aşamaya geçilir.

6.7.1 Laboratuvar Testleri

Test makinelerinde yapılan testlerde test tamburlarıyla, uygun yük, hız, açı ve zaman kontrol edilir ve güçlerle momentler ölçülür. Değişik yüzleri olan tamburlar da kullanılabilir. Örneğin; pürüzlü, pürüzsüz, çivili vs.



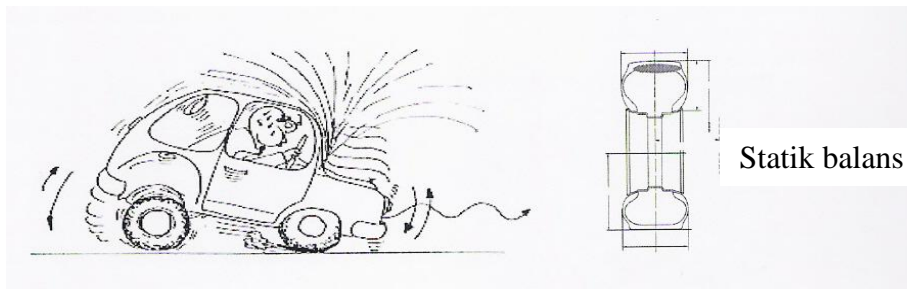
Şekil 6.13 Test laboratuarı

Bu makinelerde ölçülen güç ve momentler;

- Dikey (radyal) kuvvet: yük + yük değişimleri (z koordinatında F_z)
- Yatay (lateral) kuvvet: y koordinatındaki değişimler (F_y)
- Yön kuvveti: dönme direnci + dönme direncindeki değişimler (F_x)
- Dikey eksen: dönme momenti + moment varyasyonları (M_z)
- Dönme yönü eksen: dönme momenti + moment varyasyonları (M_x)

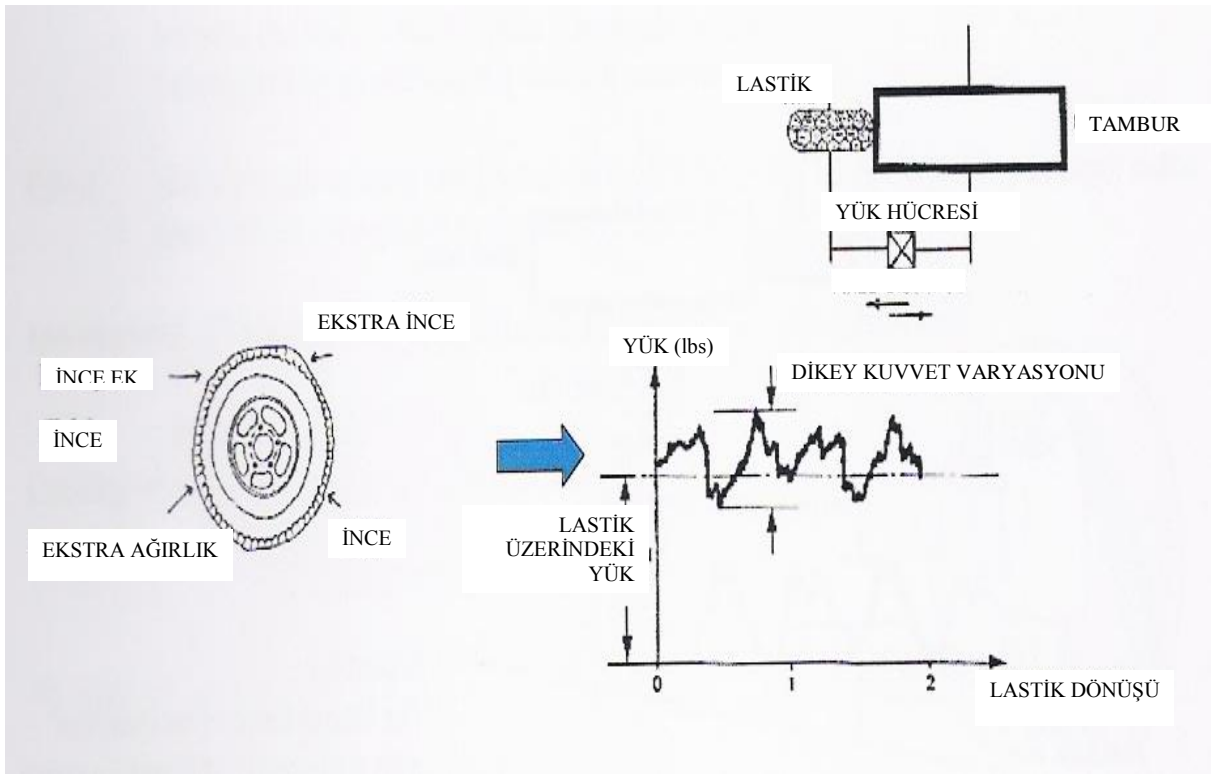
6.7.1.1 Dikey Kuvvet (Radial Force)

Dikey kuvvet (radyal force) varyasyonları arabanın engebeli bir yolda gider gibi aşağı yukarı hareket etmesidir. Dikey kuvvet varyasyonları düzensiz bir lastik çevresine ve lastiğin uniform olmamasına sebep olur.



Şekil 6.14 Dikey kuvvetin araca etkisi

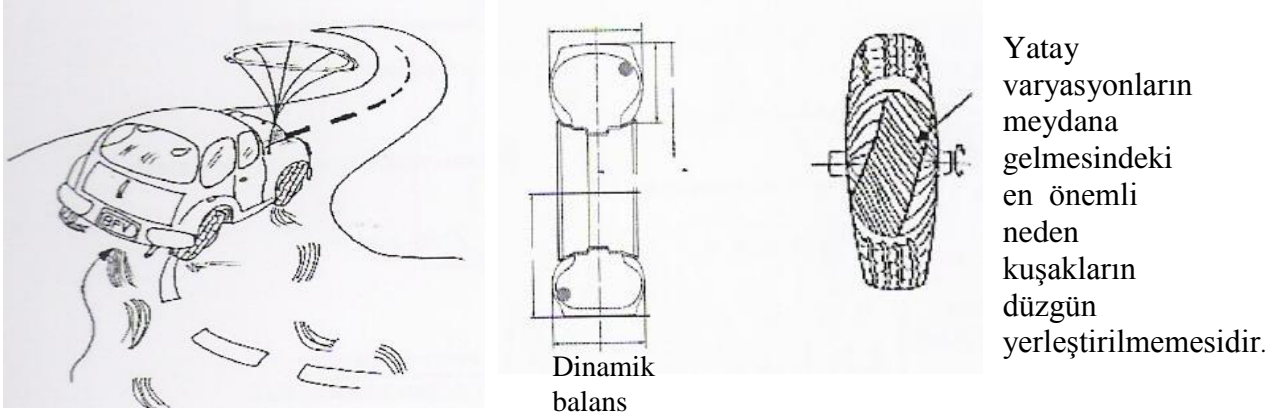
Dikey kuvvet konstrüksiyondan çok lastik imalatı sırasında yapılan hatalardan kaynaklanır. Dikey kuvvet varyasyonlarının çok olmaması için konstrüksiyonda lastik komponentlerinin ek yerleri çok iyi dağıtılmış olması gerekir. Lastik komponentleri birleştirilirken yapılan kalın ya da ince ekler lastik üniformitesini bozar ve dikey kuvvet varyasyonlarına sebep olur. Dikey kuvvetler bütün lastiklerde ölçülen bir parametredir ve kesinlikle belli bir değerin üzerine çıkmaması gerekir. Şekil 6.15'te dikey kuvvetlerin nasıl ölçüldüğü ve lastikteki eklerin, komponent kalınlıklarının ve inceliklerinin dikey kuvvetleri nasıl etkilediği görülmektedir. Dikey kuvvetlerin grafikteki düz çizgi olması istenir fakat bu mümkün değildir. Fakat o çizgiye ne kadar yakın olursa lastik dikey kuvvetleri o kadar iyi derecede karşılayabilir.



Şekil 6.15 Dikey kuvvet varyasyonu

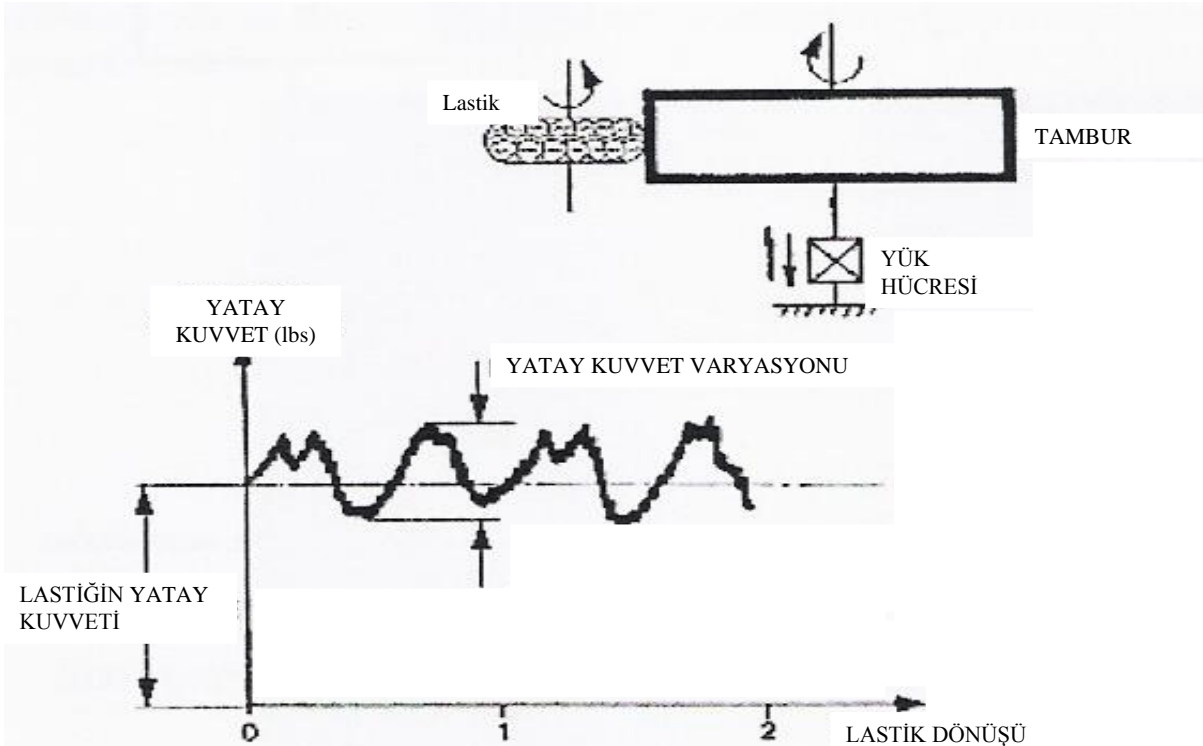
6.7.1.2 Yatay Kuvvet (Lateral Force)

Yatay kuvvet varyasyonları aracın sallanmasına yani sürüş halinde aracın sağa sola çekmesine sebep olur.



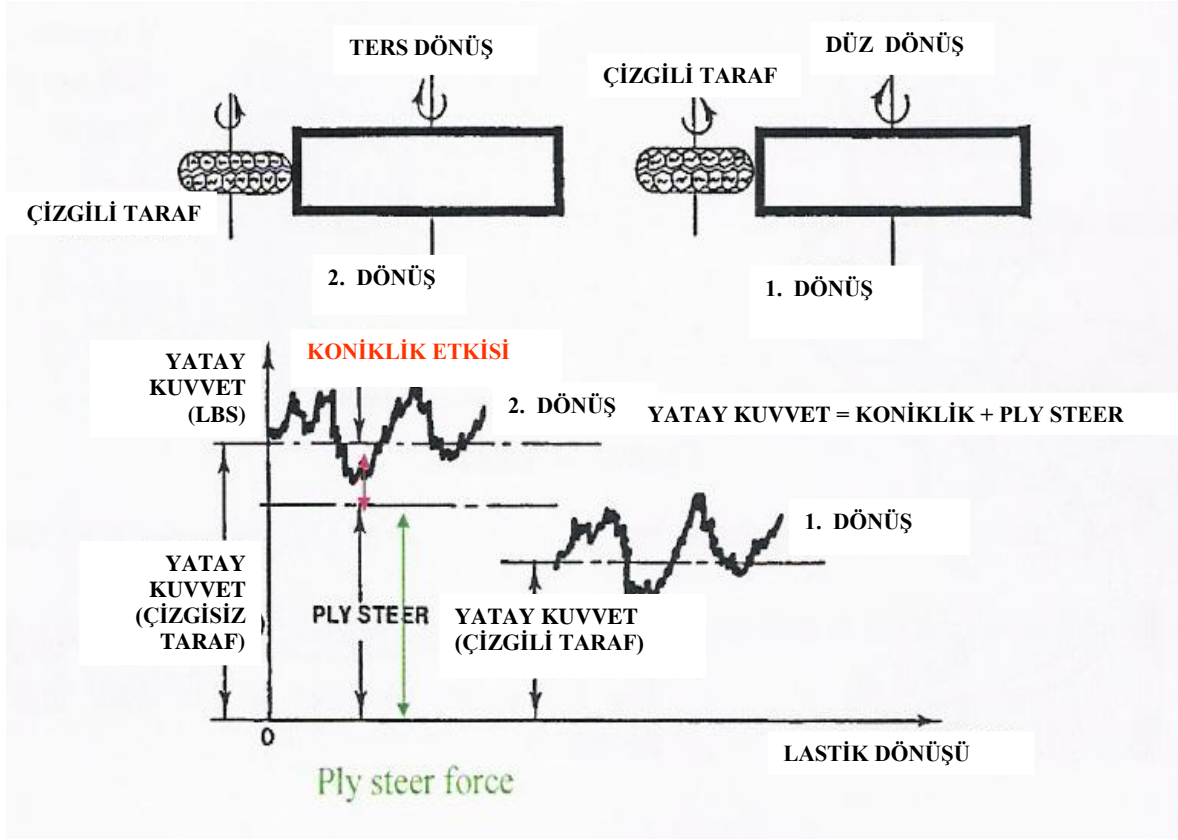
Şekil 6.16 Yatay kuvvetlerin araca etkisi

Lastik konstrüksiyonda yer alan bütün komponentler merkezde yani iki tarafın ağırlığı eşit olacak şekilde tasarlanır. Lastik imalatında da dizaynın olduğu gibi bütün komponentler düzgün bir şekilde monte edilmesi gerekir. Özellikle sırt kısmında bulunan kuşakların montajı çok önemlidir. Bunlar tam merkezde sarılmadığında lastiğin bir tarafında daha fazla ağırlık olacağından dolayı yatay kuvvetlerinde orada fazla olması beklenir. Bundan dolayı araçta sağa ve sola çekme denilen olay meydana gelir. Yatay kuvvetler lastiğin kalitesinde bir başka parametre olan konikliğide etkiler. Koniklikte yatay kuvvetler gibi lastikteki komponentlerin merkezde monte edilmemesinden kaynaklanan bir problemdir. Şekil 6.17’de görüldüğü gibi yatay kuvvetler grafikteki düz çizgiye ne kadar yakınsa o kadar iyidir.



Şekil 6.17 Yatay kuvvetlerin grafikte gösterimi

Yatay kuvvetler ve koniklik laboratuvarında lastiği iki tarafa döndürme metoduyla ölçülür. Bu Şekil 6.18’de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi yatay kuvvetler koniklikten ve ply steer denilen lastik içindeki ipliksi yapılarıdaki ipliklerin açılarından da etkilenmektedir.



Şekil 6.18 Yatay kuvvetlere koniklik ve açların etkisi

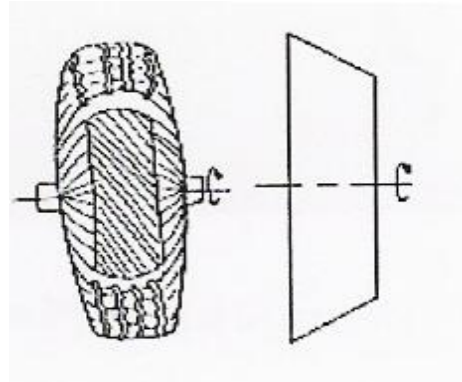
Koniklik ve ply steer;

F1: lastiğin öne dönüşünde hesaplanan lateral force

F2: lastiğin geri dönüşünde hesaplanan lateral force

$$Koniklik = \frac{F1 + F2}{2} \quad Plysteer = \frac{F1 - F2}{2} \quad \text{şeklinde hesaplanır.}$$

Koniklik aslında lastiğin asimetrik olmasıdır. Genelde imalat sırasında lastiğin sırt kısmını oluşturan treadin veya kuşakların merkezden kaçık olarak monte edilmesinden kaynaklanır. Koniklik problemi olan lastik aracın sağa sola çekmesine sebep olur.



Şekil 6.19 Konik lastik

6.7.2 Dış Ortamda Yapılan Testler

Dış ortamda yapılan testler;

- Özel olarak hazırlanmış yollarda yapılan testler (belirli test şartlarındaki kontrol)
- Normal toplum tarafından kullanılan yollarda yapılan testler
- Uygun koşullar altında müşterilerle işbirliği yapılarak müşterilerin istediği şekildeki testler (taksilerde, toplu taşıma araçlarında kullanım gibi)

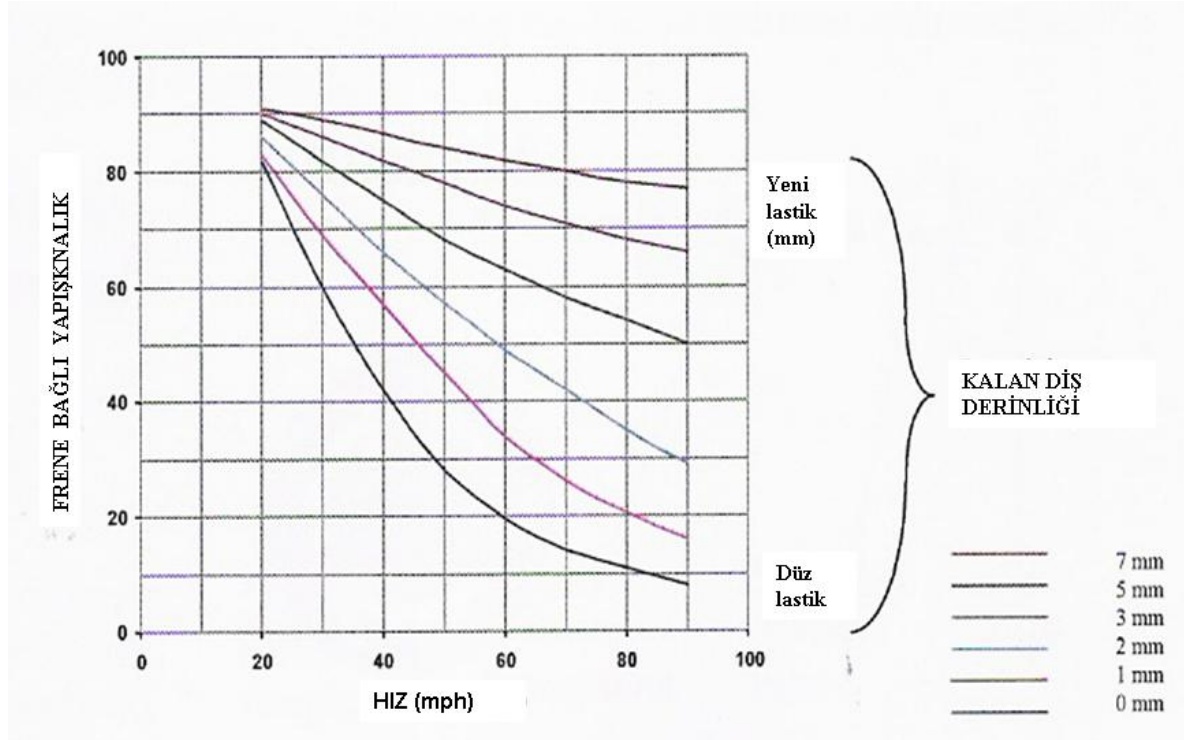
Yolda yapılan bazı testler;

- Aquaplaning
- Dönme
- Düz yolda
- Engebeli yolda
- Manevra değiştirme (hızlı yüklü değişikliklerde)
- Çekiş gücü
- Frenleme (ABS sistemli yada değil)
- Yüksek hız performansı
- Düşük basınçla şişirilmiş lastikle sürüş
- Kış şartlarında test
- Aşınma
- Kesme direnci(özellikle yanak kısmında)
- Eğilme davranışı
- Rahatlık
- Yakıt tüketimi
- Gürültü (araç içinde ve bir aracı geçerken)

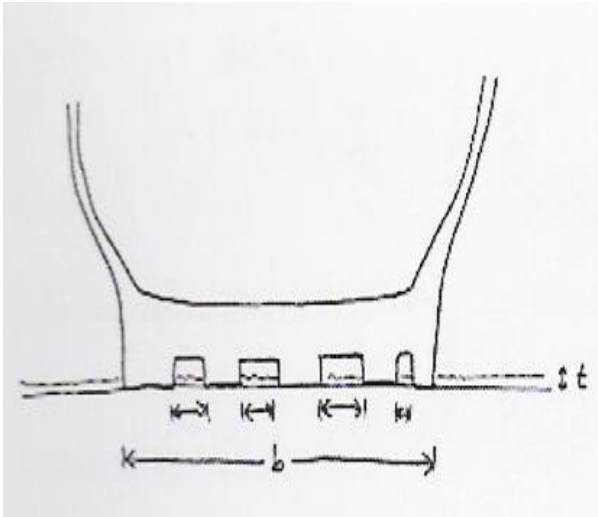
6.7.2.1 Aquaplaning

Özellikle korkulan aquaplaning olayında kuvvet bağıntısı sıfıra kadar düşmektedir. Tekerlek ile yol bağlantısı kaybolmakta ve su üzerinde yüzmektedir. En kötü şartlarda bu olay 60 km/h bir hızda bile meydana gelmektedir. Bu olayda önemli olan su tabakasının derinliği, araç hızı,

lastiğin profil derinliği ve lastik genişliğidir (Şekil 6.20). Lastik genişliği arttıkça araç su tabakası üzerinde daha kolay kaymaktadır. Araçlardaki yük dağılımı aquaplaning olayında bir rol oynamakta ve arkadan yüklü araçlara daha tehlikeli bir durum arz etmektedir.



Şekil 6.20 Hız ve diş derinliğinin aquaplaning etkisi



Şekil 6.21 Aquaplaning için lastik kesiti

İz genişliği: $b=200 \text{ mm}$
Yoldaki su tabakası: $t=3 \text{ mm}$
Hız : $v=108 \text{ km/h}=30000 \text{ mm/s}$
Her saniyede aldığı mesafe: $l=30000 \text{ mm}$
Her saniyede dışarı attığı su:
 $l \times b \times t = 30000 \times 200 \times 3 = 18 \times 10^6 \text{ mm}^3/\text{s}$

18 lt su her saniye dışarı atılıyor.

Kanal genişliği ne kadar olmalıdır?

Kesit boyunca lastik altındaki su :

$$b \times t = 600 \text{ mm}^2$$

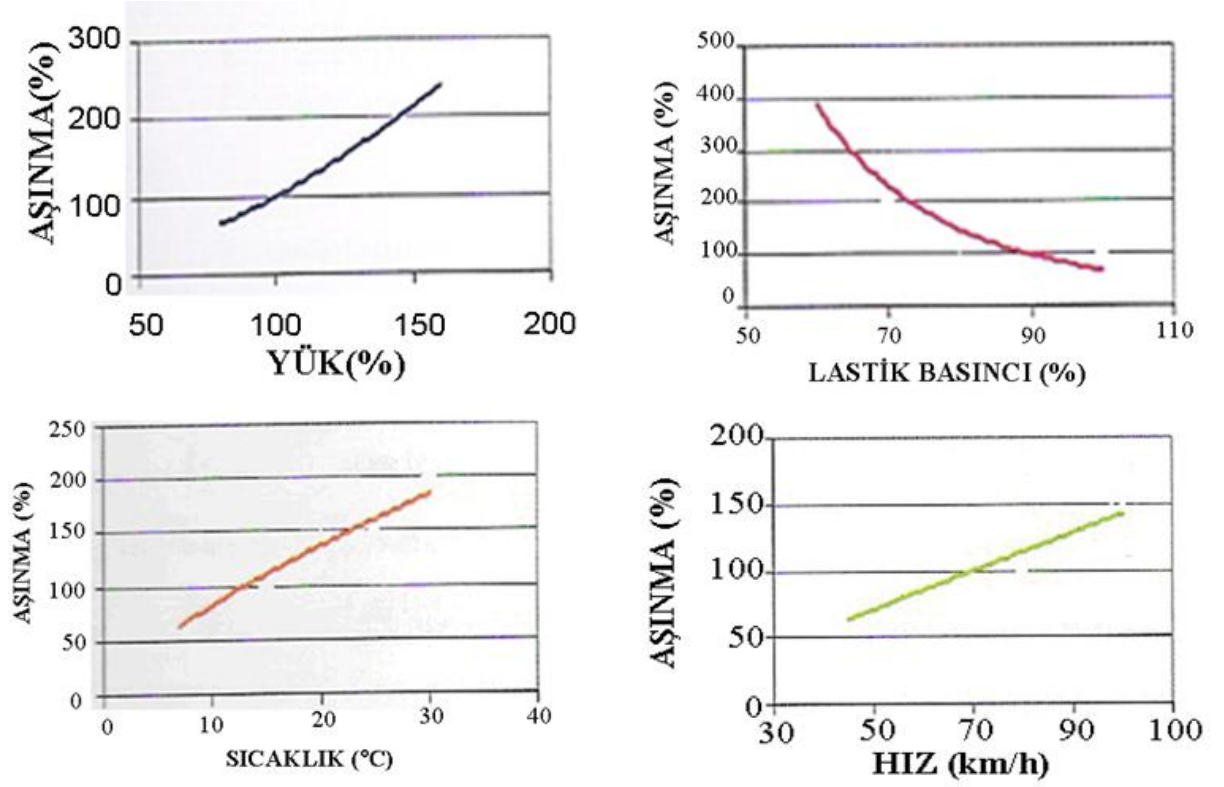
Derinliği : 7.5 mm

Gerekli kanal genişliği :

$$600 \text{ mm}^2 / 7.5 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

6.7.2.2 Aşınma

Lastikte aşınma olmasının sebepleri biri pürüzlü, engebeli yollar, bu yollarda lastiğe batıp o bölgede aşınmasına sebep olacak metaryaller, oksitlenmeler ve lastik yüzeyinin yapışkan ya da yağlı olmasıdır. Bu etkilere maruz kalan lastiklerde aşınma görülür ve lastiğin ömrü kısalır. Şekil 6.22’de lastiğe etki eden hız, sıcaklık, yük ve lastik basıncının aşınmayı nasıl etkilediği gösterilmiştir.



Şekil 6.22 Hız-sıcaklık-yük- lastik basıncın aşınmaya etkisi

7. TAŞIT MEKANIĞI

7.1 Lastik ile yol arasındaki sürtünme

Lastik ile yol etkileşiminde; ideal olarak, hareketin tamamen sürtünmesiz, yolun ve tekerleğin tamamen rijit olduğu varsayılmaktadır. Bu duruma, demiryolu ulaşımında yaklaşılmaktadır. Çünkü, tekerlek ve rayın her ikisi de hemen hemen rijit ve elastiktir. Genel olarak, tekerlek yol etkileşiminde şu dört konum söz konusu olabilir:

- Rijit tekerlek-rijit zemin(demiryolu)
- Rijit tekerlek-esnek zemin(çelik tekerlekli traktör)
- Esnek tekerlek-rijit zemin(sert yolda pnömomatik tekerlek)
- Esnek tekerlek-esnek zemin(yumuşak zeminde pnömomatik tekerlek)

Sürtünme katsayı aynen yuvarlanma direnci gibi birçok fiziksel değişkenlere bağlı olup kullanım durumlarına göre büyük değişiklikler göstermektedir. Örnek vermek gerekirse bu katsayı yolun; asfalt, toprak ya da beton olmasına, ıslak, kuru veya yağlı olmasına, lastiğin tasarımına, aracın hızına göre değişiklik göstermektedir. μ ne kadar büyük olursa frenleme kapasitesi o kadar büyümektedir.

Çizelge 7.1 Değişik yol durumlarına göre lastik-yol teması statik ve kayma sürtünme katsayıları

<i>Yüzey</i>	<i>Durum</i>	μ_0 (Statik)	μ_s (Kayma)
<i>Asfalt yada Beton</i>	<i>Kuru</i>	0.8-0.9	0.75
<i>Beton</i>	<i>Islak</i>	0.8	0.7
<i>Asfalt</i>	<i>Islak</i>	0.5-0.7	0.45-0.60
<i>Gravel</i>		0.6	0.55
<i>Toprak yol</i>	<i>Kuru</i>	0.68	0.65
<i>Toprak yol</i>	<i>Islak</i>	0.55	0.4-0.5
<i>Kar</i>	<i>Sıkışmış</i>	0.2	0.15
<i>Buzlu veya kaygan</i>		0.1	0.07

7.2 Yuvarlanma Direnci

Yuvarlanma direnç kuvveti taşıt tekerleğinin yuvarlanma sırasında yol ve lastiklerdeki şekil değiştirmelerden kaynaklanır. Yuvarlanma direnci yol ile tekerleğin değişik durumları için ayrı ayrı incelenir. Bu durumlar;

- Demiryolu taşımacılığında olduğu gibi; rijit tekerlek- rijit yol,
- Şu anda pek karşılaşılmamakla birlikte toprak zemin üzerinde hareket eden at arabasında olduğu gibi; rijit tekerlek- şekil değiştirebilen yol,
- Günümüzde kullandığımız binek otoların en çok karşılaştığı gibi; elastik tekerlek- rijit yol,
- Daha çok yol dışı (off- road) taşıtları için geçerli; elastik tekerlek- şekil değiştirebilen yol.

Sert zeminlerdeki yuvarlanma direncinin ana kaynağı yuvarlanma sırasında lastiğin karkas yapısındaki şekil değiştirmeden dolayı ortaya çıkan histerisizlerdir. Diğer bir deyişle lastiğe döndürmek için verdiğimiz enerjinin tamamı dönme olayı için kullanılmamakta, bir kısmı kaybolmaktadır. Bunun yanı sıra kaymadan dolayı lastik ile yol arasındaki sürtünme, lastiğin içindeki havanın sirkülasyona (devinime) olan direnci ve lastik ile çevresindeki hava arasında oluşan fan etkisi yuvarlanma direncinin ikincil kaynaklarıdır. Yapılan deneysel çalışmalar 125~150 km/h hızları arasında yuvarlanma direncinin %90~95'i lastiğin yapısal histerisizlerinden, %2~10'u lastik ile yer arasındaki sürtünmeden ve %1,5~3,5'inin de hava direncinden kaynaklandığını göstermektedir. Radyal lastikteki yapısal histerisizler üzerine yapılan diğer bir deneysel çalışma ise bu histerisizleri %73'ünün dış kısmından, %13'ünün yan duvarlardan, %12'sinin omuz kısmından ve %2'sinin de damak bölgesinden kaynaklandığını göstermektedir.

Lastik sert zemin üzerinde yuvarlanmaya başladığı zaman lastiğin karkas yapısı yer ile temas ettiği alanda şekil değiştirir. Bu şekil değiştirmenin sonucu lastiğin hareket yönündeki normal basınç diğer taraftaki basınçtan yüksek olur. Yani normal basınç merkezi lastik ekseninden hareket yönüne doğru bir miktar kayar. Bu kayma lastik eksenine göre bir moment oluşturur ve bu momente yuvarlanma direnç momenti adı verilir. Serbest yuvarlanan bir lastik düşündüğümüzde tekerlek torku sıfıra eşittir ve tekerleğin denge şartının sağlanması için yer ile temas ettiği noktadan bir kuvvet etki etmek zorundadır. İşte bu yatay kuvvete yuvarlanma direnç kuvveti denir. Bu kuvvetin normal yüke oranına da yuvarlanma direnç katsayısı adı verilir.

7.2.1 Yuvarlanma Direncine Etki Eden Faktörler

Otomobillerde kullanılan şişirmeli (pnömatik) lastiklerin yuvarlanma direncine birçok faktörün etkisi vardır. Bu faktörler lastiğin yapısı ve lastiğin çalışma koşulları olarak iki ana başlık altında incelenebilir. Buna rağmen bu faktörleri birbirinden ayrı düşünmek imkansızdır. Çünkü bir faktörün değişimi diğer bir faktörün değişimini de beraberinde getirir. Örneğin; taşıtın hızının artması, lastiğin sıcaklığını artırır ve bu sıcaklık artışı da lastiğin şişirme basıncını değiştirir.

7.2.1.1 Lastiğin Yapısının Yuvarlanma Direncine Etkisi

Lastik üretimi radyal ve konvansiyonel olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Lastiğin bu üretim şekli onun yuvarlanma direnç karakteristiğini veren en önemli etkidir. Yapılan ölçümler radyal lastiklerin yuvarlanma direnç katsayılarının konvansiyonel lastiklere göre oldukça iyi olduğunu göstermiştir.

Taşıt lastiklerinde 1895 yılına kadar dolgu lastikler kullanılmıştır. Bu lastiklerin yuvarlanma dirençleri oldukça yüksek olmakla beraber, hareket ettirilirken karşılaşılan atalet kuvveti de oldukça büyüktü. Atalet kuvvetinin azaltılması için yapılan çalışmalar şişme lastikleri ortaya çıkardı. Üretilen bu şişme lastikler 1946 yılına kadar konvansiyonel olarak tek tip üretiliyordu. 1946 yılında Michelin firması yeni bir lastik tipi olan radyal lastiğin patentini aldı. Bu tarihten itibaren de radyal lastiğin kullanımı bir çığ gibi büyüdü. Günümüzde otomobillerde kullanılan lastiklerin hemen hemen tamamı radyal lastiktir.

Radyal lastiğin yuvarlanma direncinin konvansiyonelden düşük olmasının ana sebebi konvansiyonel lastiklerde belirli bir açı ile döşenmiş lif tabakalarının lastiği şekil değiştirmeleri sırasında birbirleri arasında bir kayma hareketi yaparak enerji kaybına sebep olmalarıdır. Konvansiyonel lastiklerin yuvarlanma dirençleri daha yüksek olmasına karşılık yük taşıyan araçlarda halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Çünkü bu lastiklerin yük kapasiteleri radyal lastiğe göre daha yüksektir.

Lastiğin üretim tipinin yanı sıra lastiğin dış kalınlığı, dış şekli, yanak kalınlığı, yanak genişliği ve konvansiyonel lastikte katmanların sayısı da yuvarlanma direncini etkiler. Lastiğin dışlarının ve yanağının kalınlığı şekil değiştirmeyi zorlaştırdığından yuvarlanma direncinin artırır. Lastiğin yanak yüksekliğinin azaltılması yuvarlanma direncini düşürür, çünkü şekil değiştiren malzeme miktarı azalır, yani daha az enerji kaybı olur. Fakat lastiğin yanak genişliğinin fazla düşürülmesi, lastiğin temel işlevlerinden olan darbeleri engelleme görevinin yapamaması ile sonuçlanır. Lastiğin lif katmanlarının sayısının artırılması da bu katmanlar

arasındaki kaymaların artmasına sebep olacağından yuvarlanma direncini arttırır. Lastiğin diş şeklinin belirli bir kriteri yoktur. Genellikle büyük bloklar halinde diş yapılmış lastiklerin yuvarlanma direnci daha büyüktür, fakat bu küçük dişli yapılmış lastiklerin kesinlikle düşük yuvarlanma direncine sahip oldukları anlamına gelmez.

Yuvarlanma direncini etkileyen diğer bir yapısal nitelikte lastiğin yapı malzemesidir. Şu anda lastik malzemesi olarak en çok kullanılan madde sentetik kauçuktur. Sentetik kauçuğun yuvarlanma direnci doğal kauçuktan daha yüksektir, fakat doğal kauçuğun aşınma dayanımının düşüklüğü lastik malzemesi olarak kullanımını azaltmıştır. Diğer bir lastik malzemesi olan butil kauçuk yol tutuşu ve kontrol kolaylığı bakımından sentetik kauçuktan daha iyidir, fakat yuvarlanma direnci çok daha yüksektir. Yapılan çalışmalar sentetik kauçuğun yuvarlanma direncinin doğal kauçuktan 1.06 kat daha yüksek olduğunu göstermiştir. Butil kauçuğun yuvarlanma direnci ise doğal kauçuğun 1.35 katıdır.

Lastiğin malzemesinin yanı sıra içindeki liflerin ve katmanların malzemeleri de yuvarlanma direncin de etkilidir. Çelik lifli lastiklerin yuvarlanma dirençleri sentetik lifli olanlara göre daha yüksektir. Bu yüzden otomobil lastiklerinde çelik liflerin kullanımı yavaş yavaş azalmaktadır. Bunun yerine çekme mukavemeti yüksek sentetik lifler kullanılmaktadır. Her ne olursa olsun çeliğin mukavemeti sentetik liflerden daha yüksek olduğundan yük taşımada kullanılan çoğu araçların lastiklerinde halen çelik lifler kullanılmaktadır.

7.2.1.2 Lastiğin Çalışma Şartlarının Yuvarlanma Direncine Etkisi

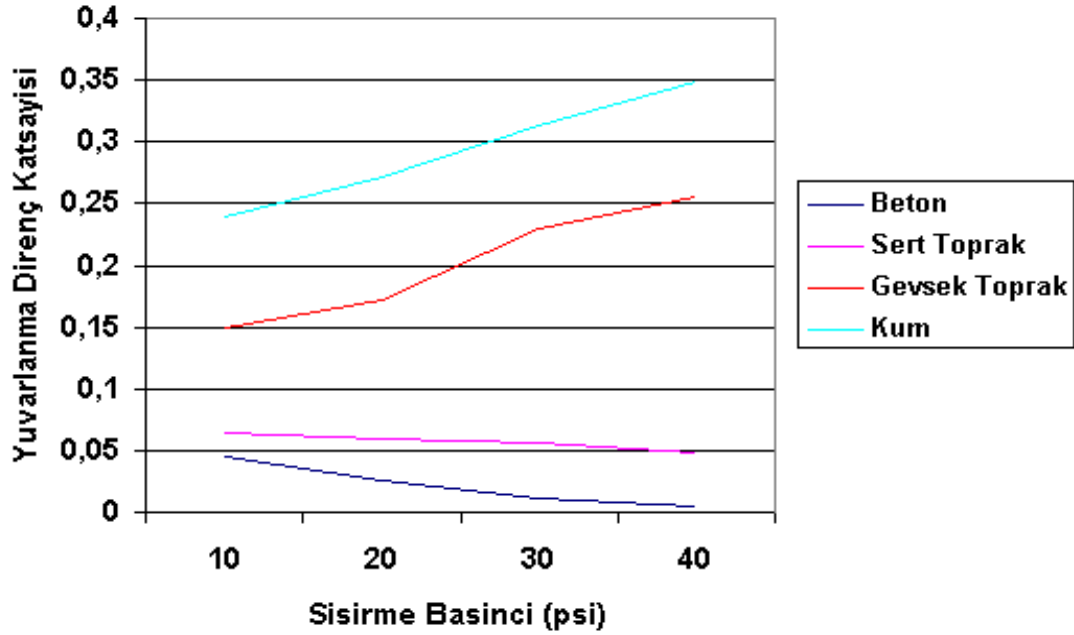
Lastiğin yuvarlanma direncinin çalışma şartlarına göre değişimi aşağıda maddeler halinde anlatılmıştır.

▪ Yüzey Şartları

Sert ve düzgün yüzeylerdeki yuvarlanma direnci bozuk yol şartlarına göre oldukça düşüktür. Yumuşak yüzeylerde yuvarlanma direncinin artmasının sebebi lastik temas alanındaki normal basıncın daha da öne kaymasıdır, yani lastik zemine batma miktarına göre küçük bir basamağı geçiyormuş gibi davranır. Bundan dolayı yumuşak zeminlerde çalışacak taşıtların lastiklerinin zemine batma miktarı, yani normal basınç şiddeti, azaltılmalıdır. Bunu sağlayabilmek için daha geniş lastikler kullanılabileceği gibi daha sonra da bahsedileceği gibi lastiğin şişirme basıncı azaltılarak temas alanı arttırılabilir. Lastiğin ıslak veya karlı yollardaki davranışı da yumuşak zemindekine benzemektedir. Yani bu şartlar altında da yuvarlanma direnci artmaktadır.

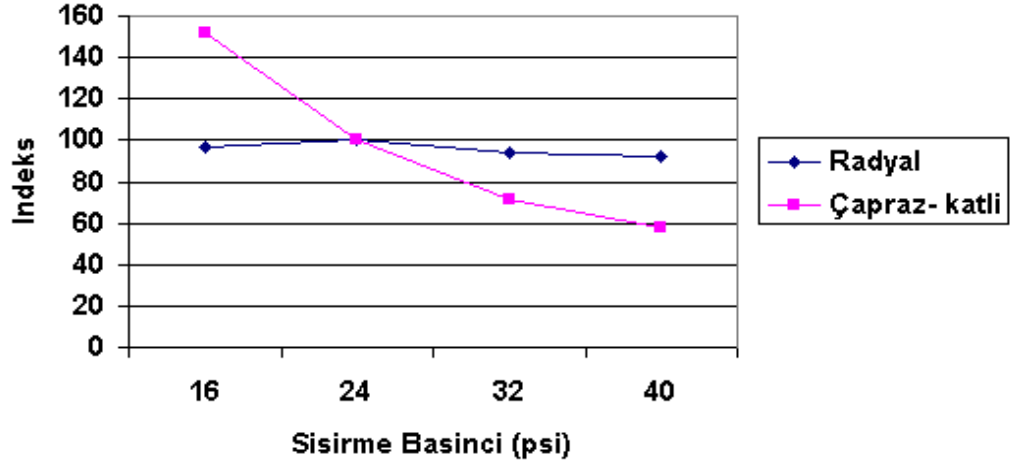
▪ Lastik Şişirme Basıncı

Lastik şişirme basıncı direk olarak lastiğin esnekliği ile ilgilidir. Yolun yumuşaklığına göre şişirme basıncının yuvarlanma direncine olan etkisi farklı farklıdır. Sert zeminlerde şişirme basıncının yüksek olması yuvarlanma direncini düşürür. Bunun sebebi yüksek basınçta lastiğin şekil değiştirmesinin azalması yani yapısal histerisizlerinin azalmasıdır. Yapılan çalışmalar şişirme basıncının çapraz katlı lastiklerin yuvarlanma dirençleri üzerinde daha etkili olduğunu göstermiştir. Örneğin radyal lastiğin şişirme basıncını yarıya indirdiğimizde yuvarlanma direnci 1.27 katına çıkmasına karşın çapraz- katlıda bu oran 1.92'dir. Kum gibi yumuşak zeminlerde lastik şişirme basıncının artırılması zemine batma miktarını arttıracığı için yuvarlanma direncini Şekil 7.1'de görüldüğü gibi arttırır. Buna karşın lastik şişirme basıncının azaltılması yapısal histerisizleri arttıracığı için yumuşak zeminlerde lastik şişirme basıncının optimum bir değeri vardır ve bu değer batmaya karşı yapılan iş ile içi yapısal histerisizlerden dolayı kaybolan işlerin toplamının en az olduğu noktadır.



Şekil 7.1 Yuvarlanma direnç katsayısının şişirme basıncıyla değişimi

Şişirme basıncı sadece yuvarlanma direncini değil Şekil 7.2'de gösterildiği gibi lastiğin aşınma ömrünü de etkiler. Şekilde 165 kPa (24 psi) daki aşınma oranı referans gösterilmiştir. Görüldüğü gibi aşınma ömrüne lastik şişirme basıncının etkisi radyal lastiklere göre çapraz-katlı (konvansiyonel) lastiklerde daha fazladır.

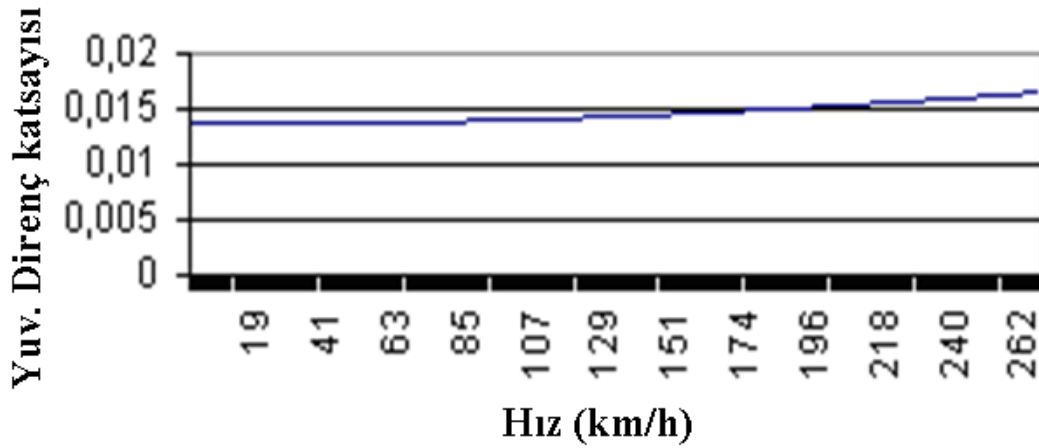


Şekil 7.2 Lastik şişirme basıncı ile aşınma indeksinin değişimi

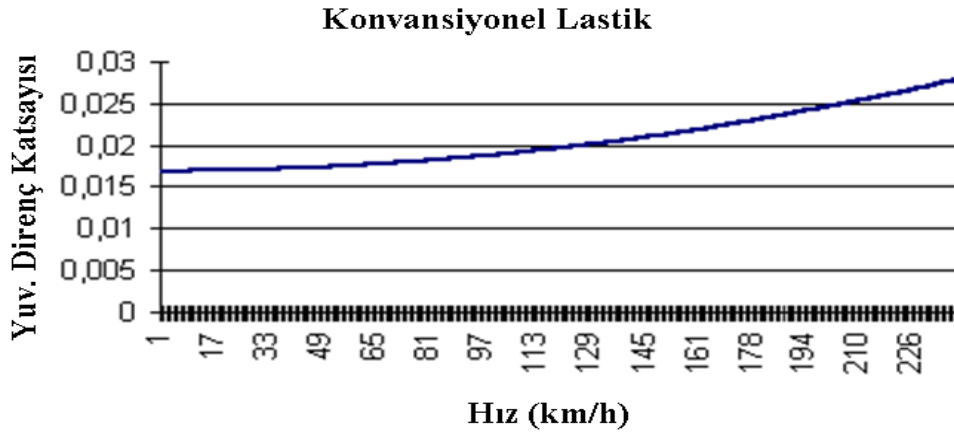
▪ Hız

Hızın artışı ile lastiğin şekil değiştirmesi için gerekli iş ve lastiğin yapısındaki titreşimler arttığı için lastiğin yuvarlanma direncide artar. Radyal lastiğin yuvarlanma direncinin hız ile değişimi Şekil 7.3'te, çapraz- katlı (konvansiyonel) lastiğin ki ise Şekil 7.4'te verilmiştir.

Radyal Lastik



Şekil 7.3 Radyal lastiğin yuvarlanma direnç katsayısının hız değişimi



Şekil 7.4 Çapraz katlı lastiğin yuvarlanma direnç katsayısının hız ile değişimi

Lastiğin dizaynında ve çalışma şartlarındaki parametrelerin çokluğu ve bunların oluşturduğu kompleks ilişki yüzünden lastiğin yuvarlanma direncini veren analitik bir formülün çıkarılması hemen hemen imkansızdır. Bu yüzden lastik yuvarlanma direnci ile ilgili hesaplar tamamen deneysel verilere dayanmaktadır. Lastik yuvarlanma direncinin ölçülmesi ile ilgili bazı prosedürler ortaya koyulmuştur. Bu prosedürlerin uygulanması sonucu elde edilen deneysel verilerle ampirik formüller oluşturulmuştur. Bu formüller bazı parametrelerin sabit tutulduğu kabulü ile ortaya çıkmıştır. Örneğin yük ve lastik şişirme basıncı sabit tutularak, radyal bir lastiğin yuvarlanma direnç katsayısı ile hız arasındaki ilişki;

$$f_r = 0.0136 + 0.4 \cdot 10^{-7} \cdot V^2$$

çapraz- katlı bir lastiğin yuvarlanma direnç katsayısı ile hız arasındaki ilişki ise

$$f_r = 0.0169 + 0.19 \cdot 10^{-6} \cdot V^2$$

dir. Bu formüller hızın maksimum 150 km/h olması durumunda geçerlidir.

Taşıt performansı için yapılan ön hesaplamalarda hızın lastik yuvarlanma direncine olan etkisi ihmal edilebilir. Bunun yerine yuvarlanma direnç katsayısının Çizelge 7.2’de verilen ortalama değerleri kullanılabilir.

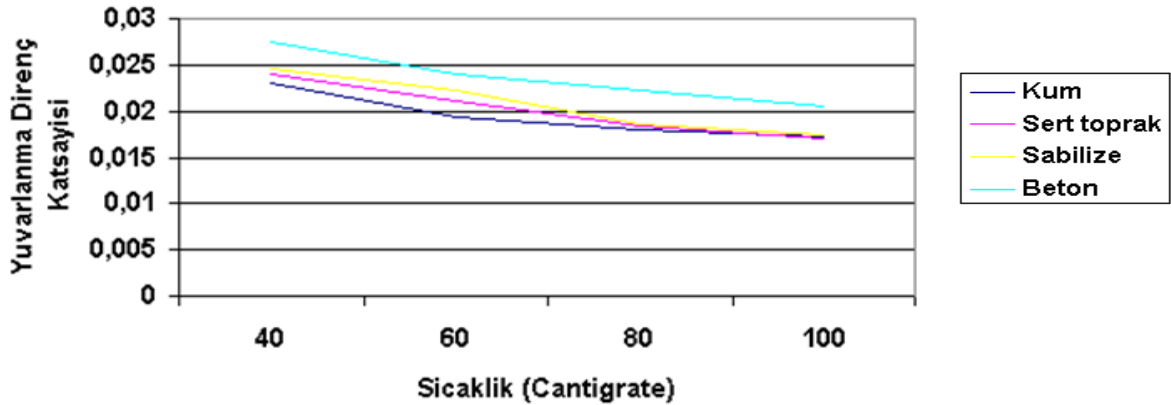
Çizelge 7.2 Yuvarlanma direnç katsayısının ortalama değerleri

Lastik tipi	Yüzey		
	Beton	Sert toprak	Kum
Yolcu arabası	0.015	0.08	0.30
Kamyon	0.010	0.06	0.25
Traktör	0.02	0.04	0.20

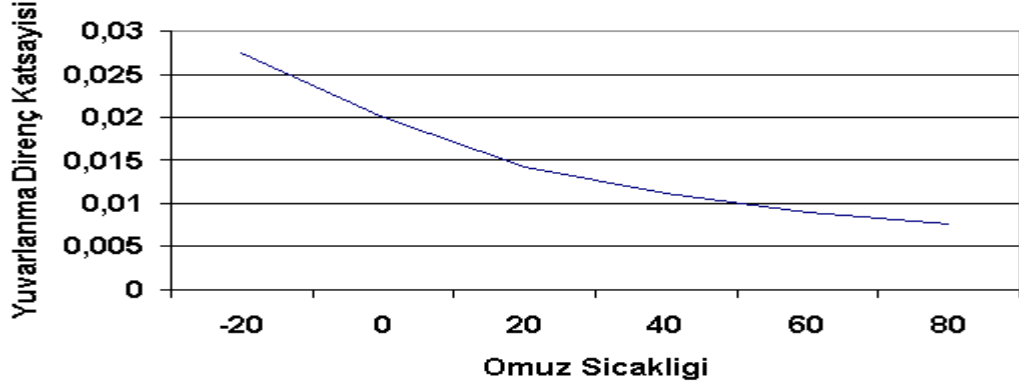
Hız belirli bir limiti aştıktan sonra yuvarlanma direnci iyice artar. Eşik hızı da denen bu hızdan sonra lastik temas alanında oluşan şekil değiştirmeler geri normal hali olan dairesel şekline dönemez ve üstel sönümlü dalgalar oluşur. Bu dalgaların genliği lastiğin yerden ayrıldığı anda en büyüktür ve lastik çevresi boyunca üstel olarak sönümlenir. Bu dalgaların oluşumu enerji kaybını iyice arttırarak ısı oluşumunu arttırır ve dolayısıyla lastik yuvarlanma direncini de artırır. Bu dalga oluşumunun devam ettirilmesi yani eşik hızının üstünde seyir edilmesi sonunda lastiğin patlaması kaçınılmazdır. İşte bu nedenle lastiğin malzemesine ve yapımına göre bir hız sınırı vardır ve bu limit değer lastik üzerinde bir harf ile gösterilmiştir.

▪ Çalışma sıcaklığı

Lastiğin çalışma sıcaklığı yuvarlanma direncini iki yönde etkiler. Bunlardan birincisi lastiğin içindeki havanın sıcaklığının değişimiyle şişirme basıncının değişmesi, ikincisi ise lastik malzemesinin sıcaklığının değişimi ile malzemenin katılığının, yani yapısal histerisizinin değişimidir. Lastiğin içi sıcaklığı ve omuz sıcaklığı ile yuvarlanma direnç katsayılarının değişimi Şekil 7.5 ve Şekil 7.6'da verilmiştir.



Şekil 7.5 Lastik içi sıcaklığının yuvarlanma direnç katsayısına etkisi

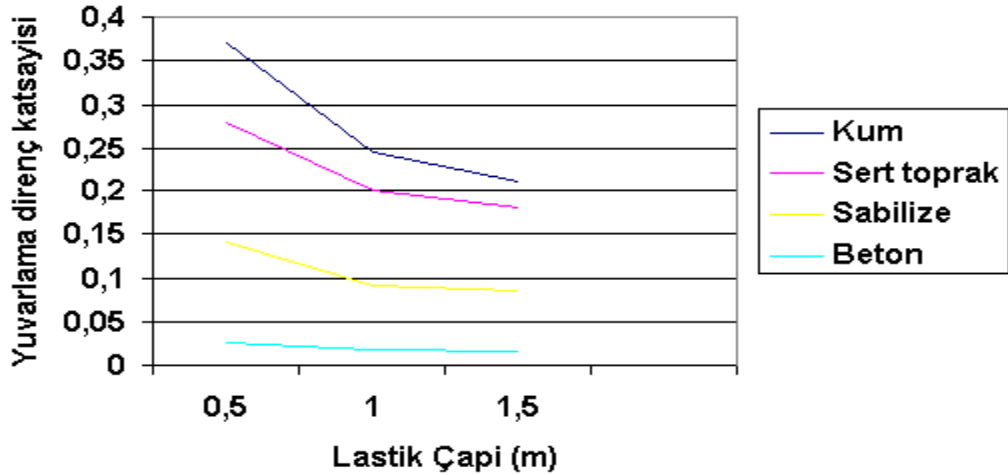


Şekil 7.6 Yuvarlanma direnç katsayısının omuz sıcaklığı ile değişimi

Şekil 7.6 incelendiğinde -10°C ' deki yuvarlanma direnç katsayısının 60°C 'dekinin 2.3 katı olduğu görülebilir. Buradan lastik yuvarlanma direnç katsayısı ile ilgili temel faktörlerden birinin lastik omuz sıcaklığı olduğu anlaşılır. Burada hatırlanması gerekli önemli bir nokta ise ortam sıcaklığı ile lastik omuz sıcaklığının aynı olmadığıdır.

▪ Lastik Çapı

Lastiğin çapı ile yuvarlanma direnç katsayısı arasındaki ilişki Şekil 7.7'de verilmiştir. Buradan sert zeminlerde lastik çapının yuvarlanma direnç katsayısı üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Diğer taraftan yumuşak zeminlerde oldukça etkilidir.

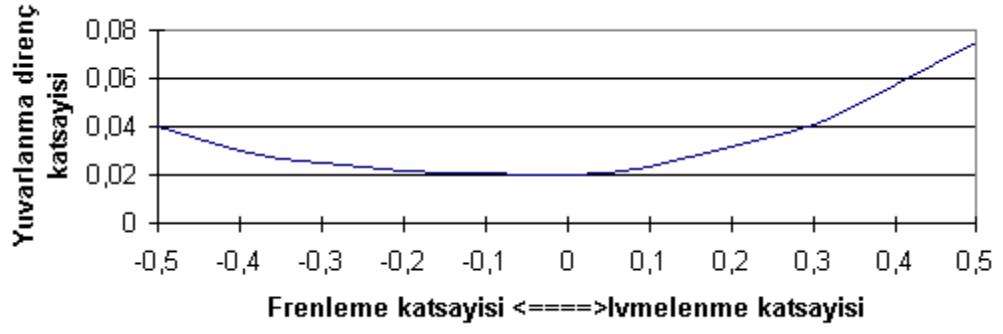


Şekil 7.7 Lastik çapının yuvarlanma direnç katsayısına etkisi

▪ Frenleme-Çeki Çabası

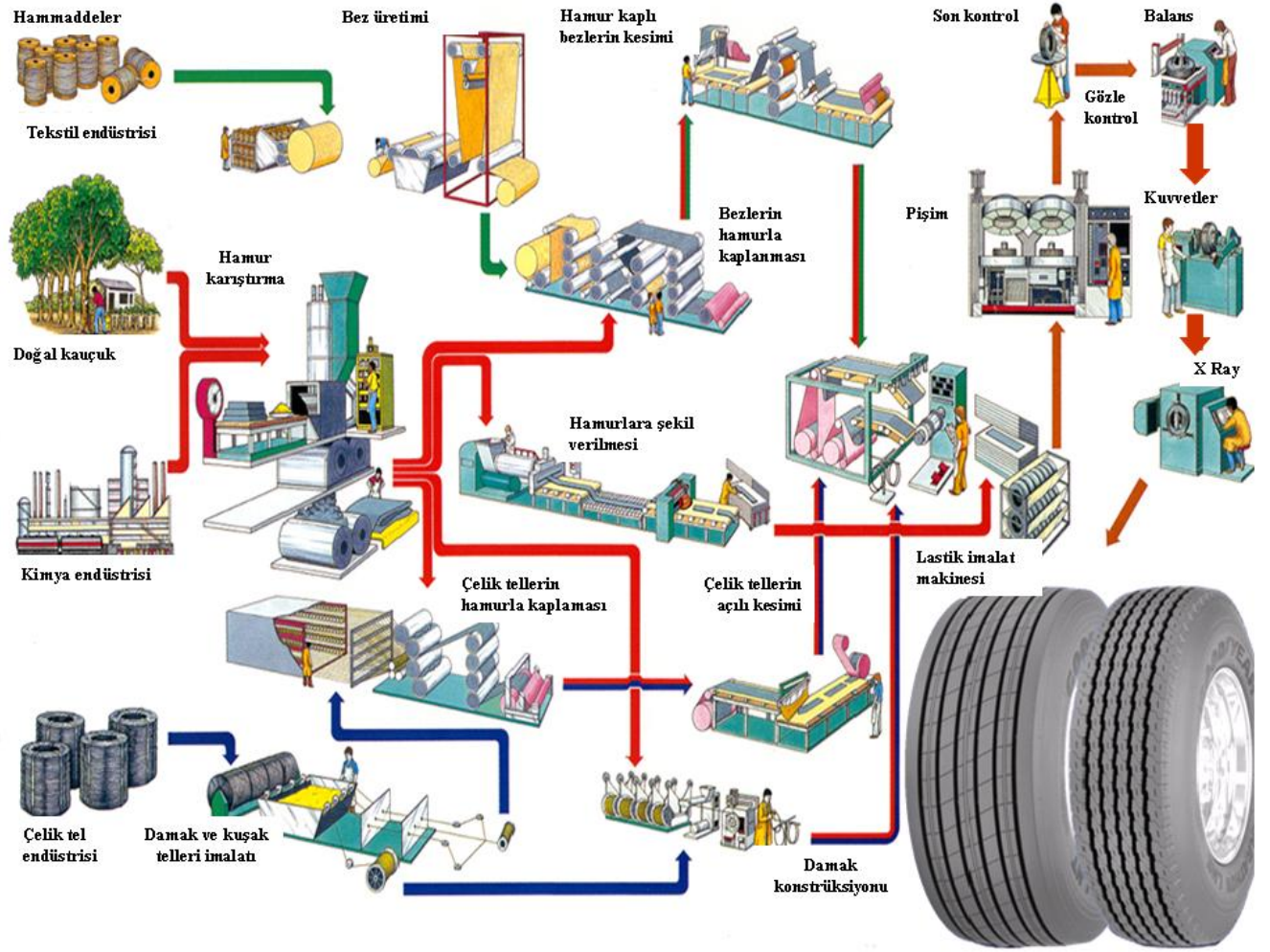
Taşıtın frenlemesi veya ivmelenmesi sırasında yuvarlanma direnci artar. Bunun en önemli sebebi lastiğin temas alanındaki şekil değiştirmenin yanı sıra frenleme veya ivmelenme sırasında lastikte çevresel bir şekil değiştirmenin de meydana gelmesidir. Frenleme ve

ivmelenmenin lastik yuvarlanma direnç katsayısı üzerindeki etkisi Şekil 7.8’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7.8 Frenleme-ivmelenme çabasının yuvarlanma direnç katsayısına etkisi

8. LASTİĞİN ÜRETİMİ

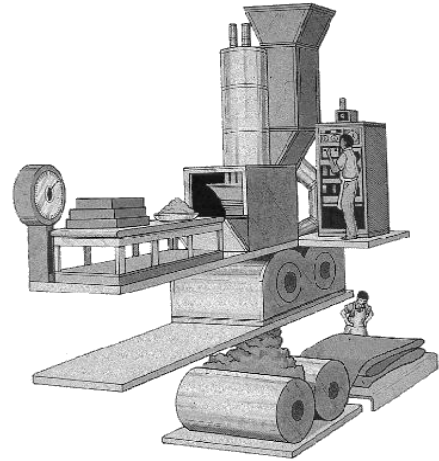


Şekil 8.1 Lastik üretim prosesi

Lastik üretim prosesinde öncelikle monte edilip lastik oluşturulan lastik komponentleri hazırlanır. Lastik üretim aşamaları aşağıdaki gibidir.

▪ Hamur karışımı

Lastiğin içine giren tabii veya sentetik kauçuk, karbon siyahı, yağlar ve diğer kimyasallar hamur karıştırma makinesinde (banbury) karıştırılır ve kauçuğun sakız kıvamına gelmesi sağlanır.



Şekil 8.2 Hamur karıştırma makinesi

- **Sırt, yanak ve apex üretimi**

Karıştırılan hamur extruderlere getirilir. Ön ısıtma ve yumuşatma işlemine tabi tutulan hamurlar iyice ısıtılıp homojen hale getirilerek özel olarak hazırlanan kalıplardan geçirilerek yarı mamül halinde çıkar, gerekirse baskı silindirden geçirilir. Bantlar yardımıyla soğutma kısımlarından geçirilerek bobinlere sarılır.

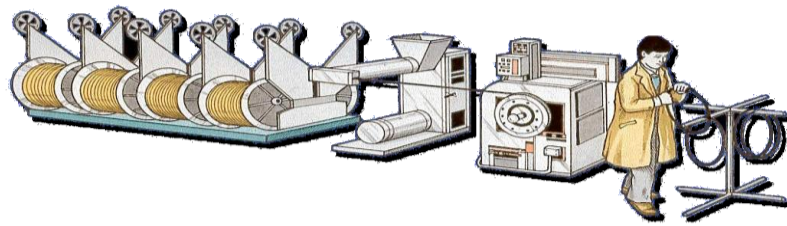
- **Gövdedeki lifli kısımların üretimi**

Çelik teller alttan ve üstten karışım sıvayarak çelik kuşak kumaşı yapan makinedir. Sıcaklığı ve nemi sabit kapalı odada çelik tel makaraları raflara matris şeklinde dizilir. Buradan geçene teller tel sıklığının ayarlandığı silindirden geçen teller aynı hizada tutularak homojen bir dizilme sağlanır. Sepetlerden gelen karışım makine ağzına girer. Oradan besleyiciye gelir, yumuşatma ve ısıtma işlemi yapılan karışım iki ayrı bant ile çelik tellerin makineye girdiği kısma bir üstten bir alttan gelir ve istenem kalınlıkta sıvanır. Polietilen malzemeye sarılarak soğutma silindirinden geçirilerek sarılma bobinlerine oradan da metalik kumaş makaralarına gönderilir. Kumaş makaraların sarılan hamurla kaplı çelik teller istenen genişlikte ve açıyla kesilir. İstenilen açı ve genişliğe sahip tel kumaşlar birbirine eklenerek bobinlere sarılır.

Çelik teller gibi gövdeye yerleştirilen iplikli kısımlarda vardır. Bunlarda kordlar hamur ile kaplanarak makaralara sarılır. Daha sonra 87° veya 90° açıyla kesilir. Açılı olarak kesilen kord bezleri bobinlere sarılarak yarı mamul haline getirilir.

- **Damak teli (bead) üretimi**

Bead, lastiğin otomobil jantıyla temas ettiği kısmının iskeletini oluşturan çelik tellerden yapılan ve lastiğin damak kısmının 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 kullanılmaktadır.



Şekil 8.3 Damak teli üretim makinesi

- **Hazırlanan yarı mamüllerin (komponentlerin) birleştirilmesi**

Hazırlanan bütün malzemeler sırasıyla uygulanır. Lastik oluşumu iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada gövde denilen karkas oluşturulur. İlk olarak iç astar sarılır. Daha sonra kord bezlerinden oluşan kısım sarılır. Damak teli uygulanır, üzerine apex sarılır. Kord bezlerinin damak teli kenarlarında kalan kısmı damak teli üstüne katlanır. Daha sonra yanak kısmı uygulanır ve tamburdan çıkarılır.

Hazırlanan karkas ikinci aşama makinelerine gönderilir. İkinci aşama makinelerinde açılı olarak bulunan birinci çelik kumaş, onun üzerine de açılı ters olacak şekilde ikinci çelik kuşak uygulanır. Onların üzerine gövdeye 90° olarak yine kordlardan oluşan hamur kaplı kuşak uygulanır. Tekstil kuşak (overlay) çelik kuşakların kenarlarını kapatacak şekilde uygulanır. Onun üzerine de sırt kısmını oluşturacak sırt hamuru uygulanarak ezdirilir ve pişirme bölümüne gönderilir.

- **Lastik pişirme**

Lastiklerin pişmesi vulkanizasyon denilen olayın gerçekleşmesidir. Pişmemiş olan lastik pişmeye hazırlık aşamasında iç ve dış boyama işlemlerinden geçirilir. Bu sayede lastik pişerken hamurun kalıpta kolayca kayarak istenilen şekle girmesi sağlanır. Pişirme işlemi lastiğin son şeklini alması için preslenmesidir. İçten hava torbası ile basınç ve sıcaklık verilerek belli bir süre kalıplanan lastik pişerek elastik özellik kazanır. Lastiklerde sırt desenlerinin oluşması da pişme esnasında gerçekleşir. Pişmemiş lastiğe nasıl desen uygulanmak isteniyorsa pres için o kalıp koyularak istenilen sırt desenine sahip olması sağlanır. Presten çıkan lastik içine yüksek basınçta hava verilerek soğutulur. Böylece son şeklini almış olur.

- **Son kontrol ve bitirme**

Lastik pişirilip piyasaya sunulmadan önce gözle kontrol, röntgen, salgı kontrol, balans kontrol ve kuvvet ölçüm işlemlerinden geçirilir. Bu kontroller yapılmadan piyasaya sunulmaz.

9. SIRT DESENLERİ VE ÖZELLİKLERİ

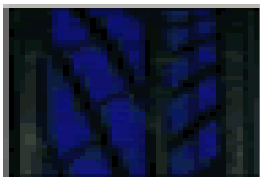


Standart yaz lastiği

Özellik	Etki	Fayda
Kenar bloklarının kaydırılması	Gürültü frekansı tepe değerlerini düşürür	Azaltılmış gürültü seviyeleri
Merkez hattında yüksek etkili merkez açısı	Gürültü frekansı tepe değerlerini düşürür	Azaltılmış gürültü seviyeleri
Düz çevresel kanallar	Su boşaltma	Islak yüzeylerde daha iyi performans ve daha etkin şekilde suda kızaklanmaya karşı direnç
Orta düzeyde kılcak kanal yoğunluğu	Ek kavrama kenarları	Tüm koşullarda daha iyi kavrama



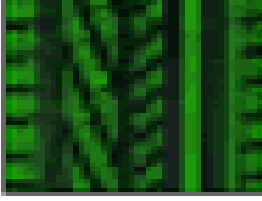
Yüksek performans lastiği



- Yanal ve boylamasına yol tutuşunu en üst düzeye çıkartır.
- Acil durumlarda ıslak zeminde frenleme ve yol tutuşu



- Zorlu manevralar sırasında güç transferi daha sağlam dış bloklarla desteklenir ve kontrol edilir.
- Virajda kavrama
- Yüksek hızda sürüş
- Kuru zeminde daha kısa ani fren



- Dış hizalamasındaki patentli sıralama sayesinde optimize edilmiş ses düzeyi
- Açılı merkez blokları sayesinde lastiğin yola vuruş sesinde azalma
- Azaltılan iç ve dış gürültü kirliliği



Yüksek performans lastiği

Özellik	Etki	Fayda
Sert omuz bölgesi	Yolla temasını arttıracak şekilde geniş omuzlar	Zorlu sürüş hakimiyeti performansı
Omuzdan merkez hattına sırt bağları	Yükün devamlı yola aktarımı	Hassas sürüş hakimiyeti
Sabit merkez hattı	Doğrudan yönlendirme gücü aktarımı	Yönlendirme hassasiyeti
V-sırt deseni teknolojisi	Su boşaltımı, Islak ve kuru zeminde üstün güç aktarımı	Suda kızaklanmaya karşı direnç, Her şartta fren emniyeti ve daha fazla çekiş gücü



Dört mevsim lastiği

Özellik	Etki	Fayda
Hava şartların uyumlu sırt teknolojisi	Değişen yol şartlarında, yol yüzeyine kendini uydurur	Tüm sürüş şartlarında en uygun performans
Kilitli lastik teknolojisi	Sırt esnekliğinden taviz vermeden ilave tutucu kenarlar ve yüksek yoğunlukta kılcal kanal kullanımı	Karda ve buzda daha fazla çekiş; kontrollü ıslak ve kuru zemin yönlendirme sabitliği
V-sırt deseni teknolojisi	Su ve sulu kar boşaltımı	Islak zeminde kızaklanmaya karşı direnç



Çivilenebilir kış lastiği

Özellik	Etki	Fayda
Çivi tutma teknolojisi	En uygun çivi takma çıkarma sağlar	Maksimum kar ve buz performansı
Kilitlenen merkez hattı blokları	Merkez hattını devamlı yolla temas halinde tutar	Azaltılmış donmuş kar yönlendirme etkisi

3 boyutlu blok kilitleme sistemi	Blok esnekliğinden taviz vermeden yüksek yoğunlukta kılcal kanal ve ilave tutucu kenar sağlar	Karda ve buzda arttırılmış çekiş; kontrollü ıslak kuru yönlendirme kabiliyeti
V-sırt deseni teknolojisi	Su ve sulu kar boşaltımı	Suda kızaklanmaya karşı direnç



Kış lastiği

Özellik	Etki	Fayda
Kılcal kanallar	Uygun şekilde tutunma ve çekiş sağlar	Kuru ve ıslaktan sulu kara, kar ve buza kadar her türlü kış koşulunda üstün sürüş hakimiyeti
Desen hizalaması ve blok tasarımı	Ses frekansının tepe noktalarını düşürür	Her türlü koşulda daha konforlu ve düzgün sürüş sağlar
Çift V kanallar	Kar ve sulu karı yararak ilerlemenizi sağlayan yönlü kanallar, sulu kar ve suyun dışarı atılmasını yönlendiren çok sayıda sırt bloğu, daha fazla ıslak performansı sağlayan tam derinlikte kanallar	Soğuk karda çekiş ile birlikte sulu kar ve suda kızaklanmayı azaltır, her zaman yolla daha fazla lastik teması; en zorlu sulu kar/sağanak durumlarında bile, suda kızaklanma riskini azaltır ve lastik aşındıkça performansı artar



Yüksek performans kış lastiği

Özellik	Etki	Fayda
Kılcak kanallar	Uygun şekilde tutunma ve çekiş sağlar, tüm sıcaklıklarda sağlamlığı arttırılmış bloklar	Kuru ve ıslak zeminden sulu kar, kar ve buza kadar her türlü kış koşullunda üstün sürüş hakimiyeti sağlar, en uzun yol şartlarında üstün tutuş
Asimetrik sırt deseni	Yüksek hızlar için dış dengeleyiciler ve kaygan zeminde daha iyi tutunma sağlayan asimetrik merkez blokları	Mükemmel yüksek performans manevraları
Blok dizilişi	Ses frekansının tepe noktalarının düşürür	Her türlü koşulda daha konforlu ve düzgün sürüş

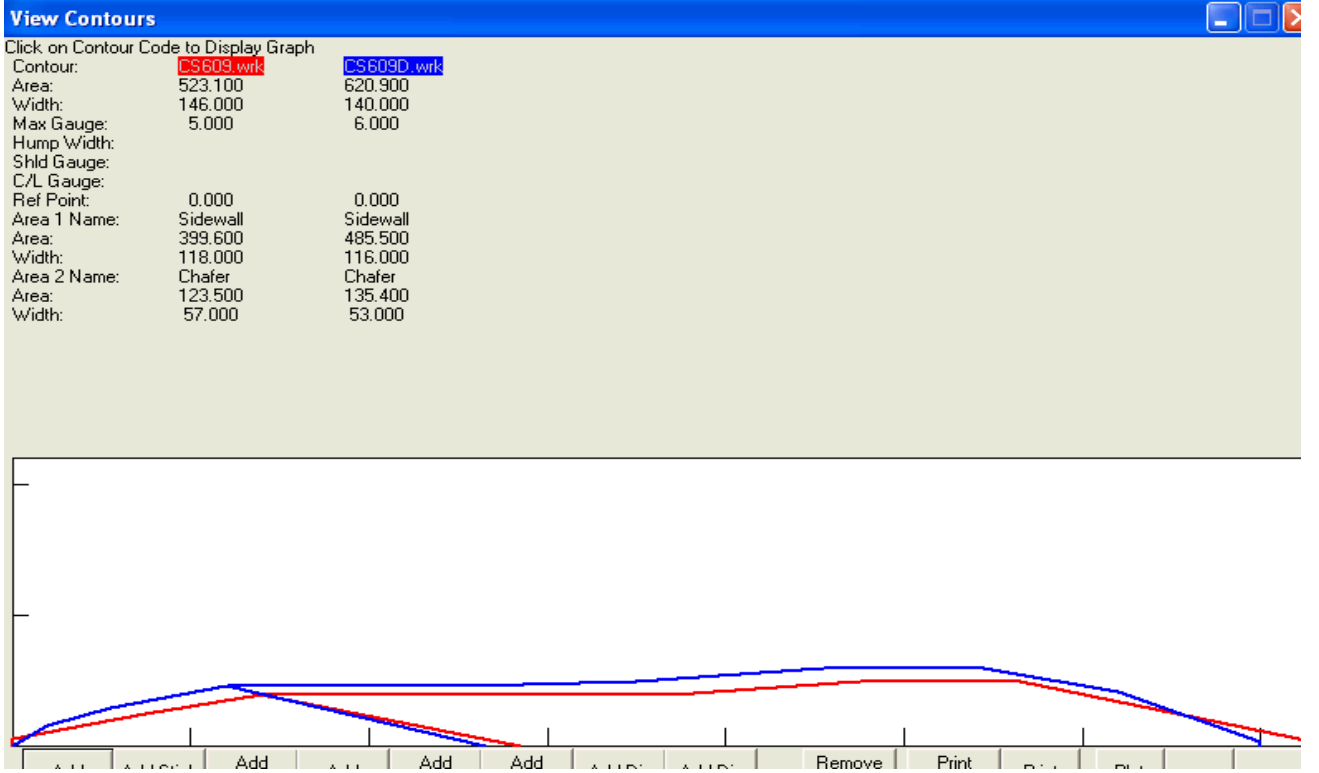
10. ÜRÜN GELİŞTİRME ÖRNEKLERİ

Lastiklerin fabrikada seri üretime geçebilmesi için deneme üretimler yapılmaktadır. Standart bir yaz lastiğinin deneme üretimleri sırasındaki ortaya çıkan problemleri gidermek için ürün geliştirme çalışmaları yapıldı. Bu deneme üretimlerinde bütün komponentler kontrollü bir şekilde yarı mamul haline getirildi. Hamurlarında ve elde edilen yarı mamullerde bir problem olmadığı onaylandıktan sonra belli sayıda üretim yapıldı. Komponentler gerekli şekilde birbirlerine monte edilip ham lastik haline getirildi ve daha sonra kalıpların bulunduğu preslerde pişirildi. Preslerden çıkan lastikler önce gözle kontrol edildi ve daha sonra fors makineleri adı verilen makinelerde balans, dikey kuvvet, yatay kuvvet ve koniklik ölçümleri yapıldı. Lastikte görülen problemler;

- Gözle yapılan kontrollerde yanak kısmında ara ara incelmeler ve hamur eksikliği,
- Fors makinelerinden geçirilen lastiklerin dikey kuvvet değerlerinin yüksek olduğu,
- Fors makinelerinde lastiklerin balans değerlerinin yüksek olduğu görüldü.

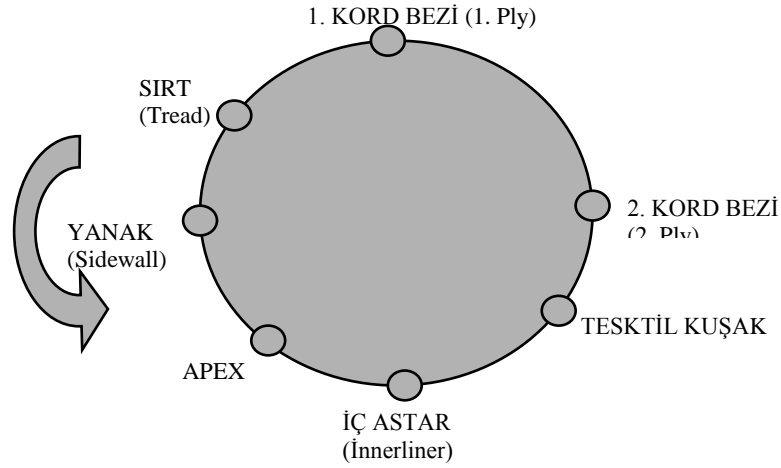
185/65 R 15 ebatındaki standart yaz lastiğinin ilk denemesinde; üretilen lastikler fors makinelerinden geçirilmeden daha gözle kontrol kısmında problem olduğu görüldü. Lastiklerin yanak kısımlarında ara ara incelmeler vardı. Bu lastikler yapılmadan bütün hazırlıklar kontrollü bir şekilde yapıldı. Lastiğin bütün komponentlerin kontrollü bir şekilde alındı ve makaralara sarıldı. Komponentler birleştirilip lastik haline gelmesini sağlayan makinelere getirilip, makinelerin gerekli ayarları yaptırıldı ve komponentlerin doğru yerlere koyulması sağlandı. Önce komponentler birleştirilip karkas haline getirildi ve daha sonra başka bir makinede kuşaklar ve sırt kısmı sarılarak ham lastik haline getirildi. Ham lastik pişmeye hazır hale gelmiş olan lastiktir. Bütün lastikler aynı makinelerde yapılmış ve ham lastikler aynı kalıpta pişirilmiştir. Soğuyan lastiklere gözle kontrol yapılmıştır ve bu kontrollerde lastiklerin yanak kısmında problem ortaya çıkmıştır. Yanak kısmında problem olmasına rağmen fors makinelerinden geçirilen lastiklerin dikey kuvvet ve balans değerleri yüksektir.

Lastiklerin yanak kısmında ara ara incelme ve bu ince kısımlarda parlak bir görünüm vardır. Yanak kısmında görülen ara ara incelmelerin sebebi; lastiklerin aynı koşullarda imal edilmesinden dolayı lastiğin yanak kısmına sarılan ve sidewall olarak adlandırdığımız hamurun ince gelmesi ve lastiğin yanak kısmına homojen bir şekilde dağılmamasıdır. Bu problemin giderilmesi için lastiğin yanak kısmına sarılan sidewall hamurunun kalıbında bir revizyon yapılmış ve hamur kalınlaştırılmıştır. Şekil 10.1'de görüldüğü gibi kalıp kırmızıdan mavi hale getirilmiştir. Yeni kalıp ile alınan sidewall ile deneme üretimi tekrar edilmiş ve problem giderilmiştir.



Şekil 10.1 Lastiğin yanak kısmını oluşturan malzemenin şekli

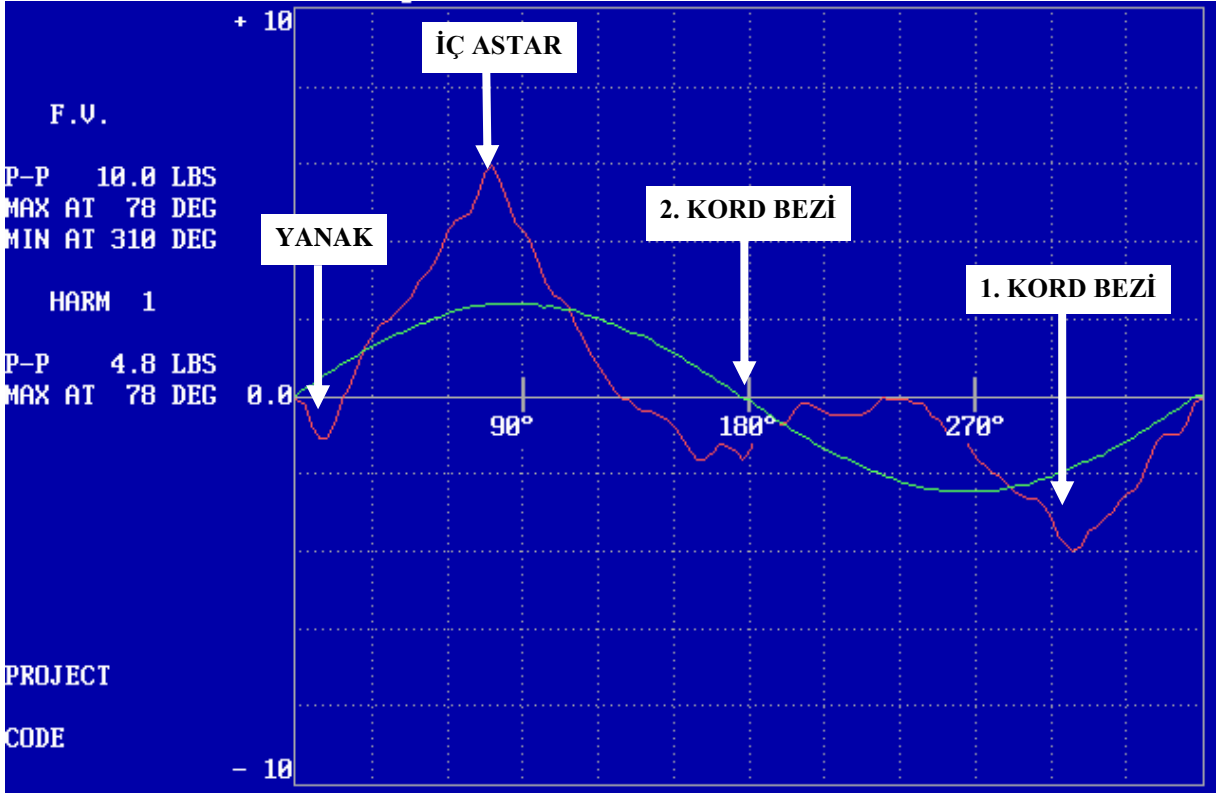
İlk deneme üretimindeki lastiklerde görülen dikey kuvvet değerlerinin yüksek olmasının sebebinin anlaşılması için yeni bir deneme yapıldı. Bu deneme normal şekilde üretilen lastiklerden biraz farklı olarak yapıldı. Bu denemede lastikte görülen yüksek dikey kuvvet değerlerinin hangi komponentten kaynaklandığını görmek için 12 adet lastik yapıldı. Bu 12 adet lastiğin karkas komponentleri aynı şekilde sarıldı fakat kuşaklar ve sırt kısmı sarılırken sırt kısmının ek yerine göre yanak kısmını oluşturan hamurun (sidewall) ek yeri 30° lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek monte edildi. Diğer komponentlerin ek yerleri değiştirilmedi (Şekil 10.2). Bu şekilde kontrollü ve ek yerleri değiştirilerek yapılan lastikler aynı kalıpta pişirildi. Soğuduktan sonra yapılan gözle kontrolden geçen lastikler fors makinelerinden geçirildi.



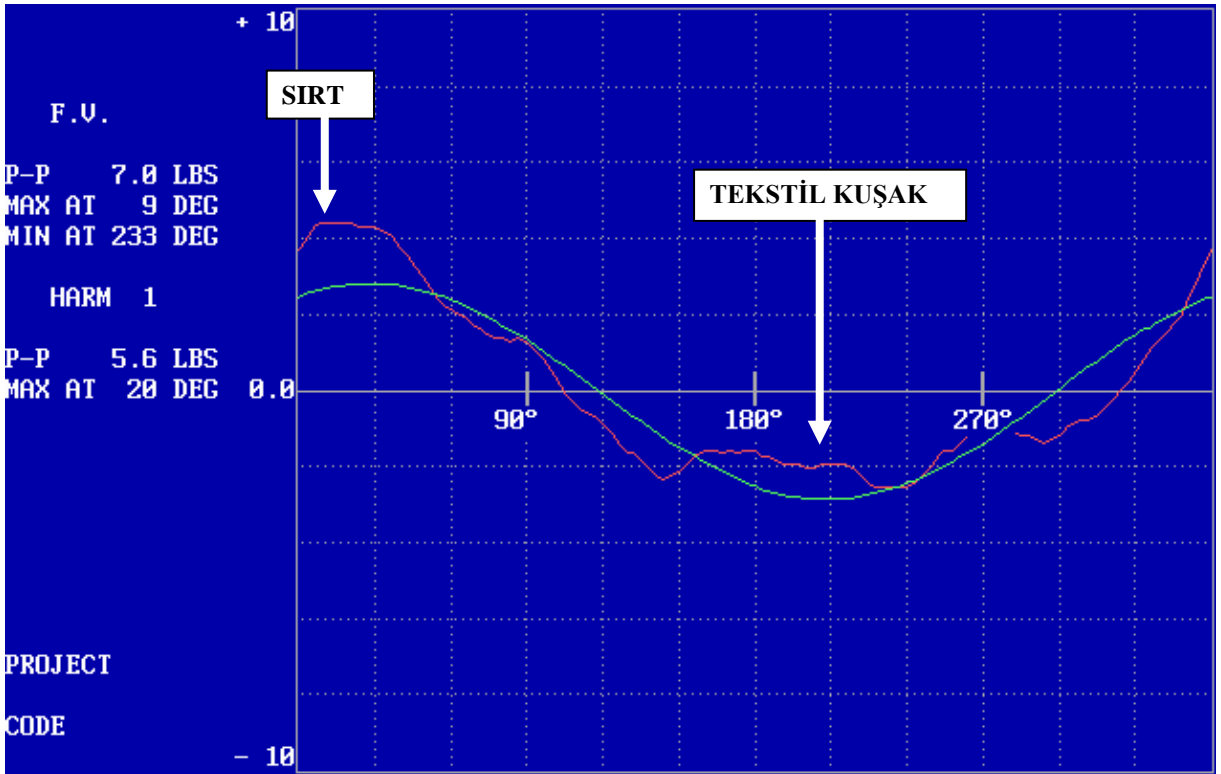
Şekil 10.2 Ek dağılımı

Lastikler fors makinelerinden sırt kısmına sarılan komponentin (tread) ek yeri referans alınarak geçirildi. Fors makinelerinden alınan değerlere göre lastiğin ilk aşamasındaki komponentlerin ve ikinci aşamasındaki komponentlerin etkilerinin görüldüğü grafikler elde edildi. Şekil 10.3'te görülen grafik lastiğin karkas kısmındaki komponentlerin eklerinin etkileridir. Bu grafikte görüldüğü gibi lastiğin iç astar kısmını oluşturan (innerliner) komponentinin ve lastikte iç astar üzerine sarılan ve ağırlığın büyük bir kısmını taşıyan 1.kord bezinin (1. ply) ek yerlerinde problem vardır. Grafikteki çizgiler sıfıra ne kadar yakın olursa lastik değerleri o derece iyi olur. Şekil 10.3'te görülen grafikte iç astar (innerliner) ekinde pik, 1. kord bezi (1.ply) ekinde de dip görülmektedir. Bunların birbirini elimine etmesi için üst üste getirilmesi gerekmektedir. Üst üste getirilerek yapılan denemenin grafiği Şekil 10.5'te görülmektedir. Üst üste koyulduğunda problem ortadan kalkmış ve ilk grafikteki gibi dipler ve pikler bulunmamaktadır.

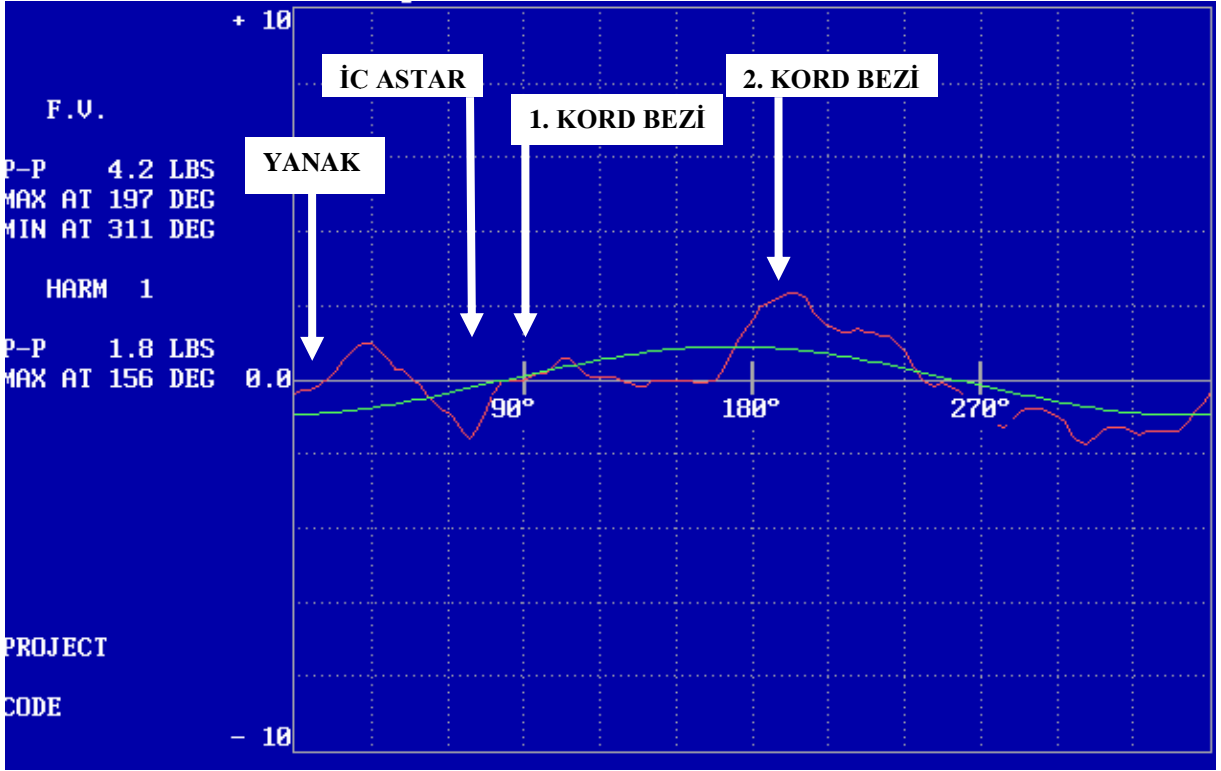
Lastiğin ikinci aşaması olan kuşakların ve sırt kısmının sarıldığı komponentlerin etkilerinin görüldüğü grafikte Şekil 10.4'te görülmektedir. İlk yapılan 12 adet denemedeki sırt hamurunun (tread) ve tekstil kuşağının (overlay) ek yerlerinin etkisi Şekil 10.4'te görüldüğü gibi çok fazladır. Sırt hamurunun ekinin olduğu yerde büyük bir pik, tekstil kuşak ekinin olduğu yerde de bir dip vardır. Bu dip ve piki ortadan kaldırmak için iki komponentin ek yerleri üst üste getirilebilir. İç astar eki ve kord bezinin ekleri üst üste getirilerek yapılan denemenin ikinci aşamasında tekstil kuşak ve sırt hamurunun ekleri üst üste getirilerek lastikler yapıldı. Bu lastiklerdeki etkileri de Şekil 10.6'da görülmektedir. Grafikte görüldüğü gibi tekstil kuşak (overlay) ve sırttan (tread) kaynaklanan dip ve pikler ortadan kalkmış ve ek yerleri birbirlerini elimine etmişlerdir.



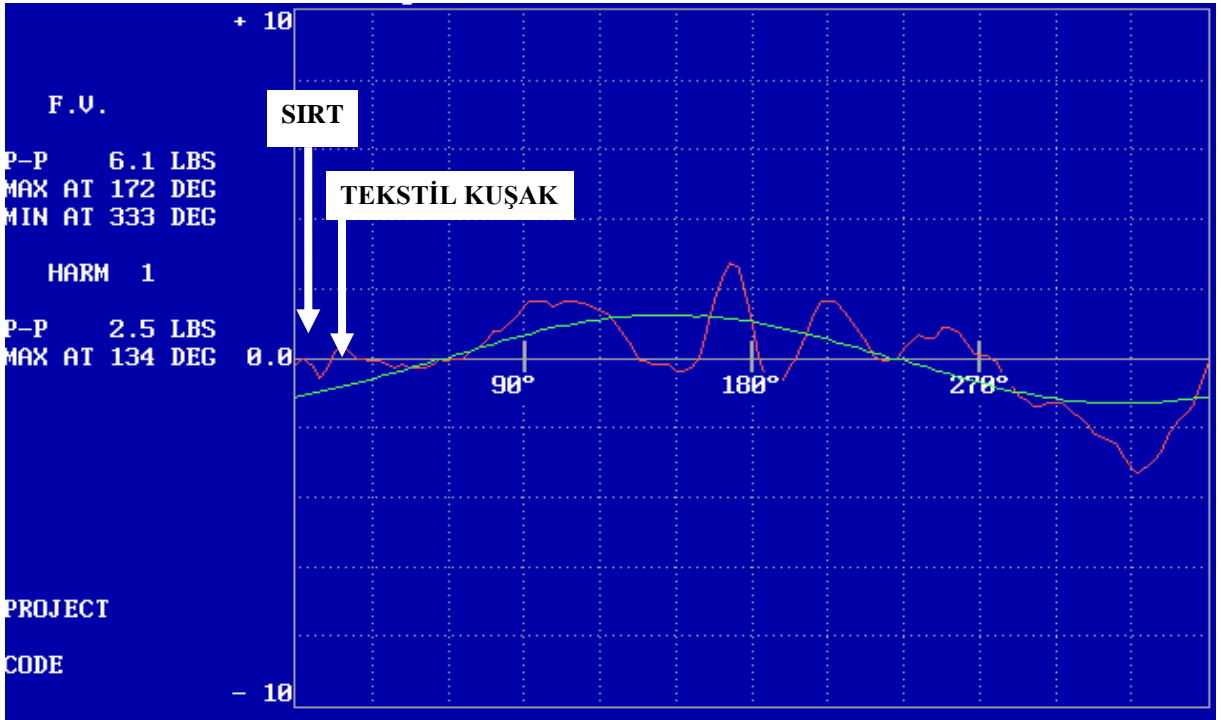
Şekil 10.3 Gövde kısmındaki eklerin etkisi



Şekil 10.4 İkinci aşamadaki eklerin etkisi

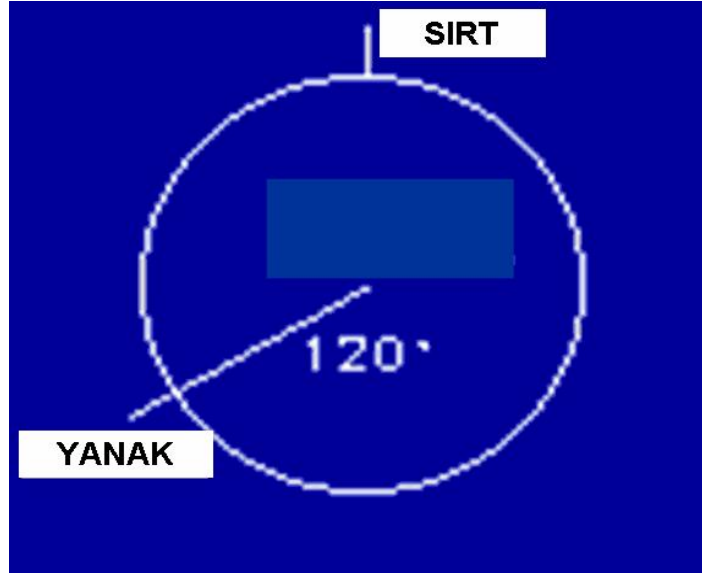


Şekil 10.5 Gövde kısmındaki eklerin etkisi



Şekil 10.6 İkinci aşamadaki eklerin etkisi

Yapılan denemeler sonucunda yapılan lastiklerin fors değerlerine göre lastiğin karkas kısmında referans olarak alınan yanak komponent (sidewall) ekinin, ikinci aşama kısmının referans noktası olan sırt komponent (tread) ekinin birbirlerine göre konumu Şekil 10.7'deki gibidir. Karkasta ve ikinci aşamadaki ek yerleri yukarıdaki gibi değiştirildikten sonra yanak komponenti (sidewall) ile sırt komponenti (tread) ekinin konumu Şekil 10.7'deki gibi yapıldı.



Şekil 10.7 Ek dağılımı

İlk yapılan denemedeki lastiklerde görülen balans probleminin hangi komponentten kaynaklandığını bulmak için bütün komponentler için ayrı ayrı on ikişer tane lastik yapıldı. Sadece bir komponentin ek yeri 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek diğer komponentlerin ekleri ise hiç değiştirilmedi. Böylelikle her komponentin balansa etkisi bulundu. İlk olarak lastiğin iç astar kısmını oluşturan innerlinerın ek yeri döndürülerek oniki adet lastik yapıldı. Aynı makinelerde ham lastik haline getirildi ve aynı kalıpta pişirildi. Fors makinesinden geçirilen lastiklerin balans değerleri Şekil 10.8'de gösterilmiştir. Innerliner komponentinin balans değerleri çok düşük olduğundan lastikteki balans değerlerinin yüksek olmasının nedeni iç astar değildir.

	STATIC		COUPLE	
	gms	deg	gms	deg
A – LINER	0.7	89	8.6	98
B – PRESSL11	8.1	86	7.3	74
C – GREEN	24.8	282	8.5	336

Şekil 10.8 İç astar (innerliner) balans değerleri

Balans değerlerinin yüksek olmasının sebebi iç astar olmadığı görüldükten sonra diğer bir komponent olan tekstil iplerinin hamurla kaplanmasından oluşan kord bezleri için 12 adet lastik ek yeri 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek yapıldı. Bu lastikte iki kat iplikli kısım olduğundan ikisi içinde ayrı ayrı aynı işlemler yapıldı. İlk olarak 1. kord bezi (high ply) için daha sonra 2. kord bezi (envelope ply) için 12 adet lastik üretildi. Aynı koşullarda üretilen lastiklerin fors makinesinden ayrı gruplar halinde geçirildi. Fors makinesinde ki balans değerleri Şekil 10.9'da gösterilmiştir. Balans değerleri çok düşük olmamasına rağmen kabul edilebilir derecededir. Kord bezlerinde balansla ilgili yapılabilecek çok fazla bir şey yoktur. Kord bezi ipliklerden oluştuğu için lastikteki ip sayısını eksiltmek bir çözüm olamaz. Çünkü lastikte bütün ağırlığı taşıyıp kuvvetleri aktaran en önemli komponenttir.

	STATIC		COUPLE	
	gms	deg	gms	deg
A – PRESSL11	6.3	152	5.0	92
B – HIGHPLY	8.1	280	6.7	166
C – GREEN	27.4	65	4.1	345

	STATIC		COUPLE	
	gms	deg	gms	deg
A – PRESSL12	4.9	183	8.9	263
B – ENVELOPE	15.2	244	13.8	115
C – GREEN	22.3	41	12.5	329

Şekil 10.9 Birinci ve ikinci ply balans değerleri

İpliklerin hamur ile kaplanmasından oluşan kord bezlerinin balansa etkileri çok fazla olmadığından diğer bir komponent olan ve asıl değişiklik yapabileceğimiz yanak komponenti (sidewall) için 12 adet lastik yapıldı. Sidewall eki 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek ve aynı koşullarda lastikler yapılır pişirildi. Fors makinesinden geçirilerek elde edilen balans değerleri Şekil 10.10'da gösterilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi yanak komponentinin balans değerlerine etkisi çok fazladır. Bunun düşürülmesi gerekmektedir. Bu sadece hamurdan oluştuğu için lastiğe uygulanan yanak komponentinin boyu kısaltılıp gerdirelerek sarılması balans değerlerini düşürebilir.

	STATIC		COUPLE	
	gms	deg	gms	deg
A – SW	21.1	169	1.3	127
B – PRESSL12	8.8	273	2.7	308
C – GREEN	7.9	269	3.3	53

Şekil 10.10 Yanak (sidewall) balans değerleri

Karkas kısmındaki komponentlerin balansa etkileri görülmüştür. Lastiğin ikinci aşamasında lastiğe sarılan yine ipliklerin hamur ile kaplanması ile oluşan overlay ve sırt kısmını oluşturup lastiğin yere basan kısmını oluşturan treadin balans üzerindeki etkilerinin görülmesi gerekir.. Balans üzerindeki etkilerinin görülmesi için sadece overlay eki 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek on iki adet lastik aynı koşullarda üretildi. Fors makinesinden geçirile lastiğin balans değerleri Şekil 10.11'de gösterilmiştir. Overlay komponentinin balansa etkisi oldukça düşüktür.

	STATIC		COUPLE	
	gms	deg	gms	deg
A – RESTOFTIRE	23.2	212	19.9	28
B – PRESSL12	22.5	79	2.8	22
C – OVERLAY	10.2	195	2.9	234
Scatter (Std), Static:	23.7		Couple:	6.8 [gram]

Şekil 10.11 Tekstil kuşak (overlay) balans değerleri

Tread içinde aynı şekilde ek yeri döndürülerek oniki adet lastik üretilmiştir. Fors makinesinden geçirilen lastiklerde treadin balans değerleri Şekil 10.12'de gösterilmiştir. treadin balansa etkisi az olmamakla beraber sınırın altındadır.

	STATIC		COUPLE	
	gms	deg	gms	deg
A – RESTOFTIRE	16.9	32	8.3	349
B – TREAD	15.8	179	12.9	14
C – PRESSL11	9.2	138	12.3	305
Scatter (Std), Static:	23.7		Couple:	10.6 [gram]

Şekil 10.12 Sırt (tread) balans değerleri

Bütün komponentler için ayrı ayrı yapılan denemeler sonucunda balansa değerlerinin yüksek olmasına sebep olan en önemli komponentin sidewall olduğu görülmüştür. Bundan dolayı öncelikle sidewall boyunda kısaltma yapıp gerdirilerek uygulanmasına karar verildi. Bunun için önce normal boyda (1200 mm) sidewall sarılıp tread ekine göre karkas 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek 12 adet lastik yapıldı. Aynı zamanda sidewall boyu 25 mm. kısaltılıp gerdirilerek aynı şekilde tread ekine göre karkas karkas 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek 12 adet lastik yapıldı. Pişirilip fors makinesinden ayrı gruplar halinde geçirilen lastiklerin balans değerleri Şekil 10.13'te gösterilmiştir. Balans değerlerine göre sidewallun boyunun kısılması lastikteki balans değerlerini çok etkilemiş ve istenilen düzeyde düşürmüştür.

	STATIC	COUPLE
A - L12	11.8 @ 244	5.8 @ 296
B - R1-1	21.3 @ 76	8.9 @ 119
C - R2-4	4.7 @ 4	10.4 @ 69
Scatter (Std), Static:	15.3	Couple: 4.6 [gram]

SIDEWALL -25 mm	STATIC	COUPLE
A - L11	8.9 @ 72	3.7 @ 84
B - R1-1	16.5 @ 143	11.9 @ 131
C - R2-4	3.3 @ 135	14.6 @ 73
Scatter (Std), Static:	24.2	Couple: 7.4 [gram]

Şekil 10.13 Balans değerleri

Sidewall normal boyunda (1200 mm) ve boyu kısaltılarak sadece sidewall eki 30°'lik açılarla saatin ters yönünde döndürülerek 12 adet lastik yapıldı. Fors makinesinden geçirilen lastiklerin balans değerleri Şekil 10.14'te gösterilmiştir. Burada da boy kısılmasının balans değerlerini düşürdüğü görülmüştür.

Yapılan bütün denemeler sonucu lastiğin radial force değerlerini düşük olmasına sebep olan uygun ek dağılımı bulundu. Balans için yapılan denemeler sonunda da sadece sidewallda yapılan kısaltma sonucu lastik balans değerleri düşürüldü. Lastik bu yeni şekli ile seri üretime başladı.

	<u>Static</u>	<u>Couple</u>
A – SW	7.5 @ 194	2.3 @ 108
B – L11	13.4 @ 144	2.0 @ 39
C – GREEN	15.3 @ 108	21.5 @ 69
Scatter (Std), Static:	21.8	Couple: 6.3 [gram]

SIDEWALL -25 mm	<u>Static</u>	<u>Couple</u>
A – SW	7.0 @ 267	2.7 @ 132
B – L12	5.2 @ 255	2.7 @ 316
C – Green	7.7 @ 94	11.7 @ 93
Scatter (Std), Static:	22.2	Couple: 7.7 [gram]

Şekil 10.14 Yanak (sidewall) balans değerleri

11. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında plastik malzemelerin bir kolu olan ve otomotiv sektörüne hizmet eden otomobil lastikleri üzerinde duruldu. Öncelikle plastik malzemeler, plastik malzeme çeşitleri ve kullanıldıkları yerler hakkında bilgi verildi.

Otomobil lastiklerinin hammaddeleri ve bunların lastik üzerindeki etkileri, bunlara uygulanan testler araştırıldı. Plastik malzemenin lastik haline dönüşmesini sağlayan ve lastik endüstrisi için büyük bir gelişme olan vulkanizasyon olayı incelendi. Lastik tasarımın da izlenmesi gereken aşamalar, lastik yarı mamulleri, bunların lastik üzerindeki etkileri, lastikten istenen özellikler ve bu özelliklerin sağlanması için tasarım ve üretim aşamasındaki kriterler ve lastiğe uygulanan testler araştırıldı. Lastiğin üretim aşamasında kaliteli olmasını sağlayacak, tasarım ve üretim aşamalarındaki parametrelerin üzerinde durularak bunlarda oluşacak problemler ve bunların nasıl çözüldüğü bir yaz lastiği üzerinde yapılan deneme üretimleri ve bunların sonuçları ile gösterildi. Denemelerde görülen problemler üzerine çözümler gösterilerek yapılan uygulamaların sonuçları elde edildi.

Lastik komponentlerinin ek yerleri, kalıpları ve boyları lastik parametreleri üzerinde çok fazla etkili olmaktadır ve bunların çok iyi irdelenip gerekli denemeler sonucunda alınan doğru kararlarla değiştirilmesi gerekmektedir. Lastik tasarım ve üretim aşamasında 3 mm bile çok önemli bir uzunluktur. Taşıtlardaki emniyet, konfor ve güven lastiğe bağlıdır. Lastik her araç için doğru ebatla ve doğru koşulları sağlayacak şekilde seçilmelidir. Çünkü bazen insanların hayatı sadece milimetrelere bağlı olabilir.

KAYNAKLAR

- Akkurt, S., (1991), Plastik Malzeme Bilgisi, Birsen Yayınevi, İstanbul
- Akkurt, S., (1995), Plastik Malzeme Teknolojisi, İ.T.Ü. Makine Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul
- Bristow, G. M., (1986), Reversion resistance of Accelerated Sulfur Systems, NR Technology, 17: 7-17
- Freakly, P.K., Payne, A.R., (1978), Theory and Practice of Engineering with Rubber, Applied Science Publisher, London
- French, T., (1989), Tire Technology, Adam Hilger Publisher, Bristol
- Gillespie, T.T., (1992), "Fundamentals of Vehicle Dynamics", Society of Automotive Engineers, Inc, Warrendale, Pa Publisher
- Goodyear training course documents, (2007), Tire Technology, Luxemburg
- Goodyear adjuster training documents, İzmit
- Goodyear Tire Technology training documents, (2002), Adapazarı
- Goodyear Uniformity training documents, (2001), Adapazarı
- Koyun, Ç., (2005), Bilgisayar Destekli Plastik Enjeksiyon Kalıp Tasarımı ve Analizi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Robechehi, E., (1973), "Mechanics of the Pneumatic Tire. Part II. The Laminar Model Under Inflation and 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
- www.goodyear.com
- www.michelin.com
- www.pirelli.com
- www.hankook-lastikturk.com

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	13.03.1984	
Doğum yeri	Adapazarı	
Lise	1998-2002	Sakarya Anadolu Lisesi
Lisans	2002-2006	Yıldız Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2006-2009	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Konstrüksiyon Programı

Çalıştığı kurumlar

2007-2008 Goodyear Lastikleri T.A.Ş. Adapazarı Fabrikası