

FARKLI KOMPOZİSYONLARDAKİ LASTİĞİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Turgut KÖKSAL¹

Ömer K. MORGÜL²

Erdal ABA¹

Fehim FINDIK³

¹TÜVASAŞ, SAKARYA

²SAÜ, Müh. Fak., Makina Müh. Böl.,
SAKARYA

³SAÜ, Teknik Eğitim Fakültesi,
SAKARYA

ÖZET

Farklı kompozisyondaki lastiklerin farklı mekanik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Lastik kompozisyonunu oluşturan elemanların lastiğin mekanik özelliklerine olan etkileri üreticilerin tecrübeleri ile sınırlı kalmaktadır. Konuyla ilgili literatürde oldukça sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmada, konu ile ilgili çalışmak isteyen araştırmacılara ve üreticilere ışık tutmak amacıyla, tabii ve sentetik kauçuk oranları ile bazı dolgu maddelerinin lastiğin mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Bunun için SMR-20 tabii kauçuğu (Standart Malezya Kauçuğu) ve SBR-1502 sentetik kauçuk (Stiren Butadien Kauçuğu) oranları değiştirilerek lastik numuneleri elde edilmiştir. Diğer taraftan bu oranlar sabit tutulurken İSAF ve HAF karbon siyahı dolgu maddeli numuneler üretilerek dolgu maddelerinin numunelerin mekanik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca SMR-20 tabii kauçuğu ile SBR-1502 ve CBR-1203 (Kloropren Butadien Kauçuğu) sentetik kauçuklarının oranları değiştirilerek farklı kompozisyonlara sahip elastomer (lastik) numuneleri elde edilmiştir. Bu numunelerde sertlik, çekme-gerilme-uzama ve aşınma testleri yapılarak bileşenlerin mekanik özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

ABSTRACT

It is known that the rubbers in various compositions have the various mechanic properties. In this study, the effects of natural and synthetic cautchouc and some additive materials on the mechanic properties of the rubber were researched.

In this respect, the rubber samples were produced by being changed of the rates of the natural cautchouc SMR-20 (Standard Malesian Rubber) and synthetic cautchouc SBR-1502 (Stiren Butadien Rubber). On the other hand, as these rates were fixed, the effects of the some additive materials were studied by producing of new samples with İSAF and HAF carbon black. In addition, the rates of natural cautchouc SMR-20 and synhetic cautchouc SBR-1502 and CBR-1203 were changed and the elastomer (rubber) samples in various compositions were produced. On these samples, hardness, drawing-strain tests were done. Finally, the effects of additives on mechanical properties of rubber were discussed.

I. GİRİŞ

Hızla sanayileşen dünyamızda makina konstrüksiyonlarında kullanılan malzeme çeşitleri her geçen gün artarken, genellikle metal parçaları tamamlayıcı unsur olarak kullanılan lastik önemli bir malzeme olarak sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Lastik, vulkanize edilmiş kauçuk ürünleridir. Lastik fabrikalarında kauçuktan lastik elde edilirken genellikle dolgu malzemeleriyle ve kükürtle meydana getirilen karışım soğuk ve sıcakta vulkanize edilir. Böylece plastik kauçuktan elastik lastik üretilmiş olur. Vulkanizenin dozu da malzemenin iç yapısını ve özelliklerini etkiler. Lastik malzemeler ya tabii kauçuktan ya da suni kauçuktan veya her ikisinin karışımından imal edilmektedir. Tabii kauçuk mezzalardan, suni kauçuk kimyasal endüstriden temin edilmektedir. En önemli kauçuk çeşitleri, Stiren Butadien (SBR), Perbunan N (NBR), Perbunan C veya Neopren (CR), Butly kauçuk (IIR), Silopren (SI). v.s gibi kauçuk türleridir. Uluslararası kısaltmalarda kauçuk R harfiyle gösterilmektedir.

Ancak kauçuk çeşitlerine her geçen yıl bir yenisi eklenmektedir. Fluorelastomer, Polyetan kauçuk, AV kauçuğu bunlardan bazılarıdır.

Fabrikalarda kullanılan kauçuk türleri çok çeşitli özellik ve yapılara sahiptirler. İstenen teknik özelliklerin sağlanması için bu türlerin ve bu türlere uygulanan üretim yöntemlerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Yumuşak lastik elastisitesi yüksek bir malzemedir. Yumuşak lastik -20 °C ile -70 °C arasında donarak sert, kırılğan ve elastik olmayan bir yapıya ulaşır. 200 °C'de bazı çeşitleri hamurlaşır, yapışkanlaşır, bazılarında ise sertleşme görülür.

Makina konstrüksiyonlarında kauçuğun basma, çekme, burulma, kayma, bükme zorlamalarını karşılayabilir özelliklerinden yararlanarak bir çok makine elemanlarının imalatında ana malzeme veya yardımcı malzeme olarak kullanılmaktadır.

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

II.1. Malzemeler

Deney plakalarında kullanılan formülasyonlar Tablo-1'de görülmektedir. Tablo-1'den de görüleceği gibi tabii kauçuk olarak SMR-20 (Standart Malaysien Rubber), sentetik kauçuk olarak da SBR-1502 (Strien Butadien Rubber) ve CBR-1203 (Kloropren Butadien Rubber) kullanılmıştır.

İlk 6 formülasyonun ilkinde tabii kauçuk oranı %100 iken, sentetik kauçuk hiç yoktur. İkinci ve daha sonraki formülasyonlar da sırasıyla tabii kauçuk %20'şer olarak azalırken, sentetik kauçukta %20'şer oranında artmakta ve 6. formülasyon da sentetik kauçuk oranı %100'e ulaşırken tabii kauçuk sıfıra düşmektedir. Bu ilk 6 formülasyon da aynı kimyasallar kullanılmakta farklılık sadece sentetik ve tabii kauçuk oranlarında olduğundan dolayı bu altı formülasyonun tümü G-I grubu olarak isimlendirilmiştir.

İkinci 6 formülasyonda tabii kauçuk ve sentetik kauçuk oranlarının durumu ilk G-I olarak isimlendirilen gruptaki gibidir. Ancak bu 6 formülasyonda dolgu maddesi olarak G-I grubunda kullanılan İSAF yerine HAF N 330 kullanılmıştır. Diğer kimyasallar ve kauçuk oranları ilk gruptaki gibi kullanılmıştır. Bu ikinci grup da ilk grup gibi kendi arasında sadece sentetik ve tabii kauçuk oranları farkı ile ayrıldıklarından dolayı bu ikinci 6 formülasyonun tümü de G-II grubu olarak adlandırılmıştır (Tablo-1).

Son 7 formülasyon da ise tabii kauçuğun yanı sıra iki farklı sentetik kauçuk kullanılmıştır. Ayrıca kimyasallar

da farklı oranlar kullanılmıştır. Bu 7 formülasyonda kullanılan kimyasallar ortak olmakla beraber, kullanılan iki farklı sentetik kauçuk oranları ve buna bağlı tabii kauçuk oranları kendi aralarında değiştiğinden dolayı bu son 7 formülasyonun tümü de G-III grubu olarak isimlendirilmiştir. Tablo-1'de bu oran ve farklılıklar görülmektedir.

II.2. Numune Hazırlama

19 farklı formülasyondaki elastomer hamurlarına ait deney plakaları standart kalıplar yardımıyla (TS-4649) sıcak preste vulkanizasyon yapılarak hazırlanmıştır. Deneyi yapılacak ilgili deney numunesi, bu plakalardan deney cihazına ait kalıplar yardımı ile hazırlanmıştır.

II.3. Sertlik Ölçümü Deneyi

19 farklı formülasyondaki ve her formülasyona ait 9 adet test plakası olmak üzere toplam 171 adet (2x150x150 mm ölçümlerinde) test plakasının sertlikleri ölçülmüştür. Sertlik ölçümünde standartlara uygun olarak (TS-1324, TS-9743) her plakanın 3 ayrı yerinden ölçülen sertliklerin ortalaması alınarak her plakanın sertliği belirlenmiştir. Sertlikler Shore A cinsinden kalibresi yapılmış Durametreler ile ölçülmüştür.

Sertlik deneyi sonuçlarına göre çizilen grafikde (Şekil-1) tabii kauçuk oranına göre elde edilen sertlik değerleri dağılımı verilmiştir. Şekil-1'de yaklaşık %45 tabii kauçuk (SMR) ile %55 sentetik kauçuk (SBR) oranlarındaki karışım noktasında bir kesişme görülmektedir. Bu noktadan önce İSAF dolgu maddeli deney numunesi, HAF N 330 dolgu maddeli deney numunesine göre daha düşük sertlik değerleri vermektedir. Bu noktadan sonra ise İSAF dolgu maddeli deney numunesi HAF N 330 dolgu maddeli deney numunesine göre daha yüksek sertlik değerleri vermektedir. Şekil incelendiğinde İSAF dolgu maddeli deney numunelerinde (G-I grubu) sentetik kauçuk oranı arttıkça sertlik değerleri artmakta olduğu görülmüştür.

II.4. Çekme, Gerilme-Uzama Özelliklerinin Tayini

19 farklı formülasyondaki toplam 171 adet deney plakasından standartlara uygun (TS-1967) deney cihazı kalıbında papyon şeklinde çıkarılan deney numuneleri. Tensometrede 23 ± 2 °C laboratuvar sıcaklığında 500 mm/dak. çekme hızında 171 adet test yapılmıştır. Test esnasında çekme başlangıcından itibaren deney numunesinin kopmasına kadar meydana gelen gerilmeler, uzamalar, kopma gerilmesi ve elastisite

modülü değerleri, deney cihazına bağlı çalışan kaydediciden grafik olarak alınmıştır.

II.4.1. Elastisite Modülü

Şekil-2'de tabii kauçuk oranına göre elde edilen elastisite modülü değerleri dağılımı verilmiştir. Deney numunelerinin tabii ve sentetik kauçuk oranları şekil altında belirtilmiştir. Şekil-2'de (□)'li çizgi İSAF dolgu maddeli G-I grubu deney numunelerini, (x)'li çizgi HAF N 330 dolgu maddeli G-II grubu deney numunelerini göstermektedir.

Şekil-2'de görüldüğü gibi sentetik kauçuk oranı arttıkça elastisite modülü azalmaktadır. Aynı şekilde İSAF dolgu maddesi HAF N 330 dolgu maddesine göre tabii kauçukla birlikte kullanıldığında daha düşük elastisite modülü vermektedir. %100 sentetik kauçuk kullanıldığında HAF N 330 dolgu maddesi daha düşük elastisite modülü vermektedir. Bunun sebebi muhtemelen İSAF dolgu maddesinin sentetik kauçuk ile daha iyi kovalent bağ oluşturmasıdır.

II.4.2. Kopma Gerilmesi

Şekil-3'de tabii kauçuk SMR ve sentetik kauçuk oranına göre kopma gerilmesi değişimi verilmiştir.

Şekil-3 incelendiğinde İSAF dolgu maddeli numuneler, HAF N 330 dolgu maddeli numunelere göre daha yüksek kopma gerilmesi değerleri vermektedir. Aynı şekilde sentetik kauçuk oranı arttıkça kopma gerilmesinin düştüğü görülmüştür.

II.4.3. Kopmadaki Uzama

Şekil-4'de tabii ve sentetik kauçuk oranlarına göre kopma uzaması değişimi verilmiştir. Şekil-4'den de görüleceği gibi, sentetik kauçuk oranı arttıkça kopma uzaması azalmaktadır. Aynı şekilde İSAF dolgu maddeli deney numuneleri, HAF N 330 dolgu maddeli deney numunelerine göre daha yüksek kopma uzaması değerleri vermektedir. %40 tabii kauçuk (SMR) ile %60 sentetik kauçuk (SBR) karışımı numunelerde, HAF N 330 dolgu maddeli karışım minimum kopma uzaması vermiştir.

II.5. Aşınma Deneyi

Bu test TELAS A.Ş'nin İstanbul'daki Fabrika Laboratuvarından yararlanılarak yapılmıştır. Deneyde kullanılan cihaza, yatık pozisyonda merkezi olarak dönen bir silindir üzerine 80 numara zımpara kağıdı sarılmıştır. 150 mm çapındaki silindir bir motor

vasıtasıyla döndürülür. Dönen silindirin hızı 40 dev/dak. dır. Her devir için yana doğru 4.2 mm ilerler.

Silindir her bir tam dönüşte test parçası taşlama yüzeyinden belirli bir süre için aniden yükseltilir ve sonra tekrar temas ettirilir. Bu hareket öyle ayarlanır ki, silindirin her devrine mukabil 400 mm lik uzunlukta aşınma sağlanır. Test parçası tutucusundan 2 mm bir çıkıntı yapar.

19 farklı formülasyondan ilk 16 formülasyona ait deney test plakaları (8x150x150 mm ebatlarında), test cihazına ait (16 ± 0.2) mm çaplı kalıp yardımıyla her plakadan 2 adet olmak üzere 32 adet, ayrıca plakalar hazırlanırken başka bölgelerden olmak üzere aynı şekilde bir takım (16 adet) daha aynı formülasyona ait test plakası içinde her plakadan 2 adet deney numunesi çıkarılmak suretiyle toplam 64 adet numune testi yapılmıştır.

Testin yapılışı sırasında aşınma bir hacim kaybı olduğuna göre şu şekilde hesaplanır.

$$A = \frac{1000 (m_1 - m_2) F}{d}$$

$$d = \frac{m_1 d_s}{(m_1 - m_s)}$$

Burada,

- A : Aşınma (mm³),
- m₁ : Numunenin ilk ağırlığı (gr),
- m₂ : Numunenin aşınma sonrası ağırlığı (gr)
- d : Yoğunluk (gr/cm³),
- d_s : Sıvının yoğunluğu (Alkol, 0.84 gr/cm³),
- F : Zımpara yenilik faktörü,

Deney sonucu bulunan 16 formülasyona ait bazı deney numunesi sonuçları Tablo-2'de toplu olarak görülmektedir. Numune yoğunlukları terazinin dijital göstergelerinden otomatik olarak alınmıştır.

Şekil-5'de farklı tabii ve sentetik kauçuk oranlarına göre deney numunelerinin aşınmaları verilmiştir. (□)'li çizgi İSAF dolgu maddeli (G-I grubu) deney numunelerini, (x)'li çizgi HAF N 330 dolgu maddeli (G-II grubu) deney numunelerini göstermektedir.

Şekil-5'de %80 sentetik kauçuk ile % 20 tabii kauçuk karışımı halinde İSAF dolgu maddeli deney numuneleri en az aşınma değerini vermiştir. %100 tabii kauçuk (SMR), %100 sentetik kauçuga (SBR veya CBR) göre her iki dolgu maddesi içinde daha çok aşınma değeri vermiştir.

III. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

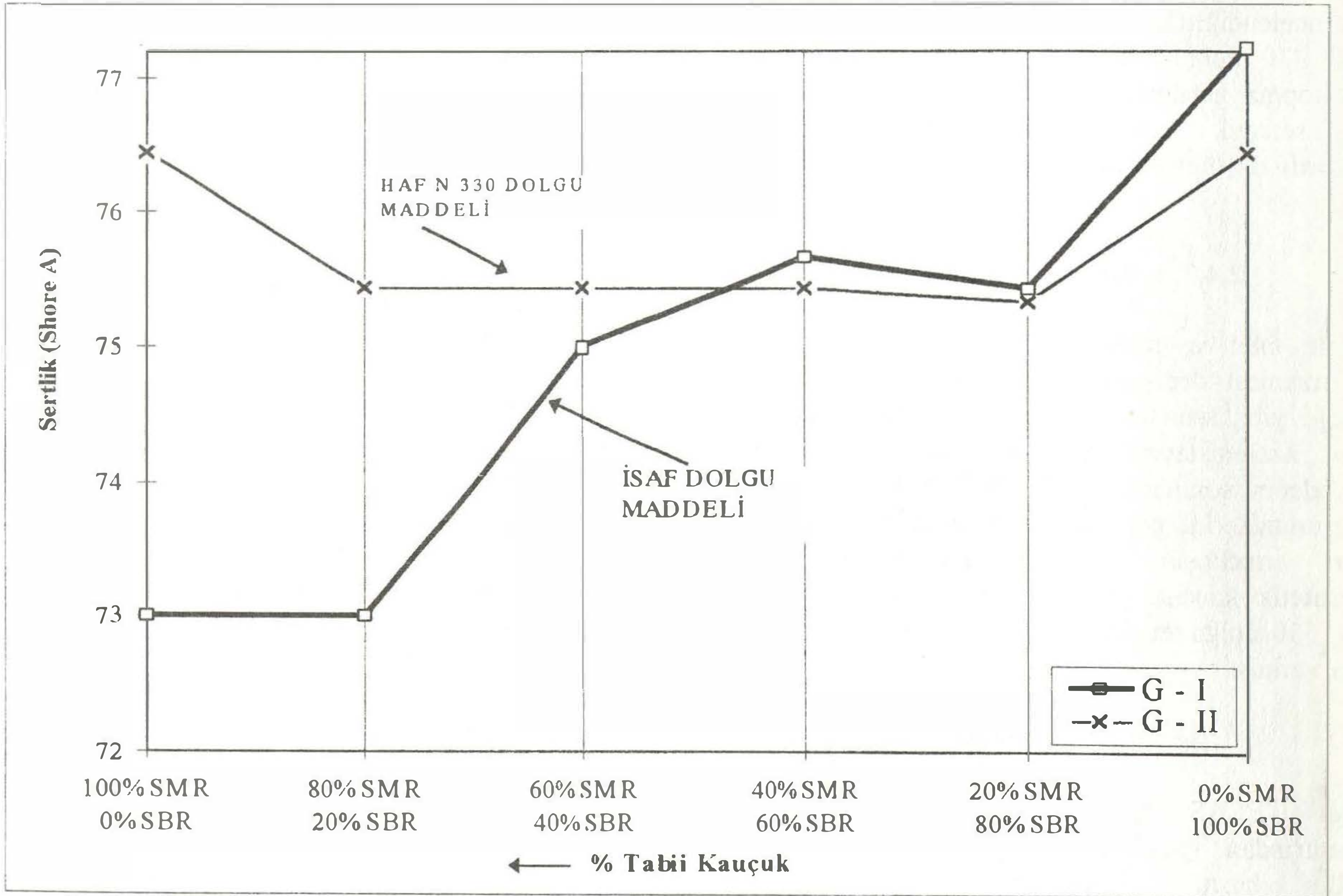
%100 Tabii kauçuğun, kopma gerilmesi ve kopma uzaması değerleri İSAF dolgu maddelilerde daha yüksektir. Benzer davranış aşınma deneylerinde de gözlenmiş olup, ayrıca özel hamurlu % 100 tabii kauçuk en düşük aşınma dayanımına sahiptir.

İSAF dolgu maddeli karışımlarda %20 sentetik kauçuk (SBR) miktarından sonra sertlikte etkin bir artış görülmektedir. Diğer taraftan HAF N 330 katkılı olanlarda ise tek kauçuk türü için daha yüksek değerler elde edilmektedir (Şekil-1). % 60 sentetik kauçuk içeren İSAF ve HAF N 330 katkılı kauçukların sertlikleri yaklaşık olarak aynıdır. Burada her iki karışımda inuhteimelen benzer etkinlikte reaksiyonlar oluşmakta veya birbirine yakın yapılar gelişmektedir. Tüm formülasyonlarda artan sentetik kauçuk miktarı ile elastiklik modülü ve kopma uzaması değerleri düşmektedir (Şekil-2 ve Şekil-4). Ancak İSAF dolgu maddeli deney numuneleri HAF N 330 dolgu maddeli deney numunelerine göre daha yüksek kopma gerilmesi vermektedir (Şekil-3). Yine görülmektedir ki %80 sentetik kauçuk (SBR) ile %20 tabii kauçuk (SMR) karışımı deney numunelerinde İSAF dolgu maddeli deney numuneleri (G-I grup) en az aşınma değerlerini vermiştir (Şekil-5). İSAF dolgu maddeli (%40 SBR+ %60 SMR) ile HAFN330 dolgu maddeli (%20 SBR+

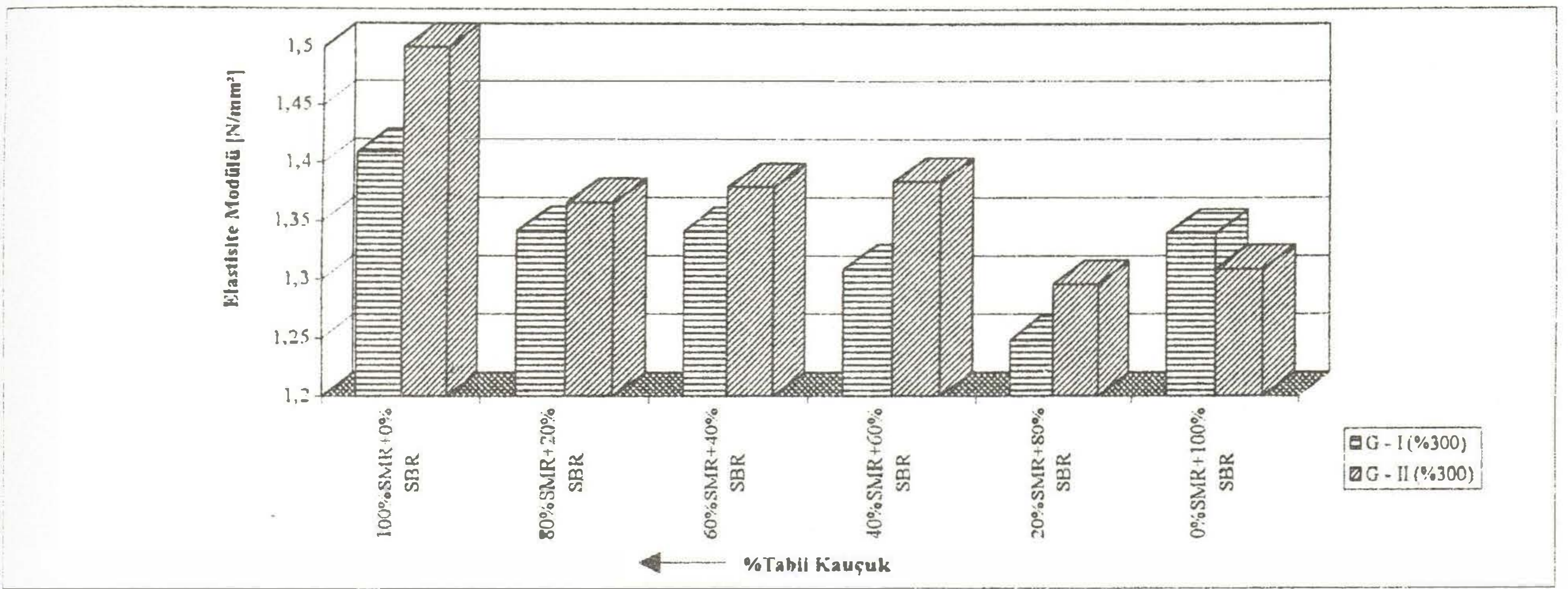
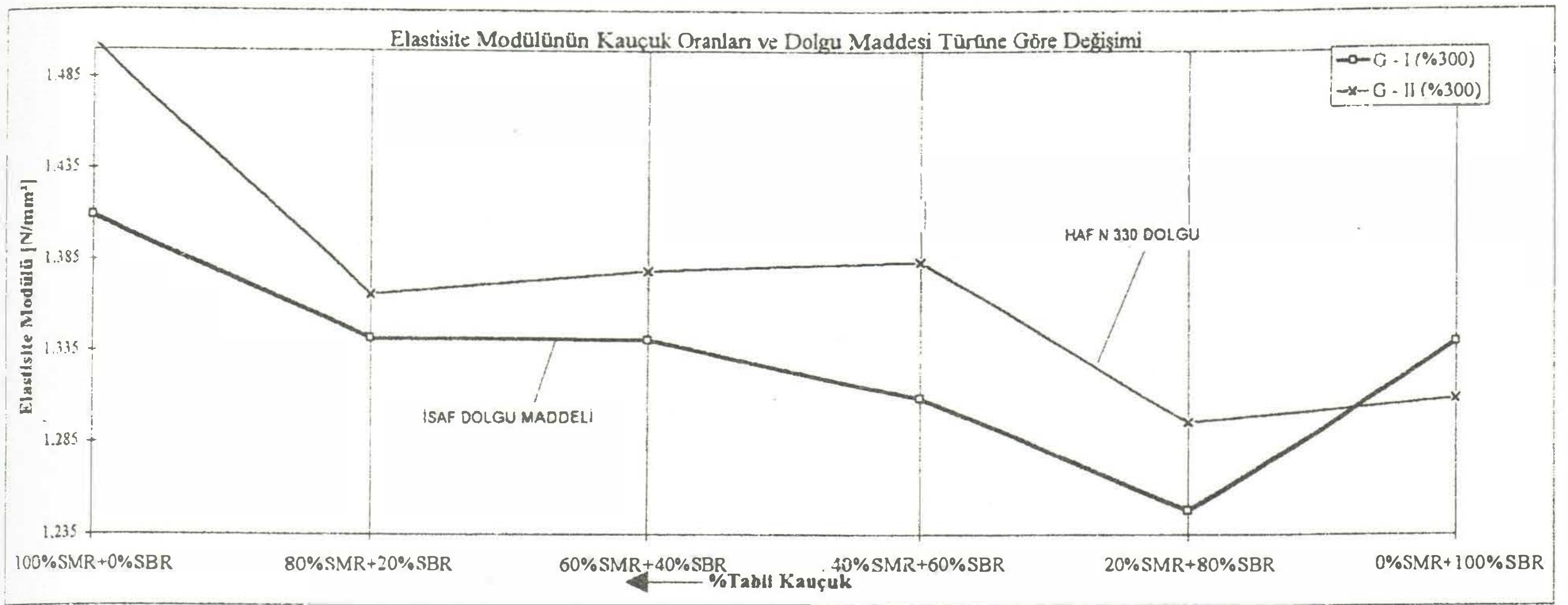
%80 SMR) lastik kompozisyonları için maksimu aşınma değerleri elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

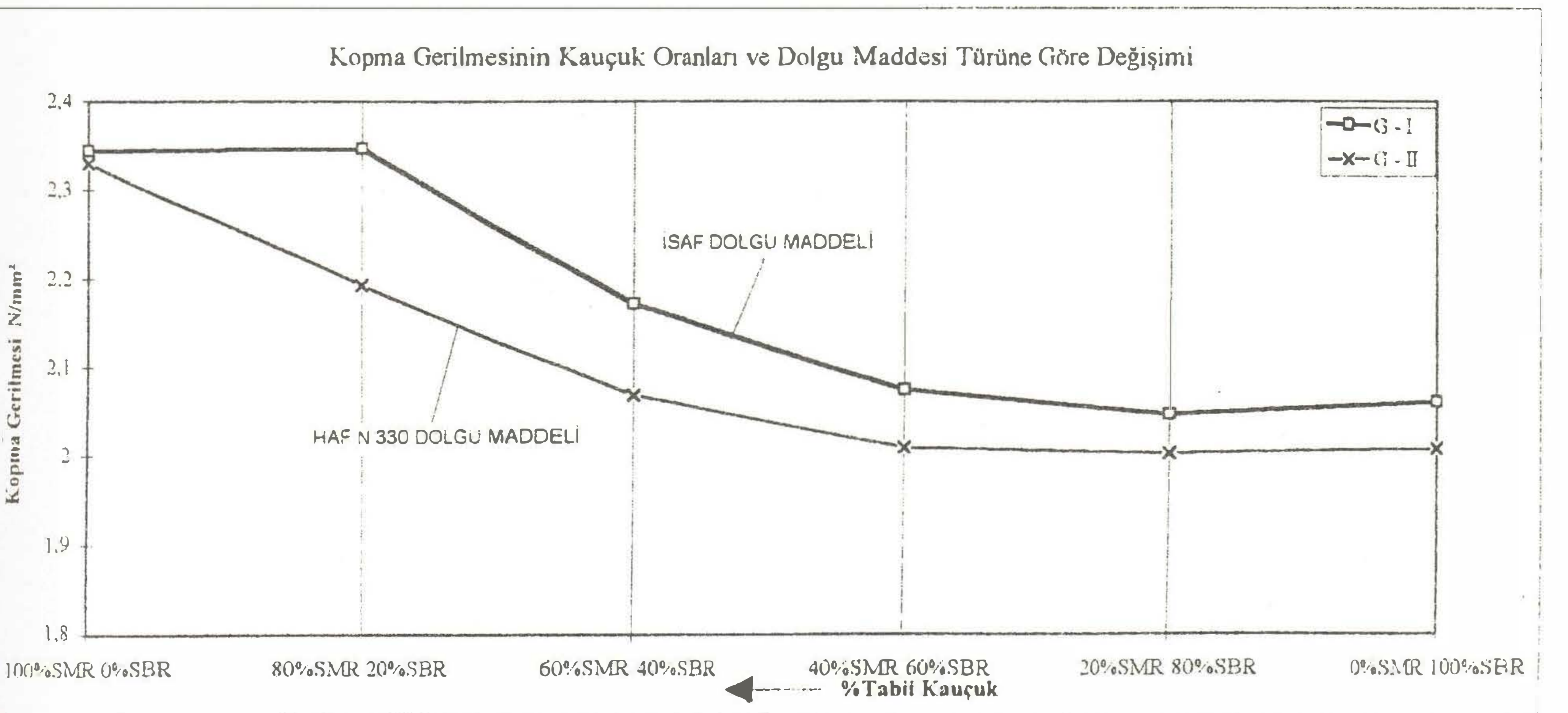
- [1] TS-9743, "Lastikler-Sertlik Tayini-Cep tipi Sertlik Ölçme Aletleri ile", Ocak-1992, TSE Ankara.
- [2] TS-19967, "Vulkanize Kauçuklar-Çekme Gerilme Uzama Özelliklerinin Tayini", Mart-979, Ankara
- [3] TS-4649, "Lastikler-Deney Parçalarının Hazırlanması", Aralık-1985, TSE Ankara.
- [4] SİREL, A., T., "Kauçuk Teknolojisi" Kauçuk Derneği Kurs Notları, 1989, İstanbul.
- [5] TS-4649, "Lastikler-Deney Parçalarının Hazırlanması", Aralık 1985, TSE Ankara.
- [6] KÖKSAL, T., "Uygun Mekanik Özelliklere Sahip Lastik Kompozisyonunun Geliştirilmesi", Yüksel Lisans Tezi, SAÜ 1997, Sakarya.
- [7] KURBANOĞLU, C., "Kauçuk Malzemesinin Konstrüksiyonu ve Makina Elemanlarında Kullanılması", A.Ü. Isparta Müh. Fak., Isparta



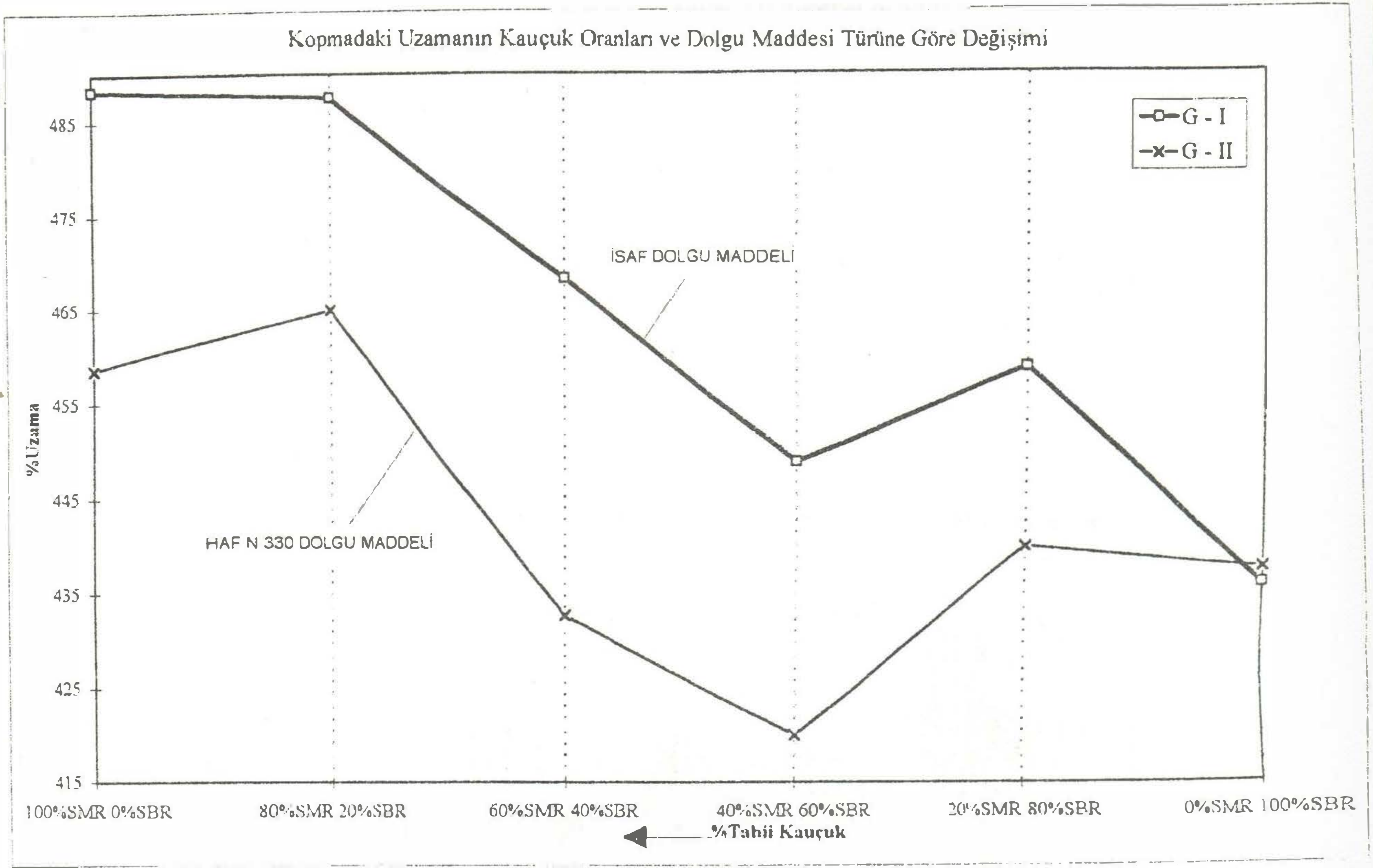
Şekil-1. Sertliğin Kauçuk Oranları Ve Dolgu Maddesi Türüne Göre Değişimi



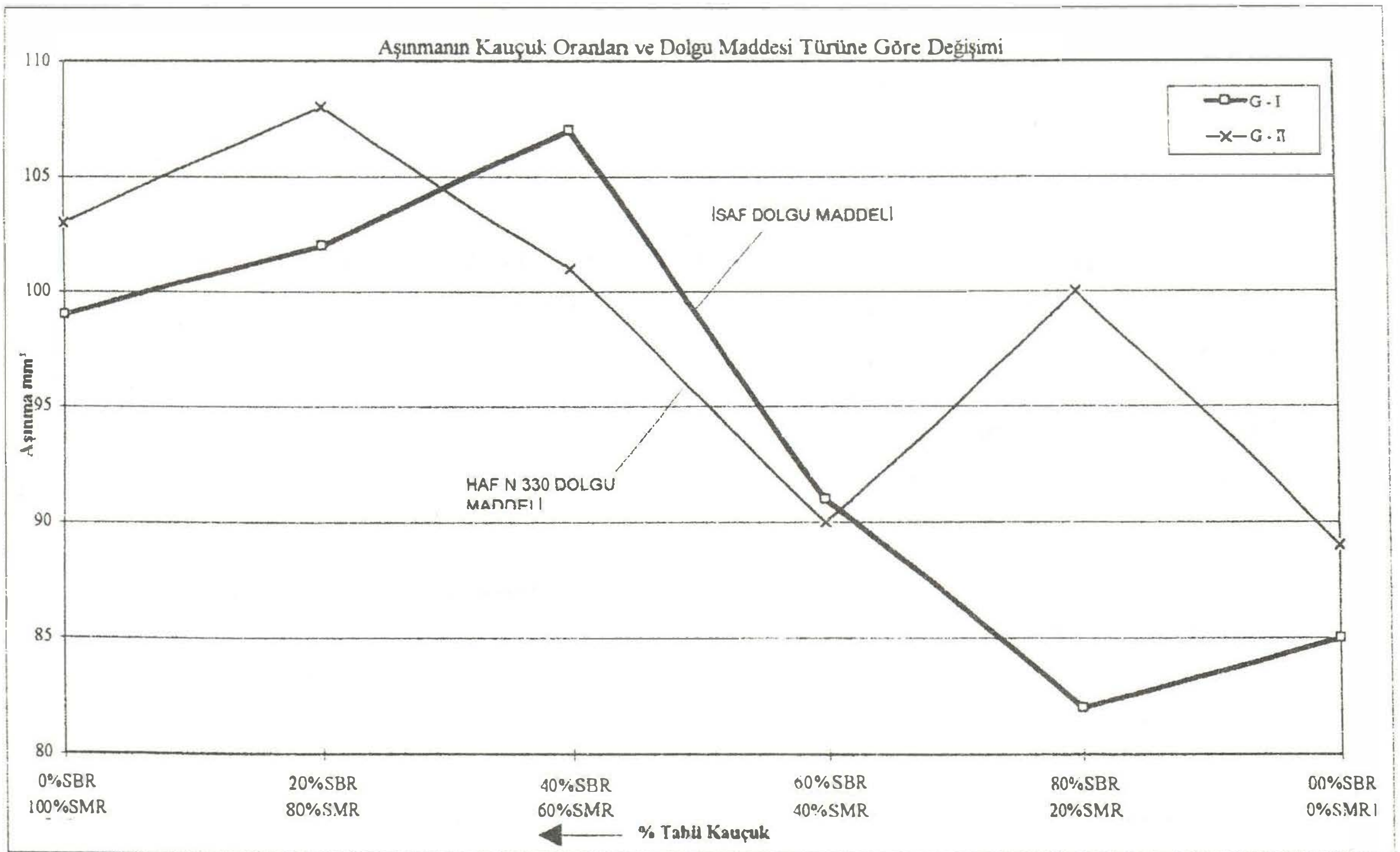
Şekil 2 Elastisite modülünün kauçuk oranları ve dolgu maddesi türüne göre değişimi



Şekil 3 Kopma gerilmesinin kauçuk oranları ve dolgu maddesi türüne göre değişimi



Şekil 4 Kopmadaki uzamanın kauçuk oranları ve dolgu maddesi türüne göre değişimi



Şekil 5 Aşınmanın kauçuk oranları ve dolgu maddesi türüne göre değişimi

Tablo1 Lastik Hamurunun Hazırlanışında Kullanılan Kauçuk Oranları

GRUP NO	NUMUNE NO	TABİİ KAUÇUK (SMR-20)	SENTETİK KAUÇUK (SBR-1502)	SENTETİK KAUÇUK (GBR-1203)	KİMYASALLAR
G-I-1	1	%100	0	—	Dolgu maddeleri (İSAF) Plastifiyanlar, Metal Oksit, Stearikasit, Kükürt (Peroksit) Hızlandırıcılar, Antiozonant
		30,086 Kg	0		
G-I-3	2	%80	%20		
		24,068 Kg	6,017 Kg		
G-I-5	3	%60	%40		
		18,051 Kg	12,034 Kg		
G-I-7	4	%40	%60		
		12,034 Kg	18,051		
G-I-9	5	%20	%80		
		6,017 Kg	24,068		
G-I-11	6	0	%100		
		0	30,036		
G-II-1	7	%100	0	—	Dolgu maddeleri (HAF), Plastifiyanlar, Metal Oksit, Stearikasit, Kükürt (Peroksit) Hızlandırıcılar, Antiozonant
		30,086 Kg	0		
G-II-3	8	%80	%20		
		24,068	6,017 Kg		
G-II-5	9	%60	%40		
		18,051 Kg	12,034 Kg		
G-II-7	10	%40	%60		
		12,034 Kg	18,051 Kg		
G-II-9	11	%20	%80		
		6,017 Kg	24,068 Kg		
G-II-11	12	0	%100		
		0	30,086		
G-III-1	13	%100	0	0	Dolgu maddeleri, Plastifiyanlar, Metal Oksit, Stearikasit, Kükürt (Peroksit) Hızlandırıcılar, Antiozonant (Özel hamur)
		29,987 Kg	0	0	
G-III-2	14	%75	%25	0	
		22,49 Kg	7,496 Kg	0	
G-III-3	15	%75	0	%25	
		22,490 Kg	0	7,496 Kg	
G-III-4	16	%50	%50	0	
		14,993 Kg	14,993 Kg	0	
G-III-5	17	%50	0	%50	
		14,993 Kg	0	14,0993 Kg	
G-III-6	18	%50	%25	%25	
		14,993 Kg	7,496 Kg	7,496 Kg	
G-III-7	19	0	%50	%50	
		0	14,993 Kg	14,993Kg	

Tablo 2 G-I Malzemesi Aşınma ve Yoğunluk Deneysel Sonuçları

GRUP NO	NUMUNE NO	HAVADAKİ AĞIRLIĞI (gr)	AŞINMA SONRASI HAVADAKİ AĞIRLIĞI (gr)	AŞINMA MİKTARI mm ²	GRUPLARA GÖRE AŞINMA ORTALAMASI mm ³	YOĞUNLUK gr/cm ³
G-I-1	1	1,9459	1,8624	98	99	1,14
	2	1,9414	1,8288	132,35		1,14
	3	1,9528	1,8817	82,8		1,15
	4	1,9632	1,8922	83		1,15
G-I-3	1	1,9405	1,8426	113	102	1,16
	2	1,9349	1,8088	145		1,16
	3	1,9524	1,8933	68,8		1,15
	4	1,9742	1,8038	82		1,15
G-I-5	1	1,9736	1,8974	89	107	1,15
	2	1,9792	1,8634	134		1,15
	3	1,9847	1,8971	102		1,15
	4	1,9765	1,8873	104		1,15
G-I-7	1	1,9661	1,8798	101	91	1,15
	2	1,9666	1,8664	94		1,15
	3	1,9618	1,8971	75		1,15
	4	1,9851	1,8063	92		1,15
G-I-9	1	1,9876	1,9056	95	82	1,16
	2	1,9877	1,9125	87		1,16
	3	2,0026	1,9543	56		1,15
	4	1,9922	1,9154	89		1,15
G-I-11	1	1,9837	1,9105	85	85	1,16
	2	2,0070	1,9370	81		1,16
	3	2,0160	1,9509	76		1,15
	4	1,9875	1,9048	96		1,15