



**ETİ HOLDİNG A.Ş.
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



TEKSTİL TİPİ CAM ELYAFI ÖN FİZİBİLİTE ETÜDÜ

**PLANLAMA VE BİLGİ İŞLEM
DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

**Nisan 2003
ANKARA**

PLANLAMA VE BİLGİ İŞLEM DAİRESİ BAŞKANLIĞI

HAZIRLAYANLAR:

M. HİLMİ ANGIN

MÜDÜR

ADNAN YILMAZ

BAŞMÜHENDİS

Dr. AYHAN MERGEN

TEK. UZMAN

GÜLÇİN İBİŞOĞLU

TEK. UZMAN

KONTROL EDEN

ALİ SAPMAZ

DAİRE BAŞKANI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

Proje genel özellikleri -----	1
Key financial parameters -----	2
Genel değerlendirme -----	3
1. GİRİŞ -----	4
1.1 Bor Hakkında Genel Bilgiler -----	7
1.2 Cam Elyaf lar -----	8
1.3 Cam Elyaf Üretiminde Kullanılan Bor Hammaddeleri -----	9
1.4 Dünya Cam Elyaf Üreticileri ve Üretimi -----	10
1.5 Cam Elyaf Çeşitleri -----	12
2. CAM ELYAF ÇEŞİTLERİ, ÖZELLİKLERİ, KULLANIM ALANLARI, ÜRÜNLERİ VE ÜRETİM PROSESLERİ-----	22
2.1 Çeşitleri ve Kullanıldığı Yerler -----	22
2.2 Kullanılan Hammaddeler-----	25
2.3 Cam Elyaf Ürünleri ve Üretim Prosesleri -----	26
3. TÜRKİYE TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF SANAYİİ -----	39
3.1 Üretim -----	39
3.2 Tüketim -----	41
3.3 Kapasite Seçimi -----	42
4. TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF DÜNYA PAZARI-----	46
4.1 Dünya Tekstil Tipi Cam Elyaf Sektörü-----	46
4.2 Sektörel Bazda Cam Elyaf Üretimi-----	46
4.3 Tekstil Tipi Cam Elyaf Dünya Tüketimi ve Üretimi -----	48
4.4 Cam Elyaf Takviyeli Termoplastiklerin Dünya Verileri -----	51
4.5 Tekstil Tipi Cam Elyaf lar da Bor Tüketimi -----	52
4.6 Bor İçermeyen Cam Elyaf Üretimi -----	52
4.7 Tekstil Tipi Cam Elyaf Üreticileri -----	54
4.8 Sektörel Gelişmeler -----	60
5. MALİ ANALİZLER -----	63
6. MALİ ANALİZ-I -----	65
7. MALİ ANALİZ-II -----	86
Ek-1 -----	103

PROJE GENEL ÖZELLİKLERİ

- Proje Kapasitesi: 30.000 ton cam elyaf/yıl
- Üretilen Ürünler: Keçe (6.000 ton/yıl), Kesilmiş Elyaf (4.000 ton/yıl), Sarım (11.000 ton/yıl), Sarımdan Dokuma (6.000 ton/yıl) ve İğrilmiş İplikler (3.000 ton/yıl)
- Yatırım Süresi: 2 Yıl (2004-2005)
- Projenin Ekonomik Ömrü: 17 Yıl (2006-2022)

PROJECT CHARACTERISTICS

- Project Capacity: 30.000 ton fiber glass/year
- Products: Mat (6.000 tons/year), Chopped Strands 4.000 tons /year), Roving (11.000 tons/year), Woven Roving (6.000 ton/year) and Yarn (3.000 ton/year)
- Investment Period: 2 Years (2004-2005)
- Project Life: 17 Years (2006-2022)

KEY FINANCIAL PARAMETERS

(at 100% Capacity)

	FINANCIAL ANALYSIS-I	FINANCIAL ANALYSIS-II
	<ul style="list-style-type: none"> • Ground raw materials will be purchased. • No investment discount applied. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grinding plant will be established. • No investment discount applied.
Fixed Investment Cost (US\$)	62.222.967	66.438.486
Total Investment Cost (US\$)	77.308.349	81.041.153
Net Present Value (US\$)	17.815.281	23.810.318
Cost/Benefit Ratio	1,206	1,266
Internal Rate of Return (IRR) (%)	%12,81	%13,59
Break Even Point	%38,80 (11.648 Ton)	%38,60 (11.594 Ton)
Payback Period (Year)	5,67 Years	5,52 Years

GENEL DEĞERLENDİRME

(%100 Kapasitede)

	MALİ ANALİZ-I	MALİ ANALİZ-II
	<ul style="list-style-type: none">• Hammaddeler öğütülmüş olarak satın alınacak.• Yatırım indirimi uygulanmamıştır.	<ul style="list-style-type: none">• Hammadde öğütme tesisi kurulacak.• Yatırım indirimi uygulanmamıştır.
Sabit Yatırım Tutarı (ABD\$)	62.222.967	66.438.486
Toplam Yatırım Tutarı (ABD\$)	77.308.349	81.041.153
Net Bugünkü Değer (ABD\$)	17.815.281	23.810.318
Fayda/Masraf Oranı	1,206	1,266
İç Karlılık Oranı (%)	%12,81	%13,59
Kara Geçiş Noktası	%38,80 (11.648 Ton)	%38,60 (11.594 Ton)
Geri Ödeme Süresi	5,67 Yıl	5,52 Yıl

1. GİRİŞ

Türkiye, dünyada madencilikte adı geçen 132 ülke arasında toplam üretim değeri esas alındığında 28.'ci, üretilen maden sayısı esas alındığında 10.'cu sıradadır. Dünya metal maden rezervinin %0,4'ü, endüstriyel hammadde rezervinin %2,5'i, jeotermal rezervin %0,8'i ülkemizdedir. Genel olarak ülkemizin dünya maden rezervi içindeki payı %0,5'dir.

Bugün ülkemizde yılda 100 Milyon ton'un üzerinde maden üretimi yapılmaktadır. Yıllık 500 Milyon ABD\$ ihracat ve 1 Milyar ABD\$ ithalat yapılmaktadır.

Son yıllarda madencilik sektörünün milli ekonomimize katkı payı %1,5 değerine kadar düşmüştür. Bunun en önemli nedenlerinden başlıcaları; gerekli sermaye birikiminin olmaması ve üretilen madenlerin kimyasal ve metalurjik işlemlere tabi tutularak işlenmeden yani konsantre veya yarı mamul olarak değerlendirilmesidir.

Bu nedenle, acil olarak Türk sanayici ve işadamlarının madencilığe gereken ilgiyi göstererek, yeraltı zenginliklerimizin mamul hale getirilmesi ve milli ekonomiye gerekli katkının sağlanmasına yardımcı olunması gerekmektedir.

Ülkemiz maden rezervlerinin büyüklüğü bakımından dünyanın zengin ülkeleri arasında yer almamasına rağmen, çeşitlilik yönünden büyük bir zenginliğe sahiptir. Ülkemizin, bor, trona, mermer, dekoratif taşlar, krom, pomza, perlit, zeolit, gibi doğal kaynaklarda önemli rezervleri bulunmaktadır.

Bor mineralleri açısından ele alındığında ülkemizin büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. B₂O₃ bazında tahmini olarak 1 milyar ton olarak verilen dünya toplam bor rezervinin yaklaşık %63'ü ülkemizde bulunmaktadır. Yıllık tüketimler baz alınarak, ülkelerin rezerv ömrü hesaplandığında, Türkiye en yüksek rezerv ömrüne sahip olan ülkedir. Üretim açısından ele alındığında dünya bor üretimi B₂O₃ bazında yaklaşık 1.5 milyon ton olup, bu üretimin %31'i Türkiye tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de bor minerallerinin, konsantrelerinin ve rafine bor ürünlerinin üretimi Eti Holding A.Ş. Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Eti Holding A.Ş. bünyesindeki Eti Bor A.Ş. Genel Müdürlüğü tarafından üretilen başlıca bor konsantreleri ve rafine bor ürünleri aşağıda verilmiştir.

Eti Holding A.Ş. tarafından üretilen bor konsantreleri ve rafine bor ürünleri.

	Üretimin Yapıldığı Yer	B ₂ O ₃ (%)
Bor Konsantresi		
Tinkal Konsantresi	Kırka	32
Kolemanit Konsantresi	Emet, Bigadiç*, Kestelek	36-42
Üleksit Konsantresi	Bigadiç	25-38
Rafine Bor Ürünleri		
Boraks Pentahidrat	Kırka, Bandırma	47,7 (min)
Boraks Dekahidrat	Kırka, Bandırma	36,47 (min)
Susuz Boraks	Kırka	68,87
Borik Asit	Bandırma	56,25 (min)
Sodyum Perborat	Bandırma	22,6 (min)

* Bigadiç’de üretilen konsantre kolemanitin B₂O₃ içeriği %27-42 aralığındadır.

Eti Holding A.Ş. dünya ölçeğinde bor rezervi açısından avantajlı olmasına rağmen, dünya bor pazarındaki etkinliği sahip olduğu rezerv miktarı ile paralellik göstermemektedir. Tablo 2’de dünya konsantre bor ve rafine bor satış miktarı ve değeri içinde Eti Holding A.Ş.’nin payı verilmektedir.

Eti Holding A.Ş.’nin konsantre bor pazarındaki payı miktar olarak % 79, değer olarak % 82 gibi çok yüksek seviyelerdeyken, rafine bor pazarındaki payı ise miktar olarak %18 ve değer olarak % 16 gibi düşük seviyelerdedir. Bununla birlikte, Eti Holding A.Ş.’nin dünya bor üretimindeki payı 1975’de %11 iken günümüzde %31 seviyelerine çıkmıştır. Yine aynı şekilde 1978’de 83 Milyon \$/yıl olan ülkemiz bor ihracatı gelirleri günümüzde 250 Milyon \$/yıl seviyelerine çıkmıştır. Ülkemizin dünya bor pazarındaki payının artırılması rafine bor ürünleri kapasitemizin artırılması ile doğrudan ilişkilidir. Dünya B₂O₃ tüketiminin yaklaşık %10’unun direkt mineral olarak gerçekleştirildiği, geri kalan bölümünün ise rafine bor ürünlerinin üretiminde kullanıldığı düşünüldüğünde bunun sebebi daha iyi anlaşılabilir.

Bununla birlikte, ülkemizin yaklaşık 1,2 Milyar \$ olan dünya bor pazarından daha fazla pay alabilmesi bor konsantrelerinin veya rafine bor ürünlerinin katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesiyle mümkündür. Bu ürünlerden en önemlilerinden biriside tekstil tipi cam elyafıdır. Dünyada bor konsantrelerinin veya rafine bor

ürünlerinin en fazla tüketildiği alanlardan biri cam sektörüdür. Dünya cam sektöründe, B₂O₃ bazında toplam 645.000 ton bor tüketildiği tahmin edilmektedir. Oran olarak bu miktar dünya bor tüketiminin %43'üne karşılık gelmektedir. Bu tüketimin büyük bir kısmı (yaklaşık %72'si) ABD tarafından gerçekleştirilmektedir.

Dünya konsantre bor ve rafine bor satış miktarı ve değeri içinde Eti Holding A.Ş.'nin payı.

Ürün Adı	Satış Miktarı (000 Ton B ₂ O ₃)			Satış Değeri (Milyon US\$)		
	Dünya	Eti Holding	%	Dünya	Eti Holding	%
Konsantre Tinkal	61	61	100	26	26	100
Konsantre Üleksit	141	69	49	49	25	50
Konsantre Kolemanit	185	175	95	92	86	93
Toplam	387	305	79	167	137	82
Boraks Pentahidrat	503	120	24	325	79	24
Boraks Dekahidrat	74	14	19	69	13	19
Susuz Boraks	57	0	0,5	65	0	0,5
Borik Asit	268	28	11	257	22	9
Toplam	902	162	18	716	114	16
Genel Toplam	1.289	467	36	883	251	28,5

Not: 2002 yılından itibaren tinkal konsantre satışı durdurulmuştur.

Cam sektöründe, bor ürünleri temel olarak cam yününde, tekstil tipi cam elyaflarda ve borosilikat camlarında kullanılmaktadır. Bu alanlarda miktar olarak bor tüketimini incelediğimizde 2001 yılında cam yününde 300.000 ton B₂O₃ (dünya tüketiminin %20'si), tekstil tipi cam elyaflarında 225.000 ton B₂O₃ (dünya tüketiminin %15'i) ve borosilikat camlarında 120.000 ton B₂O₃'ün (dünya tüketiminin %8'i) tüketildiği görülmektedir. Dünya bor tüketiminde cam yünü ve tekstil tipi cam elyaflarının toplam payının % 35 olduğu göz önüne alındığında, bu sektörlerin bor tüketimi için oldukça önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

1.1. Bor Hakkında Genel Bilgiler

Periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunan ve atom numarası 5 olan bor elementi, kütle numaraları 10 ve 11 olan iki karalı izotopundan oluşur. B sembolü ile tanınan bor elementi çok az miktarlarda olmak üzere yer kabuğunda, dolayısıyla bitki, hayvan ve insanların yaşadığı ortamlarda bulunan metal olmayan bir madendir. Doğal koşullarda serbest değil, oksijenle bağlanmış olarak bulunur. Böyle bir bileşiğe borat adı verilir.

Doğada yaklaşık 230'dan fazla bor minerali mevcut olup, ticari öneme sahip bor mineralleri; tinkal, kolemanit, kernit, üleksit, pandemit, borasit, szaybelit, hidroborasit gibi minerallerdir. Bor mineralleri yapılarında farklı oranlarda bor oksit (B_2O_3) içerirler.

Ticari Öneme Sahip Bor Mineralleri

Mineral	Formül	Bulunduğu Yer
Boraks (Tinkal)	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Türkiye, ABD
Kernit (Razorit)	$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$	Türkiye, ABD, Arjantin, Çin
Üleksit	$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$	Türkiye, Arjantin
Probertit	$NaCaB_5O_9 \cdot 5H_2O$	Türkiye, ABD
Kolemanit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$	Türkiye, ABD, Arjantin, Peru
Pandemit (Priseit)	$Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$	Türkiye
Borasit	$Mg_3B_7O_{13}Cl$	Almanya
Szaybelit	$Mg_2B_2O_5 \cdot H_2O$	BDT
Hidroborasit	$CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$	Türkiye

Bor, çok çeşitli bileşik yapma kapasitesine ve nötronları absorbe etme özelliğine sahip olup sanayinin yüzlerce dalında vazgeçilmez hammaddelerden birisidir. Füzeler, radarlar, uzay ve hava araçları, nükleer uygulamalar, askeri araçlar, yakıtlar, bilgi ve elektronik çağının yaşanmasına neden olan elektronik ve iletişim sektörü, gıda ve tarım, cam sanayi, kimya ve deterjan sektörü, seramik ve polimerik malzemeler, nano-teknolojiler, otomotiv ve enerji sektörü, metalurji ve inşaat gibi birçok sektördeki ürün ve teknolojik yeniliklerin yapılmasında ve geliştirilmesinde en önemli hammaddelerden birisi olmuştur. Diğer bir ifadeyle bor, sanayinin “tuzu” olarak ifade edilmekte olup canlılar için hayati önem taşıyan elementlerden birisidir. Bu ve benzer özellikleri nedeniyle, borun faydaları ve kullanım alanları

sayılamayacak kadar çok yaygın olup sürekli artmaktadır. Bu bakımdan bor, katma değeri çok yüksek ürünlerin başında gelmektedir.

Bor mineralleri ve rafine bor ürünleri çok geniş ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Dünya B_2O_3 tüketiminin yaklaşık %10'u direkt mineral olarak tüketilmekte, geri kalan bölümü ise rafine bor ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Uygulama alanlarına göre dünya bor tüketiminin dağılımına bakıldığında dünya bor tüketiminin %43'ü cam sektöründe, %18' deterjan sektöründe, %11'i seramik sanayiinde, %4'ü tarımda ve geri kalan %24'ü diğer sektörlerde tüketilmektedir. Cam sektöründe, bor ürünleri temel olarak cam yününde, tekstil tipi cam elyaflarda ve borosilikat camlarında kullanılmaktadır. Seramik endüstrisinde borların tüketildiği en önemli alanlar sır ve emayelerdir. Deterjan sektöründe ise bor genel olarak temizleme ve beyazlatma sanayiinde kullanılır. Tarım sektöründe bor, bitki örtüsünün gelişiminin artırılmasının yanısıra, önlenmesi maksadıyla da kullanılır.

1.2. Cam Elyafı

Cam elyafı, düz cam yapımında kullanılan benzer cam hammaddelerinin kullanılmasıyla üretilen ince lif (fiber veya tel) şeklinde malzemelerdir. Farklı bileşenlerin ilavesiyle farklı türlerde cam elyaflar üretilir. Günümüzde 3 farklı cam elyaf çeşidi üretilmektedir. Bunlar;

- İzolasyon tipi cam elyafı (cam yünü),
- tekstil tipi cam elyafı,
- optik cam elyaf

Bunların arasında, yalıtım ve tekstil tip olanları en yüksek üretim oranına sahiptirler. Optik fiberlerin üretimi ise değersel olarak artmaktadır.

Cam elyafı, yüksek mukavemeti ve darbe dayanımı, hafifliği, kimyasallara karşı yüksek direnci ve genellikle düşük maliyeti sebebiyle çok farklı kullanım alanlarına sahiptir. Örneğin; tekstil tipi cam elyaf plastik ve kompozit malzemelerde takviye elemanı olarak kullanılır. Cam elyafı, ateşe karşı yüksek direnci sebebiyle yapı sektöründe de önemli kullanım alanına sahiptir.

Cam elyafı üretimi için, farklı bileşime sahip camlar kullanılabilir. Standart kuvvetlendirici cam E-glass'dır. İlk E-cam'ı patenti 1943 yılında alınmış olup %9 B₂O₃ içeriğine sahiptir. Bu da camın stabilitesini artırmakta ve yüksek çekme mukavemeti vermektedir. Yüksek elektriksel dirence sahip olmak için, toplam alkali içeriği %1 ile sınırlandırılmıştır. Özellikle elektrik izolasyonunda kullanıldığı için ilk önce E-glass veya elektriksel camı olarak adlandırılmıştır. Daha sonra E-camının içeriği ve alkali kısıtlaması değişmiştir. Modern E-camları %6-10 B₂O₃ içeriğine sahiptir. Bu camlar, gemi yapımı, uzay çalışmalarında kullanılan aletlerin (roket vb.) ürünleri gibi birçok endüstri sektöründe kullanılmaktadır. C-glass, kimyasal olarak yüksek rezistansa sahip bir cam olup, (bituminous roofing sheet) levhaların güçlendirilmesi için tercih edilmektedir. S-glass ise yüksek mukavemete sahip olup borularda özel kimyasal rezistant olarak veya ileri düzeyde yüksek mukavemetli binalarda kullanılmaktadır. D glass ise, %23 B₂O₃ içeriği ile en yüksek bor oksit içeriğine sahiptir.

1.3. Cam Elyaf Üretiminde Kullanılan Bor Hammaddeleri

Cam ergiyiklerine ilave edilen bor, birkaç farklı formda olabilir. Cam içerisine bor ilavesi, rafine edilmiş hidratlı veya susuz boraks şeklinde olabildiği gibi borik asit şeklinde veya kolemanit veya boraks gibi doğal mineraller halinde de yapılabilir. Doğal bor minerallerinin kullanılması durumunda bu minerallerin empürite içerikleri (demir ve arsenik gibi) dikkatli bir şekilde takip edilmelidir.

Cam elyaf endüstrisinde kullanılan bor hammaddeleri üretilecek cam elyaf çeşidine göre önemli oranda değişir. İzolasyon amaçlı cam elyafında büyük oranda boraks pentahidrat kullanılırken, tekstil tipi cam elyaf üretiminde ise borik asit ve/veya kolemanit kullanılır. Boraks pentahidrat gibi sodyum boratlar, bazen cam elyafı üretimi sırasında kolemanit veya borik asit ile birlikte de kullanılabilir. Tekstil tipi cam elyaflarda boraks yerine borik asit ve/veya kolemanitin kullanılmasının nedeni tekstil tipi cam elyafların düşük seviyelerde sodyum içermesidir. Tekstil tipi cam elyaf üretimi genellikle E-camı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. E-camındaki düşük alkali seviyeleri E-camının üretimi sırasında ergimedeki ve fiber formasyonun oluşumunda sorunlar oluşturmaktadır, bu sorunlar bor oksit ilave edilerek çözülebilmektedir. 1960 yılları ortalarından önce borik asit, tekstil tipi cam elyaf üretimi için kullanılan bor oksitin ana girdisi olarak kullanılmaktaydı. Fakat, borik asidin göreceli olarak pahalı olması nedeniyle kolemanit gibi bor mineralleri

kullanılmaya başlanmıştır. Kolemanit kullanıldığı zaman ortama kalsiyum da verildiğinden cama ilave edilecek kireç ihtiyacı da azalmaktadır.

1.4. Dünya Cam Elyaf Üreticileri ve Üretimi

Dünyadaki cam elyafı üretimlerinin büyük bir bölümü, Owens Corning Fiberglass (OCF), Pittsburgh Phate Glass (PPG), Certain Teed, Saint Gobain ve Manville ile bu şirketlerin bağlı ortaklıkları tarafından gerçekleştirilmektedir.

ABD'deki önemli cam elyaf üreticileri ise; Owens Corning Fiberglass (OCF), PPG, Certain Teed, Schuller & Knauf şirketleridir. Schuller ile OCF ticari tavan malzemesi ürünleri üretiminde monopoldur.

1997 yılı, Batı Avrupa pazarındaki tekstil tipi cam elyafı pazarı 490.000 ton ve izolasyon tipi cam elyafı pazarı yaklaşık 900.000 ton'dur. Dünyada izolasyon tipi cam elyaf üreticileri arasında en önemlileri Saint-Gobain ve Rockwool'dur.

Saint-Gobain firması; Ball Foster Glass ve Certain Teed şirketleri de dahil olmak üzere birçok ABD bağlı ortaklıklarına sahiptir. 1997 yılı satışları 16.7 milyar \$ olarak rapor edilmiş olup, bunun %9'u yalıtım malzemelerinin satışındandır.

Tekstil tipi kalite cam elyafı, Fransa ve İtalya'daki Saint-Gobain'in bağlı ortaklığı olan Vetrotex firması; Belçika, Norveç, İsveç, Fransa, Hollanda ve İspanya'da Owens Corning firması; Hollanda ve İngiltere'de PPG şirketleri tarafından üretilmektedir. Geçtiğimiz yıllarda, Owens Corning, İngiltere'deki Pilkington Group ve Regina'nın cam elyafı hisselerini satın almıştır.

Aşağıda verilen Tablodan da görüleceği üzere, ABD'nin toplam cam elyafı pazarı tahminen, 2,3-2,4 Milyon ton arasındadır. Cam yünü izolasyonu toplam pazar içindeki payı tahminen yaklaşık %64 olmak üzere, geri kalan ise tekstil tipi cam elyafı olarak rapor edilmiştir.

Dünyadaki diğer önemli bazı cam elyaf üreticileride aşağıda verilmiştir:

Diğer önemli cam elyafı üreticisi firmalar ise:

- Ahlström Finlandiya
- Asahi Glass Co.Ltd. Japonya
- Bayer AG Almanya
- Fiber Glass Industries Inc. ABD
- G-I Holdings Inc. ABD
- Glaswerk Schuller GmbH Almanya
- Hankuk Glass Industries Inc. Güney Kore
- Manville Corp. ABD
- Pittsburg-Corning Corp. ABD
- Superior Glass Fibres Inc. ABD

AB,Japonya ve ABD'nin 1990-2000 Yılları Cam Elyaf Üretimleri (000 ton)

Yıllar	EU		Japonya		ABD
	Tekstil	İzolasyon	İzolasyon	Tekstil	Toplam
1990	373	460	205	403	2.350
1991	327	460	206	421	2.340
1992	341	500	209	388	-
1993	371	500	211	394	-
1994	466	550	218	385	-
1995	488	800	224	435	-
1996	487	900	-	-	2.495
1997	475	900	-	-	2.500
1998	506	-	-	-	-
1999	529	-	-	-	-
2000	550	-	-	-	-

Kaynak: Roskill, 2002.

1.5. Cam Elyaf Çeşitleri

Günümüzde 3 farklı cam elyaf çeşidi üretilmektedir. Bunlar; izolasyon tipi cam elyafı (cam yünü), tekstil tipi cam elyafı ve optik cam elyafıdır. Sürekli cam elyaf, sürekli filament cam elyaf, takviye edici cam elyaf veya E-cam elyafı olarak adlandırılan tekstil tipi cam elyafı, plastiklerde, lastik veya kauçuk çimentoda ve diğer malzemelerde mukavemet artırıcı olarak kullanılır. İzolasyon cam elyafı veya cam yünü olarak adlandırılan izolasyon tipi cam elyaf, genel olarak binalarda yalıtım amacıyla kullanılır. Optik cam elyaf ise haberleşmede kullanılmaktadır.

1.5.1. İzolasyon Tipi Cam Elyafı

İzolasyon tipi cam elyaflarının üretimi lifli veya yünlü ürünler üretmek için camın yüzey alanının genişletilmesi işlemini kapsar. İzolasyon tipi cam elyaf üretiminde kullanılan hammaddeler düz camlarda kullanılan hammaddelerle benzerdir. Hammadde karışımı 1450°C'de ergitildikten sonra paslanmaz çelik bir eğirici veya bükücü üzerine dökülür. Bu yolla üretilen elyaflar son olarak bir fırında pişirilmeden önce bir bağlayıcı ile sıvanır. Bu tür cam elyafları 6-9 mm çapında (bazen 1.5 mm çapından küçükte üretilmektedir), 5-60 m uzunluğunda üretilmektedirler. Elyafların biraraya getirilmesiyle elde edilen keçeler ısı ve ses izolasyonu amacıyla kullanılır.

1.5.1.1. İzolasyon Tipi Cam Elyaflarda Bor Tüketimi

Cam üretimi sırasında bünyeye ilave edilen borik asit ergiyiğin viskozitesini düşürür ve böylelikle lifleşmeyi sağlar. Bununla birlikte, borik asit aynı zamanda fluksların bünyeden uzaklaşmasını da önler. Bu cam elyafı türlerinin bazıları bor ihtiva etmekle birlikte bazıları bor ihtiva etmemektedir. Bazı cam elyaf üretimi uygulamaları sırasında ilave edilen borik asit uçarak bünyeden çıkabilmekte ve yok olabilmektedir. Eğer gerekli önlemler alınmadığı takdirde, ilave edilen borik asitin 1/3'ü cam elyafı üretimi sırasında kaybolabilmektedir.

İzolasyon cam elyafı üretimi amacıyla bünyeye %4-5 oranında ilave edilen bor oksit, camın ergime sıcaklığını düşürür, yeniden kristallenmeyi önler ve üretilen elyafların dayanıklılığını artırır.

İnşaat sektörü, izolasyon tipi cam elyafının en fazla tüketildiği sektörlerden birisidir. Bu nedenle bu sektörde meydana gelen gelişmeler izolasyon tipi cam elyaf talebini önemli oranda etkilemektedir. İzolasyon tipi cam elyafı için en büyük talep, 1973-1974 yıllarında petrol fiyatlarının artmasıyla gerçekleşmiştir. Batı Avrupa'da yeni binalarda, ısı izolasyonunun minimum standartlarının yükseltilmesi, mevcut binalarda ise izolasyonun artırılmasını teşvik edilmesi amacıyla yasaların çıkartılması izolasyon tipi cam elyaf talebini artırmıştır. Batı Avrupa'da son yıllarda izolasyon tipi cam elyaf üretiminde kullanılan bor miktarı B₂O₃ bazında yaklaşık 100.000 ton/yıl'dır. Bu miktar toplam Avrupa bor tüketiminin %14'dür.

ABD'de binalarda izolasyon uygulamaları hızlı bir şekilde artmış ve hali hazırda yeni ve eski binalarda yalıtım çalışmalarına devam edilmektedir.

Borat mineralleri için izolasyon tipi cam elyafı, ABD'de büyük bir pazara sahiptir. 2000 yılında, izolasyon tipi cam elyaf üretimi amacıyla ABD'de 170.000 B₂O₃ kullanılmış olup, bu miktar ABD'de tüketilen borun %47'sine denktir. Aşağıda verilen Tabloda ABD'de izolasyon tipi cam elyafı üretiminde kullanılan bor bileşikleri ve yıllara göre miktarları verilmektedir.

1990-2000 yılları arasında ABD'de izolasyon tipi cam elyafı üretiminde tüketilen bor bileşikleri miktarları (ton B₂O₃)

Yıllar	Borik Asit	Diğer Bileşikleri	Bor	Toplam
1990	1.682	93.377		95.059
1991	1.935	80.460		82.395
1992	2.758	122.192		124.950
1993	-	106.000		106.000
1994	-	97.000		97.000
1995	-	-		-
1996	-	162.000		162.000
1997	-	160.000		160.000
1998	-	-		-
1999	-	-		193.000
2000	-	-		170.000

Kaynak: Roskill, 2002.

1.5.1.2. İzolasyon Tipi Cam Elyafının Kullanım Alanları

Cam elyafı, nihai üründe istenilen özelliklere bağlı olarak farklı spesifikasyonlarda üretilebilmektedirler. Yalıtım özellikleri R faktörü ile tanımlanmıştır. Normal tek sırlı pencere camı tarafından sağlanan izolasyon R-1 iken, 3 inç (76 mm) kalınlığında cam elyaf tarafından sağlanan izolasyon değeri R-7'dir.

Cam elyafı yeni binaların yapımı sırasında tavan ve duvarlarda yalıtım amacıyla kullanılmaktadır. Mevcut binalarda ise çatı aralarında ve boşluk alanlarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca, mevcut binalarda köpük yalıtıcıların (veya ABD'de selülozik izolasyon) duvar boşluklarında kullanılması bu tür yalıtıcıların küçük deliklerde bile uygulanabilmesi sebebiyle tercih edilmektedir. Cam elyafı, aynı zamanda ses izolasyonu amacıyla tabanın altındaki ve tavanın üzerinde boşluklar ile odalar arasındaki bölümlerde kullanılabilir. Bunlara ilaveten cam elyafı, borularda, kaynakçı ve tank döşemelerinde, otomobillerde izolasyon panellerinde ve ses izolasyonu uygulamalarında da kullanılmaktadır.

1.5.2. Tekstil Tipi Cam Elyafı

Tekstil tipi cam elyafı yüksek çekme ve çarpma dayanımına sahip, ağırlıkça hafif, kimyasal reaksiyonlara karşı oldukça dirençli ve düşük maliyetle üretilebilen bir malzemedir. Bu özellikler tekstil tipi cam elyafın son yıllarda geleneksel malzemeler ve metallerin yerine gittikçe artan oranlarda kullanılan plastiklerde ve kompozitlerde takviye elemanı olarak kullanılmasını teşvik eder.

Tekstil tipi cam elyaf üretiminde birinci kademe, hazırlanan hammadde karışımının 1600°C'de ergitilmesi işlemini kapsar. İkinci kademe; ergimiş cam platin/rodyum alaşımından yapılmış ve elektrik enerjisi kullanılarak +0.5 °C , -0.5 °C tolerans ile 1250°C de kontrol edilen kovanlara (bushings) beslenir. Üçüncü kademe; cam elyaf çekimi gerçekleştirilir. Platin-rodyum (Pt-%10Rd) alaşımından üretilen kovanlara gelen eriyiğin 50-70 m/s gibi yüksek bir hızda kovanlarda bulunan deliklerden akması sağlanarak cam lifleri elde edilir. Kovanlarda 1-2 mm çapında ve 400-800-1200-1600 veya daha fazla delik bulunur. 9 ile 20 mikron çapında çekilen cam lifleri bir mandrel üzerine sarılarak "kek" adı verilen bir bobin üzerinde toplanır. Dördüncü kademe ise cam elyaf ürünlerinin üretilmesi sağlanır. Kovandaki deliklerden ayrılan eriyik kısa

sürede cam flaman haline gelmesi için akma esnasında su püskürtülerek belli bir sıcaklığa kadar soğutulur. Soğuyarak ipliksi bir hale gelen flamanlar bir tambur üzerinden geçirilerek gerekli kimyasallarla yüzeyi kaplanır. Bu işleme “apreleme” adı verilmektedir.

1.5.2.1. Tekstil Tipi Cam Elyaflarda Bor Tüketimi

Tekstil tipi cam elyaf üretiminde çok farklı bileşime sahip camlar kullanılabilir. Fakat, en fazla tercih edilen düşük alkali içeriğine sahip E-camıdır. Dünyada tekstil tipi cam elyaf üretiminin %90'ından fazlasını E-camı oluşturmaktadır. Bunun sebebi, E-camı kullanılması durumunda üretim esnasında cam elyafların kırılma olasılığının azalmasıdır. E-camına borik asit veya kolemanit şeklinde bor ilavesi camın ergimesini kolaylaştırır. E-camında kullanılan B_2O_3 miktarı ağırlıkça % 7,5 seviyelerindedir. Kolemanit olarak hesaplandığında bu oran %20 civarında olup maliyet olarak en yüksek değeri oluşturmaktadır.

Tekstil tipi cam elyaf üretiminde kullanılan cam kompozisyonları oldukça fazladır. Genel olarak bu cam çeşitleri Owens Corning firması tarafından bir standart oluşturularak gruplandırılmıştır. Bunlar;

A-Camı: %0-%6 civarında bor ve %16 civarında alkali içerdiği için alkali cam olarak da bilinmektedir.

C-Camı: %6 civarında bor içerikli kalsiyum borosilikat camıdır

D-Camı: %24 civarında bor içerikli borosilikat camıdır.

E-Camı: Alümina-kalsiyum-borosilikat camı olup en fazla %2 oranında alkali ve %7-10 seviyelerinde bor içerir.

ECR-Camı: Kalsiyum-alümina-silikat camı olup bor içermemektedir.

AR-Camı: %8 civarında bor, %11-%21 oranında alkali ve %1-18 oranında zirkonyum içeren alkali dirençli bir camdır.

R-Camı: Bor içermeyen kalsiyum-alumina-silikat camıdır.

S-2 Camı: Bor içermeyen magnezyum–alumino-silikat camıdır.

ADVANTEK: Advantex klasik E-camının sahip olduğu elektriksel ve mekaniksel özelliklere ve E-CR camının sahip olduğu asit korozyonu direnci özelliğine sahiptir. 1997 yılında Owens Corning firması tarafından ABD ve Avrupa'da piyasaya sürülen

advantex, ergime sıcaklığı yüksek olduğundan dolayı üretimde enerji tüketimi E-camı üretimi sırasındaki enerji tüketiminden daha fazladır. Fakat ergime sıcaklığının yüksek oluşu bu ürünün daha yüksek sıcaklıklarda kullanılmasına imkan sağlaması nedeniyle de avantajlıdır. Advantex'in geliştirilmesinin en önemli sebebi, özellikleri E-camına yakın fakat bor içermeyen bir malzeme geliştirilmesi çabalarıdır. Çünkü, borun cam elyaf üretimi esnasında uçması ve çevreye zarar vermesi sebebiyle ek önlemler alınması gerektiği ve bununla üretim maliyetini artırdığı belirtilmektedir. Ayrıca, hammadde olarak borun kullanılmaması hammadde maliyetini düşürmektedir.

2001 yılında dünyada tekstil tipi cam elyaf üretimi amacıyla 225.000 ton B_2O_3 tüketilmiştir. Bu tüketimin 80.000 tonu Kuzey Amerika'da, 75.000 tonu Batı Avrupa'da ve 40.000 tonu Asya'da gerçekleştirilmiştir. 1976 yılından itibaren ABD'de tekstil tipi cam elyaf üretiminde tüketilen bor miktarında önemli dalgalanmalar görülmüştür. 1976 yılında bor tüketimi 32.000 ton B_2O_3 iken, 1982 yılında 29.000 ton B_2O_3 'e düşmüştür. Fakat, tüketim 1985 yılında 62.000 ton B_2O_3 'e çıkmış ve tekrar düşerek 1987 yılında 35.000 ton olarak gerçekleşmiştir. 1999 yılında tüketim 71.100 ton iken, 2000 yılında 64.500 ton olmuştur.

1990-2000 yılları arasındaki ABD'de tekstil tipi cam elyaf üretimde bor tüketimi (ton B_2O_3).

Yıllar	Borik Asit	Diğer Bor Bileşikleri	Toplam
1990	18.482	36.216	54.698
1991	19.473	25.594	45.067
1992	18.625	41.548	60.173
1993	7.490	13.810	21.300
1994	12.200	13.800	26.000
1995			
1996	25.200	34.500	59.700
1997	32.000	34.000	66.000
1998	-	-	-
1999	-	-	71.100
2000	-	-	64.500

Kaynak: Roskill, 2002.

Dünya tekstil tipi cam elyaf üretimi birkaç şirket tarafından yapılmaktadır. Bunların en önemlileri Owens Corning Fibreglass (OCF), Saint Gobain, Pittsburgh Phate Glass (PPG), Certain Teed ve Manville'dir. Bunlar dünyanın çeşitli bölgelerinde üretim yapan bağlı ortaklıklara sahiptirler.

ABD'de tekstil tipi cam elyaf sektöründe faaliyet gösteren önemli üreticileri Owens Corning (OCF), PPG, Certain Teed, Schuller ve Knauf'tur.

Avrupa'da faaliyet gösterenler ise Fransa ve İtalya'da Vetrotex (Saint Gobain'nin bir bağlı ortaklığıdır), Owens Corning (Belçika, Norveç, İsveç, Fransa, Hollanda ve İspanya), PPG (Hollanda ve İngiltere).

Dünyada tekstil tipi cam elyaf üreten bazı firmalar ve tesis bölgeleri şu şekildedir (alfabetik sıraya göre):

1.5.2.2. Türkiye'de Tekstil Tipi Cam Elyaf Üretimi

Türkiye' de tekstil tipi cam elyaf üretimi yalnız bir firma tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu firma Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'dir.

1976'da üretime başlayan firma talebe karşılık verebilmek için sürekli kapasite artırımına gitmiştir. 1985 yılında 4.000 ton/yıl, 1993 yılında 16.500 ton/yıl kapasiteyle üretim yapmış olan Cam Elyaf Sanayi A.Ş., şu anda 40.000 ton/yıl kapasiteyle çalışmaktadır.

Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'nin ürettiği ürün kimyasal kompozisyon olarak E-camı olup, başlangıçta elektrikle ilgili alanlar için üretilmekte iken bugün sanayiinin tüm alanlarında ve özellikle cam takviyeli plastiklerde kullanılmaktadır. Firmanın E-camından ürettiği ürünler; kırılmış elyaf, sürekli elyaf, fitil ve keçedir.

Edinilen bilgilere göre Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'nin ürettiği ürün, dünya piyasalarında rekabet edecek kalitededir. Örneğin Firma St. Gobain (Fransa) in iştiraki olan Vetrotex Firması ile Fransa' da rekabet halindedir

1.5.2.3. Tekstil Tipi Cam Elyafların Kullanım Alanları

Tekstil tipi malzemenin, %17'si dayanımlı plastiklerde, %15'i diğer dayanımlı kullanımlarda ve %4'ü diğer alanlarda kullanılmaktadır.

Tekstil tipi cam elyaf hem dokuma amaçlı olarak (dekorasyon, izolasyon, filtrasyon gibi) hem de cam elyaf takviyeli malzeme (kompozit) oluşturmak için kullanılabilir. Bu nedenle tekstil tipi cam elyaf kullanım alanları açısından geniş bir yelpazeye sahiptir. Otomotiv sanayiinde, kapı imalinde, kimyasal depoları ve çeşitli plastik borularda, cam elyaf takviyeli polyster v.b. üretiminde kullanılmaktadır. Owens-Corning firmasının tahminine göre tekstil tipi cam elyaflar 40.000 değişik ürün içerisinde kullanılmaktadır.

• **Otomotiv ve Ulaşım Sektöründe:** Tekstil tipi cam elyafların tüketildiği en önemli pazar otomotiv ve ulaşım sektörüdür. Otomotiv sektöründe cam elyaf takviyeli termoplastikler, hızla artan bir şekilde çelik ve kalıplanmış termoset levha bileşenlerinin yerini almaktadır. Otomotiv sektöründe cam elyaflar otomobillerin tampon, çamurluk gibi dış aksamalarında ve koltuk, ön panel gibi iç aksamalarında, motor bölümünde ve hava girişi manifoldlarında kullanılır. Otomotiv endüstrisinde cam elyafların tüketimi hızla artmaktadır. Bunun temel sebebi, otomobil yapımında maliyeti düşük, taşınması kolay ve görüntü olarak güzel gözüken yeni malzemelere ihtiyaç duyulmasıdır.

Otomotiv sektöründe cam elyafların kullanılmasının avantajları şu şekilde verilebilir :

-Cam elyaf içeren plastik parçaların ayrı olarak kalıplanıp sonradan birleştirilmesi hem maliyet olarak daha ucuz, hem de birleştirme işlemi daha hızlı olduğundan daha pratiktir,

-Cam elyafli kompozitler çarpma anında insana zarar vermezler,

-Cam elyafli kompozitler daha esnek olduğundan otomobillerin dış kısımlarının daha kompleks olarak dizayn edilmesine imkan sağlarlar,

-Cam elyaf kompozitlerin ağırlık olarak daha hafif olması yakıttan tasarruf sağlanmasına neden olur,

-Cam elyaf kompozitlerin kullanılması hem otomobillerin kullanım ömrünün artmasına hem de bakım masraflarının azalmasına neden olur.

Kuzey Amerika'daki otomotiv sektöründe cam elyaf tüketimi, 1997 yılında 1990'lı yılların başlarına göre %59 artış göstermiştir. 1998 yılında ise %7 bir artış beklenmektedir. Kuzey Amerika'da 1997 yılında otomotiv sektöründe takviye malzemesi olarak tüketilen cam elyafın miktarı 159.000 ton civarındadır. 1990 yılında bu rakam 102.000 ton civarındaydı. 1998 yılında ise bu miktarın 170.000 tona ulaşması beklenmektedir. 2000 yılına kadar ise tüketimin %19 oranında artması beklenmektedir.

- **Elektronik sektöründe:** Otomotiv sektöründen sonra tekstil tipi cam elyafların tüketildiği en önemli pazar elektronik sektördür. Bu sektörde tekstil tipi cam elyaf baskı devrelerinde ve diğer elektrik yalıtım uygulamalarında kullanılır.

- **İnşaat sektöründe:** Tekstil tipi cam elyaflar inşaat sektöründe de kullanılmaktadır. Bu sektörde cam elyaf duvarlarda muhafaza panellerinde, sıhhi tesisatlarda, banyo malzemelerinde, duvar kaplamalarında, alev geciktirici örtülerde, yüzme havuzlarında ve yayalar için köprülerde kullanılır.

Tekstil tipi cam elyaflar boru yapımında, yakıt tanklarında, depolarda, tarımsal aletlerde, endüstriyel makinalarda, koruyucu kask gibi spor aletlerinde ve deniz ulaşım araçlarında önemli uygulama alanı bulmaktadır.

Cam elyaf takviyeli termoplastikler, malzeme taşıma ve stoklama işleminde kullanılan tahta paletlerin yerini de almaktadır.

1.5.3. Fiber Optikler (Optik Cam Elyafları)

Fiber optikler, iletişim sistemlerinde, verileri çok ince optik fiber içerisinde ışık nabız hareketinin ulaşmasını sağlar. Diğer bir ifadeyle, ışık fotonlarının etkin biçimde transferini sağlamaktadır. Fiber optikler, düşük kırılma indisli malzeme ile kaplı yüksek kırılma indisli camdan oluşur.

Fiber optik iletişim sistemlerinde, data çok ince optik fiberler aracılığıyla ışık fotonları şeklinde taşınmaktadır. Optik fiberler, iç çekirdek ve dış bölüm olarak iki ayrı malzemeden oluşmaktadırlar. İç çekirdek yüksek kırılma indisli camlardan dış yüzey ise düşük kırılma indisli camlardan yapılmaktadır. İç çekirdek genellikle borosilikat cam ile eritilmiş silikattan yapılmaktadır.

Fiber optiklerde kullanılan tipik borosilikat camlarının kompozisyonları aşağıdaki şekildedir:

	<u>% Ağırlık</u>
B ₂ O ₃	22.0
SiO ₂	61.0
Al ₂ O ₃	3.0
Na ₂ O	14.0

Fiber Optik pazarı, cam elyaf pazarındaki en dinamik sektördür. Bu sektörde, iletişim sektöründe artan ihtiyaç, yeni kanuni düzenlemeler, özelleştirmeler ve yüksek hızlı ve daha geniş data transferi ihtiyacı gerektiren dinamik yenilikler nedeniyle çok yüksek bir rekabet artışı mevcuttur. Geçen yıllarda, bu sektörde dünya çapında büyük bir üretim artışı gerçekleşmiştir. 1996 yılında Kuzey Amerika cam pazarının değer olarak yaklaşık %32.5'ini fiber optik ürünleri oluşturmuştur.

Güney Afrika'da bulunan fiber optik üreticisi ATC firması, 2000 yılında dünya fiber optik ihtiyacınının 135 Milyon km olduğunu fakat arzın ise 105 Milyon km olduğunu rapor etmiştir. ATC firması bu sektörde büyümenin 2004 yılına kadar % 5,1/yıl olacağını ve 2004 yılından önce talebin 165 Milyon km'ye ulaşacağını tahmin etmiştir. Talep ile arz arasındaki açık bazı firmaların kapasitelerini artırmasına neden olmuştur.

Dünyada belli başlı optik fiber üreticileri şunlardır:

- Corning Incorporated: Bu firma dünyanın farklı yerlerinde(ABD'de 5 tane, Danimarka, Japonya, Rusya, Almanya, Brezilya'da birer tane) tamamen sahip olduğu veya JV şeklinde ortak olduğu şirketleri mevcuttur.

- Pirelli: 4 tane tesise sahiptir.

- Japon Üreticileri: Japonya dünyadaki en büyük fiber optik üreticisidir. Bazı firmalar; Fujikura, Furukawa Electric Company ve Hitachi Cable Company'dir.

- Draka Comteq: Bu firmanın Hollanda, Finlandiya, Brezilya, Japonya ve Çin'de tesisleri mevcuttur.

- ATC: Güney Afrika firmasıdır. Sahipleri %51 Marconi, %38,5 Reunert ve %10,5 Pirelli'dir.

- Sterlite: Hindistan firmasıdır. Üretimi oldukça düşük yerel ihtiyaçları karşılamaya yöneliktir.

1 kg cam elyafından yaklaşık 6 km kablo üretilebilmektedir. Diğer yüksek saflıktaki camlarla birlikte, borosilikat camlarını da içeren B₂O₃ bazında 5.000 ve 6.000 tonluk pazar mevcuttur.

Tüm optik fiberler, borat ürünlerini içermediği için, bu sektördeki bor oksit tüketimi birkaç yüzbin tonla sınırlıdır.

2. CAM ELYAF ÇEŞİTLERİ, ÖZELLİKLERİ, KULLANIM ALANLARI, ÜRÜNLERİ VE ÜRETİM PROSESLERİ

Tekstil tipi cam elyaf yüksek çekme ve çarpma direncine sahip, ateşe karşı dayanıklı, ağırlıkça hafif, kimyasal reaksiyonlara karşı dirençli ve ucuza mal edilebilen bir malzemedir.

2.1.Çeşitleri ve Kullanıldığı Yerler:

Cam elyaf kimyasal bileşimine göre çeşitlilik kazanmaktadır. Bu çeşitler Owens Corning Firması tarafından bir standart oluşturularak yaygınlık kazanmış olup aşağıdaki çeşitlerde üretimi yapılmaktadır(2).

A-Camı: Soda-kireç-silikat camı olup %0-%6 civarında bor ve %16 civarında alkali içerdiği için alkali cam olarak da bilinmektedir. Mukavemet, dayanıklılık ve iyi elektrik dirençliliği gibi özelliklerin gerekmediği alanlarda kullanılır.

C-Camı: %6 civarında bor içerikli kalsiyum borosilikat camıdır. Asidik ve paslı ortamlara karşı dayanımı oldukça yüksek olduğu için asidik malzemelerin depolanmasında veya taşınmasında kullanılan konteynerlerin yapımında ve metal kaplama sanayinde kullanılmaktadır. Üretimi E camına göre %10 daha ucuzdur(1).

D-Camı: %24 civarında bor içerikli, dielektrik katsayısı düşük borosilikat camı olup elektrik ve telekomünikasyon alanlarında kullanılmaktadır.

E-Camı: Alümino-kalsiyum-borosilikat camı olup en fazla %2 oranında alkali ve %10'da bor içerir. Yüksek çekme ve çarpma mukavemetine sahip, ısı direnci ve elektrik direnci oldukça yüksek bir camdır. Cam elyaf üretiminin büyük bir bölümünü E-camı oluşturur. Çok geniş bir kullanım alanı vardır. Genellikle kesilmiş iplik, kesilmiş iplikten keçe, sarım, çok uçlu sarımlar ve sarımdan dokuma şeklinde piyasaya sürülmektedir.

ECR-Camı: Kalsiyum-alümino-silikat camı olup bor içermemektedir. Genellikle mukavemetin, elektrik direncinin ve paslanmaya karşı direncin gerektiği durumlarda kullanılır.

AR-Camı: %8 civarında bor, %11-%21 oranında alkali ve %1-18 oranında zirkonyum içeren alkali dirençli bir camdır. Çimento da katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi beton yapılarda mukavemeti ve elastisiteyi artırmak için kullanılır.

R-Camı: Bor içermeyen kalsiyum-alumino-silikat camı olup mukavemetin ve aside karşı direncin gerekli olduğu yerlerde kullanılır.

S-2 Camı: Bor içermeyen Magnezyum–alumino-silikat camıdır. Tekstil endüstrisinde, kompozit yapılarda mukavemeti artırıcı katkı maddesi olarak, ısıya karşı direncin gerekli olduğu yerlerde ve paslanmaya karşı katkı maddesi olarak kullanılır.

Günümüzde kimyasal bileşenleri değiştirilerek değişik türde cam elyaf üretimi yapılmaktadır. Son zamanlarda Owens Corning Firmasının “Advantex” adıyla hiç bor içermeyen bir ürünü piyasaya sürdü ancak piyasada pek tutulmadığı otoriteler tarafından söylenmektedir.

Tablo-1: Tekstil Tipi Cam Elyaf Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimi

	A-Camı	C-Camı	D-Camı	E-Camı	ECR-Camı	AR-Camı	R-Camı	S-2-Camı
Oksiler	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO ₂	63-72	64-68	72-75	52-56	54-62	55-75	55-65	64-66
Al ₂ O ₃	0-6	3-5	0-1	12-16	9-15	0-5	15-30	24-25
B ₂ O ₃	0-6	4-6	21-24	5-10		0-8		
CaO	6-10	11-15	0-1	16-25	17-25	1-10	9-25	0-0.1
MgO	0-4	2-4		0-5	0-4		3-8	9.5-10
ZnO					2-5			
BaO		0-1						
Li ₂ O						0-1.5		
Na ₂ O+ K ₂ O	14-16	7-10	0-4	0-2	0-2	11-21	0-1	0-0.2
TiO ₂	0-0.6			0-1.5	0-4	0-12		
ZrO ₂						1-18		
Fe ₂ O ₃	0-0.5	0-0.8	0-0.3	0-0.8	0-0.8	0-5		0-0.1
F ₂	0-0.4					0-5	0-0.3	

Kaynak:High Strength Glass Fibers , Technical Papers, Owens Corning, 1999.

Tablo-2: Tekstil Tipi Cam Elyaf 'ın Özellikleri

	A-Camı	C-Camı	D-Camı	E-Camı	ECR-Camı	AR-Camı	R-Camı	S-2-Camı
Yoğunluk Gm/cc	2.44	2.52	2.11	2.58	2.72	2.70	2.54	2.46
Refraktivite Endeksi	1.538	1.533	1.465	1.558	1.579	1.562	1.546	1.521
Yumuşama Noktası,C(F)	705 (1300)	750 (1382)	771 (1420)	846 (1555)	882 (1619)	773 (1414)	952 (1745)	1056 (1932)
Erime Noktası,C(F)		588 (1090)	521 (970)	657 (1215)				816 (1500)
Gerilme Noktası-Mpa		522 (1025)	477 (890)	615 (1140)				766 (1410)
Çekme Kuvveti Mpa								
-196 C⁰		5380		5310	5310			8275
23 C⁰	3310	3310	2415	3445	3445	3241	4135	4890
371 C⁰				2620	2165		2930	4445
538 C⁰				1725	1725		2140	2415
Young Modülü (Gpa)								
23 C⁰	68.9	68.9	51.7	72.3	72.3	73.1	85.5	86.9
538 C⁰				81.3	81.3			88.9
Uzama (%)	4.8	4.8	4.6	4.8	4.8	4.4	4.8	5.7

Kaynak:High Strength Glass Fibers , Technical Papers, Owens Corning, 1999.

Tablo-1'de kimyasal bileşimi verilen cam elyaf çeşitlerinden kullanımı en yaygın olanı E camıdır. Dünyada tekstil tipi cam elyaf üretiminin %90'ından fazlasını E camı oluşturmaktadır(1). İlk üretildiğinde elektrikle ilgili alanlarda kullanılması tasarlandığı için "E" işareti ile adlandırılmıştır. Ancak yüksek çarpma ve çekme mukavemeti, ağır yükler altında veya değişik atmosferik şartlarda çok düşük oranda uzaması, yüksek ısı ve ateşe karşı direnç, kimyasal reaksiyonlara karşı direnç, düşük nem absorpsiyonu ve yüksek dielektrik direnci gibi özelliklerinden dolayı endüstride birçok alanda kullanım alanı bulmuştur.

Tekstil tipi cam elyaf yüksek gerilme dayanıklılığına sahip olup E-camında 3400 Mpa, R camında 4400 Mpa'dır. Elastik modülü çeliğin 1/3 kadar, yoğunluğu ise 2.6 g/cm³ dür. Uçak yapımı gibi alanlarda kullanılmak üzere daha düşük yoğunlukta ve yüksek elastik modülüne sahip malzemeler (aramid ve karbon elyaf) geliştirilmiştir.

Tablo-3: Tekstil Tipi Cam Elyaf 'ın Elektrik ve Termal Özellikleri

Elektrik Özellikleri								
	A-Camı	C-Camı	D-Camı	E-Camı	ECR-Camı	AR-Camı	R-Camı	S-2-Camı
Dielektrik Sabiti	6.2	6.9	3.8	6.6	6.9	8.1	6.4	5.3
10 GHz			4.0	6.1	7.0			5.2
Dissipasyon Faktörü MHz		0.0085	0.0005	0.0025	0.0028		0.0034	0.0020
10 GHz			0.0026	0.0038	0.0031		0.0051	0.0068
Hacim Direnci (Ohm-Cm)	1.0E+10			4.0E+14	3.8E+14		2.0E+14	9.0E+12
Yüzey Direnci (Ohms)				4.2E+15	1.1E+16		6.7E+13	8.8E+12
Dielektrik Direnci (Volt/mil)				262	250		274	330

Termal Özellikleri								
Özgül Isı J/G C (BTU/LB F)								
23C ⁰	0.796 (0.190)	0.787 (0.188)	0.733 (0.176)	0.810 (0.193)				0.737 (0.176)
200C ⁰		0.900 (0.215)		1.03 (0.247)	0.97 (0.232)			
Termal Genişleme								
Sabit (x10 ⁻⁷)	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰	C ⁰ F ⁰
-30 C ⁰ – 250C ⁰	73 (41)	63 (35)	25 (14)	54 (30)	59 (33)	65 (36)	33 (18)	16 (9)

Kaynak: High Strength Glass Fibers , Technical Papers, Owens Corning, 1999.

2.2. Kullanılan Hammaddeler:

Cam elyaf silika, kolemanit, alüminyum oksit, soda, kil, kireç taşı, flüorspar veya diğer metal oksit çeşitleri ile belirli oranlarda karışım yapılarak hammadde harmanı oluşturulur. Bu harman silolarda depo edilerek buradan fırınlara beslenir. Örneğin E camı için hammadde karışımındaki kolemanit yaklaşık olarak %20 civarında olup maliyet olarak ta en fazla oranı oluşturmaktadır.

Kolemanit içerisindeki bor hammaddenin fırın içerisinde kolayca erimesini ve cam liflerine elastik özellik kazandırarak kırılmasını engeller.

2.3. CAM ELYAF ÜRÜNLERİ VE ÜRETİM PROSESLERİ

2.3.1. Ürünler:

Cam elyaftan üretilen ana ürünler aşağıda şekilde sıralanabilir.

- Keçeler
- Sarımlar
- Sarımdan Dokuma
- Kesilmiş veya Öğütülmüş Elyaf
- İplikler

2.3.1.1. Keçeler;

2.3.1.1.1. Kesilmiş Kıyılmış Elyaf Tellerinden Keçe;

Genellikle 20-50 mm uzunluğunda kesilmiş ve bir düzlem üzerine rastgele serilerek kimyasal bir bağlayıcı ile bir arada tutturulan dokunmamış haldeki üründür. Burada kullanılan kimyasal bağlayıcılar iki çeşit olup 120⁰C'de eriyebilen toz polyesterler ve plastize polivinil asetat emülsiyonlardır. Her iki grup da çözünürlüğü yavaştan hızlıya doğru değişen farklı bağlayıcılar içerir.

Keçeler 50 kg'lık ,1-2 m eninde ve 150-900 g/m² yoğunluğundaki rulolar halinde piyasaya sürülür. Bu ürün düz veya eğri yüzeyli şekillerin imalatında, özellikle manuel yöntemlerle üretilir. Deniz teknelerinin gövde kısmı, taşıtların kaportalarında, levhalarda, baca ve tanklarda kullanılır.

2.3.1.1.2. Sürekli Elyaf Tellerinden Keçe;

Kesilmiş elyafın bir düzlem üzerinde spiral biçimde yerleştirilerek kimyasal bağlayıcılarla birbirlerine bağlanmış bir üründür. En yaygın olanı 1 m eninde olup yoğunluğu 225-900 g/m² arasındadır.

Genellikle pres kalıplama da görünümü düzeltmek ve yüzey sertliğinin artırılması amacıyla kullanılır.



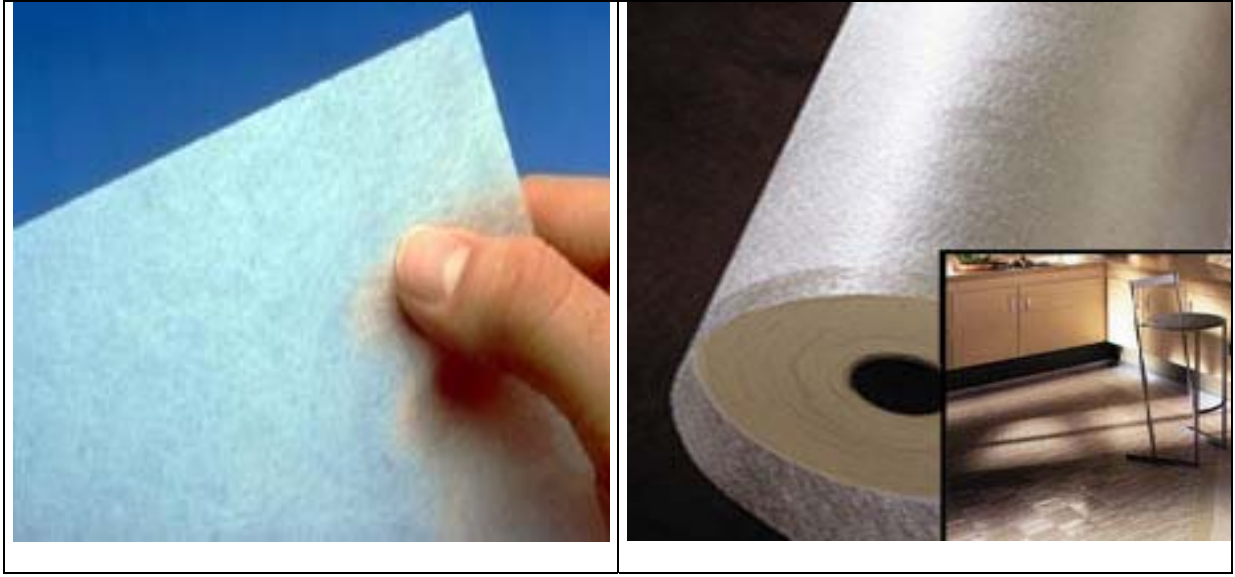
Şekil-1. Kesilmiş-kıyılmış Elyaf tellerinden Keçe



Şekil-2. Sürekli Elyaf Tellerinden Keçe

2.3.1.1.3. Yüzey Tülü ;

Çok ince sürekli tek flamandan üretilmiş olup açık kalıplamada yüzey tabakalarının takviyesi için kullanılmaktadır. Kalınlığı 0.3mm ve yoğunluğu 24-26g/ m² dir. Ayrıca kalınlığı 0.35mm ve yoğunluğu 30-32g/ m² olan Kaplama Keçe (Overlay Mats), yoğunluğu 30-150g/m² olan Çatı Keçesi (Roofing Mats), ve 50 mm uzunluğunda kesilmiş elyaf tellerinin ince cam tül üzerine veya ince kumaşa iğnelenmiş biçimde tutturulması ile oluşturulmuş ürünler de bulunmaktadır.



Şekil-3.Yüzey Tülü

2.3.1.2. Sarımlar;

Sarımlar, silindir şekilli cam elyaf paketleri olup elyaf tellerinin makara biçiminde ancak bükülmeden paralel olarak sarılmış biçimindedir. Bunlar son kullanım alanına, sarımdaki ipliğin “tex” sayısına, birlikte sarılan iplik sayısına, sarım paketinin boyut ve ağırlığına göre farklılık gösterirler. Tipik bir sarımın tex'i 2300 g/km, 30 iplikten oluşmuş, maximum ağırlığı 20 kg olan, 300 mm çapında ve 250 mm yüksekliğinde silindirik sarımlardır.

Bunlar tahta kadran borular üzerine dışardan sarılabileceği gibi, makine'nin çelik kalıbına da sarılabilmekte ve çıkarılan paket içten çözülür.

Sarımlar bir çok değişik şekilde kullanılır;

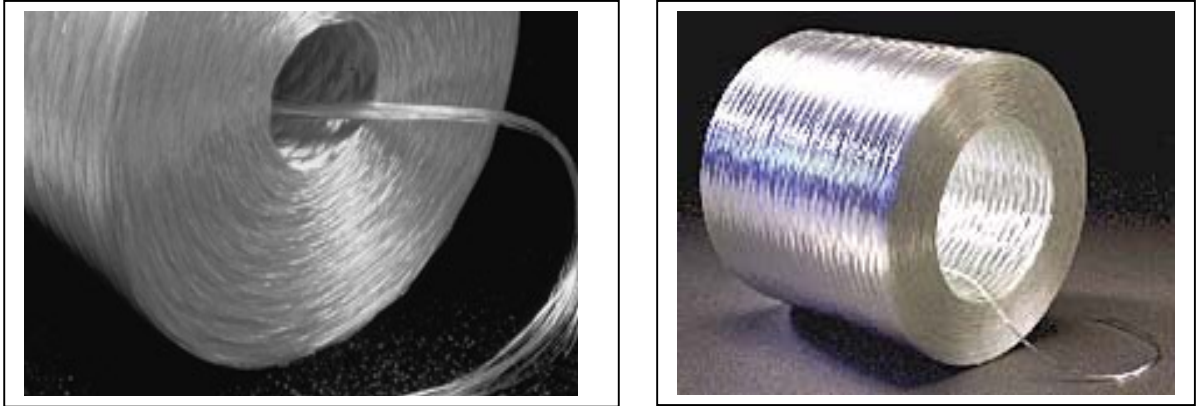
1-Açık kalıplamada, kesilmiş-kıyılmış elyaftan keçelere benzer uygulamalarda kullanılır. Ayrıca spray tabancası ile kesildikten sonra katalize reçine ile karışım yapılarak kullanılır.

2-Sarımlar, "Sarımdan Dokuma" denilen, dokuma işlemlerinde kullanılırlar

3-Konveks yapıdaki silindirik, konik ve küre biçimindeki kompozitler sarma yolu ile imal edilir. Bu durumda sarım bir reçine banyosundan geçirilir ve uygun şeklin oluşturulması için bir kalıp üzerine sarılır.

4-Sürekli uzunluktaki çubuklar(tüp veya değişik biçimdeki) katalize reçine içinden geçirilerek daha sonra reçinenin jel haline geldiği bir ortamdan geçirilerek elde edilir. Bu proses "pultrüzyon" yöntemi olarak bilinir.

5-Sarımlar, parçalar halinde kesilerek, yoğunlaşabilen ancak ısıtılmadan sertleşmeyen reçine ile birleştirilir. İstenilen kalıplarda preslenerek istenilen şekilde ürünler elde edilir.

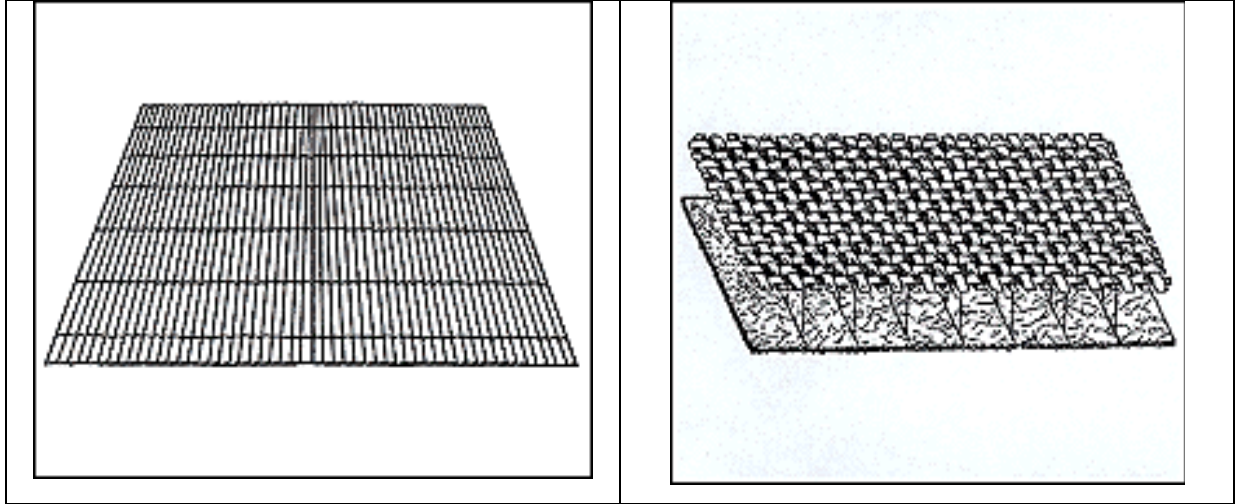


Şekil-4.Çok uçlu ve tek uçlu sarımlar

2.3.1.3. Sarımdan Dokuma;

Bir tür dokuma olup sarımların dokunması ile elde edilir. Bu ürünler 860 g/m^2 ağırlıkta ve 1 mm kalınlıktan, 300 g/m^2 ağırlık ve 0.25 mm kalınlığına kadar değişmektedir.

Sarımdan dokumalar, hem açık kalıplama ve hem de pres kalıplama işlemlerinde kullanılır. Sarımdan dokuma ile kesilmiş elyaftan keçe ile birlikte değişik şekillerde kullanılırlar. Her iki malzemenin de kullanıldığı kompozitlerde, keçe sandviç şeklinde dokuma tabakalarının arasına yerleştirilir. Dokumada cam elyaf oranı fazla olduğu için, yükün çoğunu taşıyan dış kısmın takviyesinde kullanılır.



Şekil-5. Dokuma çeşitleri

2.3.1.4. Eğrilmiş İplikler:

Cam elyaftan eğrilmiş iplikler, tekstil alanında kullanılan diğer iplikler gibi cam kumaş dokumasında veya motorlu taşıtların lastik imalinde kullanılması için, bükülerek bir araya getirilmişlerdir.

Bu dokumalar ileri teknoloji ürünü baskılı devre boardlarında, uçak parçalarında, ev ve işyerlerinde yangın söndürme perdelerinde kullanılır.



Şekil-5. İplik

2.3.1.5. Kesilmiş Elyaf ;

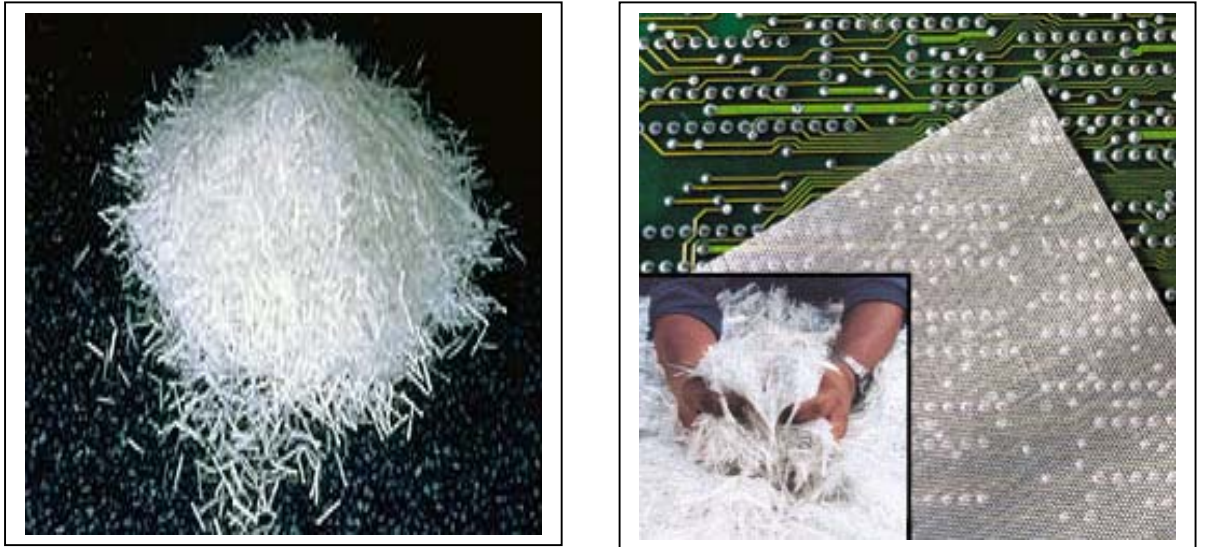
Cam elyafın tüketicinin isteğine göre 3 mm ile 12 mm arasındaki uzunluklarda kesilmiş olup saman yığınınına benzer. 3 temel kullanım alanı vardır;

-Presleme ile yapılan kalıplama işlemlerinde, reçine ile bir araya getirilerek besleme maddesi olarak kullanılır. Daha sonra reçine ısı ile sertleştirilir.

-Termoplastiklerin sertleştirilmesinde katkı maddesi olarak plastik ile birlikte kalıplama makinasına verilir.

-Poliüretanların üretiminde katkı amaçlı dolgu malzemesi olarak kullanılır.

Ayrıca motorlu taşıt araçlarının yedek parça imalinde ve benzer uygulamalarda kullanılır.



Şekil-6.Kesilmiş Elyaf

2.3.1.6. Öğütülmüş Elyaf;

Cam ipliklerin bilyalı değirmende öğütülmesi ile elde edilmektedir. 1.5 mm nin altında öğütülen cam elyaf elektrik amaçlı kullanımlar için “phenolik” ve “cresolic” reçinelerle birlikte kalıba verilir(1).



Şekil-7. Öğütülmüş Elyaf

2.3.2. Bağlayıcılar;

Cam lifleri, demet halinde birleştirmeden önce, bağlayıcı adı verilen bir kimyasal bileşim ile kaplanır.

Bağlayıcı cinsi kompozit malzeme içinde cam elyafın performansını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu bileşim, “film oluşturucu”, “bağlama grupları”, “antistatik katkı” ve “plastifiyen “ maddelerden oluşmaktadır.

Yüzeyde ince tabaka oluşturmak için “epoksi”, “polyester”, polyolefin” ve “polyüretan”, yağlayıcı olarak “tetraetilen amid”, “mineral oil/amid ester”, “acid amid” ve “polyetilenglycol” ve emülsifier olarak da “polyoxyetilen eter” ve EO/PO glycoleter kullanılır.

Kompozit malzemelerde yüksek mekanik mukavemet, cam-reçine bağının devamlı olarak kuvvetli tutulmasına bağlıdır. Bu bağ, bağlayıcı bileşimi içine bir bileşen olarak katılan “Bağlama Grupları” sayesinde kurulur ve bu grupların, cam elyafı yüzeyine kaplanması ile cam-reçine bağlantısının en yüksek düzeyde tutulması sağlanır. Bağlama gruplarının büyük bir çoğunluğu “Organo Silane” türünden bileşiklerdir.

Cam elyafının yüksek sürtünme katsayısına sahip olması nedeni ve üretim sırasında birbirini tahrip etmemesi amacı ile bağlayıcı formülasyonu içine kaydırıcı katkıların da katılması gerekir(5)

2.3.3. Üretim Prosesi;

Cam elyaf üretimi için genellikle dikdörtgen prizma şeklinde fırınlar kullanılmaktadır. Bu fırınlar normal cam üretim fırınlarına benzemekle birlikte ekstra bir ısıtıcıya da sahiptir. Fırın ısını sağlamak amacı ile elektrik enerjisi ve fuel oil kullanılmaktadır. Günlük 200 ton civarında cam elyaf üretecek hammaddeyi ergitebilen fırınlar mevcuttur.

Cam elyaf ve ürünleri üç aşamada üretilmektedir (Şekil-8,9)

- Cam üretimi,
- Elyaf çekimi,
- Cam elyaftan mamül satışı sunulabilecek ürünlerin üretimi.

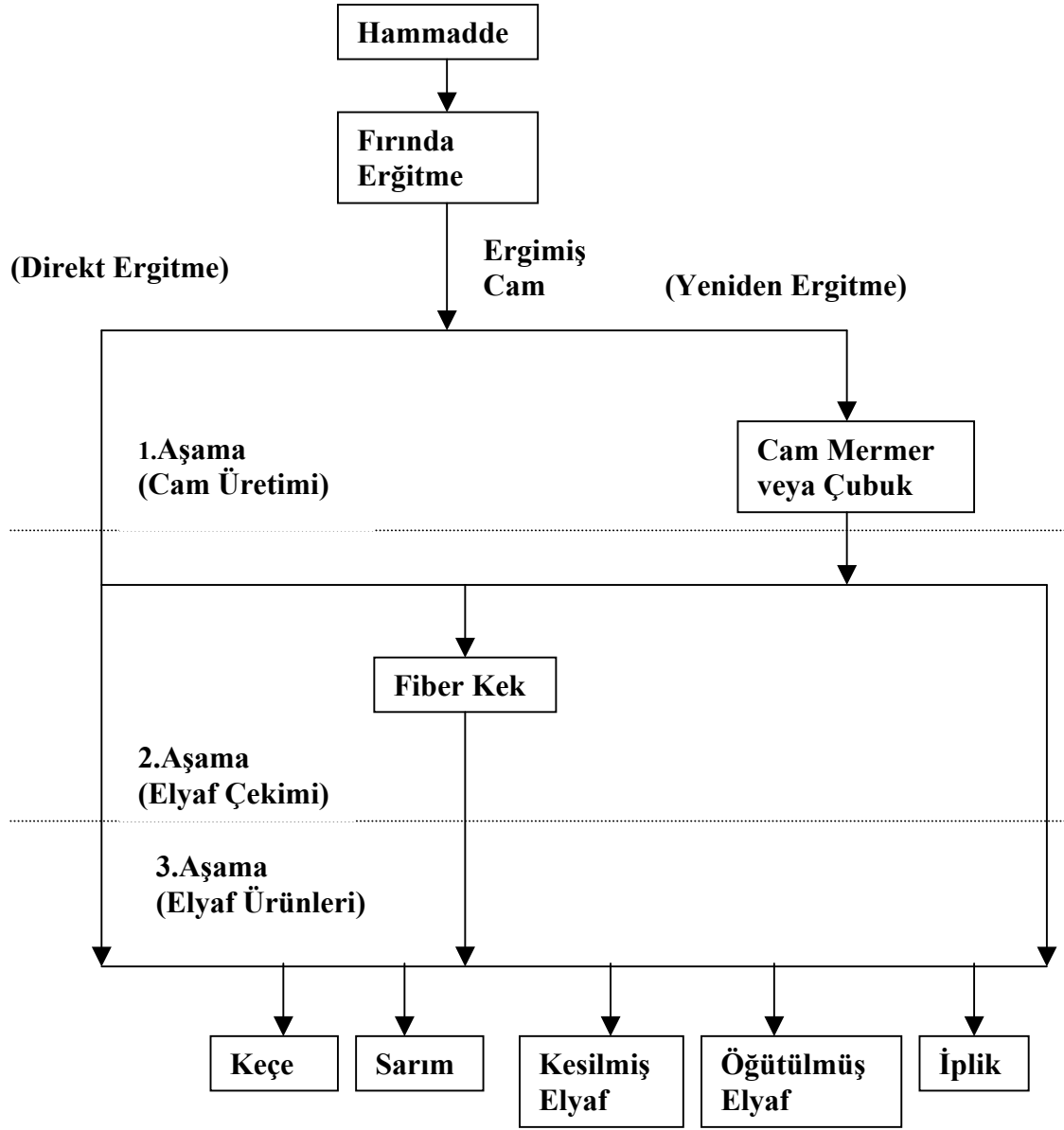
Birinci aşamada; uygun ağırlık ve oranlarda seçilen hammadde bileşimi çok ince bir şekilde öğütülerek homojen bir karışım elde etmek üzere karıştırılır. Daha sonra yaklaşık 1550 °C sıcaklıkta çalışan ergitme fırınına beslenir. Fırın içinde karışım yavaşça sıvı hale geçer. Ergimiş cam platin/rodyum alaşımından yapılmış ve elektrik enerjisi kullanılarak +0.5 °C , -0.5 °C tolerans ile 1250 °C de kontrol edilen kovanlara(bushings) beslenir veya cam mermer blok haline veya cam çubuk haline getirilip oda sıcaklığın da soğutulularak ikinci bir kullanım için temiz konteynerlerde depolanır. Ancak yaygın olan doğrudan ergitme fırın tipi olduğu için kovana gelen eriyik cam elyaf çekimi için kullanılır.

İkinci aşamada; cam elyaf çekimi gerçekleştirilir. Rodyum platin alaşımından üretilen kovanlara gelen eriyiğin 50-70 m/s gibi yüksek bir hızda kovanlarda bulunan deliklerden akması sağlanarak cam lifleri elde edilir. Kovanlarda 1-2 mm çapında ve 400-800-1200-1600 ve daha fazla delik bulunur. 9 ile 20 mikron çapında çekilen cam lifleri bir mandrel üzerine sarılarak "kek" adı verilen bir bobin üzerinde toplanır.

Üçüncü aşamada; cam elyaf ürünlerinin üretilmesi sağlanır. Kovandaki deliklerden ayrılan eriyik kısa sürede cam flaman haline gelmesi için akma esnasında su püskürtülerek belli bir sıcaklığa kadar soğutulur.

Soğuyarak ipliksi bir hale gelen flamanlar bir tambur üzerinden geçirilerek gerekli kimyasallarla yüzeyi kaplanır. Bu işleme "apreleme" adı verilmektedir.

Şekil-8. Cam elyaf üretimi akış diyagramı



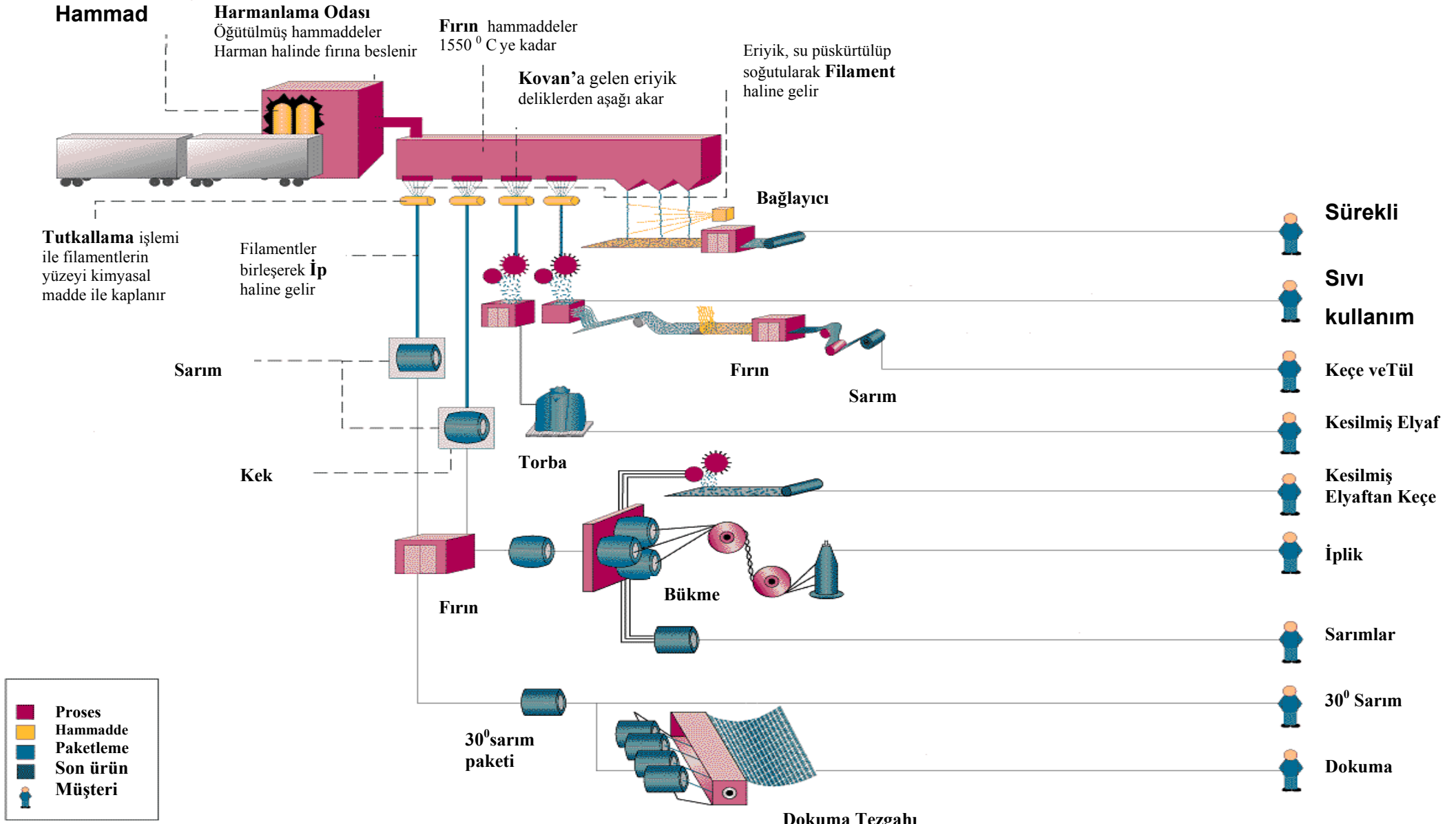
Cam kompozisyonu her zaman aynı kalmakla birlikte cam elyafın kullanım amacına bağlı olarak elyaf sarma biçimleri farklı olabilir. Böylelikle değişik amaçlara göre elyaf çapı ve demetteki lif sayısı gibi farklılaştırmalarda değişik özelliklerde ve değişik “doğrusal yoğunluk” değerlerindeki cam lifi demetlerinin üretilmesi sağlanır. Bu doğrusal yoğunluk uluslararası kabule göre “Tex Sayısı” birimi ile ifade edilir. Tex sayısı; 1000 m uzunluğundaki demetin gram cinsinden ağırlığını ifade etmektedir.

$$\text{Flaman Çapı} = 15.8 [T/0.4961]^{1/2} \mu\text{m}$$

Flaman Çapı = μm (mikron metre)

N = Kovadaki delik sayısı

T = Her bir telin tex sayısı (g/km)



Şekil-9 Cam Elyaf ve Ürünleri Üretim Hatları

Kaynaklar

- 1-The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fiber,Second Edition 1983,
K.L.Loewenstein, Elsevier
- 2-High Strength Glass Fiber ,Owens Corning (Technical paper),1999.
- 3-Borate Supply and Demand, Industrials Minerals, Kasım 1997.
- 4-The Economics of Boron Roskill, 1995.
- 5-Cam elyaf firması bülteni 1999.

3. TÜRKİYE TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF SANAYİİ

3.1. ÜRETİM

Türkiye’ de tekstil tipi cam elyaf üretimi yalnız bir firma tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu firma Cam Elyaf Sanayi A.Ş.’dir.

3.1.1.CAM ELYAF SANAYİ A.Ş.

Şişe Cam kuruluşuna ait olan Cam Elyaf Sanayi A.Ş.’ nin tesisleri, 1970 yılında Nippon Glass (Japonya) firması tarafından Çayırova-GEBZE’ de kurulmuştur. Daha sonra fabrikayı revize edip bugünkü konumuna getiren Cam Elyaf Sanayi A.Ş., şu anda yeni bir cam elyaf tesisini tek başına kurabilecek know-how’a ve teknolojiye sahiptir.

1976’ da üretime başlayan firma talabe karşılık verebilmek için sürekli kapasite arttırımına gitmiştir. 1985 yılında 4.000 ton/yıl, 1993 yılında 16.500 ton/yıl kapasiteyle üretim yapmış olan Cam Elyaf Sanayi A.Ş., şu anda 30.000 ton/yıl kapasiteyle çalışmaktadır.

3.1.2.ÜRÜN

Cam Elyaf Sanayi A.Ş.’nin ürettiği ürün kimyasal kompozisyon olarak E camı olup, başlangıçta elektrikle ilgili alanlar için üretilmekte iken bugün sanayinin tüm alanlarında ve özellikle cam takviyeli plastiklerde kullanılmaktadır. Firmanın E camından ürettiği ürünler; kırılmış elyaf, sürekli elyaf, fitil ve keçedir.

3.1.3.ÜRETİM TEKNLOJİSİ:

Şişe Cam' a bağlı Cam İş Madencilik tarafından satın alınarak kırma ve öğütme işlemleri sonucunda istenilen boyut aralıklarına getirilen hammaddeler, tartım silolarında tartıldıktan sonra pnomatik bir karıştırıcıda karıştırma işlemine tabi tutulup, harman ortalama sıcaklığı 1550 °C olan fırına verilir. Ergiyen cam bir kanal yoluyla kovana akar ve buradan alt tarafta bulunan sarım aleti tarafından 2000 tane nozülde cam elyaf şeklinde sürekli olarak çekilir. Çekilme esnasında cam elyaf bir su spreyi ile soğutulmakta ve ardından kimyasal bir bağlayıcı ile sıvanmaktadır. Elde edilen cam elyaf bir bobin üzerine sarılarak, bir kurutma fırınında 130 °C'da neminin alınması, bağlayıcı olarak kullanılan kimyasalın daha iyi tutunması ve elastik özelliğinin fazlalaşması amacıyla kurutulur ve daha sonra üretilecek ürüne bağlı olarak (keçe, fitil, kırılmış elyaf) diğer kısımlara sevk edilir.

Uygulanan proses sürekli bir prosestir ve fırın hiç kesintiye uğratılmaz.

Hammaddeler

Ağılıkça %45 kil, %19-20 kalker, %17-19 kolemanit (Kolemanit, Emet Bor İşletme Müdürlüğü'nden yılda 1.500-2.000 tonluk partiler halinde toplam 6.000 ton satın alınmaktadır ve alümina, Eti Alüminyum A.Ş.' den satın alınmaktadır.)

Pazar Durumu

Cam Elyaf Sanayi A.Ş. tarafından üretilen ürünün %80'i (24.000 ton/yıl) ihraç edilmekte, %20'si (6.000 ton/yıl) iç piyasaya verilmektedir.

Türkiye'de çok sayıda cam elyaf takviyeli poliestere üreten küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşları mevcuttur. Bunların çoğu tekstil tipi cam elyafı, Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'den sarım şeklinde ya da keçe şeklinde satın almakta, bir kısmında ithal etmektedir.

Edinilen bilgilere göre Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'nin ürettiği ürün, dünya piyasalarında rekabet edecek kadar kalitelidir. Örneğin Firma St. Gobain (Fransa) in iştiraki olan Vetrotex Firması ile Fransa' da rekabet halindedir (Kaynak 3).

İthal eden firmaların bir kısmı tekstil tipi cam elyaf üreten yabancı firmalarla ortak çalışmaktadır. Örneğin Owens-Corning Yapı Merkezi Boru Sanayi ve Ticaret A.Ş. (% 50

Yapı Merkezi ve % 50 Owens-Corning JV' si). Bu firma cam takviyeli boru sistemleri üretmekte ve bunun içinde yılda 5.000 ton tekstil tipi cam elyaf tüketmektedir. Tükettiği cam elyafın çoğunu Owens-Corning firmasından satın almaktadır. Bununla birlikte Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'nin ürünlerinden de kısmen yararlanmaktadır. Bu firma yeni kurulmasına rağmen (1996 üretime başlama tarihi) yüksek kapasitede çalışmakta ve ürününü rahatlıkla pazarlayabilmektedir.

Owens-Corning'e göre dünyada tekstil tipi cam elyafların kullanıldığı kompozit sektöründe büyüme hızı yılda %5'tir. Cam Elyaf Sanayi A.Ş.'ne göre Türkiye'de kompozit sektöründe büyüme hızı yılda %10 lara yakındır.

3.2. TÜKETİM:

Tekstil tipi cam elyaf hem dokuma amaçlı olarak (dekorasyon, izolasyon, filtrasyon gibi) hem de cam elyaf takviyeli malzeme (kompozit) oluşturmak için kullanılabilir. Bu nedenle tekstil tipi cam elyaf kullanım alanları açısından geniş bir yelpazeye sahiptir. Otomotiv sanayinde, kapı imalinde, kimyasal depoları ve çeşitli plastik borularda, cam elyaf takviyeli polyster v.b. üretiminde kullanılmaktadır. Owens-Corning firmasının tahminine göre tekstil tipi cam elyaflar 40.000 değişik ürün içerisinde kullanılır.

İthalat ve ihracat tablolarından görüldüğü üzere; Türkiye 1998 yılında yaklaşık 6.000 ton tekstil tipi cam elyaf ürünü ithal etmiş, buna karşın 30.000 ton ürün ihraç etmiştir. Kurulacak olan yeni tesis ithal kalamlerini ikame etmeye yönelik olmaktadır (Cam eşya hariç).

Cam Elyaf Sanayi A.Ş. üretim kapasitesinin %20' sini (6.000 ton) yurtiçine vermekte olup, yurtiçine satılan ürünün keçe ve elyaf olarak miktarları bilinmemektedir. Ayrıca yurtdışından primer ürün olarak yaklaşık 3.000 ton (1998) ürün ithal edilmektedir. Bunun sonucu olarak Türkiye'de yaklaşık 9.000 ton/yıllık primer ürün tüketimi gerçekleşmektedir.

3.3. KAPASİTE SEÇİMİ

Türkiye’de tekstil tipi cam elyaf üretiminde tek üretici olan Cam Elyaf Sanayi A.Ş kuruluşundan buyana sürekli kapasite artırımına girmiştir. 1985’de 4.000 ton/yıl olan kapasite 1999’da 30.000 ton/yıl’a ulaşmıştır. Bu da tekstil tipi cam elyaf tüketiminin hızla arttığıının göstergesidir.

Türkiye’nin primer cam elyaf ithalatı 1998 yılında 3.000 tondur (ithalat tablosu). Cam Elyaf Sanayi A.Ş.’nin iç pazara verdiği miktar yıllık 6.000 tondur.

Önümüzdeki yıllarda Türkiye’nin iç tüketiminin yılda yaklaşık %10 artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda önümüzdeki 5 yıl içinde yurt içi tüketiminde yaklaşık 6.000 tonluk artış olması muhtemel gözükmemektedir. Yeni kurulan tesis geleceğe yönelik yurtiçi tüketimindeki artışı ve ithalatı karşılamayı hedeflemektedir. Bunun sonucu olarak seçilecek kapasitenin 9.000 tonunun yurtiçine satılabileceği tahmin edilmektedir. Diğer taraftan yurtdışı pazarlarına ne kadar ürün satılabileceğini tahmin etmek oldukça zordur. Fakat projenin yatırım ve üretim maliyetini hesaplayabilmek için bir kapasite belirlemek gerekmektedir. Bu nedenle yurtdışı satış kabaca bir tahminle yılda 21.000 ton hedeflenmiştir (Üretim ve pazarlama safhasına gelindiğinde, bu hedefin oldukça üstünde veya altında kalma ihtimali söz konusudur). Bu rakam ülkeler arasında satışı yapılan tekstil tipi cam elyaf miktarının yaklaşık %1’ine yakındır.

Sonuçta kurulacak olan yeni tesiste üretilen tekstil tipi cam elyafın 9.000 tonu yurtiçi pazara, 21.000 tonu da yurtdışı pazara satılacağı varsayılarak, 30.000 tonluk bir kapasite seçimi yapılmıştır.

Kurulacak yeni tesisin kullanım açısından önemli yer tutan keçe üretiminde yer vermesi uygun olacaktır. Ayrıca CTP olmak üzere nihai ürünler de imal edilip yan sanayinin gelişmesi sağlanabilmelidir.

Üretilen ürünlerin pazarlanması stratejik açıdan önemli olduğu için Eti Holding A.Ş’nin JV olarak uygun bir firmayla bu işe start vermesi gereklidir.

TÜRKİYE’NİN YILLAR İTİBARIYLA TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF İTHALATI VE İHRACATI:

İTHALAT

Gümrük İstatistik Pozisyon Numarası	Ürün Adı	19 93		19 94		19 95		19 96		19 97		19 98	
		miktar	değer	miktar	Değer	miktar	değer	miktar	değer	miktar	değer	miktar	değer
		(Ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)
7019.11.00.00.00	Cam liflerinden uzunluğu 50 mm'yi geçmeyen kırılmış iplikler	95	147	96	126	40	116	193	413	118	258	108	198
7019.12.00.00.00	Cam fitiller	81	438	27	194	14	105	300	665	345	823	243	576
7019.31.00.00.00	Cam liflerden takviye tabakaları	243	817	1291	1368	706	2421	404	3125	1431	5687	650	3490
7019.32.00.00.00	Cam tülü	173	644	110	398	295	837	576	1936	908	2993	730	2455
7019.39.90.00.11	Cam liflerden örtüler	0,2	0,5			0,3	0,8	0,2	2			1	11
7019.39.90.00.12	Cam liflerden şilteler					5	3	0,4	4	13	15		
7019.39.90.00.13	Cam liflerden panolar			0,7	11			0,2	11	4	53	1	12
7019.40.00.00.00	Fitilden dokunmuş mensucat	95	349	61	168	17	114	24	242	127	428	153	802
7019.51.00.00.00	Eni 30 cm'yi geçmeyen diğer Dokunmuş mensucat	65	541	83	769	74	757	107	596	241	926	41	446
7019.52.00.00.00	Eni 30 cm'yi geçen ağırlığı 250 gr/m ² 'den az olan düz dokunmuş mensucat	96	597	132	656	229	1357	41	331	134	705	133	785
7019.59.00.00.00	Diğer dokunmuş mensucat	36	275	14	149	18	255	177	1166	291	1750	202	2067
7019.90.30.00.00	Boru ve tüplerin izolasyonuna Mahsus kokiller ve mahfazalar	0,7	9	3	77	12	102	8	375	45	392	116	682
7019.90.99.10.00	Cam liflerden keçe	842	1052	599	868	739	1474	901	1958	1412	2518	660	1359
	TOPLAM	1726.9	4869.5	2416.7	4784	2149.3	7541.8	2731.8	10824	5069	16548	3038.01	12882.96
	Diğer cam lifleri ve çeşitli cam eşya												
7019.19.10.00.00	Cam eşya filamentlerden	260	577	112	390	228	677	403	711	662	1266	2323	3405
7019.19.90.00.00	Cam eşya devamsız liflerden	33	133	14	93	10	79	43	521	82	357	38	232
7019.39.10.00.00	Şilte, pano vb. dokunmamış Mensucattan kağıt veya metalle kaplanmış							0,46	7	13	15	0,013	0,04
7019.39.90.00.19	Şilte, pano vb. dokunmamış Mensucattan diğer eşya	30	337	40	336	68	645	99	1065	62	484	58	632
7019.90.91.00.00	Dokumaya elverişli liflerden	115	822	70	563	73	456	30	395	68	439	44	394
7019.90.99.90.00	Cam lifleri ve bunlardan diğer eşya	215	1280	322	2357	366	2272	256	2402	383	2576	390	2757
	TOPLAM	653	3149	558	3739	745	4129	831.46	5101	1270	5137	2853	7420.04
	GENEL TOPLAM	2379.9	8018.5	2974.7	8523	2894.3	11670.8	3563.26	15925	6339	21685	5891.01	20303

İHRACAT

Gümrük İstatistik Pozisyon Numarası	Ürün Adı	19 93		19 94		19 95		19 96		19 97		19 98	
		miktar	değer	miktar	değer	miktar	değer	Miktar	değer	miktar	değer	miktar	değer
		(Ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)	(ton)	(1000 \$)
7019.11.00.00.00	Cam liflerinden uzunluğu 50 mm'yi geçmeyen kırılmış iplikler	4039	4897	6417	7844	6004	10879	4613	8346	7566	9870	7952	10192
7019.12.00.00.00	Cam fitiller	4322	6144	5132	7132	4773	9244	1594	3221	5023	6958	8425	11057
7019.31.00.00.00	Cam liflerden takviye tabakaları							2	26	10	30	29	49
7019.32.00.00.00	Cam tülü	7	39	44	46	26	70	16	57	77	150	73	143
7019.39.90.00.11	Cam liflerden örtüler			4	10	5	12	650	665	1446	1255	1615	1226
7019.39.90.00.12	Cam liflerden şilteler	9	22	65	140	8	19	14	34	226	228	507	532
7019.39.90.00.13	Cam liflerden panolar	0,7	3	14	38	6	18	716	555	1768	1246	90	115
7019.40.00.00.00	Fitilden dokunmuş mensucat							4	13	0,3	0,9	0,007	0,021
7019.51.00.00.00	Eni 30 cm'yi geçmeyen diğer Dokunmuş mensucat	0,09	0,5	0,5	5	8	255	0,3	4	0,3	3	0,7	6
7019.52.00.00.00	Eni 30 cm'yi geçen ağırlığı 250 gr/m ² 'den az olan düz dokunmuş mensucat	15	70	90	435	81	422	0,2	4	3	4	12	16
7019.59.00.00.00	Diğer dokunmuş mensucat	0,5	2	0,72	5	11	33	93	715	128	752	52	471
7019.90.30.00.00	Boru ve tüplerin izolasyonuna mahsus kokiller ve mahfazalar	75	200	15	41	97	279	16	84	80	204	165	433
7019.90.99.10.00	Cam liflerden keçe	5592	8527	5010	7297	6356	9340	5182	8972	8266	12120	10128	12698
	TOPLAM	14060.3	19894.5	16792.2	22993	17375.05	30571	12900.5	22696	24593.59	32820.89	29048.7	36938
7019.19.10.00.00	Cam eşya filamentlerden	0,6	2	25	79	25	90	1900	3479	0,3	2	6	40
7019.19.90.00.00	Cam eşya devamsız liflerden			3	3	121	169	11	28	16	69	306	220
7019.39.10.00.00	Şilte, pano vb. dokunmamış mensucattan kağıt veya metalle kaplanmış							3	6	406	378	231	352
7019.39.90.00.19	Şilte, pano vb. dokunmamış mensucattan diğer eşya	3	7	6	21	133	238	77	227	308	751	145	337
7019.90.91.00.00	Dokumaya elverişli liflerden					0,15	1,7	20	20	0,91	0,91	20	20
7019.90.99.90.00	Cam lifleri ve bunlardan diğer eşya	12	85	27	57	49	110	176	571	240	596	209	641
	TOPLAM	15.6	94	61	160	328.15	608.7	2187	4331	971.21	11796.91	917	1610
	GENEL TOPLAM	14075.9	19998.5	16853.2	23153	17703.2	31179.7	15087.5	27027	25564.8	34617.8	29965.7	38548

KAYNAKLAR

1. DİE ithalat ve ihracat bilgileri
2. Owens-Corning News (<http://www.owenscorning.com>)
3. Cam Elyaf Sanayi A.Ş. şifai bilgileri

4. TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF DÜNYA PAZARI

4.1. DÜNYA TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF SEKTÖRÜ

Dünya cam sektörü genel olarak ele alındığında, mevcut kurulu pazarlarda ve yeni potansiyel pazarlarda tekstil tipi cam elyaf sektörü en yüksek büyüme hızına sahip olan alt sektördür (1). Düşük alkali içerikli E-camı, tekstil cam elyafı olarak kullanılan en yaygın cam kompozisyonudur. E camı %5-9 arasında B_2O_3 içerir ve maksimum alkali içeriği %1'dir. E camı kompozitlerde geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Çünkü E camı kompozitlerde arzu edilen gerekli mekaniksel, kimyasal ve elektriksel özelliklere ve ortalama maliyete sahiptir. Orijinal E camının patenti 1943 yılında alınmıştır. E camı, elektriksel cam olarak adlandırılır. Çünkü E camının ilk uygulamaları yalıtkan malzemelerdir. E camının uygulama alanları arttıkça kompozisyon aralığında genişlemiş ve bazı uygulamalarda alkali içeriği daha az hassas hale gelmiştir. Modern E camında B_2O_3 içeriği %6-10 arasındadır.

Dünyada tekstil tipi cam elyafların üretiminde kolemanit ve borik asit bor kaynağı olarak kullanılan iki önemli hammaddedir. Bunun sebebi, tekstil tipi cam elyafların alkali oranının düşük seviyelerde olması nedeniyledir. 1960'lı yılların ilk yarısına kadar borik asit, tekstil tipi cam elyaflarda kullanılan en önemli bor kaynağıydı. Fakat borik asitin fiyatı artınca bunun yerine kolemanit kullanılmaya başlandı. Ayrıca, cam elyaf üretiminde kolemanit kullanılması borik asit dende uygundur. Çünkü kompozisyonunda Ca bulunduğundan cam üretimi sırasında kireç ihtiyacını azaltır.

4.2. SEKTÖREL BAZDA CAM ELYAF TÜKETİMİ

- Otomotiv ve Ulaşım Sektöründe: Tekstil tipi cam elyafların tüketildiği en önemli pazar otomotiv ve ulaşım sektörüdür. Otomotiv sektöründe cam elyaf takviyeli termoplastikler, hızla artan bir şekilde çelik ve kalıplanmış termoset levha bileşenlerinin yerini almaktadır. Otomotiv sektöründe cam elyaflar otomobillerin tampon, çamurluk gibi dış aksamalarında ve koltuk, ön panel gibi iç aksamalarında, motor bölümünde ve hava girişi manifoldlarında kullanılır. Otomotiv endüstrisinde cam elyafların tüketimi hızla artmaktadır. Bunun temel sebebi otomobil yapımında maliyeti düşük, taşınması kolay ve görüntü olarak güzel gözükken yeni malzemelere ihtiyaç duyulmasıdır.

Otomotiv sektöründe cam elyafların kullanılmasının avantajları şu şekilde verilebilir (3):

-Cam elyaf içeren plastik parçaların ayrı olarak kalıplanıp sonradan birleştirilmesi hem maliyet olarak daha ucuz, hemde birleştirme işlemi daha hızlı olduğundan daha pratiktir.

-Cam elyaf kompozitler çarpma anında insana zarar vermezler.

-Cam elyaf kompozitler daha esnek olduğundan otomobillerin dış kısımlarının daha kompleks olarak dizayn edilmesine imkan sağlarlar.

-Cam elyaf kompozitlerin ağırlık olarak daha hafif olması yakıttan tasarruf sağlanmasına neden olur.

-Cam elyaf kompozitlerin kullanılması hem otomobillerin kullanım ömrünün artmasına hem de bakım masraflarının azalmasına neden olur.

Kuzey Amerika'daki otomotiv sektöründe cam elyaf tüketimi, 1997 yılında 1990'lı yılların başlarına göre %59 artış göstermiştir (3). 1998 yılında ise %7 bir artış beklenmektedir. Kuzey Amerika'da 1997 yılında otomotiv sektöründe takviye malzemesi olarak tüketilen cam elyafların miktarı 159.000 ton civarındadır. 1990 yılında bu rakam 102.000 ton civarındaydı. 1998 yılında ise bu miktarın 170.000 tona ulaşması beklenmektedir. 2000 yılına kadar ise tüketimin %19 oranında artması beklenmektedir.

• Elektronik sektörde: Otomotiv sektöründen sonra tekstil tipi cam elyafların tüketildiği en önemli pazar elektronik sektördür. Bu sektörde tekstil tipi cam elyaf baskı devrelerinde ve diğer elektrik yalıtım uygulamalarında kullanılır.

• İnşaat sektöründe: Tekstil tipi cam elyaflar inşaat sektöründe de kullanılmaktadır. Bu sektörde cam elyaf duvarlarda mahfaza panellerinde, sıhhi tesisatlarda, banyo malzemelerinde, duvar kaplamalarında, alev geciktirici örtülerde, yüzme havuzlarında ve yayalar için köprülerde kullanılır.

Tekstil tipi cam elyaflar boru yapımında, yakıt tanklarında, depolarda, tarımsal aletlerde, endüstriyel makinalarda, koruyucu kask gibi spor aletlerinde ve deniz ulaşım araçlarında önemli uygulama alanı bulmaktadır.

Cam elyaf takviyeli termoplastikler, malzeme taşıma ve stoklama işleminde kullanılan tahta paletlerin yerini de almaktadır.

4.3. TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF DÜNYA TÜKETİMİ VE ÜRETİMİ

Dünya tekstil tipi cam elyaf **tüketimi** ülkelere ve yıllara göre şu şekildedir (4):

(Bin Ton)

	1988	1995	2000*
Kuzey Amerika	724	914	1162
Latin Amerika	57	105	114
Asya-Pasifik	319	505	790
Batı Avrupa	500	505	619
Orta Doğu, Doğu Avrupa ve Diğer	190	143	181
Dünya Toplamı	1.790	2.172	2.866

* Tahmin

1988 yılında 724 bin ton olarak gerçekleşen Kuzey Amerika tekstil tipi cam elyaf tüketimi yılda %3.4 oranında bir artış göstererek 1995 yılında 914 bin ton olarak gerçekleşmiştir. 2000 yılına kadar ise tüketimin yılda %4.9 oranında artarak 1.162 bin tona ulaşması beklenmektedir (4). Latin Amerika'da ise 1988-1995 yılları arasında tekstil tipi cam elyaf tüketimi yılda %9.1 oranında artarak 57 bin tondan 105 bin tona yükselmiştir. 1995-2000 yılları arasında ise tüketimin yılda %1.7 oranında artarak 114 bin tona ulaşması beklenmektedir.

1988 yılında 319 bin ton olarak gerçekleşen Asya-Pasifik ülkeleri tekstil tipi cam elyaf tüketimi yılda %6.8 oranında artarak 1995 yılında 505 bin tona ulaşmıştır. Bu ülkelerde 1995-2000 yılları arasında tüketimin yılda %9.4 oranında artarak 790 bin tona ulaşması beklenmektedir.

Batı Avrupa'da ise 500 bin ton olarak gerçekleşen 1988 yılı tekstil tipi cam elyaf tüketimi 1995 yılına kadar neredeyse hiç artmıyarak sabit kalmış ve 1995 yılında 505 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Fakat 1995-2000 yılları arasında tüketimin yılda %4.2 artarak 2000 yılında 619 bin tona ulaşması beklenmektedir.

Belirtilen bölgelerin dışında kalan dünyanın diğer bölgelerinde (Orta Doğu, Doğu Avrupa ve diğer) 1988 yılında 190 bin ton olarak gerçekleşen tekstil tipi cam elyaf tüketimi yaklaşık %25 oranında azalarak 143 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Fakat bu ülkelerde 1995-2000 yılları arasında tüketimin %4.8/yıl artarak 2000 yılında 181 bin tona ulaşması beklenmektedir.

Genel olarak bakıldığında 1988-1995 yılları arasında tekstil tipi cam elyaf tüketiminde Kuzey Amerika'da %26, Latin Amerika'da %84, Asya Pasifik ülkelerinde %58, Batı Avrupa'da %1 oranında artış gerçekleşirken dünyanın geri kalan diğer bölgelerinde %25 oranında bir azalış gerçekleşmiştir. 2000 yılında, 1995 yılına göre Kuzey Amerika'da %27, Latin Amerika'da %9, Asya-Pasifik ülkelerinde %56, Batı Avrupa'da %23 ve dünyanın geriye kalan diğer bölgelerinde %27 oranında bir artış olması beklenmektedir.

Bu sonuçlara göre 1988-1995 yılları arasında yıllık en yüksek büyüme hızı %9.1 ile Latin Amerika'da ve daha sonra %6.8 oranı ile Asya-Pasifik ülkelerinde gerçekleşmiştir. 1995-2000 yılları arasında tekstil tipi cam elyaf sektöründe en yüksek büyüme hızının %9.6 ile Asya-Pasifik ülkelerinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu yıllar arasında Kuzey Amerika (%4.9), Batı Avrupa (%4.2) ve dünyanın geriye kalan diğer ülkelerde (%4.8) büyüme hızları birbirine yakındır.

Dünya genelinde bakıldığında tekstil tipi cam elyaf sektöründe 1988 yılında 1.790 bin tonluk bir tüketim gerçekleşmiş ve 1995 yılına kadar dünya tüketimi %2.8/yıl büyüyerek 2.172 bin tona ulaşmıştır. 1995-2000 yılları arasında ise tüketimin %5.7/yıl oranında artarak 2000 yılında 2.866 bin tona ulaşması beklenmektedir.

Üretim trendine gelince, Batı Avrupada tekstil tipi cam elyafların üretimi 1986-1996 yılları arasında %70 oranında büyümüştür ve 1997 yılında 500.000 ton/yıl civarındadır. Dünyada tekstil tipi cam elyaflar sanayindeki büyüme tahminleri oldukça olumludur. Dünyada tekstil tipi cam elyaf üretiminde lider şirketlerden biri olan Pittsburgh Phate Glass (PPG) firmasının 1996 yılında yaptığı tahminlere göre (1), 1995 yılında 1.55 milyon ton olarak gerçekleşen dünya tekstil tipi cam elyaf ticareti 2000 yılında 1.9 milyon tona ulaşacaktır. PPG şirketine göre önümüzdeki yıllarda tekstil tipi cam elyafların pazarı Kuzey Amerika'da ve Batı Avrupa'da yılda %4-5 oranında, Japonya hariç Asya Pasifik ülkelerinde %9 oranında (ortalama büyüme ise

%6-8 civarındadır) büyüyecektir. Genel olarak bakıldığında ise dünya tekstil tipi cam elyaf pazarında büyüme oranı yılda ortalama %5 civarındadır. PPG firmasına göre tekstil tipi sürekli cam elyafın dünya pazarı 3-4 Milyar ABD\$'ı civarındadır.

Avrupa, Japonya ve ABD'nin 1985-1997 yılları arasındaki tekstil tipi cam elyaf üretimleri şu şekildedir (Bin Ton) (2):

	Avrupa	Japonya	ABD*
1985	276	-	2.201 (792)
1986	286	-	2.330 (839)
1987	296	-	2.282 (822)
1988	320	-	2.344 (844)
1989	350	-	2.346 (845)
1990	373	403	2.350 (846)
1991	327	421	2.340 (842)
1992	341	388	-
1993	371	394	-
1994	466	-	-
1995	488	-	-
1996	487	-	2.495 (898)
1997 ^e	490	-	2.500 (900)

* ABD üretim rakamları cam yünü ve tekstil tipi cam elyaf toplamını vermektedir. Roskill'in raporunda bu toplamın yaklaşık %64'ünün cam yünü olduğu ve %36'sının tekstil tipi cam elyaf olduğu belirtilmiştir. Parantez içerisinde verilen değerler toplam değerlerin %36'sı alınarak elde edilen tekstil tipi cam elyaf üretimleridir.

Tekstil tipi cam elyaf sektöründe 1995-1997 yılları arasında birçok önemli üretici tesis kapasitesini artırma çalışması yaptığını duyurmuştur. Bununla birlikte, 1995-1997 yılları arasında ABD, Avrupa, Tayvan, Güney Kore ve Çin'de birçok yeni fırının devreye alındığı belirtilmiştir.

4.4. CAM ELYAF TAKVİYELİ TERMOPLASTİKLERİN DÜNYA VERİLERİ

Çok yüksek bir büyüme hızına sahip cam elyaf takviyeli termoplastiklerin yıllara göre satış değerleri şu şekildedir (Bin Ton) (5):

	1989	1992	1995
ABD	14,0	32,9	44,9
Avrupa	5,9	15,5	21,5
Japonya	4,0	11,6	25,5
Toplam	23,9	60,0	91,7

Cam elyaf takviyeli termoplastiklerin tüketiminin yüksek oluşu bu malzemelerin geri dönüşüm kolaylığına sahip oluşları nedeniyledir (5).

Cam elyaf takviyeli termoplastiklerin 1989-1992 yılları arasında ABD pazarı %33/yıl, Avrupa pazarı %38/yıl ve Japonya pazarı %43/yıl oranında büyümüştür. Bu çok yüksek büyüme hızları ile cam elyaf takviyeli termoplastiklerin satışları ABD'de 32,9 bin tona, Avrupa'da 15,5 bin tona Japonya'da 11,6 bin tona ulaşmıştır. 1992-1995 yılları ise daha önceki yüksek büyüme hızlarında yavaşlama olmasına rağmen büyüme hızları yine iki haneli rakamlarla ifade edilecek kadar yüksektir. ABD'de 1992-1995 yılları arasında pazarın büyüme hızı %11/yıl ve Avrupa'da ise %12/yıl civarındadır. Japonya'da bu pazarın 1992-1995 yılları arasında büyüme hızı ise oldukça yüksektir (%30/yıl).

Dünyada cam elyaf takviyeli termoplastiklerin en fazla tüketildiği ABD, Avrupa ve Japonya'nın toplamalarına bakıldığında 1989-1992 yılları arasında toplam satışlar %36/yıl civarında büyüyerek 1992 yılında 60 bin tona ulaşmış ve 1992-1995 yılları arasında ise %15/yıl büyüyerek 92 bin ton düzeylerinde gerçekleşmiştir.

Cam elyaf takviyeli termoplastiklerin satışları miktar olarak düşük olmasına rağmen büyüme hızlarının çok yüksek olması gelecekte tekstil tipi cam elyafların tüketiminin bu alanda hızla artacağını göstermektedir.

4.5. TEKSTİL TİPİ CAM ELYAFLARDA BOR TÜKETİMİ

Roskill'in bor raporuna göre tekstil tipi cam elyafları B_2O_3 içeriği %10 civarındadır (2). Dünya bor tüketimi bazında ise dünya bor tüketiminin %11'i tekstil tipi cam elyaf sektöründe gerçekleşmektedir. Bunu rakamsal olarak bölgelere göre ifade edersek, B_2O_3 bazında 1997 yılında tekstil tipi cam elyaf sektöründe Kuzey Amerika'da 67 bin ton, Latin Amerika'da 39 bin ton, Batı Avrupa'da 7 bin ton, Doğu Avrupa'da 16 bin ton ve Asya Pasifik ülkelerinde 31 bin ton bor ürünleri tüketimi olmuştur. Dünya genelinde ise 1997 yılında yapılan 1.511 bin tonluk B_2O_3 tüketiminin 161 bin tonu tekstil tipi cam elyaf sektöründe gerçekleşmiştir.

ABD'nin tekstil tipi cam elyaf sektöründeki bor tüketimi yıllara göre şu şekildedir (Ton B_2O_3) (2):

	1988	1990	1992	1994	1996	1997
Tüketim	45	55	60	26	60	66
Borik Asit	23	18	18	12	25	32
Kolemanit	22	36	42	14	35	34

Tablodan görüleceği üzere ABD'de tekstil tipi cam elyaf sektöründe 1988 yılında 45 bin ton olarak gerçekleşen B_2O_3 tüketimi 1994 yılında 26 bin tona düşmesine rağmen daha sonra 1997 yılında 66 bin tona yükselmiştir. 1988-1997 yılları arasında ki B_2O_3 tüketimi büyüme hızı %4.3/yıl civarındadır. Bu büyüme rakamı Kuzey Amerika'daki 1988-1995 yılları arasında tekstil tipi cam elyaf tüketimi büyüme hızına (%3.4) yakın bir değerdir.

Ayrıca bu tablo göstermektedir ki 1994 yılına kadar bor kaynağı olarak borik asit kullanım miktarı düşmüş fakat daha sonra tekrar artmaya başlayarak 1996 yılında 25 bin tona 1997 yılında ise 32 bin tona ulaşmıştır.

4.6. BOR İÇERMİYEN CAM ELYAF ÜRETİMİ

Son zamanlara kadar tekstil tipi cam elyaf sektöründe meydana gelen olumlu gelişmelerin hepsi kolemanit ve borik asit üreticileri için olumlu haberlerdir. Fakat, 1996 yılında Owens Corning firması tarafından bor içermeyen "Advantex" olarak adlandırılan yeni bir malzemenin geliştirilmesi kolemanit ve borik asit üreticileri için olumsuz bir gelişmedir. Bu yeni ürün ABD ve Avrupa'da piyasaya sunulmuştur. Advantex klasik E camının sahip olduğu elektriksel ve mekaniksel özelliklere ve E-CR camının sahip olduğu asid korozyonu direnci özelliğine sahiptir. Owens Corning

firması tarafından Advantex ürününün üretim maliyeti E camıyla benzer olduğu belirtilmesine rağmen (6), Advantex'in ergime sıcaklığı yüksek olduğundan dolayı üretimde enerji tüketimi daha fazladır. Fakat ergime sıcaklığının yüksek oluşu bu ürünün daha yüksek sıcaklıklarda kullanılmasına imkan sağlaması nedeniyle de avantajlıdır.

Cam elyaflar içerisinde bor miktarının azaltılması iki açıdan önem arz etmektedir:

- Cam elyaf üretiminde hammadde maliyetlerinin düşürülmesi
- Atmosferik yayınmayı azaltmak. camların ergitilmesi esnasında bor uçucu hale gelebilir ve bacadan dışarıya çıkarak çevre kirliliğine neden olabilir. Bu nedenle, cam elyaf içerisindeki bor miktarının azaltılması özellikle Kuzey Amerika ve Avrupa'da çok sıkı olarak uygulanan çevre kurallarının belirlediği limitler açısından önemlidir. Ayrıca, Advantex cam elyaf üretim esnasında hava kirliliğini minimize ettiğinden dolayı proses esnasında çevre kirliliğini önleyecek pahalı cihazların kullanım ihtiyacını da azaltır.

Bununla birlikte, cam elyaf içerisindeki bor miktarının azaltılması camın klasik E camından daha yüksek sıcaklıkta ergimesine ve enerji tüketiminin artmasına neden olacaktır.

Sonuç olarak ister Advantex olsun ister diğer bor içermeyen cam elyaflar, bu kompozisyonlar borun cam elyaflarda kullanılmasına karşı bir tehdit unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani gelecekte bu tür ürünlerin geliştirilmesi borun cam elyaflarda tüketimini azaltacaktır. Hali hazırda Owens Corning firması Kuzey Amerika, Avrupa ve Hindistan'da olmak üzere toplam 4 tesiste Advantex ürününü üretmektedir (6). Ayrıca, Owens Corning bu tür yeni ürünlerin bor piyasasında diğer bir etkisinde kolemanit ve borik asit fiyatlarının düşük kalması yönünde baskı uygulayacak olmasıdır.

4.7. TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF ÜRETİCİLERİ

Dünya tekstil tipi cam elyaf üretimi birkaç şirket tarafından yapılmaktadır. Bunların en önemlileri Owens Corning Fibreglass (OCF), Saint Gobain, Pittsburgh Phate Glass (PPG), Certain Teed ve Manville'dir. Bunlar dünyanın çeşitli bölgelerinde üretim yapan bağlı ortaklıklara sahiptirler.

ABD'de tekstil tipi cam elyaf sektöründe faaliyet gösteren önemli üreticileri Owens Corning (OCF), PPG, Certain Teed, Schuller ve Knauf'tur.

Avrupa'da faaliyet gösterenler ise Fransa ve İtalya'da Vetrotex (Saint Gobain'nin bir bağlı ortaklığıdır), Owens Corning (Belçika, Norveç, İsveç, Fransa, Hollanda ve İspanya), PPG (Hollanda ve İngiltere).

Dünyada tekstil tipi cam elyaf üreten bazı firmalar ve tesis bölgeleri şu şekildedir (alfabetik sıraya göre):

Ahlström Glassfiber OY	Finlandiya
Asahi Fiberglass	Japonya
Bayer AG	Almanya
Certain Teed Corp.	ABD
Fiberglass Ltd.	İngiltere
Fiber Glass Ind. Inc.	ABD
Glasseidenwerk Oschatz	Almanya
Glaswerk Schuller GmbH	Almanya
Hankuk Glass Ind. Inc.	Güney Kore
Manville Corp.	ABD
Nippon Electric	Japonya
Nippon Glassfiber	Japonya
Nitto Boseki	Japonya
Owens Corning	Yukarıda Verildi
Pittsburgh-Corning Corp.	ABD
PPG	Yukarıda Verildi
Saint Gobain	Yukarıda Verildi
Superior Glass Fiber	ABD
Vetrotex	Yukarıda Verildi
Vitrofil	İtalya
Scandinavian Glassfiber	İsveç
Silenka	Hollanda
Skloplast	Çekoslovakya

4.7.1. Owens Corning Fiberglass (OCF)

1930'lu yıllarda cam elyaf üretimine başlamış bulunan Owens Corning firması dünyanın çeşitli bölgelerinde tekstil tipi cam elyaf üreten 21 tesise sahiptir (6). Şirket merkezi Toledo'da (Ohio, ABD) bulunmaktadır.

Owens Corning firması iki önemli alanda faaliyet göstermektedir. Bunlardan birincisi, inşaat malzemeleri sektörü (cam yünü bu kapsamda ele alınmaktadır) diğeri ise kompozit malzemeler sektörüdür. Kompozit malzemeler sektörü cam elyaftan iğrilmiş iplikleri (sarımlar, keçe ve örtüleri), cam elyaf fitilleri, takviye malzemeleri, cam elyaf takviyeli boruları ve polyster ve vinil ester reçineleri kapsamaktadır.

1999 Eylül sonunda Owens Corning firması iğrilmiş iplik sektöründeki şirketinin hisselerinin %51'lik kısmını "Fransız Groupe Porcher Industries" firmasına satarak JV oluşturmuştur (bu satışa iki üretim tesisi ve belirli özel teknolojilerde know-how dahildir). Owens Corning bu satıştan 533 Milyon ABD\$'lık bir gelir elde etmiştir. Şu anda Owens Corning'in bu sektördeki hissesi %49'dur. Bu satışla Owens Corning borçlarının bir kısmını ödeyerek sermaye yapısını güçlendirmiştir.

Owens Corning'e göre kompozit pazarının önümüzdeki birkaç yıl içerisinde yılda %5 büyümesi beklenmektedir. Owens Corning cam elyaf kompozitlerinin bu pazardaki payı % 20 civarındadır. Owens Corning firmasının bu pazarda izlemiş olduğu strateji hem pazarda değer olarak daha büyük bir pay alabilmek hemde geleneksel malzemelerin kompozitlerle yer değiştirmesine öncülük etmek şeklindedir. Owens Corning firması cam elyaf kompozit sektöründeki lider konumunu sürdürmek için pazara yeni ürünler sunmaktadır. Owens Corning'e göre cam elyaf sektöründeki talep otomotiv, inşaat, elektronik, altyapı, deniz ulaşım araçları, haberleşme ve tüketim sektöründe kullanılmaktadır. Otomotiv sektöründe cam elyaf kompozitlerin tüketimini arttırmak için DSM Otomotiv Polymer şirketiyle bir JV oluşturulmuştur.

1998 yılında Owens Corning firması kompozit sektöründe dünyanın en büyük PVC üreticisi GEON firması ile bir JV oluşturmuştur. Bu sayede PVC, GEON'dan takviye olarak kullanılacak cam elyaf ise Owens Corning'den sağlanarak cam elyaf takviyeli plastik üretilmektedir.

Owens Corning firması kompozit sektöründe Asya pazarında uzun vadede büyümeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla Taloja'da (Hindistan) 1998 yılında bir üretim tesisi inşasına başlanmıştır. Taloja tesisleri borsuz ürün olan "Advantex"i üretmektedir. Advantex sürekli ve kesilmiş cam elyaf olarak üretilmektedir. Şu anda Advantex Owens Corning'e ait 4 tesiste üretilmektedir (Kanada, Belçika, Fransa ve Hindistan). Fakat 1999 yılı içerisinde diğer tesislerinde bu ürünü üretmek için dönüşümleri söz

konusudur. Bunun sebebi performansı arttırmak, maliyetleri düşürmek ve çevresel olarak gelişme kaydetmektir.

Owens Corning firmasına göre dünya kompozit fiyatları 1997 yılında %6'lık bir düşüş göstermiştir. 1998 yılında ise fiyatlar azda olsa yükselmiştir. Owens Corning firmasının 1998 yılı içerisinde kompozit sektöründeki net satışları 1.193 Milyon ABD\$'ı olup, şirketin ürettiği toplam ürünler bazında toplam net satışlar içerisindeki payı %22 civarındadır. Firmanın kompozit sektöründeki satışları 1998 yılında, 1997 yılına göre %6 düşmüştür. Bunun nedeni, cam elyaf iğrilmiş iplik sektöründeki hisselerinin %51'inin satışı nedeniyle. Kompozit sektörüne iğrilmiş iplik sektöründe dahil edince 1998 yılında satışlar 1997 ile aynı düzeydedir. 1998 yılında, Avrupa ve Asya kompozit pazarında meydana gelen fiyat düşüşleri, Kuzey Amerika pazarındaki hacimsel artışlarla dengelenmiştir.

Owens Corning firmasının 1996, 1997 ve 1998 yıllarında kompozit malzemeler sektöründeki net satışları ve gelirleri şu şekildedir:

	Net Satışlar (Milyon ABD\$)			Faaliyetlerden Gelirler (Milyon ABD\$)		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998
ABD	723	707	686	174	166	167
Avrupa	400	392	372	46	(7)	24
Kanada ve Diğer	137	157	138	19	6	11
Toplam	1.260	1.256	1.193	239	165	202

Görüldüğü gibi kompozit sektörde net satışlar ABD'de 1997 yılında 1996 yılına göre %2.2 ve ve 1998 yılında ise 1997 yılına göre %3 azalmıştır. Avrupa'da ise 1997 yılında 1996 yılına göre %2, 1998 yılında 1997 yılına göre %5 azalma olmuştur. Kanada ve diğer bölgelerde ise 1997 yılında, 1996 yılına göre %15'lik bir artış ve 1998 yılında 1997 yılına göre %12'lik bir azalış gerçekleşmiştir.

Kompozit sektörde faaliyetlerden elde edilen gelirler ele alındığında ABD'de 1996, 1997 ve 1998 yıllarında elde edilen gelirler birbirine yakındır. Fakat Avrupa'da ise 1996 yılında 46 Milyon ABD\$'lık bir gelir elde edilirken 1997 yılında 7 Milyon ABD\$'lık bir zarar oluşmuştur. 1998 yılında ise 1996 yılına göre %48'lik bir düşüşle 24 Milyon ABD\$'lık bir gelir elde edilmiştir. Toplam bazda bakıldığında 1998 yılında gelirler 1997 yılına göre %22 artmış fakat 1996 yılına göre ise %15'lik bir düşüş

gerçekleşmiştir. 1998 yılında kompoziti sektöründeki net gelirleri 202 Milyon ABD\$'ı olarak gerçekleştirmiştir.

Owens Corning firması 1999 mart ayında Kanada'da (Ontario) bulunan tesislerinde 25 Milyon ABD\$'lık bir yatırım yaparak sürekli keçe üretim hattı kurmayı planlamaktadır. Yatırımın amacı şirketin global pazarını genişletmek için müşteri ihtiyaçlarına göre ürün üretmektir. Bu yatırımla, 8.000 ton/yıl kapasiteli sürekli keçe üretimi gerçekleştirilecek ve tesis 2000 yılının ilk çeyreğinde üretime geçecektir. Bu yatırım Belçika ve ABD'de bulunan tesislerinde sürekli keçe üretim kapasitesini artırma yatırımlarını takip etmesi dikkate değerdir. Bu yatırımların sebebi sürekli keçe talebinde meydana gelen artışlardır.

4.7.2. Pittsburgh Phate Glass (PPG)

PPG şirketi dünyanın ikinci en büyük cam elyaf üreticisidir. PPG, cam elyaf sektörüne 1952 yılında girmiş ve şu anda dünyanın çeşitli bölgelerinde 7 tesisi bulunmaktadır (3). PPG firmasının cam elyaf teknik merkezi Pittsburg'da (Ohio) bulunmaktadır. PPG firmasının cam elyaf iğrilmiş iplik üretim tesisleri, North Caroline (ABD), Hollanda, İngiltere ve Tayvan'da bulunmaktadır.

Dünyada cam elyaf takviyeli plastiklerde kullanılan cam elyaf talebinin yaklaşık %20'sini PPG şirketi karşılamaktadır. PPG şirketi, polietilen (PET) ve polyesterlerde kullanılan kesilmiş fitil şeklinde cam elyafların üretimini arttırmaktadır. Bunun sebebi, otomotiv sektöründe kullanılan kompozitlerde büyüyen talebi karşılamaya yöneliktir (7). PPG, ayrıca, otomotiv uygulamalarında naylon reçinelerde kullanılan kesilmiş fitil şeklindeki cam elyaf üretiminde arttırmaktadır. PPG, ABD'de yeni bir cam elyaf üretim tesisi kurmuştur. Bu tesis ABD'de 15 yıldan beri ilk yeni cam elyaf üretim tesisidir.

PPG firması tesislerinde verimliliği arttırmak ve maliyetleri düşürmek amacıyla çalışmalar yapmaktadır. 1998 yılında PPG şirketi "Hybon" olarak adlandırılan resin uyumlu cam elyaftan eğrilmiş iplik şeklinde bir ürün geliştirmiştir. Bu ürün maliyetin düşmesine ve kullanıldığı dokumalarda, tabakalarda ve baskı devrelerinde verimliliğin artmasına neden olmaktadır. Bu yeni geliştirilmiş üründe yeni bir kalınlık ayarlama

(sizing) tekniği uygulanmaktadır. Bu ise dokuma işlemi sırasında uygulanan bazı kademelerin ortadan kalkmasına neden olarak prosesi kolaylaştırmaktadır.

PPG firması takviyeli ürünlerde kullanılan kesilmiş cam elyaf tellerin fırınlarda üretiminde yeni prosesler geliştirmiştir. Geliştirilen bu otomasyon prosesleri üretim esnasında bazı kademelerin aşılmasına imkan sağlamıştır.

PPG firması, Tayvan'daki JV olarak kurduğu tesislerinde üçüncü büyük kapasiteli bir fırının inşasına başlamıştır. 2001 yılında tamamlanacak olan bu fırınla tesis kapasitesi %50 oranında bir artış gösterecektir. Bu tesislerde üretilecek olan ürünlerin çoğu baskılı devrelerde kullanılacaktır. Bu yatırımın sebebi bilgisayarlar, otomotiv endüstrisinde ve diğer elektronik aletlerde kullanılan baskılı devrelerdeki talebin artması sebebiyledir (3).

4.7.3. Saint Gobain

Bir Fransız şirketi olan Saint Gobain tekstil tipi cam elyaf sektöründe, dünyada lider şirketlerden biri konumundadır. Saint Gobain şirketi bu sektörde büyümeyi amaçlamakta ve bu nedenle Hindistan'da "Vetrotex Industries India Pvd. Ltd." şirketini satın alarak Hindistan'daki yerel pazarda lider konumuna yükselmiştir (8). Saint Gobain firması toplam 10 ülkede üretim tesislerine sahiptir. Fransa'dan başka Avrupa'da, Almanya, İtalya ve İspanya'da, ABD, Kanada, Çin, Güney Kore, Tayland ve Brezilya'da tesislere sahiptir (9). Saint Gobain firması Meksika'da yerel elektronik endüstrisinde tüketilmek üzere tekstil tipi cam elyaf üretmek için bir tesis kurmaktadır.

Vetrotex International Saint Gobain firmasının bir bağlı ortaklığıdır. Vetrotex firmasının 18 ülkede iştiraki ve 12 ülkede üretim tesisleri bulunmaktadır (10). 1996 yılında Vetrotex 4.7 Milyar Fransız Frank'lık ciro elde etmiştir. Bu cironun %50'si Avrupa'da gerçekleştirilmiştir.

Vetrotex firması tekstil tipi cam elyaf sektöründe yatırımlarını arttırmayı planlamaktadır. Bu amaçla, 1995 yılında cirosunun %9'unu, 1996 yılında %15'ini yatırıma ayırmıştır. 1997 yılında ise cirosunun %7'sini yatırıma ayırmayı planlamıştır.

Vetrotex grubunun Güney Kore'de bulunan iştiraki Hankuk Vetrotex (bu şirket elektronik sektörü için tekstil tipi cam elyaf üretmektedir) 1996 yılında kapasitesini iki katına çıkarmıştır.

Vetrotex firması İtalya'da "ReVetex" isimli cam elyaf geri kazanım tesisi kurmuştur.

Vetrotex grubunun 1997 yılındaki cirosunun %50'si Avrupa'dan, %34'ü Kuzey Amerika'dan, %4'ü Güney Amerika'dan, %11'i Uzak Doğu'dan %2'si Afrika ve Orta Doğu'dan elde edilmiştir. Vetrotex firması Japonya hariç Asya'daki pazar payını %3'den %11'e arttırması, Avrupa'daki payını 1991-1997 yılları arasında %64'den %49'a gerilemesine neden olmuştur. Vetrotex firması Asya'da toplam 60.000 ton/yıl kapasiteli JV şeklinde 3 üretim tesisine sahiptir (Hankuk Vetrotex, Kore; Beijing-Cem-Fil Vetrotex, Çin; Thai Vetrotex). Ayrıca, Vetrotex grubu Güney Kore (Seul), Japonya (Tokyo), Singapur, Çin (Beijing), Tayland (Bangkok) ve Hindistan'da temsilciliklere sahiptir.

1991 yılından beridir kompozit sektörünün %6/yıl büyümesi nedeniyle Vetrotex firması termoplastik sektörü için Twintex, beton takviye malzemeleri için Cem-Fil tesislerini kurmuştur.

Vetrotex Reinforcement Iberica SA (Alcala de Henores, İspanya) tesisleri 40.000 ton/yıl cam elyaf üretim kapasitesine sahiptir.

4.7.4. Glasseidenwerk Oschatz GmbH

Glasseiden 30 yıldır cam elyaf sektöründe faaliyet göstermektedir ve 1993 yılında özelleştirilmiştir. Şu anda hisselerinin bir kısmı Preiss-Daimler grubuna aittir. Tesislerinde 2 adet üretim fırını bulunmaktadır (11). Tesislerde toplam 275 kişi çalışmaktadır. 1995 yılında 45 Milyon DM'lık bir yatırım yapmıştır. Şirketin 1998 cirosu 55 Milyon DM'dır.

4.7.5. Ahlström Glassfibre Oy

Ahlström Glassfibre, Ahlstrom Kağıt Grubunun bir bağlı ortaklığıdır ve merkezi Finlandiya'dadır. Firma tarafından üretilen ürünler çoğunlukla plastik endüstrisinde

kullanılır. Ahlström, PVC yer kaplama malzemelerinde ve duvar kaplamalarında kullanılan cam elyaf doku üretiminde lider konumundadır. Ahlström, Avrupa'da güçlü bir pazara sahiptir.

4.7.6. Glaswerk Schuller GmbH

Schuller şirketinin Almanya'daki tesislerinde çatı ve yer kaplamalarında kullanılmak üzere keçe, ve duvar kaplama malzemesi olarak kullanılmak üzere tekstil tipi cam elyaf üretmektedir. Bununla birlikte, Schuller kimyasallara karşı dirençli iğrilmiş iplik ve alev yavaşlatıcı bir malzemeyle kaplanmış keçe üretiminde başlamıştır. Bu ürünlere piyasada talep yüksektir (12).

Schuller şirketinin Amerika'daki tesislerinde inşaat sektöründe (özellikle çatı ürünlerinde) kullanılmak üzere sürekli cam elyaf üretilmektedir. Tesisler 1995 yılında tam kapasite ile çalışmış ve aynı sene kapasitesini 1994 yılına göre %13 arttırmıştır. Schuller şirketine göre 2000 yılına kadar sürekli cam elyaf pazarı büyümeye devam edecektir. Bu nedenle, Schuller 1997 yılının ortalarında yıllık kapasitesini 45.000 ton arttırmayı planlamıştır.

Bunun yanında, Schuller Çin'de JV şeklinde bir modelle cam elyaf keçe üretmeyi planlamaktadır. Kurulacak bu tesisle Schuller Çin'de cam elyaf keçe pazarındaki lider konumunu sürdürmeyi amaçlamaktadır. Schuller, Avrupa'da da büyümeyi amaçlamaktadır.

4.8. SEKTÖREL GELİŞMELER

- 1997-2000 yılları arasında tamamlanmak üzere Sudamtex (Venezuela) firması cam elyaf, cam elyaf takviyeli boru ve yakıt tankı konularında 40 Milyon ABD\$'lık bir yatırımı amaçlamıştır. Üretilen borular petrol endüstrisinde kullanılacak ve bunların üretimi konusunda Tubescape Vetca (ABD) şirketi ile know-how anlaşması imzalanmıştır (13).

- Doğal fiberler son on yılda düşük performanslı kompozitlerde artan oranlarda bir uygulama alanı bulmaktadır. Gelecekte doğal fiberlerin E- camının yerini alacağı

tahmin edilmektedir (14). Fakat doğal fiberler bunun yanında bazı dezavantajlarada sahiptir:

- yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılmamakta,
- yüksek nem absorpsiyonu özelliğine sahip,
- uzun süreli stabilitesini koruma özelliğinden yoksundur.

• Karbon fiberlerin kompozitlerdeki başarılı uygulamaları az oranda B_2O_3 içeren R ve S camının E-camına göre daha fazla gelişmesine katkı sağlamıştır (14).

• İleri polimerik kompozitlerde kullanılan fiberlerin 1995 yılı dünya tüketimi fiber çeşitlerine göre şu şekildedir (14):

	Ton	Değer (Milyon DM)
Karbon Fiber	9.000	675
Organik Fiber	1.500	63
S/R Camı	3.000	77
Toplam	13.500	815
E-Camı	2.000.000	6.000

Tonaj olarak bakıldığında E camından üretilen elyafın kompozitlerde kullanılma oranı diğer fiberlere göre çok daha yüksektir. Fakat değer olarak incelendiğinde kompozitlerde tüketilen diğer fiberlerin toplam değeri tüketilen E camının değerinin %14'üne tekabül etmektedir.

• Plastik kompozitler sektöründe yeni ürünlerin geliştirilme hızı oldukça yüksek düzeydedir. Örneğin, PPG her beş yılda bir ürün portföyünün %50'sinin başka ürünlerle yer değiştirdiği tahmin edilmektedir (2). Kompozit sektöründe takviye malzemesi olarak kullanılan en yaygın ürün tekstil tipi cam elyafıdır.

REFERANSLAR

- 1.T. Kendall "Borate Supply and Demand" Industrial Minerals, Kasım 1997.
2. Roskill Bor Raporu "The Economics of Boron", 9. Baskı, Haziran 1999.
3. Pittsburgh Phate Glass (PPG) WEB sitesi (www.ppg.org)
4. The World Glass File, 1997.
5. J. C. Salamone "Glass Mat Reinforced Thermoplastics" Polymeric Materials Encyclopedia, Vol.4, p. 2761-2766, 1996.
6. Owens Corning WEB sitesi (www.owenscorning.com)
7. USGS, Mineral Industry Surveys, Ağustos 1998.
8. İnternet Sitesi (www.expressindia.com)
9. Saint Gobain WEB Sitesi (www.saint-gobain.com)
10. Chemical Fibers International "Vetrotex: Large Investments for Glass Fibers" Vol. 47, p.102, Nisan 1997.
11. İnternet Sayfası (www.gepa.de)
12. WEB Sitesi (www.schuller.com)
13. Textile Asia "Fibreglass Leader" p.134, Haziran 1997
14. Chemical Fibers International "Fibers for Composites-Status Quo and Trends" Vol. 47, p. 36, Şubat 1997.

5. MALİ ANALİZLER

Proje Genel Özellikleri:

- Proje Kapasitesi: 30.000 ton cam elyaf/yıl
- Üretilecek Ürünler: Keçe (6.000 ton/yıl), Kesilmiş Elyaf (4.000 ton/yıl), Sarım (11.000 ton/yıl), Sarımdan Dokuma (6.000 ton/yıl) ve İğrilmiş İplikler (3.000 ton/yıl)
- Yatırım Süresi: 2 Yıl (2004-2005)
- Projenin Ekonomik Ömrü: 17 Yıl (2006-2022)

MALİ ANALİZLER-I

KABULLER

- Cam elyaf tesisi hammadde öğütme tesisine sahip değildir.
- Hammaddeler öğütülmüş olarak satın alınacaktır.
- Brüt karların vergilendirilmesinde yatırım indirimi uygulanmamıştır.

Sonuçlar (%100 Kapasitede):

Sabit Yatırım Tutarı: 62.222.967 ABD\$

Toplam Yatırım Tutarı: 77.308.349 ABD\$

Net Bugünkü Değer: 17.815.281 ABD\$

Fayda/Masraf Oranı: 1,206

İç Karlılık Oranı: %12,81

Kara Geçiş Noktası: %38,80 (11.648 Ton)

Geri Ödeme Süresi: 5,67 Yıl

MALİ ANALİZLER-II

KABULLER

- Hammadde öğütme tesisi kurulacaktır.
- Brüt karların vergilendirilmesinde, yatırım indirimi uygulanmamıştır.

Sonuçlar (%100 Kapasitede):

Sabit Yatırım Tutarı: 66.438.486 ABD\$

Toplam Yatırım Tutarı: 81.041.153 ABD\$

Net Bugünkü Değer: 23.810.318 ABD\$

Fayda/Masraf Oranı: 1,266

İç Karlılık Oranı: %13,59

Kara Geçiş Noktası: %38,60 (11.594 Ton)

Geri Ödeme Süresi: 5,52 Yıl

6. MALİ ANALİZ-I

(TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF ÜRETİM TESİSİ, 30.000 TON/YIL)

KAPASİTE:

Tesis kapasitesinin 30.000 ton/yıl olacağı kabul edilmiştir. Üretilcek tekstil tipi cam elyafın ürün çeşitlerine göre miktar ve dağılımları şu şekildedir:

Ürün İsmi	Özelliği	Kapasite (Ton/Yıl)
Kesilmiş Elyaftan Keçe	300, 450, 600, 900 g/m ² 2×1040 mm	5.000
Kesilmiş Elyaf	Uzunluk: 3, 6, 9, 12, 15, 18 mm	4.000
Sarım	Tex: 800, 1200, 2400, 4800 g/km	11.000
Sarımdan Dokuma	Kalınlık: 0.6~0.8mm Genişlik: 1~1.2mm	6.000
Sürekli Elyaftan Keçe	300, 450, 600, 900 g/m ² Genişlik: 1000 mm	1.000
İğrilmiş İplikler	Tex: 67.5 g/km	3.000

30.000 ton/yıl tekstil tipi cam elyaf üretmek için gerekli hammaddeler ve miktarları:

Hammadde	Yıllık Tüketim Miktarı (Ton)	Pay (%)
Kaolin	18.000	47,2
Silika	10.000	26,2
Kireç Taşı	1.900	5
Kolemanit	7.000	18,4
Florit	1.000	2,6
Sodyum Sülfat	210	0,6

Kaolen	
Bileşim	%
SiO ₂	46-56
Al ₂ O ₃	30-35
TiO ₂	<0,5
Fe ₂ O ₃	<0,4
R ₂ O	≤0,5

Kuvars	
Bileşim	%
SiO ₂	≥98
Al ₂ O ₃	≤0,5
Fe ₂ O ₃	≤0,1
R ₂ O	≤0,2

Kireç Taşı	
Bileşim	%
CaO	≥54
MgO ₂	≤0,1
Fe ₂ O ₃	≤0,2

Kolemanit	
Bileşim	%
B ₂ O ₃	42±0,5
CaO	26±1,0
SiO ₂	<6,5
Al ₂ O ₃	<0,5
MgO	<3,0
Na ₂ O	<0,35
Fe ₂ O ₃	<0,08
SO ₃	<0,5
As ₂ O ₃	<50 ppm

Kalsiyum Florit	
Bileşim	%
CaF ₂	≤85
SiO ₂	<0,5
Fe ₂ O ₃	<0,2

Sodyum Sülfat	
Bileşim	%
Na ₂ SO ₄	≥98

Kullanılan hammaddelerin tane boyut dağılımları:

Kaolen	75-50 µm (%93)
Silika	75-45 µm (%6) <50 µm (%93)
Kireç Taşı	150 µm (ortalama)
Kolemanit	+250 µm %0,5 max. -75 µm %87±5 -45 µm %75±5
Kalsiyum Florit	400-150 µm (%4 maks.) 150-50 µm (%41)
Sodyum Sülfat	150 µm (ortalama)

A. YATIRIM TUTARININ HESAPLANMASI

YATIRIM TUTARI TABLOSU

	İÇ	DIŞ	TOPLAM (ABD\$)
1. Etüd proje	1.000.000	2.356.390	3.356.390
2.know how	-	1.250.000	1.250.000
3.arsa bedeli	750.000	-	750.000
4. Arazinin düzenlenmesi	75.000	-	75.000
5. İnşaat işleri	3.356.390	-	3.356.390
6. Ulaştırma yatırımları	75.000	-	75.000
7. Ana fabrika makine donanımı	10.069.171	23.494.729	33.563.900
8. Yar.ışletmeler makine donanımı	2.518.000	-	2.518.000
9. Taşıma ve sigorta giderleri	2.886.552	-	2.886.552
10. Dış alım ve gümrük giderleri	704.843	-	704.843
11. Montaj giderleri	3.066.960	541.229	3.608.189
12. Genel giderler	1.042.885	1.042.886	2.085.771
13. Taşıt araçları	1.200.000	-	1.200.000
14 İşletmeye alma giderleri	721.638	-	721.638
15. Pt-Rh Proses Maliyeti	1.462.200	-	1.462.200
ARA TOPLAM	28.928.639	28.685.234	57.613.873
16. Beklenmeyen giderler	2.304.547	2.304.547	4.609.094
SABİT YATIRIM	31.233.186	30.989.781	62.222.967
17. İşletme sermayesi	4.991.802	-	4.991.802
18. Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	10.093.580	10.093.580
İLK YATIRIM TOPLAMI	36.224.988	41.083.361	77.308.349

YATIRIMIN YILLARA DAĞILIMI TABLOSU (ABD\$)							
	2004		2005		TOPLAM		TOPLAM
	İç	Dış	İç	Dış	İç	Dış	
1. Etüd proje	500.000	1.356.390	500.000	1.000.000	1.000.000	2.356.390	3.356.390
2.know how	-	1.250.000	-	-	-	1.250.000	1.250.000
3.arsa bedeli	750.000	-	-	-	750.000	-	750.000
4. Arazinin düzenlenmesi	75.000	-	-	-	75.000	-	75.000
5. İnşaat işleri	2.356.390	-	1.000.000	-	3.356.390	-	3.356.390
6. Ulaştırma yatırımları	75.000	-	-	-	75.000	-	75.000
7. Ana fabrika makine donanımı	4.531.127	10.572.628	5.538.044	12.922.101	10.069.171	23.494.729	33.563.900
8. Yar.İşletmeler makine donanımı	1.007.200	-	1.510.800	-	2.518.000	-	2.518.000
9. Taşıma ve sigorta giderleri	1.288.876	-	1.597.676	-	2.886.552	-	2.886.552
10. Dış alım ve gümrük giderleri	317.179	-	387.664	-	704.843	-	704.843
11. Montaj giderleri	1.369.431	241.665	1.697.529	299.564	3.066.960	541.229	3.608.189
12. Genel giderler	433.325	433.325	609.560	609.561	1.042.885	1.042.886	2.085.771
13. Taşıt araçları	-	-	1.200.000	-	1.200.000	-	1.200.000
14 İşletmeye alma giderleri	-	-	721.638	-	721.638	-	721.638
15. Pt-Rh Proses Maliyeti	-	-	1.462.200	-	1.462.200	-	1.462.200
ARA TOPLAM	12.703.528	13.854.008	16.225.111	14.831.226	28.928.639	28.685.234	57.613.873
16. Beklenmeyen giderler	907.625	907.625	1.396.922	1.396.922	2.304.547	2.304.547	4.609.094
SABİT YATIRIM	13.611.153	14.761.633	17.622.033	16.228.148	31.233.186	30.989.781	62.222.967
17. İşletme sermayesi	-	-	4.991.802	-	4.991.802	-	4.991.802
18. Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	-	-	10.093.580	-	10.093.580	10.093.580
İLK YATIRIM TOPLAMI	13.611.153	14.761.633	22.613.835	26.321.728	36.224.988	41.083.361	77.308.349
TOPLAM	28.372.786		48.935.563		77.308.349		

A.1. Etüd ve Proje Giderleri

Ana fabrika makine donanımının %10'u alınmıştır: 3.356.390 ABD\$

A. 2. Know-How:

Know-how olarak 1.250.000 ABD\$ öngörülmüştür.

A.3. Arsa Bedeli:

Tesis ana binası, yardımcı tesisler, depolama ve idari binaları için 50.000 m² alan gerekmektedir. m²'si 25.000.000 TL'den arsa bedeli 1, 25 trilyondan (1\$=1.670.000 TL) 750.000 ABD\$ öngörülmüştür.

A.4. Arazinin Düzenlenmesi:

Arsa bedelinin %10'u alınmıştır: 75.000 ABD\$

A.5. İnşaat İşleri:

Tesis ana binası, hammadde depolama binası, yardımcı tesisler, ürün depolama binası ve idari binalar için 25.000 m²'lik kapalı alan uygun görülmüştür. İnşaat işleri için ana fabrika makine donanımının %10'u alınmış ve 3.356.390 ABD\$ öngörülmüştür.

A.6. Ulaştırma Yatırımları:

Arsa bedelinin %10'u alınmıştır: 75.000 ABD\$

A.7. Ana Fabrika Makine Donanımı:

Ayrıntısı Ek-1'de verilen ana fabrika makine donanımı için 33.563.900 ABD\$ öngörülmüştür.

A.8. Yardımcı İşletmeler Makine Donanımı:

Basınçlı hava ve hatları, demineralize su tesisi, buhar ünitesi, atık su tasfiye tesisi, atık gaz işleme tesisi,elyaf hurda değerlendirme için 2.518.000 ABD\$ öngörülmüştür. Yardımcı işletmeler makina donanımı ayrıntısı Ek-1'de verilmiştir.

A.9. Taşıma ve Sigorta Giderleri:

Ana fabrika makine donanımının ve yardımcı işletmeler makine donanımı toplamının %8'i alınmıştır: 2.886.552 ABD\$

A.10. Dış Alım ve Gümrük Giderleri:

Yatırımın teşvikli olacağı kabul edilmiştir. Dış alım ve gümrük gideri olarak ana fabrika makine donanımının dış para toplamının %3'ü alınarak hesaplama yapılmış ve dış alım ve gümrük giderleri olarak 704.843 ABD\$'ı öngörülmüştür.

A.11. Montaj Giderleri:

Ana fabrika makine donanımının ve yardımcı işletmeler makine donanımı toplamının %10'u alınmıştır: 3.608.189 ABD\$

A.12. Genel Giderler:

Bu kaleme kadar olan harcamaları toplamının %4'ü alınmıştır. 2.085.771 ABD\$

A.13. Taşıt Araçları:

Cinsi ve niteliği daha sonra belirlenecek olan araçlar için 1.200.000 ABD\$ öngörülmüştür.

A.14. İşletmeye Alma Giderleri:

Ana fabrika makina donanımı ve yardımcı işletmeler makina donanımı toplamının %2'si alınmıştır: 721.638 ABD\$

A.15. Pt-Rh Proses Maliyeti:

İlk kullanılacak kovanlarda Pt-Rh alaşımının proses maliyeti 1.462.200 ABD\$ olarak alınmıştır.

A.16. Beklenmeyen Giderler:

Bu kaleme kadar olan harcamaları toplamının %8'i alınmıştır.: 4.609.094 ABD\$

A.17. İşletme Sermayesi:

- Hammadde stoku (1 aylık) $(190,7 \text{ ABD\$} \times 30.000) / 12 = 476.750 \text{ ABD\$}$

- Yardımcı Maddeler (1 aylık) $(100 \times 30.000) / 12 = 250.000 \text{ ABD\$}$

- Pt-Rh Alaşım Kovan stoğu (1 aylık) $10.093.580 / 12 = 841.132 \text{ ABD\$}$

Yıllık tüketilecek Pt-Rh alaşımı değeri 10.093.580 ABD\$'dir.

- Mamul Madde Stokları (1 aylık) $4.076.139 / 12 = 339.678 \text{ ABD\$}$

Amortisman hariç 1 aylık sabit üretim giderleri alınmıştır.

- Yedek Parça Stokları $1.416.241 \times 0.25 = 354.060 \text{ ABD\$}$

Bakım-onarım giderlerinin %25'i olarak alınmıştır.

- Nakit İhtiyacı $31.808.009 / 12 = 2.650.667 \text{ ABD\$}$

1 Aylık işletme giderleri nakit ihtiyacı olarak alınmıştır.

İŞLETME SERMAYESİ (1 AYLIK)

4.912.287 ABD\$

B. İŞLETME DÖNEMİ GELİR-GİDER TAHMİNLERİ

B.1. PROSES GİRDİLERİ:

B.1.1. Hammaddeler:

1 ton cam elyaf üretmek için gerekli hammaddeler ve fiyatları şu şekildedir:

Hammadde	Yıllık Tüketim Miktarı (Ton/Yıl)	Birim Hammadde Fiyatı (ABD\$/Ton)	Yıllık Toplam Maliyet (ABD\$/Yıl)	Maliyet İçerisindeki Payı (%)
Kaolen	18.000	110	1.980.000	34,6
Silika (Kuvars)	10.000	80	800.000	14
Kireç Taşı	1.900	40	76.000	1,3
Kolemanit	7.000	375	2.625.000	45,9
Florit	1.000	220	220.000	3,8
Sodyum Sülfat	210	100	21.000	0,4
Yıllık Toplam Hammadde Maliyeti			5.722.000	100

1 ton cam elyaf üretmek için gerekli toplam hammadde maliyeti: 190,7 ABD\$

B.1.2. Yardımcı Maddeler:

Cam elyafın üretimi esnasında kullanılacak kimyasal maddeler belirlenecek know-how'a ve üretilecek ürün tiplerine göre değişmektedir. Bu nedenle, üretilecek her bir ürün tipine ve bunların herbirinin kapasitesine bağlı olarak kullanılacak kimyasal maddelerin türü ve miktarı da değişiklik gösterir. Bu nedenle ton cam elyaf başına kullanılacak kimyasal maddelerin maliyetinin belirlenmesi kompleks ve zordur. Fakat yaklaşık olarak **1 ton cam elyaf başına** tüketilecek kimyasal maddelerin maliyetinin ortalama olarak **100 ABD\$'ı** civarında olduğu rapor edilmektedir.

B.1.3. Toplam Enerji Maliyeti:

Tesislerde değişik ünitelerde dizel yakıt, doğal gaz ve elektrik enerjisi kullanılacaktır. Kullanılacak enerjinin miktarı ve hangi ünitelerde kullanılacağı aşağıda verilmiştir.

Yakıt tüketim miktarları ve fiyatları:

Türü	Kullanıldığı Ünite	Uygulanacak Kapasite	Birim Tüketim
Fuel Oil-C	Ergitme Fırını	30.000 ton elyaf/yıl	0,6 ton elyaf
Doğal Gaz	Ön Isıtma Fırını	30.000 ton elyaf /yıl	145 Nm ³ /ton elyaf
	Kesilmiş Elyaftan Keçe Üretim Makinası	8.592 saat/yıl	132 Nm ³ /saat
	Sürekli Elyaftan Keçe Üretim Makinası	8.592 saat/yıl	60 Nm ³ /saat
Elektrik enerjisi	Cam Elyaf Çekme Ünitesi*	30.000 ton/yıl	700 kwh/ton elyaf
	Diğer Üniteler	30.000 ton/yıl	420 Kwh/ton elyaf

* Kovanlar ve çekim makinaları dahildir.

Not: Dizel yakıtın ve doğal gazın kalorifik güçleri, 9500 Kcal/kg'dir.

1 ton cam elyaf üretmek için gerekli enerji miktarları şu şekildedir:

Türü	1 Ton Cam Elyaf Üretmek için Gerekli Miktar	Birim Enerji Fiyatı	Toplam Maliyet ABD\$/ton cam elyaf
Fuel Oil-6	0,6 ton	385 ABD\$/ton	231
Doğal Gaz	200 Nm ³	19,8 Cent/m ³	39,6
Elektrik enerjisi	1120 kwh	9,14 Cent /kwh	102,4
TOPLAM			373

Enerji Fiyatlarının Hesabı:

Fuel Oil-6: 426.668 TL/lt × %18 KDV = 545.948 TL/lt
= 642.292 TL/kg
= **385 ABD\$/ton**

Doğal Gaz: 274.897 TL/Sm³ (Sanayi Tesisleri için)

274.897+6008 (TL/m³) (ÖTV)=280.908 TL /Sm³ × %18 KDV=331.468 TL/Sm³
19,8 Cent /Sm³.

Elektrik Enerjisi: 128.050 TL/ kWh (sanayi tesisleri için, tek terimli tarife)

128.050 × % 1 (BTV, Belediye Tüketim Vergisi)= 129.331 TL/kWh

129.331 × %18 KDV = 152.661 TL/kWh

9,14 Cent/kWh.

Yıllık enerji tüketimleri şu şekildedir:

A. Fuel Oil-6 Tüketimi: $30.000 \times 0,6 = 18.000$ ton/yıl

B. Doğal gaz Tüketimi:

Keçe ünitelerinin yıllık çalışma saati: $358 \text{ gün} \times 24 \text{ saat} = 8.592$ saat çalışacak

- Ön ısıtma fırınında: $30.000 \times 145 = 4.350.000$ Nm³/yıl

- Kesilmiş elyaftan keçe üretim ünitesinde: $8.592 \text{ saat} \times 132 = 1.134.144$ Nm³/yıl

- Sürekli elyaftan keçe üretim ünitesinde: $8.592 \text{ saat} \times 60 = 515.520$ Nm³/yıl

Toplam Doğal Gaz Tüketimi: $6.000.000$ N³m/yıl

C. Elektrik Enerjisi Tüketimi: $700 \times 30.000 = 21 \times 10^6$

$420 \times 30.000 = 12,6 \times 10^6$

Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi: $33,6 \times 10^6$ kWh/yıl

B.1.4. Pt-Rh Alaşım Maliyeti:

1 ton cam elyaf üretimi esnasında 0,8 gram'lık bir Pt-Rh alaşımı kaybı oluşmaktadır. Buna göre 1 ton cam elyaf başına Pt-Rh alaşım maliyeti;

Pt ve Rh fiyatları şu şekildedir:	Pt	22.000 ABD\$/kg
	Rh	40.000 ABD\$/kg

Alaşımın %90 Pt ve %10 Rh içerdiği göz önüne alındığında 1 yıllık Pt-Rh alaşım maliyeti;

$$\text{Pt maliyeti} = 0,0008 \text{ kg} \times 0,90 = 0,00072 \text{ kg} \times 22.000 \text{ ABD\$/kg} = 15,84 \text{ ABD\$/ton cam elyaf}$$

$$\text{Rh maliyeti} = 0,0008 \text{ kg} \times 0,10 = 8 \times 10^{-5} \text{ kg} \times 40.000 \text{ ABD\$/kg} = 3,2 \text{ ABD\$/ton cam elyaf}$$

Toplam maliyet : 19,04 ABD\$/ton cam elyaf

Kovan Proses Maliyeti:

1 Kovanın proses maliyeti : 10.000 ABD\$

(Fakat bu değer 800 nozüllü bir kovan için daha düşük, 2000 ve 4000 nozüllü kovanlar içinse daha yüksektir. Ortalama olarak bu değer 10.000 ABD\$'dir)

1 Kovanın ortalama ömrü 10-12 ay arasındadır.

Tesiste toplam 89 kovan bulunduğundan;

$$89 \times 10.000 \text{ ABD\$} = 890.000 \text{ ABD\$/30.000 cam elyaf}$$

Buradan 1 ton cam elyaf başına yaklaşık kovan maliyeti hesaplandığında;

29,7 ABD\$/ton cam elyaf

1 ton cam elyaf başına Pt-Rh alaşımı ve kovan proses maliyetleri toplamı:

48,74 ABD\$/ton cam elyaf

B.1.5. Su, Buhar ve Basınçlı Hava Üretim Maliyeti:

Tesislerde yıllık demineralize su, hava ve buhar tüketimleri şu şekildedir:

	30.000 Ton Cam Elyaf Üretmek İçin Gerekli Miktar
Demineralize Su	43.800 m ³
Hava	48,9×106 Nm ³ /yıl
Buhar	127.020 ton

Bu ünitelerde tüketilecek enerji miktarı toplam enerji tüketimi içerisinde verilmiştir.

Yıllık hammadde, yardımcı madde (kimyasallar), enerji ve Pt-Rh alaşımı tüketimleri özet olarak şu şekildedir (30.000 ton/yıl için):

	1 Ton Elyaf İçin (ABD\$)	30.000Ton Elyaf İçin (ABD\$)
Hammaddeler	190,7	5.722.000
Yardımcı Maddeler	100	3.000.000
Enerji	373	11.190.000
Pt-Rh Alaşımı ve Kovan Prosesi	48,74	1.462.200
TOPLAM	635,11	21.374.200

B.1.6. İşçilik ve Personel Giderleri:

	Sayı	1 Kişinin Yıllık Brüt Ücreti (ABD\$)	Yıllık Toplam Brüt Ücretler(ABD\$)
Üst Düzey Yönetim ve İdari Personel	20	21.000	420.000
Kalifiye İşçi	40	12.000	480.000
Düz İşçi	80	6500	520.000
TOPLAM			1.420.000

B.1.7. Amortisman:

Amortisman hesaplamaları için aşağıdaki oranlar kullanılmıştır:

Harcama Türü	Gider Miktarı ABD\$	Amortisman Oranı (%)	Yıllık Amortisman Miktarı (ABD\$)
Etüd proje	3.356.390	20	671.278
Know how	1.250.000	20	250.000
Arsa bedeli (Amortisman dahil değil)	750.000	-	-
Arazinin düzenlenmesi	75.000	-	-
İnşaat işleri	3.356.390	4	134.256
Ulaştırma yatırımları	75.000	6	4.500
Ana fabrika makine donanımı, yardımcı işletmeler makina donanımı, taşıma ve sigorta giderleri, dış alım ve gümrük giderleri ve montaj giderleri toplamı	43.281.484	10	4.328.148
Taşıt Araçları	1.200.000	15	180.000
Genel giderler	2.098.424	-	
İşletmeye alma giderleri	721.638	-	
Pt-Rh Proses Maliyeti	1.462.200	-	
Beklenmeyen Giderler	4.609.094	-	
TOPLAM	62.235.620		5.568.182

Amortisman tabi olup, Vergi Usul Kanunu'nda amortisman oranları verilen değerlerin (giderlerin) toplamı: 51.930.289 ABD\$

$5.568.182/52.519.264=\%10,60$ (Arsa bedeli hariç diğer tüm gider kalemlerine ortalama uygulanacak oran)

$62.235.620-750.000=61.485.562$ ABD\$

Yıllık Ortalama Amortisman: $61.485.562 \times 0.106=6.517.470$ ABD\$

Amortisman Süresi: $61.485.562/6.517.470=9.43$ yıl

Dolayısıyla ilk 9 yıl için toplam amortisman:

$6.517.470 \times 9=58.657.230$ ABD\$

Son yıl ise: $61.485.562-58.657.230=2.828.332$ ABD\$ miktar ayrılmış olacaktır.

B.1.8. Bakım ve Onarım Giderleri:

Ana fabrika makina donanımı, yardımcı işletmeler makina donanımı, taşıma ve sigorta, montaj giderleri, taşıt araçları, ulaştırma yatırımları ve inşaat işleri toplamının %3'ü bakım ve onarım gideri olarak alınmıştır.

Bunların toplamı = 47.208.031 ABD\$.

Bakım ve Onarım Giderleri: $47.208.031 \times 0.03 = 1.416.241$ ABD\$

B.1.9. Genel Üretim ve İdare Giderleri:

Sabit yatırım tutarının %2'si alınmıştır. Bu ise $62.222.766 \times 0.02 = 1.244.455$ ABD\$'dir.

B.1.10. Satış Giderleri:

Satış tutarının ($1567 \times 30.000 = 47.000.000$) %1'i olarak alınmıştır: 470.000 ABD\$

B.1.11. Diğer Giderler:

Buraya kadar olanların toplamının %1'i alınmıştır. Toplamın ($31.493.078$) %1'i = 314.931 ABD\$

YILLIK İŞLETME GİDERLERİ TABLOSU

	2006 %50	2007 %75	2008 %100
1. Değişken Üretim Giderleri			
1.1 Hammadde	2.145.750	4.291.500	5.722.000
1.2 Yardımcı Maddeler	1.500.000	2.250.000	3.000.000
1.3 Enerji	5.595.000	8.392.500	11.190.000
1.4 Pt-Rh Alaşım Maliyeti*	731.100	1.096.650	1.462.200
1. Değişken Üretim Giderleri Toplamı	9.971.850	16.030.650	21.374.200
2. Sabit Üretim Giderleri			
2.1 İşçilik-Personel	1.420.000	1.420.000	1.420.000
2.2 Amortismanlar	5.568.182	5.568.182	5.568.182
2.3 Bakım Onarım	1.416.241	1.416.241	1.416.241
2.4 Genel Üretim – İdare	1.244.455	1.244.455	1.244.455
2. Sabit Üretim Giderleri Toplamı	9.648.878	9.648.878	9.648.878
SINAI ÜRETİM GİDERLERİ (1+2)	19.620.728	25.679.528	31.023.078
3. Satış Giderleri	235.000	352.500	470.000
4. Diğer Giderler	198.557	260.320	314.931
TOPLAM YILLIK İŞLETME GİDERLERİ	20.054.285	26.292.348	31.808.009

* Pt-Rh alaişım maliyeti: kovan proses maliyeti ve Pt-Rh alaişım kayıplarından oluşmaktadır.

YILLIK SATIŞ GELİRLERİNİN HESAPLANMASI:

Tesiste yılda üretilecek toplam cam elyaf miktarı 30.000 ton'dur. Bu miktarın ürün çeşitlerine göre dağılımları, fiyatları ve ortalama ürün fiyatları şu şekildedir:

Ürün İsmi	Yıllık Miktar	Birim Fiyat (ABD\$/Ton)	Yıllık Satış Geliri (ABD\$/Yıl)
Keçe	6.000	1.950	11.700.000
Kesilmiş Elyaf	4.000	1.350	5.400.000
Sarım	11.000	1.300	14.300.000
Sarımdan Dokuma	6.000	1.750	10.500.000
İğrilmiş İplikler	3.000	1.700	5.100.000
Yıllık Satış Geliri			47.000.000

Ortalama Birim Fiyat : $47.000.000/30.000=1.567$ ABD\$/ton

EKONOMİK DEĞERLENDİRME

1. KARA GEÇİŞ NOKTASI

Yıllık Sabit Giderler: 9.468.878 ABD\$

Yıllık Değişken Giderler:

Yıllık İşletme Giderleri-Yıllık Sabit Giderler: $31.808.009-9.648.878=22.159.131$ ABD\$

Ton Başına Değişken Giderler:

$(21.374.200+470.000+314.931)/30.000=22.159.131/30.000=738,637$ ABD\$/Ton

Kara Geçiş Noktası (KGN):

$KGN=Yıllık Sabit Gideler/(Birim Satış Fiyatı-Birim Değişken Giderler)$

$KGN=9.648.878/(1.567-738,637)=9.648.878/828,363=11.648$ Ton

KGN =11.648 Ton (%38,80 yıl)

Not: Bütün satılık ürünler %38,80 kapasite ile üretilirse tesisin kar-zararı sıfır olmaktadır.

2. GERİ ÖDEME SÜRESİ (GÖS):

Yıllar	Net Kar (ABD\$)	Net Kar+ Amortisman (ABD\$)	Kalan Toplam Yatırım Tutarı (ABD\$)
1. Yıl	2.308.629	7.876.811	69.431.538
2. Yıl	6.001.627	11.569.809	57.861.729
3. Yıl	10.178.634	15.746.816	42.114.913
4. Yıl	10.178.634	15.746.816	26.368.097
5. Yıl	10.178.634	15.746.816	10.621.281
5.67 Yıl	10.178.634	15.746.816	

Not: Toplam Yatırım Tutarı= 77.308.349 ABD\$.

GÖS= 5,67 Yıl

3. PROJE PROFORMA GELİR VE NET NAKİT AKIMLARI

Tesisin üretime başlayacağı 2006 yılından itibaren 17 yıllık ömrü boyunca kar zarar durumu Tablo 1'de verilmiştir.

4. PROJE RANTABİLİTESİ

İndirgeme oranı %10 alındığında;

Net Bugünkü Değer (NBD) : 17.815.281 ABD\$ (Tablo 2).

Fayda/Masraf oranı ise 1,206 olarak bulunmuştur.

Projenin İç Karlılık Oranı (İKO): %12,81 (Tablo 3).

4. DUYARLILIK ANALİZLERİ

Farklı indirgeme oranları ve cam elyaf satış fiyatları kullanılarak elde edilen Net Bugünkü Değerler ve İç Karlılık Oranları Tablo 4 ve Şekil 1'de verilmiştir.

TABLO-1. İŞLETME DÖNEMİ KAR ZARAR TABLOSU (ABD\$)
(ÖĞÜTÜLMÜŞ HAMMADDE KULLANILARAK)

Yıllar	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Gelirler																	
1.1 Satış Gelirleri	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000
1.2 İşletme Sermayesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.912.287
1.3 Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.093.580
1.4 Hurda Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.608.190
1.5 Arsa Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750.000
TOPLAM GELİRLER (I)	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	66.364.057
2. Giderler																	
2.4 İşletme Giderleri (Amortisman Hariç)	14.486.103	20.724.166	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827
2.4. Amortismanlar	5.568.182	5.568.182	5.568.182	5.568.182	5.568.182	5.568.182	5.568.182	5.568.182	5.568.182	2.828.332	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM GİDERLER (II)	20.054.285	26.292.348	31.808.009	31.808.009	31.808.009	31.808.009	31.808.009	31.808.009	31.808.009	29.068.159	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827
3. BRÜT KAR (I-II)	3.445.715	8.957.652	15.191.991	15.191.991	15.191.991	15.191.991	15.191.991	15.191.991	15.191.991	17.931.841	20.760.173	20.760.173	20.760.173	20.760.173	20.760.173	20.760.173	40.124.230
4. Vergi (%33)	1.137.086	2.956.025	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.917.508	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	11.867.535
5. NET KAR	2.308.629	6.001.627	10.178.634	10.178.634	10.178.634	10.178.634	10.178.634	10.178.634	10.178.634	12.014.334	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	28.256.695

TABLO-2. NET NAKİT AKIMLARININ YILLARA GÖRE DAĞILIMI (ABD\$)
(ÖĞÜTÜLMÜŞ HAMMADDE KULLANILARAK)

Yıllar	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

1. NAKİT GİRİŞLERİ																					
1.1 Satış Gelirleri	-	-	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	
1.2 İşletme Sermayesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.912.287	
1.3 Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.093.580	
1.4 Hurda Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.608.190	
1.5 Arsa Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750.000	
TOPLAM NAKİT GİRİŞİ (I)	0	0	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	66.364.057

2. NAKİT ÇIKIŞLARI																					
2.1 Sabit Yatırım Giderleri	28.372.786	48.935.563	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.2 İşletme sermayesi	-	4.912.287	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3 Pt-Rh Malzeme Gideri	-	10.093.580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4 İşletme Giderleri (Amortisman Hariç)	-	-	14.486.103	20.724.166	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	26.239.827	
2.4 Vergiler (%33)	-	-	1.137.086	2.956.025	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.013.357	5.917.508	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	6.850.857	11.867.535	
TOPLAM GİDERLER (II)	28.372.786	63.941.430	15.623.189	23.680.191	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	32.157.334	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	38.107.362

6. NET NAKİT AKIMLARI (I-II)	-28.372.786	-63.941.430	7.876.811	11.569.809	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	14.842.666	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	28.256.695
-------------------------------------	--------------------	--------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

İndirgeme Faktörleri (%10)	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394	0,2176	0,1978	0,1799		
İndirgenmiş Değer	-28.372.786	-58.128.573	6.509.761	8.692.568	10.755.287	9.777.534	8.888.667	8.080.607	7.346.006	6.678.187	6.071.079	5.202.264	4.431.937	4.029.033	3.662.758	3.329.780	3.027.072	2.751.884	2.508.215		

Net Bugünkü Değer (NBD)= 17.815.281 ABD \$
Fayda/Masraf Oranı= 1,206

TABLO-3. İÇ KARLILIK ORANI**(ÖĞÜTÜLMÜŞ HAMMADDE KULLANILARAK)**

Yıllar	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
TOPLAM NAKİT GİRİŞLERİ (I)	0	0	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	66.364.057
TOPLAM NAKİT ÇIKIŞLARI (II)	28.372.786	63.941.430	15.623.189	23.680.191	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	31.253.184	32.157.334	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	33.090.684	38.107.362
NET NAKİT AKIMI (I-II)	-28.372.786	-63.941.430	7.876.811	11.569.809	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	15.746.816	14.842.666	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	13.909.316	28.256.695

İndirgeme Faktörleri	1,000	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564	0,513	0,467	0,424	0,386	0,350	0,319	0,290	0,263	0,239	0,218	0,198	0,180
İndirgenmiş Değer	-28.372.786	-58.128.573	6.509.761	8.692.568	10.755.287	9.777.534	8.888.667	8.080.607	7.346.006	6.678.187	6.071.079	5.202.264	4.431.937	4.029.033	3.662.758	3.329.780	3.027.072	2.751.884	5.082.215

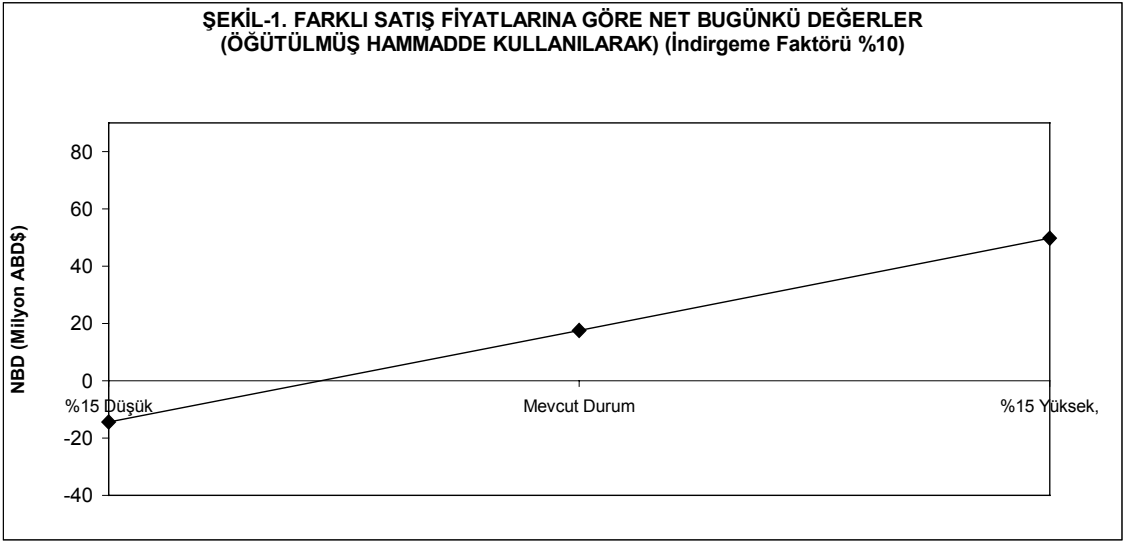
NBD -124**İç Karlılık Oranı (İKO)= %12,81**

**TABLO-4. FARKLI DEĞİŞKENLERE GÖRE NBD VE İKO DEĞERLERİ
(ÖĞÜTÜLMÜŞ HAMMADDE KULLANILARAK)**

		İhtimal	NBD (ABD\$)	İKO (%)
İndirgeme Oranı	8	-	34.455.727	
	10	-	17.815.281	12,81
	11	-	10.828.754	
	12	-	4.584.243	
Cam Elyaf Fiyatları	Mevcut Durum	-	17.757.296	12,99
	%15 Düşük	-	-14.230.995	7,52
	%15 Yüksek,	-	49.839.933	17,34

Not: Cam elyaf fiyatları, satış miktarı ve öğütülmüş kolemanit hesaplamalarında indirgeme oranı %10 alınmıştır.

**ŞEKİL-1. FARKLI SATIŞ FİYATLARINA GÖRE NET BUGÜNKÜ DEĞERLER
(ÖĞÜTÜLMÜŞ HAMMADDE KULLANILARAK) (İndirgeme Faktörü %10)**



7. MALİYET ANALİZİ-II

(HAMMADDE ÖĞÜTME TESİSİNE SAHİP TEKSTİL TİPİ CAM ELYAF ÜRETİM TESİSİ, 30.000 TON/YIL)

Burada kullanılacak hammaddeler kırılmış cevher olarak satın alınıp tesis bünyesinde öğütme işlemine tabi tutulmak suretiyle istenilen boyutlara getirilecektir. 30.000 ton/yıl tekstil tipi cam elyaf üretmek için gerekli hammadde miktarları bir önceki yöntemle aynıdır. Toplam öğütülecek hammadde miktarı yaklaşık 40.000 ton/yıl'dır.

YATIRIM TUTARI TABLOSU (ABD\$)			
	İÇ	DIŞ	TOPLAM (ABD\$)
1. Etüd proje	1.000.000	2.621.390	3.621.390
2.know how	-	1.250.000	1.250.000
3.arsa bedeli	750.000	-	750.000
4. Arazinin düzenlenmesi	75.000	-	75.000
5. İnşaat işleri	3.621.390	-	3.621.390
6. Ulaştırma yatırımları	75.000	-	75.000
7. Ana fabrika makine donanımı	11.213.900	25.000.000	36.213.900
8. Yar.işletmeler makine donanımı	2.518.000	-	2.518.000
9. Taşıma ve sigorta giderleri	3.098.552	-	3.098.552
10. Dış alım ve gümrük giderleri	750.000	-	750.000
11. Montaj giderleri	3.292.212	580.979	3.873.190
12. Genel giderler	1.116.929	1.116.929	2.233.857
13. Taşıt araçları	1.200.000	-	1.200.000
14 İşletmeye alma giderleri	774.638	-	774.638
15. Pt-Rh Proses Maliyeti	1.462.200	-	1.462.200
ARA TOPLAM	30.947.820	30.569.297	61.517.117
16. Beklenmeyen giderler	2.522.083	2.399.286	4.921.369
SABİT YATIRIM	33.469.903	32.968.583	66.438.486
17. İşletme sermayesi	4.509.087	-	4.509.087
18. Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	10.093.580	10.093.580
İLK YATIRIM TOPLAMI	37.978.990	43.062.163	81.041.153

A. YATIRIM TUTARININ HESAPLANMASI

40.000 ton/yıl kapasiteye sahip öğütme tesisinin ana makina donanımı maliyeti 2.650.000 ABD\$'ı olarak alınmıştır. Öğütme tesisi iki ayrı ünite olarak ele alınmıştır. Birinci ünite 12.500 ton/yıl kuvars öğütme kapasitesine sahipken, ikinci ünite ise yılda 15.000 ton kaolen, 1.900 ton kireç taşı ve 7.000 ton kolemanit öğütülecektir.

YATIRIMIN YILLARA DAĞILIMI TABLOSU (ABD\$)

	2004		2005		TOPLAM		TOPLAM
	İç	Dış	İç	Dış	İç	Dış	
1. Etüd proje	500.000	1.356.390	500.000	1.265.000	1.000.000	2.621.390	3.621.390
2.know how	-	1.250.000	-	-	-	1.250.000	1.250.000
3.arsa bedeli	750.000	-	-	-	750.000	-	750.000
4. Arazinin düzenlenmesi	75.000	-	-	-	75.000	-	75.000
5. İnşaat işleri	2.356.390	-	1.265.000	-	3.621.390	-	3.621.390
6. Ulaştırma yatırımları	75.000	-	-	-	75.000	-	75.000
7. Ana fabrika makine donanımı	4.531.127	10.572.628	6.682.773	14.427.372	11.213.900	25.000.000	36.213.900
8. Yar.işletmeler makine donanımı	1.007.200	-	1.510.800	-	2.518.000	-	2.518.000
9. Taşıma ve sigorta giderleri	1.288.876	-	1.809.676	-	3.098.552	-	3.098.552
10. Dış alım ve gümrük giderleri	317.179	-	432.821	-	750.000	-	750.000
11. Montaj giderleri	1.369.431	241.665	1.922.781	339.314	3.292.212	580.979	3.873.190
12. Genel giderler	433.325	433.325	683.604	683.604	1.116.929	1.116.929	2.233.857
13. Taşıt araçları	-	-	1.200.000	-	1.200.000	-	1.200.000
14 İşletmeye alma giderleri	-	-	774.438	-	774.638	-	774.638
15. Pt-Rh Proses Maliyeti	-	-	1.462.200	-	1.462.200	-	1.462.200
ARA TOPLAM	12.703.528	13.854.008	18.244.092	16.715.289	30.947.820	30.569.297	61.517.117
16. Beklenmeyen giderler	907.625	907.625	1.614.458	1.491.661	2.522.083	2.399.286	4.921.369
SABİT YATIRIM	13.611.153	14.761.633	19.858.550	18.206.950	33.469.903	32.968.583	66.438.486
17. İşletme sermayesi	-	-	4.509.087	-	4.509.087	-	4.509.087
18. Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	-	-	10.093.580	-	10.093.580	10.093.580
İLK YATIRIM TOPLAMI	13.611.153	14.761.633	24.367.637	28.300.530	37.978.990	43.062.163	81.041.153
TOPLAM	28.372.786		52.668.167		81.041.153		

A.1. Etüd ve Proje Giderleri

Ana fabrika makine donanımının %10'ui alınmıştır: 3.621.390 ABD\$

A. 2. Know-How:

Know-how plarak 1.250.000 ABD\$ öngörülmüştür.

A.3. Arsa Bedeli:

Tesis ana binası, yardımcı tesisler, depolama ve idari binaları için 50.000 m² alan gerekmektedir. m²'si 25.000.000 TL'den arsa bedeli 1,25 triyondan (1\$=1.670.000TL) 750.000 ABD\$ öngörülmüştür.

A.4. Arazinin Düzenlenmesi:

Arsa bedelinin %10'u alınmıştır.: 75.000 ABD\$

A.5. İnşaat İşleri:

Ana fabrika makine donanımının %10'u alınmıştır: 3.621.390 ABD\$

A.6. Ulaştırma Yatırımları:

Arsa bedelinin %10'u alınmıştır: 75.000 ABD\$

A.7. Ana Fabrika Makine Donanımı:

Ayrıntısı Ek-1'de verilen ana fabrika makine donanımı için 36.213.900 ABD\$ öngörülmüştür.

A.8. Yardımcı İşletmeler Makine Donanımı:

Basıçlı hava ve hatları, demineralize su tesisi, buhar ünitesi, atık su tasfiye tesisi, atık gaz işleme tesisi, elyaf hurda değerlendirme için 2.518.000 ABD\$ öngörülmüştür. Yardımcı işletmeler makina donanımı ayrıntısı Ek-1'de verilmiştir.

A.9. Taşıma ve Sigorta Giderleri:

Ana fabrika makine donanımının ve yardımcı işletmeler makine donanımı toplamının %8'i alınmıştır.: 3.098.552 ABD\$

A.10. Dış Alım ve Gümrük Giderleri:

Yatırımın teşvikli olacağı kabul edilmiştir. Dış alım ve gümrük gideri olarak ana fabrika makine donanımının dış para toplamının %3'ü alınarak hesaplama yapılmıştır.

750.000 ABD\$

A.11. Montaj Giderleri:

Ana fabrika makine donanımının ve yardımcı işletmeler makine donanımı toplamının %10'u alınmıştır.:

3.873.190 ABD\$

A.12. Genel Giderler:

Bu kaleme kadar olan harcamaları toplamının(55.846.422 ABD\$) %4'ü alınmıştır.

2.233.857 ABD\$

A.13. Taşıt Araçları:

Cinsi ve niteliği daha sonra belirlenecek olan araçlar için 1.200.000 ABD\$ öngörülmüştür.

A.14. İşletmeye Alma Giderleri:

Ana fabrika makina donanımı ve yardımcı işletmeler makina donanımı toplamının %2'si alınmıştır:

774.638 ABD\$

A.15. Pt-Rh Proses Maliyeti:

İlk kullanılacak kovanlarda Pt-Rh alaşımının proses maliyeti 1.462.200 ABD\$ olarak alınmıştır.

A.16. Beklenmeyen Giderler:

Bu kaleme kadar olan harcamaları toplamının %8'i alınmıştır.:

4.921.369 ABD\$

İşletme Sermayesi:

- Hammadde stoku (1 aylık) $(100,53 \text{ ABD\$} \times 30.000) / 12 = 251.325 \text{ ABD\$}$

- Yardımcı Maddeler (1 aylık) $(100 \times 30.000) / 12 = 250.000 \text{ ABD\$}$

- Pt-Rh Alaşım Kovan stoğu (1 aylık) $10.093.580 / 12 = 841.132 \text{ ABD\$}$

Yıllık tüketilecek Pt-Rh alaşımı değeri 10.093.580 ABD\$'dır.

- Mamul Madde Stokları (1 aylık) $4.661.770 / 12 = 388.481 \text{ ABD\$}$

Amortisman hariç 1 aylık sabit üretim giderleri alınmıştır.

- Yedek Parça Stokları $1.518.001 \times 0.25 = 379.500 \text{ ABD\$}$

Bakım-onarım giderlerinin %25'i olarak alınmıştır.

- Nakit İhtiyacı $30.203.442 / 12 = 2.516.954 \text{ ABD\$}$

1 Aylık işletme giderleri nakit ihtiyacı olarak alınmıştır.

İŞLETME SERMAYESİ (1 AYLIK) 4.627.392 ABD\$

B. İŞLETME DÖNEMİ GELİR-GİDER TAHMİNLERİ

B.1. PROSES GİRDİLERİ:

B.1.1. Hammaddeler:

1 ton cam elyaf üretmek için gerekli öğütülmemiş hammaddeler, ve fiyatları şu şekildedir:

Hammadde	Yıllık Tüketim Miktarı (Ton/Yıl)	Birim Hammadde Fiyatı (ABD\$/Ton)	Yıllık Toplam Maliyet (ABD\$/Yıl)	Toplam Maliyet İçerisindeki Payı (%)
Kaolen	18.000	30	870.000	28,8
Silika (Kuvars)	10.000	20	250.000	8,29
Kireç Taşı	1.900	20	38.000	1,26
Kolemanit	7.000	231	1.617.000	53,6
Florit	1.000	220	220.000	7,29
Sodyum Sülfat	210	100	21.000	0,69
Yıllık Toplam Hammadde Maliyeti			3.016.000	100

1 ton cam elyaf üretmek için gerekli toplam hammadde maliyeti: 100,53 ABD\$

B.1.2. Yardımcı Maddeler:

Kullanılacak kimyasal maddelerin maliyeti öğütme tesisi öngörülmeden hazırlanan çalışmayla aynıdır. Yaklaşık olarak **1 ton cam elyaf başına** tüketilecek kimyasal maddelerin maliyeti ortalama olarak **100 ABD\$'ı** olarak alınmıştır.

B.1.3. Toplam Enerji Maliyeti:

Tesislerde değişik ünitelerde dizel yakıt, doğal gaz ve elektrik enerjisi kullanılacaktır. Kullanılacak enerjinin miktarı ve hangi ünitelerde kullanılacağı aşağıda verilmiştir.

Yakıt tüketim miktarları ve fiyatları:

Türü	Kullanıldığı Ünite	Uygulanacak Kapasite	Birim Tüketim
Dizel Yakıt	Ergitme Fırını	30.000 ton elyaf/yıl	0.6 ton elyaf
LPG	Öğütme Tesisi	40.000 ton hammadde/yıl	5.185 kg/ton hammadde
Doğal Gaz	Ön Isıtma Fırını	30.000 ton elyaf /yıl	145 Nm ³ /ton elyaf
	Kesilmiş Elyaftan Keçe Üretim Makinasında	8.592 saat/yıl	132 Nm ³ /saat
	Sürekli Elyaftan Keçe Üretim Makinası	8.592 saat/yıl	60 Nm ³ /saat
Elektrik enerjisi	Öğütme Tesisi	40.000 ton hammadde/yıl	25.93 kWh/ton hammadde
	Cam Elyaf Çekme Ünitesi*	30.000 ton/yıl	700 kwh/ton elyaf
	Diğer Üniteler	30.000 ton/yıl	420 kwh/ton elyaf

* Kovanlar ve çekim makinaları dahildir.

Not: Dizel yakıtın ve doğal gazın kalorifik güçleri, 9500 Kcal/kg'dir.

1 ton cam elyaf üretmek için gerekli enerji miktarları şu şekildedir:

Türü	1 Ton Cam Elyaf Üretmek için Gerekli Miktar	Birim Enerji Fiyatı	Toplam Maliyet ABD\$/ton cam elyaf
Fuel Oil-6	0.6 ton	385 ABD\$/ton	231
Doğal Gaz	200 Nm ³	19,8 Cent/m ³	39,6
Elektrik enerjisi	1120 kWh	9,14 Cent /kWh	102,4
TOPLAM			373

Hammadde öğütme tesisinde harcanacak enerji miktarları şu şekildedir:

Türü	1 Ton Hammadde Öğütmek için Gerekli Miktar	Birim Enerji Fiyatı	Ton Hammadde Başına Enerji Maliyeti ABD\$/Ton	Ton Cam Elyaf Başına Enerji Maliyeti ABD\$/Ton
LPG	5,185 kg	40,81 Cent/kg	2,116	2,821
Elektrik enerjisi	25,93 kWh	9,14 Cent /kWh	2,370	3,160
TOPLAM			4,486	5,981

Yılda 40.000 ton hammadde öğütmek için gerekli toplam enerji miktarları:

Öğütme tesis LPG tüketimi= $5,185 \times 40.000 = 207.400$ kg/yıl

Öğütme tesis için elektrik enerjisi tüketimi= $25,93 \times 40.000 = 1.037.200$ kWh/yıl

Öğütme tesisi dahil ton cam elyaf başına enerji maliyeti= $373+5,981=378,981$ ABD\$

B.1.4. Pt-Rh Alaşım Maliyeti:

Pt-Rh alaşım maliyeti öğütme tesisi düşünülmeden hazırlanan çalışmayla aynıdır.

1 toncam elyaf başına Pt-Rh Alaşımı ve Kovan proses maliyetleri toplamı:

48,74 ABD\$/ton cam elyaf

Yıllık hammadde, yardımcı madde (kimyasallar), enerji ve Pt-Rh alaşımı tüketimleri özet olarak şu şekildedir (30.000 ton/yıl için):

	1 Ton Elyaf İçin (ABD\$)	30.000 Ton Elyaf İçin (ABD\$)
Hammaddeler	100,53	3.015.900
Yardımcı Maddeler	100	3.000.000
Enerji	378,981	11.369.430
Pt-Rh Alaşımı ve Kovan Prosesi	48,74	1.462.200
TOPLAM	628,251	18.847.530

B.1.6. İşçilik ve Personel Giderleri:

	Sayı	1 Kişinin Yıllık Brüt Ücreti (ABD\$)	Yıllık Toplam Brüt Ücretler (ABD\$)
Üst Düzey ve İdari	30	21.000	630.000
Kalifiye İşçi	50	12.000	600.000
Düz İşçi	90	6.500	585.000
TOPLAM			1.815.000

Öğütme tesisinde 2 mühendis, 10 kalifiye işçi ve 10 düz işçi çalıştırılacağı varsayılmıştır.

B.1.7. Amortisman:

Amortisman hesaplamaları aşağıdaki tabloda için aşağıdaki oranlar kullanılmıştır:

Harcama Türü	Gider Miktarı ABD\$	Amortisman Oranı (%)	Yıllık Amortisman Miktarı (ABD\$)
Etüd proje	3.621.390	20	724.278
Know how	1.250.000	20	250.000
Arsa bedeli (Amortisman dahil değil)	750.000	-	-
Arazinin düzenlenmesi	75.000	-	-
İnşaat işleri	3.021.390	4	120.856
Ulaştırma yatırımları	75.000	6	4.500
Ana fabrika makine donanımı, yardımcı işletmeler makina donanımı, taşıma ve sigorta giderleri, dış alım ve gümrük giderleri ve montaj giderleri toplamı	46.453.642	10	4.645.364
Taşıt Araçları	1.200.000	15	180.000
Genel giderler	2.233.857	-	
İşletmeye alma giderleri	774.638	-	
Pt-Rh Proses Maliyeti	1.462.200	-	
Beklenmeyen Giderler	4.921.369	-	
TOPLAM	65.064.623		5.924.998

Amortisman tabi olup, Vergi Usul Kanunu'nda amortisman oranları verilen değerlerin (giderlerin) toplamı: 55.621.422 ABD\$

$5.924.998/55.621.422=\%10,65$ (Arsa bedeli hariç diğer tüm gider kalemlerine ortalama uygulanacak oran)

$65.064.623-750.000=64.314.623$ ABD\$

Yıllık Ortalama Amortisman: $64.314.623 \times 0.1065 = 6.849.507$ ABD\$

Amortisman Süresi: $64.314.623/6.849.507=9,40$ yıl

Dolayısıyla ilk 10 yıl için toplam amortisman:

$6.849.507 \times 9 = 61.645.563$ ABD\$

Son yıl ise: $64.314.623 - 61.645.563 = 2.669.060$ ABD\$

miktar ayrılmış olacaktır.

B.1.8. Bakım ve Onarım Giderleri:

Ana fabrika makina donanımı, yardımcı işletmeler makina donanımı, taşıma ve sigorta, montaj giderleri, taşıt araçları, ulaştırma yatırımları ve inşaat işleri toplamının %3'ü bakım ve onarım gideri olarak alınmıştır. Bunların toplamı= $50.600.032 \times 0.03 = 1.518.001$ ABD\$.

B.1.9. Genel Üretim ve İdare Giderleri:

Sabit yatırım tutarının %2'si alınmıştır.

Sabit yatırım tutarı: $66.438.486 \times 0.02 = 1.328.769$ ABD\$

B.1.10. Satış Giderleri:

Satış tutarının ($1567 \times 30.000 = 47.000.000$) %1'i olarak alınmıştır: 470.000 ABD\$

B.1.11. Diğer Giderler:

Buraya kadar olanların toplamının %1'i alınmıştır.

Toplamın ($29.904.398$) %1'i=299.044 ABD\$

YILLIK İŞLETME GİDERLERİ TABLOSU

	2003 %50	2004 %75	2005 %100
1. Değişken Üretim Giderleri			
1.1 Hammadde	1.508.000	2.262.000	3.016.000
1.2 Yardımcı Maddeler	1.500.000	2.250.000	3.000.000
1.3 Enerji	5.684.715	8.527.073	11.369.430
1.4 Pt-Rh Alaşım Maliyeti*	731.100	1.096.650	1.462.200
1. Değişken Üretim Giderleri Toplamı	9.423.815	14.135.723	18.847.630
2. Sabit Üretim Giderleri			
2.1 İşçilik-Personel	1.815.000	1.815.000	1.815.000
2.2 Amortismanlar	5.924.998	5.924.998	5.924.998
2.3 Bakım Onarım	1.518.001	1.518.001	1.518.001
2.4 Genel Üretim – İdare	1.328.769	1.328.769	1.328.769
2. Sabit Üretim Giderleri Toplamı	10.586.768	10.586.768	10.586.768
SINAI ÜRETİM GİDERLERİ (1+2)	20.010.583	24.722.491	29.434.398
3. Satış Giderleri	235.000	352.500	470.000
4. Diğer Giderler	202.456	250.750	299.044
TOPLAM YILLIK İŞLETME GİDERLERİ	20.448.039	25.325.740	30.203.442

* Pt-Rh alaşım maliyeti: kovan proses maliyeti ve Pt-Rh alaşım kayıplarından oluşmaktadır.

YILLIK SATIŞ GELİRLERİNİN HESAPLANMASI:

Tesiste yılda üretilecek toplam cam elyaf miktarı 30.000 tondur. Bu miktarın ürün çeşitlerine göre dağılımları, fiyatları ve ortalama ürün fiyatları bir önceki öğütme tesisi planlanılmadan yapılan çalışmayla aynıdır.

Ortalama Birim Fiyat : $47.000.000/30.000=1.567$ ABD\$/ton

EKONOMİK DEĞERLENDİRME

1. KARA GEÇİŞ SÜRESİ

Yıllık Sabit Giderler: 10.586.768 ABD\$

Yıllık Değişken Giderler:

Yıllık İşletme Giderleri-Yıllık Sabit Giderler: 30.203.442-10.586.768=19.616.674 ABD\$

Ton Başına Değişken Giderler:

$(18.847.630+470.000+299.044)/30.000=19.616.674/30.000=653,889$ ABD\$/Ton

Kara Geçiş Noktası (KGN):

$KGN=$ Yıllık Sabit Gideler/(Birim Satış Fiyatı-Birim Değişken Giderler)

$KGN=10.586.768/(1.567-653,889)=10.586.768/913,111=11.594$ Ton

KGN =11.594 Ton (%38,60 yıl)

Not: Bütün satılık ürünler %38,60 kapasite ile üretilirse, tesisin kar-zararı sıfır olmaktadır.

2. GERİ ÖDEME SÜRESİ (GÖS):

Yıllar	Net Kar (ABD\$)	Net Kar+ Amortismam (ABD\$)	Kalan Toplam Yatırım Tutarı (ABD\$)
1. Yıl	2.044.814	7.969.812	73.071.341
2. Yıl	6.649.254	12.574.252	60.497.089
3. Yıl	11.253.694	17.178.692	43.318.397
4. Yıl	11.253.694	17.178.692	26.139.705
5. Yıl	11.253.694	17.178.692	8.961.013
5.52 Yıl	11.253.694	17.178.692	

Not: Toplam Yatırım Tutarı= 81.041.153 ABD\$.

GÖS= 5,52 Yıl

3. PROJE PROFORMA GELİR VE NET NAKİT AKIMLARI

Tesisin üretime başlayacağı 2006 yılından itibaren 17 yıllık ömrü boyunca kar zarar durumu Tablo 7'de verilmiştir.

4. PROJE RANTABİLİTESİ

İndirgeme oranı %10 alındığında;

Net Bugünkü Değer (NBD) : 23.810.318 ABD\$ (Tablo 8).

Fayda/Masraf oranı ise 1,266 olarak bulunmuştur.

Projenin İç Karlılık Oranı (İKO): %13,59 (Tablo 9).

5. DUYARLILIK ANALİZLERİ

Farklı indirgeme oranları ve cam elyaf satış fiyatları kullanılarak elde edilen Net Bugünkü Değerler ve İç Karlılık Oranları Tablo 10 ve Şekil 2'de verilmiştir.

TABLO-7. İŞLETME DÖNEMİ KAR ZARAR TABLOSU (ABD\$)

ÖĞÜTME TESİSLİ

Yıllar	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Gelirler																	
1.1 Satış Gelirleri	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000
1.2 İşletme Sermayesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.627.392
1.3 Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.093.580
1.4 Hurda Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.608.190
1.5 Arsa Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750.000
TOPLAM GELİRLER (I)	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	66.079.162
2. Giderler																	
2.4 İşletme Giderleri (Amortisman Hariç)	14.523.041	19.400.742	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444
2.4. Amortismanlar	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	5.924.998	2.669.060	-	-	-	-	-	-
TOPLAM GİDERLER (II)	20.448.039	25.325.740	30.203.442	30.203.442	30.203.442	30.203.442	30.203.442	30.203.442	30.203.442	30.203.442	26.947.504	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444
3. BRÜT KAR (I-II)	3.051.961	9.924.260	16.796.558	16.796.558	16.796.558	16.796.558	16.796.558	16.796.558	16.796.558	16.796.558	20.052.496	22.721.556	22.721.556	22.721.556	22.721.556	22.721.556	41.800.718
4. Vergi (%33)	1.007.147	3.275.006	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	6.617.324	7.498.113	7.498.113	7.498.113	7.498.113	7.498.113	13.794.237
5. NET KAR	2.044.814	6.649.254	11.253.694	11.253.694	11.253.694	11.253.694	11.253.694	11.253.694	11.253.694	11.253.694	13.435.172	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	28.006.481

TABLO-8. NET NAKİT AKIMLARININ YILLARA GÖRE DAĞILIMI (ABD\$)

ÖĞÜTME TESİSLİ

Yıllar	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

1. NAKİT GİRİŞLERİ																				
1.1 Satış Gelirleri	-	-	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000
1.2 İşletme Sermayesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.627.392
1.3 Pt-Rh Malzeme Maliyeti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.093.580
1.4 Hurda Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.608.190
1.5 Arsa Değeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750.000
TOPLAM NAKİT GİRİŞİ (I)	0	0	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	66.079.162

2. NAKİT ÇIKIŞLARI																				
2.1 Sabit Yatırım Giderleri	28.372.786	52.668.167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2 İşletme sermayesi	-	4.627.392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3 Pt-Rh Malzeme Gideri	-	10.093.580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4 İşletme Giderleri (Amortisman Hariç)	-	-	14.523.041	19.400.742	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444	24.278.444
2.4 Vergiler (%33)	-	-	1.007.147	3.275.006	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	5.542.864	6.617.324	7.498.113	7.498.113	7.498.113	7.498.113	7.498.113	7.498.113	13.794.237
TOPLAM GİDERLER (II)	28.372.786	67.389.139	15.530.188	22.675.748	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	30.895.768	31.776.557	31.776.557	31.776.557	31.776.557	31.776.557	31.776.557	38.072.681

6. NET NAKİT AKIMI (I-II)	-28.372.786	-67.389.139	7.969.812	12.574.252	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	16.104.232	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	28.006.481
----------------------------------	--------------------	--------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

İndirgeme Faktörleri (%10)	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394	0,2176	0,1978	0,1799
İndirgenmiş Değer	-28.372.786	-61.262.854	6.586.621	9.447.222	11.733.278	10.666.616	9.696.924	8.815.385	8.013.987	7.285.442	6.623.129	6.021.027	5.131.305	4.409.689	4.008.808	3.644.371	3.313.065	3.011.877	5.037.212

Net Bugünkü Değer (NBD)= 23.810.318 ABD\$

Fayda/Masraf Oranı= 1,266

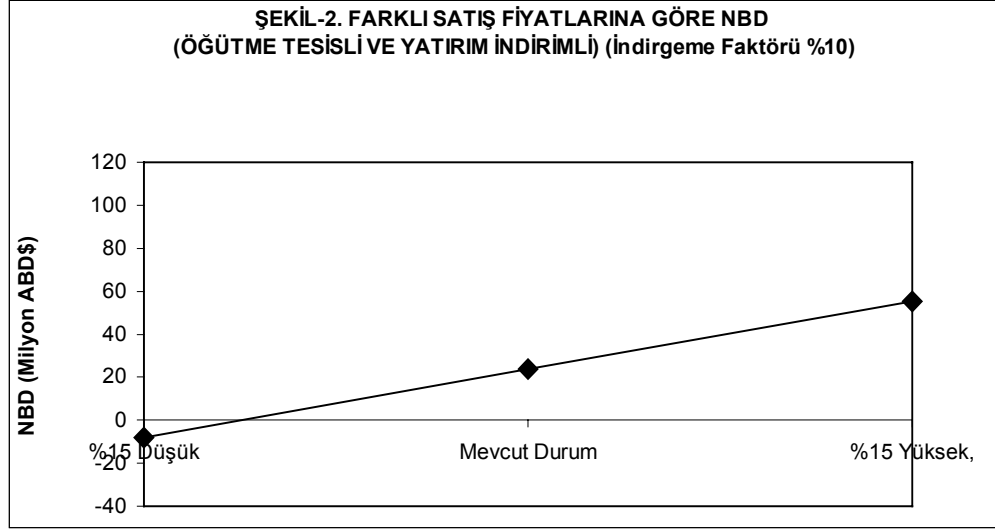
**TABLO-9. İÇ KARLILIK ORANI
ÖĞÜTME TESİSLİ**

Yıllar	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
TOPLAM NAKİT GİRİŞLERİ (I)	0	0	23.500.000	35.250.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	47.000.000	66.079.162
TOPLAM NAKİT ÇIKIŞLARI (II)	28.372.786	67.389.139	15.530.188	22.675.748	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	29.821.308	30.895.768	31.776.557	31.776.557	31.776.557	31.776.557	31.776.557	31.776.557	38.072.681
NET NAKİT AKIMI (I-II)	-28.372.786	-67.389.139	7.969.812	12.574.252	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	17.178.692	16.104.232	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	15.223.443	28.006.481
İndirgeme Faktörleri	1,000	0,880	0,775	0,682	0,601	0,529	0,466	0,410	0,361	0,318	0,280	0,246	0,217	0,191	0,168	0,148	0,130	0,115	0,101	
İndirgenmiş Değer	-28.372.786	-59.331.871	6.177.949	8.581.764	10.322.446	9.088.261	8.001.638	7.044.936	6.202.620	5.461.014	4.808.077	4.233.208	3.493.958	2.907.961	2.560.276	2.254.161	1.984.646	1.747.355	2.830.251	

İç Karlılık Oranı= %13,59

TABLO-4. FARKLI DEĞİŞKENLERE GÖRE NBD VE İKO DEĞERLERİ (ÖĞÜTÜLMÜŞ HAMMADDE KULLANILARAK)				
		İhtimal	NBD (ABD\$)	İKO (%)
İndirgeme Oranı	8	-	41.952.941	
	10	-	23.810.318	
	11	-	16.184.818	
	12	-	9.364.606	
Cam Elyaf Fiyatları	Mevcut Durum	-	23.810.318	13,59
	%15 Düşük	-	-7.924.904	8,71
	%15 Yüksek,	-	55.416.528	17,82

Not: Cam elyaf fiyatları, satış miktarı ve öğütülmüş kolemanit hesaplamalarında indirgeme oranı %10 alınmıştır.



EK-1

ANA MAKİNA VE TEÇHİZAT MALİYETİ

Ana makina ve teçhizat; cam üretimi ünitesi, camın elyaf haline getirme ünitesi, satılabilir ürün imalat ünitesi ve otomasyon kontrol sisteminden oluşmaktadır.

1. Cam Üretimi:

Hammadde Tesisi: 1.616.900 ABD\$

Hammadde tesisi silolardan, pnömatik karıştırıcıdan, konveyör ve bunkerlerden oluşmaktadır.

Öğütme Tesisi 3.808.845 ABD\$

Fırın: 10.742.400 ABD\$

Fırın kısmı, fırına hammadde besleme ünitesinden, ergitme fırınından ve camı sıvı halde tutmak için kullanılan ön fırından oluşmaktadır.

Kullanılacak ergitme fırını 15.000 ton/yıl kapasiteye sahip iki fırından oluşabileceği gibi, 30.000 ton/yıl kapasiteli tek fırında olabilir. Fakat, iki fırının kullanılması hem ürün esnekliği hemde ürün kalitesi açısından tek fırından avantajlıdır. Çünkü tek fırın kullanıldığında yalnızca belirli ürünlere konsantre olunulabilmektedir.

TOPLAM: 16.168.145 ABD\$

2. Camın Elyaf Haline Getirilmesi:

Cam Elyaf Oluşturma Sistemi: 7.793.200 ABD\$

Bu kısma cam elyaf keki taşıma konveyörü dahildir.

Bu kısımda kullanılacak kovan sayısı toplam 99 adettir. Bunlardan 10 tanesi yedek ve 1 tanesi ise kanal kovanıdır. Kovanların nozül sayısına göre dağılımı şu şekildedir:

<u>Nozül Sayısı</u>	<u>Kovan Sayısı</u>	<u>Kovan Yedekleri</u>
800	20	3
1600	55	4
2000	18	2
4000	5	1

1 (Kanal Kovanı)

Elyaf kalınlığını Ayarlama Mekanizması. 973.500 ABD\$

Bu kısımda elyaf kalınlığını ayaryabilmek ve elyafa çeşitli özellikler kazandırabilmek amacıyla farklı sepsifikasyonlarda emülsiyonlar ve bazı kimyasallar kullanılacaktır.

TOPLAM: 8.766.700 ABD\$

3. Satılabilir Ürünlerin İmali Bölümü:

Satılabilir ürün üretim makinaları toplamı:: 9.692.000 ABD\$

Bu kısım, 2 adet kesilmiş elyaftan keçe imali makinası, 1 adet sürekli elyaftan keçe imali makinası, 5 setten oluşan kesilmiş elyaf imali makinası, 36 setten oluşan sarım makinası, 8 setten oluşan iplik eğirme makinası, 17 setten oluşan sarımdan dokuma makinası, 2 adet sarım paketleme makinası ve 5 adet tünel tipi ile 10 adet kutu tipi cam elyaf keki kurutma fırınından oluşmaktadır.

Fiziksel ve kimyasal laboratuvar aletleri. 185.000 ABD\$

TOPLAM: 9.877.000 ABD\$

4. Otomasyon Kontrol Sistemi:

Otomasyon Kontrol Sistemi: 2.560.900 ABD\$

Bu kısım hammadde hazırlama tesisi otomasyonunu, fırınların otomasyonunu ve cam elyaf oluşturma tesisi otomasyonunu kapsamaktadır.

TOPLAM: 2.560.900 ABD\$

ANA MAKİNA-TEÇHİZAT TOPLAMI (ÖĞÜTME TESİSİ KURMADAN):

33.563.900 ABD\$

ANA MAKİNA-TEÇHİZAT TOPLAMI (ÖĞÜTME TESİSLİ):

37.372.745 ABD\$

YARDIMCI TESİSLER

Basıncılı Hava ve Hatları:	300.000 ABD\$
Demineralize Su Tesisi:	140.000 ABD\$
Buhar Ünitesi	300.000 ABD\$
Atık Su Tasfiye Tesisi:	1.000.000 ABD\$
Atık Gaz İşleme Tesisi:	750.000 ABD\$
Elyaf Hurda değerlendirme:	28.000 ABD\$

YARDIMCI TESİSLER TOPLAMI **2.518.000 ABD\$**

Pt-Rh ALAŞIMI

Pt-Rh ALAŞIMI: 10.093.580 ABD\$

Kullanılacak toplam 424.1 kg Pt-Rh alaşımının (%10Rh-%90Pt) 60 kg'ı fırın için, 364.1 kg kovan yapımı içindir.

Pt-Rh ALAŞIM MALZEMESİ TOPLAMI **10.093.580 ABD\$**