



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# Ankara İli Savunma Sanayiinde Kullanılan Yüksek Katma Değerli Kompozit Malzemenin Geri Dönüşümü Ön Fizibilite Raporu







T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# Ankara İli Savunma Sanayiinde Kullanılan Yüksek Katma Değerli Kompozit Malzemenin Geri Dönüşümü Ön Fizibilite Raporu



2021  
HAZİRAN

## **RAPORUN KAPSAMI**

---

Bu ön fizibilite raporu, yatırımcı çekmek amacıyla Ankara ilinde savunma sanayinde kullanılan katma değerli kompozitlerin geri dönüşümü için bir tesis kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Ankara Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanmıştır.

## **HAKLAR BEYANI**

---

Bu rapor, yalnızca ilgililere genel rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Raporda yer alan bilgi ve analizler raporun hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan kaynaklar ve bilgiler kullanılarak, yatırımcıları yönlendirme ve bilgilendirme amaçlı olarak yazılmıştır. Rapordaki bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanılması sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan şahıs ve kurumlara aittir. Bu rapordaki bilgilere dayanarak bir eylemde bulunan, eylemde bulunmayan veya karar alan kimselere karşı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Ankara Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Ankara Kalkınma Ajansına aittir. Raporda yer alan görseller ile bilgiler telif hakkına tabi olabileceğinden, her ne koşulda olursa olsun, bu rapor hizmet gördüğü çerçevenin dışında kullanılamaz. Bu nedenle; Ankara Kalkınma Ajansı'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz, kaynak gösterilmeden iktibas edilemez.



## İÇİNDEKİLER

---

<b>1. YATIRIMIN KÜNYESİ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. EKONOMİK ANALİZ</b> .....	<b>7</b>
2.1. Sektörün Tanımı .....	7
2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler .....	11
2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi .....	11
2.2.2. Diğer Destekler .....	15
2.3. Sektörün Profili .....	19
2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep .....	25
2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini .....	26
2.6. Girdi Piyasası.....	27
2.7. Pazar ve Satış Analizi .....	28
<b>3. TEKNİK ANALİZ</b> .....	<b>31</b>
3.1. Kuruluş Yeri Seçimi .....	31
3.2. Üretim Teknolojisi .....	34
3.3. İnsan Kaynakları*** .....	37
<b>4. FİNANSAL ANALİZ</b> .....	<b>39</b>
4.1. Sabit Yatırım Tutarı.....	39
4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....	39
<b>5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ</b> .....	<b>39</b>

---

**TABLolar**

---

Tablo 1. Ankara İlinde Geri Dönüşüm ve Bertaraf Tesislerine Yatırımlarına Sağlanan Destek Unsurları (5. Bölge Modeli) .....	12
Tablo 2. İlgili Yatırımın 5. Bölge Kapsamında Yararlanabileceği Bölgesel Destekler .....	13
Tablo 3. Stratejik Yatırımlar İçin Sağlanan Destek Çerçevesi.....	14
Tablo 4. Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı Destek Göstergeleri.....	15
Tablo 5. Yatırım Konusu İtibarıyla Yararlanılabilecek Destekler ve Tutarları.....	18
Tablo 6. Kompozit Malzemelerin Sektörlere Göre Hacim Olarak Dağılımı .....	19
Tablo 7. Türkiye Kompozit Pazarı Göstergeleri.....	22
Tablo 8. Tasnif Edilmiş Materyallerin Geri Kazanımı Sektörü Ankara İli İşgücü Göstergeleri .....	24
Tablo 9. Türkiye Kompozit Sektörü Dış Ticaret Göstergeleri, Milyon € (2017 ve 2020 Karşılaştırması) .....	25
Tablo 10. Yaygın Kompozit Takviye Malzemelerinin Özellik ve Fiyat Karşılaştırmaları.....	29
Tablo 11. Hurda Kompozitin Yaklaşık Değeri.....	30
Tablo 12. Yatırımın İşletme Aşamasında Hedeflenen Üretim/Satış Miktarı ve Ortalama Satış Fiyatı ..	31
Tablo 13. Ankara'da Bulunan OSB'ler ve Özellikleri (Nisan 2021) .....	31
Tablo 14. Ankara'da Bulunan Teknokentler (Nisan 2021) .....	32
Tablo 15. Ankara'da Hava ve Uzay Taşıtları İmalatına Yönelik Bölgesel Teşvikler (2002-2021).....	33
Tablo 16. Kompozit malzeme mekanik geri dönüşüm süreci .....	35
Tablo 17. İlgili Yatırımda Makine ve Ekipman Maliyet Varsayım Tablosu .....	37
Tablo 18. Ankara İli İşgücü Göstergeleri .....	38
Tablo 19. Ankara İli 15 Yaş ve Üstü Nüfusun Eğitim Durumu (2020) .....	38
Tablo 20. Sektörde Ortalama Maaşlar .....	38
Tablo 21. İlgili Yatırıma Ait Maliyet Tablosu .....	39





**ŞEKİLLER**

Şekil 1. Kompozit Malzeme Yapısı .....	7
Şekil 2. Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması .....	10
Hata! Köprü başvurusu geçerli değil.	
Şekil 4. Dünyada Malzeme Kullanımının Hacimsel Olarak Dağılımı.....	19
Şekil 5. Gövdesi Tamamen Karbon Fiberden Üretilmiş Hafif Otomobil Örneği .....	20
Şekil 6. Hacim Bazında Dünya Kompozit Pazarı ve Büyüme Beklentisi (2019-2023).....	22
Şekil 7. Değer Bazında Dünya Kompozit Pazarı ve Büyüme Beklentisi (2019-2027) .....	22
Şekil 8. Türkiye’de Sektörlerin Kompozit Malzeme Kullanım Oranı .....	23
Şekil 9. Dünya Karbon Elyaf Talebi (2020-2030) .....	25
Şekil 10. Dünya Karbon Elyaf Kompozit Talebi (2020-2030) .....	26
Şekil 11. Sektörlere Göre Küresel Karbon Fiber Talebi (2020).....	26
Hata! Köprü başvurusu geçerli değil.	
Şekil 13. Yıllara Göre Ankara’da Tescil Edilen Patent Sayıları (2002-2020) .....	33
Şekil 14. Yıllara Göre Ankara’da Faydalı Model Tescil Sayıları (2002-2020) .....	33
Şekil 15. Kompozit Malzemeler İçin Yaşam Döngüsü Senaryoları .....	34
Şekil 16. Kompozit Malzeme Mekanik Geri Dönüşüm Aşamaları .....	36
Şekil 17. Geri Dönüştürülmüş Karbon Elyafın Kompaund Edilme Süreci .....	37

**ANKARA İLİ SAVUNMA SANAYİİNDE KULLANILAN YÜKSEK KATMA DEĞERLİ KOMPOZİT  
MALZEMENİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU**

**1. YATIRIMIN KÜNYESİ**

<b>Yatırım Konusu</b>	<i>Yerli Savunma Sanayiinde Kullanılan Yüksek Katma Değerli Kompozit Malzemenin Geri Dönüşümü</i>	
<b>Üretilen Ürün/Hizmet</b>	<i>Katma Değerli Savunma Sanayi Kompozitlerinin Geri Dönüşümü</i>	
<b>Yatırım Yeri (İl - İlçe)</b>	<i>Ankara – Uzay ve Havacılık İhtisas OSB veya yakın bir lokasyon</i>	
<b>Tesisin Teknik Kapasitesi</b>	<i>500 ton/yıl</i>	
<b>Sabit Yatırım Tutarı</b>	<i>1.540.000 \$</i>	
<b>Yatırım Süresi</b>	<i>1 Yıl</i>	
<b>Sektörün Kapasite Kullanım Oranı</b>	<i>%80</i>	
<b>İstihdam Kapasitesi</b>	<i>10 Kişi</i>	
<b>Yatırımın Geri Dönüş Süresi</b>	<i>3 Yıl</i>	
<b>İlgili NACE Kodu (Rev. 3)</b>	<i>38.32.02</i>	
<b>İlgili GTİP Numarası</b>	<i>3915.90</i>	
<b>Yatırımın Hedef Ülkesi</b>	<i>Tüm Ülkeler</i>	
<b>Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi</b>	<b>Doğrudan Etki</b>	<b>Dolaylı Etki</b>
	<i>Amaç 8: İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme</i>	<i>Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar</i>
	<i>Amaç 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı</i>	<i>Amaç 17: Amaçlar İçin Ortaklıklar</i>
<b>Diğer İlgili Hususlar</b>	<i>Amaç 12: Sorumlu Üretim ve Tüketim</i>	
	<i>Geri dönüşümü planlanan ürünler yüksek katma değerli ürünler olup, ticarileştirilmesi Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik büyümesine katkı sağlayacaktır.</i>	

<b>Subject of the Project</b>	<i>Recycling of High-Value Added Composite Materials Used in the Domestic Defense Industry</i>	
<b>Information about the Product/Service</b>	<i>Recycling of High Value-Added Defense Industry Composites</i>	
<b>Investment Location (Province-District)</b>	<i>Ankara – HAB Aerospace Zone or nearby location</i>	
<b>Technical Capacity of the Facility</b>	<i>500 tons/year</i>	
<b>Fixed Investment Cost</b>	<i>\$ 1.540.000</i>	
<b>Investment Period</b>	<i>1 Year</i>	
<b>Economic Capacity Utilization Rate of the Sector</b>	<i>80%</i>	
<b>Employment Capacity</b>	<i>10 People</i>	
<b>Payback Period of Investment</b>	<i>3 Years</i>	
<b>NACE Code of the Product/Service (Rev.3)</b>	<i>38.32.02</i>	
<b>Harmonized Code (HS) of the Product/Service</b>	<i>3915.90</i>	
<b>Target Country of Investment</b>	<i>All Countries</i>	
<b>Impact of the Investment on Sustainable Development Goals</b>	<b>Direct Effect</b>	<b>Indirect Effect</b>
	<i>Goal 8: Decent Work and Economic Growth Goal 9: Industry, Innovation and Infrastructure Goal 12: Responsible Production and Consumption</i>	<i>Goal 11: Sustainable Cities and Communities Goal 17: Partnerships for Purposes</i>
<b>Other Related Issues</b>	<i>The products that are planned to be recycled are high value-added products and their commercialization will contribute to the sustainable growth of the country's economy.</i>	

## 2. EKONOMİK ANALİZ

### 2.1. Sektörün Tanımı

#### Kompozit Malzemelerde ve Geri Dönüşümünde GTİP ve NACE

Kompozit malzemelerin dünya literatüründe belli bir GTİP veya NACE'si bulunmamaktadır. Hizmet ettiği ürünün GTİP'i ile ticareti yapılmaktadır. Örneğin: 391729 GTİP no.lu "Sert Borular, Tüpler ve Hortumlar; Diğer Plastiklerden Olanlar" ürünün cam elyaf ya da karbon elyaf takviyeli polyester borulardan olanları eğer "sivil hava taşıtlarında kullanılmak için bağlantı elemanları takılmış olanlar" sınıfında yer alıyorsa 3917.29.00.20.00 GTİP no. ile ticarete konu olur. Bunun gibi 390940, 854470, 391723, 281810, 701990, 690390, 392190, 381511 gibi GTİP'ler ticarete en çok konu olan kompozit malzemelerin temel kodları arasında gösterilebilir.

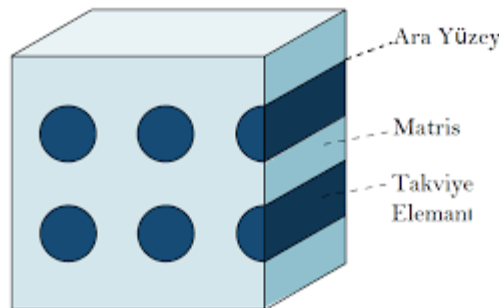
Bu durumun sebebi, kompozit malzeme için polimer esaslı bir reçine ile takviye edici cam, karbon gibi malzemenin bir araya getirilmesidir.

Bununla birlikte, söz konusu yatırım kapsamında kompozit malzemelerden mekanik geri dönüşüm vasıtası ile karbon elyaf ayrıştırılacaktır. Sonrasında ayrıştırılan bu malzeme polimer esaslı bir reçine ile birleştirilerek yeni kompaund malzeme elde edilecektir. Bu tür bir faaliyet için "38.32.02 - Tasnif edilmiş metal dışı atıklar, hurdalar ve diğer parçaların genellikle mekanik veya kimyasal değişim işlemleri ile geri kazanılması" NACE kodu kullanılabilir.

Kompozit malzemeler, şekil ve/veya kimyasal bileşenleri farklı, birbiri içerisinde pratik olarak çözünmeyen iki veya daha fazla sayıda makro bileşenin kombinasyonunda oluşan malzemelerdir (Akdoğan,2014). Bir başka tanıma göre ise kompozit malzeme; "ortam koşullarına dayanıklı, esnek ve bağlayıcı özelliğe sahip polimer esaslı matris reçine ile yüksek mekanik dayanımlı takviye edici cam, karbon ve/veya aramid gibi elyafların bir araya getirilmesi ile elde edilen üstünlük nitelikli bir mühendislik malzemesidir" (Kompozit Sanayicileri Derneği, 2021).

Kompozit malzemelerin bileşenleri; matris faz, takviye faz ve ara yüzeyden oluşmaktadır. Matris faz malzemedeki ana fazdır ve takviye fazların bir arada tutulmasını sağlamaktadır. Takviye faz ise matris içine yerleştirilmiş ikincil faz olup matris fazının rijitliğini ve dayanımını arttırıcı özelliğe sahiptir. Ara yüzey ise matris faz ile takviye fazın kimyasal, fiziksel ya da mekanik yolla birleşmesi sonrasında aradaki yapışmanın gerçekleştiği fazdır.

#### Şekil 1. Kompozit Malzeme Yapısı



Kompozit malzemeler; matris fazı ve takviye fazına göre sınıflandırılmaktadır. Buna göre;

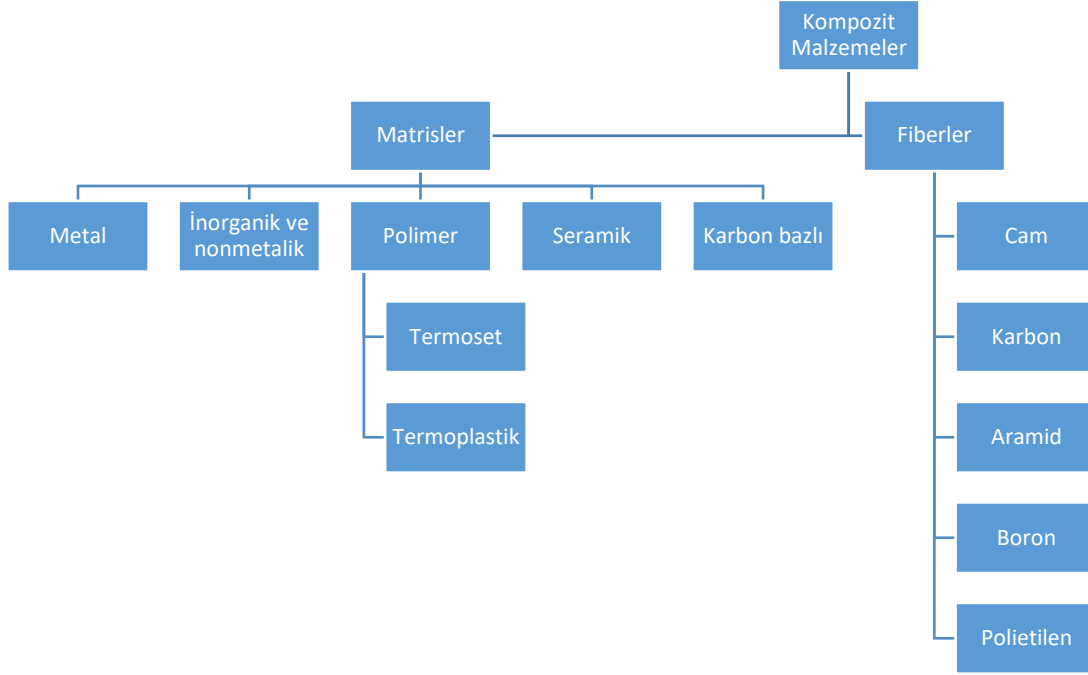
- **Matris fazına göre kompozit malzemeler:** Metal matrisli kompozitler, seramik matrisli kompozitler ve polimer matrisli kompozitlerdir.
  - *Metal matrisli kompozit malzemelerin;* ana malzemeleri çeşitli metal ve metal alaşımlarıdır. Bu kompozitlerde metal esaslı yapı içine gömülen ikinci faz (takviye), farklı geometrilere sahip olabilmektedir. Metal esaslı malzemeler takviye edildikleri malzemelere kıyasla daha üstün özelliklere sahiptir. Seramiklerin yüksek elastikiyeti ile metallerin plastik şekil değiştirme özellikleri bir araya getirildiğinde aşınmaya dayanıklı ve gerilme mukavemeti yüksek malzemelere ulaşılabilir.
  - *Seramik matrisli kompozit malzemeler* ise; seramik malzemeler, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve hafif oldukları ( $d= 1,5 \text{ } 3,0 \text{ gr/cm}^3$ ) için kullanışlı malzemelerdir. Bununla birlikte, termal şoklara karşı dayanıksızdırlar. Bundan dolayı liflerle takviye edilmektedirler. Buna karşılık çok yüksek elastiklik modülüne ve çok yüksek çalışma sıcaklıklarına sahiptirler. Bu ürünlerin elektriksel yalıtkanlığı da çok yüksektir.
  - *Polimer matrisli kompozitler,* petrokimya esaslı ürünler olup bugün en yaygın kullanım alanı olan malzemelerdir. En temel özellikleri; korozyona mukavemetleri, uzun süreli kullanıma imkan tanıyan yapıları, kolay şekillendirilmeleri ve birim kütle başına yük kapasitesi yüksek malzemeler olmalarıdır. Polimer matrisli kompozitler, kendi içlerinde termo-set ve termoplastik matrisli kompozitler olmak üzere ikiye ayrılır. Termoset matrisler; ağırlıklı olarak lif takviyeli kompozit yapımında kullanılır. Sıvı halde bulunan bu malzemeler, katılaştırıcı ilavesi ile önce jel haline gelir ve ardından katılaşırlar. Termoset reçineler izotropik olup, lif takviyeli kompozit yapımında genellikle düşük viskozitede olmaları tercih edilir. Diğer yandan termoplastik matrisler ise genellikle sünek ve ısı ile eritilebilen ve soğutma ile katılaştırılan malzemelerdir. Bu sayede onlara yeniden şekil vermek mümkün olur. Amorf veya yarı kristalin yapıda olan bu malzemelerin amorf türlerinde moleküller gelişigüzel dağılmışken, kristalin bölgede ise moleküller daha düzenli bir yapıdadır.
- **Takviye fazına göre kompozit malzemeler:** Elyaf takviyeli kompozitler, lif takviyeli, parçacık takviyeli, tabakalı ve karma (hibrid) kompozitler olarak kendi içlerinde sınıflandırılmaktadır.
  - *Elyaf takviyeli kompozitler,* kompozit malzemelerin en yaygın türüdür. Takviye malzemesi olarak en yaygın cam kullanılmaktadır. Matris malzeme olarak plastik reçineler ve düşük maliyeti nedeniyle polyster ilk sıradadır.
  - *Lif takviyeli kompozit malzemeler,* Bu malzeme türünde bileşenler, moleküler boyutta birbirinden farklı olup mekanik olarak birbirinden ayrılabilirler. Matris (reçineler) termoset veya termoplastik olabilir. Takviye lifleri, uzun liflerden, dokuma kumaş, kısa kesilmiş lifler gibi değişik formlara sahip olabilirler. Bu malzeme türünde her biçim farklı özelliklerle sonuçlanırken, kompozit malzemenin özellikleri, liflerin kompozit içerisinde nasıl uzandığı ile ilişkilendirilmektedir.
  - *Parçacık takviyeli kompozitler;* Bu malzeme türünde parçacıklar, genellikle kompozitin rijitliğini artırmada etkili iken, dayanım konusunda aynı beceriye sahip değildir. Parçacık dolgular, fiziksel ve mekanik özellikleri artırmak için kullanılsa da birçok durumda ana amaç maliyetin düşürülmesidir. Parçacık dolgulu malzeme performansını etkileyen farklı unsurlar söz konusu olup, bunlar parçacık boyutları, boyut dağılımları, yüzey enerjileri, hacimsel oranlar, homojen dağılıp dağılmadıkları, eksen oranı olarak sıralanabilir. Parçacık takviyeli kompozitler özellikle uçak motor parçalarının üretiminde tercih edilmektedir.
  - *Tabakalı kompozitler;* Bu kompozit yapı en eski ve en yaygın kullanım alanına sahip olan kompozit yapıdır. Bu yapıda farklı elyaf yönelmelerine sahip tabakaların bileşimi ile çok yüksek mukavemet değerlerine ulaşılır. Bu yapılar aynı zamanda neme karşı da oldukça dayanıklıdır. Bir diğer avantajları da metallere göre daha hafif olmalarıdır. Katmanlı kompozitlerin sunduğu avantajlar; düşük maliyet, yüksek dayanım, hafiflik, aşınma direnci, mükemmel ısı genleşme ve gelişmiş görünüm olarak özetlenebilir. Tabakalı kompozitlere uçak yapılarında yaygın bir kullanımı olan sandviç yapılar örnek olarak verilebilir.

- *Karma (Hibrid) kompozitler*; Bu kompozit yapıda iki ya da daha fazla takviye elemanı aynı anda bulunur. Bu nedenle, bu tip kompozitlere “karma ya da hibrid kompozitler” adı verilmektedir. Bu alan özellikle yeni tip kompozitlerin geliştirilmesine uygunluğu ile ön plana çıkmaktadır. Ucuz ancak basma mukavemeti düşük olan bir elyaf, düşük tokluğa sahip, pahalı ve iyi basma mukavemeti olan bir elyaf kullanılarak tasarlanan bir karma kompozitte daha tok, düşük maliyeti ve iyi bir basma mukavemetine sahip ürün elde edilebilecektir (Kaya).

Kompozit malzemelerde en yaygın olarak kullanılan matrisler olarak polyester, epoksiler, vinil ester, bismaleimid (BMI), fenolikler, silikon, cynate ester, poliimidler ve poliüretan sayılabilir.

Kompozit malzemelerde en yaygın olarak kullanılan elyaf türleri ise şu şekilde sıralanmaktadır (Accluster.com):

- **Cam Elyafı:** Elyaf takviyeli kompozitler arasında en çok bilinen ve yaygın olanı olan cam elyafı, silika, kolemanit, alüminyum oksit, soda gibi cam üretim maddelerinden, özel olarak tasarlanmış ve dibinde küçük deliklerin bulunduğu özel bir ocaktan eritilmiş camın itilmesi yöntemiyle üretilmektedir.
- **Karbon (Graphite) Elyafı:** Karbon elyafı kompozit malzeme olarak çelikten on kat, alüminyumdan ise sekiz kat daha güçlüdür. Buna karşılık her iki malzemeden de çok daha hafiftir. 1800’lerin sonlarında akkor lamba teli (flamenti) elde etmek amacıyla pamuk ve bambu lifinin karbonizasyonu ile elde edilerek kullanılan bu elyaf, 1950’lerin sonunda roket üretimi için takviye malzemesi olarak uygulanmıştır. Önceleri karbon elyafı ve grafit elyafı farklı yöntemlerle elde edilirken, bugün üretim yöntemleri itibariyle aynı malzemeye dönüşmüşlerdir. Karbon elyafının en önemli özelliklerinden biri epoksi matrisler ile birleştirildiğinde olağanüstü dayanıklılık ve sertlik özellikleri göstermesidir. Maliyetler çok yüksek olan karbon elyaflar, uçak sanayinde, spor gereçlerinde veya tıbbi malzemelerin yüksek değerli uygulamalarında kullanılmaktadır.
- **Aramid (Aromatic Polyamid) Elyafı:** Kevlar (DuPont) ve Twaron (Akzo Nobel) gibi ticari isimleriyle tanınan bu elyaf sağladığı yüksek dayanıklılık, darbe, aşınma, yorulma ve kimyasal dayanımı ile ön plana çıkmaktadır.
- **Bor Elyafı:** Kendi içlerinde de kompozit yapılar olan bor elyafları, genellikle tungsten olan ve çekirdek olarak adlandırılan ince bir flamanın üzerine bor kaplanarak imal edilirler. Son yıllarda karbon çekirdek de kullanılmaktadır. Çekme dayanımı sınıfından karbon elyafına eş değer olan bor elyafının basma mukavemeti ise karbonun yaklaşık iki katıdır. Bununla birlikte, bor elyaf diğer bütün elyaf türlerinden daha pahalıdır, bu da ilgili malzemenin kullanımını kısıtlamaktadır. Bu nedenle havacılık ve uzay sanayi ile spor malzemeleri hali hazırdaki uygulama alanlarıdır.

**Şekil 2. Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması**

Kompozit üretiminin amacı; tek başına uygun olmayan ve birbiri içerisinde çözünmeyen malzemelere kullanım alanlarına uygun özellikleri verebilecek duruma getirmek için dayanım, hafiflik, esneklik, maliyet vb. odaklı yaklaşımla yeni özellikler katmaktır. Konvansiyonel malzemeler bitmiş ürün imalatında şekillendirilirken, kompozit ürün imalatında ise şekil vermenin yanı sıra malzemenin kendisi de üretilir. Kompozit malzemeler, teorik olarak sonsuz ömürlü ve neredeyse sonsuz kullanım imkanına sahiptir. Bununla birlikte kompozit malzemeler çok fonksiyonlu olmaları itibarıyla bir sektörde hem hafif ve dayanımlı, bir başka sektörde ise hem termal hem de iletken ya da yalıtkan talebine cevap verilmektedir. Bir diğer deyişle, kompozit malzemeler belirli bir uygulama için istenen özelliklerin tümüne sahip olan tek bir yapısal malzeme bulunmadığından geliştirilmiştir.

Bu bağlamda kompozit sanayi, küresel ekonomik büyümede anahtar rol oynayan (uzay ve havacılık, otomotiv, inşaat, enerji vb.) sektörlerle ciddi bir katkı sunmakta, onların gelecekteki taleplerini karşılamada kritik işleviyle öne çıkmaktadır. Dayanıklılık ve hafiflik küresel ekonomik büyüme sunduğu en önemli iki işlevdir.

**Kompozit Malzemelerin Geri Dönüşümü**

Kompozit malzemeler, her ne kadar genellikle uzun ömürlü olsalar da, ilk nesil kompozit ürünler yaşamlarının sonuna yaklaşmaktadır. Bu, güncel bir sorun olan kompozit atıkların geri dönüştürülmesini ortaya çıkarmaktadır. Malzeme; güçlü, dayanıklı ve homojen olmayacak şekilde üretildiği için doğası gereği kompozit malzemelerin geri dönüştürülmesini kolay değildir. Ayrıca, kompozit malzemeler genellikle örneğin köpükler gibi diğer malzemelerle birlikte kullanılır ve bu da karışık atık toplama akışlarına yol açar. Kompozit malzemelerin kullanımının artması beklendiğinden, artan atıkla başa çıkabilmek için bir çözüm bulmak dünyanın gündemine yerleşmektedir. Halihazırda, çoğu atık kompozit malzemenin bertaraf edilme yöntemi gömmedir. Ancak, Avrupa ülkelerindeki çöp gömme yasakları ve kullanım ömrü sonu direktifleri gibi gelişmelerle daha sürdürülebilir bir geleceğe yönelik hareketler düşünüldüğünde kompozit malzemelerin geri dönüşümü için tatmin edici bir yolun olmaması gelecekteki uygulamaları engelleme riski oluşturmaktadır. Kompozit malzemelerin kullanım ömrü bittiğinde uygun bir atık bertaraf veya geri dönüşüm yöntemi ile değerlendirilmeleri gereklidir. Bir çok atık yönetimi ve çevre mevzuatı, otomobil, rüzgar türbinleri veya havacılık gibi mühendislik malzemelerinin, ekonomik kullanım ömrünü tamamladıktan sonra uygun yöntem ile geri kazanılmasını ve dönüştürülmesini zorunlu kılacaktır.

Diğer yandan, önceki yıllarda teknolojik ve ekonomik kısıtlamalar nedeniyle kompozit malzemeler için ticari geri dönüşüm işlemleri oldukça sınırlıyken, bugün gerçekleştirilen Ar-Ge çalışmaları sonucunda

önemli kazanımlar elde edilmiştir. Ancak Ar-Ge faaliyetleri sayesinde bu alandaki çalışmalar gün geçtikçe artış göstermektedir. Nitekim yapılan araştırmalarda, cam elyafının geri dönüşümünde öğütme, yakma ve piroliz gibi yöntemlerin kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bu sayede geri dönüştürülmüş cam elyaf, çeşitli endüstriyel uygulamalarda ve nihai ürünlerde kullanılabilir hale getirilmektedir. Beton, yürüme yolları, kaldırımlarda kullanılabilen geri dönüştürülmüş cam elyafı, lastik, plastik, ahşap, dökme polimer gibi diğer ürünlerle birlikte de kullanıma uygundur.

Diğer yandan, karbon elyafının geri dönüşümü bir başka önemli husus olup, yüksek değerli karbon elyafını, ömrü bitmiş bileşenlerinden ve üretim hurdalarından ayırmak ve diğer karbon elyafları üretimlerde kullanmak için yapılan araştırmalar sonucunda, küçük yapıdaki BMC uygulamalarında ve yük taşıması gereken SMC uygulamalarında kullanılabildiği görülmüştür. Buna ilaveten telefon, tablet ve bazı bisiklet ekipmanlarının imalatında da karbon elyafı önemli bir imkan sunmaktadır.

Ancak birçok mekanik, termal ve kimyasal geri dönüşüm teknolojileri geliştirilmiş olmakla birlikte henüz bu teknolojiler tam manasıyla ticarileşmemiştir. Katma değerli kompozitlerin geri dönüşümü yönündeki çalışmalar ise hem kompozit endüstrisinin hem de küresel ekonominin sürdürülebilir kalkınmasına katkı sağlayacaktır (Polat).

Kompozit malzemelerinin geri dönüşümü, yükselen bir teknoloji alanı olarak savunma sanayiinin de ajandasına girmiştir. Örneğin; tüm dünyada yaşanan uçak filoları, kompozit malzeme geri dönüşüm merkezlerine yönelik bir talep doğurmuş, Fransa'da bir firma dünyada ilk uçak geri dönüşüm firması olmuştur. Gelecekte savunma sanayiinde sadece uçaklardan değil, tüm kompozit malzeme kullanılan ürünlerden kaynaklı oluşacak katma değerli kompozit atıklara yönelik benzer bir geri dönüşüm ihtiyacının doğacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda gerek üretim aşamasındaki fireler gerekse yaşam ömrünü doldurmuş hurdalar itibarıyla savunma sanayiinde ciddi bir katma değerli kompozit atık akışı bulunmaktadır.

Özellikle, Türkiye'de yerleşime oranı her geçen yıl anlamlı şekilde artan savunma sanayii son yıllarda üretim atağına geçmiş olup bu tarz katma değerli kompozit atıkların ekonomiye geri kazandırılması ve farklı sektörlerin kullanımına sunulması yatırım projesinin ana temasını oluşturmaktadır.

## 2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

Türkiye'nin orta-ileri teknoloji ihracatı yapan bir ülke olması yönünde teşvikler her geçen yıl güçlendirilmekte olup, özellikle makine sektörüne yönelik teşvik yelpazesi oldukça geniştir. Bilindiği üzere, makine sektöründe yapılacak tüm yatırımlar İstanbul hariç olmak üzere 4. Bölge teşvikleri kapsamında faydalanmaktadır. Özellikle yatırım teşvik sistemi kapsamındaki teşvikler, KOSGEB ve TÜBİTAK teşvikleri ile diğer genel teşvikler, yatırımcılar açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

### 2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

#### a. Bölgesel Yatırım Teşviki

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Elektronik Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Sistemi (E-TUYS) üzerinden verilen yatırım teşvik belgesi, Türkiye sınırları içerisinde yatırım yapmayı planlayan tüm tüzel (genel ve özel bütçeli kurum ve kuruluşlar, il özel idareleri, belediyeler ve kamu iktisadi teşebbüsleri ile bunların sermaye bileşimindeki hisse oranları %50'yi geçen kurum ve kuruluşlar) veya gerçek kişilere (gerçek kişiler, adi ortaklıklar, sermaye şirketleri, kooperatifler, birlikler, iş ortaklıkları, meslek kuruluşları, dernekler ve vakıflar ile yurtdışındaki yabancı şirketlerin Türkiye'deki şubeleri); kamu-özel, yerli-yabancı ayrımı olmaksızın verilmektedir.

Diğer yandan; kuruluş süreci tamamlanmamış tüzel kişiler adına yapılacak teşvik belgesi müracaatları değerlendirilmeye alınmamaktadır.

Yatırımcıya şartları yerine getirdiği takdirde kayıtlı destek unsurlarına erişim imkanı tanıyan yatırım teşvik belgesi kapsamında Türkiye'nin 6 farklı bölgesine farklı kapsamda teşvikler tanımlanmıştır. Bu doğrultuda Ankara ili teşvik sisteminde birinci bölgededir.





<b>Gümrük Muafiyeti</b>	VAR
<b>Belediye İmar Harçları Muafiyeti</b>	VAR
<b>Damga Vergisi Muafiyeti</b>	VAR
<b>Beş Yıllık Emlak Vergisi Muafiyeti</b>	VAR
<b>Devletin Hazine Arsalarından Yatırım Yeri Tahsisi</b>	VAR

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Diğer yandan, yatırımı planlanan tesiste geri dönüşüm aşamasını takiben geri dönüştürülen malzemelerin ticarileştirilmesi, yeniden üretilmesi de planlanmaktadır. Bu yönüyle ilgili tesis, bir üretim tesisi olarak da sınıflandırılacaktır. 6/8/2014 tarihli ve 29080 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan öncelikli yatırımlar mevzuatına göre; karbon elyaf üretimine veya karbon elyaf üretimi ile birlikte olmak kaydıyla karbon elyaftan mamul kompozit malzeme üretimine yönelik yatırımlar en az 5. Bölge teşviki alacak yatırımlar olarak değerlendirilmektedir.

**Tablo 2. İlgili Yatırımın 5. Bölge Kapsamında Yararlanabileceği Bölgesel Destekler**

<b>Destek Unsuru</b>	<b>Destek Tutarları</b>
<b>KDV İstisnası</b>	VAR
<b>Gümrük Muafiyeti</b>	VAR
<b>Vergi İndirimi</b>	%40
<b>SGK İşveren Prim Muafiyeti</b>	7 Yıl - %35
<b>Faiz veya Kar Payı Desteği (TL/Döviz)</b>	5 Puan
	2 Puan
<b>Yatırım Yeri Tahsisi</b>	VAR
<b>Gelir Vergisi Stopaj Desteği</b>	YOK
<b>Sigorta Primi Desteği – Çalışan Payı</b>	YOK
<b>Yapı Harçları Muafiyeti</b>	VAR
<b>Emlak Vergisi Muafiyeti</b>	VAR

<b>Damga Vergisi Muafiyeti</b>	VAR
--------------------------------	-----

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

### b. Stratejik Yatırımlar

Stratejik Yatırımlar, Ticaret Bakanlığı tarafından çalışılan Girdi Tedarik Stratejisi (GİTES) çerçevesinde, cari açığın azaltılması amacıyla ithalat bağımlılığı yüksek ara malları ve ürünlerin üretimi ve uluslararası rekabet gücünü artırma potansiyeline sahip Ar-Ge içeriği yüksek, yüksek teknoloji ve yüksek katma değerli stratejik önemi haiz yatırımları teşvik etmek için getirilmiş bir yatırım teşvik sistemidir. Programda asgari sabit yatırım tutarı 50 milyon TL'dir. Ancak ilgili üründe yurtiçi toplam üretim kapasitesinin ithalattan az olması, katma değer asgari %40 olması ve son bir yıl içerisinde ilgili ürünün 50 milyon \$ üzerinde bir değerde ithal edilmiş olması gerekmektedir.

**Tablo 3. Stratejik Yatırımlar İçin Sağlanan Destek Çerçevesi**

Destek Unsuru		Destek Oranı ve Süresi
KDV İstisnası		VAR
Gümrük Muafiyeti		VAR
Vergi İndirimi	Yatırıma Katkı Oranı*	%50
Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği	Yatırıma Katkı Oranı	%50
Faiz veya Kar Payı Desteği (TL/Döviz)	İç Kredi	5 Puan (TOSHP kapsamında yüksek teknoloji üründe 10, diğerlerinde 8 puan)
	Döviz/Döviz Endeksli Kredi	2 puan
Yatırım Yeri Tahsisi		VAR
Sigorta Primi İşçi Hissesi Desteği		Ankara'da (1. Bölge), TOSHP kapsamında yüksek teknoloji ürünlerde 7 yıl, diğerlerinde 5 yıl
Gelir Vergisi Stopajı Desteği**		Sadece 6. Bölgede gerçekleştirilecek yatırımlar ve TOSHB kapsamında desteklenen stratejik yatırımlar
KDV İadesi		Sadece 500 milyon TL ve üzeri yatırımlar için VAR

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

\*İmalat sanayine yönelik (US-97 Kodu:15-37) düzenlenen yatırım teşvik belgeleri kapsamında, 1/1/2017 ile 31/12/2022 tarihleri arasında gerçekleştirilecek yatırım harcamaları için yatırıma katkı oranı geçerli olan yatırıma katkı oranına 15 puan ilave edilmek suretiyle, vergi indirimi oranı %100 oranında ve yatırıma katkı tutarının yatırım döneminde kullanılabilir oranı %100 olarak uygulanır.

**\*\*TOSHP Kapsamında stratejik olarak desteklenen yatırımlarda ürün yüksek teknoloji ise azami 500, diğerlerinde ise azami 300 çalışan için uygulanabilir.**

## 2.2.2. Diğer Destekler

Ankara ili kapsamında ilgili ürünlerin üretimine yönelik faydalanabilecek diğer destekleri sağlayan kurumların başında ise KOSGEB ve TÜBİTAK gelmektedir. KOSGEB Stratejik Ürün Destek Programı ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen Teknoloji Odaklı **Sanayi Hamlesi Programı (HAMLE)** kapsamında orta-yüksek ve ileri teknoloji seviyeli sektörlerde katma değeri yüksek ürünlerin üretimine yönelik yatırım projelerine ağırlık verilmektedir. Destekler; stratejik yatırım ve proje bazlı olmak üzere 2 başlıkta toplanmıştır.

Program kapsamında GTİP kodu bazında destek verileceği ilan edilen sektörler şöyledir:

- Makine
- Kimya
- Eczacılık, bilgisayar, elektronik ve optik
- Elektrikli teçhizat
- Ulaşım araçları

Bununla birlikte, GTİP bazında olmasa da Yenilikçi Teknoloji Alanlarına Göre Ürünler sınıflandırmasına göre; radar soğurucu yüzeyler kapsamında kompozit yük taşıyıcı yüzeyler ve malzemelere yer verildiği görülmektedir.

Proje kapsamında stratejik yatırımlarda aşağıdaki Ar-Ge harcamalarının KOBİ'ler için %75'i, diğer firmalar için %60'ı **TÜBİTAK Ar-Ge Desteği** kapsamında karşılanabilecektir:

- Personel giderleri
- Proje personeline ait seyahat giderleri
- Alet, teçhizat, yazılım ve yayın giderleri
- Malzeme ve sarf giderleri
- Yurtiçi ve yurtdışı danışmanlık hizmeti ve diğer hizmet alım giderleri
- Üniversiteler ve diğer Ar-Ge kurum ve kuruluşlarına yaptırılan Ar-Ge hizmet alım giderleri
- Destek personeli, elektrik, gaz, su, bakım-onarım, haberleşme gibi genel proje giderleri

Proje kapsamında proje bazlı desteklerde KOBİ'lere yatırım sürecinde desteklemeye esas tutarın %25'i erken ödeme olarak yapılacak ve personel gideri desteği ve bağımsız değerlendirme raporu haricindeki tüm giderler için uygulanacak destek oranı %60 olup, aşağıdaki destek unsurları için 5 milyon TL'yi aşmayacak şekilde %30 geri ödemesiz ve %70 geri ödemeli destek **KOSGEB KOBİ Desteği** kapsamında sağlanabilecektir:

- Makine-teçhizat desteği
- Yazılım gideri desteği
- Personel gideri desteği
- Referans numune gideri desteği
- Hizmet alımı desteği

**Tablo 4. Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı Destek Göstergeleri**

Destek Unsuru	Stratejik Yatırım	Proje Bazlı
KDV İstisnası	VAR	VAR

<b>Gümrük Muafiyeti</b>	VAR	VAR
<b>Vergi İndirimi</b>	Yatırıma Katkı Oranı: %50 Vergi İndirim Oranı: %90	Yatırıma Katkı Oranı: %200 Vergi İndirim Oranı: %100
<b>Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği</b>	Ankara'da 7 yıl (Asgari ücret)	10 Yıl (Brüt Ücret)
<b>Sigorta Primi İşçi Hissesi Desteği</b>	İleri teknoloji: 7 Yıl Orta-İleri teknoloji: 5 Yıl	YOK
<b>Gelir Vergisi Stopajı Desteği</b>	10 Yıl (Asgari Ücret) İleri teknoloji: 500 kişi Orta-İleri teknoloji: 300 kişi	10 Yıl (Asgari Ücret, Kişi limiti yok)
<b>Faiz veya Kar Payı Desteği</b>	TL Kredi İleri teknoloji: 10 Puan Orta-İleri teknoloji: 8 Puan Döviz Kredi 2 Puan Yatırımın %20'si 50 Milyon TL limit	10 Yıla Kadar Limitsiz
<b>Yatırım Yeri Tahsisi</b>	VAR	VAR
<b>KDV İadesi</b>	VAR	VAR
<b>Enerji Desteği</b>	YOK	10 Yıl Enerji Giderinin Yarısı
<b>Nitelikli Personel Desteği</b>	YOK	20 x Brüt Asgari Ücret 5 Yıl
<b>Sermaye Desteği</b>	YOK	VAR
<b>Kamu Alım Garantisi</b>	YOK	VAR

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Bununla birlikte; TÜBİTAK, KOSGEB ve Ticaret Bakanlığı'nın aşağıda yer alan desteklerinden (birbirleriyle kesişmemeleri kaydıyla) faydalanmak da mümkündür:

• **TÜBİTAK 1501 – TÜBİTAK Sanayi ve Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı:** Bu yenilik üretme amaçlı projeye göre yenilik tanımı; yeni bir ürün üretme, mevcut bir ürünü geliştirme, iyileştirme, ürün kalitesi veya standardının yükseltilmesi ile maliyet düşürücü yeni tekniklerin ve üretim teknolojilerinin geliştirilmesi şeklinde tarif edilmekte, bu konudaki Ar-Ge projeleri desteklenmektedir. Bütçe sınırı bulunmayan projenin her döneminde destek oranı sabit olup, %75 olarak uygulanmaktadır.

• **TÜBİTAK 1505 – Üniversite Sanayi İşbirliği Destek Programı:** Programın amacı üniversite-kamu araştırma merkez ve enstitülerindeki bilgi birikimi teknolojinin, yenilikçi ürün üretmeyi taahhüt eden girişimlerin ürün veya süreçlerine aktarılması amaçlanmaktadır. Proje bütçesi 1 milyon TL ile sınırlandırılmış olup, TÜBİTAK KOBİ'ler için proje bütçesinin %75'ini, büyük ölçekli firmalar içinse %60'ını desteklemektedir.

• **KOSGEB Ar-Ge ve İnovasyon Destek Programı:** KOSGEB bünyesindeki programın amacı; KOBİ düzeyinde araştırma, geliştirme ve yenilik projelerinin desteklenmesidir. En az 8, en fazla 24 ay sürecek projelerde personel gideri ve başlangıç sermayesi %100; diğer unsurlar ise %75 oranında hibe yöntemiyle desteklenecektir. Proje kapsamında kullanılacak makine, teçhizat ve yazılımın yerli malı olması ise desteklerin oranını %90'a yükseltecektir.

• **KOSGEB Endüstriyel Uygulama Programı:** Yeni bir ürün/hizmetin üretilmesi, kalitesinin artırılması, maliyetinin düşürülmesi, pazarın taleplerine uygun şekilde ticarileştirilmesi amacıyla hazırlanan projelerin desteklenmesini hedefleyen programında destek oranı %75 hibe yöntemidir. Bu oran yerli makine-teçhizat alımında %90'a ulaşırken, destek süresi ise en fazla 18 aydır.

• **KOSGEB İşbirliği Destek Programı:** Programın amacı KOBİ'lerin birbirleriyle ve büyük işletmelerle ortak çalışma kültürünün, karşılıklı fayda ve rekabet avantajı üretecek şekilde geliştirilmesidir. Ortak imalat, tasarım, ürün ve hizmet geliştirme, ortak laboratuvar, pazarlama ve marka tanıtım yeteneklerinin yükseltilmesini hedefleyen program kapsamında; işletici kuruluş modelinde geri ödemesiz 1.500.000 TL; geri ödemeli 3.500.000 TL olmak üzere toplam 5.000.000 TL bir destek hacmi bulunmaktadır. Proje ortaklığı modelinde ise teknoloji düzeyine göre değişmekle birlikte işletme başına geri ödemesiz 225.000-600.000 TL ve geri ödemeli 525.000-1.400.000 TL arasında olmak üzere destekler sunulmaktadır. Proje başına verilebilecek üst limit, teknoloji alanlarında geri ödemesiz 3.000.000 TL ve geri ödemeli 7.000.000 TL olmak üzere 10.000.000 TL'dir. Diğer teknoloji grubunda ise 1.500.000 TL'si geri ödemesiz olmak üzere, toplam 5.000.000 TL destek hacmine erişilmektedir.

• **KOSGEB KOBİGEL-KOBİ Gelişim Destek Programı:** KOBİ'lerin yerli-milli imkanlar dahilinde dijitalleşmesini hedefleyen programın amacı dijitalleştirilmiş iş sürecini sayısını artırmak olup, 300.000 TL'ye kadar geri ödemesiz, 700.000 TL'ye kadar geri ödemeli sunulan destek oranı %60'tır.

• **KOSGEB Stratejik Ürün Destek Programı:** Türkiye'de orta-yüksek ve ileri teknoloji seviyeli sektörlerde katma değeri yüksek ürün üretimini amaçlayan programda destekler Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın belirlediği öncelikli GTİP kodlarına karşılık gelen ürünler üzerinden verilmektedir. Destek süresi en az 8, en fazla 36 ay olan programda toplam 5.000.000 TL destek verilirken, bunun 1.500.000 TL'si hibe şeklindedir. Destek oranı proje bütçesinin %60'ı ile sınırlı olup, HAMLE programı kapsamında kesin başvuru yapmaya davet edilen Türkiye'de yerleşik sermaye şirketlerine de bu destek açıktır.

• **KOSGEB Finansman Destek Programı:** Küçük ve orta ölçekli işletmelerin rekabet edebilirliğini artırmayı amaçlayan program; özel bankalar ve katılım bankalarından KOBİ'lere uygun koşullarda nakdi kredi teminini sağlamaktadır. İşletmelerin KOSGEB'e kayıtlı olmasını gerektiren program kapsamında; makine-teçhizat ve acil destek kredilerini destek sunulurken, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın yukarıda altı çizilen HAMLE programından yararlanan işletmeler ve bu işletmelerin ürünlerini alan işletmeler Stratejik ve Öncelikli Sektörlerdeki İşletmeler kapsamına alınacak; bu işletmelerin işletme ve/veya makine-teçhizat kredilerinde 500,000 TL kredi üst limiti dahilinde asgari 12 puanlık faiz/kâr payı desteği sunulacaktır. Makine-teçhizatı yerli seçeneklere yönelmek ise taban destek puanını 14'e yükseltecektir.

• **KOSGEB KOBİ Teknolojik Ürün Yatırım Destek Programı:** Programın amacı; Ar-Ge veya yenilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünlerin üretimi ve ticarileştirilmesi (birinci kategori) ile orta - yüksek ve yüksek teknoloji alanında yer alan ve cari işlemler hesabına katkı sağlayacak ürünlerin yerli sanayi tarafından üretimini ve ticarileştirilmesini (ikinci kategori) sağlamak olup, destek süresi en az 8, en fazla 36 ay; destek oranı ise %60'tır. Birinci kategoride yer alan başvurular için en yüksek destek miktarı düşük ve orta düşük teknoloji alanları için 300.000 TL hibe, 700.000 TL geri ödemeli olmak üzere toplam 1.000.000 TL; orta-yüksek ve yüksek teknoloji alanları içinse 1.500.000 TL hibe, 3.500.000 TL geri ödemeli olmak üzere toplam 5.000.000 TL'dir. İkinci kategoride yapılacak başvurular için azami destek miktarı ise 1.800.000 TL geri ödemesiz, 4.200.000 TL geri ödemeli olmak üzere toplam 6.000.000 TL olarak belirlenmiştir.

• **KOSGEB Yurtdışı Pazar Destek Programı:** Program ile KOBİ'lerin yurtdışına açılması hedeflenmekte olup, asgari 8 ay, azami 24 ay destek süreci vardır. Üst limiti 300.000 TL olan desteğin, %70'i hibe; %30'u ise geri ödemelidir. Yerli yazılım kullanılması durumunda ise hibe oranına %15 ilave yapılmaktadır.

• **Ticaret Bakanlığı Pazara erişim destekleri (Pazar araştırması ve pazara giriş, yurtdışı birim, marka ve tanıtım faaliyetlerinin desteklenmesi, pazara giriş belgelerinin desteklenmesi, Markalaşma ve Turquality):** Ticaret Bakanlığı tarafından %50-75 arası oranlarda ve şirket başına yıllık en fazla 200-250.000 \$ düzeyinde desteklenen bu programlar ile yatırımcılar ürünlerini ihracat pazarlarına ulaştırabilmektedir.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Türkiye'de yatırımcılara sunulan tüm teşviklerin tek bir çatı altında toplandığı [www.yatirimadestek.gov.tr](http://www.yatirimadestek.gov.tr) isimli online bir platform kurulmuş olup, yatırımcılar bu platform aracılığıyla kendileri için en uygun yatırım alternatiflerine tek bir noktadan erişebilme imkanına sahip olmuştur.

Yatırım konusu itibarıyla ilgili koşulların sağlanması durumunda yararlanılabilecek destekler ve tutarları belirten bir tablo aşağıda sunulmaktadır:

**Tablo 5. Yatırım Konusu İtibarıyla Yararlanılabilecek Destekler ve Tutarları**

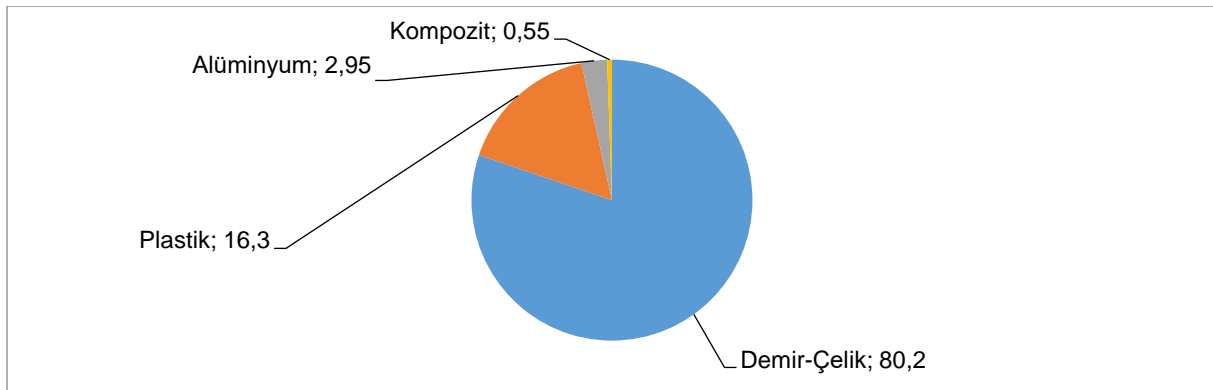
Destek Unsuru	Açıklama
Teşvike Esas US97 Kodu	Plastikten döküntü, kalıntı ve hurdalar 2413.1.13
Bölgesel Teşvik Asgari Yatırım Şartları	4 Milyon TL kimyasal madde ve ürünlerin imalatı 4. Bölge Desteklerinden Faydalanabilecek Orta-Yüksek Teknoloji Yatırımları
Yatırımla İlgili Özel Şartlar	4. bölge desteklerinden faydalanabilecek orta-yüksek teknoloji yatırımları arasındadır. 2017-2022 yıllarında yapılacak yatırım harcamaları için vergi indirimi Yatırıma Katkı Oranına 15 puan ilave edilmekte, vergi indirimi oranı %100 olmakta ve 2017-2025 yılları arası bina-inşaat harcamalarına KDV İstisnası uygulanmaktadır.
Yararlanılacak Teşvik Bölgesi	4. Bölge
OSB içinde mi?	Evet
KDV İstisnası	Var
Gümrük Vergisi Muafiyeti	Var
Yatırım Yeri Tahsisi	Yapılabilir
SGK İşveren Hissesi Desteği	6 yıl %25 Yatırıma Katkı Oranı
SGK İşçi Hissesi Desteği	Yok
Vergi İndirimi Desteği	Vergi İndirim Oranı %70, Yatırıma Katkı Oranı %30
Faiz Desteği	TL 4 puan, Döviz 1 puan İndirimli, 1 Milyon 200 Bin TL'yi geçemez.

Destek unsuru	Tutar
Sabit Yatırımlar Toplamı:	22.703.758 TL
İstihdam:	10
KDV İstisnası:	2.229.096,24 TL
Gümrük Vergisi Muafiyeti:	0,00 TL
Vergi İndirimi:	Her yıl yararlanılacak vergi indirimi toplamı 4.599.722,40 TL'ye ulaşınca kadar
SGK İşveren Prim Hissesi Desteği:	6 yıl süreyle 558.446,40 TL tutarında SGK prim teşviki
Faiz Desteği Tutarı:	60 ay vadeli 15.000.000,00 TL kredi kullanımına karşılık 1.200.000,00 TL tutarında faiz desteği

### 2.3. Sektörün Profili

Takviye malzemelerinde ve matris malzemelerinde yapılan yenilikler ve kombinasyonlarla daha yüksek performans değerine sahip olan kompozit malzemeler, sadece çağdaş bir malzeme değil aynı zamanda geleceğin malzemesi niteliğindedir. Bugün kompozit malzemelerin dünyada malzeme kullanımı içerisindeki payı %1'in altında olsa bile, diğer malzemelere göre daha hızlı büyümektedir.

#### Şekil 4. Dünyada Malzeme Kullanımının Hacimsel Olarak Dağılımı



**Kaynak:** Kompozit Sanayicileri Derneği

Tablo 1'de kompozit malzemelerin sektörlere göre hacim olarak dağılımı verilmiş olup taşımacılık ve otomotiv, yapı ve inşaat, elektrik-elektronik ve boru-tank-altyapı sektörleri en çok kompozit malzeme talep eden sektörler olarak ön plana çıkmaktadır. Türkiye'de ise taşımacılık ve otomotivin ardından boru-tank-altyapı sektörü ikinci sıraya yerleşmektedir.

**Tablo 6. Kompozit Malzemelerin Sektörlere Göre Hacim Olarak Dağılımı**

	Dünya (%)	Avrupa (%)	Türkiye (%)
<b>Taşımacılık ve Otomotiv</b>	28,5	46,7	29
<b>Yapı ve İnşaat</b>	20	14,7	23



<b>Elektrik-Elektronik</b>	16	9,7	6
<b>Boru-Tank-Altyapı</b>	15	7,9	25
<b>Tüketim Malları</b>	8	6,7	2
<b>Rüzgar Enerjisi</b>	5,4	7,2	10
<b>Denizcilik</b>	2,6	2.9	2
<b>Savunma ve Havacılık</b>	0,5	0,5	-
<b>Diğer</b>	4	3.7	3

**Kaynak:** Kompozit Sanayicileri Derneği

Bugün dünyada kompozit malzemelerin en yaygın olarak kullanıldığı sektörlerin başında taşımacılık ve otomotiv endüstrisi (%28,5) gelmektedir. Her geçen gün nicelik ve nitelik itibariyle artan çevre regülasyonları ile otomotiv sektöründe karbon salınımlarını azaltmak öncelik haline gelmiştir. Bunun yolu ise daha basit araçlar üretmekten geçmektedir. Her %10'luk bir hafifleme ise %5-7 arasında yakıt tasarrufu ve km. başına 10 gram karbon emisyon azaltılması mümkün olmaktadır. Bu da sektörü daha fazla kompozit malzeme kullanımına yönelten bir faktördür. Uzun süredir Formula-1 araçları ve üst segment otomobillerde kompozit malzemeler tercih edilmekle birlikte, tamamen elektrikli BMW i3 model otomobilin tüm gövdesi karbon fiberden üretilmiştir.

#### **Şekil 5. Gövdesi Tamamen Karbon Fiberden Üretilmiş Hafif Otomobil Örneği**



**Kaynak:** BMW

Yapı ve inşaat sektörü (%20) dünyada kompozit malzemelerin en çok tercih edildiği ikinci sektördür. Yapısal ve estetik amaçlı uygulamalar kapsamında; çatı ve cephe taşıyıcı sistemleri, bina kaplama panelleri, küvet, lavabo gibi vitrifiye ürünleri, yüzme havuzları, soğuk hava depoları, köprüler, sokak lambaları gibi yapı unsurlarının üretiminde kompozit malzeme kullanılmaktadır.

Savunma ve havacılık sektörü ise, değer olarak büyük olmakla birlikte hacim bazında üretimin diğer sektörlerle göre daha düşük olması nedeniyle alt sıralardadır. Ticari havacılıkta 1980'li yıllarda başlayan cam elyaf kompozit kullanımı 1990'lı yıllarda yerini karbon elyaf kompozitlere bırakmıştır. Bugün havacılık sektöründe yıllık yaklaşık %10 artışla 23 bin ton karbon elyaf tüketildiği tahmin edilmektedir. Örneğin; Boeing'in 787 platformu ile Airbus'ın A350-380 platformları havacılıkta karbon elyaf talebinin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. İmalatında karbon elyaf kompozitlerin kullanıldığı tasarımlar, daha düşük yakıt ve bakım masrafları nedeniyle başlangıçta yüksek olan maliyetleri dengelediği gibi, imalatında %50 karbon elyaf kullanılmış bir uçak, %3 karbon elyaf içeren bir uçağa göre %20 daha hafiftir. Bu nedenle karbon elyaf kullanılan bir uçağın %20'ye kadar tasarruf sağlaması mümkündür.

Savunma ve havacılık sanayinde en yaygın kullanılan takviye malzemesi karbon elyafıdır. 2018 yılında dünya genelinde karbon elyaf takviyeli kompozit malzemelerin sektörler arasında kullanım hacimleri dikkate alındığında havacılık ve savunma sanayi 12,91 milyar \$'lık kullanım hacmi ile %56'lık dilimi oluşturmaktadır. Diğer taraftan hacim cinsinden bu oran %36'ya gerilemektedir. Bu durum, havacılık ve savunma sektörüne yönelik malzemelerin kalifikasyon ve sertifikasyon maliyetlerinden dolayı birim fiyatlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

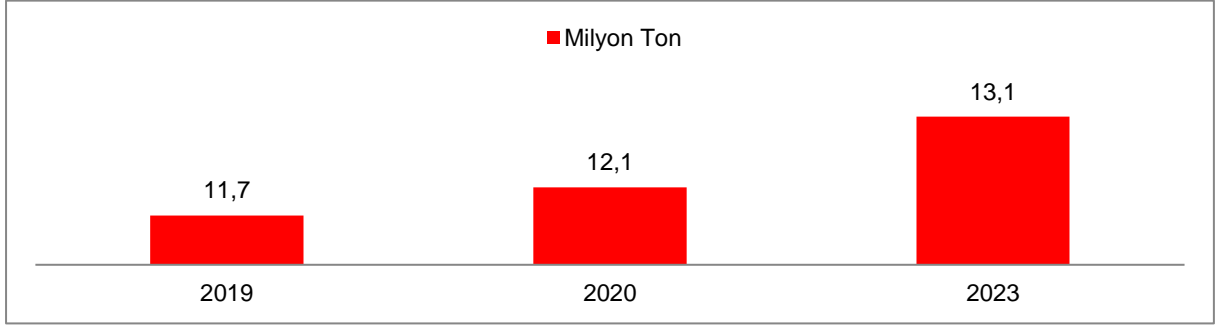
Uçak ve helikopter gibi hava taşıtlarının kanat ve kuyruk elemanları, iniş-kalkış pistleri, egzoz flapleri, tank, panzer ve hava taşıtlarının zırhları, askeri taşımacılıkta kullanılan ağır vasıtalar, vücut koruyucu hafif zırhlar, kurşun geçirmez yelekler, silah gövdeleri, sıvı zırhlar, insansız hava araçları, otobüs, kamyon ve diğer askeri araç koltukları ve yanmaz askeri çadırlarda da kompozit malzemeler kendilerine uygulama alanı bulmaktadır (Eryıldız ve Eker, 2015).

Savunma sanayine yönelik kompozit malzemelerden beklenen en önemli özellikler; yüksek mukavemet/yoğunluk oranı, şekillendirilebilme, elektriksel özellikler, korozyona ve kimyasal etkilere karşı mukavemet, renklendirilebilme ve titreşim sönmülendirmedir. Bugün uçak endüstrisinde, kompozit malzeme kullanımı %30 oranına ulaşmıştır. Bor-epoksi, grafit-epoksi, karbon-epoksi esaslı kompozitler, alüminyum içine dizilmiş bor lifleri, 1000 °C üzerindeki sıcaklıklarda çalışan ve nikel alüminyum alaşımı içerisinde oluşturulmuş nikel-niobyum uçak endüstrisinde son yıllarda ön plana çıkan malzemelerdir. Dünya çapında kompozit malzeme içeren uçaklardan bazıları şöyle sıralanmaktadır: F-14, F-15, F-16, F/A-18, F-35, AV-8B, Eurofighter (EFA), Advanced Jet Fighter (AJF), Joint Strike Fighter (JSF-F35), F-117 Black Hawk, Beech Aircraft Starhip, Pasific Theater B29, APACHE, B-2 Bomber (Yılmaz ve Evci, 2015).

Özellikle karbon elyaf takviyeli polimer kompozitler (Carbon Fiber Reinforced Polymers, CFRP) askeri uçaklarda yoğun olarak kullanılmaktadır. A400M, F-22, F-35, Eurofighter, Eurocopter Tiger projelerinde karbon elyaf takviyeli kompozitler kullanılmaktadır. JSF (Müşterek Taarruz Uçağı), EFA (Avrupa Menşeli Savaş Uçağı) vb. askeri uçaklarda elyafli kompozit malzemeler yapısal kütlede %40, uçağın yüzey alanında ise %70 oranında yer almaktadır. JSF içindeki PMC (Yük Alanı) kullanım oranının her geçen gün arttığı da bilinmektedir. Bununla birlikte, günümüz modern savaş uçakları ses hızının üstünde süpersonik hızlarda hareket kabiliyetine sahip olup, ses üstü hızlarda da elyafli kompozitler gerekmektedir. Örneğin, grafit fiber PMR-15 ve grafit fiber PMR-11-55 olarak adlandırılmış kompozit malzemeler, 290°C-345°C sıcaklıkları arasında binlerce saat kullanıma dayanabilecek kapasitededir. Savunma segmentinde F-35, Boeing KC-46, Airbus A400M ve Embraer KC-390 hava araçlarının yanı sıra V-22 Osprey, Black Hawk, Sikorsky CH-53K ve Airbus H160 helikopter programları kompozit malzeme talep artışında rol oynamaktadır.

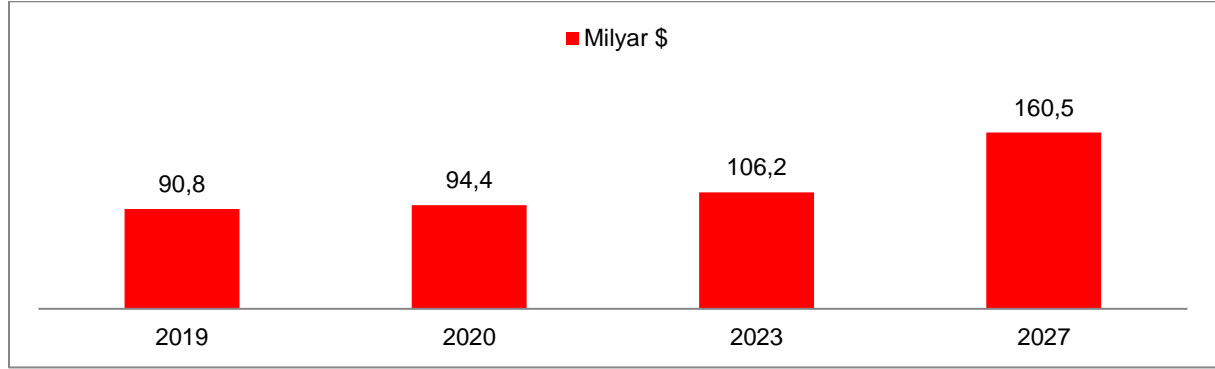
Havacılık alanındaki yenilik eğilimleri arasında kompozitlerin kullanımının artması ve daha fazla nanokompozit malzeme kullanımı gibi eğilimler öne çıkmaktadır. Örneğin, çok uluslu bir ileri teknoloji havacılık şirketi olan Lockheed Martin, F-35'in uçak gövdesi boyunca kullanılan yaklaşık 100 kompozit veya metal bileşenin karbon nano takviye ile güçlendirilmiş polimerle yer değiştirilmesini hedeflemektedir.

2019 yılı sonunda dünya kompozit pazarı hacim bazında 11,7 milyon tona ulaşmıştır. 2020 yılına dair tahminler ise 12,1 milyon ton yönündedir. 2023 yılında ise bu hacmin 13,1 milyon tona ulaşması öngörülmektedir. 2019-2023 yılları arasındaki ortalama hacimsel büyüme öngörüsü yıllık %2,7'dir.

**Şekil 6. Hacim Bazında Dünya Kompozit Pazarı ve Büyüme Beklentisi (2019-2023)**

**Kaynak:** Lucintel Market Reports

Diğer yandan 2019 yılı sonunda değer bazında 90,8 milyar \$ (82 milyar €) olan kompozit pazarının 2020 yılında 94,4 milyar \$'a (85,8 milyar €) ve 2023 yılında ise 106,2 milyar \$'a (96,5 milyar €) ulaşması beklenmektedir. Bu süreçte yıllık ortalama büyüme %4 olacaktır. Grandview Research verisine göre ise 2027 yılında kompozit pazarının 160,5 milyar \$'a yükselmesi öngörülmektedir.

**Şekil 7. Değer Bazında Dünya Kompozit Pazarı ve Büyüme Beklentisi (2019-2027)**

**Kaynak:** Lucintel Market Reports, Grandview Research

Türkiye'de ise kompozit sektöründe faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli 180 şirket ile kısmen kompozit işi yapan 700-800 şirket bulunmakta olup, bunların yarattığı istihdam 12.500 kişi civarındadır. Sektörün kurulu kapasitesi ise 250 bin tonluk hacmi geçmiştir (Kompozit Sanayicileri Derneği, 2021). Diğer yandan, sektör katma değerli yüksek ürünler üretmekte ve ülke ekonomisinin sürdürülebilir büyüme perspektifine katkı sunmaktadır.

Kompozit Sanayicileri Derneği'nin verilerine göre 2021 yılı itibariyle Türkiye kompozit malzeme pazarı 1,35 milyar € yani yaklaşık 15 milyar TL hacme erişmiştir. Kompozit sektörü, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de ikame malzemelerden pay alan bir büyüme motifine sahiptir (Acculester.com).

**Tablo 7. Türkiye Kompozit Pazarı Göstergeleri**

Yıl	İşleme Kapasitesi	Üretim Değeri
2021	250.000 ton	15 Milyar TL (1,35 milyar €)

**Kaynak:** Kompozit Sanayicileri Derneği

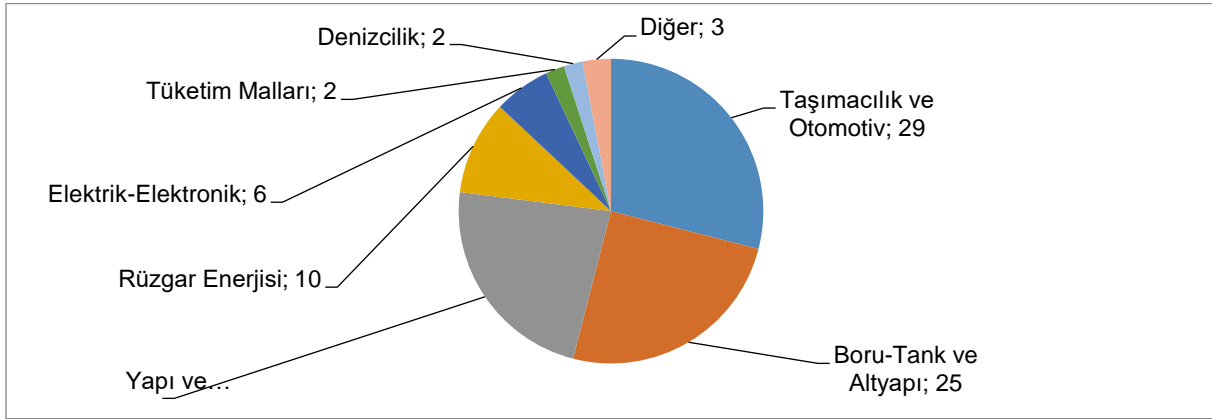
Kişi başına kompozit tüketimi dünyada bir "gelişmişlik kriteri" olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, dünyada 4-10 kg arasında değişen bu miktar Türkiye'de ise 3 kg civarındadır. Diğer yandan dünyada

6,9 €/kg olan ortalama fiyat seviyesi ise Türkiye'de 5,3 €/kg olarak seyretmektedir. Bu doğrultuda, mevcut durum aynı zamanda Türkiye'yi avantajlı bir kompozit üretim üssüne dönüştürmektedir.

Kompozit sektörü Türkiye'de, dünya ve Avrupa'ya kıyasla daha hızlı bir büyüme performansı izlemektedir. Geçtiğimiz yıllarda büyüme oranı konjonktürel olarak %8 ile %12 arasında ifade edilmektedir. Önümüzdeki 5 yıllık süreçte ise beklenti en az %30'luk bir büyümeye işaret etmektedir (Kompozit Sanayicileri Derneği).

Türkiye'de kompozit malzemeler en yaygın olarak taşımacılık ve otomotiv sektörleri tarafından talep görmektedir. İkinci sırada boru-tank-altyapı ve onu takiben yapı-inşaat sektörü gelmektedir. Yatırım açısından stratejik önemi haiz savunma ve havacılık sanayinde kompozit malzeme kullanım talebi %0,5'in altında olmakla birlikte, küresel trendlere paralel olarak yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Kompozit Sanayicileri Derneği verilerine göre önümüzdeki dönemde rüzgar enerjisi, uzay ve havacılık ve elektrik-elektronik sektörlerinden daha fazla miktar ve oranda talep gelmesi beklenmektedir. Ayrıca, iç pazarda ve civar ülkelerdeki talebin etkisi ile %25'lere ulaşan CTP (cam takviyeli plastik) boru üretimi pay kaybetmeden büyümede önemli bir rol oynamaya devam edecektir. Bununla birlikte büyümesi beklenen diğer alanlar; pultrüzyon, sıcak pres kalıplama pestili (SCM/BCM) ve termoplastik enjeksiyon prosesleridir. Vakum infüzyon ve reçine transfer kalıplama (RTM) de rüzgar enerjisi, denizcilik, otomotiv ve taşımacılık ile su kaydırakları sektörü odaklı büyüme ritmi yakalayacaktır.

**Şekil 8. Türkiye'de Sektörlerin Kompozit Malzeme Kullanım Oranı**



**Kaynak:** Kompozit Sanayicileri Derneği

Savunma sanayi ve havacılık, tüm dünyada kompozit malzeme pazarının büyümesinde itici bir rol oynamaktadır. Business Research Company verilerine göre küresel savunma ve havacılık pazarı 2020 yılında 736,36 milyar \$ büyüklüğe erişmiştir. Pazarın %5,2'lik bir yıllık büyüme oranıyla 2021 yılını 774,54 milyar \$ ile kapatması, 2025'e kadar %6'lık birleşik büyüme oranıyla ise 973,2 milyar \$ hacme erişmesi öngörülmektedir.

Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM) bünyesinde gerçekleştirilen ve uzun yıllara dayanan tüm bu yerleşime projeleri sadece teçhizat düzeyinde değil, hammadde düzeyinde de sürmekte olup, küresel trendlere paralel şekilde etkin savunma sanayi ürünleri (özellikle havacılık, kara araçları yani tanklar ve zırhlı araçlar vb.) için ısınma, korozyon, hafiflik vb. performans düzeylerine erişebilmek için kompozit malzeme kullanımı artmaktadır.

Kompozit Sanayicileri Derneği verilerine göre; Türkiye'de en çok kullanılan yöntem %25 ile elyaf sarmadır (filamentwinding). Bu yöntem savunma sanayi ve havacılık sektöründe basınçlı ve basınçsız yakıt tankları (uçaklarda), borular, roket ve füze kovanları vb. gibi kapalı bir dış çevreye (closed contour) sahip ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır.

### Savunma ve Havacılık Sektörü Atık Kompozit Malzeme Miktarı

Kompozitlerin yaygın kullanımı oldukça yakın bir dönemi kapsamaktadır. Dolayısıyla sanayileri yüksek miktarlarda besleyebilecek atık haline gelmeleri belli bir süre daha alabilecektir. Örneğin kompozit malzemenin yapılan rüzgar tribünlerinin bir ekonomik ömrü bulunmaktadır (20-30 yıl) ve yaygınlaşma tarihleri göz önüne alındığında atık haline gelmelerine ilişkin tarihler yaklaşmaktadır. 2020'ye kadar Avrupa'da 42.000 türbin hizmet dışı bırakıldı. Önümüzdeki 5 yılda da 15.000 rüzgar türbini kanadı hizmet dışı bırakılacaktır. Türkiye'de ise 10 yıl içinde ömrünü tamamlamış türbin kanadı miktarının yıllık 5 bin ton, takip eden 5 sene içinde (2036 yılında) ise yıllık 13.750 ton mertebelerine ulaşması beklenmektedir.

Dünyada 2025 yılına kadar yaklaşık 8.500 adet ticari uçağın kullanımdan kaldırılması beklenmektedir. Söz konusu bu uçakların her birinin yaklaşık 20 ton karbon elyaf takviyeli kompozit atığı meydana getirebileceği öngörülmektedir.

Kompozit geri dönüşümü hali hazırda ekonomik olarak fizibil bir yatırım olarak değerlendirilmemektedir. Bununla birlikte, kompozit malzemenin içindeki takviye edici karbon elyafın ayrıştırılması ekonomik olarak caziptir. Bu bağlamda, kompozit geri dönüşümü ile ilgili faaliyet gösteren işletmeler sınırlı sayıdadır. Hatta bu işletmeler ağırlıklı olarak plastik geri dönüşüm firmaları olmakla birlikte, faaliyet alanlarının bir bölümünü kompaund malzemenin kırılması ve diğer ürünlerde girdi olarak kullanılmasına ayırmaktadır. Bunlar da ağırlıklı olarak kompozit içecek ambalajlarının toplayıcıları ya da otomotiv sektöründen çıkan, ağırlıklı polyamid bazlı atık malzeme toplayıcılarıdır.

Ankara'da farklı materyallerden geri dönüşüm tesislerinin sayısına aşağıda yer verilmektedir. Plastik ikincil hammaddeler sektöründe 130 firma faaliyet göstermekte olup, dönüştürme/bertaraf kapasitesi 743,1 milyon kg'dur. Bu tablo Ankara'da genel anlamda geri dönüşüm eko-sisteminin de güçlü olduğunu göstermektedir.

**Tablo 8. Tasnif Edilmiş Materyallerin Geri Kazanımı Sektörü Ankara İli İşgücü Göstergeleri**

Sektör	Üretici Sayısı	Üretim Miktarı (kg)
<b>Tasnif Edilmiş Materyallerin Geri Kazanımı</b>	16	101.058.675
<b>Tasnif Edilmiş Metal Dışı Materyallerin Geri Kazanımı</b>	8	7.609.311
<b>Demir-Çelik İkincil Hammaddeler</b>	84	908.175.586
<b>Camdan İkincil Hammaddeler</b>	13	45.743.033
<b>Kağıt ve Mukavva İkincil Hammaddeler</b>	40	576.469.936
<b>Plastik İkincil Hammaddeler</b>	130	734.141.033
<b>Diğer Metal Dışı İkincil Hammaddeler</b>	58	350.683.948
<b>TOPLAM</b>	<b>349</b>	<b>2.723.611.522</b>

Kaynak: TOBB (NACE 3832)

Yalnızca karbon elyaf ayrıştırılması kapsamında faaliyet gösteren işletme sayısı oldukça sınırlıdır. Türkiye'de ve dünyada da ağırlıklı olarak benzer şekilde enerji, savunma ve havacılık gibi sektörlerden

çıkan atık kompozitler genellikle gömülmekte, çok az bir kısmı da çimento sektöründe yakıt olarak kullanılmaktadır.

Kompozit uygulamalarının başlıca sektörler göre dağılımı esas alındığında ilgili malzemelerin geri dönüşüme tabi olabilecek atık miktarı potansiyeli hakkında fikir yürütülebilmektedir. Bu bağlamda, savunma ve havacılık sektörlerinin atık potansiyeli aktüel durumda yaklaşık 10 bin ton civarındadır. Ancak yakın zamanda ekonomik ömürler nedeniyle bu potansiyel geometrik olarak artabilecektir. Tarihi geçmiş ve kullanılmamış prepreg malzemeler, test için kullanılan kompozitler, üretimde verilen fireler ve kullanım ömrü dolan son ürün halindeki kompozitler bu atık miktarını oluşturan başlıca kalemlerdir.

## 2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

Kompozit hammaddelerin ve nihai mamullerin yapıları gereği dış ticaretlerini gerçekçi bir şekilde takip edecek GTİP kodları bulunmamaktadır. Ancak Türkiye’de sektörün çatı kuruluşu olan Kompozit Sanayicileri Derneği, Türkiye’nin kompozit dış ticaretini hesaplamaktadır. Bu bağlamda, 2017 yılında 270 milyon € ihracat ve 270 milyon € ithalat yapan Türkiye kompozit sektörünün, 2020 yılında 400 milyon € ihracata karşılık, 370 milyon € ithalat gerçekleştirdiği tespit edilmiştir.

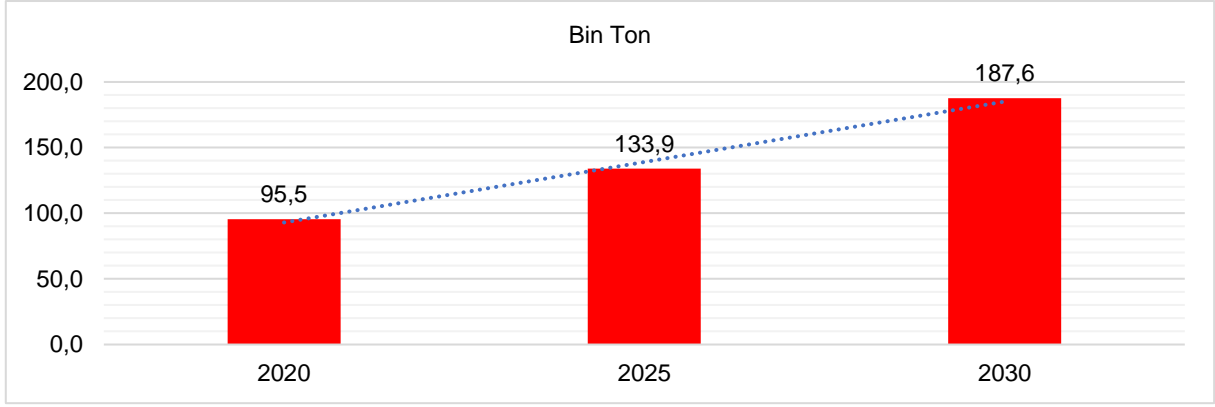
2017 yılında ihracatın ithalatı karşılama oranı %100 iken, 2020 yılında bu oran %108,1’e yükselmiştir. Bu bağlamda, Türkiye kompozit sanayi ilgili göstergeler ışığında dış ticaret fazlası veren bir konuma yerleşmiştir.

**Tablo 9. Türkiye Kompozit Sektörü Dış Ticaret Göstergeleri, Milyon € (2017 ve 2020 Karşılaştırması)**

Ürünler	İhracat (2017)	İhracat (2020)	İthalat (2017)	İhracat (2020)
<b>Polyester Reçine</b>	50	15	30	75
<b>Cam Elyafı</b>	10	70	80	30
<b>Karbon Elyaf</b>	25	-	10	50
<b>Teknik Tekstil</b>	10	5	10	25
<b>CTP Boru</b>	60	-	-	70
<b>Kimyasal Hammadde</b>	-	170	200	-
<b>Diğer</b>	115	10	40	150
<b>TOPLAM</b>	<b>270</b>	<b>270</b>	<b>370</b>	<b>400</b>

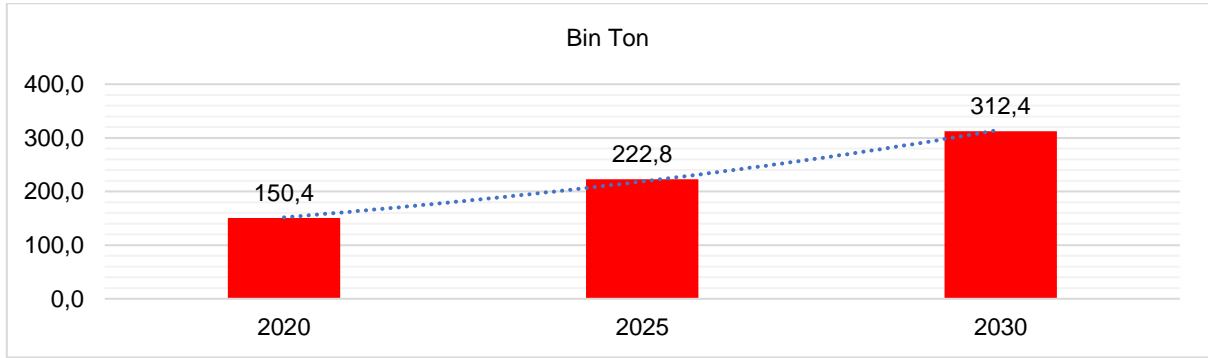
**Kaynak:** Kompozit Sanayicileri Derneği

## Şekil 9. Dünya Karbon Elyaf Talebi (2020-2030)



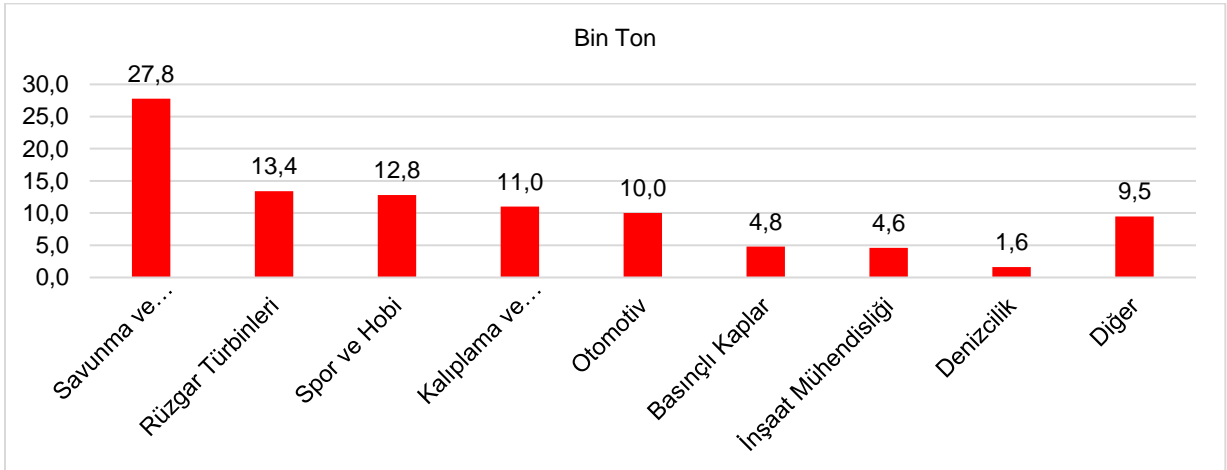
Üretilen karbon fiberlerin önemli bir kısmının, karbon takviyeli kompozitlerde kullanılmak üzere talep edildiği görülmektedir.

**Şekil 10. Dünya Karbon Elyaf Kompozit Talebi (2020-2030)**



Bununla birlikte, termoset yerine geri dönüşümü mümkün olan termoplastik matris yapısına sahip karbon elyaf takviyeli kompozit atıklar girdi olarak tercih edilmektedir.

**Şekil 11. Sektörlere Göre Küresel Karbon Fiber Talebi (2020)**



Orijinal karbon fiber talebi genellikle tedarik kapasitesini aşabilmektedir. Dolayısıyla geri dönüştürülmüş karbon fiberler kritik olmayan uygulamalar için piyasaya yeniden sunulabilir. Diğer taraftan, hurda karbon fiberin toprağa gömülmesi çevresel etkiler dışında ekonomik olarak kg başına 0,30 \$'a mal olabilmektedir.

## 2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Savunma sanayinden elde edilecek kompozit çıktılar (tarihi geçmiş ve kullanılmamış prepreg malzemeler, test için kullanılan kompozitler, üretimde verilen fireler ve kullanım ömrü dolan son ürün halindeki kompozitler vb.), ilgili yatırımın girdileri olacaktır. Bu bağlamda, Türkiye'de toplam kompozit talebinin %1'inden azını oluşturan savunma ve havacılık sanayinin kompozit malzeme talebi tam olarak tahmin edilememektedir. İlgili ürünlerin stratejik ürünler olması, veri akışı üzerinde de kısıtlayıcı bir husustur. Ancak birçok stratejik üründe kompozit malzeme penetrasyonunun yükseldiği düşünüldüğünde, çıktı düzeyinde ilgili malzeme hacminin de arttığı öngörülebilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, ihracat hedefini de kapsayacak şekilde yerli savunma sanayinden elde edilecek yüksek katma değerli 100 ton/yıl kompozit malzemelerden elde edilen karbon elyaf; polyamid ile kompaund edilerek 500 ton/yıl düzeyinde üretim yapılacaktır. Bu dönüştürülen malzemeler, yeniden savunma sanayinde kullanılabilirliği gibi; teknik tekstiller, spor, balıkçılık ve dağcılık malzemeleri, otomotiv sektörü gibi yine katma değerli birçok sektörün hammaddesine dönüştürülebilecektir.

## 2.6. Girdi Piyasası

Savunma sanayinde kullanılan karbon elyaf takviyeli kompozit malzemelerden endüstriyel atık haline gelen malzemeler, toplanarak girdi olarak kullanılacaktır. Diğer bir ifade ile girdi, endüstriyel fire olacaktır. Standart dışı ürün, ıskartaya ayrılan ürün, tarihi geçmiş ve kullanılmamış prepreg malzemeler, test için kullanılan kompozitler, üretimde verilen fireler bu kapsamda değerlendirilecektir.

Kompozit malzemeler arasında cam elyaf takviyeli olanlara göre karbon elyaf takviyeli olanların girdi olarak tercih edilme nedenlerinden biri katma değerli olmalarıdır. Nihai ürünün kullanılacağı endüstrilerin de katma değerli olmasına bağlı olarak yatırımın karlılığı açısından karbon elyaf takviyeli malzemenin geri dönüştürülmesi tercih edilmiştir.

Parça üretimi sırasında karbon elyaf atığı üreten süreçler, elyafları hasarlı bırakabilir. Bu bağlamda, üretilen karbon fiberin yaklaşık %30'u üretim sırasında atık olarak sona ermektedir. Bu nedenle bu atığı geri dönüştürmenin ve yeniden kullanmanın yollarını bulmak, karbon fiberi daha sürdürülebilir ve uygun fiyatlı hale getirmek için önemlidir.

Termoplastik matrisli karbon fiber takviyeli kompozitlerin tercih edilme nedenlerinden bir diğeri ise geri dönüşüm teknolojisinin uygunluğudur. Bilindiği üzere farklı kompozit türleri için kullanılan geri dönüşüm işlemleri farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, termoplastik kompozitler gerektiğinde tekrar eritilip kalıplanarak şekillendirilebilirken, termoset polimerler için öğütme gibi mekanik yöntemler ve yakma haricinde imkânlar kısıtlıdır ve deneysel kimyasal çözme işlemleri de henüz geliştirilme aşamasındadır. Ayrıca, polimer matrisli kompozitlerde kullanılan fiber/katkı maddelerine yönelik işlemler de mevcuttur ancak piyasada pek talep görmediğinden yaygın olarak uygulanmamaktadır.

Karbon fiberler gibi gelişmiş kompozitlerin, toplam kompozit pazarının yaklaşık %2'sine tekabül ettiği ifade edilebilir. Bununla birlikte, yüksek maliyetli hammaddeler ve karmaşık bir üretim süreci nedeniyle üretimleri pahalı olduğu için net piyasa değeri bağlamında toplam pazarın %25'ini temsil ettiği dile getirilebilir.

Havacılık ve savunma endüstrisinden büyük miktarlarda atık elde edilmektedir. Bu bağlamda tasarım, işleme ve geri dönüşüm konusunda uzmanlaşmış şirketler (örneğin Fokker ve Toray), geri dönüştürülmüş karbon elyaf kullanımının ekonomik olarak uygulanabilir olduğunu gösteren bir projeye katılmıştır. Boeing, endüstriyel fire olan karbon fiberini geri dönüştürmek için ELG Carbon Fiber ile işbirliği yapmıştır. Bu süreçte atık olarak ortaya çıkan malzeme Boeing fabrikalarından toplanmıştır.

İlgili tesisin Uzay ve Havacılık İhtisas OSB'de veya yakın bir lokasyonda kurulması tavsiye edilmektedir. Bu durumda girdi olarak kullanılacak karbon elyaf takviyeli kompozit malzemelerin nakliyesinde kolaylık söz konusu olabilir. Diğer durumlarda malzemenin boyutuna bağlı olarak nakliye süreçleri çeşitli meydan okumalar içermektedir. Örneğin Ankara dışından sağlanacak nakliye organizasyonları malzemenin boyutuna göre önemli bir maliyet kalemi oluşturabilir. Ön fizibilitesi sunulan bu tesis, orta büyüklükte bir tesistir. Devasa otoklav fırınlarından çıkan malzeme bu tesiste işlenmek için uygun olmayabilir ya da yerinde parçalama sürecine tabi tutulan malzemeler tercih edilir. Nihayetinde tesisin odaklandığı artık ve atık malzeme orta büyüklükte, kırılmış, tahrip olmuş malzemedir. Nakliyenin alıcı ve satıcı arasındaki koşullara göre organize edilmesi malzemenin özellikleri gereğince mümkün görünmektedir.



Girdi olarak kullanılacak karbon elyaf takviyeli kompozit malzemelerin geri dönüştürülmesi ile ortaya çıkabilecek maliyet, yatırıma ait maliyetler tablosunda “yıllık işletme maliyeti” başlığı altında verilmektedir.

Granül üretimi için karbon elyaf ile poliamid malzeme kompaund edilecektir. Dolayısıyla üretimde siparişin özelliğine bağlı olarak birincil formda ya da hurda poliamid malzeme kompaund malzemesi olarak kullanılabilir.

## 2.7. Pazar ve Satış Analizi

Tesiste, savunma sanayinden elde edilen endüstriyel fire vb. girdilerin geri dönüşümü ile elde edilen geri dönüştürülmüş karbon elyafı takviye malzemesi olarak kullanılarak karbon elyaf kompaund edilmiş plastik granül üretilmektedir. Bu ürünün ticari adı karbon elyaf takviyeli poliamid olacaktır. Bu granül kompaund malzeme, birçok sanayide enjeksiyonla şekillendirilebilen sayısız ikame üründe kullanılabilir. Yataklamalar, piston parçaları, kompresör kanatçıkları, vana parçaları, otomotiv ve elektrikli araçlar, medikal ve savunma endüstrisinde birçok alanda bu kompaund hammadde kullanılabilir. İşletme, start-up aşamasında hobi ürünleri (spor, dağcılık vb) ve drone üreticilerini hedefleyebilir. Granülize edilmeyen malzeme ise hızla büyüyen 3D sektörü için filament halinde satılabilir.

Kompozit piyasasında pazarı sürükleyici veya etkileyici olarak nitelendirilebilen bazı dinamiklerin söz konusu olduğu ifade edilebilir. Bu dinamiklerin ilki piyasadaki arz ve taleptir. Yukarıda arz ve taleple ilgili genel ve dikkat çekici bilgiler paylaşılmaktadır. İkinci olarak karbon ya da cam elyaf fark etmeden, takviye edilmiş kompozit malzemelerin toplanması, geri kazanımı, geri dönüşümü ya da bertaraf edilmesi için çözümler üretilmesi ülkelerin gündemindedir. Kompozit malzemelerin toprağa gömülmesi yani düzenli depolama alanlarına sevki her geçen gün artan maliyetleri işaret etmektedir. Diğer taraftan her geçen gün döngüsel ekonomi konusundaki farkındalığın artması piyasanın yeni şartlarını belirleyici etkilerden birine sahiptir. Diğer bir ifade ile geri dönüştürülmüş ürünler için ortaya çıkan yeni pazarlar, hükümet politikaları ve geri dönüştürülmüş malzeme ile ilgili regülasyon ikliminin genişletilecek olması pazarın nabzını belirleyebilir.

Bununla birlikte, geri dönüştürülmüş fiber takviyeli polimer (rFRP) kompozitlerin ticari ömrü üzerindeki en önemli itici güç, yeni pazarların ortaya çıkmasıdır. Daha fazla kompozit geri dönüşümün artması, mevcut kompozit üreticileri ve onların hammadde kaynakları üzerinde de bir etki olmaktadır. Aktüel olarak, Bayerische Motoren Werke AG (BMW) ve Volkswagen AG (VW) gibi otomobil üreticileri, otomobillerinde kompozit kullanımını artırmayı planlamaktadır.

Ayrıca geri dönüştürülmüş kompozitler ve biyokompozitler yeni girdi materyalleri haline gelmektedir. Bu konudaki araştırmalar hız kazanmıştır. Bu araştırmalar, otomobil endüstrisinde rFRP kompozitlerinin ekonomik uygulanabilirliğini de artırabilir.

Günümüzde sanayi ürünlerinde geri dönüştürülmüş karbon elyaf ile sağlanabilecek tasarruf yönlü geliştirmeler önemli hale gelmektedir. Virgin Carbon ürünleri tipik olarak 30-40 €/kg arasındadır, geri dönüştürülmüş malzemeler ise 10-20 €/kg arasındadır. Karbon elyafın geri dönüştürülmesi ile fiber takviye maliyetini yaklaşık %40 azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca geri dönüştürülmüş karbon, işlenmemiş karbon fiberin küresel ısınma potansiyelinin %10'undan daha azına sahiptir. Geri dönüştürülmüş karbon elyaf, hibrit malzemelerde de kullanılabilir – yani %10 virjin ürün ve %90 geri dönüştürülmüş karbon elyaf, maliyetleri %70 oranında azaltabilir. Karbon elyaf takviyeli kompozitlerin (CFRP) daha kısa hizmet ömrüne sahip bileşenlerde artan şekilde uygulanmaya başlaması göze çarpmaktadır. Böylece, CFRP'lerin yaşam süresi artık 2 ila 40 yıl arasında değişmektedir. CFRP'lerin geri dönüşümüne ilişkin teknolojinin ilerlemesi bu nedenle daha da acil bir konu haline gelmektedir.

Daha ucuz karbon elyaflara yönelik artan talep (en basit CF formunun fiyatı yaklaşık 20 €/kg) ve artan atık miktarı, CF atıkları için geri dönüşüm olanaklarının değerlendirilmesini hızlandırabilmektedir. Karbon fiber takviyeli polimerler (CFRP), çeşitli endüstrilerde giderek daha fazla kullanılmaktadır. 2020 yılında CFRP'ye yönelik küresel talebin 121.015 ton olduğu görülmektedir. Bu miktar, 2019'a kıyasla talepte %11'lik bir artışın söz konusu olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan havacılık sektöründeki önemli bir gelişme, en hızlı büyüyen segment olarak insansız hava aracı (İHA) pazarıdır. Diğer hızlı büyüyen sektör 3D'dir. Bu bağlamda işletmede geri dönüştürülmüş

malzemenin temel satış alanı insansız hava araçları, drone sektörü ve 3D sektörü olarak hedeflenmektedir. Ayrıca yerli milli otomobil projesi olan TOGG'da üretilen ürünler için çeşitli kapasiteler oluşturulabilir.

Dünyada endüstriyel mekanik geri dönüşüm konusunda yetkinleşmiş bazı firmalar şöyle sıralanmaktadır:

- **Mixt Composites Recyclables:** Fransa'da faaliyet gösteriyor. Asfalt, beton, sunta ve geri dönüştürülmüş kompozitleri donatı olarak kullanılan zemin cam elyafları üretiyor.
- **Filon Products Ltd:** İngiltere'de faaliyet gösteriyor. Nihai ürünlerine dahil edilmiş öğütülmüş elyafla kompozit üretiyor.
- **Hambleside Danelow:** İngiltere'de faaliyet gösteriyor. Zemin plastiklerinde kullanılmak üzere geri dönüştürülmüş elyafla kompozit üretiyor.
- **Reprocover:** Belçika'da faaliyet gösteriyor. Kompozit örtüler, sokak mobilyaları vb. üretiyor.
- **Fiberline-Zajons -Holcim:** Danimarka ve Almanya'da faaliyet gösteriyor. Çimento fırını yöntemi kullanıyor.
- **Eco-Wolf:** ABD'de faaliyet gösteriyor. Kompozit mekanik öğütme yöntemini kullanıyor.
- **Procotex:** Belçika'da faaliyet gösteriyor. Geri dönüşümden karbon, aramid, PEEK ve doğal lifler üretiyor.
- **Apply Carbon (Fransa) ve Extreme EcoSolutions (Hollanda):** Her ikisi de mekanik kompozit geri dönüşümü yapıyor.

Endüstri tarafından üretilen kompozitlerin türünün yaklaşık 1/3'ünün termoplastik ve 2/3'ünün ise termoset olduğu bilinmektedir. Elyaf takviyeli kompozit pazarının diğer segmentlerindeki ilerlemelere, güçlü büyümeye ve birçok yeniliğe rağmen, cam elyaf takviyeli plastikler 2020'de %90'ın üzerinde bir payla pazarda hala baskın malzeme olmaya devam etmektedir.

Diğer taraftan, karbon fiberler her yıl daha da ucuz maliyetlere ulaşmakta ve kompozit pazarındaki payını arttırmaktadır. Halihazırda popüler olan kompozit takviye malzemelerinin özellik ve fiyat karşılaştırmaları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

**Tablo 10. Yaygın Kompozit Takviye Malzemelerinin Özellik ve Fiyat Karşılaştırmaları**

Elyaf Türü	Pazar Payı (%)	Maliyet Aralığı (\$/kg)	Çekme Kuvveti (GPa)	Young / elastiklik modülü (GPa)
E-Glass	%70	1.3-2.6	3.45-3.50	72.5 – 73.5
E-CR-Glass		1.2-3.0	2-3.625	72.5 – 83
AR-Glass		2.5-3.0	1.7-3.5	72 – 175
C-Glass		1.0-2.5	3.3	69
A-Glass		2.0-3.0	3.3	72
S/S-2-Glass		16-26	4.6-4.9	86 – 89
R-Glass		16-26	4.4	86
PAN Carbon	%12	15-120	1.8-7.0	230 – 540

<b>HS-Carbon</b>		20-120	3.31-5	228 – 248
<b>IM-Carbon</b>		25-120	4.1-6	265 – 320
<b>HM-Carbon</b>		25-120	1.52-2.41	393 – 483
<b>UHM-Carbon</b>		30-120	2.24	724
<b>Basalt</b>	%11	5	4.84	89
<b>Aramid/Kevlar</b>	%7	15-30	2.6-3.4	55 – 127

Diğer yandan, çeşitli endüstriler için işlenmesine bağlı olarak hazır karbon fiberin maliyeti büyük ölçüde değişmektedir. Örneğin havacılıkta (113 \$/kg), otomotivde (25 \$/kg), rüzgar enerjisinde (27 \$/kg), basınçlı kaplarda ise (30 \$/kg)'dir. Ortalama reçine maliyeti ise yaklaşık 4 \$/kg'dır. Karbon elyaf kompozit nihai ürünlerinin ortalama maliyeti de uygulamaya göre değişmektedir. Örneğin havacılıkta (332 \$/kg), otomotivde (100 \$/kg), rüzgar enerjisinde (97 \$/kg) ve basınçlı kaplarda (102 \$/kg) olarak sıralanmaktadır.

Mekanik geri dönüşüm sonunda elde edilen ürün:

- Termoplastiklerle kompaund (birleştirme) edilebilir.
- Reçine akışını kolaylaştırıcı şekilde takviye olarak kullanılabilir.
- Sönümlenme sağlamak için kullanılabilir (Örn: ses yalıtımı)
- Ahşap elyafına alternatif olabilir.
- Asfalt içinde kullanılabilir.

**Tablo 11. Hurda Kompozitin Yaklaşık Değeri**

Parametre	Fiyat
Enerji değeri	50 \$ / ton
Dolgu malzemesi olarak değeri	50 \$ / ton
Piroliz ürünlerinin değeri (Maleik Anhidrit, Bisfenol A)	1.500 \$ /ton
Cam elyaf değeri	1.500 \$ / ton
Karbon fiber değeri	15.000 \$ / ton

Tesiste yıllık yaklaşık 100 ton atık kompozit malzemedan karbon elyaf geri dönüşümü yapılabilecektir. Geri dönüşümü yapılan bu ikincil kullanım karbon elyaf, karbon elyaf takviyeli poliamid üretimine girdi olabilecek, totalde ise 500 ton/yıllık karbon elyaf takviyeli poliamid granül elde edilebilecektir. Diğer yandan tesisin, satışa konu ürün olan geri dönüştürülmüş karbon elyaf takviyeli poliamid granül üretimine ve satış miktarına ilişkin öngörülere ise aşağıdaki tabloda yer verilmektedir.

**Tablo 12. Yatırımın İşletme Aşamasında Hedeflenen Üretim/Satış Miktarı ve Ortalama Satış Fiyatı**

	I. Yıl	II. Yıl	III. Yıl	IV. Yıl	V. Yıl
<b>Üretim (ton)</b>	500	500	500	500	500
<b>Yurtiçi Satış (ton)</b>	250	250	250	250	250
<b>Yurtdışı Satış (ton)</b>	250	250	250	250	250
<b>Ort. Satış Fiyatı (\$)</b>	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

### 3. TEKNİK ANALİZ

#### 3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

Geleneksel olarak güçlü bir imalat sanayi merkezi olan Ankara, son yıllarda bölgede artan havacılık ve savunma sanayi yatırımlarıyla, katma değerini ve teknoloji seviyesini hızla artıran bir üretim yapısına sahiptir. Bununla birlikte yetişmiş insan gücü; organize sanayi bölgesi (OSB), üniversite ve tekno-kent eko-sistemi, tescilli Ar-Ge ve Tasarım Merkezi sayısı itibarıyla de Ankara, yatırımcılara önemli avantajlar vaat etmektedir.

2021 yılı itibarıyla Ankara'da 12 OSB bulunmaktadır. Bunlardan OSTİM, ASO 1,2,3 ve İvedik OSB'ler Ankara'da üretimin merkezi konumundadır. Ön fizibiliteye konu yatırımın girdi düzeyinde endüstrisinin katma değerli çıktılarına erişilebilirliğine en uygun yer olan Ankara – Uzay ve Havacılık İhtisas OSB'de kurulması ideal görülmektedir. Bununla birlikte söz konusu OSB'deki parsellerin tamamının satıldığı vakidir. Bir geri dönüşüm tesisi olacağı için arazi ve bina maliyetleri minimumda tutulmuş ve bütçe olarak 500 bin dolar öngörülmüştür. Tesis büyüklüğünün açık ve kapalı alan toplamı olarak 5.000 m2 olması planlanmaktadır.

**Tablo 13. Ankara'da Bulunan OSB'ler ve Özellikleri (Nisan 2021)**

OSB Adı	Üretim Tipi	Fiili Durum	OSB Alanı (ha)	Toplam Sanayi Parseli Sayısı	Tahsis Edilen Sanayi Parseli Sayısı	Tahsis Edilecek Parsel Sayısı	Üretimdeki Sanayi Parseli Sayısı	İnşaat Halindeki Sanayi Parseli Sayısı
<b>Anadolu</b>	Karma	İşletme	292	226	130	96	71	32
<b>Polatlı</b>	Karma	İşletme	312	91	66	25	40	11
<b>Polatlı TO</b>	Karma	İşletme	424,36	130	41	89	5	6
<b>Şereflikoçhisar</b>	Karma	Altyapı	134,94	53	8	45	0	0
<b>Başkent</b>	Karma	İşletme	1.014	550	470	80	178	217
<b>Dökümcüler İhtisas</b>	İhtisas	Altyapı	117	65	5	60	0	4
<b>Elmadağ Mobilyacılar</b>	İhtisas	Altyapı	116	94	0	94	0	0
<b>İvedik</b>	Karma	İşletme	477	6.956	6.956	0	6.981	16
<b>OSTİM</b>	Karma	İşletme	476	4.461	4.460	1	4.096	37
<b>ASO 2-3</b>	Karma	İşletme	1.074,56	305	305	0	96	125
<b>ASO 1</b>	Karma	İşletme	817	331	329	2	274	6
<b>Uzay ve Havacılık İhtisas</b>	İhtisas	İşletme	723	160	160	0	2	21

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Diğer yandan; Ankara'da ilki 2001 yılında kurulan ODTÜ Teknokent Teknoloji Geliştirme Bölgesi olmak üzere 8'i aktif 2'si altyapı çalışmaları devam etmekte olan; 10 adet tekno-kent bulunmaktadır. Türkiye'deki toplam teknoloji geliştirme bölgelerinin sayısı ise Nisan 2021 itibarıyla 87'dir. Ankara bu kategoride İstanbul'un ardından ikinci sıradadır. Bu bölgelerin varlığı, üniversite-tekno-kent, sanayi işbirliğini güçlendiren bir unsur olarak; sanayinin teknolojiye erişimi üzerinde pozitif etki üretmektedir. İlgili yatırımın çıktısı olan ürünlerin; küresel trendlerle uyumlu Ar-Ge ve inovasyon yapısına kavuşması açısından da bu bölgelerle yapılacak işbirliği büyük önem arz etmektedir.

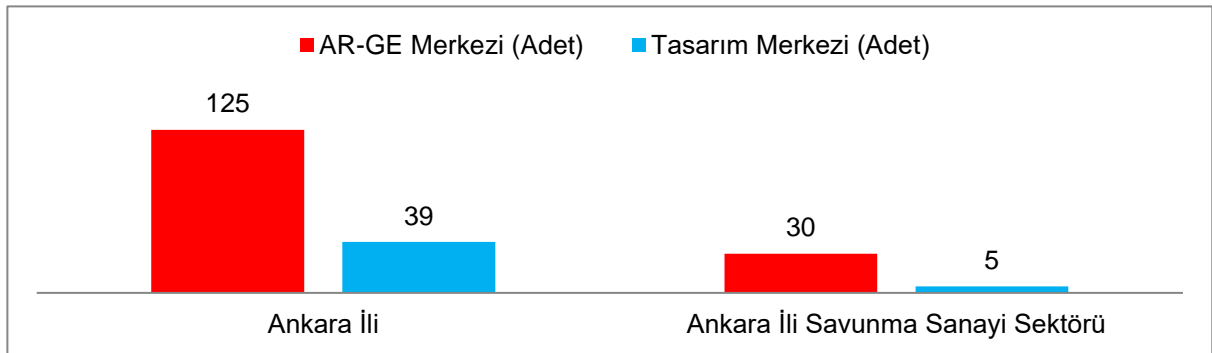
**Tablo 14. Ankara'da Bulunan Teknokentler (Nisan 2021)**

Teknokent	Bağlı Bulunduğu Üniversite	Kuruluş Yılı	Fiili Durum
ODTÜ Teknokent Teknoloji Geliştirme Bölgesi	ODTÜ	2001	Aktif
Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Bilkent Üniversitesi	2002	Aktif
Hacettepe Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Hacettepe Üniversitesi	2003	Aktif
Ankara Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Ankara Üniversitesi	2006	Aktif
Gazi Teknopark Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Gazi Üniversitesi	2007	Aktif
Ankara Teknopark Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	2014	Aktif
OSTİM Ekopark Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Ankara-Hacettepe-Atılım-Çankaya-Başkent-TOBB ETÜ	2014	Aktif
ASO Teknopark Teknoloji Geliştirme Bölgesi	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	2008	Aktif
TeknoHab Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Gazi Üniversitesi	2018	İnşa Halinde
ASBÜ Sosyal İnovasyon ve Girişimcilik Teknoloji Geliş. Bölge.	Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi	2019	İnşa Halinde

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Türkiye'de savunma sanayine dönük olarak 41 Ar-Ge merkezi bulunmakta olup, bunların 30'u Ankara'dadır. Bu açıdan Ankara oldukça güçlü bir eko-sisteme sahiptir. Ankara genelinde 10 bini aşkın Ar-Ge personeli çalışmaktadır. Ankara'da savunma sanayine dönük olarak faaliyette olan 5 Tasarım Merkezi de eko-sistemin güçlendiren bir diğer unsurdur.

**Şekil 12. Ankara'da Bulunan AR-GE ve Tasarım Merkezleri (Nisan 2021)**

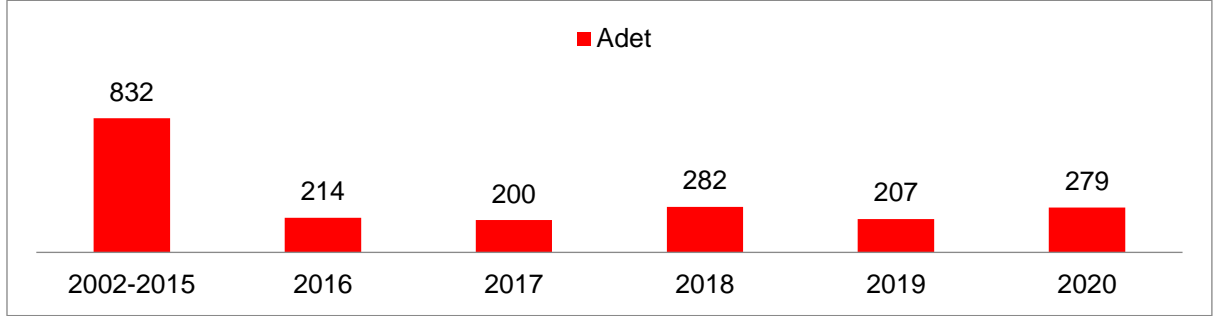


**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Ankara'nın inovasyon eko-sistemine ilişkin bir başka gösterge ise patent tescil sayısıdır. 2002-2015 yılları arasında toplam 832 patent tescil edilirken, bu sayı neredeyse 2018-2020 yılları arasında

yakalanmıştır. 2016-2020 yılları arasında toplam patent tescil sayısı 1.182'dir. Bu da son yıllarda Ankara'nın ilgili kategoride hızlı bir büyüme performansı sergilediğini göstermektedir.

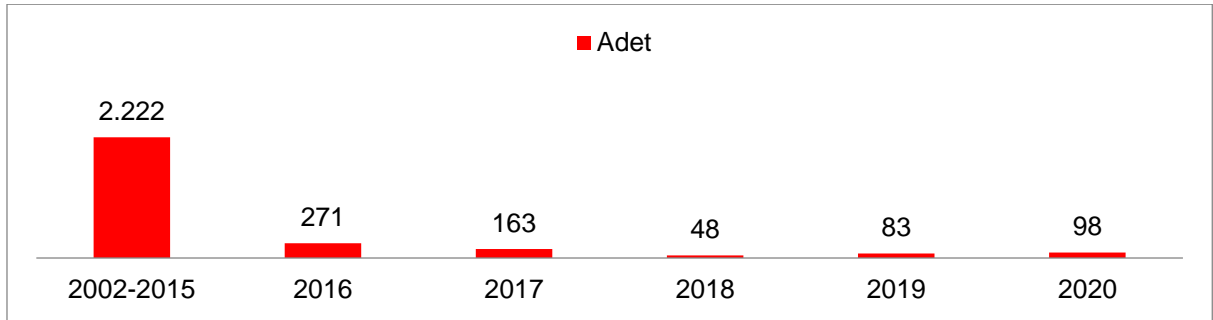
**Şekil 13. Yıllara Göre Ankara'da Tescil Edilen Patent Sayıları (2002-2020)**



**Kaynak:** Türk Patent Enstitüsü

Diğer yandan, Ankara ilinde 2002-2015 yılları arasında 2.220 olarak kaydedilen faydalı model tescil sayısı ise 2016-2020 yılları arasında toplamda 663 olarak tespit edilmiştir.

**Şekil 14. Yıllara Göre Ankara'da Faydalı Model Tescil Sayıları (2002-2020)**



**Kaynak:** Türk Patent Enstitüsü

Ayrıca Ankara genelinde bölgesel teşvikler kapsamında 2002-2015 yılları arasında takım hava ve uzay taşıtları imalat sanayindeki yatırımlara yönelik 2,19 milyar TL değerinde 22 yatırım teşvik belgesi verilirken, bu sayede 2.280 istihdama ulaşılmıştır. 2016-2021 yılları arasında ise belge sayısı 28, yatırım tutarı 1,25 milyar TL olmuş ve 674 istihdam yaratılmıştır. Böylece 2021 Nisan ayı itibariyle sektöre yönelik Ankara'daki yatırım sayısı 50'ye, sabit yatırım tutarı 3,44 milyar TL'ye ve istihdam 2,954'e yükselmiştir.

**Tablo 15. Ankara'da Hava ve Uzay Taşıtları İmalatına Yönelik Bölgesel Teşvikler (2002-2021)**

Yıl	Yatırım Belgesi	Yatırım Tutarı	İstihdam
<b>2002-2015</b>	22	2.191.000.000 TL	2.280
<b>2016-2021</b>	28	1.250.000.000 TL	674
<b>TOPLAM</b>	<b>50</b>	<b>3.441.000.000</b>	<b>2.954</b>

**Kaynak:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

### 3.2. Üretim Teknolojisi

Kompozit geri dönüşümün gerek ürünün yapısal özelliklerinden gerekse de teknolojik nedenlerle göz ardı edilemeyecek dezavantajları bulunabilmektedir. Örneğin;

1. Yapısal özellikleri nedeniyle, kompaund edilmiş malzemelerin birbirlerinden tekrar ayrılması kolay bir süreç değildir.
2. Kompozit malzemelerin geri dönüştürülmesinde enerji dahil birçok maliyet görece yüksektir.
3. Geri dönüştürülmüş malzeme ile birincil (orijinal) cam elyafların rekabet etmesi kolay değildir. Zira birincil cam elyafların fiyatı oldukça düşüktür. Bir kompozit geri dönüşüm yatırımının günümüz yetkin teknolojileri kapsamında gerek fiyatlar ile rekabet etmesi gerekse de birincil cam elyaflarla aynı özelliklere sahip geri dönüştürülmüş cam elyaf elde edilmesi kolay görünmemektedir.
4. Geri dönüştürülen malzeme üzerinde gerek geri dönüşüm sürecinin bizzat kendisinin yarattığı hasar ve gerekse de ömür boyu aşınmaya bağlı olarak azalan kalite ve değerler, yatırımların fizibilitesini negatif yönde etkilemektedir.

Diğer taraftan söz konusu yatırımın ana girdisi içindeki temel materyallerden biri olan karbon fiber son derece dayanıklıdır ve geri dönüştürülmesi görüldüğü kadar kolay değildir. Üstelik geri kazanılan karbon fiberin bütünlüğünden ödün verilmese de geri dönüştürülmüş lifler fazla kabarık ve orijinal elyafa göre daha az yoğun olma eğilimindedir, bu nedenle bunları alışılan karbon fiber tabakalara yeniden dokumak verimli olmayabilir.

Geri dönüştürülmüş lifler, karbon liflerinin enjeksiyonla kalıplanmasında yaygın olan yoğun granüllere dönüştürülebilir. Karbon fiber granülleri ile enjeksiyon kalıplama halihazırda işlenmemiş fiberlerle yapılıyor, ancak geri dönüştürülmüş fiber kullanılarak aynı nihai ürün daha düşük maliyetle çevre dostu bir şekilde üretilebilir. Bu bağlamda öncelikle kompozit geri dönüşümünde mevcut olan tekniklere değinmekte fayda görülmektedir. Yöntemler üç ana kategoriye ayrılır: mekanik geri dönüşüm, termal geri dönüşüm ve kimyasal geri dönüşüm. Her yöntem, süreç ve çıktı özellikleri, avantajları ve dezavantajları, atık yönetimi hiyerarşisi ve teknoloji hazırlık düzeyi açısından ele alındığında kurulacak işletme için başlangıç teknolojisi olarak mekanik geri dönüşüm tercih edilmiştir.

#### Şekil 15. Kompozit Malzemeler İçin Yaşam Döngüsü Senaryoları



Mekanik öğütmenin, elyaf ve reçine fraksiyonlarını kabaca ayırmak için kompozit hurdayı küçük parçalara bölme anlamına geldiği ifade edilebilir. Hem cam hem de karbon elyaf takviyeli kompozitlerin mekanik olarak öğütülmesi ile ilgili bilimsel araştırmalar mevcuttur.

Mekanik öğütmenin enerji talebi, kullanılan makine ve proses ölçeğine bağlı olarak 0,1-4,8 MJ/kg arasındadır. Maksimum makine kapasitesinde, tahrik motorları en düşük enerji talebine ulaşarak en verimli şekilde çalışabilir. Parçalayıcı (shredder) ve öğütücü (grinding) makinesinin motoruna güç verilmesi, enerji talebinin önemli bir kısmını oluşturabilir. Kompozit geri dönüşüm yöntemlerinde yer alan enerji talebi en yüksekte en düşüğe şu şekilde sıralanabilir: Kimyasal geri dönüşüm (21-91 MJ/kg); Piroliz (24-30 MJ/kg); Mikrodalga Piroliz (5-10 MJ/kg); Mekanik geri dönüşüm (0,1-4,8 MJ/kg).

Geri dönüşüm prosesindeki enerji kullanımı, orijinal elyaf üretiminin %10'u kadardır. Mekanik öğütme işleminde üç temel adımın öne çıktığı ifade edilebilir:

**Tablo 16. Kompozit malzeme mekanik geri dönüşüm süreci**

	<b>Parçalama (Shredding)</b>	<b>Öğütme (Grinding)</b>	<b>Sınıflandırma (Classifying)</b>
<b>Süreç</b>	Atık malzemelerin hacmini küçültme	Parçaları öğütürerek kırıntıya dönüştürme	Parçaları reçine yoğun tozlar ile lifli parçalara ayırma
<b>Parça boyutu</b>	50 – 100 mm	10 mm – 50 µm	-
<b>Ekipman</b>	Parçalayıcı (Shredder)	Öğütücü (Grinding Machine)	Siklon ve elekler

İlk olarak, malzeme bıçaklı kırıcı (shredder) makine haznesinde 50-100 mm'lik parçalar halinde parçalanır. Bu, metal eklerin çıkarılmasını kolaylaştırır ve atık yerinde yapılırsa hacmin azaltılması nakliyyeyi kolaylaştırır. İkinci olarak, parçalar bir öğütme makinesi kullanılarak 10 mm – 50 µm'lik parçalara daha bölünür. Kırma ve kesme işlemleri sonrasında karbon fiber, reçine ve dolgu içeren toz atık elde edilir. Üçüncü olarak, parçalar siklonlar ve elekler kullanılarak içeriklerine ve boyutlarına göre ayrılır. Bunda iki ana fraksiyon ayırt edilebilir: ince ve kaba parçalar.

Daha ince fraksiyonlar, orijinal kompozitle karşılaştırıldığında daha yüksek reçine ve dolgu oranına sahip tozlardır. Kaba, büyük fraksiyonlar ise daha yüksek elyaf içeriğine sahiptir. İki malzemenin tam olarak ayrılmadığına dikkat etmek önemlidir; parçalar neredeyse her zaman karışık malzemelerden oluşacaktır.

Proses çıktıları açısından değerlendirildiğinde reçine açısından zengin olan toz, bir dolgu maddesi olarak kullanılabilir. Ancak böyle bir dolgu malzemesi, işlenmemiş diğer dolgu maddelerinin (örneğin, kalsiyum karbonat veya silika) çok düşük maliyetli olmasına da bağlı olarak ticari olarak yeterince fizibil olmayabilir. Bunun yanı sıra söz konusu çıktının; mekanik özelliklerdeki bozulma, bileşiğin daha yüksek viskozite oranı ve işleme problemlerini arttırma gibi nedenlerle bir dolgu maddesi olarak katılma seviyesi sınırlı kalabilir (<%10).

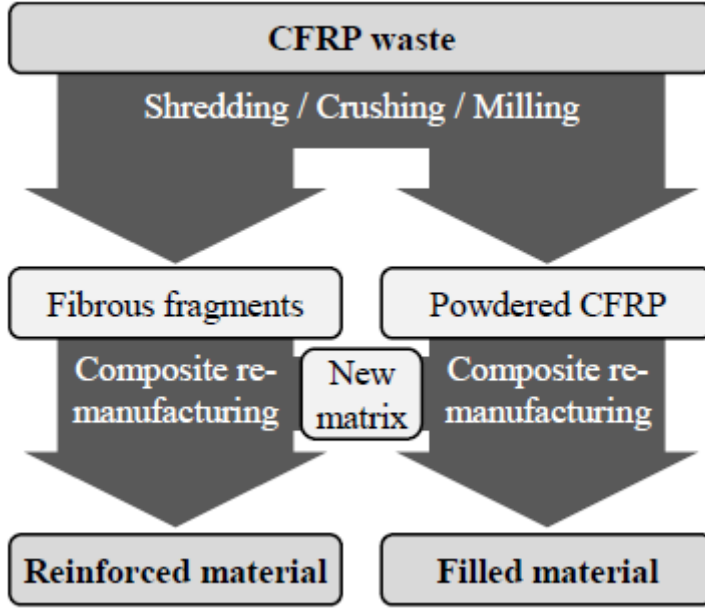
Öte taraftan geri dönüştürülen madde, önemli oranda düşük yoğunluklu polimer içerdiğinden, geleneksel dolgu maddelerinden daha düşük bir yoğunluğa sahiptir. Bu, örneğin yalnızca kalsiyum karbonat kullanımına kıyasla %5 ağırlık tasarrufu sağlayabilir. Ayrıca, dolgu ikamesi geri dönüşüm ürünleri ağırlıkça geleneksel dolgu maddelerine göre daha pahalı olmasına rağmen; düşük yoğunluğa sahip olma ve birim hacim başına daha ucuz maliyet anlamına da gelebilir. Bu durumda söz konusu reçine, havacılık endüstrisi gibi ağırlık ve maliyet tasarrufunun çok önemli olduğu endüstriler için uygun olabilir.



Proses çıktısı olan elyafli parça, yine kısmen reçine içerecek şekilde, farklı formlar gösterebilir (örneğin tozlar, elyaf partikül demetleri, elyaf kırıkları ve dokuma levhacıkları). Bu, geri dönüştürülmüş elyaf özelliklerinin tam olarak ne olduğunu söylemeyi kolay kılmamaktadır.

Özetle elde edilen bu elyafli parça (1) dolgu malzemesi olarak, (2) kısa lifli uygulamalarda öne çıkan ve basınçlı kalıplama yöntemleri olan BMC (Bulk Moulding Compound) ve SMC (Sheet Moulding Compound) hamurlarında kullanılabilir ve (3) enjeksiyonla kalıplanmış ürünlerde inklüzyonlar olarak yeni kompozitler için takviye olarak kullanılabilir. Geri dönüşümün takviye olarak kullanılması, elyafın takviye değeri (kısmen) korunduğu için daha yüksek değerli bir rotayı temsil ederken, dolgu maddesi çok düşük değerli malzemelerin yerini almasına bağlı olarak düşük katma değerli olabilir.

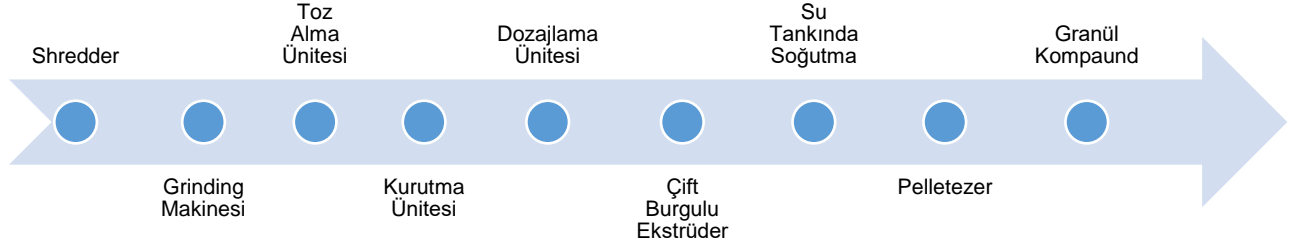
**Şekil 16. Kompozit Malzeme Mekanik Geri Dönüşüm Aşamaları**



#### **Geri Dönüştürülmüş Karbon Elyafın Kompaund Edilmesi:**

Poliamid malzemelere gerekli katkı maddelerinin ilavesi için genellikle çift vidalı, eş yönlü ekstrüderler kullanılmaktadır. Katkılar doğrudan veya uygun poliamid bazlı katkı masterbatchlerinin çift vidalı ekstrüderde eriyik polimer ile karıştırılması ile polimer matrise ilave edilir. Katkı maddelerinin sisteme uygun olarak ilave edilmesi için uygun ekstrüder besleme sistemleri (gravimetrik besleyiciler, yan besleme vb.) bulunmalıdır. Ayrıca toz veya granül masterbatch yapıdaki katkıların poliamid matrise homojen olarak karıştırılabilmesi için uygun karıştırıcı vida konfigürasyonlarının kullanılması önemlidir. Böylece eriyik fazda gerekli olan homojen karıştırma etkin biçimde sağlanabilir. Ardından soğutularak granül halinde karbon elyafli kompaund malzeme hazırlanmış olur.

### Şekil 17. Geri Dönüştürülmüş Karbon Elyafın Kompaund Edilme Süreci



Makine ve ekipmana ilişkin alt kırılımlar ise şu şekilde tablo haline getirilmiştir.

**Tablo 17. İlgili Yatırımda Makine ve Ekipman Maliyet Varsayım Tablosu**

Maliyet Unsurları	Açıklama	Adet	Tutar (\$)	Menşei
<b>Kompozite Özel Kırma-Öğütme Sistemi</b>	*	1	200.000	Yerli
<b>Konveyör Sistemi</b>	*	1	20.000	Yerli
<b>Eleme Sistemi</b>	Titreşimli	1	50.000	Yerli
<b>Agromel</b>	*	1	50.000	Yerli
<b>Çift Burgulu Ekstrüder</b>	Dozajlamalı, Soğutma Tankı, Pelletezer	1	350.000	Yerli
<b>Chiller</b>	*	1	20.000	Yerli
<b>Diğer</b>	Tartı sistemi, ambalaj sistemi, test ekipmanı vb.	1	150.000	Yerli

### 3.3. İnsan Kaynakları\*\*\*

Bir sanayi merkezi olarak nitelendirilebilecek Ankara, nitelikli işgücü havuzu açısından Türkiye'nin en önde gelen şehirlerinden biridir. 2020 yılı sonunda Türkiye'deki 15 yaş üstü istihdam oranı olan %42,8'in Ankara'da da aynı seviyede olduğu görülmektedir. Alt göstergelerin birçoğunda 2020 yılındaki dış çevresel faktörler nedeniyle daralma görülse de, sanayi istihdamı %7'lik bir büyüme kaydetmiş ve 442 bin kişiye yükselmiştir. Benzer bir gösterge de, sanayi istihdam oranındaki büyümedir. Buna göre 2019'da %21,2 olan Ankara'daki sanayi istihdamı oranı, 2020 yılında %23,5'e yükselmiştir. Bu tablo, Covid-19 pandemisinin tüm dünyada imalat sanayi istihdamını ciddi bir biçimde tehdit ettiği zorlu bir yılda, Ankara'da imalat sanayinin istihdam büyümesi yaşadığını göstermektedir. Diğer yandan; genç nüfus (15-24 yaş) itibarıyla Ankara, 826 bin 117 kişilik bir havuza sahip olup, ilin toplam nüfusuna oranı %14,6'dır. Türkiye ortalaması ise %15,4'tür.

**Tablo 18. Ankara İli İşgücü Göstergeleri**

Gösterge	2019	2020	Büyüme Oranı (%)
15 yaş ve daha yukarı yaştaki nüfus (Bin Kişi)	4.300	4.390	-2,1
İşgücü (Bin Kişi)	2.269	2.207	2,7
İstihdam (Bin Kişi)	1.946	1.880	-3,4
Sanayi İstihdamı (Bin Kişi)	413	442	7
İşsiz (Bin Kişi)	322	327	1,5
İşgücüne Dahil Olmayan Nüfus (Bin Kişi)	2.031	2.182	-5,1
İşgücüne Katılma Oranı (%)	52,8	50,3	-2,5
İşsizlik Oranı (%)	14,2	14,8	0,6
Tarım Dışı İşsizlik Oranı (%)	14,6	15,2	0,6
İstihdam Oranı (%)	45,3	42,8	-2,5
Sanayi İstihdam Oranı (%)	21,2	23,5	2,3

Kaynak: TÜİK

TÜİK 2020 verilerine göre 2020 yılı itibarıyla Ankara'da 1 milyonu aşkın yüksekokul veya fakülte mezunu; 150 bini aşkın yüksek lisans mezunu ve yine 35 binden fazla doktora mezunu bulunmaktadır.

Ankara aynı zamanda Türkiye'de üniversite sayısı itibarıyla de öne çıkan illerin başında gelmektedir. İilde 22 üniversitede 240 bini aşkın aktif öğrenci ve 18 binden fazla akademisyen bulunmaktadır. ODTÜ, Ankara, Bilkent, Hacettepe, Gazi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji gibi üniversiteler, Türkiye'nin marka üniversiteleri niteliğini haizdir.

Diğer yandan; Ankara'daki mesleki-tekniik eğitim veren kamu ortaöğretim kurumlarının sayısı 289 olup bunlarda 110 bin 162 öğrenci eğitim görmektedir. Özellerde ise 41 kurumda 5 bin 800'ü aşkın öğrenci mesleki-tekniik eğitim almaktadır.

**Tablo 19. Ankara İli 15 Yaş ve Üstü Nüfusun Eğitim Durumu (2020)**

Eğitim Durumu	2019 (Kişi)	2020 (Kişi)
Okuma Yazma Bilmeyen	84.912	79.766
Okuma Yazma Bilen Fakat Diplomasız	85.410	82.185
İlkokul Mezunu	676.819	658.152
İlköğretim Mezunu	274.256	263.129
Ortaokul ve Dengi Meslek Okulu Mezunu	728.500	736.951
Lise ve Dengi Meslek Okulu Mezunu	1.240.303	1.251.654
Yüksekokul veya Fakülte Mezunu	1.022.142	1.081.726
Yüksek Lisans (5 ve 6 yıllık fakülte dahil) Mezunu	151.235	156.612
Doktora Mezunu	34.442	35.868
Bilinmeyen	33.325	35.055

Kaynak: TÜİK

Tüm bu faktörler ışığında; bu düzeyde bir yatırım için Ankara seçildiğinde; insan kaynağına erişim sıkıntısı ile karşı karşıya kalınmayacağı görülmektedir. Yatırım kapsamında hayata geçirilmesi planlanan geri dönüşüm tesisinde idari personel (beyaz yaka) 5 kişi ve mavi yaka personel 5 kişi olmak üzere toplam istihdam sayısınının 10 olması öngörülmektedir.

**Tablo 20. Sektörde Ortalama Maaşlar**

Çalışan Niteliği	Ortalama Maaş (TL)	Ortalama Maaş (USD)
<b>İdari Personel (5 Kişi)</b>		
Yöneticiler	17.000	2.000
Satış-Pazarlama	9.000	1.050
Mühendisler	7.500	885
Ofis Personelleri	4.500	530
<b>Mavi Yaka Personel (Teknisyen, Usta, İşçi) (5 Kişi)</b>		

<b>Ustalar</b>	6.000	700
<b>Teknisyenler</b>	5.000	590
<b>Vasıfsız Elemanlar</b>	3.500	415
<b>Temizlik ve Bakım Personeli</b>	3.000	350

#### 4. FİNANSAL ANALİZ

##### 4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Tesisin işletmeye alınması (ürün geliştirme süreçleri dahil) için 12 ay yani 1 yıl olarak öngörülmektedir. Kapalı ve açık alanları ile birlikte 5.000 m<sup>2</sup>'lik bir alan tavsiye edilmektedir.

Tablo 21. İlgili Yatırıma Ait Maliyet Tablosu

Maliyet Unsurları	Tutar (\$)
<b>Arazi ve Bina Maliyeti</b>	500.000,00
<b>Etüt ve Projelendirme</b>	100.000,00
<b>Makine-Teçhizat</b>	840.000,00
<b>Demirbaş</b>	100.000,00
<b>Sabit Yatırım Toplamı</b>	<b>1.540.000,00</b>
<b>İşletme Giderleri (Yıllık)</b>	1.920.000,00

##### 4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Yatırımın geri dönüş süresi öngörülen karlılık ve sabit yatırım tutarına bağlı olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ölçeği ve amacı bağlamında söz konusu hesaplamalar basitleştirilmiştir. Bu bağlamda başabaş noktası ortaya konulmuş, geri ödeme süresi için amortismanlar göz ardı edilmiştir. Ayrıca enflasyon ve paranın zaman değeri gibi unsurlar da göz ardı edilmiştir. Ayrıca tesisin tasfiyesi durumunda elde edilebilecek nakit girişi göz önüne alınmamıştır. Şöyle ki ilgili tahmin için satış hasılatı ile faaliyet giderleri beş yıllık projeksiyonun ortalama değeri şeklinde ele alınmıştır. Diğer bir ifade ile gösterge niteliğindeki bu değerler, beş yıllık tahminlerin ortalaması olarak hesaba dahil edilmiştir. Detaylı fizibilite analizinde yıllar içinde enflasyona ve arz/talep dengesine bağlı satış fiyatı/maliyet değişimleri göz önüne alınarak daha detaylı analizler yapılması faydalı olabilecektir.

Başabaş Noktası =  $1.540.000/580.000 = 2,66$  yıl. İşletmeye alınma/yatırım dönemi ile birlikte tahmini geri dönüş süresinin 3-3,5 yıl aralığında olması beklenebilir.

#### 5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

25.11.2014 tarihli ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ne göre imalat yapılacak söz konusu tesis çevresel etki değerlendirmesine tabi olmayacaktır.

Ancak, küresel rekabette çevreci uygulamalara dönüş yönündeki güçlü eğilimden hareketle; tesisin küresel trendlerle uyumlu şekilde, çevreci-yeşil bir tesis olarak kurgulanması (ısı ve yakıt tasarruflu,

enerjisini kendi üreten vb.) ve bu süreçlerin sertifikalandırılması, yatırımın küresel pazarlarda rekabet gücünü artıracaktır.

Yatırım konusu olan yüksek katma değerli savunma sanayi kompozitlerinin dönüşümünün gerçekleştirileceği tesis, kurulacağı bölgede istihdama olumlu katkı sağlayacaktır. Ayrıca yatırımın kurulacağı bölge lojistik olarak savunma sanayi atıklarının tesis dışına çıkmamasını sağlayacak ve lokal bir dönüşüm tesisi olarak kentsel sürdürülebilirliğe katkı sunacaktır.

Diğer yandan; Ankara'nın nitelikli işgücü havuzu göz önünde bulundurulduğunda doğrudan mühendis ve tekniker istihdamı ile mavi yaka istihdamı ilk aşamada kazanımların başında gelecektir. İkinci aşamada, üniversite-sanayi işbirliği gerçekleştirilecek Ar-Ge çalışmaları sayesinde nitelikli işgücüne dolaylı istihdam sağlanacaktır.

Ayrıca; mesleki-teknik liselerde eğitim gören öğrencilere de staj imkanı sağlanması ve mesleki ortaöğretim programlarının canlandırılması da ilgili yatırım sayesinde mümkün olacaktır. Bu sayede Türkiye'nin ve Ankara ilinin son yıllarda karşılaştığı en büyük risklerden biri olan a.) işsizlik sorununa b.) yetişmiş sanayi işgücü açığına karşı örnek bir proje hayata geçirilmiş olacaktır.

Türkiye savunma sanayi son yıllarda ciddi bir yerleşirme sürecine girmiştir. %20'lerden %70'lere kadar ulaşan yerleşirme serüveni sadece nihai mamul düzeyinde değil, böyle bir tesis sayesinde hammaddeleri de kapsayacak şekilde geliştirilebilir. İlgili ürünler çıktı düzeyinde yeniden savunma sanayinin bazı alanlarına dönük geri dönüştürülebileceği gibi, teknik tekstillerden otomotive, spor malzemelerinden dağcılığa, balık malzemelerinden diğer farklı katma değerli sektörlerle kadar geniş bir yelpazede ticarileştirilebilecektir. Bu da savunma sanayinin ve ülke ekonomisinin sürdürülebilir büyüme perspektifi açısından çok olumlu katkılar sağlayacaktır.

### **Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler**

Yatırımcı tarafından hazırlanacak detaylı fizibilitede, aşağıda yer alan analizlerin asgari düzeyde yapılması ve makine-teçhizat listesinin hazırlanması önerilmektedir.

- **Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı (KKO)**

Sektörün mevcut durumu ile önümüzdeki dönem için sektörde beklenen gelişmeler, firmanın rekabet gücü, sektördeki deneyimi, faaliyete geçtikten sonra hedeflediği üretim-satış rakamları dikkate alınarak hesaplanan ekonomik kapasite kullanım oranları tahmini tesis işletmeye geçtikten sonraki beş yıl için yapılabilir.

Ekonomik KKO= Öngörülen Yıllık Üretim Miktarı /Teknik Kapasite

- **Üretim Akım Şeması**

Fizibilite konusu ürünün bir birim üretilmesi için gereken hammadde, yardımcı madde miktarları ile üretimle ilgili diğer prosesleri içeren akım şeması hazırlanacaktır.

- **İş Akış Şeması**

Fizibilite kapsamında kurulacak tesisin birimlerinde gerçekleştirilecek faaliyetleri tanımlayan iş akış şeması hazırlanabilir.

- **Toplam Yatırım Tutarı**

Yatırım tutarını oluşturan harcama kalemleri yıllara sari olarak tablo formatında hazırlanabilir.

- **Tesis İşletme Gelir-Gider Hesabı**

Tesis işletmeye geçtikten sonra tam kapasitede oluşturması öngörülen yıllık gelir gider hesabına yönelik tablolar hazırlanabilir.

- **İşletme Sermayesi**

İşletmelerin günlük işletme faaliyetlerini yürütebilmeleri bakımından gerekli olan nakit ve benzeri varlıklar ile bir yıl içinde nakde dönüşebilecek varlıklara dair tahmini tutarlar tablo formunda gösterilebilir.

- **Finansman Kaynakları**

Yatırım için gerekli olan finansal kaynaklar; kısa vadeli yabancı kaynaklar, uzun vadeli yabancı kaynaklar ve öz kaynakların toplamından oluşmaktadır. Söz konusu finansal kaynaklara ilişkin koşullar ve maliyetler belirtilebilir.

- **Yatırımın Kârlılığı**

Yatırımı değerlendirmede en önemli yöntemlerden olan yatırımın kârlılığının ölçümü aşağıdaki formül ile gerçekleştirilebilir.

Yatırımın Kârlılığı= Net Kâr / Toplam Yatırım Tutarı

- **Nakit Akım Tablosu**

Yıllar itibariyle yatırımda oluşması öngörülen nakit akışını gözlemek amacıyla tablo hazırlanabilir.

- **Geri Ödeme Dönemi Yöntemi**

Geri Ödeme Dönemi Yöntemi kullanılarak hangi dönem yatırımın amorti edildiği hesaplanabilir.

- **Net Bugünkü Değer Analizi**

Projenin uygulanabilir olması için, yıllar itibariyle nakit akışlarının belirli bir indirgeme oranı ile bugünkü değerinin bulunarak, bulunan tutardan yatırım giderinin çıkarılmasıyla oluşan rakamın sifıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Analiz yapılırken kullanılacak formül aşağıda yer almaktadır.

$$NBD = \sum_{t=0}^n (NA_t / (1-k)^t)$$

NA<sub>t</sub> : t. Dönemdeki Nakit Akışı

k: Faiz Oranı

n: Yatırımın Kapsadığı Dönem Sayısı

- **Cari Oran**

Cari Oran, yatırımın kısa vadeli borç ödeyebilme gücünü ölçer. Cari oranın 1,5-2 civarında olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Likidite Oranı, yatırımın bir yıl içinde stoklarını satamaması durumunda bir yıl içinde nakde dönüşebilecek diğer varlıklarıyla kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. Likidite Oranının 1 olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Likidite Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Söz konusu iki oran, yukarıdaki formüller kullanılmak suretiyle bu bölümde hesaplanabilir.

- **Başabaş Noktası**

Başabaş noktası, bir firmanın hiçbir kar elde etmeden, zararlarını karşılayabildiği noktayı/seviyeyi belirtir. Diğer bir açıdan ise bir firmanın, giderlerini karşılayabildiği nokta da denilebilir. Başabaş noktası birim fiyat, birim değişken gider ve sabit giderler ile hesaplanır. Ayrıca sadece sabit giderler ve katkı payı ile de hesaplanabilir.

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Sabit Giderler}}{\text{Birim Fiyat} - \text{Birim Değişken Gider}}$$

**Ek-2: Yerli/İthal Makine-Teçhizat Listesi**

İthal Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m <sup>3</sup> vb.)	F.O.B. Birim Fiyatı (\$)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyet (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı

Yerli Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m <sup>3</sup> vb.)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyeti (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı





## KAYNAKÇA

---

- Advanced Composite Cluster, <http://accluster.com/>
- Akdoğan Eker, A. “Kompozit Malzemeler” YTÜ Ders Notları, İstanbul, (2014)
- Ali İhsan Kaya, “Kompozit Malzemeler ve Özellikleri”,  
[https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0186\\_1847\\_dosya.pdf](https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0186_1847_dosya.pdf)
- Anadolu Ajansı
- Ayşe Kalemtaş, “Malzeme Bilimi”,  
[https://depo.btu.edu.tr/dosyalar/metalurji/Dosyalar/Ayşe\\_Kalemtaş\\_Malzeme\\_Bilimi\\_Malzemelerin\\_Tarihsel\\_Gelisimi.pdf](https://depo.btu.edu.tr/dosyalar/metalurji/Dosyalar/Ayşe_Kalemtaş_Malzeme_Bilimi_Malzemelerin_Tarihsel_Gelisimi.pdf)
- BMW, 2021
- Boeing, 2021
- Business Research Company – Aerospace & Defense Global Market Report 2020-2025
- Defense News, Top 100 for 2020, <https://people.defensenews.com/top-100/>
- DHMI, 2021
- Dünya Bankası, 2021
- Erdem Eryıldız ve Ayşegül A. Eker, “Savunma Sanayinde Kullanılan İleri Kompozit Malzemeler ve Uygulama Alanları”, International Journal of Engineering Research and Development, Vol.7, No.4, 2015, 1st International Defense Industry Symposium Special Issue  
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/405742>
- Grandview Research - Global Composites Market 2020-2027
- Kompozit Sanayicileri Derneği, Kompozit Malzeme Hammadde Raporu,  
[http://www.kompozit.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/Hammadde\\_Raporu\\_1\\_Mayis\\_2021.pdf](http://www.kompozit.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/Hammadde_Raporu_1_Mayis_2021.pdf)
- “Kompozit Malzemeler”, Bartın Üniversitesi Ders Notları,  
<https://cdn.bartın.edu.tr/metalurji/d7ee7cd9-f063-4669-8e1c-393503ed6ffb/kompozitmalzemellersunu1qiris.pdf>
- Kompozit Sanayicileri Derneği Verileri, 2021
- KOSGEB, 2021
- Lucintel Market Reports – Composites Materials Market Report
- Malzemebilimi.net
- Rüstem Polat, “Kompozit Malzemelerin Geri Dönüşümü”,  
<http://rustempolat.com/makale-detay/kompozit-malzemelerin-geri-donusumu>

Savunma Sanayi Müsteşarlığı – Faaliyet ve Performans Raporları

SASAD – Türkiye Savunma ve Havacılık Sanayi Verileri

Sektör Temsilcileriyle Yapılan Görüşmeler, 2021

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021

TOBB - Sanayi Veri Tabanı

TÜİK, 2021.

Türk Patent Enstitüsü İstatistikleri, 2002-2020.

“Türkiye'nin Savunma Sanayii İhracatı Son 5 Yılda %30 Arttı”,

<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyenin-savunma-sanayi-ihracati-son-5-yilda-yuzde-30-artti-ithalati-yuzde-59-geriledi/2176398>

Umut Yılmaz ve Celal Evcı, “Havacılık ve Savunma Sektöründe Kompozit Malzemelerin Geleceği”, Savunma Bilimleri Dergisi, The Journal of Defense Sciences, Kasım/November 2015, Cilt/Volume 14, Sayı/Issue 2, 77-109.



Aşağı Öveçler Mah. 1322. Cad. No: 11  
06460 Çankaya / ANKARA  
Tel: 0 (312) 310 03 00 – Faks: 0 (312) 309 34 07

E-posta: bilgi@ankaraka.org.tr | [www.ankaraka.org.tr](http://www.ankaraka.org.tr)

**Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz.**