



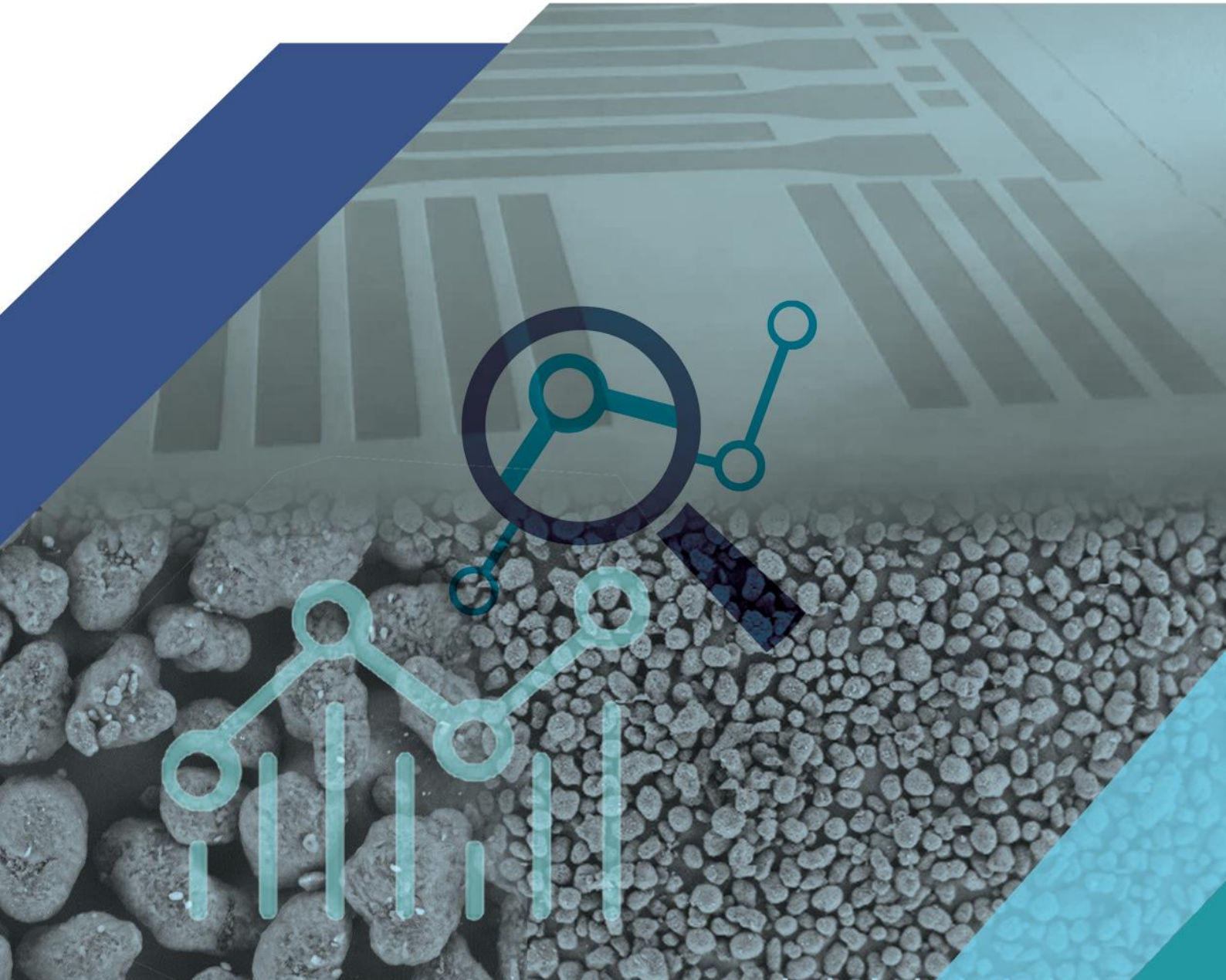
T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



İSTANBUL  
KALKINMA  
AJANSI

# İstanbul İli Poliamid Polimer Tozu Üretimi

## Ön Fizibilite Raporu







T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



İSTANBUL  
KALKINMA  
AJANSI

# İstanbul İli Poliamid Polimer Tozu Üretimi Ön Fizibilite Raporu



2021  
ŞUBAT



## RAPORUN KAPSAMI

---

Bu ön fizibilite raporu, Özel Sektör Yatırımcıları İçin Proje Havuzu Çalışması amacıyla İstanbul ilinde 3 Boyutlu Yazıcı Sisteminde Kullanılacak Polimer (Poliamid) Toz Malzemelerin Üretimine Yönelik Tesis kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren İstanbul 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 İstanbul Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları İstanbul Kalkınma Ajansı'na 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; İstanbul 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>4</b>
<b>2. EKONOMİK ANALİZ</b> .....	<b>6</b>
2.1. Sektörün Tanımı .....	6
2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler .....	10
2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi.....	11
2.2.2. Diğer Destekler .....	12
2.3. Sektörün Profili .....	13
2.4. Dış Ticaret ve Yurtiçi Talep.....	21
2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini.....	29
2.6. Girdi Piyasası.....	30
2.7. Pazar ve Satış Analizi.....	31
<b>3. TEKNİK ANALİZ</b> .....	<b>33</b>
3.1. Kuruluş Yeri Seçimi .....	33
3.2. Üretim Teknolojisi .....	34
3.2.1. Polimer Sentezi.....	35
3.2.2. Polimerik Lazer Sinterleme Tozlarının Üretim Metotları .....	37
3.2.3. Kurulacak Üretim Tesisi.....	40
3.3. İnsan Kaynakları .....	42
<b>4. FİNANSAL ANALİZ</b> .....	<b>44</b>
4.1. Sabit Yatırım Tutarı.....	44
4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....	44
<b>5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ</b> .....	<b>46</b>

**TABLolar**

Tablo 1: ASTM Kategorisine Göre Eklemeli Üretim Teknolojilerinin Sınıflandırılması .....	6
Tablo 2: GTIP Kodları ve Ürün Yelpazesi. ....	9
Tablo 3: NACE Kodları ve Açıklamaları. ....	10
Tablo 4: Ulusal Bazda Sağlanan Destek Tipleri ve Destekleyici Kurumlar. ....	12
Tablo 5: Dünya Küresel İhracat Payları.....	21
Tablo 6: Dünya Küresel İthalat Payları.....	22
Tablo 7: Türkiye'nin Değer Bazında En Çok İhracat Yaptığı İlk 10 Ülke. ....	23
Tablo 8: Türkiye'nin Miktar Bazında En Çok İhracat Yaptığı İlk 10 Ülke. ....	24
Tablo 9: Türkiye'den Miktar Bazında En Çok İthalat Yapılan İlk 10 Ülke. ....	24
Tablo 10: Türkiye'den En Çok İthal Edilen İlk 10 Ürün Grubu.....	25
Tablo 11: Plastik Mamul ve Hammadde Dış Ticareti (Bin Ton).....	25
Tablo 12: Plastik Mamul ve Hammadde Dış Ticareti (Milyon \$).....	26
Tablo 13: Türkiye Poliamid İhracat Değerleri. ....	28
Tablo 14: Türkiye Poliamid İhracat Miktarları. ....	28
Tablo 15: Türkiye Poliamid İthalat Değerleri. ....	29
Tablo 16: Türkiye Poliamid İthalat Değerleri. ....	29
Tablo 17. Güncel Poliamid Polimer Toz Fiyatları .....	32
Tablo 18: İstanbul'daki Bölgeler İçin Arazi Satın Alma Bedelleri.....	34
Tablo 19: İstanbul'da Çalışma Çağındaki Nüfus, 2015-2019. ....	42
Tablo 20: Çalışma Çağındaki Nüfus, 2020.....	42
Tablo 21: İstanbul'da Okuryazarlık Durumuna ve Cinsiyete Göre Nüfusun Dağılımı (%), 2019. ....	43
Tablo 22: İl Geneli ve İlçeler Eğitim Durumları 2020. ....	43
Tablo 23: İstanbul'da 15 yaş üstü nüfusun eğitim durumu, 2015-2019.....	43
Tablo 24: Tahmini Çalışan Sayısı ve Ortalama Maaşları .....	44
Tablo 25: Tahmini Sabit Yatırım Maliyeti Tablosu.....	44
Tablo 26: Ürünlerin Satış Fiyatları.....	45
Tablo 27: Yatırımın Toplam Geri Dönüş Süresi. ....	45

**ŞEKİLLER**

Şekil 1: Eklemeli İmalat Teknolojisinin Kullanıldığı Sektörler ve Oranları. ....	13
Şekil 2: Eklemeli İmalat Cihazlarının Dünya Üzerindeki Dağılımı .....	14
Şekil 3: Dünya Plastik Üretimi (Milyon Ton). ....	14
Şekil 4: Plastik Sektörü Temel Büyüklükler. ....	15
Şekil 5: Plastik Üreticilerinin İl Bazında Dağılımı (%). ....	16
Şekil 6: Plastik Üretim Endeksi.....	16
Şekil 7: Plastik Mamül Üretim Miktarları. ....	17
Şekil 8: Plastik Hammadde Üretim Miktarları. ....	18
Şekil 9: Plastik Alt Sektörler Bazında Üretim Değişimi. ....	18
Şekil 10: Eklemeli İmalatta Kullanılan Materyallerin Dağılımı. ....	19
Şekil 11: Eklemeli İmalat (Termoplastik) Firma Dağılımı.....	20
Şekil 12: Üç Boyutlu (Masaüstü) Yazıcı Satışları ve Artış Oranları. ....	20
Şekil 13: Eklemeli İmalat için Kullanılan Polimer Tozu Tüketimi ve Artış Oranları. ....	21
Şekil 14: Plastik Dış Ticareti (Milyon ABD doları). ....	23
Şekil 15: Plastik Mamul ve Hammadde Yurtiçi Talep Gelişimi. ....	26
Şekil 16: Dünya Poliamid (3908) Tozları İhracat Payları (%). ....	27
Şekil 17: Dünya Poliamid (3908) Tozları İthalat Payları (%). ....	27
Şekil 18: Türkiye Poliamid İşleyen Firmaların Dağılımı. ....	28
Şekil 19: Dünyada 3 Boyutlu Yazıcı (Masaüstü) Sayısı ve Polimer Tozu Satışları. ....	29
Şekil 20: Türkiye 3 Boyutlu Yazıcı Sayısı ve Kullanım Miktarı Gelişimi. ....	30
Şekil 21: 2017 Yılı Türkiye'deki Eklemeli İmalat Cihazları Dağılımı. ....	33
Şekil 22: Eklemeli İmalat Polimerlerinin Sınıflandırılması. ....	35
Şekil 23: LS Polimer Tozlarının Üretimi İçin Farklı Yöntemler.....	37
Şekil 24: LS İşleminde Kullanılan PA 12 Tozlarının Toz Dağılımı ve SEM Görüntüleri. ....	39
Şekil 25: Örnek Ekstrüder Sistem Akış Şeması. ....	41



## İSTANBUL İLİ POLİAMİD POLİMER TOZU ÜRETİMİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

## 1. YATIRIMIN KÜNYESİ

<b>Yatırım Konusu</b>	Eklemeli İmalat Sektöründe Hammadde Üretimi – Poliamid Polimer Tozu Üretimi	
<b>Üretilen Ürün/Hizmet</b>	Poliamid Polimer Tozu	
<b>Yatırım Yeri (İl – İlçe)</b>	İstanbul – Gelişmiş ve güvenli bir OSB içerisinde	
<b>Tesisin Teknik Kapasitesi</b>	250 ton/yıl	
<b>Sabit Yatırım Tutarı</b>	1.350.000 \$	
<b>Yatırım Süresi</b>	12 ay	
<b>Sektörün Kapasite Kullanım Oranı</b>	%75	
<b>İstihdam Kapasitesi</b>	2020 KKO %72,5 (TÜİK)	
<b>Yatırımın Geri Dönüş Süresi</b>	3,22 yıl	
<b>İlgili NACE Kodu (Rev. 3)</b>	2229-Diğer Plastik Ürünlerin İmalatı	
<b>İlgili GTİP Numarası</b>	390810 – 390890-Poliamidler (İlk Şekillerde)	
<b>Yatırımın Hedef Ülkesi</b>	Tüm ülkeler	
<b>Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi</b>	<b>Doğrudan Etki</b>	<b>Dolaylı Etki</b>
	Amaç 9: Sanayi, yenilikçilik ve altyapı	Amaç 8: İnsana yakışır iş Ekonomik büyüme
<b>Diğer İlgili Hususlar</b>	İthal edilen bir ürünün yerli imkânlar ile üretilmesi 11. Kalkınma Planı hedefleri arasında yer almaktadır.  Eklemeli imalat sektörünün ekosisteminde birçok komponent mevcut olup bunların yerli imkanlar ile üretilme kapasitesi bulunmaktadır. Bu noktada ihraç edilebilecek birçok ürün için farkındalık oluşturulacaktır. Nitelikli ürün/insan elde edilecek ve yeni iş kollarının önü açılacaktır.	

<b>Subject of the Project</b>	Raw Material Production in Additive Manufacturing Sector – Polyamide Polymer Powder Production	
<b>Information about the Product/Service</b>	Polyamide Polymer Powder	
<b>Investment Location (Province-District)</b>	İstanbul-In a developed and central organized industrial zone	
<b>Technical Capacity of the Facility</b>	250 tone/year	
<b>Fixed Investment Cost (USD)</b>	1.350.000 \$	
<b>Investment Period</b>	12 month	
<b>Economic Capacity Utilization Rate of the Sector</b>	75%	
<b>Employment Capacity</b>	2020 ECUR 72.5%	
<b>Payback Period of Investment</b>	3,22 year	
<b>NACE Code of the Product/Service (Rev.3)</b>	2229-Manufacture of Other Plastic Products	
<b>Harmonized Code (HS) of the Product/Service</b>	390810 – 390890-Polyamides (In Primary Forms)	
<b>Target Country of Investment</b>	All countries	
<b>Impact of the Investment on Sustainable Development Goals*</b>	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 9: Industry, Innovation and Infrastructure.	Goal 8: Decent Work and Economic Growth.
<b>Other Related Issues</b>	<p>Production of an imported product with local means is among the 11<sup>th</sup> Development Plans goals of our State.</p> <p>There are many components in the ecosystem of additive manufacturing industry and these components can be produced with local facilities. At this point, awareness will be created for many products that can be exported. Qualified products / people will be obtained, and new business lines will be opened.</p>	

## 2. EKONOMİK ANALİZ

### 2.1. Sektörün Tanımı

Eklemeli İmalat (Eİ) teknolojileri, son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler neticesinde ortaya çıkmış gibi görünse de ticari üretime yönelik çalışmalar 1980'li yıllarda başlamıştır. Özellikle optik, lazer, malzeme, elektronik gibi eklemeli imalat üretim teknolojilerinin içerisinde bulunan bilim dallarında yeterli olgunluğa ulaşılması sonrası eklemeli imalat sektöründe de atılım gerçekleşmiş olup 30 yıllık çalışmalar sonrasında geleneksel üretim teknolojilerine rakip olabilecek seviyeye gelmiştir. Günümüzde eklemeli imalat yöntemi ile üretilen ürünler uzay, havacılık ve savunma başta olmakta üzere, tıbbi malzeme, otomotiv, mimari vb. birçok sektörde kendisine yer bulmuştur. Bu artan ilginin altında eklemeli imalatın sunduğu aşağıda belirtilen avantajlar etkili olmuştur;

- Tasarıma özel üretim kabiliyeti
- Hızlı prototipleme imkânı
- Üretim sürelerinin ve maliyetlerin azalması
- Kompleks parça üretme imkânı
- Tasarım/üretim benzerliğinin yüksek olması
- Üretim için ihtiyaç duyulan alanın azalması (deniz ve havacılık istasyonlarında)
- Atık oranlarının az olması<sup>1</sup>.

Tablo 1'de yer alan eklemeli imalat yöntemleri, kullanılan teknolojiye göre sınıflandırılmaktadır.

**Tablo 1: ASTM Kategorisine Göre Eklemeli Üretim Teknolojilerinin Sınıflandırılması**

ASTM Kategorisi	Çalışma prensibi	Örnek teknoloji	Avantajları	Dezavantajları	Yöntemle üretilen malzemeler
Yapıştırıcı Püskürtme	Parçacıklar birbirine yapıştırılarak katmanlı olarak inşa edilir.	3B mürekkep püskürtme (inkjet) teknolojisi	Destek/altlık içermez Tasarım özgürlüğü Yüksek baskı hızı Nispeten düşük maliyet	Sınırlı mekanik özelliklere sahip kırılabilir parçalar üretilmesi Son işlem gerektirmesi	Polimerler Seramikler Kompozitler Metaller Hibrit malzemeler
Direkt Enerji Biriktirme	Odaklanmış ısı enerjisi, biriktirme esnasında malzemeleri eritir.	Lazer Biriktirme, Lazer Şekillendirme Elektron Işını Plazma Ark Ergitme	Tane yapısının yüksek derecede kontrolü, Yüksek kalitede parça üretimi	Düşük yüzey kalitesi Metaller/metal tabanlı hibrit malzemelerle sınırlı olması	Metaller Hibrit malzemeler

<sup>1</sup> Ford ve Despeisse, (2015); Mellor, vd. (2014); Niaki ve Nonino, (2018)

ASTM Kategorisi	Çalışma prensibi	Örnek teknoloji	Avantajları	Dezavantajları	Yöntemle üretilebilen malzemeler
Toz Yataklı Birleştirme	Isı enerjisi, toz yatağındaki inşa malzemesinin küçük bir bölgesini birleştirir.	Elektron Işın Ergitme, Direkt Metal Lazer Sinterleme, Seçici Lazer Sinterleme/Er gitme	Nispeten ucuz, Geniş malzeme seçenekleri	Yavaş üretim Yapısal bütünlük eksikliği, Boyut sınırlamaları, Yüksek güç tüketimi	Polimerler Seramikler Kompozitler Metaller Hibrit malzemeler
Plaka Tabakalaştırma	Malzemelerin sac/folyoları yapıştırılmıştır	Tabakalı Malzeme Üretimi, Ultrason Birleştirme/ Ultrason Eklemeli Üretim.	Yüksek hız, Düşük maliyet, Malzeme taşıma kolaylığı	İşlem sonrası son işlemler gerektirmesi, Sınırlı malzeme kullanımı	Polimerler Seramikler Metaller Hibrit malzemeler
Havuz Fotopolimeri zasyonu	Bir havuzdaki sıvı polimer ışıkla sertleştirilir.	SLA, Dijital Işık İşleme.	Büyük boyutlu parçalar üretilebilir, Mükemmel boyutsal hassasiyet sağlar, Mükemmel yüzey ve detaylar sağlar.	Sadece fotopolimerlerle kullanım, Yavaş üretim, Yüksek maliyet, Düşük mekanik özellikler	Polimerler Seramikler
Malzeme Ekstrüzyonu	Malzeme, seçici olarak bir nozül veya orifisten (ağız) dışarı itilir.	Ergiyik Yığıma Modelleme, Ergiyik Filament Fabrikasyonu, Ergiyik Katman Modelleme.	Yaygın kullanım, Ucuz, Tamamen işlevsel parçalar oluşturulması	Merdiven etkisi, Detay geometrilerde uygun olmaması	Polimerler Kompozitler
Malzeme Püskürtme	İnşa malzemesinin damlacıkları biriktirilir.	3B inkjet teknolojisi, Direkt Mürekkep Yazdırma.	Yüksek damlacık biriktirme doğruluğu, Düşük atık, Çoklu malzeme parçaları, Renkli parçalar	Destek malzemesi kullanım zorunluluğu	Polimerler Seramikler Kompozitler Hibrit malzemeler Biyolojik malzemeler

Kaynak: Tofail, vd. (2018); Özer, (2020)

Bir toz yataklı eklemeli imalat sistemi olan lazer sinterlemede (LS) kullanılan en yaygın polimerler; yarı kristal termoplastikler ve Poliamidler (PA 12 ve PA 11) olup sektördeki polimer toz eklemeli imalat pazarının %95'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bunların dışında yine Poliamid ailesinden PA 6; ayrıca diğer polimer türlerinden Polipropilen (PP), Polietereterketon (PEEK) ve Yüksek Yoğunluklu Polietilen (High Density Polietylene (HDPE)) ve az sayıda Termoplastik Elastomer (TPE) ve bazı katkılı Poliamidler de ticari ürünler olarak mevcuttur<sup>2</sup>.

Poliamid (PA), eklemeli imalat teknolojisinin çok erken aşamalarında lazer sinterleme için uygun bir malzeme olarak değerlendirilmiştir. Araştırmalara öncelikle Atochem (Fransa) Poliamid 11 (PA 11)'i öğretmek başlamıştır. Ancak ilk çalışmalarda polimer tozun LS ile işlenmesi sırasında parçalarda aşırı çarpılma meydana gelmesi ve işlemin kontrol zorluğu gibi problemler yaşanmıştır. Öte yandan, 1990'lı yılların sonlarında, EOS (Almanya) ve St. Gallen Mühendislik Okulu'ndaki (İsviçre) Hızlı Ürün Geliştirme Enstitüsü tarafından Evonik'in Vestosint® ürün grubunun Poliamid tozları denenmiş olup bu ürünlerin LS işlem performansı ve üretimden çıkan parçalarda oldukça önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Günümüze kadar olan süreçte bu sektör özellikle son yıllarda hızla gelişmeye ve ilerlemeye devam etmektedir<sup>3</sup>.

Tablo 2'de görüldüğü gibi söz konusu hammaddenin genel grup GTIP kodu 39 olup "Plastikler ve Mamulleri; Kauçuk ve Mamulleri" başlığında yer almaktadır. Bu başlıkta ise alt GTIP kodu 390810 ve 390890 ile Poliamid 12 (PA 12), Poliamid 11 (PA 11) ve Poliamid 6 (PA 6) polimer tozlarının ithalat ve ihracatları takip edilmektedir.

Ayrıca söz konusu hammaddelerin ilgili NACE kodu da Tablo 3'te görüldüğü gibi 2229 olan "Diğer Plastik Ürünlerin İmalatı" başlığı altında değerlendirilmektedir.

---

2 Goodridge ve Ziegelmeier, (2017); Schmid, (2018)

3 Schmachtenberg, (1997); Schmid, (2018)

**Tablo 2: GTIP Kodları ve Ürün Yelpazesi**

<b>GTIP Kodu</b>	<b>Ürün Yelpazesi-Açıklama</b>
39	Plastikler ve Mamulleri; Kauçuk ve Mamulleri
3901	Etilen Polimerleri (İlk Şekillerde)
3902	Propilen ve Diğer Olefinlerin Polimerleri (İlk Şekillerde)
3903	Stiren Polimerleri (İlk Şekillerde)
3904	Vinil Klorür veya Diğer Halojenlenmiş Olefinlerin Polimerleri (İlk Şekillerde)
3905	Vinil Asetat veya Diğer Vinil Esterlerinin Polimerleri (İlk Şekillerde); Diğer Vinil Polimerleri (İlk Şekillerde)
3906	Akrilik Polimerler (İlk Şekillerde)
3907	Poliasetaller, Diğer Polieterler ve Epoksi Reçineler (İlk Şekillerde); Polikarbonatlar, Alkit Reçineler, Polialilesterler ve Diğer Poliesterler
<b>3908</b>	<b>Poliamidler (İlk Şekillerde)</b>
<b>390810</b>	<b>Poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10</b>
<b>390890</b>	<b>Diğer Poliamid</b>
3909	Amino Reçineler, Fenolik Reçineler ve Poliüretanlar (İlk Şekillerde)
3910	Silikonlar (İlk Şekillerde)
3911	Petrol Reçineleri, Kumaron-İnden Reçineleri, Politerpenler, Polisülfürler, Polisülfonlar
3912	Selüloz ve Kimyasal Türevleri
3913	Tabii Polimerler (Aljinik Asit Gibi) ve Tadil Edilmiş Tabii Polimerler (Sertleştirilmiş Proteinler, Tabii Kauçuğun Kimyasal Türevleri Gibi)
3914	39.01 ile 39.13 Pozisyonlarında Yer Alan Polimer Esası İyon Değiştiriciler (İlk Şekillerde)
3915	Plastiklerin Döküntü, Kalıntı ve Hurdaları
3916	Plastikten Mamul, Enine Kesitinin En Geniş Yeri 1 mm'yi Geçen Monofiller, İnce ve Kalın Çubuklar ve Profiller
3917	Plastikten Hortumlar, Borular ve Bağlantı Elemanları (Manşon, Nipel, Dirsek, Flanşlar Gibi)
3918	Plastiklerden Yer Kaplamaları (Kendinden Yapışkan Olsun Olmasın) (Rulo veya Kare Şeklinde)
3919	Plastiklerden Kendinden Yapışkan Levhalar, Plakalar, Bantlar, Şeritler, Filmler, Folyolar ve Diğer Yassı Şekiller
3920	Plastiklerden Diğer Plakalar, Levhalar, Filmler, Folyo ve Şeritler (Gözeneksiz)
3921	Plastiklerden Diğer Plakalar, Levhalar, Yapraklar, Filmler, Folyolar ve Şeritler
3922	Plastiklerden Banyo Küvetleri, Duş Tekneleri, Eviyeler, Lavabolar, Bideler, Alafranga Tuvaletler, Kapaklar ve Oturaklar
3923	Plastiklerden Eşya Taşınmasına veya Ambalajlanmasına Mahsus Malzemeler; Plastikten Tıpalar, Kapaklar ve Diğer Kapama Malzemeleri
3924	Plastikten Sofra Eşyası, Mutfak Eşyası, Diğer Ev Eşyası ve Sağlık veya Tuvalet Eşyası

**Tablo 3: NACE Kodları ve Açıklamaları**

NACE Kodu	Açıklama
2016	Birincil formda plastik hammaddelerin imalatı
222	Plastik Sektörü
2221	Plastik Tabaka, Levha, Tüp ve Profil İmalatı
2222	Paketleme Malzemelerinin İmalatı
2223	Plastik İnşaat Malzemesi İmalatı
<b>2229</b>	<b>Diğer Plastik Ürünlerin İmalatı</b>

## 2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

Eklenebilir imalat yöntemleri ile ilgili olarak hammadde, makine parçalarının geliştirilmesi ve eklenebilir imalat teknolojilerinin ilgili sektörlerde yaygınlaştırılmasına yönelik çeşitli kamu destekleri bulunmaktadır. TÜBİTAK ve KOSGEB tarafından uygulanan mali destek programlarında eklenebilir imalat konusu da yer almaktadır.

KOSGEB Endüstriyel Ürün Geliştirme Programı<sup>4</sup> bilim ve teknolojiye dayanan yeni fikir ve buluşlara sahip küçük ve orta ölçekli işletmelerin geliştirdikleri yeni ürün/hizmetin; üretilmesi, kalitesinin artırılması, maliyet düşürücü nitelikte yeni tekniklerin uygulanması, ürün veya süreçlerinin pazara sunulması ve ticarileştirilmesi amacıyla hazırlanan projelerin desteklenmesini kapsamaktadır. Bu destek; makine-teçhizat, donanım, hammadde, yazılım ve hizmet alımı giderlerini kapsamakta olup bir kısmı hibe bir kısmı geri ödemeli olacak şekilde destek sağlanmaktadır. Bu kapsamda ayrıca proje geliştirme desteğinin (proje danışmanlık, eğitim, sınai ve fikri mülkiyet hakları başvurusu ve/veya tescili, tanıtım, yurtiçi ve yurtdışı kongre/konferans/fuar ziyareti/teknolojik iş birliği ziyareti, test-analiz ve belgelendirme giderleri, vb.) yanı sıra, işlik/kira desteği, başlangıç sermayesi desteği, personel gideri desteği, vb. destekler de sağlanmaktadır.

Bir diğer destek yine Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca yürütülen KOSGEB Ar-Ge ve İnovasyon Destek Programı<sup>5</sup> olup bu kapsamda araştırma-geliştirme ve inovasyon projeleri aracılığıyla bilim ve teknolojiye dayalı yeni fikir ve buluşlara sahip küçük ve orta ölçekli işletmeler ile girişimcilerin yeni ürün, yeni süreç, bilgi ve/veya hizmet üretmeleri desteklenmektedir. KOSGEB Endüstriyel Ürün Geliştirme Programı'nda olduğu gibi makine-teçhizat, donanım, hammadde, yazılım ve hizmet alımı giderleri desteği, proje geliştirme desteği, işlik/kira desteği, başlangıç sermayesi desteği, personel gideri desteği, vb. destekler sağlanmaktadır.

Bir diğer destek Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca yürütülen Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programıdır<sup>6</sup>. Türkiye'de orta-yüksek ve yüksek teknoloji seviyeli sektörlerdeki katma değeri yüksek olan ürünlerin ve bu sektörlerin gelişimi için kritik öneme sahip ürünlerin üretimini artırmaya yönelik olarak tasarlanan program kapsamında bir kısmı geri ödemesiz, bir kısmı geri ödemeli olacak şekilde destek sağlanmaktadır.

Bir diğer destek olan KOBİ TEKNOYATIRIM-KOBİ Teknolojik Ürün Yatırım Destek Programı<sup>7</sup> temel olarak Ar-Ge/yenilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünlerin üretimini, ticarileştirilmesini ve ayrıca orta-yüksek ve yüksek teknoloji alanında yer alan ürünlerin yerli olarak üretilip ticarileştirilmesini kapsamaktadır. Ar-Ge/yenilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünlerin üretimini, ticarileştirilmesini ve

4 <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekdetay/6521/endustriyel-uygulama-destek-programi>

5 <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekdetay/1229/arge-ve-inovasyon-destek-programi>

6 <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekdetay/6492/stratejik-urun-destek-programi>

7 <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekdetay/6443/kobi-teknoyatirim-kobi-teknolojik-urun-yatirim-destek-programi>

yerli olarak üretimini sağlamak amacıyla yapılan proje başvurularında düşük, orta-düşük, orta-yüksek ve yüksek teknoloji alanlarında destek miktarları farklı olmak üzere, bir kısmı geri ödemeli ve kalan kısmı ise geri ödemesiz olarak destek sağlanmaktadır.

1501-TÜBİTAK Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı<sup>8</sup> kapsamında yalnızca küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ) ölçeğindeki kuruluşların başvuru yapabilmesi şartı bulunmakta olup araştırma-teknoloji geliştirme ve yenilikçilik faaliyetlerinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Proje başvuruları yılda 2 kez olmak üzere çağrılı olarak açılmakta olup programda bütçe sınırı bulunmamaktadır.

TÜBİTAK tarafından sağlanan bir diğer destek programı 1511-TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik P. D. P. (Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı)<sup>9</sup> olup ülkemizin öncelikli alanlarında hedef ve ihtiyaç odaklı, izlenebilir sonuçları olan projelerin desteklenmesini hedeflemektedir.

Ayrıca bazı ortak Avrupa Birliği proje fonları dâhilinde de çeşitli destekler yer almaktadır. M.ERA.NET<sup>10,11</sup> çağrıları bunlardan biri olup programın Türkiye operasyonları TÜBİTAK tarafından yürütülmektedir. Avrupa Birliği eklemeli imalat teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için birçok destek vermiş ve vermeye devam etmektedir.

### 2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Eklemeli imalat yönteminde kullanılan poliamid polimer tozu tamamen yurt dışından ithal edilmektedir. Dolayısıyla yerli imkanlar ile bu tozun üretilmesi cari açığın azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Nitelikli ürün üretimi yatırımı olduğundan stratejik yatırımlar kapsamında değerlendirilmektedir. Stratejik yatırımlar için aranan şartlar<sup>12, 13</sup> aşağıda belirtilmiştir;

- Asgari sabit yatırım tutarının 50 milyon TL olması
- Yatırım konusu üretimle ilgili yurt içi üretim kapasitesi aynı ürünün ithalatından az olması
- Yatırımla sağlanan asgari katma değer %40 olması

Yurt içi üretimi olmayan ürünlerde ithalat değerinin son 1 yıl itibarıyla en az 50 milyon dolar olması şartı aranmamaktadır. Stratejik yatırımlar için sağlanan teşvikler şu şekildedir:

- KDV istisnası
- Gümrük vergisi muafiyeti
- Sigorta primi işveren hissesi desteği 7 yıl olup 6. Bölgede yapılacak yatırımlar için ise 10 yıldır.
- Yatırım yeri tahsis
- Faiz desteği TL bazında 5 puan, döviz/dövizde endeksli kredilerde 2 puandır.

İlgili yatırım tutarının sağlanmaması veya poliamid polimer tozu (2720.2.03) yatırımı ile ilgili olarak İstanbul İl Sınırları OSB ve Alt Bölgeleri Harici ve İstanbul İl Sınırları OSB ve Alt Bölgeleri Dahili yerlere ilişkin olarak sunduğu teşvik unsurları aşağıda tablo halinde belirtilmiştir. Bu kapsamda asgari 1 milyon

8 <https://www.tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/icerik-1501-tubitak-sanayi-ar-ge-projeleri-destekleme-programi>

9 <https://www.tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/icerik-1511-tubitak-ocelikli-alanlar-arastirma-teknoloji-gelistirme-ve-yenilik-p-d-pteknoloji-odakli>

10 <https://m-era.net/joint-calls/joint-call-2020>

11 <https://m-era.net/joint-calls/joint-call-2020/participating-countries-regions-call-2020/turkey-tubitak>

12 15/6/2012 tarihli ve 2012/3305 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı

13 Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar için yayınlanan tebliğler (20/06/2012), (13.10.2012), (15.02.2013)



TL'lik yatırım yapılması gerekmektedir. Bu şart sağlandığı takdirde aşağıdaki destek unsurlarından yararlanılabilir<sup>14</sup>:

- Gümrük Vergisi Muafiyeti: Var.
- Katma Değer Vergisi İstisnası: Var.
- Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği: 6 yıl %25 Yatırıma Katkı Oranı
- Vergi İndirimi: Vergi İndirim Oranı %100, Yatırıma Katkı Oranı %45 (Bu oran 2022 yılı sonuna kadar olan yatırımlarda geçerlidir, 2023 yılından itibaren vergi indirim oranı: %70, yatırıma katkı oranı: %30 olacaktır).
- Yatırım Yeri Tahsisi: Var.
- Faiz-Kâr Payı Desteği: TL 4 puan, Döviz 1 puan İndirimli, 1 Milyon 200 Bin TL'yi geçemez.
- Katma Değer Vergisi İadesi: Bina-inşaat harcamalarına KDV iadesi uygulanmaktadır (2022 yılı sonuna kadar yapılacak yatırımlarda geçerlidir)<sup>15,16</sup>.

### 2.2.2. Diğer Destekler

Eklemeli imalat teknolojileri, 11. Kalkınma Planında kritik teknoloji olarak vurgulanmıştır. Bu nedenle eklemeli imalat konusunda birçok ulusal ve uluslararası fon (hibe, kredi vb.) bulunmaktadır. Ulusal bazda verilen tüm destek tipleri ve destek veren kurumlar Tablo 4'te özetlenmiştir. Destekler ile ilgili detaylar ve güncel bilgiler ilgili kurumların web sitelerinde yer almaktadır.

**Tablo 4: Ulusal Bazda Sağlanan Destek Tipleri ve Destekleyici Kurumlar**

Teşvik/Destek Adı	SSB	Ticaret Bakanlığı	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	TÜBİTAK	KOSGEB	TTGV	İŞKUR	Kalkınma Ajansları	BOREN
Yatırım teşviki/desteği		+	+	+					+
KOBİ destekleri		+	+	+	+			+	+
Yüksek teknoloji ürün destekleri	+	+	+	+		+			+
Kredi desteği	+				+			+	
Ar-Ge desteği	+	+	+	+	+	+			+
Genel destekler		+			+			+	
İstihdam teşviki/desteği		+			+		+		
Laboratuvar hizmetler destekleri				+	+				
İş birliği destekleri		+	+	+	+			+	
Uluslararası iş birlikleri katılım destekleri				+					

14 <https://www.sanayi.gov.tr/destek-ve-tesvikler/yatirim-tesvik-sistemleri/md0103011615>

15 15/6/2012 tarihli ve 2012/3305 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı

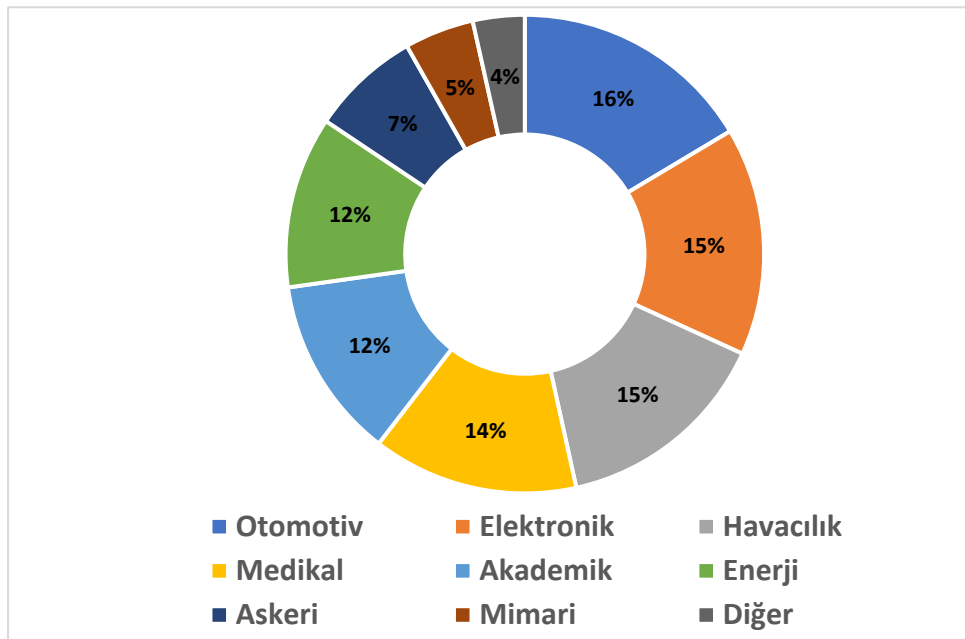
16 <https://www.yatirimadestek.gov.tr/>

### 2.3.Sektörün Profili

Plastik eklemeli imalat sektörü son 10 yılda ilgili sektörlerde ciddi oranda yer almaya başlamıştır. Bu artıştaki en önemli etkenler geliştirilen eklemeli imalat makine ve malzemeleri ile son kullanıcıya yönelik ürün geliştirme imkânıdır. Sektörün hammadde ihtiyacı artan taleple beraber yükselmektedir. Fakat üretim açısından kendi alt dalını henüz oluşturamadığı için sektörün tam potansiyeli ortaya konulamamaktadır. Bundan dolayı bu kısımda plastik sektörünün genel görüntüsü kademeli olarak incelenecek ve yönelim için projeksiyon oluşturulacaktır.

Eklemeli imalat teknolojisi pek çok sektörde kullanılmakta olup sektörel bazlı kullanım yoğunluğu Şekil 1'de verilmiştir.

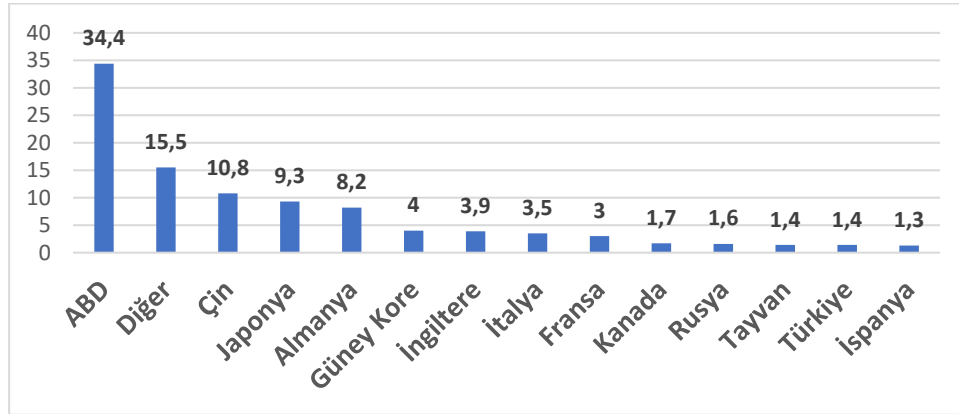
**Şekil 1: Eklemeli İmalat Teknolojisinin Kullanıldığı Sektörler ve Oranları**



**Kaynak:** Wohlers, (2020)

Üretim sanayisinin eklemeli imalata olan ilgisinin teknolojinin gelişmesi ve ulaşılabilir seviyelere gelmesi ile daha da artacağı öngörülmektedir. Tüm dünyada bu teknoloji giderek yayılmakta olup doğrudan son ürün üretimi için önemli bir alternatif konumuna gelmektedir. Türkiye'nin eklemeli imalat teknolojilerine ilgisinin azımsanmayacak boyutta olduğu Şekil 2'deki global ölçekteki eklemeli imalat cihazlarının dağılımı grafiğinden de açıkça görülmektedir.

## Şekil 2: Eklemeli İmalat Cihazlarının Dünya Üzerindeki Dağılımı



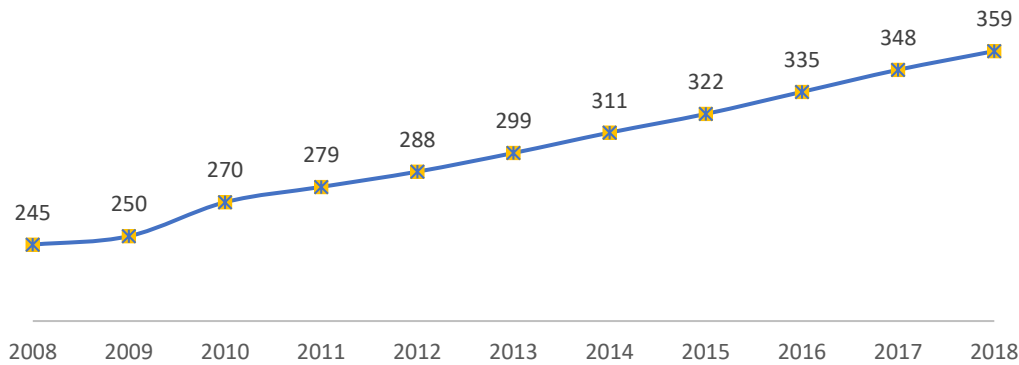
**Kaynak:** Wohlers, (2020)

Yapılan güncel sektörel araştırma ve çalışmalar neticesinde polimer eklemeli imalat pazar ve uygulamalarının, 2020 tahminlerine göre, 2020-2029 yılları aralığında 11,7 Milyar dolar mertebelerine erişmesi beklenmektedir<sup>17</sup>. Bu hızla gelişen ve yayılan pazarda yerli imkânlar ile pay almak için yatırımların yapılması oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu yatırımların hem cihaz teknolojileri hem de hammadde üretimine yönelik olması ülkemizin stratejik hedefleri açısından oldukça değerli olacaktır.

### 2.3.1 Dünya Plastik Sektör Görünümü

Dünya plastik üretimi miktarlar bazında 2008-2013 (Şekil 3) yılları arasında %4,06 oranında büyürken, 2013-2018 yılları arasında %3,73 oranında büyüyerek 359 milyon ton seviyelerine ulaşmıştır. 2019 yılında sektörün büyüklüğünün 370 milyon ton seviyelerinde olması beklenmektedir. Avrupa'nın 2018 yılı plastik üretiminin 62 milyon ton, Çin üretiminin ise global plastik üretim miktarının dörtte birinden fazla olduğu tahmin edilmektedir.

### Şekil 3: Dünya Plastik Üretimi (Milyon Ton).



**Kaynak:** Statista

Bununla birlikte küresel plastik pazar büyüklüğünün 2019 yılında 568,9 milyar ABD doları olarak gerçekleştiği tahmin edilmektedir. 2020-2027 arasında bileşik yıllık büyüme oranının da %3,2 olması beklenmektedir<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Research and Markets, 2020

<sup>18</sup> Grand View Research Plastic Market Analysis Report, June 2020

İnşaat, otomotiv, elektrik ve elektronik sektörlerinde artan plastik tüketiminin, ilgili tahmin döneminde plastik pazarını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Yakıt verimliliğini artırmak ve nihayetinde karbon emisyonlarını azaltmak için brüt araç ağırlığını azaltmaya yönelik düzenlemeler, otomotiv bileşenlerinin üretiminde alüminyum ve çelik dahil olmak üzere metallerin yerine plastiklerin kullanımını teşvik etmektedir. Bu teşvikler otomotiv uygulamalarında plastiklere yönelik artan talebi destekleyici unsurlar arasında sayılmaktadır.

Brezilya, Çin, Hindistan ve Meksika gibi gelişmekte olan pazarlarda inşaat sektörünün büyümesi, 2018 ve 2019 yıllarında plastik talebini artırmada etkili olmuştur.

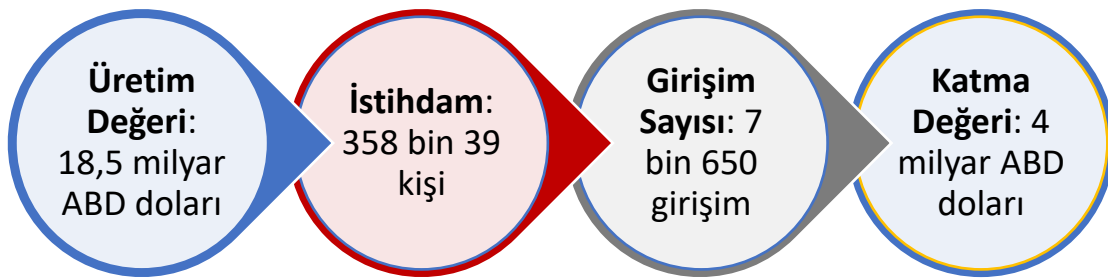
Yükselen ekonomilerde hızlı kentleşme ve sanayileşme ile artan nüfus ve altyapı ihtiyaçlarını karşılamak için inşaat harcamalarının artması kaçınılmaz olmaktadır. Özellikle Çin ve Hindistan'da hükümetlerin artan inşaat harcamaları ile altyapı ve inşaat uygulamalarının plastik talebini artırması beklenmektedir.

Metal ve ahşap gibi geleneksel malzemelerin tükenmesi ve geri dönüştürülmesi ile ilgili sıkı düzenlemelerin yalıtım, borular, kablolar, döşemeler, pencereler ve depolama tanklarında inşaat sektörlerinden gelen plastik talebini artırması beklenmektedir. Polimer bağlantı parçaları, estetik çekiciliğine katkıda bulunan çok çeşitli renk kombinasyonlarıyla, metallere veya ahşaba kıyasla genellikle oldukça basit ve montajının kolay olması sebebiyle tercih edilmektedir.

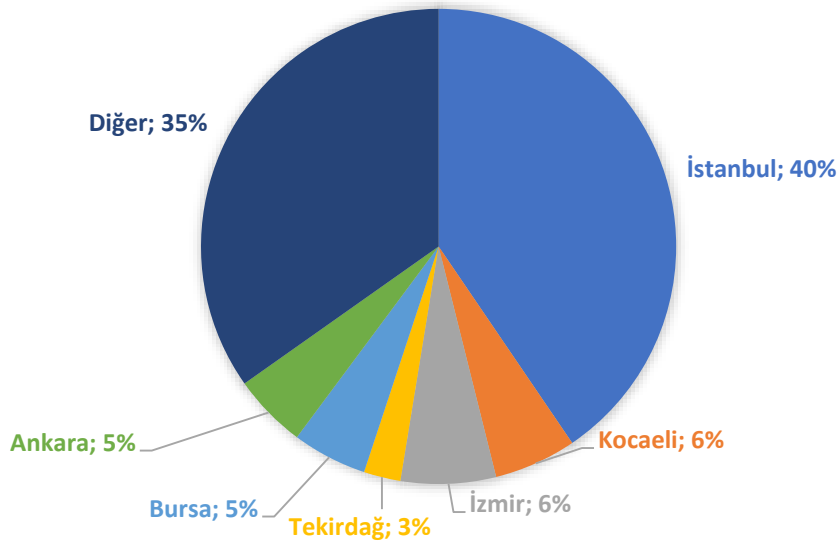
### 2.3.2 Türkiye Plastik Sektörü Genel Görünümü

Ambalaj, inşaat, dayanıklı tüketim malları, otomotiv, gıda, beyaz eşya, kozmetik ve sağlık sektörleri başta olmak üzere çok sayıdaki sektöre girdi sağlayan ve genel olarak ara malı üreten plastik sektörü üretiminin nihai ürünlerde önemli bir rolü bulunmaktadır. Plastik sektöründe Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nin açıkladığı rakamlara göre 7 bin 650 adet girişim bulunmakta olup 358 bin 39 kişiye istihdam sağlanmaktadır (Şekil 4).

#### Şekil 4: Plastik Sektörü Temel Büyüklükler



**Kaynak:** TÜİK Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, (2018)

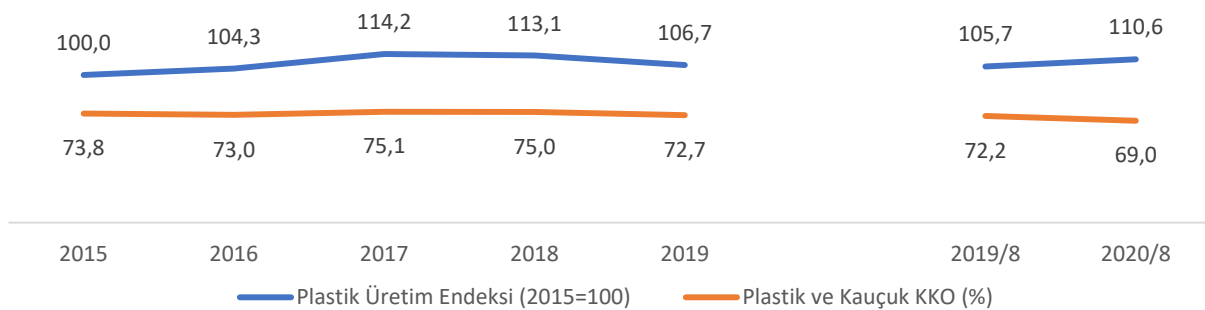
**Şekil 5: Plastik Üreticilerinin İl Bazında Dağılımı (%)**

**Kaynak:** TÜİK

Şekil 5'te yer alan plastik üreticilerinin Türkiye bazında dağılımı incelendiğinde %40'lık bir oranla İstanbul'un başı çektiği görülmektedir. 7.650 girişimin 3.098 tanesinin İstanbul'da faaliyet göstermekte olup bu sayıyı 495 adetle İzmir takip etmektedir.

Bununla birlikte diğeri plastik ürünlerin imalatını gerçekleştiren üreticiler toplam plastik üreticilerinin %34'ünü oluşturmaktadır. Bunu; %25 ile plastik poşet, torba, çanta gibi paketleme malzemelerinin imalatını yapan firmalar takip etmektedir. Plastik tabaka, levha ve profil imalatı yapan firmalar %21, plastik inşaat malzemesi imalatı yapan firmalar %15, birincil formda hammadde üreten firmalar ise %6 oranında pay almaktadırlar.

Şekil 6'da 2015'ten Ağustos 2020 yılına kadar olan süreçte plastik üretim endeksi incelenmiştir. 2020 yılının ilk 8 aylık döneminde plastik üretim endeksinin, önceki yılın aynı dönemine göre %4,6 oranında arttığı görülmektedir.

**Şekil 6. Plastik Üretim Endeksi**

**Kaynak:** TÜİK, TCMB

2020 yılının ilk çeyreğinde ortalama %72,1 seviyesine yükselen kapasite kullanım oranı (KKO) Nisan ve Mayıs aylarında %64,0 seviyesine gerilemiştir. 2020 Mayıs ayında 2015 yılından beri en düşük

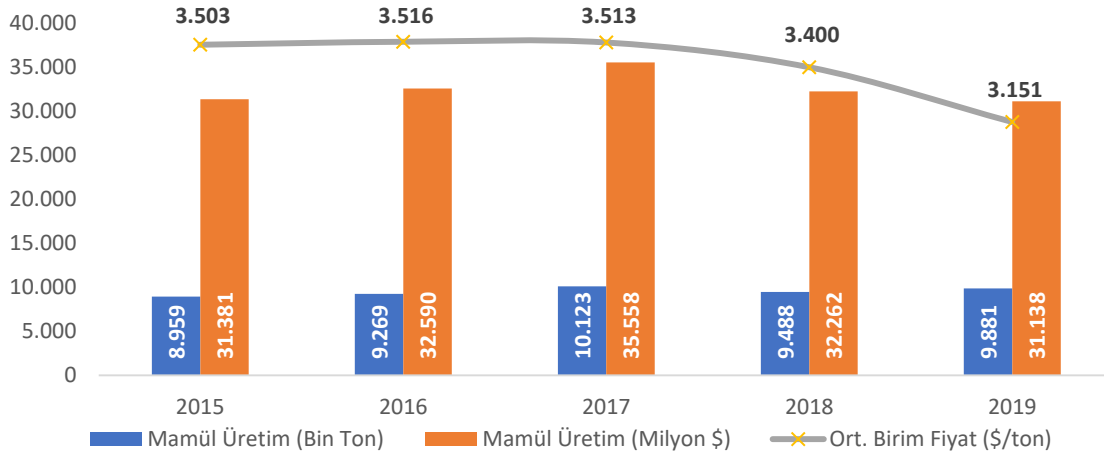
seviyesine gerileyen KKO Haziran 2020'de toparlanmaya başlamış, Ağustos 2020'de %69, Ekim 2020'de ise %73,9 seviyesine yükselmiştir.

Türkiye plastik sektörü üretim kapasitesi bakımından Dünya'da 6. Sırada, Avrupa'da ise 2. sırada yer almaktadır<sup>19</sup>. Sektörde ağırlıklı olarak hammadde niteliğinde petrokimya ürünlerinin ithalatı yapılmakta olup mamul niteliğindeki ürünlerin ihracatı yapılmaktadır.

2018 yılında plastik mamul üretimi bir önceki yıla göre miktar bazında %6,3 oranında gerileyerek 9.488 ton seviyelerine düşmüştür. 2019 yılında ise, mamul üretimi %4,1'lik bir artış göstererek toparlanma gerçekleştirmiştir. Bu toparlanmayla birlikte plastik mamul üretim 9.881 ton olarak gerçekleşmiştir.

Bu duruma ek olarak Şekil 7'de görüleceği gibi 2018 yılında miktar bazında yaşanan düşüşe plastik fiyatlarında yaşanan gerileme de eklendiği için düşüş %9 seviyelerine yükselmiştir. 2019 yılında ise, miktar bazında yaşanan üretim artışına rağmen fiyatlarda gerilemenin devam etmesi sebebiyle %3,5'luk bir gerileme yaşanmıştır.

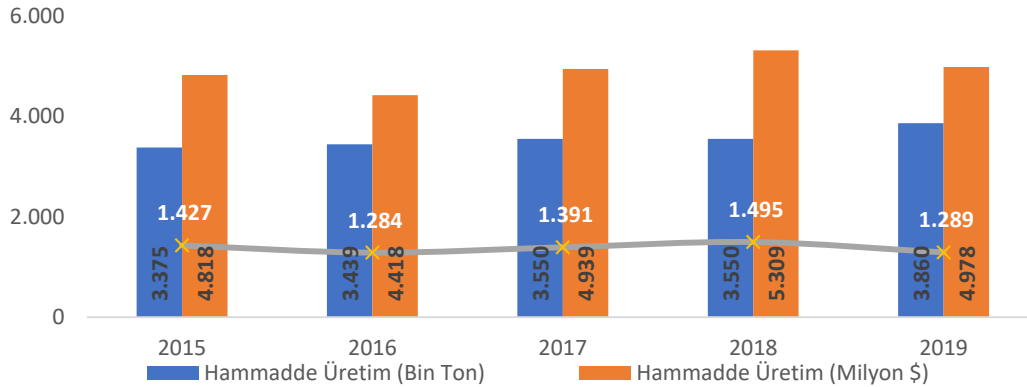
### Şekil 7: Plastik Mamul Üretim Miktarları



**Kaynak:** TÜİK, PAGDER Plastik Sektör Raporu, (2019)

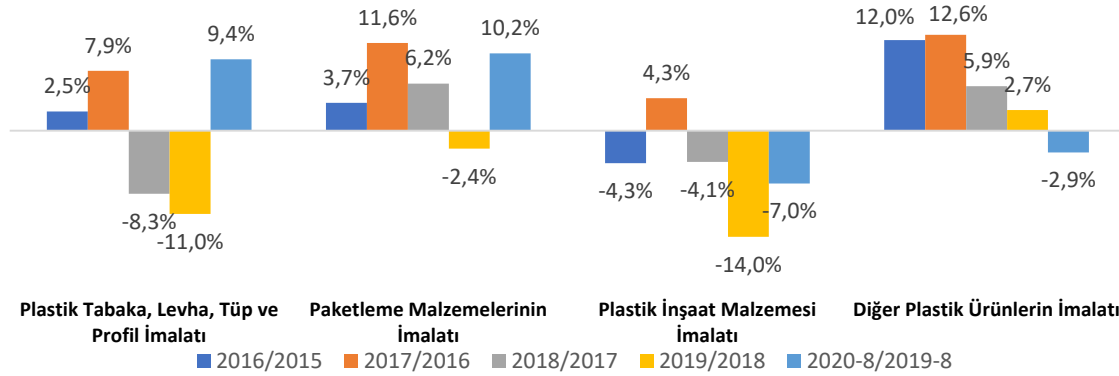
Hammadde üretimindeki değişimler analiz edildiğinde mamul üretiminde yaşanan gelişmelerin daha durağan olduğu anlaşılmaktadır. Plastik mamul üretimine girdi oluşturan hammadde üretiminde 2018 yılında miktar bazında herhangi bir artış ya da azalış görülmezken, 2019 yılında mamul üretimindeki artışın etkisiyle %8,8'lik bir artış yaşanmıştır.

Şekil 8'de de hammadde fiyatlarında 2018 yılında mamul fiyatlarının tersi şekilde %7,5'luk bir artış yaşandığı görülmekte olup 2019 yılında mamul fiyatlarıyla paralel seyrederek %6,2 ile daha sert bir düşüş yaşanmıştır.

**Şekil 8: Plastik Hammadde Üretim Miktar ve Değeri<sup>20</sup>**

**Kaynak:** TÜİK, PAGDER Plastik Sektör Raporu, (2019)

Plastik inşaat malzemesi imalat sektörü, 2020 yılının ilk 8 aylık döneminde üretim endeksindeki en fazla gerileyen alt sektör konumunda yer almaktadır. Plastik inşaat malzemesi imalatını yaklaşık %3'lük düşüşle diğer plastik ürünlerin imalatı takip etmektedir. Bu iki alt sektörde azalış izlenirken paketleme malzemelerinin imalatında %10,2, plastik tabaka, levha, tüp ve profil imalatında ise geçen yılın aynı dönemine göre %9,4'lük artış görülmektedir. Üretim endeksinde izlenen artışın bu iki alt sektörde yaşanan artıştan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Şekil 9).

**Şekil 9: Plastik Alt Sektörler Bazında Üretim Değişimi**

**Kaynak:** TÜİK

2019 yılında ise, diğer plastik ürünlerin imalatı dışındaki tüm alt sektörlerde düşüş gerçekleşmiştir. Buna paralel olarak 113 olan üretim endeksi 106 seviyelerine kadar gerilemiştir. 2018 yılında ise; plastik tabaka, levha, tüp ve profil imalatı ile inşaat malzemesi imalatında düşüşler yaşanırken, diğer plastik ve paketleme malzemelerin imalatında artışlar yaşanmış olup üretim endeksi de 2017 yılına göre çok değişim göstermemiştir. Alt sektörler bazında 2017 yılında bir önceki yıla göre artışlar yaşanmış olup plastik sektörünün son yıllardaki en önemli yükselişini gösteren yıl olmuştur. Yaşanan gelişmeler sonrasında üretim endeksinde de yaklaşık %14'lük bir artış yaşanmıştır.

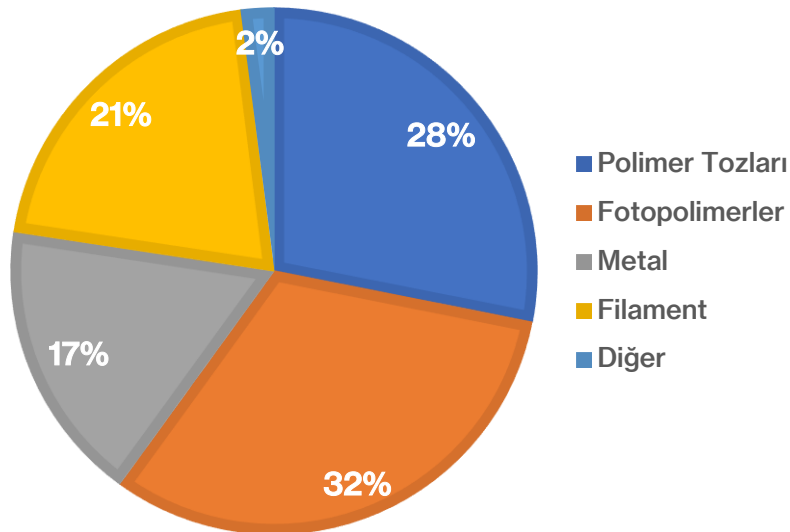
<sup>20</sup> PAGDER 2019 Sektör Raporu'ndan alınan üretim miktar ve tutarları mamül ve hammadde olarak ayrı ayrı verilmiştir. Bununla birlikte hammadde üretim tutarları hesaplanırken ihracat ve ithalat ortalama birim fiyatları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

### 2.3.3 Eklemeli İmalat (Poliamid) Sektör Görünümü

Bir termoplastik polimer türü olan poliamidin (çoğunlukla PA 12, takiben PA 11, PA 6), eklemeli imalatta kullanımının yaygınlaşması ile beraber fotopolimerler, metaller ve filamentler de kullanılmaya başlanmıştır. Tüm eklemeli imalat ürün ve hizmetlerinin satış tutarının yaklaşık olarak 12 milyar ABD dolarına çıktığı 2019 yılında, toz yataklı eklemeli imalat yöntemi için yaklaşık 1,9 milyar ABD doları malzeme satışı yapıldığı tahmin edilmektedir<sup>21</sup>. Eklemeli imalatta kullanılan materyallerin payları Şekil 10'da detaylandırılmıştır.

Eklemeli imalat sektörünün 2024 yılında 24 milyar ABD dolarına, 2030 yılında ise 30 milyar ABD Doları büyüklüğüne ulaşacağı tahmin edilmektedir<sup>22</sup>. Polimer tozu tüketiminin ise, bu büyüme oranlarıyla paralel olarak aynı oranda veya daha fazla büyüyeceği değerlendirilmektedir.

#### Şekil 10: Eklemeli İmalatta Kullanılan Materyallerin Dağılımı



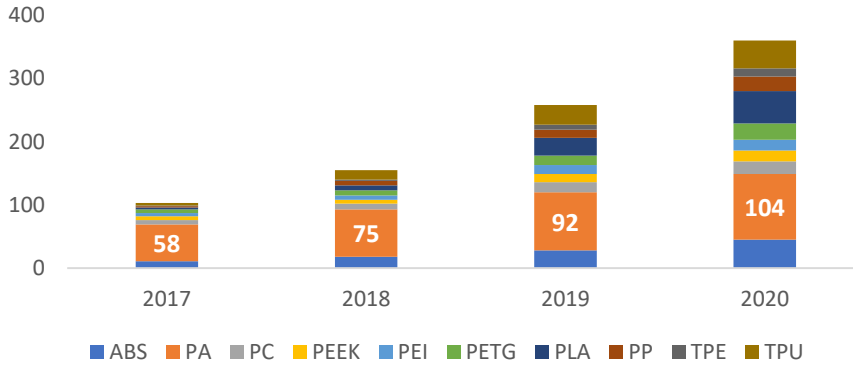
**Kaynak:** Wohlers, (2020)

Poliamid ürünler, toz yataklı füzyon teknolojisi (Powder Bed Fusion-PBF) kullanan makinelere artan talep nedeniyle termoplastik pazarını domine etmektedir. Toz yatağı füzyonu teknolojisi kullanan makinelerin girdisi Poliamid tozları olup, PA 6, PA 11, PA 12 en çok kullanılan tozlar arasındadır. Şekil 11'de eklemeli imalat için kullanılan termoplastik firma sayılarının yıllar içindeki değişimi gösterilmektedir.

21 Wohlers Associates, Inc.2020

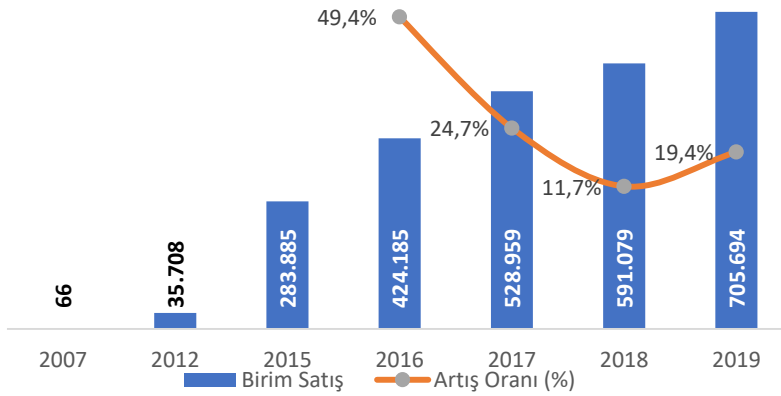
22 <https://www.3dnatives.com/en/polymer-3d-printing-market-2020-040320204/#!>



**Şekil 11: Eklemeli İmalat (Termoplastik) Firma Dağılımı**

**Kaynak:** Senvol

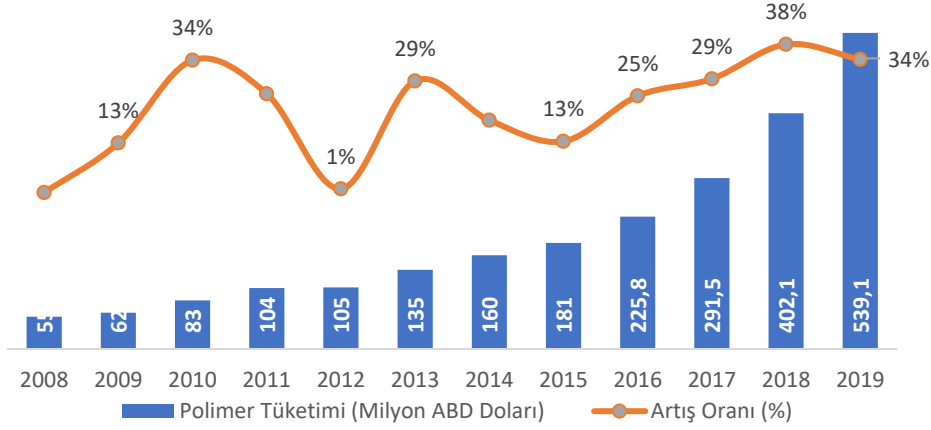
Şekil 11'deki grafikten anlaşılacağı üzere son zamanlarda üç boyutlu yazıcılara olan talebin artışıyla, Poliamid polimer tozu üreten firmaların sayısı 2020 Mart ayı verilerine göre toplamda 104'e ulaşmıştır. Firma sayıları 2019 yılında bir önceki yıla göre %23, 2018 yılında ise bir önceki yıla göre %30'luk bir artış yaşamıştır. Bununla birlikte eklemeli imalat için kullanılmakta olan termoplastik polimerik malzeme üretici firma sayısının 360'a ulaştığı, Poliamid üretici firmalarının bu sektördeki toplam üreticilerin arasındaki payının ise Mart 2020 verilerine göre %29 olduğu görülmektedir.

**Şekil 12: Üç Boyutlu (Masaüstü) Yazıcı Satışları ve Artış Oranları**

**Kaynak:** Wohlers, (2020)

Poliamid tozunun en fazla kullanıldığı alan olan üç boyutlu yazıcıların birim satışları 2019 yılında %19,4 oranında artarak 705.694 birim seviyelerine ulaşmıştır. 2018 yılındaki artış oranı ise %11,7 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 12).

**Şekil 13. Eklemeli İmalat için Kullanılan Polimer Tozu Tüketimi ve Artış Oranları**



**Kaynak:** Wohlers, (2020)

Şekil 13'te görüldüğü gibi 2015 yılından bu yana üç boyutlu yazıcı satışlarındaki kesintisiz artış ile kullanılan polimer tozlarının tüketimi de artmaktadır. 2018 yılında %38 oranında artarak toplamda 402 milyon ABD doları seviyelerine çıkan polimer tozu tüketimi 2019 yılında %34 gibi ciddi bir artış oranı ile 539 milyon ABD doları seviyelerine yükselmiştir. Yapılmış bir anket çalışmasında eklemeli imalatta kullanılan en karlı termoplastik materyal %56,6'lık bir oranla Poliamid olmuştur. Bunu %22,9 oran ile fotopolimer takip etmektedir (Wohlers, 2020).

#### 2.4. Dış Ticaret ve Yurtiçi Talep

Türkiye'nin plastik ürünler açısından ithalat ve ihracat verileri değerlendirildiğinde; Tablo 5 ve Tablo 6'dan da görülebileceği üzere Türkiye'nin daha çok plastik ürünlerin ithalatçısı konumunda olduğu görülmektedir. Tablo 7 ve Tablo 8 incelendiğinde ise ekonomileri güçlü olan Çin, ABD ve Almanya'nın plastik sektöründe hem üretici hem de tüketici olarak ilk üç sırayı paylaştığı gözlenmektedir. Buradan da ülkelerin ekonomilerinin gelişmişlik düzeyi ile plastik sektörü arasında bir bağıntı olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 5: Dünya Küresel İhracat Payları**

#	Küresel İhracat Payları	2015	2016	2017	2018	2019
1	Çin	12,0%	11,8%	11,8%	12,2%	13,5%
2	ABD	11,0%	10,8%	10,4%	10,2%	10,4%
3	Almanya	10,2%	10,6%	10,6%	10,3%	10,1%
4	Güney Kore	5,1%	5,1%	5,3%	5,3%	5,2%
5	Belçika	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	4,8%
6	Japonya	4,1%	4,3%	4,2%	4,0%	4,0%
7	Hollanda	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	3,8%
8	İtalya	3,4%	3,5%	3,5%	3,5%	3,4%

9	Fransa	3,6%	3,6%	3,6%	3,4%	3,3%
10	Tayvan	3,4%	3,2%	3,4%	3,4%	3,2%
24	Türkiye	1,0%	0,9%	0,9%	0,9%	1,0%
	Diğer	38,2%	38,2%	38,2%	38,7%	38,3%

Kaynak: ITC, Trade Map

**Tablo 6: Dünya Küresel İthalat Payları**

#	Küresel İthalat Payları	2015	2016	2017	2018	2019
1	Çin	11,7%	11,0%	11,3%	11,2%	11,2%
2	ABD	9,0%	9,1%	9,0%	9,2%	9,5%
3	Almanya	7,0%	7,2%	7,3%	7,2%	7,0%
4	Meksika	4,0%	4,0%	3,8%	3,8%	3,9%
5	Fransa	3,9%	4,0%	4,0%	3,9%	3,8%
6	İtalya	3,3%	3,3%	3,4%	3,3%	3,2%
7	İngiltere	3,2%	3,1%	3,0%	2,9%	3,0%
8	Belçika	2,8%	3,1%	3,1%	3,0%	3,0%
9	Kanada	2,7%	2,7%	2,6%	2,5%	2,6%
10	Japonya	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
16	Türkiye	2,2%	2,1%	2,2%	1,9%	1,8%
	Diğer	47,8%	47,9%	48,0%	48,6%	48,5%

Kaynak: ITC, Trade Map

Global plastik piyasasında çok sayıda oyuncunun bulunmasından dolayı üreticiler arasında rekabet gücü yüksektir. Pazar, doğası gereği oldukça parçalı bir yapıya sahip olup plastik üretimi yapan orta ve küçük işletmeler daha büyük bir kısmı işgal etmektedir. Pazar oyuncuları tarafından kullanılan temel strateji, yüksek marjlı ürünlere daha fazla odaklanılmasıdır. Global sektör oyuncuları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

→ BASF SE

→ Dow Inc

→ Evonik Industries

→ Arkema

→ Eastman Chemical Company

→ Lotte Chemical Corporation

→ Formosa Plastics Corporation

→ Toray Industries, Inc.

→ SABIC

→ DuPont de Nemours, Inc

→ Sumitomo Chemical Co., Ltd.

→ Celanese Corporation

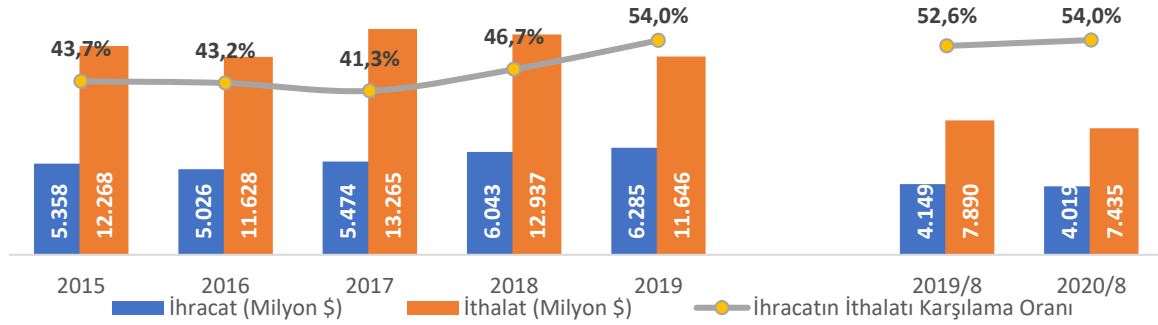
→ Chevron Phillips Chemical Co

→ Exxon Mobil Corporation

→ Covestro AG

→ Mitsui & Co. Plastic

Şekil 14: Plastik Dış Ticareti (Milyon ABD doları)



Kaynak: TÜİK

Şekil 14'te verilen grafikten 2015-2019 yılları arasında ihracatın ithalatı karşılama oranı dış ticaret genelinde %75,2 seviyesindeyken, plastik sektöründe bu oran %45,8 seviyesindedir.

Öte yandan Tablo 7'de görüldüğü gibi plastik ihracatı büyüme eğilimindedir. Tablo 7 ve Tablo 8 birlikte incelendiğinde miktar bazında en fazla ihracatın Irak'a yapıldığı katma değer bazında ise en fazla ihracatın Almanya ve İngiltere'ye yapıldığı görülmektedir. 2019 yılında Türkiye'nin ihracat yaptığı ilk 10 ülkenin toplam plastik sektörü ihracatına oranı %48,7 oranında gerçekleşmiştir. 2019 yılında GTİP koduna göre en çok ihracatı yapılmış olan 3920 (Plastiklerden Diğer Plakalar, Levhalar, Filmler, Folyo ve Şeritler (Gözeneksiz)) kodlu ürünün İngiltere'ye (%46,5), ikinci sırada yer alan 3923 (Plastiklerden Eşya Taşınmasına veya Ambalajlanmasına Mahsus Malzemeler; Plastikten Tıplar, Kapaklar ve Diğer Kapama Malzemeleri) kodlu ürünün en çok Irak'a (%49,1) ve üçüncü sırada yer alan 3917 (Plastikten Hortumlar, Borular ve Bağlantı Elemanları (Manşon, Nipel, Dirsek, Flanşlar Gibi)) kodlu ürünün ise Irak'a (%79,7) ihraç edildiği görülmektedir. 2020 yılının ilk 8 aylık döneminde ilk 10 ülkenin toplam plastik sektörü ihracatı içerisindeki payı %43,5 seviyesindedir.

Tablo 7: Türkiye'nin Değer Bazında En Çok İhracat Yaptığı İlk 10 Ülke

Ülke (Milyon \$)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Irak	493	402	441	461	553	334	286
Almanya	360	385	411	455	462	315	273
İngiltere	226	206	220	285	328	211	216
İsrail	181	197	234	262	301	198	191
Romanya	163	167	183	223	292	198	171
İtalya	202	210	239	233	293	207	160
ABD	86	93	117	144	229	150	122
Fransa	176	173	171	194	198	134	115
İspanya	124	127	143	175	216	150	110
Rusya	186	86	114	148	187	121	101
Diğer	3.160	2.981	3.201	3.464	3.227	2.131	2.272
<b>Toplam İlk 10</b>	<b>2.198</b>	<b>2.045</b>	<b>2.274</b>	<b>2.579</b>	<b>3.058</b>	<b>2.017</b>	<b>1.747</b>
<b>Toplam</b>	<b>5.358</b>	<b>5.026</b>	<b>5.474</b>	<b>6.043</b>	<b>6.285</b>	<b>4.149</b>	<b>4.019</b>

Kaynak: TÜİK

**Tablo 8: Türkiye'nin Miktar Bazında En Çok İhracat Yaptığı İlk 10 Ülke**

Ülke (Milyon Kg)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Irak	245	220	248	250	321	190	187
Romanya	75	77	81	106	201	133	139
İsrail	86	103	122	133	168	109	116
Almanya	149	152	153	167	178	120	106
İtalya	103	111	130	118	167	116	99
İngiltere	80	86	89	119	145	91	96
Mısır	83	78	77	81	102	70	65
Bulgaristan	101	89	94	84	108	73	62
İspanya	57	62	70	84	110	76	55
Cezayir	44	54	61	68	78	52	51
Diğer	1.309	1.259	1.341	1.474	1.838	1.216	1.033
<b>Toplam İlk 10</b>	<b>1.023</b>	<b>1.032</b>	<b>1.124</b>	<b>1.210</b>	<b>1.579</b>	<b>1.030</b>	<b>977</b>
<b>Toplam</b>	<b>2.332</b>	<b>2.291</b>	<b>2.466</b>	<b>2.684</b>	<b>3.417</b>	<b>2.246</b>	<b>2.010</b>

Kaynak: TÜİK

Öte yandan Tablo 9'dan anlaşılacağı üzere ithalat noktasında bölge sınırlaması bulunmamaktadır. Aynı zamanda Türkiye'nin ithalat gerçekleştirebildiği her ülkeden alım yaptığı görülmektedir.

**Tablo 9: Türkiye'den Miktar Bazında En Çok İthalat Yapılan İlk 10 Ülke**

Ülke (Milyon Kg)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Suudi Arabistan	983	1.070	1.142	1.163	1.231	860	695
Almanya	505	523	581	572	593	388	426
Güney Kore	640	681	706	641	728	504	425
Belçika	401	399	436	465	451	312	314
ABD	229	191	190	227	428	297	287
Çin	303	297	332	345	351	237	204
İspanya	273	276	287	268	282	181	192
Hollanda	236	237	254	255	290	188	187
Fransa	308	328	344	265	308	196	182
İngiltere	68	70	110	169	199	123	178
Diğer	2.908	3.039	3.404	2.957	2.632	1.763	1.845
<b>Toplam İlk 10</b>	<b>3.945</b>	<b>4.073</b>	<b>4.384</b>	<b>4.371</b>	<b>4.861</b>	<b>3.286</b>	<b>3.090</b>
<b>Toplam</b>	<b>6.854</b>	<b>7.112</b>	<b>7.788</b>	<b>7.327</b>	<b>7.494</b>	<b>5.048</b>	<b>4.935</b>

Kaynak: TÜİK

**Tablo 10: Türkiye’den En Çok İthal Edilen İlk 10 Ürün Grubu**

GTIP Kodu <sup>23</sup> (Milyon \$)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
3902	2.650	2.346	2.722	2.903	2.801	1.952	1.765
3901	2.406	2.341	2.442	2.176	1.843	1.265	1.283
3907	1.174	1.134	1.400	1.514	1.370	937	815
3920	922	907	999	819	763	505	482
3904	816	705	903	737	683	450	456
3903	795	698	881	836	627	447	383
3926	658	668	684	636	585	377	340
3906	370	302	364	397	399	269	270
3909	447	411	554	568	418	282	253
3919	323	331	341	304	287	188	189
Diğer	1.707	1.785	1.976	2.048	1.868	1.218	1.199
<b>Toplam İlk 10</b>	<b>10.562</b>	<b>9.843</b>	<b>11.289</b>	<b>10.890</b>	<b>9.778</b>	<b>6.672</b>	<b>6.236</b>
<b>Toplam</b>	<b>12.268</b>	<b>11.628</b>	<b>13.265</b>	<b>12.937</b>	<b>11.646</b>	<b>7.890</b>	<b>7.435</b>

Kaynak: TÜİK

Diğer taraftan, sadece eklemeli imalat için poliamid tozuna yönelik doğrudan istatistiki veriler olmadığından tüm sektör ithalat ve ihracat verileri üzerinden hareket edilerek Tablo 11 ve Tablo 12 oluşturulmuştur.

Plastik sektörünün hammadde ve mamul üretim, ithalat ve ihracat rakamları PAGDER’in yayımlamış olduğu sektör raporlarından ve TÜİK verilerinden derlenmiştir. Yurtiçi talep miktarı ise üretim miktarının üzerine ithalat verilerinin eklenip ihracat rakamlarının çıkarılması ile elde edilmiştir. Aynı hesaplama yöntemi kullanılarak tutar bazında hesaplamalar da yapılmış olup analize konu olan yıllardaki tutarlar aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 11: Plastik Mamul ve Hammadde Dış Ticareti (Bin Ton)**

Plastik Mamul Üretim (Bin Ton)	2015	2016	2017	2018	2019
Üretim	8.959	9.269	10.123	9.488	9.881
İthalat	585	589	622	569	559
İhracat	1.575	1.551	1.634	1.864	2.414
Yurtiçi Talep/Tüketim	7.969	8.307	9.111	8.193	8.026
Plastik Hammadde Üretimi (Bin Ton)	2015	2016	2017	2018	2019
Üretim	3.375	3.439	3.550	3.550	3.860
İthalat	6.269	6.523	7.166	6.758	7.023
İhracat	688	744	833	820	1.003
Yurtiçi Talep/Tüketim	8.956	9.218	9.883	9.488	9.880

Kaynak: PAGDER, TÜİK

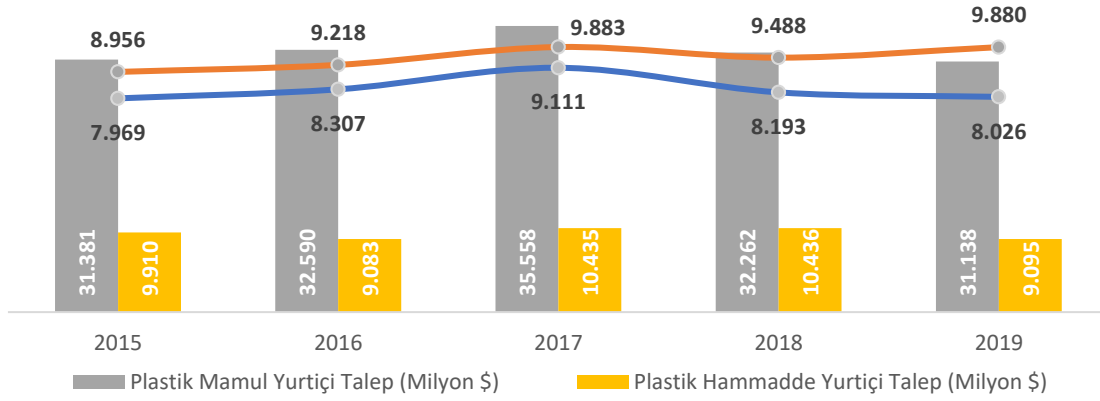
<sup>23</sup> GTIP kodu detayları için Tablo 2’ye bakınız.

**Tablo 12: Plastik Mamul ve Hammadde Dış Ticareti (Milyon \$)**

<b>Plastik Mamul Üretim (Milyon \$)</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Üretim	34,3	35,3	38,4	35,9	34,9
İthalat	2.873	2.928	3.105	2.796	2.568
İhracat	4.338	4.109	4.340	4.823	4.862
Yurtiçi Tüketim	31.381	32.590	35.558	32.262	31.138
<b>Plastik Hammadde Üretim (Milyon \$)</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Üretim	4.818	4.418	4.939	5.309	4.978
İthalat	9.396	8.700	10.160	10.142	9.078
İhracat	933	919	1.137	1.222	1.290
Yurtiçi Talep/Tüketim	9.910	9.083	10.435	10.436	9.095

Kaynak: PAGDER, TÜİK

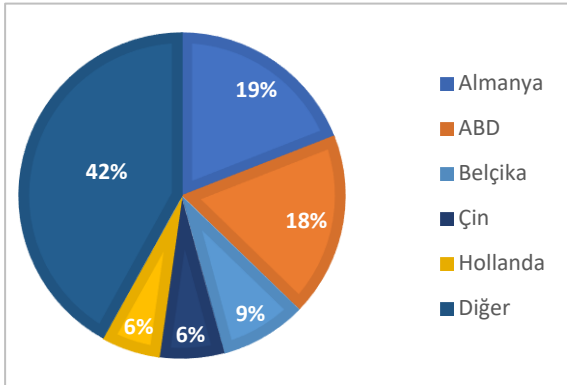
Öte yandan plastik sektörünün hammadde yurt içi talep gelişimi analiz edildiğinde yıllar itibari ile dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Hammadde tarafında miktar bazında genel olarak 2015-2018 yılları arasında mamul talebine paralel bir seyir izlendiği, 2019 yılında ise mamul talebi bir miktar azalırken hammadde talebinde bir artış olduğu izlenmiştir (Şekil 15).

**Şekil 15: Plastik Mamul ve Hammadde Yurtiçi Talep Gelişimi**

Kaynak: PAGDER, TÜİK

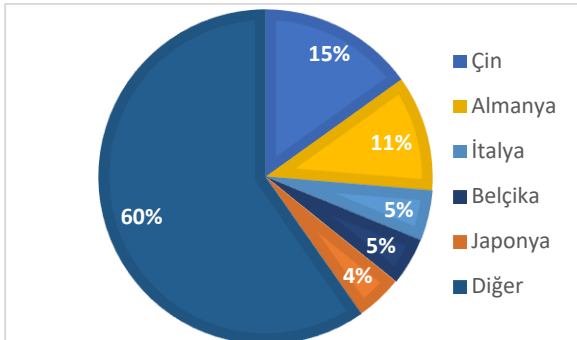
Tutar bazında ise 2015-2017 yılları arasında mamul talebi artarken hammadde talebi 2016 yılında azalıp 2017 yılında artmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında ise bir önceki yıla göre mamul talebine paralel olarak bir azalış izlendiği analiz edilmiştir.

3908-Poliamid altında bulunan 390810 Poliamid (-6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6, 12) ve 390890 (Diğer Poliamidler) ürünlerinin ihracat rakamları değerlendirildiğinde "Poliamid" ürünlerin 2019 yılındaki toplam Poliamid ihracatının %77'sini oluşturduğu görülmektedir. Poliamidlerin en yüksek ihracat payını Almanya almış olup; ABD, Belçika, Çin ve Hollanda bu ülkeyi takip etmiştir. (Şekil 16).

**Şekil 16: Dünya Poliamid (3908) Tozları İhracat Payları (%)**

**Kaynak:** ITC, Trade Map

390810 Poliamid (-6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6, 12) ürünlerinde yapılmış olan toplam ihracatın aynı şekilde %18'i Almanya tarafından gerçekleştirilmiştir. 3908-Poliamid'den farklı olarak 390810 Poliamid (-6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6, 12) ürünü Hollanda yerine İtalya 5. sırayı almaktadır. "Diğer Poliamidler" ürün ihracatını yapan ülkelerin sıralaması ise %21 ile aynı şekilde Almanya iken ilk 5'e giren ülkelerin 3908-Poliamid ile aynı olduğu görülmektedir.

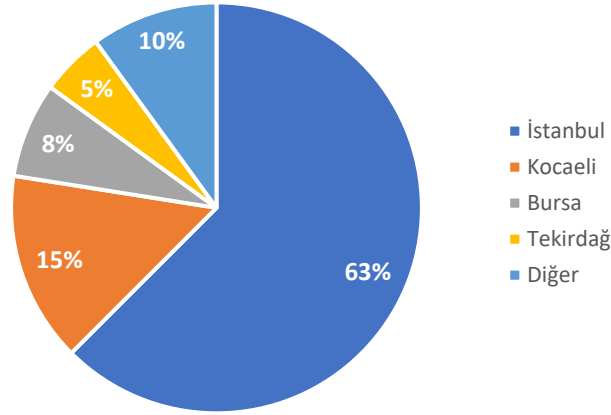
**Şekil 17: Dünya Poliamid (3908) Tozları İthalat Payları (%)**

**Kaynak:** ITC, Trade Map

İthalat payları incelendiğinde ise, en yüksek ithalat payını Çin almış olup bunu Almanya, İtalya, Belçika ve Japonya takip etmektedir. Toplam ithalatın %74'ü 390810 Poliamid (-6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6, 12) ürünlerinden yapılmış olup Çin, 390810 Poliamid (-6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6, 12) ve 390890 (Diğer Poliamidler) ürünlerinde %15 ile ilk sırayı almıştır. Çin'i iki ürün grubu tarafında da Almanya takip etmektedir (Şekil 17).

Yapılan araştırmada Türkiye genelinde Poliamid ithal edip nitelikli ürün haline getiren firma olarak faaliyet gösteren 40 adet kurum olduğu, bunların da 25 tanesinin (%63) İstanbul'da yerleşik olduğu öğrenilmiştir. Bunun dışında Kocaeli, Bursa ve Tekirdağ'da ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaların Türkiye genelindeki payları aşağıdaki grafikte gösterilmiştir (Şekil 18).



**Şekil 18: Türkiye Poliamid İşleyen Firmaların Dağılımı**

**Kaynak:** PAGDER ve PAGEV

GTIP kodu 390810 ve 390890 olan sırasıyla “Poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6,12” ve “diğer Poliamid” ürünlerine ait ihracat tutar ve miktarları aşağıda paylaşılmıştır. 2015-2018 yılları boyunca toplam poliamid ihracat tutarı, toplam plastik sektörü ihracat tutarının ortalama %0,6’sını oluştururken, 2019 yılında söz konusu oran %1,3 seviyesine yükselmiştir.

Tablo 13 ve Tablo 14’teki ihracat verileri incelendiğinde Poliamid tozunun ihracatında Türkiye’nin yıllık ortalama %37’lik artışının olduğu 2018 ve 2019 yıllarında arasında ise bu artışın %59’lara ulaştığı görülmektedir. Ürünlerdeki katma değerini ise ortalama 1 baz puan artırdığı görülmektedir. Eklemeli imalatta kullanılan Poliamid tozu ihracatı konusunda miktarı ve katma değeri bakımından önemli kullanımlara ulaşabileceği öngörülmektedir.

**Tablo 13: Türkiye Poliamid İhracat Değerleri**

İhracat Tutar (Milyon \$)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10	24,0	19,7	26,3	38,0	80,5	59,2	35,2
Diğer Poliamid	2,0	4,2	3,7	4,1	3,2	1,8	2,1

**Kaynak:** TÜİK

**Tablo 14: Türkiye Poliamid İhracat Miktarları**

İhracat Tutar (Bin Ton)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10	11,1	10,0	11,6	13,9	30,7	22,2	14,4
Diğer Poliamid	2,1	3,9	3,7	3,6	2,8	1,9	1,7

**Kaynak:** TÜİK

GTIP kodu 390810 ve 390890 olan sırasıyla poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10 veya -6,12 ve diğer poliamid ürünlerine ait ithalat tutar ve miktarları aşağıda paylaşılmıştır. Analize konu yıllar boyunca toplam poliamid ithalat tutarı, toplam plastik sektörü ithalat tutarının ortalama %2,1’ini oluşturmaktadır.

Tablo 15 ve Tablo 16'da görüldüğü gibi Türkiye poliamid tozunun %50'sini iç pazara sunmakta olup bu ürünlerinin neredeyse tamamını ithal etmektedir. İç pazarda kullanılan ve ithal edilen ürünler arasında katma değeri yüksek olan eklemeli imalat tozları da yer almaktadır.

**Tablo 15: Türkiye Poliamid İthalat Değerleri**

İthalat Tutar (Milyon \$)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10	192,1	192,5	240,9	266,7	283,4	197,1	126,2
Diğer Poliamid	20,7	21,0	25,7	28,2	23,5	15,8	11,7

Kaynak: TÜİK

**Tablo 16: Türkiye Poliamid İthalat Değerleri**

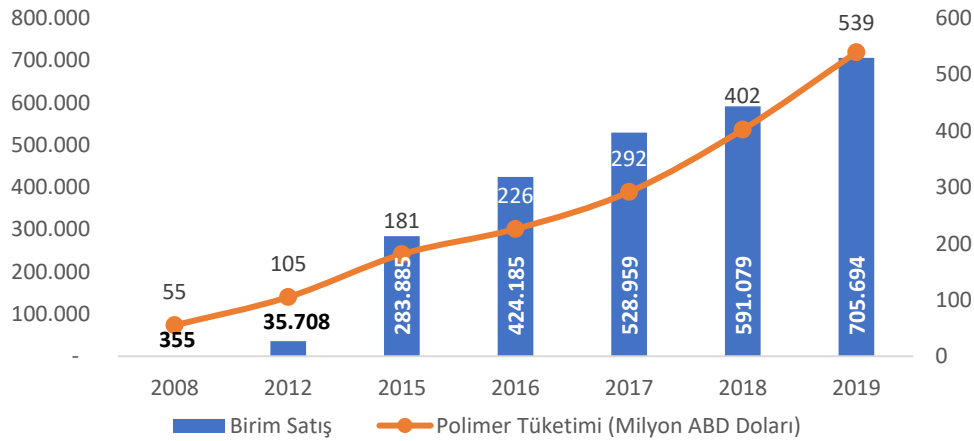
İthalat Tutar (Bin Ton)	2015	2016	2017	2018	2019	2019/8	2020/8
Poliamid -6, -11, -12, -6,6, -6,9, -6,10	80,8	88,2	92,5	88,2	101,1	67,4	53,7
Diğer Poliamid	6,0	6,3	7,6	6,9	5,2	3,6	2,6

Kaynak: TÜİK

## 2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Dünyada 3 boyutlu cihaz sayısı ve eklemeli imalat için kullanılan polimer tozu satışları, 2008 (Şekil 19) yılından bu yana incelendiğinde aralarında doğru orantı bulunduğu anlaşılmaktadır.

**Şekil 19: Dünyada 3 Boyutlu Yazıcı (Masaüstü) Sayısı ve Polimer Tozu Satışları**



Kaynak: Wohlers, (2020)

Türkiye'de 2020 yılında toplam 15 adet polimer tozu kullanarak eklemeli imalat yapan cihaz bulunduğu tahmin edilmektedir. Hali hazırda Türkiye'de eklemeli imalat için polimer tozu üretimi yapan bir kuruluş yoktur. Dolayısıyla herhangi bir kuruluş kapasite de bulunmamaktadır. Bu nedenlerle polimer tozu üretim miktarımız sıfır olarak değerlendirilmektedir.

Dünyada üretimi ve bilinirliği giderek artan bu ürünlerin ülkemizde de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yukarıdaki cihaz sayılarından yola çıkılarak, dünyadaki gelişmeler de dikkate alındığında ülkemizdeki cihaz sayısını da artacağı öngörülmektedir.

**Şekil 20: Türkiye 3 Boyutlu Yazıcı Sayısı ve Kullanım Miktarı Gelişimi**

Türkiye’de 2020 yılının ilk çeyreğinde yaklaşık 15 adet 3 boyutlu yazıcı (Poliamid kullanan) olduğu varsayımıyla ilerlenerek bu cihazlarda 2025 yılına kadar yıllık bileşik olarak ortalama %20 oranında büyüme gerçekleşeceği varsayılmıştır.

Poliamid tozu kullanarak eklemeli imalat yapan bir cihazın toz kullanma kapasitesinin 1.425 kg/yıl olduğu düşünüldüğünde %90 kapasite ile; 2020 yılında 19 ton, 2025 yılında ise 51 ton poliamid tozu kullanacağı hesaplanmıştır. Bir makinenin %70 kapasite ile çalıştığı varsayılır ise 2020 yılında 15 ton, 2025 yılında ise 40 ton Poliamid tozu kullanacağı hesaplanmaktadır. 2025 yılındaki polimer tozu kullanım miktarının da 2020 yılından itibaren yıllık olarak %7,5-12,5 arasında artması beklenmektedir. Bu varsayımlar doğrultusunda 2025 yılında eklemeli imalat için kullanılacak Poliamid tozunun 40-51 ton arasında değişeceği öngörülmektedir.

Bu varsayımlar ve hesaplamalar doğrultusunda Türkiye’nin önümüzdeki 5 yıldaki toplam poliamid tozu ihtiyacının 140 ton ile 180 ton arasında değişeceği hesaplanmaktadır.

Yapılan talep tahmini Türkiye’de bulunan cihazların kapasiteleri ile gerçekleştirilmiş olup yurtdışından alınan ürün ve hizmetler bu hesaplama dahil edilmemiştir. Önümüzdeki dönemlerde kullanılacak makinelerin kapasitelerinde yaşanacak artış ve ithal edilen ürünlerin ülkemizde yapılabilecek olmasıyla poliamid tozuna oluşacak ihtiyacın daha fazla olabileceği tahmin edilmektedir.

**2.6. Girdi Piyasası**

Ön fizibilite konusu ürün üretimi için temel girdi olan poliamid, genel olarak katkısız ve katkılı hammadde şeklinde piyasada bulunmaktadır. Türkiye, ihtiyacı olan poliamidi Almanya (%19) başta olmak üzere, ABD (%18), Belçika (%9), Çin (%6) ve Hollanda’dan (%6) ithal etmektedir. Yerel distribütör ve toptancılardan alınan güncel rakamlara göre hammaddelerin 1 ton üzerinden fiyatları PA 6 için \$2000-\$2300+KDV, PA 11 ve PA 12 için \$3200-\$3500+KDV maliyetlerle tedarik edilmektedir.

Raporun 3.2 *Üretim Teknolojisi* kısmında kullanım yeri (üretilen Poliamid tozlarının tane boyutlarının özel şartlar altında küçültülmesi) ve detayları belirtilmiş olan bir diğer girdi sıvı azottur. Sıvı azot İstanbul ve çevresinde HABAŞ, Linde vb. üreticilerden 1 – 1,5 \$/Kg +KDV fiyatlarıyla temin edilebilmektedir.

Diğer temel girdiler konusunda ise Türkiye, yaklaşık aylık 400 USD vasıfsız eleman ve 0.084 USD/kWh enerji maliyetleri ile halihazırdaki büyük ölçekli ihracatçı ülkelere göre önemli bir maliyet avantajı sağlamaktadır.

## 2.7. Pazar ve Satış Analizi

Seçici lazer sinterleme gibi toz yataklı eklemeli imalat sistemleri, özel bir termal profil gösteren, bir diğer deyişle, erime ve kristalizasyon sıcaklıkları arasında yüksek sıcaklık farkı olan polimerler gerektirmektedir. Poliamid ailesinden “PA 12” bu üretim sistemi için oldukça uygun bir hammadDEDİR. Öte yandan poliamid polimerler nispeten geniş bir sıcaklık aralığına sahip olup optimum işlem sıcaklıklarında genellikle birkaç derecelik bir sapma ile en yüksek mekanik özellikleri veren malzemelerdir (Goodridge, vd., 2012; EP 3 608 349 A1<sup>24</sup>, 2020). Bu sebeplerden dolayı sektörün büyük bir kısmına hâkim olan polimer hammadde poliamidlerdir.

Raporun sektör profili kısmında TOBB verileri ışığında değİnİlen Türkiye’de poliamid hammadde üzerine faaliyet gösteren firmaların %63’ü İstanbul’da yer almaktadır. İstanbul’u %15 ile Kocaeli, %8 ile Bursa ve %5 ile Tekirdağ takip etmektedir. Marmara bölgesinde yoğunlaşmış olan sektörde faaliyet gösteren firmalar, Türkiye’de Poliamid hammadde ile çalışan bütün firmaların %91’lik kısmına tekabül etmektedir. Bölgesel bir merkez olan İstanbul, hem ihracatta coğrafi bir avantaj sağlarken hem de sektörün merkezinde bulunarak tedarik zincirinde ve yurtiçi satışlarda üstünlük oluşturacaktır.

TÜİK verilerine göre İstanbul’un toplam nüfusu 15.519.267, 15-24 yaş grubunda olan genç nüfus ise 2.307.379 olup ilin %14,9 işsizlik oranı bulunmaktadır. Dolayısıyla İstanbul’da vasıflı/vasıfsız işgücü sayısı bakımından önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Bu nedenle İstanbul teknik ve idari personel kapasitesi açısından diğer illere göre daha çok seçeneğe sahiptir.

Kara, deniz, hava ve demiryolu ağlarının en aktif ve verimli kullanılabilceğı şehir olması sebebiyle hammadde tedariki ve üretilen ürünlerin teslimatı için iyi bir lojistik altyapısı olması da rekabet gücüne katkıda bulunacaktır.

Finansal, ticari, sınai ve bürokratik kurumsallaşması tamamlandığı için tüm altyapı ve enstrümanlardan yararlanma imkânı sunması diğer illere göre avantaj sağlayacaktır.

Dünya geneli poliamid ihracatında Almanya %19, ABD %18, Belçika %9, Çin ve Hollanda %6’sar pay almaktadır. İthalatta ise Çin, Japonya, Almanya ve İtalya öne çıkmaktadır.

Hammadde maliyeti hariç tutulup ihracatçı ülkedeki diğer temel girdilerin ortalama maliyetlerinin dünya ortalaması ile karşılaştırması yapıldığında ihracatçı ülkelerdeki maliyetlerin ortalamanın çok üzerinde olduğu ve ürünün ihracatında bu maliyetlerin büyük önem teşkil etmediğı görülmektedir. Bu duruma sebep olan diğer unsurlar; yatırım maliyetlerinin yüksekliğı, hammaddeye erişim imkanları, AR-GE ve know-how ihtiyaçlarının fazla olması olarak değerlendirilmektedir.

Poliamid tozları daha çok teknik malzemelerin, parçaların ve ürünlerin imalatında kullanılmakta, yine bu alanlarda yoğun üretimi bulunan Çin, Japonya, Almanya ve İtalya tarafından dünya ithalatının büyük kısmı gerçekleştirilmektedir. Türkiye bu ürünün ihracatında dünya ticaretinden toplamda yaklaşık olarak %35 pay alan Avrupa’ya yakınlığı sebebiyle hammadde tedarikinin lojistik kısmında bir avantaja sahiptir. Ürünün kullanımının yaygınlaşması ile talepteki artış trendinin ivmelenmesi gerçekleşebilir.

Yukarıdaki avantajlara rağmen iç talep, know-how ve Ar-Ge kapasitesindeki eksiklikler nedeniyle ilgili ülkeler ile rekabet edilmesi zorlaşmaktadır. Öte yandan, ilgili alanda yalnızca teknolojiye yatırım yapılması yeterli olmamaktadır. Sürekli gelişen bu teknolojinin takip edilerek piyasanın ihtiyaçlarına göre sistemde revizyonlar yapılması gerekmekte olup sistem revizyonları, sektörün takibi, bilgi oluşturulması gibi süreçler Ar-Ge yatırımlarını da gerektirmektedir. Ayrıca hammadde kaynaklarının kısıtlı kalması sebebiyle politik ve ekonomik dalgalanmalar durumunda tedarik sıkıntısı yaşanması da söz konusu olabilir.

24 European Patent

### 2.7.1. Dağıtım Kanalları

Dağıtım kanalları ürünün satış aşamasına gelmesinden itibaren tüketiciye kadar izlediği yolu ifade etmektedir. Dağıtım kanalı stratejileri ürün satışlarını en üst seviyeye çıkartmayı amaçlamaktadır. Yapılacak yatırımın imalat sanayi üzerine olması ve B2B bir yapıda bulunması sebebiyle dağıtım kanalları tercihleri de buna göre belirlenmelidir. Dağıtım kanallarını 3 ana başlık altında değerlendirilmiş olup aşağıda sıralanmıştır.

#### 2.7.1.1. Fabrikadan Doğrudan Tüketicie

Bu dağıtım kanalı seçeneğinde; pazarlama ve satış yatırımları, operasyon giderleri ve bunların oluşturacağı iş yükü öngörüldüğünde ürünü tüketiciye doğrudan ulaştırmak maliyet, zaman ve odaktan sapılması olarak yatırıma yansacaktır. Orta ve uzun vadede satış kontrolünün ve karlılığın tamamen üreticide olması sebebiyle tekrar incelenerek ihtiyaç durumunda bu seçenek değerlendirilmelidir.

#### 2.7.1.2. Fabrikadan Bölgesel Distribütörlere ve/veya Toptancılara Daha Sonra Tüketicie

Satış sorumluluğu bölgesel ölçekte distribütör ve toptancılara verilerek, onların sahadaki satış operasyonunu gerçekleştirmesi sağlanmaktadır. Burada büyük çapta olmasa da bir pazarlama ve satış ekibi oluşturulması, yatırım yapılması ve önceki seçeneğe göre daha basit bir şekilde olacak operasyonların takibi gerekmektedir. Bölgesel distribütör ve toptancılar iş ve yatırım yükünü almaları karşılığında satışlardan kar elde ederek akışın devamlılığını sağlamaktadırlar. Bu şekilde uygulanan dağıtım stratejisinin orta ve uzun vadede teşkil edeceği sorunların başında, satış fiyatlarının distribütör tarafından etkilenebilmesi ve satış rakamları tarafında da doğrudan etkinin kalmayışı gibi kontrolün paylaşılması gelmektedir.

#### 2.7.1.3. Fabrikadan Ana Dağıtıcıya/Distribütöre ve Sonrasında Tüketicie

Bu dağıtım seçeneğinde ise, bütün satış sorumluluğu ana distribütöre verilerek fabrika içerisindeki satış ve pazarlama yükü en az seviyeye indirilir. Burada satış kontrolü ana distribütörde bulursa da yine orta ve uzun vadede gözden geçirilerek değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ürünler piyasada minimum 20 kg'lık paketler halinde satılmakta olup talep edilen kg fiyatı arttıkça bazı firmalar tarafından birim fiyatlarda bir miktar düşüş sağlanmaktadır. Tablo 17'de ortalama fiyat aralığı verilmiş olup fiyatlara KDV dahil değildir.

**Tablo 17. Güncel Poliamid Polimer Toz Fiyatları**

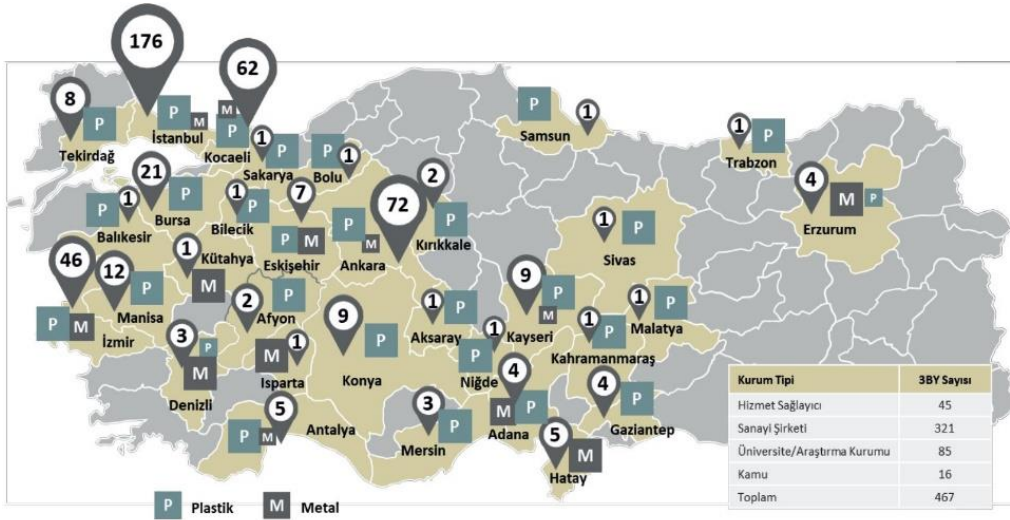
No	Ürün Adı	Fiyat Aralığı (kg)
1	PA 12	Ortalama aralık: 80-90 \$
2	PA 11	Ortalama aralık: 90-95 \$
3	PA 6	Ortalama aralık: 70-80 \$

### 3. TEKNİK ANALİZ

#### 3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

İstanbul, yatırım açısından Şekil 21’de görüldüğü gibi eklemeli imalat cihazlarının yoğunluğu ve coğrafi konumu nedeniyle en uygun bölgedir. Bölgenin ulaşım (kara, hava ve deniz) olarak uygun olması ve ihracat konusunda da lojistik ve müşteri portföyünün zengin olması açısından (müşterilerin ulaşımı, konaklaması, vb.) diğer bölgelere göre de üstünlük sağlamaktadır. Bölgenin sanayi yoğunluğu ve bununla birlikte alt yapıların hazır olması da diğer bir etkidir.

**Şekil 21: 2017 Yılı Türkiye’deki Eklemeli İmalat Cihazları Dağılımı**



**Kaynak:** TCCSBB, (2019)

Yatırım yapılacak ilçenin belirlenmesinde üretim yapılmasına uygun altyapı ve üstyapının bulunması, maliyet ve sürdürülebilirlik gibi faktörlerin incelenmesi gerekmektedir. Yatırıma konu olan ürün için sağlanan desteklerde OSB ya da alt bölgelerinde konumlanmasının bir farkı olmadığı için üretimi planlanan ürüne uygun sanayi bölgelerindeki ilçelerden örnek bilgiler sunulacaktır.

İstanbul Avrupa yakasında Esenyurt, Arnavutköy ve Silivri; Anadolu yakasında ise Tuzla ön plana çıkmaktadır. Esenyurt ve Arnavutköy kurulu sanayi bölgeleri olması ve diğer arsa bedellerinin nispi olarak diğer bölgelere göre daha uygun olmasından dolayı tercih edilmiştir. Silivri bölgesi ise Avrupa’ya yakın olması ve arsa bedellerinin ucuz olmasından dolayı tercih edilmiştir. Asya kıtasında ise Tuzla lojistik üstünlüğü ve sanayi alt yapısından dolayı tercih edilmiştir. Ayrıca bu bölgelerdeki iş gücü ve nüfus yoğunluğa da bir diğer tercih sebebidir.

Yapılacak yatırımın büyüklüğü ve yatırımın sürekliliğinin sağlanması açısından arazinin satın alınması daha uygun bulunmuştur. Arsa maliyetleri Silivri’de 100-300 USD/m<sup>2</sup>, Esenyurt-Arnavutköy bölgesinde 500-800 USD/m<sup>2</sup> ve Tuzla’da 500-800 USD/m<sup>2</sup> ortalamalarıdır. Kapalı alan, yükseklik ve açık alan ihtiyaçları hesaplanmış olup Tablo 18’deki bölgeler için satın alma maliyetleri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Kapalı alan/Yükseklik 500 m<sup>2</sup>/10 m ya da üzeri, açık alan 100 m<sup>2</sup> toplamda 600 m<sup>2</sup> arsa gereklidir.

10 Mart 2020 tarih ve 31064 sayılı Resmî Gazete’de Çevre Şehircilik Bakanlığı’nca yayımlanan Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2020 yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri

Hakkında Tebliğin, III. Sınıf A grubu yapılarına göre yapılacak binanın m<sup>2</sup> maliyeti ortalama 140 \$ olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 18: İstanbul'daki Bölgeler İçin Arazi Satın Alma Bedelleri**

Bölge	En az (\$)	En Fazla En az (\$)
Arnavutköy	300.000	480.000
Esenyurt	300.000	480.000
Silivri	60.000	180.000
Tuzla	300.000	480.000

AR-GE, yatırım ve üretim aşamaları için gereken insan kaynakları açısından Esenyurt (954,579) ve Arnavutköy (267,400) nüfus yoğunlukları sınırlarında ve yakınlarında birçok üniversitenin ve teknik lisenin bulunması ile diğer ilçelere göre öne çıkmaktadır. Halihazırda bölgede bulunan sanayi kuruluşları sebebiyle vasıflı ve vasıfsız işgücünde de bir kümelenme bulunmaktadır. Personelin tedarik ve teslimat zincirindeki ulaşım kolaylığı ve maliyeti de kuruluş yeri seçiminde etkili olacağı için bu faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

### 3.2. Üretim Teknolojisi

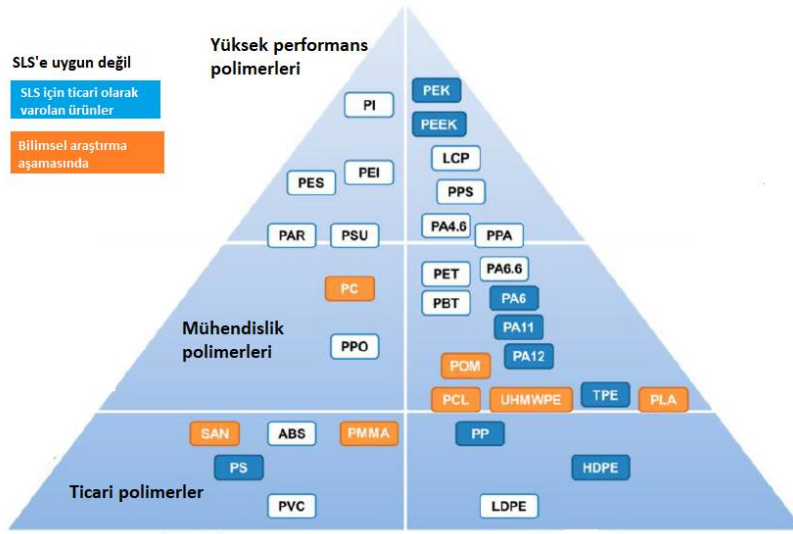
Seçici lazer sinterleme (SLS), tozları ergitmek için lazer tarafından sağlanan enerjiyi kullanan ve ardından 3D model verilerine dayalı olarak hedef parçaları oluşturmak için toz malzemeyi katmanlı bir şekilde istifleyen, toz bazlı bir eklemeli imalat teknolojisidir. Bu toz yataklı eklemeli imalat üretim yöntemi otomotiv, havacılık, tıp, biyomedikal, elektrik elektronik gibi alanlarda kullanılmakta olup son yıllarda hızla gelişmeye devam etmektedir<sup>25</sup>.

Genel olarak SLS toz yataklı eklemeli imalat sistemlerinde polimer, seramik, metal tozları ve bunların kompozit karışımları olmak üzere oldukça geniş bir yelpazede ürünler bulunmaktadır. Bu malzemelerin arasında polimer ve polimer esaslı kompozitler düşük sinterleme enerji tüketimi ve iyi baskı kalitesi gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu alanda geliştirilen polimer malzeme türleri esas olarak termoplastik polimerler olup, bunların arasında ağırlıklı olarak kullanılanlar poliamid grubu malzemeler (PA 12, PA 11 ve PA 6), poliüretan elastomer (TPU) malzemeleri ve kompozit tozlarıdır. Şekil 22'de eklemeli imalatta kullanılan polimer hammaddeler verilmiş olup bunlardan SLS toz yataklı eklemeli imalat yöntemine uygun olanlar da ayrıca belirtilmektedir<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> Yan vd. (2011); Ngoa vd. (2018)

<sup>26</sup> Goodridge vd. (2011); Greiner vd. (2017); Gan vd. (2020)

## Şekil 22: Eklemeli İmalat Polimerlerinin Sınıflandırılması



**Kaynak:** Yuan vd., (2019)

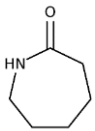
Bu teknoloji kapsamında günümüze kadar olan süreçte toz yataklı eklemeli imalat sistemlerinde en çok kullanılan polimer malzeme öncelikle PA 12 olmak üzere takiben PA 11 ve PA 6'yı içeren poliamid (PA) yarı kristalin termoplastik polimerlerdir. Kullanılan bu polimerlerin üretiminde gerekli bazı temel monomer ve polimerizasyonu için gerekli yardımcı maddeler aşağıda yer almaktadır. Detaylı polimer üretim ürün ve proses özellikleri üretici firmaların patentli sistemlerine bağlı olup "Know-How" konusu olup bazı noktalarda erişilebilirliği kısıtlıdır.

### 3.2.1. Polimer Sentezi<sup>27</sup>

Söz konusu ön fizibilite projesi kapsamında lazer sinterleme prosesinde kullanılması amacıyla üç polimer: Poliamid 6 (PA 6/Naylon 6), Poliamid 11 (PA 11/Naylon 11) ve Poliamid 12 (PA 12/Naylon 12) öngörülmüştür. Aşağıda bu polimerlerin yapısal özellikleri ve sentez yöntemleri yer almaktadır.

#### Poliamid 6:

Poliamid 6 ticari olarak kaprolaktamdan (caprolactam) üretilmektedir. Kaprolaktam halka açılması polimerizasyonu ile hidrolitik hem de anyonik mekanizma ile gerçekleştirilebilir.

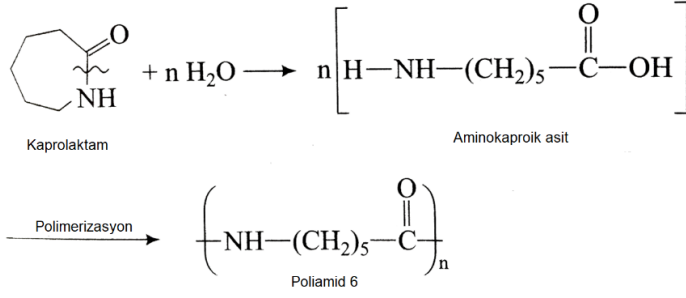


*Kaprolaktam*

Poliamid 6'nın kaprolaktamdan hidrolitik mekanizma ile üretimi kesikli veya sürekli proseslerle gerçekleştirilebilir. Hidrolitik proses daha kolay kontrol edilebilmesi, yüksek kapasiteli üretimlere daha iyi adapte edilebilmesi bakımından yoğun olarak kullanılır. Hidrolitik proseste katkıların ilavesi, hidroliz (halka açılması), katılma, kondenzasyon, granül üretimi, monomerlerin geri kazanımı, kurutma ve paketleme adımları yer almaktadır.

<sup>27</sup> Palmer, R. J., Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Polyamides, Plastics, Volume 5, 5th Edition, (2005)



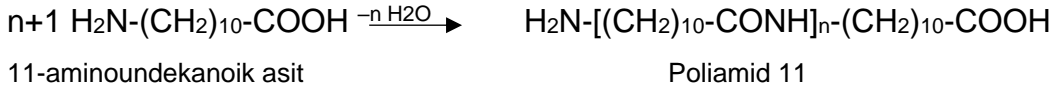


Sürekli üretimde prensip aynı olmakla birlikte seri bağlı reaktörler, tek uzun, dikey veya tüp şekilli (tubular) reaktörler gibi farklı reaktör tasarımları kullanılabilir.

Anyonik polimerizasyon elyaf üretimi dışında ticari olarak kullanılmaktadır. Genel olarak döküm polimerizasyonu veya reaksiyonlu enjeksiyonla kalıplama (RIM) gibi proseslerle hammadde veya şekilli parçaların üretiminde kullanılır. Üretimde katalizör ve aktivatör sistemleri birlikte kullanılırlar.

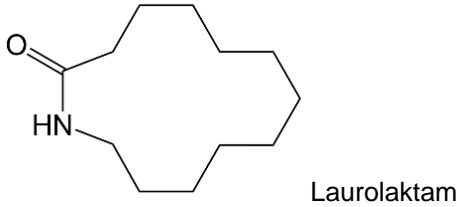
### Poliamid 11:

Poliamid 11, genellikle Hint yağından (castor oil) elde edilen 11-aminoundekanoik asitin polikondenzasyonu ile üretilmektedir. Polimer sürekli proses ile fosforik asit veya hipofosforik asit katalizörleriyle üretilir.



### Poliamid 12:

Ticari Poliamid 12 üretiminde genel olarak başlangıç maddesi laurolaktam'dır.



Poliamid 12 ticari üretimi Poliamid 6'ya benzer şekilde laurolaktamın halka açılması polimerizasyonuna dayanır. Asit, aminoasit veya naylon tuzu katalizör olarak kullanılabilir ve bu malzemeler halka açılması reaktifi olarak davranırlar. Poliamid 6 susuz alkali katalizörler kullanılarak anyonik polimerizasyon mekanizması üzerinden de üretilir.



### 3.2.2.1. Emülsiyon/Süspansiyon Polimerizasyonu

Bu yöntemde polimer malzeme sentezi doğrudan emülsiyon veya süspansiyon polimerizasyonu ile gerçekleştirilir. Monomerler sulu ortamda damlacıklar halinde karıştırılırlar ve uygun yüzey aktif maddeler ile stabilize edilirler. Başlatıcı organik fazdaki damlacıklar içine difüzenir ve polimerizasyon gerçekleşir. Proses sonucunda elde edilen ürün küresel şekilli homojen toz tanecikleri şeklindedir. Tanecik boyutu, organik fazın sulu faza oranı ve karıştırma hızı gibi proses parametreleriyle kontrol edilebilir.

Lazer sinterleme alanında, ticari PA 12, Arkema (Fransa) tarafından Organosol Invent Smooth marka adı ile benzer bir proses uygulanarak üretilmiştir. Polimerizasyon monomer damlacıkları (laurinlaktam) içinde iyonik başlatıcılar ile başlatılır (yaşayan anyonik polimerizasyon)<sup>29</sup>.

### 3.2.2.2. Çözülden Çöktürme

Kimya mühendisliğinde saflaştırma için yaygın olarak kullanılan bu proses polimer tozların üretimi için de kullanılır. Toz haline getirmek istenen polimer çözücü olmayan bir sıvı kimyasal (non-solvent) içinde disperse edilir. Süspansiyon karıştırılarak polimerin erime sıcaklığının üzerindeki bir sıcaklığa ısıtılır. Ayrıca opsiyonel olarak basınç da uygulanabilir. Sıvı polimer damlacıklarından oluşan bir emülsiyon meydana gelir. Hassas bir soğutma ve/veya basınç azaltmasıyla polimer damlacıkları erime sıcaklığının altında damlacık formunda katılaştır. Duraform PA (3D Systems) ve PA 2200 (EOS) adları ile bilinen LS toz hammadde, Evonik Industries (Almanya) tarafından burada tanımlanan çöktürme prosesiyle üretilmektedir. Bu proseste yeterli oranda küresel ve yumuşak tanecik yüzeyleri (patates şekilli) elde edilir<sup>30</sup>: *Bu proseste yüksek sıcaklık ve basınçta, organik, yanıcı ve patlayıcı kimyasallarla çalışılmaktadır.*

Söz konusu proseslerde yer alan teçhizat ve faaliyet adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

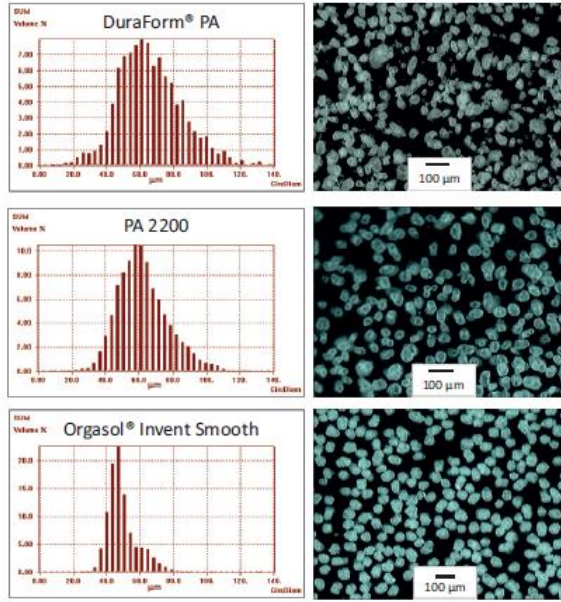
- Çözme tankı,
- Filtrasyon ünitesi,
- Yıkama ve saflaştırma üniteleri,
- Süzme ve kurutma ünitesi,
- Eleme ünitesi.

Şekil 24'te yukarıda yer alan iki prosesle üretilebilir olduğu bilinen ticari polimerlerin SEM görüntüleri yer almaktadır.

---

<sup>29</sup> Schmid, (2018)

<sup>30</sup> Schmid, (2018)

**Şekil 24: LS İşleminde Kullanılan PA 12 Tozlarının Toz Dağılımı ve SEM Görüntüleri**

**Kaynak:** Schmid, (2018)

**3.2.2.3. Eriyik Karıştırma (Melt Compounding) ve Mekanik Öğütme/Kırma**

Bu iki ana aşamalı proses LS toz malzeme üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. 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 poliamid malzeme hazırlanmış olur.

Bu aşamadan sonra poliamid malzemenin LS prosesleri için uygun olan 10 – 100 mikron aralığında tanecik büyüklüğüne indirgenmesi gerekmektedir. Polimer granül veya chipslerden küçük taneli toz malzeme hazırlamak için çeşitli öğütme ve parçalama prosesleri mevcuttur. Kırma/öğütme yöntemleri kriyojenik öğütme (cryogenic milling), bilyalı öğütme (ball milling), öğütme (grinding) olarak sıralanabilir<sup>31</sup>.

Yöntem bu teknolojiye söz konusu olan pek çok termoplastik polimerik malzemeye kolaylıkla uygulanabilir. İşlem sonucunda çok küçük ya da büyük tanecikli malzeme oluşumu durumunda (beklenen aralık dışında kalan tanecikler) ise polimerin tekrar ergitilip kullanılabilme imkânı sağlaması dolayısıyla sistemde tekrar değerlendirme imkânı söz konusudur. Bu durumda da toz malzeme israfı minimum düzeyde tutulabilir<sup>32</sup>.

Kırma/öğütme işlemlerinden sonra oluşabilecek bazı yüzeysel dezavantajları gidermek amacıyla taneciklerin yuvarlatılması, yüzey yapısının ve küreselleşmesinin iyileştirilmesi ve yoğunluk, akıcılık gibi toz özelliklerinin geliştirilmesi için ilave prosesler üzerinde araştırmalar ve önemli olumlu sonuçlar

<sup>31</sup> Schmid, (2018)

<sup>32</sup> Yuan, vd., (2019)

alınması da sürmektedir. Bu tür ilave proseslere örnek olarak “Downer Reactor Rounding”, kuru tanecik kaplama gibi prosesler verilebilir<sup>33</sup>.

PA 11 ve PA 6 için bazı ticari kriyojenik öğütme prosesleri bulunmaktadır. Kaynaklarda da her üç Poliamid yapısı için de (PA 6, PA 11, PA 12) eriyik karıştırma – öğütme/kriyojenik kırma proseslerinin uygulandığı çalışmalar mevcuttur<sup>34</sup>.

### 3.2.2.4. Eriyik Harmanlama (Melt Blending) ve Ekstraksiyon

Bu yöntemde birbiri içerisinde çözünmeyen, karışmayan (immiscible) iki polimer çift vidalı ekstrüderde eriyik fazda bir harman (blend) vermek üzere karıştırılırlar. Ekstrüzyon şartlarında birbirine karışmayan polimerik fazlardan hacimce az olanı matrisi oluşturan faz içinde damlacık yapısında disperse olur. Toz haline getirilecek suda çözünmeyen polimer, genellikle suda çözünen bir matris polimer (Polietilen Oksit/Polivinil Alkol, vb.) ile birlikte kullanılır. Uygun polimer karıştırma oranları ve uygun ekstrüzyon şartları ile arzu edilen polimerin matris polimer içerisinde çok küçük damlacıklar halinde ince bir dispersiyonu sağlanır. Karışım ekstrüderden alındıktan sonra matris polimer suda çözülerek ayrılır ve hedef malzeme küresel tanecikli ince toz formunda elde edilir. Tanecik yapısı kürecikler şeklindedir. Malzeme yıkanıp kurutulduktan sonra depolanır.

Proseste yüksek oranda suda çözülen matris polimeri kullanılmakta ve suda çözülmektedir. Daha sonra matris polimerinin tekrar çöktürülmesi ve kurutularak geri kazanılması ilave işlem gerektirmekte ve proses maliyetini olumsuz etkilemektedir. Söz konusu proseste LS toz malzeme üretimi Ar-Ge çalışmaları için az miktarda malzeme ile ön deneme yapılması önerilmektedir. Bununla birlikte LS toz malzeme üretimi amaçlı bazı yayınlarda Eriyik Harmanlama (Melt Blending) ve Ekstraksiyon yönteminin kullanıldığı ve geliştirildiği bildirilmektedir<sup>35</sup>.

Yukarıda PA 6, PA 11 ve PA 12 için önemli LS toz malzeme üretim prosesleri özetlenmiştir. Bunların dışında da toz polimer hazırlanma yöntemleri bulunmaktadır. Spray Drying, elyaf çekme-kesme, süperkritik çözeltilerin hızlı genişmesi gibi diğer yöntemler ya poliamid dışındaki polimerler için daha uygundur veya LS teknolojisinin gerektirdiği tanecik yapısı elde edilememektedir<sup>36</sup>.

### 3.2.3. Kurulacak Üretim Tesisi

#### 3.2.3.1. Eriyik Karıştırma (Melt Compounding) ve Mekanik Öğütme/Kırma

Bu raporda yaygın olarak kullanılan eriyik karıştırma – mekanik öğütme/ kırma prosesi ile ilgili ön fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem; ülkemiz polimer firmalarının da oldukça aşına olduğu temel ekstrüzyon sistemlerini içermesi ve oluşturulacak kompozit formülasyonları dışında özel patentli bilgi ve sistemlere ihtiyaç duyulmaması nedeniyle, kısa vadede uygulanabilir olarak değerlendirildiği için seçilmiştir.

İlgili proses akış şeması Şekil 25'te yer almaktadır.

Söz konusu proseslerde yer alan teçhizat ve faaliyet adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

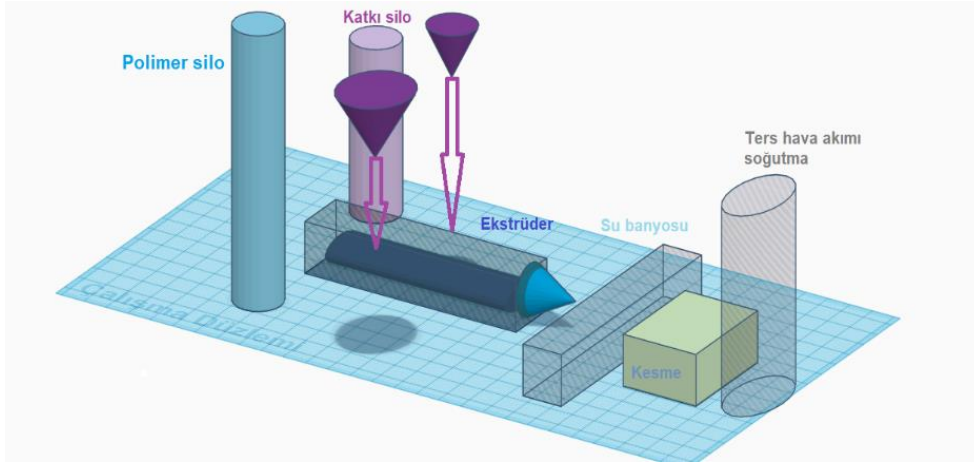
- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| • Poliamid hammadde ve katkıların depolanması,   | Formül hazırlama                   |
| • Çift vidalı, eş yönlü compounding ekstrüderi,  | Katkıların polimer matrise ilavesi |
| • Su banyosu, kesme, ters hava akımında soğutma, | Granül üretimi                     |
| • 10 – 100 µm tanecik büyüklüğüne indirgeme,     | Mekanik öğütme/kırma               |
| • Eleme, paketleme/depolama,                     | Hareketli elek sistemi.            |

<sup>33</sup> Khoo vd., (2015); Wehner vd., (2016)

<sup>34</sup> Schmid, (2018); Yuan vd., (2019)

<sup>35</sup> Skylar-Scott vd., (2016); Yuan vd., (2019)

<sup>36</sup> Schmid, (2018)

**Şekil 25: Örnek Ekstrüder Sistem Akış Şeması**

Bu prosesle ülkemizde ilk aşamada yerli olarak eklemeli imalat poliamid polimer tozları üretilebilir. Aynı zamanda piyasada yer alan granül ya da iri tane boyutlu poliamid hammaddelerinden yola çıkılarak, ilgili sektörlerle bağlı olarak ve istenilen malzeme özelliklere sahip (yanma dayanımı, elektrik iletkenliği, mekanik dayanım, vb.) ürünler geliştirilebilir.

### 3.2.3.1. Üretim Kapasitesi ve Üretilecek Malzemeler

Kurulacak olan tesisin üretim kapasitesi 250 ton/yıl olarak dikkate alınmıştır. Hem global ölçekte hem de Türkiye’de toz yataklı eklemeli imalat sektöründe kullanılan poliamid polimer hammaddelerin ağırlıklı olarak PA 12 ardından PA 11 ve PA 6 olduğu bilinmektedir. Bu sebeple üretimin %60’ının PA 12 (yaklaşık 150 ton/yıl), %25’inin PA 11 (yaklaşık 62,5 ton/yıl) ve %15’inin ise PA 6 (yaklaşık 37,5 ton/yıl) olacağı öngörülmektedir.

Ekstrüderde üretilen toplam hammaddenin yaklaşık 150 tonu poliamid polimer tozu (PA 12, PA 11, PA 6) haline getirilmiş olup tamamı eklemeli imalatta kullanılacak ürünlerdir. Geriye kalan 100 ton ise gerekirse depolanıp bekletilerek tekrar toz haline getirilip eklemeli imalat sektörüne yönelik hammadde olarak satılabileceği gibi kırma/öğütme işlemi yapılmaksızın ekstrüder üretiminden çıktığı granül haliyle katkısız poliamid olarak veya tekrar ergitilip ek katkı malzemeleri eklenip poliamid kompozit (Poliamid kompozit) hammadde olarak da poliamidin kullanıldığı pek çok sektöre (otomotiv, beyaz eşya, elektrik-elektronik, vb.) satılma potansiyeline sahiptir. Raporda Girdi Piyasası Bölümünde belirtilen fiyatlar yalnızca PA 6, PA 11 ve PA 12 için ana hammadde girdi fiyatlarıdır. Belirlenecek mikron ve nano boyutlu katkıları polimer matrise ilave edilerek farklı mekanik ve fiziksel özelliklere sahip poliamid ürünler de eklemeli imalat sektörüne yönelik olarak üretilebilir. Bu durum gözetilerek kullanılacak olan nitelikli katkıların fiyatları ayrıca araştırılmalıdır.

### 3.2.3.3. İkincil Üretim Sistemi Önerisi: Çözülden Çöktürme

Sistem kurulumu ve hammadde bilgilerinin önemli olduğu ve kurulması muhtemel bir diğer sistem “Çözülden Çöktürme” metodunu içeren üretim sistemidir. Tane boyut özelliklerinin de daha granüler olduğu bu sistem ikincil bir sistem olarak düşünülebilir. Bu sistemin kurulumu için gerekli olacak temel altyapı üretim elemanları aşağıdaki gibidir:

- Çözme tankı ve filtrasyon ünitesi,
- Yıkama ve saflaştırma üniteleri,
- Süzme ve kurutma ünitesi,
- Eleme ünitesi.

Ancak bu sistem özelinde çalışılması gerektiğinde tamamen bu yatırımı yapacak olan kimya, polimer ve/veya petro-kimya firmasının kendi formülasyon ve teknoloji kapasitesi dahilinde tahminen akademik bilgi danışmanlığını da içeren yatırım danışmanlığı alması gerektiği öngörülmektedir. Yukarıda belirtilen sistemlerin bu belirtilen özellikler çerçevesinde planlanıp analiz edilerek tesisin kurulması mümkündür.

### 3.3. İnsan Kaynakları

Yatırımın gerçekleştirilmesi planlanan ilçenin demografik yapısı, üretimde gerekli olan işgücü, teknik personel ve AR-GE çalışmaları açısından önem teşkil etmektedir. Bu sebeple maliyet karşılaştırılması yapılan ilçelerin demografik yapıları Tablo 19 ve Tablo 20'de incelenmiştir.

**Tablo 19: İstanbul'da Çalışma Çağındaki Nüfus, 2015-2019**

	Çalışma Çağı Nüfusu (15-65 Yaş)	Toplam Nüfusa Oranı
2015	9.799.708	%69,93
2016	10.562.075	%71,35
2017	10.714.927	%71,30
2018	10.729.219	%71,20
2019	11.077.045	%71,38

Kaynak: TÜİK

**Tablo 20: Çalışma Çağındaki Nüfus, 2020**

	Çalışma Çağı Nüfusu (15-65 Yaş)	*Toplam Nüfusa Oranı
İstanbul	11.100.000	%71,37
Esenyurt	664.000	%69,50
Tuzla	191.000	%71,25
Arnavutköy	187.000	%69,90
Silivri	141.000	%72,80

Kaynak: TÜİK

\*İl veya ilçedeki 15-65 yaş (Çalışma Çağı) nüfus oranının Toplam nüfusa oranı

Esenyurt 150,000 kişi ile 15-24 yaş arası en fazla genç nüfus sayısına sahip ilçedir. Çalışma çağındaki nüfus (15-64 yaş) sayısı yaklaşık olarak 664,000 kişi olup toplam nüfusa oranı %69,50'dir. Nüfusun genel eğitim durumu ise %17,80 ilkökul, %24,10 ortaokul, %14,70 lise ve %9,40 lisans, yüksek lisans, doktora mezunudur.

Arnavutköy'de 15-24 yaş arası 46,000 genç ikamet etmektedir. Çalışma çağındaki nüfus (15-64 yaş) sayısı yaklaşık olarak 187,000 kişi olup toplam nüfusa oranı %69,90'dır. Nüfusun genel eğitim durumu ise %24,10 ilkökul, %27,30 ortaokul, %11,40 lise ve %6,40 lisans, yüksek lisans, doktora mezunudur.

Silivri'de 15-24 yaş arası genç nüfus 27,000 ve çalışma çağındaki nüfus (15-64 yaş) yaklaşık olarak 141,000 kişi olup toplam nüfusa oranı %72,80'dir. Nüfusun genel eğitim durumu ise %22,70 ilkökul, %25,80 ortaokul, %17,60 lise ve %15,20 lisans, yüksek lisans, doktora mezunudur.

Tuzla'da 15-24 yaş arası genç nüfus 42,000 ve çalışma çağındaki nüfus (15-64 yaş) yaklaşık olarak 191,000 kişi olup toplam nüfusa oranı %71,25'tir. Nüfusun genel eğitim durumu ise %17 ilkökul, %22,40 ortaokul, %19,60 lise ve %21,10 lisans, yüksek lisans, doktora mezunudur.

**Tablo 21: İstanbul'da Okuryazarlık Durumuna ve Cinsiyete Göre Nüfusun Dağılımı (%), 2019**

	Okuma Yazma Bilen		Okuma Yazma Bilmeyen	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Türkiye	99,1	94,83	0,90	5,17
İstanbul	99.53	96.82	0.47	3.18

**Tablo 22: İl Geneli ve İlçeler Eğitim Durumları 2020**

	Okuma-yazma bilmeyen (bin kişi)	Okuma yazma bilen fakat diplomasız (bin kişi)	İlkokul mezunu (bin kişi)	İlköğretim mezunu (bin kişi)	Orta okul ve dengi meslek okulu mezunu (bin kişi)	Lise ve dengi meslek okulu mezunu (bin kişi)	Yüksek okul veya fakülte mezunu (bin kişi)	Yüksek lisans (5 ve 6 yıllık fakülte dahil) mezunu (bin kişi)	Doktora mezunu (bin kişi)
İstanbul	256	300	2,100	1.100	2.300	3.200	2.400	410	55
Esenyurt	16	84	170	105	130	140	78	9,1	570
Tuzla	3,3	19	45,5	29	29,5	52,5	41	6,5	850
Arnavutköy	7	30	68	35	43	32	17	1,2	16
Silivri	2,4	13,3	44	23	28	34	23	3,1	300

Kaynak: TÜİK, Eğitim İstatistikleri, 2020

**Tablo 23: İstanbul'da 15 yaş üstü nüfusun eğitim durumu, 2015-2019**

	Okuma-yazma bilmeyen (bin kişi)	Okuma yazma bilen fakat diplomasız (bin kişi)	İlkokul mezunu (bin kişi)	İlköğretim mezunu (bin kişi)	Orta okul ve dengi meslek okulu mezunu (bin kişi)	Lise ve dengi meslek okulu mezunu (bin kişi)	Yüksek okul veya fakülte mezunu (bin kişi)	Yüksek lisans (5 ve 6 yıllık fakülte dahil) mezunu (bin kişi)	Doktora mezunu (bin kişi)	Bilinmeyen (bin kişi)
2015	311	416,7	2.509	1.699	1.247	2.683	1.921	206,5	43,9	139
2016	296	391,7	2.408	1.585	1.444	2.736	2.038	215,9	44,8	122
2017	282	368,1	2.363	1.614	1.474	2.791	2.095	265,6	52,4	109
2018	258	323,1	2.101	1.586	1.596	2.871	2.176	291,2	52,7	108
2019	245	309,1	2.049	1.026	2.229	2.989	2.294	316,5	53,7	122

Kaynak: TÜİK, Eğitim İstatistikleri, 2020



Kurulacak tesiste idari personel hariç olmak üzere personel bilgileri ve tahmini brüt maaşları ise Tablo 24'te yer almaktadır.

**Tablo 24: Tahmini Çalışan Sayısı ve Ortalama Maaşları**

Beyaz Yaka Personel		
Çalışan Niteliği	Tahmini Çalışan Sayısı	Ortalama Maaş
Birim Sorumluları (Uzman)	1	10.000-15.000 TL
Mühendisler	3	8.000-13.000 TL
Mavi Yaka Personel		
Üretim Operatörü	2	4.000-8.000 TL
Test/Laboratuvar Teknik Personeli	2	4.000-8.000 TL

## 4. FİNANSAL ANALİZ

### 4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Fabrikanın tam olarak kurulması ve devreye alınması (ürün geliştirme süreçleri dahil) 12 ay olarak öngörülmüştür. Tablo 25'te fabrikanın kurulumu sırasında oluşacak maliyetler ve tahmini bedelleri verilmektedir. Arsa maliyetleri ortalama olarak Silivri'de 100-300 USD/m<sup>2</sup>, Esenyurt-Arnavutköy bölgesinde 500-800 USD/m<sup>2</sup> ve Tuzla'da 500-800 USD/m<sup>2</sup>'dir. Ön fizibilite çalışmasında arsa bedeli olarak ortalama 500 USD/m<sup>2</sup> baz alınmıştır. Danışmanlık ücretleri için yıllık 10.000 USD/kişi baz alınmıştır. Proje süresince en az üç danışmanla çalışılmasının sistemin daha hızlı devreye alınmasını sağlayacağı öngörülmektedir. Buradaki danışmanların sayısı değiştirilebilir. Öte yandan işletme kurulurken ve işletilmesi sırasında tek seferlik oluşacak diğer maliyetler toplam yatırım maliyetinin %10'u olarak öngörülmektedir. Diğer maliyetler arasında ekipmanların ve binanın yıllık sigortası, ofis içinde kullanılacak mobilya ve benzeri malzemeler ile sabit finansman (devlete ödenecek vergiler vb.) kurulum sırasında gerçekleştirilecek tek seferlik harcamalar öngörülmektedir.

**Tablo 25: Tahmini Sabit Yatırım Maliyeti Tablosu**

Makine Teçhizat Yatırımı	Tedarik	Toplam Tahmini Fiyat (Dolar)
Arazi ve Bina Maliyeti (Satın Alım)	Yerli	390.000
Çift vidalı ekstrüder (150-200 kg/h kapasite) ve üretim sistemi	Yerli	280.000
Poliamide özel öğütme-kırma sistemi	Yurt dışı (Avrupa)	465.000
Eleme sistemi		65.000
Danışmanlık hizmetleri	Yerli/Yabancı	30000
<b>Diğer Giderler (ortalama %10)</b> Sigorta, Muhasebe, Ofis, vb. olup maliyeti toplam maliyete %10 ilave olarak eklenmiştir.	-	120.000
<b>TOPLAM</b>	-	<b>1.350.000</b>

### 4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Üretilen ürünlerin satış fiyatları Tablo 26'da verilmektedir.

**Tablo 26: Ürünlerin Satış Fiyatları**

Ürün Cinsi	Kilogram fiyatı (\$/kg)
PA 12	70
PA 11	75
PA 6	60

Yatırımın toplam geri dönüş süresi hakkında detaylar Tablo 27'de verilmiştir.

**Tablo 27: Yatırımın Toplam Geri Dönüş Süresi**

Yıl	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl	6. Yıl	7. Yıl
Üretim/Satış Miktarı (Ton)		87.5	112.5	125.0	187.5	212.5	250.0
Gelirler (Bin ABD Doları)		3,658.4	4,807.1	5,453.4	8,351.9	9,673.7	11,631.2
<b>Geri Dönüş Süresi (Yıl)</b>							
<b>3.22</b>							

1. yılda biten yatırım sonrasında üretim tesisinin 2. yılında %35 Kapasite Kullanım Oranı (KKO) ile çalışmaya başlaması, 7. yılında ise %100 KKO'ya ulaşması öngörülmektedir.

Bu kapasitelerle çalışıldığında üretilen PA 12, PA 11 ve PA 6 polimer tozlarının tamamının satıldığı, atıl kalan diğer poliamid tozunun ise satışının yapılmadığı varsayılmaktadır. Bununla birlikte fiyatlar tarafında poliamid tozları için 2020 yılında gerçekleşen satış fiyatları baz alınarak Uluslararası Para Fonu'nun (IMF) açıkladığı dolar enflasyon tahminleri ile satış fiyatları yıllar içerisinde arttırılmıştır.

Bu varsayımlar doğrultusunda bir önceki kısımda 1.350.000 ABD doları olarak varsayılan yatırım bedelinin yaklaşık olarak **3,22** yılda kendini geri ödeyeceği öngörülmektedir.

## 5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

---

Söz konusu sistemle poliamid polimerler granüllerinin üretimi konusunda herhangi bir sağlığa zararlı ya da tehlikeli kimyasal madde ve/veya atık bulunmamaktadır. Tozların boyutlarının küçültülmesi sırasında kullanılacak olan sistem için de basınç kontrollü bir sistem kurulumu öngörülmüş olup gerekli önlemler göz önünde bulundurulmuştur. Soğutma sistemi atık suyu da il/ilçe genel su idaresi atık su şartlarına uygun şekilde düzenlendiği takdirde bir tehlike arz etmemektedir.

Öte yandan bu tür yüksek teknolojik yatırımlar özellikle genç nüfus üzerinde yönlendirici etki oluşturacaktır. Ayrıca sektör odağı gereği daha fazla kadın çalışan istihdamı mümkün olacaktır. Ucuz yan teknolojik hammadde sayesinde ise toplumsal olarak daha fazla Ür-Ge imkânı sağlanmış olacaktır. Bu sayede bireysel kullanıcılara yönelik yapılar (“shapeways”<sup>37</sup>, “thingiverse”<sup>38</sup> vb.) kurulabilecek ve bu yapılar vasıtasıyla daha fazla katılımcının bu tür teknolojileri aktif olarak kullanması sağlanabilecektir.

---

<sup>37</sup> <https://www.shapeways.com/>: Evlerinde eklemeli imalat cihazı bulunmayan fakat farklı tasarımlar ve ihtiyaçlar için açık platform üretimler yapan bir sistemdir. İsteyen herkes üretmek istedikleri tasarımı bu sanal platforma yükleyerek üretimini gerçekleştirmektedir. Farklı üretim yöntemleri ve farklı malzemeler kullanılarak ücret karşılığı bu hizmetten faydalanılmaktadır.

<sup>38</sup> <https://www.thingiverse.com/>: Bu sanal platformlar tüm herkesin eklemeli imalata ulaşmasını sağlayacak ve sarf malzeme ihtiyaçları artacaktır. Dolaylı olarak eklemeli imalat günlük hayata girecek ve insanların tasarım, üretim ve etkileşim özgürlüklerini arttıracaktır.

## KAYNAKLAR

- Additive Manufacturing 3D Printing Rapid Product Development (2020), Wohlers Associates, Inc.
- European Patent Application, EP 3 608 349 A1 (2020), [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <https://data.epo.org/publication-server/rest/v1.0/publication-dates/20200212/patents/EP3608349NWA1/document.pdf>
- Ford, S., Despeisse, M., (2015), The Role of Additive Manufacturing in Improving Resource Efficiency and Sustainability, International Conference on Advances in Production Management Systems.
- Gan, X., Fei, G., Wana, J., Wang, Z., Lavorgna, M., Xia, H. (2020), Powder Quality and Electrical Conductivity of Selective Laser Sintered Polymer Composite Components, Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering.
- Goodridge, R.D., Shofner, M.L., Hague, R.J.M., McClelland, M., Schlea, M.R., Johnson, R.B., Tuck, C.J. (2011), Processing of a Polyamide-12/Carbon Nanofibre Composite by Laser Sintering, Polymer Testing.
- Goodridge, R.D., Tuck, C.J., Hague, R.J.M. (2012), Laser sintering of polyamides and other polymers, Progress in Materials Science.
- Goodridge, R., Ziegelmeier, S. (2017), Laser Additive Manufacturing, Materials, Design, Technologies, and Applications, Powder bed fusion of polymers, Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials.
- Greiner, S., Wudy, K., Lanzl, L., Drummer, D. (2017), Selective laser sintering of polymer blends: Bulk properties and process behavior, Polymer Testing.
- İşletme Elektrik Fiyatları, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: [https://tr.globalpetrolprices.com/Germany/electricity\\_prices/](https://tr.globalpetrolprices.com/Germany/electricity_prices/)
- Khoo, Z.X., Teoh, J.E.M., Liu, Y., Chua, C.K., Yang, S., An, J. (2015), 3D Printing of Smartmaterials: A Review on Recent Progresses in 4D Printing.
- Mellor, S., Hao, L., Zhang, D. (2014), Additive Manufacturing: A Framework for Implementation, 149, 194-201.
- Ngoa, T. D., Kashania, A., Imbalzano, G., Nguyena, K. T.Q., Huib, D. (2018), Additive Manufacturing (3D Printing): A Review of Materials, Methods, Applications and Challenges.
- Niaki, M.K., Nonino, F. (2018), The Management of Additive Manufacturing, Springer Series in Advanced Manufacturing, U.K.
- Özer, G. (2020), Eklemeli Üretim Teknolojileri Üzerine Bir Derleme, NÖHÜ Mühendislik ve Bilim Dergisi
- PAGDER (2019), Plastik Sektör Raporu, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <https://pagder.org/sector.php>
- Palmer, R. J., (2005), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Polyamides, Plastics, Volume 5, 5th Edition.
- Research and Markets (2020), Polymer Additive Manufacturing Markets and Applications: 2020-2029.
- Schmachtenberg, E. (1997), Laser-Sintering of Polyamide.
- Schmid, M. (2018), Laser sintering with plastics technology, processes, and materials. Cincinnati: Hanser Publications.

SENVOL, (2020), Senvol database: Industrial Additive Manufacturing Machines and Materials Report, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <http://senvol.com/database/>

Skylar-Scott, M.A., Gunasekaran, S., Lewis, J.A., 2016, Laser-assisted direct ink writing of planar and 3D metal architectures.

Statista, Production of plastics worldwide from 1950 to 2018, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/#:~:text=İn%202018%2C%20the%20global%20production,quarter%20of%20the%20global%20p,roduction>

TCMB Veri Portalı, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR>

TOBB Sanayi Veri Tabanı, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: [http://sanayi.tobb.org.tr/yeni\\_kod\\_liste60.php](http://sanayi.tobb.org.tr/yeni_kod_liste60.php)

Tofail, S.A.M., Koumoulos, E.P., Bandyopadhyay, A., Bose, S., Odoghue, L., Charitidis, C., (2018), Additive Manufacturing: Scientific and Technological Challenges, Market Uptake and Opportunities, Materials Today.

Trade statistics for international business development, ITC (Trade Map), [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <https://www.trademap.org/>

TÜİK İstatistik Veri Portalı, [Çevrimiçi]. Erişilebilir: <https://data.TÜİK.gov.tr/>

Yan, C., Hao, L., Xu, L., Shi, Y., (2011), Preparation, Characterisation and Processing of Carbon Fibre/Polyamide-12 Composites for Selective Laser Sintering, Composites Science and Technology.

Yuan, S., Shen, F., Chua, C. K., Zhou, K., (2019), Polymeric Composites for Powder-Based Additive Manufacturing: Materials and Applications, Progress in Polymer Science.

Wehner, M., Truby, R.L., Fitzgerald, D.J., Mosadegh, B., Whitesides, G.M., Lewis, J.A., (2016), An integrated design and fabrication strategy for entirely soft, autonomous robots.

## 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 sıfıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Analiz yapılırken kullanılacak formül aşağıda yer almaktadır.

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

NAt : 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.

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

**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







Asmalı Mescit Mah. İstiklal Caddesi No:142, Odakule Kat:6-7-8 Beyoğlu 34430 İstanbul

Tel.: +90 212 468 34 00 - Faks: +90 212 468 34 44

E-Posta: [iletisim@istka.org.tr](mailto:iletisim@istka.org.tr) | [www.istka.org.tr](http://www.istka.org.tr)

**Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz**