



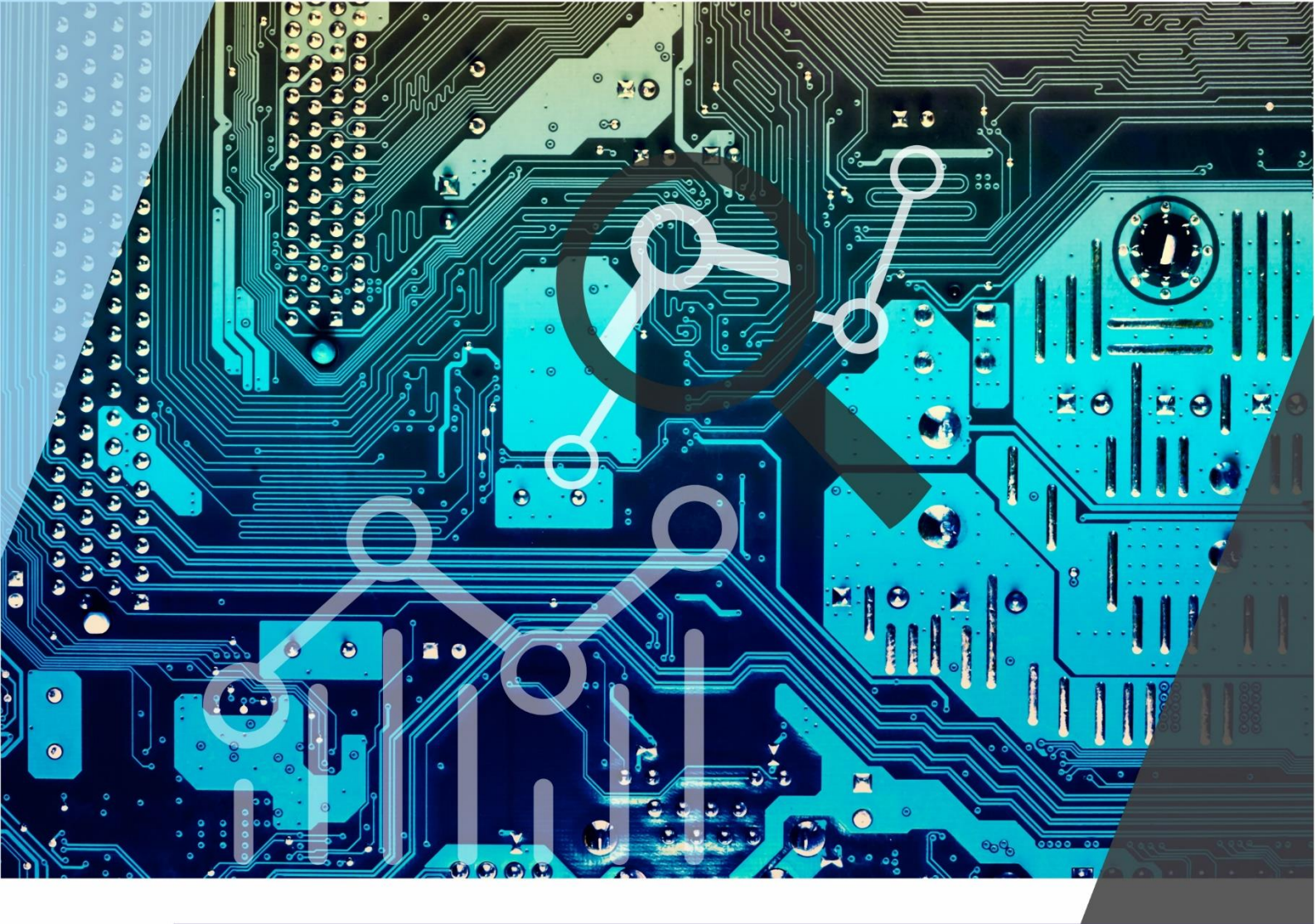
T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Bolu İli

Lidar ve Akıllı Sensör Üretimi

Ön Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Bolu İli Lidar ve Akıllı Sensör Üretimi Ön Fizibilite Raporu



2020

KASIM

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, teknoloji yoğunluğu yüksek sektörlerdeki üretim kapasitesinin ve ihracatın artırılması amacıyla Bolu ilinde Lidar ve Akıllı Sensör Üretim Tesisi kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Doğu Marmara 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 Doğu Marmara Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.**

Bu raporun tüm hakları Doğu Marmara 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; Doğu Marmara 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

1. YATIRIMIN KÜNYESİ	3
2. EKONOMİK ANALİZ.....	5
2.1 Sektörün Tanımı	5
2.2 Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler.....	5
2.2.1 Yatırım Teşvik Sistemi.....	5
2.2.2 Diğer Destekler.....	6
2.3 Sektörün Profili	8
2.4 Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep.....	13
2.5 Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini	16
2.6 Girdi Piyasası.....	18
2.7 Pazar ve Satış Analizi	19
3. TEKNİK ANALİZ.....	21
3.1 Kuruluş Yeri Seçimi.....	21
3.2 Üretim <i>Teknolojisi</i>	22
3.3 İnsan Kaynakları	24
4. FİNANSAL ANALİZ	25
4.1 Sabit Yatırım Tutarı.....	25
4.2 Yatırımın Geri Dönüş Süresi	25
5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ.....	26

TABLolar

Tablo 1. Son 5 yıl Kapasite Kullanım Oranı	12
Tablo 2. Son 5 Yıl İhracat Rakamları	13
Tablo 3. Son 5 Yılda İhracat Yapılan Ülkeler	13
Tablo 4. Son 5 Yılda İhracat Miktarları.....	14
Tablo 5 Son 5 Yılda İthalat Yapılan Ülkeler	14
Tablo 6. Çip/Bacaklı Gücü < 1 W Transistör Üretiminde İlk 5 Ülke	15
Tablo 7. Çip/Bacaklı Gücü > 1 W Transistör Üretiminde İlk 5 Ülke	15
Tablo 8. Işığa Duyarlı Yarı İletken Üretiminde İlk 5 ülke.....	15
Tablo 9. Çip/Bacaklı Yarı İletken Devre Elemanları Üretiminde İlk 5 Ülke.....	15
Tablo 10. 2020 Yılı İlk 6 Ayda İhracat/İthalat Rakamları	16
Tablo 11. Önümüzdeki 5 Yıl için Talep Projeksiyonu	17
Tablo 12. Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı	18
Tablo 13. Birim Maliyet Tablosu	19
Tablo 14. 5 Yıl için Tahmini Üretim Miktarı	21
Tablo 15. Tesis Makine Parkuru	23
Tablo 16. Nüfusun Eğitim Kademelerine göre Durumu	24
Tablo 17. Çalışma Çağı Nüfusunun İl Nüfusuna Oranı	24
Tablo 18. Genç Nüfusun Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı.....	24
Tablo 19. Yıllık İnsan Kaynakları Maliyeti	25
Tablo 20. Sabit Yatırım Tablosu	25
Tablo 21. 5 Yıl için Toplam Yatırım Tutarı.....	26

1. YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Mikro elektronik devre üretimi ve paketleme otomasyon sistemi yatırımları	
Üretilen Ürün/Hizmet	Lidar ve Akıllı Sensörler	
Yatırım Yeri (İl – İlçe)	Bolu -Merkez	
Tesisin Teknik Kapasitesi	10.800.000 adet/yıl	
Sabit Yatırım Tutarı	296.666.240 ₺	
Yatırım Süresi	10 ay	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	%62	
İstihdam Kapasitesi	13	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	4.5 yıl	
İlgili NACE Kodu (Rev. 3)	26.11.04	
İlgili GTİP Numarası	8541.21.00.00.11	
	8541.21.00.00.12	
	8541.29.00.00.11	
	8541.29.00.00.12	
	8541.40.10.00.00	
	8541.40.90.00.12	
	8541.40.90.00.19	
	8541.50.00.00.11	
	8541.50.00.00.12	
Yatırımın Hedef Ülkesi	A.B.D. Almanya, Çin, Fransa, Güney Kore, İngiltere, Japonya	
Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına* Etkisi	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı Amaç 17: Amaçlar için Ortaklıklar	Amaç 4: Nitelikli Eğitim
Diğer İlgili Hususlar		

Subject of the Project	Micro electronic circuit production and package automation system	
Information about the Product/Service	Lidar & Smart Sensor	
Investment Location (Province-District)	Bolu	
Technical Capacity of the Facility	10.800.00 unit/year	
Fixed Investment Cost (USD)	35.657.000	
Investment Period	10 month	
Economic Capacity Utilization Rate of the Sector	%62	
Employment Capacity	13	
Payback Period of Investment	4.5 year	
NACE Code of the Product/Service (Rev.3)	26.11.04	
Harmonized Code (HS) of the Product/Service	8541.21.00.00.11	
	8541.21.00.00.12	
	8541.29.00.00.11	
	8541.29.00.00.12	
	8541.40.10.00.00	
	8541.40.90.00.12	
	8541.40.90.00.19	
	8541.50.00.00.11	
	8541.50.00.00.12	
Target Country of Investment	China, France, Germany, Japan, South Korea, United Kingdom, USA	
Impact of the Investment on Sustainable Development Goals*	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 9: Industry, Innovation and Infrastructure Goal 17: Partnerships for the Goals	Goal 4: Quality Education
Other Related Issues		

2. EKONOMİK ANALİZ

2.1 Sektörün Tanımı

Çalışmanın konusu, Lidar (Light Detection and Ranging) ve Akıllı Sensörler üretimi sektörüdür. Ürünlere ait NACE kodları:

Elektronik Bileşen ve Devre Kartlarının İmalatı

26.11.04: Diyotların, transistörlerin, diyakların, triyaklar, tristör, rezistans, ledler, kristal, röle, mikro anahtar, sabit veya ayarlanabilir direnç ve kondansatörler ile elektronik entegre devrelerin imalatı

Ürünlerin GTİP numaraları:

- Diyotlar, transistörler ve benzeri yarı iletken tertibat; ışığa duyarlı yarı iletken tertibat (bir modül halinde birleştirilmiş veya panolarda düzenlenmiş olsun olmasın fotovolttaik piller dahil); ışık yayan diyotlar (LED); monte edilmiş piezo elektrik kristaller:

8541.21.00.00.11: Çip halinde kesilmiş transistörler (güç<1 W)

8541.21.00.00.12: Bacakları takılmış transistörler (güç<1 W)

8541.29.00.00.11: Çip halinde kesilmiş transistörler (güç>1 W)

8541.29.00.00.12: Bacakları takılmış transistörler (güç>1 W)

8541.40.10.00.00: Lazer Dâhil Işık Yayan Diyotlar(LED)

8541.40.90.00.12: Fotodiyotlar, fototransistörler, fototristörler veya optik bağlaçlar

8541.40.90.00.19: Işığa duyarlı yarı iletken diğer tertibat

8541.50.00.00.11: Çip halinde kesilmiş yarı iletken devre elemanları

8541.50.00.00.12: Bacakları takılmış yarı iletken devre elemanları

2.2 Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

2.2.1 Yatırım Teşvik Sistemi

Yatırımın yapılacağı Bolu, Yatırım Teşvik Sisteminde 2. Derece iller arasında yer almaktadır. Ancak 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar'ın 17. Md. açıklanan yatırım konuları 6. Derece iller hariç olmak üzere ülkenin diğer illerinde 5. Bölgede uygulanan bölgesel desteklerden yararlanabilmektedir. Aynı maddenin n) bendinde US-97 kodu 33 ile başlayan ürünler de yer almaktadır. US-97 sınıflamasına göre **33.12.0 Ölçme, Kontrol, Test, Seyrüsefer vb. amaçlı Alet ve Cihazların İmalatı (Sanayide Kullanılan İşlem Kontrol Teçhizatı Hariç)** sınıfı içerisinde yer alan Lidar ve Akıllı Sensör ürünleri 5. Derece iller için sağlanan teşviklerden yararlanabilmektedir.

Teşvik Unsurları¹:

- Gümrük Vergisi Muafiyeti: VAR
- Katma Değer Vergisi İstisnası: VAR
- Gelir Vergisi Stopajı Desteği: YOK
- Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği: OSB'lerde yapılacak yatırımlarda 10 yıl, diğer yerlerde 7 yıl
- Vergi İndirimi: % 80, Yatırıma Katkı Oranı: OSB'lerde yapılacak yatırımlarda % 50, diğer yerlerde % 40

**2019/1950 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile 31.12.2022 tarihine kadar yapılacak yatırım harcamalarında yatırıma katkı oranlarına 15 puan ilave edilmiştir. Ayrıca aynı dönem için vergi indirim oranı %100 şeklinde uygulanacaktır.²*

¹ <https://www.sanayi.gov.tr/mevzuat/diger/mc0403018201> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

² <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/12/20191230-4.pdf> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

- Yatırım Yeri Tahsisi: VAR
- **Faiz-Kâr Payı Desteği:** VAR
₺ Kredi 5 puan, Döviz kredi 2 puan
Faiz desteğinin üst limiti: 1.400.000 ₺
- Sigorta Primi Desteği: YOK
- Katma Değer Vergisi İadesi: VAR
**2019/1950 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile inşaat işleri nedeniyle yüklenilen KDV iadesi 2021 yıllarında yüklenilen KDV içinde uygulanacaktır.³*

Yatırım Teşvik Başvurusu

2018 yılında yayımlanarak yürürlüğe giren **Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ** ile Yatırım Teşvik Belgesi başvurusu **E-TUYS (Elektronik Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Bilgi Sistemi)** ortamında gerçekleştirilmektedir. Buna göre teşvik belge başvurusu için ilk aşama işletmeyi E-TUYS ortamında temsil edecek kişi/kişilerin yetkilendirilmesidir. Bu aşama için gerekli olan belgeler

- 1- Başvuru Dilekçesi
- 2- **Yetkilendirme Formu**
- 3- Noter Onaylı Taahhütname
- 4- Noter Onaylı İmza Sirküleri

Yetkilendirme aşamasını Yatırım Teşvik Belgesi başvuru aşaması takip etmektedir. Bu noktada gerekli **belgeler ise**

- 1- Sosyal Güvenlik Kurumu İl Müdürlükleri tarafından düzenlenen **SGK Borcu** bulunmadığına/yapılandırıldığına dair kurum yazısı ve ya barkotlu çıktısı
- 2- Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri tarafından düzenlenen ÇED olumlu ve ya ÇED gerekli değildir kararı
- 3- Yerli Makine ve Teçhizat Listesi
- 4- İthal Makine ve Teçhizat Listesi
- 5- **Ticaret Sicil Gazetesi**
E-TUYS yetkilendirmesi ve yatırım teşvik belgesi başvurusu için gerekli olan tüm bilgi ve belgeler Bolu Yatırım Destek Ofisi tarafından sağlanacaktır.

2.2.2 Diğer Destekler

Lidar ve Akıllı Sensör ürünlerinin imalatı için T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı da müracaat edilebilecek destekler arasında yer almaktadır. Bu programın amacı ülkenin katma değeri yüksek ürün üretim kapasitesini artırmak için Bakanlık ve bağlı/ilgili kuruluşları tarafından sağlanan desteklerin tek pencerede yönetilmesidir. Bu kapsamda sağlanan destekler;

Yatırımlara Proje Bazlı Devlet Yardımı Verilmesi Kararı⁴

Ülkenin teknoloji açığına sahip olduğu alanlarda arz güvenliği sağlama, teknoloji kapasitesini geliştirme, ithalat bağımlılığını azaltma ve yüksek katma değerli olma yapılan yatırımlar bu destekten yararlanabilmektedir. Bu destekten yararlanabilmek için gerekli olan asgari yatırım tutarı Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı kapsamında Öncelikli Ürün Listesinde bulunan ürünler için 50.000.000 ₺ (ellimilyon) diğer yatırımlar içinse 500.000.000 ₺ (beşyüzmilyon) olmalıdır.

³ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/12/20191230-4.pdf> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

⁴ <https://www.sanayi.gov.tr/mevzuat/diger/mc0403018202> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

- Gümrük Vergisi Muafiyeti: VAR
- Katma Değer Vergisi İstisnası: VAR
- Katma Değer Vergisi İadesi: **Bina**-inşaat harcamaları için
- Vergi İndirimi ve ya İstisnası: Yatırıma Katkı Oranı: % 200
- Gelir Vergisi Stopajı Desteği: Asgari ücretten 10 yıl
- Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği: Brüt ücretten 10 yıl
- Nitelikli Personel Desteği: 20 X Brüt asgari Ücret, 5 yıl
- **Faiz**-Kâr Payı Desteği: 10 yıl, limitsiz
- Sermaye Katkısı: azami % 49 oranında
- Enerji Desteği: 10 yıl, enerji giderinin yarısı
- Kamu Alım Garantisi: VAR
- Yatırım Yeri Tahsisi: VAR
- Altyapı Desteği
- İzin, ruhsat, tahsis ve tesciller ile diğer yasal süreçlerde kolaylaştırıcı düzenlemeler yapılması
- Hibe desteği

Stratejik Yatırım Desteği

Asgari sabit yatırım tutarı 50.000.000 ₺ üzerinde olan, yurtiçi üretim kapasitesi ithalat miktarından az olan ve ithalat tutarı en az 50.000.000 \$ olan ürünler için uygulanmaktadır.

- Gümrük Vergisi **Muafiyeti: VAR**
- Katma Değer Vergisi İstisnası: VAR
- Gelir Vergisi Stopajı Desteği: Asgari ücretten 10 yıl, 500 kişi için
- Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği: Asgari ücretten 7 yıl
- Vergi İndirimi: % 100, Yatırıma Katkı Oranı: % 50
- Yatırım Yeri Tahsisi: VAR
- **Faiz**-Kâr Payı Desteği: ₺ kredi 10 puan, döviz kredisi 2 puan
- Sigorta Primi İşçi Desteği: Asgari ücretten 7 yıl
- Katma Değer Vergisi İadesi: VAR

TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri Destekleme Programı⁵

TÜBİTAK **1511** Destek Programı ile Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı kapsamında ülke için kritik öneme sahip ve gelecek potansiyeli yüksek ürünlerin üretim kapasitesinin geliştirilmesi amacıyla aşağıda sayılan maliyet kalemlerine geri ödemesiz destek sağlanmaktadır. Bu desteklerin oranı KOBİ'ler için %75, diğer firmalar için %60'dır.

- Personel Gideri desteği
- Seyahat Gideri desteği
- Alet, Teçhizat, Yazılım ve Yayın desteği
- Malzeme ve Sarf Giderleri desteği
- Danışmanlık ve Diğer Hizmet Alımı desteği
- **Ar-ge** Hizmet Alım desteği
- Proje Genel Gider desteği

⁵ <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> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

KOSGEB Stratejik Ürün Desteği Programı⁶

Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı kapsamında yüksek teknoloji seviyeli sektörlerdeki katma değeri yüksek ürünler için KOBİ'ler tarafından yapılacak yatırımlarda geri ödemesiz 1.800.000 ₺ ve geri ödemeli 4.200.000 ₺ olmak üzere toplam 6.000.000 ₺ kadar destek sağlanmaktadır. Desteklenen proje giderleri ve destek oranları ise aşağıdaki gibidir.

- **Makine**-Teçhizat desteği: Destek oranı %60, (%30 geri ödemesiz+%70 geri ödemeli) ya da (%30 geri ödemesiz)
- Yazılım Gideri desteği: Destek oranı %60, (%30 geri ödemesiz+%70 geri ödemeli) ya da (%30 geri ödemesiz)
- Personel Gideri desteği: Geri ödemesiz
- Referans Numune Gideri desteği: Destek oranı %60, (%30 geri ödemesiz+%70 geri ödemeli) ya da (%30 geri ödemesiz)
- Hizmet alımı desteği: Destek oranı %60, (%30 geri ödemesiz+%70 geri ödemeli) ya da (%30 geri ödemesiz)

2.3 Sektörün Profili

Nesnelerin interneti (IoT) kavramı birbiriyle ilişkili bilgi işlem cihazları, mekanik ve **dijital makineler ile** diğer nesneler gibi benzersiz tanımlayıcılarla sağlanan ve bir ağ üzerinden veri aktarabilen sistemlerin tümünü ifade etmektedir. Nesnelerin interneti ekosistemi veri toplamak, göndermek ve işlem yapmak için gerekli olan yerleşik işlemci, **sensörler** ve iletişim donanımı kullanan web tabanlı akıllı cihazlardan oluşmaktadır. Nesnelerin interneti sisteminde veri toplama ve işlemciye ileme işlevi akıllı sensörler tarafından yerine getirilmektedir. İşlemciye ağ üzerinden konuşma yeteneği akıllı sensörleri analog sensörlerden ayıran en temel özelliktir. Otomobillerde bağımsız sürüş ve diğer insansız taşıtların seyrüsefer yeteneklerinin geliştirilmesi Light Detection and Ranging (LİDAR) sensörlerin entegrasyonu **ile uygulanabilir hale gelmektedir**. Yapay zeka ve makine öğrenmesine doğru evrilen Endüstri 4.0 sürecinde ise özellikle nesnelerin interneti ekosisteminde verileri toplamak ve işlemciye ilemek fonksiyonunu yerine getiren akıllı sensörler ön plana çıkmaktadır.

Lidar ve akıllı sensör sektörü, Avrupa Birliği'nin NACE ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'nın (OECD) sanayi kollarının teknoloji yoğunluk sınıflandırmalarında yüksek teknoloji bölümünde yer almaktadır. Bu durum sektörel üretim süreçlerinin **bilgi** yoğun yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Başlangıç yatırım sermayesi konusunda ağırlıklı maliyeti otomasyon sisteminin tedarik edilmesi oluşturmaktadır. Üretimin yüksek teknoloji otomasyon sistemine dayalı olması ve ilgili makine-teçhizatın nispeten küçük boyutlarda olması nedeniyle arazi, bina-inşaat ve etüt-**proje gibi maliyetler** düşük seviyede kalmaktadır.

Operasyonel yatırım sermayesi alanında ise insan kaynakları maliyeti ön plana çıkmaktadır. **Ancak** insan kaynakları maliyetinde öne çıkan unsur nicelik değil niteliktir. **İleri teknolojiye sahip otomasyon** sistemi nedeniyle üretim için istihdam edilmesi **gereken** kişi sayısı azdır ve insan kaynağı giderlerinde maliyeti, istihdam edilen kişilerin sahip olması gereken nitelik ve ehliyetler oluşturmaktadır. **Otomasyon** sistemini teşkil eden makine-teçhizatın çevre dostu özelliği enerji tüketiminin düşük seviyelerde kalmasına neden olmaktadır. Sensör çiplerinin çok küçük ebatlarda olması (örneğin PTC tip sıcaklık sensörlerinin büyüklüğü 2 mm²dir) nedeniyle hammadde ve yardımcı malzemelerin ürün dönüşüm oranı çok yüksektir. Üretimin temel hammadde olan 8 inçlik silikon wafer alanı 1.296 cm² dir ve bu üründen **imal edilebilen sensör miktarı yaklaşık 7.500 adettir**. **Malzeme**-ürün dönüşüm oranının yüksekliği hammadde ve yardımcı malzemenin verimliliğini artırmakta ve birim üretim maliyetini azaltmaktadır.

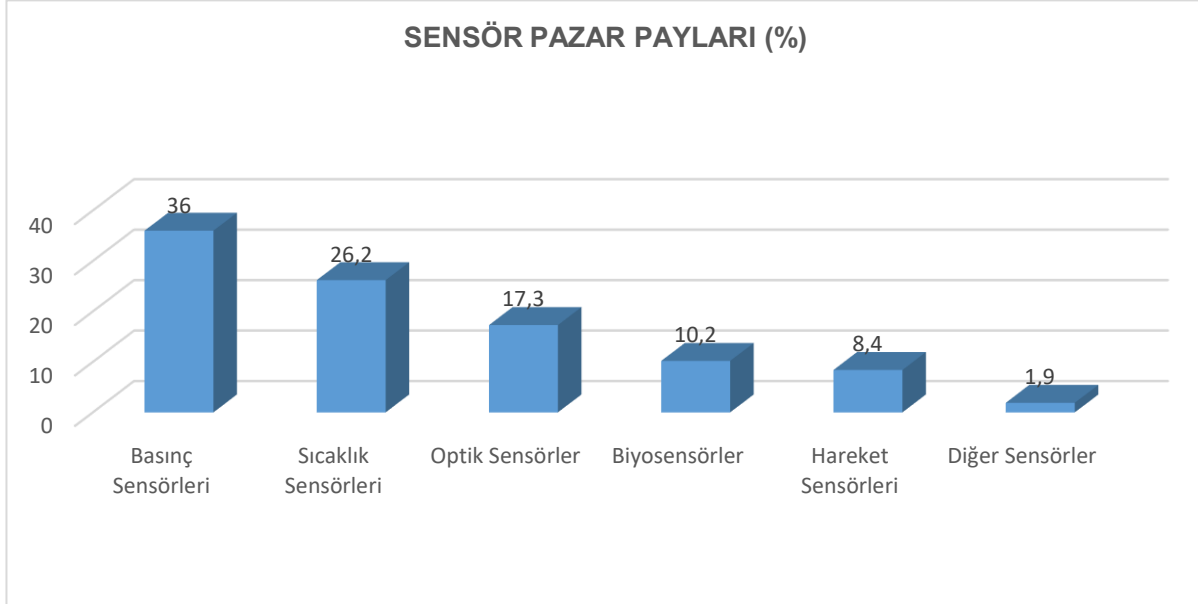
⁶ <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekdetay/6492/stratejik-urun-destek-programi> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

Sonuç olarak otomasyon sistemine dayalı üretim ve imalatın büyük ölçeklerde olması ile gelişen ölçek **ekonomisi**, sektörün yüksek katma değer üretmesini belirleyen en belirgin etkenler olarak karşımıza çıkmaktadır. **Malzeme**-ürün dönüşüm oranının çok yüksek olması ve diğer **operasyonel giderlerin** düşük kalması, yatırımın karlılık oranının artışında pozitif etkiye yol açmaktadır. Lidar ve akıllı sensör üretiminin **bilgi**-yoğun özelliği ve yüksek teknoloji sınıfında yer alması sektörel rekabet yoğunluğunu azaltmaktadır. Firmaların rekabetçi avantajları ise fiyat bazında değil ürün spesifikasyonu **ve kalite** temelinde yaşanmaktadır. Lojistik ve navlun kanalları açısından bakıldığında havayolu kargo taşımacılığının tercih edildiği görülmektedir çünkü yaklaşık ½ (yarım) m3 hacmindeki bir koli ile taşınan sensör adedi 100 binler ile ölçülmektedir. Ürün boyutlarının milimetre ölçeğinde olması nedeniyle gerek tedarik satın alma sürecinde gerekse satış-pazarlama aşamasında lojistik maliyetlerinin önemi yok denecek kadar az seviyede gerçekleşmektedir.

Genel kabule göre sektörün ürün yelpazesi sensörlerin dayandığı çalışma prensiplerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre⁷;

- Basınç sensörleri
- **Biyo**-sensörler
- Görüntü sensörleri
- Hareket sensörleri
- Hız ve ivme sensörleri
- Mesafe ve yakınlık sensörleri
- Optik sensörler
- **Radar ve konum** sensörleri
- Seviye sensörleri
- Sıcaklık-nem sensörleri
- Temas sensörleri

Yukarıda sayılan sensörlerin pazardan aldıkları paylar ise aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.



Kaynak <https://www.statista.com/statistics/480114/global-internet-of-things-enabled-sensors-market-size-by-segment/#:~:text=Global%20IoT%20forecast%3A%20sensors%20market%20breakdown%20by%20segment%202022&text=In%202022%2C%20motion%20sensors%20are,billion%20U.S.%20dollars%20in%202022.>

Grafikten anlaşılacağı üzere basınç sensörleri, sıcaklık ve optik sensör ürünleri pazarın %80'ni oluşturmaktadır. Kalan %20'lik Pazar payının yarısı ise sağlık hizmetleri alanında görülen teknolojik **ilerlemeler ile biyo**-sensörler tarafından doldurulmaktadır.

⁷ <https://reports.valuates.com/market-reports/ALLI-Manu-2J16/sensor> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

Sensörlerin kullanım alanlarının yoğunlaştığı sektörler aşağıdaki başlıklarda sıralanmaktadır.

- Bilişim ve haberleşme
- Endüstriyel üretim ekipmanları
- **Otomotiv sanayi**
- Sağlık sektörü
- Tüketici elektroniği (akıllı telefon, tablet-dizüstü bilgisayar ve beyaz eşya)
- Uzay ve havacılık (insansız taşıtlar)

Kullanım alanı olarak **teknolojik ilerleme sonucunda** gelişmekte olan yeni **trend** sektörler ise;

- Akıllı kentler
- Giyilebilir teknoloji ürünleri
- Özellikle otonom sürüş teknolojisi ile otomotiv endüstrisi
- **Biyo**-medikal ürünler ile sağlık sektörü
- Artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları

Sektörün geriye doğru bağlantılı olduğu ana sektör kimya sektörüdür. Lidar ve akıllı sensör ürünlerinin temel hammadde silikon waferdir. Silisyum elementinden üretilen silikon pullar, yardımcı malzeme olarak kullanılan boron, fosfor, platin **ile silisyumdioksit ve hidroflorik**, hidroklorik sülfirik asit türleri ve **argon**, azot, hidrojen ve oksijen gazlarının kullanıldığı ısıtma işlemleri yoluyla sensör ürünlere dönüşmektedir.

Dünyada Sektörün Büyüklüğü, Öne Çıkan Ülkeler, Firmalar ile Firmaların Pazarından Payları

2017 yılında yaklaşık 139 milyar \$ olan sensör pazarının büyüklüğünün **%11,3'lük** Bileşik Yıllık Büyüme Oranı ile 2020 yılında 182,5 milyar \$ olacağı 2022 yılının sonunda ise 241 milyar \$ ulaşacağı hesaplanmaktadır.⁸

Bilgi yoğunluk seviyesinin yüksek olmasının sonucu olarak lidar ve akıllı sensör üretimi yapan ülke sayısı çok azdır. Sektörde küresel üretim merkezi olan ekonomilerin, ABD, **Almanya, Fransa**, Hollanda, İngiltere, İsviçre ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler olduğu görülmektedir. **Bununla beraber** aşağıda sayılmakta olan sektörün büyük oyuncularını incelendiğinde bu firmaların özellikle ABD, Almanya ve Japonya'da kümelenildiği ortaya çıkmaktadır.

Sektörde lider firmalar alfabetik sıralamaya göre;⁹

- **Analog Devices**
- **Bosch Sensortech**
- **Broadcom Limited**
- **General Electric**
- **Honeywell Aerospace**
- **Infineon Technologies**
- **Murata Manufacturing**
- **NXP Semiconductors**
- **Omron**
- **Panasonic Electric Works**
- **Renesas Electronics**
- **Rohm Semiconductor**

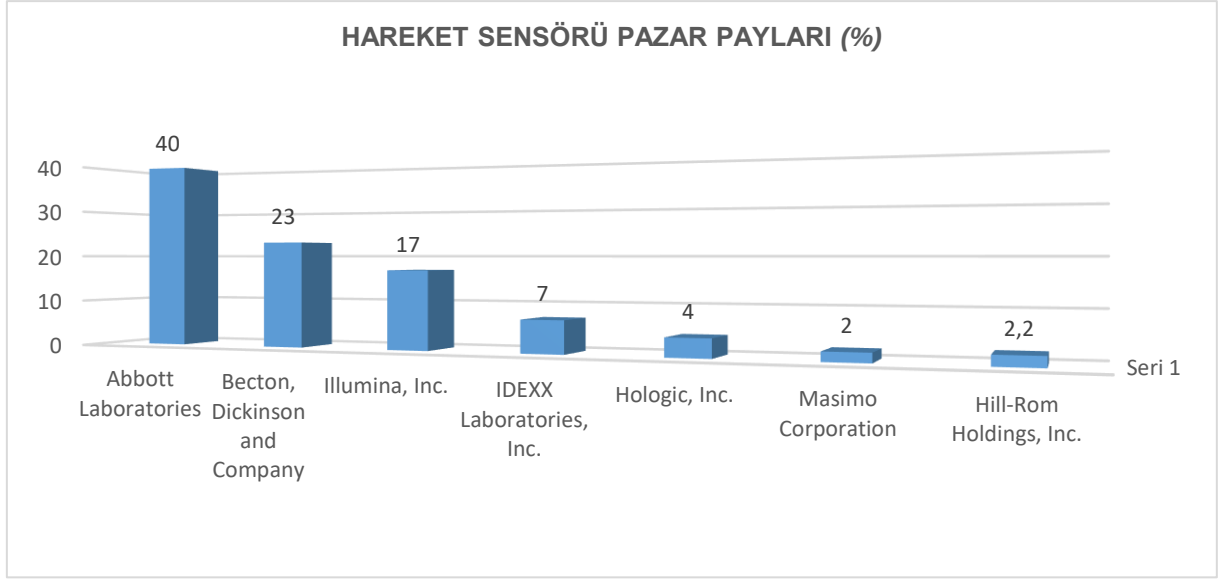
⁸ <https://www.i-scoop.eu/global-sensor-market-forecast-2022/> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

⁹ <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/motion-sensor-suppliers-manufacturers/> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır.

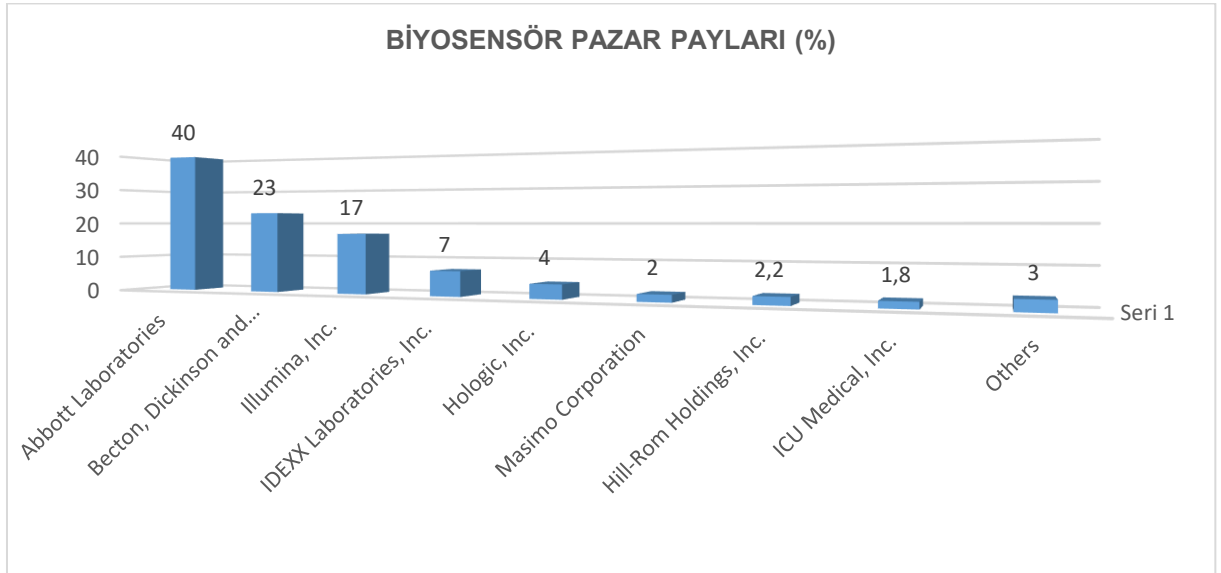
- **STMicroelectronics**
- **TDK Invensense**
- **Texas Instruments**
- **Vishay Intertechnology**

Kullanım alanlarının farklı olması ve bilgi-yoğun imalat teknikleri nedeniyle firmaların ürün bazında uzmanlaşma seviyesi çok yüksektir. Bu durum sensör üretici firma sayısının çeşitliliğini artırırken bazı sensör ürünlerinde lider olan firmaların diğer ürünlerde geride kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca küresel pazarın firmalar arası pay dağılımı verisine yapılan tüm araştırmalara rağmen ulaşılamamıştır.

Firmaların küresel pazardan aldıkları pay konusunda elde edilen veriler hareket ve biyo-sensör pazarlarına ilişkindir. Firmaların Pazar payı konusunda fikir edinilmesi açısından bu veriler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.



Kaynak <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/motion-sensor-suppliers-manufacturers/>



Kaynak <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/biosensor-companies/>

Dünyada Son Beş Yılda Gerçekleşen Üretim Rakamları ile İleriye Yönelik Tahmin ve Beklentiler

Ürün çeşitliliğin yüksek olması, firmaların farklı sensör tiplerinde uzmanlaşması ve sektörde faaliyet gösteren işletmelerin üretim miktar ve tutarlarını ticari sır olarak kabul etmeleri nedenleriyle gerçekleşen üretim adet ve parasal değerlerine ilişkin verilere ulaşılamamıştır.

2016 yılında telefon, tablet ve bilgisayarlarla birlikte internete bağlı olan cihaz sayısının 17,6 milyar olduğu tahmin edilmekte ve bu rakamın 2020 yılında 30 milyara yükselmesi beklenmektedir. Akıllı sensör pazarı nesnelerin interneti kavramıyla doğru orantıda gelişmektedir. Önümüzdeki 10 yılda her yıl yaklaşık 1 trilyon sensörün ağ sistemine dâhil olacağı ve 2040'lı yıllarda yaklaşık 45 trilyon sensörün internete bağlı olacağı ön görülmektedir.¹⁰

Ülke Genelinde Sektörde Faaliyet Gösteren Firma Sayısı

Ülke genelinde sektörde faaliyet gösteren öncü firmalar aşağıda sıralanmaktadır.

- **Alfa** Elektronik Sensör San. Tic. AŞ. (Roltek Endüstriyel Otomasyon Çözümleri işletmesi grup bünyesindedir.
- Meter Elektronik San. Tic. AŞ.
- SICK Sensörler İleri Kontrol Cihazları AŞ.
- ILX Mühendislik Otom. İth. İhr. San Tic Ltd. Şti. (FENAC-OSH Mühendislik-**KINCO grup** bünyesindedir.9
- ISAC İstanbul Sensörler ve Algılayıcı Cihazlar AŞ.
- Mega Sensör ve Otomasyon Sistemleri Ltd. Şti.
- Nova Elektrik San. Tic. AŞ.

Firmaların Son Beş Yılda Gerçekleştirdiği Üretim Rakamları

Ülkede lidar ve akıllı sensörler alanında çalışan firmaların tamamı lidar ve akıllı sensör çiplerini yurtdışından ithal etmektedir.

Alfa, Meter Elektronik ve Nova Elektrik firmaları çip halinde ithal ettikleri yarı-mamulün **elektronik devre** okuma kartlarının entegrasyonu ya da kalıplaşma işlemlerini yurtiçinde gerçekleştirmektedir. **Firmalar** üretim miktar ve tutarları konusunu ticari sır olarak değerlendirmiştir. Firmaların ürün bazında üretim miktarlarında son 5 yılda görülen değişim **ise ortalama** % 10 civarında azalma şeklinde gerçekleşmiştir.

Son Beş Yıl Kurulu Kapasite Rakamları ile Kapasite Kullanım Oranları

Firmaların kurulu kapasite rakamlarına ilişkin veriye ulaşılamamıştır. Ancak son 5 yılda ortalama kapasite kullanım oranları aşağıdaki gibidir. Kapasite kullanım oranının diğer sanayi kollarına kıyasla düşük kalmasının temel nedeni yüksek malzeme-ürün dönüşüm oranı nedeniyle kısa zamanda gerçekleştirebilen büyük ölçeklerde üretim hacmidir.

Tablo 1. Son 5 yıl Kapasite Kullanım Oranı

YIL	Kapasite Kullanım Oranı (%)
2015	39
2016	38
2017	35
2018	59
2019	62

¹⁰ <https://www.isnet.net.tr/Blogicerik/nesnelerin-interneti-iot-ve-sensor-uygulamaları-isnet-blog> adresinde detaylı bilgi yer almaktadır

Bolu'da çalışma konusu ürün alanında faaliyet gösteren firma bulunmaması nedeniyle ilde gerçekleşen üretim miktarı, ilin kurulu kapasite rakamı ve kapasite kullanım oranı gibi hususlarda herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

2.4 Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

Lidar ve akıllı sensör imalatı sektörüne ait son beş yıllık ihracat tutarlarına ilişkin TÜİK verilerine göre **Kg/\$** bazında hazırlanan tablo aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 2. Son 5 Yıl İhracat Rakamları

GTİP No	2016	2017	2018	2019	2020-1	TOPLAM
Çip <i>Halinde</i> Transistor güç<1W	37.049	5.369	45.604	1.867	1.433	91.322
Bacaklı Transistor güç <1W	10.788	4.546	20.977	135.795	1.829	173.935
Çip <i>Halinde</i> Transistor güç>1W	12.716	6.630	74.042	124.282	50.544	268.214
Bacaklı Transistor güç >1W	310.073	326.307	183.199	352.001	139.974	1.311.554
Işık Yayan Diyotlar (LED) Lazer dâhil	2.325.234	1.581.050	2.451.530	2.723.210	2.075.483	11.156.507
<i>Foto diyotlar,</i> <i>fototransistorlar,</i> optik bağlaçlar	179.025	46.215	120.564	127.121	16.317	489.242
Diğer Diyotlar	2.377.459	676.337	909.049	958.587	172.445	5.093.877
Çip <i>Halinde</i> Yarı İletken Devre Elemanı	62.677	1.118	15.372	5.051	177	84.395
Bacaklı Yarı İletken Devre Elemanı	282.015	266.545	234.018	86.972	8.196	877.746
TOPLAM	5.597.036	2.914.117	4.054.355	4.514.886	2.466.398	19.546.792

TÜİK verilerine göre yukarıda Gtip no'ları sayılan tablodaki ürünlerin ihracatının yapıldığı ülkeler aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 3. Son 5 Yılda İhracat Yapılan Ülkeler

ABD	AB Ülkeleri	Antalya Serbest Bölgesi	Arjantin
Avusturya	Azerbaycan	Bangladeş	BAE
Cezayir	Çin	Ege Serbest Bölgesi	Etiyopya
Fas	Finlandiya	Gana	Gine
Gürcistan	Hong Kong	Irak	İngiltere
İran	Kazakistan	KKTC	Liberya
Libya	Kamerun	Kayseri Serbest Bölgesi	Kenya
Kuzey Makedonya	Meksika	Mersin Serbest Bölgesi	Mısır
Moldova	Nijerya	Özbekistan	Pakistan
Rusya Federasyonu	Senegal	Sırbistan	Singapur
Somali	Sudan	Suudi Arabistan	Tayland
Tayvan	Tunus	Türkmenistan	Trakya Serbest Bölgesi
Ukrayna	Ürdün	Vietnam	Yumurtalık Serbest Bölgesi

Bu ülkeler arasında 2020 yılının ilk 6 aylık döneminde gerçekleştirilen ihracat hacmi açısından Almanya, Bulgaristan, Cezayir, Hollanda, Hong Kong, Irak, İran, İtalya, Mali, Özbekistan, Pakistan, Türkmenistan ve Yunanistan ön plana çıkmaktadır.

Yine TÜİK verileri temel alındığında ithalatın **Kg/\$** ölçeğinde son 5 yıllık tutarlarının durumu şu şekildedir.

Tablo 4. Son 5 Yılda İhracat Miktarları

GTİP No	2016	2017	2018	2019	2020-1	TOPLAM
Çip <i>Halinde</i> Transistor güç<1W	1.105.545	900.428	1.206.743	933.732	492.227	4.638.675
Bacaklı Transistor güç <1W	1.835.679	2.138.328	2.879.797	2.357.957	1.163.219	10.374.980
Çip <i>Halinde</i> Transistor güç>1W	1.442.706	2.076.864	1.897.640	1.544.364	852.688	7.814.262
Bacaklı Transistor güç >1W	13.084.015	14.013.138	14.864.608	12.370.501	6.187.954	60.520.216
Işık Yayan Diyotlar (LED) Lazer dâhil	65.539.628	86.524.351	100.667.879	90.379.598	40.796.196	383.907.652
<i>Foto diyotlar, fototransistörler, optik</i> <i>bağlaçlar</i>	6.261.536	6.737.214	8.202.478	5.712.276	2.019.696	28.933.200
Diğer Diyotlar	4.739.331	10.370.329	10.692.416	18.027.771	9.183.865	53.013.712
Çip Halinde Yarı İletken Devre Elemanı	428.850	463.965	428.651	317.040	583.528	2.222.034
Bacaklı Yarı İletken Devre Elemanı	1.686.852	3.439.199	1.957.039	150.332	348.302	7.581.724
TOPLAM	96.124.142	126.663.816	142.797.251	131.793.571	61.627.675	559.006.455

Yapılan çalışmalarda ithalatın yapıldığı ülkelerin aşağıda sayılan ülkelerde yoğunlaştığı görülmektedir.

Tablo 5 Son 5 Yılda İthalat Yapılan Ülkeler

ABD	Almanya	Çekya
Çin	Güney Kore	Hollanda
İngiltere	İsviçre	İtalya
Japonya	Kanada	Malezya
Macaristan	Slovakya	Tayvan

Bu ülkeler arasında ise 2020 yılının ilk 6 aylık döneminde, ABD, Almanya, Çin ve Japonya **ithalat** hacmi ile öne çıkmaktadır.

Birleşmiş Milletler Comtrade veritabanı istatistiklerine göre 2019 yılında çip halinde ve bacakları takılmış gücü < 1 W olan transistör üretim ve ihracatında öne çıkan ilk 5 ülkenin ihracat miktar ve tutarları tabloda gösterilmektedir.

Tablo 6. Çip/Bacaklı Gücü < 1 W Transistör Üretiminde İlk 5 Ülke

ÜLKE	TUTAR (\$)	MİKTAR (Kg)
Çin	1.265.730.941	2.763.378
Japonya	517.590.196	1.407.246
Almanya	459.042.025	1.465.277
Malezya	426.739.127	931,668
Güney Kore	318.562.638	681,4

Çip halinde ve bacakları takılmış gücü > 1 W olan transistör üretim ve ihracatında öne çıkan ilk 5 ülkenin durumu aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 7. Çip/Bacaklı Gücü > 1 W Transistör Üretiminde İlk 5 Ülke

ÜLKE	TUTAR (\$)	MİKTAR (Kg)
Çin	3.467.770.300	7.986.279
Singapur	2.393.213.118	5.511.573
Almanya	1.954.936.506	4.897.435
Japonya	1.505.098.424	3.838.970
ABD	1.321.738.484	440.616

Lazer, LED, fotodiyot ve fototransistör gibi ışığa duyarlı yarı iletken tertibat ürünlerinin ihracatında ilk 5 ülke ve ihracat değerleri şu şekildedir.

Tablo 8. Işığa Duyarlı Yarı İletken Üretiminde İlk 5 ülke

ÜLKE	TUTAR (\$)	MİKTAR (Kg)
Malezya	4.676.558.242	4.632.158.844 adet
Japonya	3.531.104.100	30.838.937.331 adet
Güney Kore	3.512.495.941	212.366.729
Vietnam	3.507.961.660	veri yok
Çin	3.255.782.934	58.697.801.143 adet

Çip halinde ve bacakları takılmış yarı iletken devre elemanları sektöründe dünya ticaretinde öne çıkan ilk 5 ülkenin ticaret hacmi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 9. Çip/Bacaklı Yarı İletken Devre Elemanları Üretiminde İlk 5 Ülke

ÜLKE	TUTAR (\$)	MİKTAR (Adet)
ABD	1.138.291.243	115.607.713
Filipinler	513.403.917	veri yok
Malezya	319.128.038	1.795.661,913
Güney Kore	242.838.961	146 ton
Singapur	160.036.100	695.037.044

Yurtiçi talebi anlayabilmek için 2020 yılının ilk 6 aylık döneminde görülen ithalat ve ihracat miktarların karşılaştırılması gerekmektedir.

Tablo 10. 2020 Yılı İlk 6 Ayda İhracat/İthalat Rakamları

ÜRÜN ADI	İTHALAT (kg)	İHRACAT (kg)	AÇIK (kg)
Çip /Bacaklı güç < 1 W <i>transistorlar</i>	17.514	127	17.387
Çip /Bacaklı güç > 1 W <i>transistorlar</i>	40.260	1.199	39.061
<i>Lazer, LED, foto diyot, fototransistor</i>	849.159	36.682	812.477
Çip/Bacaklı yarı iletken devre elemanı	26.840	339	26.501
TOPLAM	933.773	38.347	895.426

Yurtiçinde sensör ticareti yapan firmaların tamamının çipleri yurtdışından ithal ettiği çok azının ise ithal edilen çiplerin entegrasyon ve kalıplama işlemlerini Türkiye’de tamamladığı konusu yukarıda açıklanmıştır. Yine yapılan görüşmelerde söz konusu firmaların faaliyetlerini alınan ön sipariş hacmine göre yürüttüğü tespit edilmiştir. Bu durumda lidar ve akıllı sensör ürünleri alınan siparişlerde belirlenen hacimlerde yurtdışından ithal edilmektedir. Dolayısıyla bu ürünlerde yurtiçi stok miktarının yok denecek kadar az ya da emniyet stok oranlarında olduğu düşünülmektedir. Aynı şekilde siparişe dayalı montaj nedeniyle yurtiçi üretim miktarının tamamının önceden satıldığı ve bu faktörün yurtiçi talep üzerinde etkisi olmadığı varsayılmaktadır. Sonuç olarak yurtiçi talep hacmini belirleyen ana etkenler **ithalat ve ihracat** miktarları arasındaki fark olmaktadır.

Yurtiçi Talep = Stok (*mevcutsa*) + Üretim Miktarı + İthalat Miktarı- İhracat Miktarı formülüne göre 2020 yılının ilk 6 ayına göre yurtiçi talep;

İthalat miktarı=933.733 kg.

İhracat miktarı=38.347 kg.’dır.

Açık miktarı=895.426 kg. yurtiçi talep miktarı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Lidar ve akıllı sensörler ithalatında öne çıkan ABD, Almanya, Japonya gibi gelişmiş ülkelerin rekabetçi avantajı ürün kalitesi ve bilgi birikimine dayalı know-how dan oluşmaktadır. Ayrıca sektörün ana hammaddesi olan silikon wafer malzemesinin büyük ölçekli üreticileri yine ABD, Almanya ve Japonya’dır. Çin ve Güney Kore gibi ülkelerin rekabetçi avantajı ölçek ekonomisine dayanmaktadır. Özellikle tüketici elektroniği sektöründe küresel ölçekte büyük oyuncu olan bu ülkelerin lidar ve akıllı sensör üretim miktarları çok büyük ölçeklerde gerçekleşmektedir ve bu durum ülkelerin sektörel verimliliğini artırarak birim maliyetleri düşürmektedir.

2.5 Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

2016 yılında 17,6 milyar olan internete bağlı cihaz sayısının 2020 yılında 30 milyara ulaşacağı ve 2040 yılında yaklaşık 45 trilyon sensörün ağa dâhil olacağı konusunda tahminlere önceki bölümlerde yer verilmiştir. Türkiye’nin küresel gelişme ve trendlere adapte olma hızı göz önüne alındığında küresel oranların Türkiye içinde geçerli olacağı varsayımı altında talebin 5 yıllık tahmin projeksiyonu şu şekilde olacaktır. **2016-2020** döneminde ağa entegre olan cihaz sayısı her yıl yaklaşık olarak %14,5 büyümektedir. Talep tahmin uygulamasında ithalat miktarlarının temel alınmamasının nedeni ithalat

miktarlarında yaşanan değişimlerin ihracat miktarları ile uyumsuz olmasıdır. İthalat miktarında yaşanan azalma ihracat artışı ile ya da ithalat miktarında görülen artış ihracat azalması ile uyumsuzluk göstermektedir. Bu sonuç yurtiçinde lidar ve akıllı sensörler sektöründe üretim yapan firma **bulunmaması** başka bir deyişle yurtiçi kurulu kapasite 0 noktasında olması ile açıklanmaktadır.

Türkiye'nin bulaşık makinesi, buzdolabı, çamaşır ve kurutma makineleri, fırın, klima, mutfak robotu ve süpürge gibi ürün yelpazesine sahip olan beyaz eşya sektöründe üretim adedi 2019 yılında **28.197.564** adet/yıldır. **Bu** sektörün ürünlerinde genel olarak basınç sensörü, nem, gaz ve sıcaklık sensörleri kullanılmaktadır. Ülkenin **2019** yılı için televizyon üretimi **9.262.053** yıl/adettir. **Klasik** televizyonda kullanılan başlıca sensör kumandalarda bulunan foto diyotlardır. Smart Tv teknolojisi ile ortam ışığını algılayan ışık sensörleri ve hareket sensörleri televizyonlarda kullanılan sensör çeşitlerini artırmaktadır. 2022 yılında yollarda olması planlanan yerli otomobilin nesnelerin interneti ile mobilite **ekosistemi** konseptinde tasarımı yapılmaktadır. TOGG markası ile üretilecek olan bu araçta 28 farklı tipte sensörün kullanılması düşünülmektedir. İlaveten otomotiv sektöründe görülen en son trend bağımsız sürüş teknolojisi ve bu teknoloji lidar ve ya radar sensörlerin uygulanmasını gerektirmektedir. 2019 yılında yurtiçinde üretilen otomobil miktarı yıllık 1.461.000 adet/yıldır. Genellikle far, park, sıcaklık ve yağmur sensörlerinin kullanıldığı bu otomobillerin yeni trend ve teknolojilere uyum sağlaması kullanılan sensör çeşitlerinin, yerli otoyola entegre olacak olan en az 28 adet sensöre çıkarılması ile mümkün olacaktır.

2020 yılı ilk 6 aylık döneminde 895.426 kg olan ithalat miktarının KOVİD-19 pandemi döneminin etkilerini kaybederek normalleşmeye dönülmesi ile yaklaşık 1.5 kat artacağı göz önüne alınırsa 2020 yılı yaklaşık 2.238.565 kg ile tamamlayacağı öngörülmektedir. 2019 yılında 1.810.633. kg olan ithalat miktarını ele aldığımızda 2020 yılı için artış oranı %23,6 olacaktır. Hatırlanacağı üzere küresel ölçekte yıllık internete bağlı cihaz artış oranı %14,5 idi. Gelecek 5 yıl talep tahmininde yıllık ithalat artış oranı ve küresel internete bağlı cihaz artış oranının basit aritmetik ortalaması yerine ağırlıklı ortalama yöntemi tercih edilecektir. Kanımızca özellikle lidar sensörlere yönelik talep artışının otomobillerin mobilite ekosistemine dönüşümün 2022 sonrası döneminde etkisini göstereceği düşüncesiyle küresel artış oranının ağırlığı yıllık ithalat artış ortalamasına göre daha az olacaktır. Bu durumda küresel artış oranının %40'ının yıllık ithalat artış oranının %60'nın alınması talep projeksiyonunda daha gerçekçi değerlere ulaşılmasını sağlayacaktır.

Yıllık Talep Artış Oranı = $(0.4 \times 0.145) + (0.6 \times 0.236) = 5.8 + 14.2 = \% 20$ 'dir.

Tablo 11. Önümüzdeki 5 Yıl için Talep Projeksiyonu

YIL	ORAN (%)	MİKTAR (Kg)
2020	---	2.238.565
2021	20	2.686.278
2022	20	3.223.534
2023	20	3.868.241
2024	20	4.641.889
2025	20	5.570.267
TOPLAM	---	22.228.774

Aşağıda girdi piyasası bölümünde açıklanacağı üzere lidar ve akıllı sensör üretiminde kullanılan tüm malzeme maliyetinin % 80'ni silikon wafer hammaddesi oluşturmaktadır. Dolayısıyla üretim hacmi **hesaplanırken** ele alınan temel bileşen silikon waferdir. Silikon waferdan elde edilen sensör sayısı ürün çeşidine göre 7.500 ile 80.000 arasında değişmektedir. Örneğin 8 inçlik bir silikon wafer ile 80.000 radyasyon sensörü üretilirken aynı wafer ile en az 7.500 sıcaklık sensörü imal edilmektedir. Bu çalışmaya, analizin daha sağlam sonuçlara ulaşması için sayısı en az olan sıcaklık sensörü **baz**

alınarak devam edilecektir çünkü ülkenin beyaz eşya ve otomotiv sektöründeki yıllık üretim miktarlarına ilişkin güncel verilere ulaşılmıştır ve bu sensör bu ürünlerde kullanılmaktadır.

Lidar ve akıllı sensör üretiminde kullanılan silikon wafer sayısı ilk yıl için aylık 80 yıllık 960; ikinci yıl için aylık 90 yıllık 1.080; üçüncü yılda aylık 100 yıllık 1.200; dördüncü yıl için aylık 107 yıllık 1.284 ve son yıl için aylık 112 yıllık 1.344 olarak belirlenmiştir. Tesisin üretim kapasitesi ise aylık 120 yıllık 1.440 silikon wafer işleme hacmi olarak ön görülmüştür.

Mikro elektronik paketlemesi yapılmış olan sıcaklık sensörünün ağırlığı yaklaşık 35 gr. başka *bir* deyişle 0.035 kg.dır.

Ülkenin 2019 yılında beyaz eşya ve otomotiv sektörlerindeki üretimi 29.658.564 adettir. Yatırımı önerilen sensör tesisinin üretimi yurtiçi talebin ilk yılda sadece %24'nü karşılayabilmektedir ve bu oran son yılda % 34'e ulaşmaktadır.

Tablo 12. Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı

YIL	ÜRETİM (Adet)	(Kg)	KAPASİTE (Adet)	EKKO (%)
1	7.200.000	252.000	10.800.000	67
2	8.100.000	283.500	10.800.000	75
3	9.000.000	315.000	10.800.000	83
4	9.630.000	337.050	10.800.000	89
5	10.080.000	352.800	10.800.000	93

2.6 Girdi Piyasası

Lidar ve akıllı sensör **üretiminde** kullanılan temel hammadde silikon wafer malzemesidir ve Bolu'da ya da yurtdışında üretimi yapılmamaktadır. Yardımcı malzeme olarak kullanılan boron, fosfor, platin, hidroklorik ve sülfürik asit **ve hidrojen** gazı yüksek saflık derecesi gerektirmektedir ve yurtdışında imal **edilmemektedir. Azot ve** oksijen gazlarının yurtdışından temin edilmesi mümkündür.

Silikon wafer hammaddesi ABD, Almanya, Çin, Güney Kore ve Japonya'dan temin edilmektedir. **Boron, fosfor, platin, silisyum dioksit ve asit** çeşitleri ile **argon ve** hidrojen gazının Almanya, Çin **ve** Fransa'dan tedarik edilmesi kalite açısından daha uygundur. Azot ve oksijen gazları ise yurtdışında Air Liquid firması tarafından tedarik edilmektedir.

Almanya ve Fransa menşeli yardımcı malzemelerin lojistiği kara yoluyla sağlanmaktadır. Silikon wafer hammaddenin lojistiğinde ise havayolunun kullanılması maliyet ve süre açısından daha avantajlı görülmektedir. İthal edilen hammadde ve yardımcı malzemelerde ödeme yöntemi gayri kabili rücu akreditiftir. Karayoluyla lojistiği sağlanan malzemelerin teslim süresi yaklaşık 8 haftadır. Hava kargoculuğun kullanıldığı silikon wafer hammaddesinde ise teslimat süresi yaklaşık 2 hafta sürmektedir.

Sensör çeşitleri arasında farklılık olmakla birlikte ortalama olarak 8 inçlik bir waferin üretim süreçlerinde uygulanan formüller şu şekildedir.

- 1 Quadrant Boron ile yaklaşık 5.000 adet wafer
- 1 Quadrant Fosfor ile yaklaşık 5.000 adet wafer
- 1 Kg. Platin ile yaklaşık 500 adet **wafer**
- 1 Kg. Silisyum dioksit ile yaklaşık 500 adet wafer
- 1 Lt. Hidroflorik asit ile yaklaşık 500 adet wafer
- 1 Lt. Hidroklorik asit ile yaklaşık 500 adet wafer
- 1 Lt. Argon gazı ile yaklaşık 10 adet wafer
- 1 Kg. Azot gazı ile yaklaşık 10 adet wafer

- **1 Lt. Hidrojen** gazı ile yaklaşık 10 adet wafer
- **1 Lt. Oksijen** gazı ile yaklaşık 10 adet wafer

üretimi yapılabilmektedir. Bu durumda birim maliyete ilişkin olarak hazırlanan tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 13. Birim Maliyet Tablosu

MALZEME ADI	BİRİM	FİYATI (\$)	WAFER BAŞI (\$)
Silikon wafer (8 inç)	Adet	400	400
Boron	Quadrant	8.750	1.75
Fosfor	Quadrant	7.500	1.5
Platin	Kg	50.000	100
Silisyum dioksit	Kg	5.000	10
Hidroflorik asit	Lt	48	0.01
Hidroklorik asit	Lt	73	0.15
Argon	Lt	7	0.7
Azot	Kg	0.15	0.015
Hidrojen	Lt	7	0.7
Oksijen	Lt	9	0.9
TOPLAM		71.794	513,25

2.7 Pazar ve Satış Analizi

Lidar ve akıllı sensör imalatı yatırımının Bolu merkez ilçede yapılmasının getireceği rekabet üstünlüğü Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi (BAİBÜ) Nükleer Radyasyon Detektörleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (NÜRDAM) kurumunun çalışmalarına dayanmaktadır. NÜRDAM tarafından geliştirilen ürün **yelpazesinde, Alan etkili** radyasyon transistörü, PIN ve Işık yayan Diyotlar ve PTC sıcaklık sensörleri bulunmaktadır.

Bolu lidar ve akıllı sensör tesisi yatırım konusunda üç temel avantaj ve üstünlük sağlamaktadır. Bunlardan ilki başlangıç sabit yatırım maliyeti düşürülmesidir. NÜRDAM tesisi, Litografi, Metalizasyon, Temiz Oda ve RCA Temizleme Odası ekipmanlarına sahip durumdadır. Lidar ve akıllı sensör tesis yatırımı için bu 4 ekipman tarafından yürütülen prosesler NÜRDAM tarafından sağlanmaktadır ve bu durum sabit yatırım maliyetinde yaklaşık olarak %50 oranında düşüşe neden olmaktadır.

Bolu'da faaliyet gösteren NÜRDAM'ın sağlayacağı ikinci avantaj ise operasyonel maliyetlerin insan kaynağı giderlerine ilişkindir. 2019 yılında BAİBÜ bünyesinde bulunan Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde Sensör Teknolojileri Anabilim dalında yüksek lisans programı başlamış durumdadır. Söz konusu bölümde eğitim gören lisansüstü öğrenciler tesisin çalışması için gerekli olan nitelikli işgücünün karşılanmasında uygun bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan kaynakları alanında Bolu'nun getirdiği diğer bir avantaj personel devir hızının düşüklüğüdür. İlde faaliyet gösteren imalatçı firmalarla yapılan mülakatlarda ortalama personel devir süresini 12 yıl olduğu görülmüştür. Personel rotasyon süresinin 12 yıl olmasının temel nedeni ise emeklilik müessesesidir. İşyerine sadakat duygusunun yüksek olması iş-başında eğitim ile kazanılan becerilerin tesise sağladığı katkılarda kalıcılığı artırmakta, iş-başında öğrenme ile yükselen uzmanlaşma seviyesi personel verimliliğini en üst seviyeye çıkarmaktadır.

Bolu'da yapılacak olan lidar ve akıllı sensör yatırımının son avantajı ise **know-how ve bilgi birikimidir**. NÜRDAM tarafından geliştirilen radyasyon sensörleri ve alan etkili radyasyon transistörleri İsviçre'de **bulunan (CERN)** Avrupa Konseyi Nükleer Araştırma Merkezi'nde yürütülen Atlas Projesi kapsamında

başarıyla test edilmiştir. Diğer sensörlere kıyasla, radyasyon sensörlerinin algılaması gereken radyoaktif etkinin değeri çok düşüktür ancak etkinin yayılma spektrum çok daha geniş bir alana yayılmaktadır. Bu durum radyasyon sensörlerinin diğer sensörlere göre çok daha hassas olmasını gerektirmektedir. Radyasyon sensörü imalatının iş akış prosesi yaklaşık 87 aşamadan oluşmaktadır. Daha az hassas olan basınç, hareket ve sıcaklık sensörleri ise 11 adımda üretilebilmektedir. Nitekim NÜRDAM, Arçelik AŞ. İş birliği ile yürüttüğü TÜBİTAK projesi ile sıcaklık sensörü prototipini başarıyla geliştirmiş ve bu ürün Arçelik tarafından test edilerek onaylanmıştır.

Bolu'da üretilecek olan lidar ve akıllı sensör ürünlerinin pazarlama avantajları lojistik, garanti süresi, bakım-onarım maliyeti, tasarım ve gümrük vergisi hususlarında görülecektir. Yurtdışından ithal edilen sensörler için lojistikten kaynaklanan ek süre ürünün Bolu'dan tedarik edilmesiyle ortadan kalkacaktır. Kazanılan bu süre ürünü kullanacak olan işletmeler için depolama ve stok maliyetinin ödenmemesi anlamına gelmektedir. İlave, yurtdışından ithalat nedeniyle katılan gümrük vergisi bedeli toplam maliyetten düşülmektedir. Sensör çiplerinin yurtdışından getirilmesi nedeniyle ürünlere garanti **verilmesi** söz konusu değildir ve bakım-onarım maliyetleri süre ve fiyat açısından yüksek kalmaktadır. Bolu'da üretilen ürünlerin tercih edilmesi durumunda ise satış sonrası hizmetlerden **istifade etmek daha kolay hale gelecektir.**

Ülkede pazarında faaliyet gösteren rakip firmaların maliyeti, temel yarı-mamul olan sensör çiplerinin \$ ya da € bazında fiyatlanması ve bu ürünlerin gelişmiş ülkelerden tedarik edilmesi nedenleriyle daha yüksek kalmaktadır.

Bolu'da üretilen lidar ve akıllı sensörlerin teknolojik üstünlüğü tasarıma dayalı ürün geliştirme çalışmalarında ortaya çıkacaktır. Küresel düzeyde sensör çip üretiminde standardizasyon hakimdir ancak mikro elektronik paketleme sürecinde müşterinin sipariş ettiği özelliklere göre üretim yapılmaktadır. Lidar ve akıllı sensör çipleri ve mikro elektronik paketleme işleminin tek bir tesise entegre edilmesi, ihtiyaç analizlerine dayalı yeni tasarımların geliştirilmesine hız kazandıracaktır. Lojistik bakımdan yükte hafif değerde çok ağır olan lidar ve akıllı sensör ürünü için **Pazara ve ya** hammaddeye yakınlık rekabet açısından fark getirecek bir avantaj sağlamamaktadır. Bununla beraber tüketici elektroniği üretim hacminde beyaz eşya sektöründe yıllık 25 milyon üretim adedi ile Avrupa'nın en büyük üreticisi olan ek olarak yıllık TV üretimi 9 milyonu aşan Türkiye'de **kurulacak olan lidar ve** akıllı sensör tesisinin müşteri bulmakta fazla zorlanmayacağını düşünmek oldukça gerçekçidir.

Lidar ve akıllı sensör sektörünün ilk 5 ülkesi ABD, Almanya, Çin, Japonya ve **G.Kore olarak** değerlendirilmektedir. Bu ülkelerle karşılaştırıldığında Çin dışındaki ülkelerle sadece insan kaynağı maliyetinde bir avantaj karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu maliyet avantajının etkisi sektörün emek yoğun yapıda olmaması nedeniyle oldukça düşüktür. Hammadde ve yardımcı malzeme ile enerji maliyetlerinin birbirine çok yakın olması toplam üretim maliyeti açısından hiçbir ülkeye avantaj sağlamamaktadır.

Hedef satış bölgeleri beyaz eşya ve TV üretiminin yoğunlaştığı Ankara, İstanbul, Eskişehir, Tekirdağ ve Manisa'dır. İhracat konusunda hedef ülkeler ise Almanya, Polonya **ve** İtalya'dır. Bu ülkelerin seçilme nedeni beyaz eşya üretiminde sahip oldukları paydan kaynaklanmaktadır. Çin, Japonya ve G. Kore'nin tercih edilmeme nedeni bu ülkelerin AB üyesi olmamasıdır. Ürün çeşidi olarak nihai ürün değil yarı-mamul olması ve müşterilerin kişiler değil üretici tesisler olması nedenleriyle ülkelerin nüfus artışı ve kişi başı gelir artışı unsurları analize dâhil edilmemiştir.

Dağıtım kanalı olarak direkt dağıtım kanalının kullanılması tercih edilmelidir. Satışlar doğrudan doğruya firmalara aracı, ithalatçı **ve ya bayiler** olmadan gerçekleştirilmelidir çünkü pazara yeni giren firmanın ürün fiyatlamasında tutundurma politikasını izlemesi satış fiyatı üzerine ilave maliyetler **eklememesi gerekmektedir.**

Tablo 14. 5 Yıl için Tahmini Üretim Miktarı

YIL	ÜRETİM (Adet)
1	7.200.000
2	8.100.000
3	9.000.000
4	9.630.000
5	10.080.000
TOPLAM	44.010.000

Birleşmiş Milletler UNComtrade verilerine göre mikro elektronik paketlemesi tamamlanmış (bacakları takılmış) olan sensörlerin ortalama satış fiyatı KDV hariç 1 \$ dolayındadır. Türkiye’de üretimi olmayan lidar ve akıllı sensör ürünlerinin yurtdışından ithal edilmesinde kullanılan genel ödeme şekli gayrikabili rücu akreditif olmaktadır. Bu ödeme şeklinin yurtiçine adaptasyonu satışların peşin ödeme ile yapılması anlamına gelmektedir.

3. TEKNİK ANALİZ

3.1 Kuruluş Yeri Seçimi

Lidar ve akıllı sensör yatırımı Bolu’da üretilen sensör ürünlerinin ticarileştirilmesi sürecine katkı sağlamaktadır. Prototip olarak geliştirilmiş olan PİN diyot, Işın yayan diyot, güneş hücresi, radyasyon sensör ve transistör ve sıcaklık sensörleri ürünlerini seri üretimine geçilmesi yapılan ar-ge çalışmaları geliştirilen yüksek teknoloji sınıfı ürünlerde üretim ve istihdam alanları oluşturacaktır. Ürünün yüksek teknoloji sınıfında yer alması, Bolu’da üretilen katma değerın yükseltilmesinde artı değer eklemektedir. İlaveten lidar ve akıllı sensör yatırımı ile ilin ihracatta ürün çeşitliliği genişleyerek ihracat edilen ürün portföyünde yüksek teknoloji sınıfı ürünlerin payı yükselmektedir. Son olarak yapılacak olan yatırım, BAİBÜ bünyesinde açılan sensör teknolojileri yüksek lisans programı için önem arz etmektedir. Kurulması önerilen tesis bu programdan mezun olan lisansüstü öğrenciler için istihdam imkânı sağlayacak, program kapsamında eğitim gören öğrenciler tez çalışmalarını sanayinin ihtiyaçlarına göre hazırlama potansiyeline sahip olacaktır. Sonuç olarak yüksek nitelikli işgücünün eğitimi ve yetiştirilmesi, NÜRDAM ve (BETUM) Bilimsel Endüstriyel Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi **gibi** ar-ge merkezlerinin mevcudiyeti ve sensör teknolojileri sektöründe faaliyet gösteren özel sektör kuruluşunun ar-ge ürünlerini ticarileştirmesi ile ilin bu sektörde kümelenmesi ve **cazibe merkezi** olmasının yolunda kritik bir aşama başarı ile tamamlanacaktır.

Lidar ve akıllı sensör tesisi yatırımı için Bolu çok fazla arazi seçeneği sunmamaktadır. İlde bulunan Bolu Karma ve Tekstil İhtisas OSB ve Gerede OSB’lerinin doluluk oranı yüksektir. Gerede Deri İhtisas OSB ise deri sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için uygun durumdadır. Tesis yatırımı için en **uygun alan** Bolu Teknoloji Geliştirme Bölgesi AŞ. (Teknokent) binasında bulunan 600 m² alandır. **24-45-90 m²** ofis birimleri şeklinde kat planı olan bu alanda ofisler arası geçiş ya da ofislerin birleştirilmesi seçenekleri bulunmaktadır. Son olarak Teknoloji Geliştirme Bölgesinde yapılan yatırımlar için tahsis edilen teşviklerden istifade edilmesi bu bölgede yatırım yapılmasını gerektirmektedir.

Bolu uluslararası e-80 (TEM) ve d-100 (e-5 olarak bilinmektedir) karayollarının geçiş noktasındadır. Bolu Teknokent binası ise d-100 karayoluna bitişik konumdadır. Bina doğalgaz, elektrik, telefon, internet ve su altyapısının tamamlanmış durumdadır.

Teknokent ofislerin mülkiyeti Bolu Teknoloji Geliştirme Bölgesi AŞ’ye aittir. Yönetici şirket tarafından belirlenen kira bedeli 30 ₺/m²’dir.

BAİBÜ sensör teknolojileri yüksek lisans programı; **Fen-Edebiyat** Fakültesi fizik **ve kimya** bölümleri; Mühendislik Fakültesi bilgisayar, elektrik-**elektronik**, kimya mühendisliği bölümleri; yeni açılan Teknoloji Fakültesi; **Teknik Bilimler MYO bilgisayar teknolojileri ve elektronik** ve otomasyon bölümleri; NÜRDAM ve BETUM uygulama ve araştırma merkezleri ile lidar ve akıllı sensör tesis yatırımının **ar-ge**, yatırım ve üretim aşamalarında ihtiyaç duyacağı insan kaynağının istihdam edilmesi için yeterli potansiyele sahip durumdadır.

Ar-ge, yatırım ve üretim aşamaları için gerekli olan teknolojik altyapı konusunda aşağıda üretim teknolojisi bölümünde detaylı açıklaması bulunan makine parkurunun yaklaşık % 60'ı NÜRDAM'ın **makine-teçhizat** envanterinde zaten mevcut durumdadır. Kurulması önerilen tesis için yatırım yapacak olan özel sektör işletmesi NÜRDAM ile görüşerek makine parkurunun kiralanması ya da sensör çiplerinin NÜRDAM'dan satın alınması yolunu tercih edebilir. **Her iki durumda da tesisin makine** parkuru için yapılması gereken sabit yatırım tutarı yaklaşık yarı yarıya düşmektedir ancak elektronik kart okuma ve diğer mikro elektronik paketleme işlemleri için teçhizat alınması kaçınılmazdır.

3.2 Üretim Teknolojisi

Lidar ve akıllı sensörlerin üretim tekniği malzeme bilgisine dayalı proses yönetimi, sensör çipinin topoğrafyasının tasarım bilgisi ve işleme yönelik gömü yazılım programlama bileşenlerinden meydana gelmektedir. Otomasyon sistemini teşkil eden makine-teçhizatın en temel karakteristiği işlemleri mikrometre hatta nanometre ölçeklerinde yürütmesidir. İşlem ölçeklerinin çok düşük boyutlarda tamamlanması nedeniyle otomasyon sistemi makine-teçhizatı ileri teknoloji sınıfı ürünler arasında sayılmaktadır ve diğer üretim makinelerine kıyasla daha kompakt yapıları vardır. Özetle ürün boyutlarının mikrometre seviyelerinde olması üretim işlem ölçeklerini düşürmekte ve bu durum **makine-teçhizat** boyutlarını küçültmektedir.

Üretim modeli ana hammadde olarak kullanılan alt-taşın (en yaygın malzeme silikon wafer) yardımcı malzeme ve gazlar kullanılarak haritalandırılması ve üretilen çiplere elektronik devre eklenmesidir. Yardımcı sanayiden alınan **farklı** aksam ve parçalar olmadığı için otomasyon sistemi bileşenlerinin montaj hattı şeklinde yerleştirilmesine gerek yoktur.

Yurtiçinde sektörde faaliyet gösteren firmalar proje tipi üretim modeli ile çalışmaktadır. Yurtdışından mikro elektronik paketleme aşaması tamamlanmış (bacakları takılmış) şekilde ithal edilen sensör çipleri yurtiçi müşterinin belirlediği ebat ve tasarıma göre kalıba yerleştirilmektedir.

Lidar ve akıllı sensör tesisi yatırımı için gerekli olan asgari makine parkuru aşağıdaki tabloda **liste** olarak gösterilmektedir.

Tablo 15. Tesis Makine Parkuru

EKİPMAN ADI	ÜLKE	NÜRDAM	FİYAT (\$)
4 Point Probe	ABD	√	210.000
Annealing Furnace	ABD	√	220.000
Atomic Layer Deposition System PEALD	Finlandiya	√	960.000
Cleaning Wet Bench N&P Type / Etching System Cleaning Wet Bench Pure Type	Almanya	√	5.700.000
Diffusion Furnace Metal N Type Stacks	Hollanda	√	1.700.000
Diffusion Furnace Oxides P Type Stacks	Hollanda	√	1.850.000
E-beam/Thermal for Metals Application	ABD	√	845.000
E-beam/Thermal for Oxide Based Elements	ABD	√	1.170.000
Full Automatic Dicing Saw	İsrail	√	410.000
Mask Aligner	G.Kore	√	1.177.000
Metallurgical Microscope	Almanya	√	120.000
Oxygen Plasma System + Metal Etching	Almanya	√	470.000
Probe Station	Almanya	√	800.000
RTA Rapid Thermal Annealing	ABD	√	470.000
SEM Scanning Electron Microscope	Almanya	√	525.000
Sputter MOS Peocess	Almanya	√	900.000
Topographic Microscope	Almanya	√	216.000
AFM- Atomic Force Microscopy	ABD	---	392.000
DRIE Deep Reactive Ion Etching	İtalya	---	980.000
ICP Inductive Coupled Plasma	İtalya	---	1.150.000
MOCVD Molecular Chemical Vapour Deposition	Almanya	---	4.760.000
Profiler	Almanya	---	377.000
Semi-conductor Ion Implanter System	ABD	---	4.320.000
Sensor Package Line		---	4.500.000
Sputter PZT Process	Almanya	---	760.000
XRD X-ray Defraction	Almanya	---	670.000
TOPLAM			35.652.000

Tabloda açık şekilde görüldüğü üzere **toplam 35,6 milyon \$** olan sabit yatırım tutarı NÜRDAM ile işbirliği seçeneklerinin değerlendirilmesi durumunda 17,9 milyon \$ olmaktadır. Bu da sabit yatırım tutarı maliyetinin %50 oranında düşmesi anlamına gelmektedir.

3.3 İnsan Kaynakları

TÜİK ve İŞKUR'dan Bolu İline dair temin edilen veriler aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir.

Tablo 16. Nüfusun Eğitim Kademelerine göre Durumu

Eğitim Durumu	2015	2016	2017	2018	2019
Okuma Yazma Bilmeyen	4,3%	4,0%	3,7%	3,4%	3,1%
Okuma Yazma Bilen Fakat Bir Okul Bitirmeyen	4,3%	4,0%	3,8%	3,5%	3,3%
İlkokul Mezunu	29,5%	27,4%	26,7%	24,9%	24,1%
İlköğretim Mezunu	13,5%	11,6%	11,8%	12,0%	9,1%
Ortaokul ve ya Dengi Okul Mezunu	8,7%	10,5%	10,8%	11,5%	14,7%
Lise ve ya Dengi Okul Mezunu	24,3%	26,7%	26,6%	27,3%	27,7%
Yüksekokul ve ya Fakülte Mezunu	13,5%	14,1%	14,4%	14,9%	15,5%
Yüksek Lisans Mezunu	0,9%	0,9%	1,3%	1,5%	1,6%
Doktora Mezunu	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
Bilinmeyen	0,6%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%
Toplam	100,0%	100%	100%	100%	100,0%

Türkiye'de 2019 yılında çalışma çağındaki nüfus oranı %75,5 olarak gerçekleşmiştir. Bolu'da ise bu oran %74,9 ile Türkiye ortalamasına yaklaşık görülmektedir.

Tablo 17. Çalışma Çağı Nüfusunun İl Nüfusuna Oranı

Yıllar	İl Nüfusu	Çalışma Çağındaki Nüfus(15-65 yaş)	Toplam Nüfusa Oranı
2015	291.095	217.858	74,8%
2016	299.896	226.247	75,4%
2017	303.184	228.167	75,3%
2018	311.810	234.066	75,1%
2019	316.126	236.675	74,9%

Tablo 18. Genç Nüfusun Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı

Yıllar	Genç Nüfus (15-24 yaş)	Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı
2015	47.028	21,6%
2016	51.348	22,7%
2017	51.431	22,5%
2018	52.503	22,4%
2019	52.585	22,2%

Bolu İdar ve akıllı sensörlerin ar-ge ve üretim aşamaları için gereken nitelikteki insan kaynaklarına, yukarıda sayılan BAİBÜ bünyesinde bulunan fakülte, MYO ve uygulama ve araştırma merkezlerinin akademik personeli ve ya eğitim gören öğrenciler aracılığıyla kolaylıkla erişim sağlama imkânına sahip durumdadır.

Yatırımın devreye alınması ile başlayacak olan insan kaynakları maliyetine ilişkin hazırlanan tabloda toplam maliyet aşağıdaki şekilde oluşacaktır.

Tablo 19. Yıllık İnsan Kaynakları Maliyeti

PERSONEL UNVANI	SAYI	BRÜT ÜCRET (₺)	(\$)*
İşletme Müdürü	1	14.900	1.791
Biyolog	1	9.281	1.115,5
Fizikçi	1	9.281	1.115,5
Kimyager	1	9.281	1.115,5
Elektrik-Elektronik Mühendisi	1	11.510	1.383
Makine Mühendisi	1	11.137	1.338,5
Yazılım Mühendisi	1	11.880	1.428
Bilgisayar Teknolojileri Teknikeri	2	13.365	1.606
Elektronik ve Otomasyon Teknikeri	2	13.365	1.606
Muhasebe-Pazarlama Müdürü	1	8.940	1.704,5
Yönetici Asistanı	1	5.200	625
TOPLAM	13	118.140	14.199,5

*TCMB 30/10/20 tarihli döviz kuru 1 \$ ortalama 8.32 ₺ olarak hesaplanmıştır.

4. FİNANSAL ANALİZ

4.1 Sabit Yatırım Tutarı

Tablo 20. Sabit Yatırım Tablosu

Arazi-Arsa	-----
Bina-İnşaat	-----
Makine ve Teçhizat (\$)	35.652.000
İthalat ve Gümrükleme Giderleri (\$)	5.000
Taşıma, Sigorta	-----
Montaj Giderleri	-----
Etüt ve Proje Giderleri	-----
TOPLAM (\$)	35.657.000

Arazi-Arsa ve **Bina İnşaat** giderleri yatırım yeri olarak Bolu Teknoloji Geliştirme Bölgesi AŞ tarafından işletilen Bolu Teknokent Binası ofisleri olduğu için maliyet kalemi olarak eklenmemiştir. Taşıma-**sigorta** ve **Montaj** giderleri ise fiyatın CIF alınması ve montajın fiyata dâhil olması nedeniyle Makine-Teçhizat kalemi içerisinde yer almaktadır. Etüt ve proje giderleri ise yine yatırım yerinin hazır olması nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır.

4.2 Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Lidar ve Akıllı sensör yatırımının geri dönüş süresi yaklaşık olarak **4,5** yıldır. Hesaplama esnasında \$/₺ kurundaki yıllık artış oranı %12, yıllık enflasyon artış oranı ise %10 olarak ele alınmıştır. Ürün fiyatı küresel rekabet koşulları nedeniyle **1 \$ olarak** sabit bırakılmıştır. Ayrıca malzeme girdi kalemleri olan silikon wafer, diğer kimyasal ürünler ve endüstriyel gaz maliyetleri fiyatları da geçmiş dönemdeki stabilite nedeniyle sabit olarak değerlendirmeye alınmıştır. Son olarak insan kaynağı **kalemінде istihdam edilen** kişi sayısı 13 kişi şeklinde sabit bırakılmıştır. Başka bir deyişle ilave istihdama gerek

kalmadan üretilen ürün miktarı artırılmaktadır çünkü sistemin otomasyona dayalı olması nedeniyle üretim kapasitesinde görülen artış ilave istihdam edilen **personeli gerektirmektedir. Bu maliyet** kaleminde görülen değişiklik kaynağının tek nedeni yıllık %10 enflasyon oranında ücretlere zam yapılmasıdır. Yatırımın yaklaşık geri dönüş süresi hesaplanırken net kar değil FAVÖK temel alınmıştır. Bu seçimin arkasındaki gerekçe ise yatırımın öz sermaye ile yapılarak kredi kullanılmaması ve yatırım teşviklerden kaynaklanan gelir vergisi indirimleridir. Kredi kullanılmaması nedeniyle anapara + faiz ödemeleri işletme giderleri kapsamı dışında bırakılmıştır.

Son olarak çalışma konusu yatırım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yatırımın geri dönüş süresine ilişkin ortak görüşleri ortalama 4-4,5 yıl olduğu yönündedir ve analizin ortaya koyduğu sonuçları teyit etmektedir.

Tablo 21. 5 Yıl için Toplam Yatırım Tutarı

TOPLAM YATIRIM TABLOSU (5 YILLIK)		
MALİYET	TUTAR (\$)	ORAN (%)
A-Toplam Sabit Yatırım	35.657.000	89
B-Toplam İşletme Maliyeti	4.172.260	11
B1 Enerji	212.926	0.5
B2 Kira	125.161	0.3
B3 İnsan Kaynakları	822.422	2
B4 Hammadde-Malzeme	3.011.751	8
(A+B) TOPLAM MALİYET	39.829.260	100

*TCMB 30/10/20 tarihli döviz kuru 1 \$ ortalama 8.32 ₺ olarak hesaplanmıştır.

Tabloda görüldüğü üzere lidar ve akıllı sensör tesis yatırımının 5 yıllık toplam işletme giderlerinde **en** önemli maliyet hammadde ve yardımcı malzeme giderleridir. Söz konusu kalemin toplam operasyon maliyetindeki payı % 72'dir. İnsan kaynakları giderlerinin toplam işletme maliyetindeki payı ise % 20 civarındadır. Enerji giderlerinin oranı %5 ve kira ödemeleri ise %3'lük kesimi oluşturmaktadır.

Yatırımın 5 yıl için toplam maliyeti incelendiğinde karşımıza çıkan sonuca göre operasyon giderlerinin toplam tutara oranı % 11 **olacak, kalan % 89**'lık kısmını sabit yatırım maliyeti oluşturacaktır. **Toplam 5 yıllık operasyon maliyeti, 4.191.918 \$** olarak hesaplanmıştır. Sabit yatırım tutarı ise 35.657.000 \$'dır. Yatırım projesine NÜRDAM makine envanterinin dâhil edilmesi durumunda sabit yatırım tutarı 17,9 **milyon \$**, toplam 5 yıllık yatırım tutarı ise 22,1 milyon **\$** olmaktadır. Bu durumda **operasyon maliyetleri toplam 5** yıllık yatırım tutarının **%19'na** çıkarak sabit sermaye yatırımının oranı **%81'e** düşmektedir. **Bu** durum yatırımın NÜRDAM işbirliği ile yapılmasında ortaya çıkan farkın ne kadar önemli bir kez daha ortaya koymaktadır çünkü yatırımın bu model ise yapılması durumunda geri dönüş süresi yaklaşık 2,5 yıla düşmektedir.

5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Bolu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ile yapılan görüşmelerde lidar ve akıllı sensör tesis yatırımının çevresel etki değerlendirmesi kapsamı dışında yer aldığı tespit edilmiştir. Lidar ve akıllı sensör sektörü yatırımının çevresel etkileri oldukça düşük seviyededir. Üretim proseslerinde hammadde olarak kullanılan 8 inçlik silikon wafer dairesinin kenarlarında 1 mm² den küçük bir çizgi fire olarak ortaya çıkmaktadır. Yardımcı malzemeleri oluşturan kimyasal ve gazların tamamı ise üretim aşamasında kullanılmaktadır. İşlemlerin mikro metre ölçeğinde yürütülmesi nedeniyle dizayn ve haritalama gibi prosesler lazer cihazlarla yapılmaktadır. Tesisin yüksek derecede ısı işlem operasyonları yapmaması atık ısı ya da buhar gibi çıktıları neden olmamaktadır. Üretimin temiz odalarda yapılması toz ve ya gaz gibi emisyonları önlemektedir. Tesis sadece kullanılan asit türlerinin deşarjı için atık yönetim sistemine ihtiyaç duymaktadır.

Kurulması öngörülen tesiste istihdam edilecek kişi sayısının toplam 10 kişi ile sınırlı olması, ürünün son kullanıcının tüketimi için değil tüketici elektroniği sektöründeki kurumsal müşterilerin kullanıma yönelik olması, hammadde ve yardımcı malzemelerin büyük çoğunluğunun yurtdışından ithal edilmesi ve müşterilerin ve satışların Bolu dışı illerde ve yurtdışında yoğunlaşması nedenleriyle yatırımın sosyal gruplar ya da dezavantajlı kesim üzerinde **etkisi yok denecek** kadar az olacaktır. Bu noktada sosyal gruplar üzerinde kayda değer bir etkiye ulaşmak için yüksek teknoloji sınıfında yapılacak **bu** yatırımın bu sektörde kümelenme süreci ile devam etmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Lidar ve akıllı sensörler sektöründe kümelenme süreci **ile artacak olan** istihdam hacmi, Bolu'nun beyin göçü alması ve BAİBÜ bölümlerine gelecek olan lisans ve lisansüstü öğrencilerde kalite artışı gibi etkilere yol açabilecektir. İlaveten BAİBÜ'de açılan sensör teknolojileri anabilim dalı yüksek lisans programına, **doktora ve lisans derecelerinin ve** Teknik Bilimler MYO'da ön lisans programının **eklenerek ilin mesleki** eğitim faaliyetlerinde sensör sektöründe uzmanlaşmanın başlatılması gibi etkiler yaşanması ihtimali de yüksek görülmektedir.

KAYNAKÇA

1511 - TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri Destekleme Programı [Çevrimiçi] Erişilebilir:

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

2012/3305 Sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.sanayi.gov.tr/mevzuat/diger/mc0403018201>

2016/9495 Sayılı Yatırımlara Proje Bazlı Devlet Yardımı Verilmesine İlişkin Karar [Çevrimiçi] Erişilebilir: <https://www.sanayi.gov.tr/mevzuat/diger/mc0403018202>

2019/1950 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.sanayi.gov.tr/mevzuat/diger/mc0403018201>

Birleşmiş Milletler Comtrade Veritabanı [Çevrimiçi] Erişilebilir: <https://comtrade.un.org/>

Global IoT Forecast: Sensors Market Breakdown by Segment 2022 [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.statista.com/statistics/480114/global-internet-of-things-enabled-sensors-market-size-by-segment/#:~:text=Global%20IoT%20forecast%3A%20sensors%20market%20breakdown%20by%20segment%202022&text=In%202022%2C%20motion%20sensors%20are,billion%20U.S.%20dollars%20in%202022>

Global Sensor Market Forecast 2022: IoT and Wearables as Drivers [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.i-scoop.eu/global-sensor-market-forecast-2022/>

KOSGEB Stratejik Ürün Destek Programı [Çevrimiçi] Erişilebilir:

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

Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Sensör Uygulamaları [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.isnet.net.tr/Blog/icerik/nesnelerin-interneti-iot-ve-sensor-uygulamalari-isnet-blog>

Sensor Market Outlook 2026 [Çevrimiçi] Erişilebilir: <https://reports.valuates.com/market-reports/ALLI-Manu-2J16/sensor>

Top Sensor Manufacturers Company Summaries and Info [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/motion-sensor-suppliers-manufacturers/>

Top Global Motion Sensor Suppliers [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/motion-sensor-suppliers-manufacturers/>

Top 10 Biosensor Suppliers in the U.S [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/biosensor-companies/>

Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>

Türkiye İstatistik Kurumu Dış Ticaret İstatistikleri [Çevrimiçi] Erişilebilir:

<https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul>

Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler (Tüm Ön Fizibilite Çalışmalarında bu bölüme yer verilecektir.)

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.

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

NA_t: 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.

Cari Oran = Dönen Varlıklar/ 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.

Likidite Oranı= (Dönen Varlıklar- Stoklar)/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*.

Başabaş Noktası = Sabit **Giderler** / (**Birim** Fiyat–Birim Değişken **Gider**)

Ek-2: Yerli/İthal Makine-Teçhizat Listesi

İthal Makine / Teçhizat Adı	Miktarı	Birimi (Adet, kg, m³ 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, m³ vb.)	Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL)	Toplam Maliyeti (KDV Hariç, TL)	İlgili Olduğu Faaliyet Adı



Yenişehir Mah. Demokrasi Bulvarı No: 72/A 41050 İzmit - KOCAELİ

Tel.: 0 (262) 332 01 44 - Faks: 0 (262) 332 01 45

E-mail : info@marka.org.tr www.marka.org.tr

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsiz, Satılamaz

