



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

**ANKARA**  
KALKINMA AJANSI

# Ankara İli Robotik Ameliyat Sistemleri (Loop Sistemleri) Üretimi Ön Fizibilite Raporu







T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



# Ankara İli Robotik Ameliyat Sistemleri (Loop Sistemleri) Üretimi

## Ön Fizibilite Raporu



2021  
HAZİRAN

## RAPORUN KAPSAMI

---

Bu ön fizibilite raporu, yatırımcı çekmek amacıyla Ankara ilinde Robotik Ameliyat Sistemleri (Loop Sistemleri) fabrikasının kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Ankara Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanmıştır.

## HAKLAR BEYANI

---

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

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



## İÇİNDEKİLER

---

<b>1. YATIRIMIN KÜNYESİ</b> .....	<b>3</b>
<b>2. EKONOMİK ANALİZ</b> .....	<b>5</b>
2.1. Sektörün Tanımı .....	5
2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler .....	7
2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi .....	7
2.2.2. Diğer Destekler .....	9
2.3. Sektörün Profili .....	11
2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep .....	15
2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini .....	16
2.6. Girdi Piyasası.....	18
2.7. Pazar ve Satış Analizi.....	20
<b>3. TEKNİK ANALİZ</b> .....	<b>23</b>
3.1. Kuruluş Yeri Seçimi .....	23
3.2. Üretim Teknolojisi .....	24
3.3. İnsan Kaynakları .....	25
<b>4. FİNANSAL ANALİZ</b> .....	<b>27</b>
4.1. Sabit Yatırım Tutarı.....	27
4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....	27
<b>5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ</b> .....	<b>28</b>

## TABLolar

Tablo 1: Robotik ameliyat sistemlerine ait NACE kodu .....	6
Tablo 2: Robotik ameliyat sistemlerine ait GTİP numarası .....	7
Tablo 3: Öncelikli Yatırımlar Destek Unsurları, Oranları ve Süreleri .....	7
Tablo 4: Global pazardaki en 9 cerrahi robot .....	12
Tablo 5: TOBB Sanayi Veri Tabanı kayıtları .....	13
Tablo 6: Türkiye robotik ürün ticaret verileri .....	16
Tablo 7: Dünyadaki en büyük ameliyat robotu üreticileri ve ürün fiyatları .....	16
Tablo 8: Endüstriyel kullanıma uygun robotik sistemler temel bileşenlerinin 2021 piyasa fiyatları .....	20
Tablo 9: Da Vinci sisteminin kurulum ve işletme maliyetleri .....	22
Tablo 10: Ankara ili 15 yas üstü nüfusun 2020 yılındaki eğitim durumu .....	26
Tablo 11: Ortalama kritik personel ihtiyacı .....	26
Tablo 12: Sabit yatırım maliyet varsayımları .....	27
Tablo 13: 10 sistem üretimi için değişken maliyet varsayımları .....	27
Tablo 14: 4 Yıllık Maliyet Varsayımları .....	28

## ŞEKİLLER

Şekil 1: Da Vinci Surgical System .....	5
Şekil 2: Bazı operasyonların maliyetler karşılaştırmaları (Khorgami et al. 2017) <b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>	
Şekil 3: En olası ve en etkili gelişme alanları .....	21
Şekil 4: Farklı satış fiyatları için 6 yıllık gelir-gider projeksiyonu .....	28

## ANKARA İLİ ROBOTİK AMELİYAT SİSTEMLERİ (LOOP SİSTEMLERİ) ÜRETİMİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

## 1. YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Robotik Ameliyat Sistemleri Üretim Tesisi	
Üretilen Ürün/Hizmet	Robotik Ameliyat Sistemleri	
Yatırım Yeri (İl - İlçe)	Ankara – Sincan/Polatlı/Kahraman Kazan	
Tesisin Teknik Kapasitesi	10 sistem/yıl	
Sabit Yatırım Tutarı	1.980.000 \$	
Yatırım Süresi	3 Yıl	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	%100	
İstihdam Kapasitesi	29	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	4 Yıl	
İlgili NACE Kodu (Rev. 3)	26.60.01	
İlgili GTİP Numarası	90.18	
Yatırımın Hedef Ülkesi	ABD, Türkiye, İngiltere, Almanya, Fransa, İtalya, İspanya	
Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 3: Sağlık ve Kaliteli Yaşam	Amaç 9: Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı
Diğer İlgili Hususlar		



<b>Subject of the Project</b>	<i>Robotic Surgery Systems Production Plant</i>	
<b>Information about the Product/Service</b>	<i>Robotic Surgery Systems</i>	
<b>Investment Location (Province-District)</b>	<i>Ankara – Sincan/Polatlı/Kahraman Kazan</i>	
<b>Technical Capacity of the Facility</b>	<i>10 system/year</i>	
<b>Fixed Investment Cost</b>	<i>\$ 1.980.000</i>	
<b>Investment Period</b>	<i>3 years</i>	
<b>Economic Capacity Utilization Rate of the Sector</b>	<i>100%</i>	
<b>Employment Capacity</b>	<i>29</i>	
<b>Payback Period of Investment</b>	<i>4 years</i>	
<b>NACE Code of the Product/Service (Rev.3)</b>	<i>26.60.01</i>	
<b>Harmonized Code (HS) of the Product/Service</b>	<i>90.18</i>	
<b>Target Country of Investment</b>	<i>USA, Turkey, England, Germany, France, Italy, Spain</i>	
<b>Impact of the Investment on Sustainable Development Goals</b>	Direct Effect	Indirect Effect
	<i>Goal 3: Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages</i>	<i>Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation</i>
<b>Other Related Issues</b>		

## 2. EKONOMİK ANALİZ

### 2.1. Sektörün Tanımı

Son yıllarda Türkiye'de sağlık hizmetinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) verilerine göre Türkiye'nin yıllık toplam sağlık harcaması 2019 yılında bir önceki yıla göre %21,7 artarak 201 milyar 31 milyon TL'ye yükselmiştir. Genel devlet sağlık harcaması %22,5 artarak 156 milyar 819 milyon TL'ye ulaşmıştır. Özel sektör sağlık harcaması ise %18,8'lik bir artış oranı ile 44 milyar 212 milyon TL olarak belirtilmiştir.

Yatırımcılar sağlık sektörünü kârlı bir sektör olarak görmektedir ve ciddi yatırımlar yapmaktadırlar. Özellikle ileri teknoloji ve büyük sermaye gerektiren ilaç ve medikal sektöründeki yeni ürünler maliyetinin çok üstünde satılabilmektedirler. Bundan sonraki süreçte de ileri teknolojinin sağlık sektörünü şekillendirmesi, giyilebilir teknolojiler, yapay zeka (AI), robotik ameliyat, sensör teknolojileri, büyük veri analizi, bulut sistemleri ve nesnelerin interneti (IoT) teknolojilerinin sağlık sektörünün merkezinde olması beklenmektedir.

Robotik ameliyat; cerrahın ameliyathanede bulunan cerrah konsolu üzerinden verdiği komutların, hasta konsolunda yer alan robotlar tarafından uygulandığı cerrahi bir yöntemdir. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi tarafından uzayda görev yapan astronotlarda ihtiyaç duyulabilecek cerrahi işlemlerin dünyadan bir cerrah tarafından gerçekleştirilebilmesi için başlatılan çalışmaların bir ürünü olarak ortaya çıkan gelişmiş robotik ameliyat sistemleri 1997 yılında Da Vinci adı verilen ilk prototipine ulaşmış, 2000 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onayı almıştır. Görsel örnek oluşturması amacıyla Da Vinci robotik ameliyat ürününün versiyonlarından birisi Şekil 1'de sunulmuştur. Günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda farklı özelliklerde ürünler ortaya çıkarılmıştır ve sürekli olarak yeni ve gelişmiş ürünler piyasaya sunulmaya devam etmektedir.

**Şekil 1: Da Vinci Surgical System**



**Kaynak:** PMR and Upper Finance report: 40 da Vinci robots in 2025 (https://healthcaremarketexperts.com/en/news/market-trends/pmr-and-upper-finance-report-40-da-vinci-robots-in-2025/ , 2020)

Robotik ameliyat sistemleri, cerrahlara büyük ölçüde yardımcı olabilecek ve ameliyat sonuçlarını iyileştirebilecek kesin, doğru ve kolayca tekrarlanan sonuçlar sunmaktadırlar. El bileğini model almış enstrümanlar, sezgisel hareket kontrolü, yüksek çözünürlüklü üç boyutlu görüntü gibi özellikler yardımıyla cerrahın, geleneksel açık veya kapalı cerrahi teknolojilerindeki kısıtlamaları aşarak, daha karmaşık girişimleri kapalı ameliyat yöntemiyle yapmasına olanak sunmaktadır. Sistem cerrahın çıplak gözle göremeyeceği bölgeleri 10 kata kadar net bir şekilde büyütürken cerraha detaylı bir görüş sağlar. Böylece dar anatomik yapılara kolayca müdahale edilebilir ve operasyon sırasında istenmeyen zedelenmeler en aza indirilir. Sistemin yönetildiği konsol ise, hekimin oturarak çalışabilmesine olanak tanır. Bu durum özellikle uzun süren ameliyatlarda önemli bir fayda sağlar. Cerrah, tüm sistemi el ve ayaklarıyla kullanır. İnsan elinin istemsiz titremesine bağlı olarak oluşabilen hatalar, robotik cerrahi ile uygulanan ameliyatlarda sıfıra yakındır. Robotik ameliyat sistemleri üroloji, jinekoloji, kalp damar hastalıkları, genel cerrahi, kulak burun boğaz bölümü gibi pek çok farklı uzmanlık alanına ait hastalıkların cerrahi tedavisinde kullanılabilir. Robotik ameliyat sistemi, cerrahi yöntemlerin ulaştığı en ileri teknolojidir. Sanılanın aksine, operasyon robotlar tarafından değil, cerrahın yönlendirdiği robotik kollar aracılığıyla yapılır. Sektörle ilgili yapılan son analizlere bakıldığında robotik ameliyat teknolojilerinin sağlık sektöründe önemli bir yer edineceği ve yatırımcısına büyük miktarda kâr vadettiği söylenebilir. PWC tarafından gerçekleştirilen “Yapay zekâ ve robotlar yeni sağlık sektörünü nasıl şekillendirecek?” isimli çalışmada robot kullanma isteğinin giderek arttığı, bu artıştaki temel etkenlerin sağlık hizmetlerinden daha kolay faydalanma ile tedavinin hızı ve doğruluğu olduğu bulguları edinilmiştir. (PWC, Eylül) Çalışma neticesinde Türkiye’deki tüketicilerin %85’inin sağlık hizmetlerinde robotlara hazır olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Robotik ameliyat sistemi, cerrahi yöntemlerin ulaştığı en ileri teknolojidir. Sanılanın aksine, operasyon robotlar tarafından değil, cerrahın yönlendirdiği robotik kollar aracılığıyla yapılır. Sektörle ilgili yapılan son analizlere bakıldığında robotik ameliyat teknolojilerinin sağlık sektöründe önemli bir yer edineceği ve yatırımcısına büyük miktarda kâr vadettiği söylenebilir. PWC tarafından gerçekleştirilen “Yapay zekâ ve robotlar yeni sağlık sektörünü nasıl şekillendirecek?” isimli çalışmada robot kullanma isteğinin giderek arttığı, bu artıştaki temel etkenlerin sağlık hizmetlerinden daha kolay faydalanma ile tedavinin hızı ve doğruluğu olduğu bulguları edinilmiştir. (PWC, Eylül) Çalışma neticesinde Türkiye’deki tüketicilerin %85’inin sağlık hizmetlerinde robotlara hazır olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Robotik ameliyat sistemleri hem hastaya hem de cerraha konforlu bir operasyon sunar. Robotik ameliyat sistemlerinin getirdiği avantajların bir kısmı şu şekilde sıralanmaktadır. (Grup Florence Nightingale Hastaneleri, 2020)

- Açık ameliyatlarda olduğu gibi büyük kesiler gerektirmez. Kesi boyutları son derece küçüktür. Bu da hastanın iyileşme sürecinin hızlanmasını sağlar.
- Kesi bölgesinin küçük olması nedeniyle enfeksiyon riski düşüktür.
- Cerrahın görüşü son derece nettir ve elde edilen görüntüyü bozulma olmaksızın 10 kata kadar büyütebilir.
- Görüntü 3 boyutlu olduğu için derinlik algısı bulunur. Böylece hassasiyet gereken operasyonlar rahatlıkla gerçekleştirilebilir.
- Robotik kollar, 720 derece açıyla dönebilir ve titreme yapmaz. Dolayısıyla cerrah rahatlıkla çalışabilir.
- Damar ve sinirler ayrıntılı olarak görüntülendiğinden bu yapıların zarar görme riski azalır.
- Operasyonun ardından faaliyetler çok daha hızlı şekilde normale döner.
- Operasyondan sonra hastanın beslenmesi daha hızlı şekilde eski hâline kavuşur.
- Hastanın günlük yaşamına dönmesi, açık cerrahiye kıyasla çok daha hızlıdır.
- Hekim oturarak çalıştığı için daha az yorulur. Böylece uzun süren operasyonlarda hekimin stres düzeyi azalırken konsantrasyon seviyesi artar.

Robotik ameliyat sistemlerine ait NACE kodu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 1: Robotik Ameliyat Sistemlerine Ait NACE Kodu**

NACE Kodu	26.60.01	İşinleme, elektro medikal ve elektro terapi ile ilgili cihazların imalatı (elektro-kardiyograf cihazı, işitme cihazı, radyoloji cihazı, röntgen cihazları, X, Alfa, Beta, Gama, mor ötesi ve kızıl ötesi ışınların kullanımına dayalı cihazlar, vb.)
-----------	----------	--

Robotik ameliyat sistemlerine ait GTİP numarası aşağıda yer almaktadır.

**Tablo 2: Robotik Ameliyat Sistemlerine Ait GTİP Numarası**

<b>GTİP Numarası</b>	90.18	Tıpta, cerrahide, dişçilikte ve veterinerlikte kullanılan alet ve cihazlar (sintigrafi cihazları, diğer elektro medikal cihazlar ve göz testine mahsus cihazlar dahil)
----------------------	-------	--

## 2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

Robotik ameliyat sistemlerinin araştırma-geliştirme, üretim ve pazarlama faaliyetlerine yönelik olarak Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TUBİTAK, KOSGEB, Kalkınma Ajansları ve Ticaret Bakanlığı'ndan destekler alınabilmektedir.

### 2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Yatırım Teşvik Sisteminin ana amaçları cari açığın azaltılması amacıyla ithalat bağımlılığı yüksek olan ara malı ve ürünlerin üretiminin artırılması ve teknolojik dönüşümü sağlayacak yüksek ve orta-yüksek teknoloji içeren yatırımların desteklenmesidir. Yatırım Teşvik Belgesi Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Elektronik Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Sistemi (E-TUYS) üzerinden verilmektedir. Ülkemiz sınırları içerisinde yatırım yapmayı planlayan her çeşit tüzel kişilik veya gerçek kişi; kamu veya özel, yerli veya yabancı ayrımı olmaksızın Yatırım Teşvik Belgesi alabilir. (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021)

Yatırım teşvik sistemi, ülkemizde tanımlanmış 6 farklı bölgeye farklı içerikte teşvik tanımlamıştır. Buna göre Ankara ili yatırım teşvik sisteminde birinci bölge olarak sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte Ankara, teknoloji odaklı yatırımlarda 5. bölge teşviklerinden faydalanabilmektedir. Yüksek Teknolojili tıbbi ürünlerin üretilmesine yönelik yatırımlar Öncelikli Yatırımlar kapsamına girmektedir. Bu kapsamda Tablo 3'deki teşviklerden faydalanılabilir.

**Tablo 3: Öncelikli Yatırımlar Destek Unsurları, Oranları ve Süreleri**

Öncelikli Destek Unsurları	5. Bölge	
<b>KDV İstisnası %18</b>	Var	
<b>Gümrük Vergisi Muafiyeti %2</b>	Var	
<b>Vergi indirimi</b>	Vergi İndirim Oranı	%80
	Yatırıma Katkı Oranı	%40
	Yatırım dönemi vergi indirimi	%50
	İşletme dönemi vergi indirimi	%50
<b>Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği</b>	Uygulama Süresi	7 yıl
	Destek Tutarının Azami Miktarı (Destek Tutarının Sabit Yatırım Tutarına Oranı)	%35
<b>Yatırım Yeri Tahsisi</b>	Var	
<b>Faiz Desteği</b>	İç Kredi	5 puan

	Döviz / Döviz Endeksli Kredi	2 puan
	Azami Destek Tutarı (Bin TL)	700
<b>Sigorta Primi Desteği</b>		Yok
<b>Gelir Vergisi Stopajı Desteği</b>		Yok
<b>İnşaat-Yapı Harçları Muafiyeti</b>		Var
<b>Emlak Vergisi Muafiyeti</b>		Var
<b>Damga Vergisi Muafiyeti</b>		Var

**Kaynak:** Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yatırım Teşvik Uygulamaları Sunumu, Ocak 2021

\*Yatırımla İlgili Özel Şartlar: Yüksek teknoloji sanayi sınıfında yer alan ürünlerin üretimine yönelik yatırım olması nedeniyle öncelikli yatırım kapsamındadır. Öncelikli Sektör Yatırımları kapsamındaki yatırımlar (6. bölge hariç tüm bölgeler için) 5. bölge desteklerinden yararlanmaktadır. 2017-2022 yıllarında yapılacak yatırım harcamaları için vergi indirimi Yatırıma Katkı Oranına 15 puan ilave edilmekte, vergi indirimi oranı %100 olmakta ve 2017-2021 yılları arası bina-inşaat harcamalarına KDV İadesi uygulanmaktadır.

**KDV İstisnası:** Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yurt içinden ve yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat ile belge kapsamındaki yazılım ve gayri maddi hak satış ve kiralama için katma değer vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır.

**Gümrük Vergisi Muafiyeti:** Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için gümrük vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır.

**Vergi İndirimi:** Gelir veya kurumlar vergisinin, yatırım için öngörülen katkı tutarına ulaşıncaya kadar indirimli olarak uygulanmasıdır. Bu destek, stratejik yatırımlar, bölgesel teşvik uygulamaları ve öncelikli yatırımların teşviki uygulamaları çerçevesinde düzenlenen teşvik belgeleri kapsamında sağlanır.

**Faiz veya Kâr Payı Desteği:** Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında kullanılan en az bir yıl vadeli krediler için sağlanan bir finansman desteğidir. Teşvik belgesinde kayıtlı sabit yatırım tutarının %70'ine kadar kullanılan krediye ilişkin ödenecek faizin veya kâr payının belli bir kısmı karşılanmaktadır.

**Yatırım Yeri Tahsisi:** Yatırım Teşvik Belgesi düzenlenmiş stratejik yatırımlar, bölgesel ve öncelikli yatırımlar için Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca (Milli Emlak Genel Müdürlüğü) belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde yatırım yeri tahsis edilebilir.

Başvuru için aşağıdaki bilgi veya belgeler gerekmektedir:

- Başvuru Dilekçesi
- Yetkilendirme Taahhütnamesi
- Yetkilendirme Formu
- İmza Sirküleri
- Ticaret Sicil Gazetesi Örneđi
- SGK Borcu Yoktur Yazısı
- ÇED Kapsam Dışı Yazısı

## 2.2.2. Diğer Destekler

### ➤ Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Hamle Programı

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve bağlı/ilgili kuruluşları tarafından sağlanan destek ve teşviklerin tek pencereden yönetilerek orta-yüksek ve yüksek teknoloji seviyeli sektörlerle yoğunlaştırılmasına yönelik özel bir programdır. Robotik ameliyat sistemleri program kapsamında desteklenen ürünlerdendir. Programla ilgili bütün bilgilere <http://www.hamle.gov.tr/> adresinden ulaşılabilir.

### ➤ TÜBİTAK Destekleri

**1501- TÜBİTAK Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı:** Amacı ülkemiz sanayine kurumsal Ar-Ge yeteneği kazandırarak evrensel teknolojiye katkı sağlar hale getirmek için, Türkiye’de yerleşik katma değer yaratan kuruluşların Ar-Ge ve yenilikçi projelerini desteklemektir. 2020 yılı Ocak ayından başlayarak yılda 2 kez açılacak bütçe esaslı çağrılarla yürütülmektedir. Programa sadece KOBİ ölçeğindeki kuruluşlar başvuru yapabilmektedir. Proje bütçesinde herhangi bir kısıtlama bulunmamaktadır. Desteklenecek projelerin belirlenmesinde, başvuran firmaların (varsa) daha önce desteklenen projeleri kapsamında elde edilen çıktı ve etkileri, alternatif kamu dışı fon kaynaklarından faydalanma girişimleri (özellikle Avrupa Birliği Çerçeve Programlarına yapılan başvurular) ve proje konusunun öncelikli alanlarda olması hususları da göz önünde bulundurulacaktır. Robotik sistemler öncelikli alanlar içerisinde yer almaktadır. Destekleme süresi proje bazında en fazla 36 aydır. Projenin her dönemi için destek oranı sabit olmak üzere %75 hibe olarak uygulanır.

**1505- Üniversite-Sanayi İşbirliği Destek Programı:** Bu programla, üniversite/kamu araştırma merkez ve enstitülerindeki bilgi birikimi ve teknolojinin, Türkiye’de yerleşik ve proje sonuçlarını Türkiye’de uygulamayı taahhüt eden kuruluşların ihtiyaçları doğrultusunda, ürüne ya da sürece dönüştürülerek sanayiye aktarılması yoluyla ticarileştirilmesine katkı sağlamak amaçlanmıştır. Programın uygulama esaslarında; Müşteri Kuruluş olarak anılan özel sektör kuruluşu ve Yürütücü Kuruluş olarak anılan üniversite ya da kamu araştırma merkez ve enstitüsü bir İşbirliği Sözleşmesi imzalayacaktır. Bu sözleşme çerçevesinde Yürütücü Kuruluş tarafından yapılacak; yeni bir ürün üretilmesi, mevcut bir ürünün geliştirilmesi, iyileştirilmesi, ürün kalitesi veya standardının yükseltilmesi veya maliyet düşürücü nitelikte yeni tekniklerin, yeni üretim teknolojilerinin geliştirilmesi projesi TÜBİTAK ve Müşteri Kuruluş tarafından finanse edilecektir. Programa, Müşteri Kuruluş ve Yürütücü Kuruluş ortak başvuru yapabilecektir. 1 milyon TL’ye kadar olan proje bütçesi desteklenebilecektir. Azami destek süresi 24 aydır. TÜBİTAK’ın karşılayacağı bütçe oranı, Müşteri Kuruluş KOBİ ise proje bütçesinin %75’i, Büyük ölçekli ise %60’dır. Kalan tutar Müşteri Kuruluş tarafından karşılanacaktır. Müşteri Kuruluş ve TÜBİTAK’ın Yürütücü Kuruluş tarafından açılacak proje özel hesabına aktaracakları tutarlar, proje başlangıç tarihinden başlayacak şekilde tanımlanan 6’şar aylık dönemlerdeki proje giderlerine orantılı olarak ve taksitler halinde yapılacaktır. Yürütücü Kuruluş, Müşteri Kuruluştan dönemsel bütçenin %10’unu aşmamak kaydıyla hizmet alabilecektir; bu kapsamda müşteri kuruluş proje sorumlusunun giderleri de desteklenebilecektir. Böylece müşteri kuruluşun projeye sağladığı katkı payının bir bölümü, hizmet alımı karşılığında müşteri kuruluşu geri ödenebilecektir.

**1507- TÜBİTAK KOBİ Ar-Ge Başlangıç Destek Programı:** 1507 KOBİ Ar-Ge Başlangıç Destek Programı kamu kaynaklarının ülke ihtiyaçları ve ulusal hedeflere yönelik daha etkin kullanımının sağlanması amacıyla 2020 yılı Ocak ayından başlayarak yılda 2 kez açılarak bütçe esaslı çağrılarla yürütülmektedir. Projelere program kapsamında sağlanacak desteklerle KOBİ’lerin, teknoloji ve yenilik kapasitelerinin geliştirilerek daha rekabetçi olmaları, sistematik proje yapabilmeleri, katma değeri yüksek ürün geliştirebilmeleri, kurumsal araştırma teknoloji geliştirme kültürüne sahip olmaları, ulusal ve uluslararası destek programlarında daha etkin yer almaları hedeflenmektedir. KOBİ’ler tarafından yürütülen 600.000 TL bütçe ve 18 ay süre ile sınırlı ilk 3 projenin TÜBİTAK tarafından desteklenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu üç projeye ilaveten, ortaklı proje başvurusu yapılması koşuluyla 2 proje daha bu programda desteklenebilmektedir. Destek oranı her dönem için sabit olup %75’tir.

**1702- Patent Tabanlı Teknoloji Transferi Destekleme Çağrısı:** Üniversitelerde, araştırma kurumlarında ve teknoloji geliştirme bölgelerinde geliştirilen patentli teknolojilerin sanayiye aktarılmasını sağlamak için Yenilik Destek Programı kapsamında bir çağrıya çıkmıştır. Çağrıda

üniversiteler, araştırma altyapıları, teknoloji geliştirme bölgesi şirketleri ve teknoloji transfer ofisleri Teknoloji Sağlayıcı Kuruluş olarak nitelendirilmektedir. Müşteri Kuruluş ise, Teknoloji Sağlayıcı Kuruluşun hak sahibi olduğu ve ulusal veya uluslararası patentler ile korunan teknolojileri lisanslama ya da devir yolu ile edinerek ekonomik değer oluşturmayı hedefleyen ve Türkiye’de yerleşik sermaye şirketi olarak tanımlanmıştır. Çağrı kapsamında bir Müşteri Kuruluş en az bir Teknoloji Sağlayıcı Kuruluşun ortak başvuruları kabul edilmektedir. Çağrıda Müşteri Kuruluşun, çağrı duyurusunda belirtilen şartları taşıyan ve Teknoloji Sağlayıcı Kuruluşun hak sahibi olduğu patent ya da patentler ile korunan teknolojileri, lisanslama ya da devir yöntemleri ile edinimine ve bu teknolojileri uygulamaya yönelik Teknoloji Sağlayıcı Kuruluştan yapacağı hizmet alımlarına ilişkin harcama ve giderler desteklenmektedir. Çağrıda projeler en fazla 60 ay süre ile desteklenecektir. Destek oranı üst sınırı büyük ölçekli Müşteri Kuruluşlar için %60, KOBİ ölçeğindeki Müşteri Kuruluşlar için %75’tir. Patentlerin devredilmesi veya lisanslanmasına uygulanacak destek oranı her bir patent için aşağıdaki oranlara göre belirlenmektedir: Temel destek oranı %25’tir. Müşteri Kuruluşun Çağrı Duyurusu ekinde yer alan yüksek teknoloji sektörlerinde faaliyet göstermesi veya lisanslanan patentin yüksek teknoloji IPC sınıflarından birini içermesi durumlarında destek oranlarına %15 ilave edilir. Proje kapsamındaki teknoloji transferinin Yeşil Mutabakat çerçevesinde Çağrı Duyurusu ekinde belirtilen eylem alanlarındaki hedeflere katkı sağlaması durumunda destek oranına %15 ilave edilir. EPO, JPO, KIPO, CNIPA veya USPTO nezdinde tescil edilmiş patentler için destek oranına %10 ilave edilir. Müşteri Kuruluşun bir ya da daha fazla teknoloji sağlayıcı kuruluşun en az iki patenti lisanslaması ya da devralması durumunda destek oranına %10 ilave edilir. Proje kapsamında lisanslanan veya devredilen patentlerin uygulamaya alınması için Müşteri Kuruluşun Teknoloji Sağlayıcı Kuruluştan yapacağı eğitim ve danışmanlık işlerine ait hizmet alımı giderlerine KOBİ ölçeğindeki müşteri kuruluşlar için %75, büyük ölçekli müşteri kuruluşlar için %60 destek oranı uygulanır. Eğitim ve danışmanlık hizmeti tutarı, toplam destek kapsamına alınan tutarın %25’ini geçemez.

**1707- Siparişe Dayalı Ar-Ge Projeleri için KOBİ Destekleme Çağrısı:** KOBİ’lerin potansiyel müşterisi olan yenilikçi ürünleri/süreçleri geliştireceği Müşteri Kuruluş ortaklı Ar-Ge projelerinin desteklenmesi hem iş birliklerini artıracak hem de Ar-Ge destekleri için ayrılan kamu kaynaklarının daha etkin kullanımını sağlayabilecektir. Bu doğrultuda 1707 Sipariş Ar-Ge çağrısı ile müşteri gereksinimlerini karşılayan çözüm önerilerinin, KOBİ’ler tarafından hızla ürüne dönüşebilecek ve yüksek ticarileşme potansiyeline sahip çıktıkları olan Ar-Ge projeleri desteklenmektedir. Çağrıya sunulacak projelerde Ar-Ge çalışmalarının Tedarikçi Kuruluş tarafından yapılması; proje çıktısı ürünün Müşteri Kuruluş ve/veya Tedarikçi Kuruluş tarafından pazara sunulması ticarileştirilmesi beklenmektedir. Müşteri Kuruluş, Tedarikçi Kuruluşun Ar-Ge maliyetlerine eş finansman desteği sağlayacaktır. Çağrıya bir Müşteri Kuruluş ve en az bir Tedarikçi Kuruluşun ortak başvuru yapması ve Tedarikçi Kuruluşun KOBİ ölçeğinde olması şartı bulunmaktadır. Başvuru ve destek süreçleri TÜBİTAK ile Müşteri Kuruluş arasında yürütülmektedir. Tüm sektörlerden ve tüm teknoloji alanlarından, ticarileşme potansiyeli yüksek olan Ar-Ge projeleri desteklenebilecektir. Proje önerilerinin Tedarikçi Kuruluşun yapacağı çalışmaları kapsamı gerekmektedir ve pazar araştırması ve ekonomik yapılabirlik incelemesi son derece önem taşımaktadır. Tedarikçi Kuruluşun, Ar-Ge çalışmalarını yürüterek ürünü (veya süreci) geliştirmesi, Müşteri Kuruluşun projenin hedeflendiği şekilde yürütüldüğünü takip etmesi beklenmektedir. Proje bütçesi en fazla 2.500.000 TL olacaktır. Proje: 1. Ürün/süreç geliştirme ve 2. Ticarileşme olmak üzere iki aşamadan oluşacaktır. Ürün/Süreç geliştirme ve Ticarileşme aşamalarının toplamı proje süresi olarak geçer. Proje süresi toplamda en fazla 36 ay olacaktır. Ürün/süreç geliştirme aşaması en fazla 24 aydır. Müşteri Kuruluş dönemsel olarak gerçekleşen proje giderlerinin %40’ını Tedarikçi Kuruluşta ödeyecek; TÜBİTAK giderleri değerlendirildikten sonra “kabul edilen harcama tutarının” %40’ını Tedarikçi Kuruluşta hibe destek olarak verecektir. (TÜBİTAK, 2021)

#### ➤ KOSGEB Destekleri

KOSGEB bünyesinde KOBİ’lerin yararlanabilecekleri, işletmenin ve projenin yapısına göre şartları değişkenlik gösteren birçok destek bulunmaktadır. Bu desteklerin detayına <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekler/3/destekler> adresinden ulaşılabilir:

#### **Girişimcilik Destekleri**

- Geleneksel Girişimci Destek Programı

- İleri Girişimci Destek Programı

#### **AR-GE, Teknolojik Üretim ve Yerleştirme Destekleri**

- Ar-Ge, Ür-Ge ve İnovasyon Destek Programı
- KOBİ TEKNOYATIRIM - KOBİ Teknolojik Ürün Yatırım Destek Programı
- Stratejik Ürün Destek Programı

#### **İşletme Geliştirme, Büyüme ve Uluslararasılaşma Destekleri**

- İşletme Geliştirme Destek Programı
- İş Birliği Destek Programı
- KOBİGEL- KOBİ Gelişim Destek Programı
- Yurt Dışı Pazar Destek Programı

#### **KOBİ Finansman Destekleri**

- KOBİ Finansman Destek Programı

##### ➤ **Ticaret Bakanlığı Destekleri**

Ticaret bakanlığının yurtiçi ve yurtdışı müşteri edinme, hammadde temini, tasarım, markalaşma ve küresel iş birlikleri konularında çeşitli destekleri mevcuttur. Bu destekler Bakanlık tarafından oluşturulan Kolay Destek platformu (<https://kolaydestek.gov.tr/>) üzerinden detaylı ve anlaşılır şekilde incelenebilir.

(KOSGEB, 2021)

### **2.3. Sektörün Profili**

Yüzyıllar boyunca cerrahlar, ameliyat edilen organı tam olarak görebilmek için büyük kesiler kullanarak operasyonlarını gerçekleştirmişlerdir. Bu tür operasyonlarda iyileşme süresi uzundur ve ameliyat sonrası komplikasyonlar yaygın bir durumdur. Anahtar deliği cerrahisi veya laparoskopi olarak da bilinen minimal invaziv cerrahinin (MIS) piyasaya sürülmesi, operasyon sonuçlarını büyük ölçüde iyileştirmiştir. Daha küçük kesiler kullanılarak enfeksiyon riski azaltılabilir ve iyileşme hızlandırılabilir. Birçok çalışma, MIS'in ameliyat sonrası hastanede kalış sürelerinde azalma, iş gücüne daha hızlı dönüş, azalmış ağrı ve daha iyi bağıışıklık işlevi sağladığını göstermiştir.

Bununla birlikte, ekipmanların teknik ve mekanik yapısı nedeniyle MIS'in birçok dezavantajı vardır. Bu sınırlamalar, MIS prosedürlerini daha zor hale getirmekte, verimliliklerini azaltmakta ve çalışma süresini uzatmaktadır. Robotik ameliyat sistemleri, MIS'in sınırlamalarının üstesinden gelmektedir ve faydalarını arttırmaktadır. Robotik ameliyat sistemleri ile cerrahi, bir tür MIS olarak sınıflandırılır ve cerrahi prosedürleri yürütmek için robotik sistemlerin kullanılmasını içerir.

İlk robotik cerrahi 1985 yılında, stereotaksik bir operasyonda PUMA 560 (bilgisayarlı tomografinin biyopsi için beyne iğne sokan bir robota kılavuzluk etmek için kullanıldığı) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1980'lerin sonunda ve 1990'ların başında, vücuda esnek bir optik aletin yerleştirildiği ve cerrahları pelvisten göğüs boşluğuna kadar ulaşılması zor alanlarda yönlendirmek için kullanılan laparoskopik cerrahi için robotik sistemler kullanılmaya başlanmıştır.

2000 yılında Intuitive Surgical şirketinin FDA tarafından onaylanan Da Vinci cerrahi sistemi, genel laparoskopik cerrahi prosedürleri ve hatta kardiyovasküler ameliyatlara için kullanılmıştır. Sistem bugün hala yaygın olarak kullanılmaktadır.

Robotik cerrahi teknik olarak otuz yılı aşkın süredir var olmasına rağmen, tıbbi ortamlarda yaygın olarak uygulanmamıştır. Ancak son on yılda düzinelerce yeni şirket bu pazara girmiştir ve pazar şu anda hızlı bir genişleme durumundadır. Son beş yılda cerrahi robotlara yatırımcı ilgisi artmıştır. 2016'dan bu yana yatırımlar %300'ün üzerinde artarak bugüne kadar toplam 1,36 milyar dolarlık bir yatırıma ulaşmıştır. (IDTechEx Reports, 2021) Sadece 2020 yılında, robotik ameliyat sistemleri



yatırımcıları için 5,46 milyar dolarlık bir gelir sağlamıştır. Intuitive Surgical, 2020'de pazar payının %79,82'sine sahip olarak küresel cerrahi robotik pazarına hükmetmektedir. Stryker Corporation, 2020'de küresel pazar payının %9,09'una sahip olmuştur ve Intuitive Surgical'dan sonra ikinci sırada yer almıştır. 2020 yılında yaklaşık 65 start-up pazara giriş yapmıştır. Bu yeni oyuncular, robotik ameliyat sistemleri için niş cerrahi uygulamalar belirleyerek pazarda yer edinmeye çalışmaktadırlar. Tüm gelişmeler göz önüne alındığında Intuitive Surgical'ın Pazar payının, 2031 yılı sonunda toplam pazarın yaklaşık %52,06'sını olması beklenmektedir. (NEWSWIRE, 2021)

Robotik ameliyat sistemleri pazarındaki bazı önemli gelişmeler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ 1985'de ilk robotik destekli ameliyat gerçekleştirilmiştir. PUMA 560 robotu beyin biyopsi operasyonunda kullanılmıştır.
- ✓ 1988'de Imperial College London'da PROBOT robotu kullanılarak transüretal rezeksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.
- ✓ 1992'de ROBODOC robotu kullanılarak kalça üzerinde hastalıklı eklem cerrahi olarak onarımı işlemi olan artroplasti gerçekleştirilmiştir.
- ✓ 1995'de kurulan Intuitive Surgical şirketi 1997'de geliştirdiği robotik sistemle ilk laparoskopi operasyonunu gerçekleştirmiştir.
- ✓ 2000'de Intuitive Surgical'ın Da Vinci robotik ameliyat sistemi ve Computer Motion şirketinin ZEUS robotik ameliyat sistemi FDA onayı almıştır.
- ✓ 2001'de robotik ameliyat sistemi sayesinde ilk transatlantik operasyon gerçekleştirilmiştir.
- ✓ 2003'de Intuitive Surgical ve Computer Motion birleşmiştir ve Da Vinci markası altında yola devam etmişlerdir.
- ✓ 2007'de Sensei ve Spine Assist sistemleri FDA onayı alarak pazara giriş yapmıştır. Bu tarihten sonra farklı markalar da farklı operasyonları gerçekleştirebilecek robotik ameliyat sistemleri geliştirerek pazara girmeye başlamıştır.
- ✓ 2012'de MAKO robotik ameliyat sistemi kullanılarak gerçekleştirilen kalça ve diz operasyonu sayısı 23.000'e ulaşmıştır.
- ✓ 2013'de Da Vinci kullanılarak gerçekleştirilen operasyon sayısı 500.000'i aşmıştır.
- ✓ 2019'a kadar 5.000'den fazla Da Vinci sistemi satılmıştır ve gerçekleştirilen operasyon sayısı 6.000.000'u aşmıştır.

Küresel Robotik Ameliyat Sistemler Pazar büyüklüğünün, 2026 yılına kadar %21'lik bir CAGR (Compound Annual Growth Rate) pazar büyümesiyle artarak 13,3 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. (<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-surgical-robotic-systems-market-by-component-by-application-by-region-industry-analysis-and-forecast-2020---2026-301168569.html>, 2020)

Cerrahi robotlar, son birkaç yılda önemli ölçüde gelişmiştir. Bu gelişmeler 3D görüntüleme, birinci sınıf mikroskopik kameralar, veri kaydediciler, veri analitiği sistemleri, hareket sensörleri, uzaktan navigasyon sistemleri gibi alanlardaki teknolojik ilerlemeler sayesinde olmuştur. Mevcut platformlar için geliştirilecek yeni uygulamalar ve ortaya çıkarılacak yeni ürünlerle pazarda yıkıcı gelişmeler yaşanması beklenmektedir.

2020 yılında global pazarda en yaygın kullanılan 9 cerrahi robot olarak tanımlanan ürünler Tablo 4'de gösterilmiştir.

**Tablo 4: Global Pazarda En Yaygın Kullanılan 9 Cerrahi Robot**

Ürün	Amaç	Şirket
Da Vinci	Üroloji, genel cerrahi, laparoskopi, jinekoloji, kardiyooloji	Intuitive Surgical
Senhance	Laparoskopi, jinekoloji,	TransEnterix
SHIP	Ortopedi, nöroloji	Smith & Nephew

ANKARA İLİ ROBOTİK AMELİYAT SİSTEMLERİ (LOOP SİSTEMLERİ) ÜRETİMİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

Mazor X	Ortopedi, nöroloji, omurga cerrahisi	Medtronic
MAKO	Ortopedi, diz cerrahisi	Stryker
Monarch ARES	Bronş cerrahisi, akciğer kanseri	Johnson & Johnson
Versius Surgical	Jinekoloji, kolon ve böbrek cerrahisi	CRM Surgical
Flex Robotic	Ağız ve boğaz cerrahisi	Medrobotics
SPORT	Üroloji, genel cerrahi, jinekoloji, kolon cerrahisi	Titan Medical

**Kaynak:** <https://www.tauli.cat/en/institut/actualitat/vigilancia-tecnologica/2020/05/glaboal-rd-trends-in-surgical-robotics/#1590058804290-29453820-b3fd>

Türkiye’de robotik ameliyat sistemleri geliştiren ve üreten firma sayısı çok azdır. TOBB Sanayi Veri Tabanı kayıtlarında 304 firmanın robotik ameliyat sistemlerini de kapsayan “tıpta, cerrahide, dişçilikte ve veterinerlikte kullanılan diğer alet ve cihazlar” alanında faaliyet gösterdiği bilgisi yer almaktadır. Bu firmalardan birçoğu robotik ürünler üreten firmalar değildir, toplam kapasite ile belirtilen rakamların da çok büyük bir kısmı robotik ameliyat sistemlerine ait ürünler değildir. Ankara OSTİM OSB’de faaliyet gösteren Elmed Medikal robotik cerrahi teknolojileri alanında global düzeyde başarı göstermiş bir Türk firmasıdır. Firmanın Avicenna Roboflex isimli ürünü dünyanın ilk RIRS ve FURLAS uygulamaları için geliştirilmiş endoskopi robotudur.

**Tablo 5: TOBB Sanayi Veri Tabanı Kayıtları**

İl Adı	Kayıtlı Üretici	Personel Bilgileri						Üretim Kapasitesi (adet)
		Mühendis	Teknisyen	Usta	İşçi	İdari	Toplam	
ADANA	3	4	3	3	42	7	92	*
ANKARA	99	3.209	2.897	290	1.085	1.348	8.865	*
ANTALYA	4	4	0	4	18	1	27	*
BURSA	2	3	0	0	29	5	37	*
ÇORUM	1	1	2	4	78	4	89	*
ESKİŞEHİR	2	12	10	11	82	14	129	*
GAZİANTEP	7	6	2	10	176	49	243	*
ISPARTA	1	1	0	0	1	3	5	*
MERSİN	3	6	3	5	35	15	64	*
İSTANBUL	111	213	211	147	2.462	502	3.535	*
İZMİR	35	92	75	55	973	220	1.416	*
KAYSERİ	3	11	2	1	123	6	143	*
KOCAELİ	4	9	5	2	21	12	49	*
KONYA	6	5	1	7	183	17	213	*
MANİSA	2	0	0	1	7	1	9	*
SAMSUN	13	31	15	57	321	74	498	*
TEKİRDAĞ	2	0	0	3	18	3	28	*
VAN	1	0	2	1	22	1	26	*

<b>YOZGAT</b>	2	1	0	0	35	5	41	*
<b>YALOVA</b>	2	3	2	1	62	2	89	*
<b>KİLİS</b>	1	0	1	2	6	5	14	*
<b>Toplam</b>	<b>304</b>	<b>3.611</b>	<b>3.231</b>	<b>604</b>	<b>5.779</b>	<b>2.294</b>	<b>15.612</b>	<b>2.951.872.268</b>

**Kaynak:** <https://sanayi.tobb.org.tr>

Robotik ameliyat sistemleri sektörünün; endüstriyel motor sektörü ve bilgi iletişim teknolojileri sektöründe geri bağlantıları bulunmaktadır. İleri bağlantılarının bulunduğu sektörler ise sağlık sektörü ve tıbbi ve medikal aletler sektörüdür. Robotik sistemlerin cerrahide kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Günümüzdeki kullanım alanlarını aşağıdaki gibi gruplayabiliriz:

### 1) Genel Cerrahi Sistemleri

- Da Vinci sistemleri
- Esnek robotik kollar
- Giyilebilir robotik kollar
- Küçültülmüş ameliyat robotları
- Manuel cerrahi ile kombine edilmiş ameliyat robotları
- Bilgisayarlı cerrahiye alternatif olarak elde taşınan mekanik robotlar

Genel cerrahi (örneğin: abdominal, torasik, kolorektal, jinekolojik, ürolojik) cerrahi robotların en yaygın uygulama alanıdır. Da Vinci sistemiyle Intuitive Surgical, 20 yılı aşkın süredir robotik ameliyat sistemlerinde tartışmasız pazar lideridir ancak bu durum yavaş yavaş değişmektedir. Şirketin pazar dominasyonu karşısında rekabet etmek isteyen rakipler ürünlerinde farklılaşma ve belli alanlara odaklanma stratejilerine gitmek zorunda kalmışlardır. Bu sayede birçok farklı özellikte yeni sistem geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir. Son yıllarda Da Vinci sisteminin karşısına farklı özellikleriyle rekabet edebilecek onlarca yeni ürün çıkmıştır.

### 2) Kateter ve Endoskop Navigasyon Sistemleri

- Aktif yönlendirme sistemleri
- Otonom yönlendirme sistemleri
- Manyetik yönlendirme sistemleri

Kateter gibi tıbbi aletler, kalp veya kan damarlarında cerrahi müdahaleler yapmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kateter ablasyon prosedürleri, bir telin manuel olarak itilmesini gerektirir ve bu nedenle cerrahlar, zararlı X-ışını radyasyonuna maruz kalır. Bu sorunu çözmek, teli manuel olarak kullanma ihtiyacını ortadan kaldırmak için robotik sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler sayesinde cerrahlar kateteri uzaktan kontrol edebilir ve böylece maruz kalınan radyasyon seviyesini azalır. Henüz klinik değerini kanıtlamamış birçok cerrahi robotun aksine, robotik kateter navigasyon sistemlerinin klinik sonuçları iyileştirdiği kanıtlanmıştır. Robotik kateter navigasyon sistemleri, müdahalenin hızını ve etkinliğini artırarak takip prosedürlerine olan ihtiyacı azaltmaktadır. Daha da önemlisi, aşırı yüklü klinik personelin iş yükünü hafifletirler-böylece günümüzde sağlık hizmetlerinde temel zorluklardan birinin çözümüne katkı sağlarlar. Yüksek maliyetler genellikle robotik cerrahi sistemlerinde bir sorundur, ancak robotik navigasyon platformları çoğu cerrahi robottan çok daha ucuzdur ve bu nedenle genel cerrahi muadillerinin çoğundan daha uygun maliyetlidir.

### 3) Robotik Cerrahi Alet Konumlandırma Sistemleri

- Ortopedik ameliyat sistemleri
- Beyin-omurilik cerrahisi sistemleri
- Lazer terapi sistemleri
- Biyopsi sistemleri

Görüntüleme sistemleri rehberliğindeki cerrahi operasyonlarda kullanılan aletlerin optimum şekilde pozisyonlanması için cerrahi robotların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Robotik

cerrahi alet konumlandırma sistemleri, yüksek hassasiyetle yapılması gereken her bir işlem için avantaj sağlamaktadır. Çoğu zaman, cerrahlar istemsiz titremeler nedeniyle cerrahi prosedürlerde gereken hassasiyet seviyesine ulaşamazlar. Bu sistemler cerrahi aletlerin uygun açı ve derinlikte yerleştirilmesini sağlayarak ameliyathane iş akışlarını kolaylaştırmaktadır. Cerrahi aletlerin robotik konumlandırmasının ortopedik ve beyin-omurilik cerrahisi prosedürlerinde değeri kanıtlanmıştır ve robotik cerrahi alet konumlandırma sistemleri lazer tedavisi, tümör rezeksiyonu ve biyopsi sonuçlarını iyileştirmenin bir yolu olarak araştırılmaktadır.

#### 4) Ameliyat Esnasında Kamera Yönlendirme Sistemleri

- Laparoskop tutucular
- Görüntüleme ve mikroskopik inceleme sistemleri

Laparoskopi ve endoskopi, minimal invaziv oldukları ve böylece çok daha hızlı hasta iyileşmesini sağladıkları için cerrahi müdahalelerde devrim yaratmıştır. Fakat, cerrahlar eylemlerini yalnızca hasta içinde bir monitörde görebildikleri için bu operasyonların gerçekleştirmeleri zor olmaktadır. Ameliyat bölgesinin görüntüsünü sağlayan kamera, bir insan asistan tarafından tutulduğu için genellikle titremektedir. Ameliyat esnasında kamera yönlendirme sistemleri ameliyat alanının sabit bir görüntüsünü sağladıkları ve iş akışlarında minimum rahatsızlık ile cerrahlar tarafından kontrol edilebildikleri için cerrahi ve endoskopi prosedürlerinde çok önemlidir. Bu sistemler ayrıca asistan ihtiyacını ortadan kaldırarak ameliyat maliyetini düşürmektedir.

#### 2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

Robotik cerrahi pazarı 2019 yılında 5,86 milyar dolar olarak hesaplanmıştır. (<https://www.reportsanddata.com/report-detail/robot-assisted-surgical-systems-market>, 2021) Robot destekli genel cerrahi oranı, 2012'de sadece %1,8 iken 2018'de tüm genel cerrahi işlemlerinin %15,1'ini oluşturmuştur. (JAMA Network, 2020) Dünya genelinde robotik ameliyat sistemlerinin kullanımı gün geçtikçe artarken, farklı coğrafyalarda farklı durumlar mevcuttur. Mevcutta ABD dünyadaki talebin %70'ine sahiptir. (<https://overcast.fm/+JJ-UamQmI>, 2021) Bu teknolojinin ilk olarak ABD'de ortaya çıkması ve ABD sigorta sisteminin robotik cerrahi masraflarını karşılaması bundaki en büyük etkenlerdir. Talebi yüksek olduğu için yatırımcılar da ABD pazarına odaklanmışlardır. Yani ABD şu anda karşılıklı olarak birbirini besleyen artan talep artan yatırım durumundadır.

Avrupa Birliği pazarında ise son yıllarda yapılan sağlık bütçesi kesintileri sebebiyle daha düşük bir talep gözlemlenmektedir. AB'nin 5 büyük pazarı olarak adlandırılan Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Birleşik Krallık (Brexit öncesi) dünyadaki talebin %14'üne sahiptirler. Teknolojik gelişmelere önemli yatırımlar yapan Asya ülkeleri, özellikle Japonya, Çin ve Güney Kore, pazarda önemli değişimlere neden olabilecek çalışmalarını son yıllarda piyasaya sürmektedirler. (Fortune Business Insights, 2021)

Robotik cerrahi sistemleri ileri teknoloji ürünlerdir. Bu ürünler 20 yıldır pazarda olmalarına rağmen pazar hala adaptasyon sürecindedir. Özellikle son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile bu ürünlerde çok fazla gelişim alanı açılmıştır ve pazara yeni giren şirketler farklı amaçlar için farklı özellikler sunan birçok değişik versiyon üretmeye başlamışlardır. Bu gelişim ve değişimin ivmeli olarak devam edeceği açıkça görünmektedir. Bu gelişmelerin yanında mevcut ürünlerin yarattığı katma değerlerin müşteriler tarafından gün geçtikçe daha iyi anlaşılması ve robotik destekli ameliyata karşı toplumun sahip olduğu önyargıların da ortaya çıkan başarılı sonuçlar sayesinde ortadan kalkması, robotik ameliyat sistemlerine olan talebin önümüzdeki yıllarda hızla artacağı yargısını oluşturmaktadır. Bu ürünler geleceği değiştirmeyi hedefleyen ürünler olduklarından sektörü mevcut talebe göre değil potansiyel talebe göre değerlendirmek çok daha doğru olacaktır. Potansiyel talebi incelemek her ne kadar detaylı bir fizibilite çalışması gerektirse de ürünlerin akla gelecek her türlü cerrahi operasyon için geliştirilebilecek ve kullanılabilir olması talebin ne kadar yüksek seviyede olabileceği hakkında bir ön fikir sağlamaktadır. Bu ürünlerin şu anda ulaştıkları nispeten küçük pazar payının bile sağladığı getiri göz önüne alındığında uzun vadede ulaşabilecekleri potansiyel pazar ile yatırımcısına büyük kar vadettiği söylenebilir.

Yayınlanan prestijli çalışmalarda yakın gelecekte robotik cerrahi bölümlerinin açılacağı, bu alanda cerrahların özel olarak yetiştirileceği ve cerrahların farklı bir ülkeden de ameliyat yapabilecekleri

belirtilmektedir. Bu da ürünlere olacak talebin önemli ölçüde artacağına dair bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Ürünlerin katma değerinin yüksek olduğu ve talebin artacak olduğu kamu otoriteleri tarafından da onaylanmaktadır. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın yayınladığı Yatırımlara Proje Bazlı Devlet Yardımı Verilmesine İlişkin Karar hükümleri çerçevesinde Öncelikli Ürün Listesi'nde Robotik Cerrahi Teknolojileri de aşağıdaki alt başlıklarla yer almıştır. (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021)

- Paralel/çok eksenli robot sistemleri
- Haptik özellikli, dokunma geri bildirimli, çok eksenli el kumandası
- Uzaktan cerrahi amaçlı haberleşme modül ve protokolleri
- Cerrahi / anatomi / biyofizik / fizyoloji simülasyonları
- Robotik cerrahiye uygun bipolar ve monopolar elektro cerrahi modülleri, lazer kesiciler, ses, iyonlaştırıcı kaynaklar

Türkiye'nin son 4 yıldaki robotik ürün ithalat ve ihracatı Tablo 6'da sunulmuştur. İç pazarda robotik teknolojilere talep olduğu ve bu alanda dış ticaret açığımız olduğu görülmektedir. Aynı zamanda son teknoloji robotik ürün geliştirmede ülke olarak yetkinliğimiz olduğu da görülmektedir. Bu tarz ürünler iç pazarın yanında, alım gücünün ve ileri teknoloji ürünlere olan ilginin yüksek olduğu dış pazarları da öncelikli olarak hedeflemelidir.

**Tablo 6: Türkiye Robotik Ürün Ticaret Verileri**

Yıl		Miktar (\$)		Miktar (\$)
2020	İhracat	12.395.390	İthalat	52.611.373
2019	İhracat	21.023.748	İthalat	59.408.398
2018	İhracat	17.358.804	İthalat	82.198.285
2017	İhracat	12.636.903	İthalat	89.865.600

Kaynak: <https://comtrade.un.org/data/>

## 2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Robotik ameliyat sistemleri eşsiz faydalar sağlasalar da maliyetleri klasik sisteme göre daha fazladır. Pazarın henüz erken aşamada olması üretim miktarını düşürmekte ve bu da ürün başına yansıyan genel maliyetlerin yüksek olmasına sebep olmaktadır. Buna kısıtlı rekabetin getirdiği yüksek kar marjları eklenince ürünlerin fiyatları oldukça artmaktadır. Orta vadede artan talep ve rekabetle oluşacak piyasa dengesinde daha makul maliyetler ortaya çıkması beklenmektedir. Örneğin Amerikan Kadın Hastalıkları ve Doğum Uzmanları Kongresi, tüm histerektomiler için robotik cerrahinin benimsenmesinin ABD'deki histerektomi ameliyatlarının yıllık maliyetine tahmini 960 milyon dolar ekleyeceğini belirtmektedir. En yaygın kullanılan robotik sistemlerden biri olan da Vinci sisteminin maliyeti 1,5 milyon dolar ile 2,5 milyon dolar arasında, CyberKnife radyocerrahi robotik sisteminin maliyeti ise birim başına 4 ile 7 milyon ABD doları civarındadır. Benzer şekilde bir Lokomat rehabilitasyon robotunun ortalama fiyatı 380.000 dolar civarındadır. 2020'de yayınlanan Ipsos raporuna ([https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos\\_future\\_of\\_the\\_or\\_-\\_robotics\\_-\\_full\\_report.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos_future_of_the_or_-_robotics_-_full_report.pdf), 2020) göre pazardaki en büyük firmalar ve ürünlerinin fiyatları Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7: Dünyadaki En Büyük Ameliyat Robotu Üreticileri ve Ürün Fiyatları**

ŞİRKET	Ürün	Çıkış Tarihi	Kullanım Alanı	2018 Pazar Payı (%)	2018 Ortalama Satış Fiyatı (\$)
Intuitive Surgical	Da Vinci System (S, Si, Xi, X, SP, Ion Lung biopsy)	2000 /2019	Çeşitli endikasyonlar için minimal invaziv ameliyatlar	80,60	55.000-2.500.000
Stryker	Mako surgical robotic line	2005 /2017	Kısmi diz, tam kalça, tam diz protezi	9,60	1.000.000
Accuray	Cyberknife System	1999/2009	Radyasyon onkolojisi	2,80	-.-

ŞİRKET	Ürün	Çıkış Tarihi	Kullanım Alanı	2018 Pazar Payı (%)	2018 Ortalama Satış Fiyatı (\$)
Medtronic	Mazor X	2011 /2019	Omurga ve beyin cerrahisi	1,90	850.000
	Renaissance guidance system	2014 /2015	Beyin / Omurga		
	Mazor X Stealth Edition	Yolda	Minimal invaziv ameliyatlar		
Smith & Nephew	NAVIO (PFS, Surgical)	2012 /2017	Kısmi ve tam diz implantı	1,40	250.000 - - .-
	NAVIO 7.0	Yolda	ANTHEM tam diz implantı eklenmiş yükseltilmiş versiyon		
Globus Medical	ExcelsiusGPS	2017	Minimal invaziv ve açık ortopedik ve beyin cerrahisi	1	750.000-1.000.000
Zimmer Biomet	ROSA ONE	2012 /2019	Nöroşürüjji, spinal ve diz için tek platform	<1	750.000-1.000.000
Transenterix	Senhance Robotic Surgery	2017	Minimal invaziv ameliyatlar: abdominal, kolorektal ve OBGYN	<1½	1.800.000-2.000.000
CMR Surgical	Versius Surgical Robotic System	2019	Minimal invaziv ameliyatlar	<1	.-
Johnson & Johnson	Monarch Platform	2018	Kanserli tümörlerin tanı ve tedavisi için akciğer biyopsisi	<1	250.000 - - .-
	Digital surgery platform	2020	Minimal invaziv ameliyatlar ve ortopedik prosedürler		
	Magellan Robotic System	2012	Çok özel periferik vasküler		
Siemens Healthineers	Cor-Path vascular robotic system	2012 /2016	Perkütan koroner ve periferik vasküler	<1	.-
	CorPath GRX	2016 /2019	Perkütan koroner, periferik vasküler ve nörovasküler		

**Kaynak:** [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos\\_future\\_of\\_the\\_or\\_-\\_robotics\\_-\\_full\\_report.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos_future_of_the_or_-_robotics_-_full_report.pdf)

Buna ek olarak, bir robotun yıllık bakım maliyeti 125.000 dolara yakındır ve bu da robotik cerrahinin halihazırda yüksek olan maliyetini daha da artırmaktadır. Journal of the American Medical Association'da (JAMA) Ağustos 2018'de yayınlanan bir araştırmada, her robotik cerrahi prosedürün maliyeti 3.568 dolar olarak tahmin edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30327915/>, 2018) bazı operasyonlar için ortalama maliyetler ve bunların klasik yöntemlere kıyası Tablo 8'deki gibi belirtilmiştir.

**Tablo 8: Bazı Operasyonların Maliyetler Karşılaştırmaları (US\$) (Khorgami Et Al. 2017)**

Operasyon	Laparoskopi	Robotik Ameliyat Sistemi	% Değişim
Kolesistektomi	9.660	10.980	13,70
İnsizyonel fıtık düzeltmesi	10.750	13.440	25,00
Sağ hemikolektomi	12.540	15.030	19,90
Sol hemikolektomi	14.140	18.110	28,10

Operasyon	Laparoskopi	Robotik Ameliyat Sistemi	% Değişim
Abdominoperinal Rezeksiyon	17.730	20.320	14,60
Histerektomi	9.340	9.940	6,40

Kaynak: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30327915/>

Statista raporuna göre 2017 yılında dünyadaki robotik ameliyat sistemi sayısı 713'tü. 2018'de bu sayı 826 olmuştur. 2025 için ise bu sayı 2112 olarak tahmin edilmiştir. (Statista, 2020) Yeni kurulacak bir tesis kapasite ve üretim planını bu rakamlar doğrultusunda yapmalıdır. Başlangıçta yılda 5-10 ürün üretimi piyasanın hakimi 3-4 şirket dışındaki şirketler için makul rakamlar olarak görünmektedir. Üretilen robotik ameliyat sisteminin piyasadaki mevcut ürünlerin destek sağladığı cerrahi operasyonlardan farklı bir operasyon için destek sağlaması pazara güçlü bir giriş yapmak ve rekabetçi olmak için önemli olacaktır. Birçok kez vurgulandığı üzere bu ürünlerin geliştirilmesi ve üretimi için yapılacak bir yatırımın uzun vadeli olarak düşünülmesi gerekmektedir. Mevcut şartlarda kısa vadede yüksek kar getirecek bir yatırım olarak değil, uzun vadede büyük potansiyeli olan bir pazara erken giriş yatırımı olarak değerlendirmek daha mantıklı olacaktır.

## 2.6. Girdi Piyasası

Geliştirilecek robotik sistemin içeriğine göre kullanılacak girdilerin çeşitliliği de değişmektedir. Sistemin oluşturulması için çok çeşitli girdilere ihtiyaç olsa da yıllık üretim miktarının azlığından dolayı girdi miktarı nicelik olarak az olmaktadır. Sektörde en yaygın kullanılan robotik sistem girdileri ve girdilerin teminine ilişkin bilgiler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

### 1) Robotik kollar ve kavrayıcılar

Robotik kollar, belirli bir görevi hızlı, verimli ve son derece doğru bir şekilde yürütmek üzere programlanmış makinelerdir. Genellikle motor tahrikli olup, çoğunlukla uzun süren ve/veya çok tekrarlayan prosedürlerin hızlı ve hatasız şekilde gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadırlar. Tipik bir endüstriyel robot kolu, bir insan kolunun hareketini ve işlevselliğini mümkün oldukça yakından simüle etmek için birlikte çalışan bir dizi eklem ve bağlantı içermektedir. Robotik kolda omuz, dirsek, bilek, el ve parmaklar bütünü bir insanınkine benzer şekilde çalışması için tasarlanmaktadır.

Günümüz pazarında, her biri çeşitli yeteneklere ve işlevlere sahip çok sayıda farklı robotik kol tipi bulunmaktadır. Robotik kolların çoğunda, çoğu veya tamamı çeşitli adım motorları tarafından tahrik edilen ve bilgisayar tarafından kontrol edilen yedi bölümü birbirine bağlayan altı eklem bulunur. Kolları birbirinden ayıran en önemli özellik ise eklem dizaynlardır. Piyasadaki en yaygın robotik kol çeşitleri şu şekildedir:

- Kartezyen robotik kol
- Silindirik robotik kol
- Küresel robotik kollar
- SCARA robotik kollar

Belirli bir görev için doğru tipte programlanabilir robotik kolun seçilmesi amaçlanan ürünün başarısını doğrudan etkilemektedir. Seçim yaparken dikkat edilmesi gereken kriterlerden bazıları şu şekildedir: Kolun yükleme kapasitesi, diğer bileşenlerle uyumu, hızı, hızlanması, hassasiyeti, çevre şartlarından etkilenme durumu, çalışma ve dinlenme süreleri.

Robotik kavrayıcılar, belirli temel işlevler ve yetenekler sağlamak için bir robotun veya robotik kolun el kısmına takılabilen birçok manipülatör türünden yalnızca biridir. Robotik kavrayıcılar, makineye, çok çeşitli nesnelere ve bileşenler üzerinde güvenilir tutma bırakma olanağı sağlamaktadırlar. Genellikle ya elektrikle çalıştırılmak üzere ya da vakum ilkelerine göre tasarlanmaktadır.

Robotik kollar ve kavrayıcılar geliştirilecek ürüne göre çok farklı özelliklere sahip olabilmektedirler. Birçok şirket kendi dizaynları olan ve farklı niteliklere sahip ürünler üretip satmaktadır. Geliştirilecek robotik ameliyat sistemi için ihtiyaç duyulan kol ve kavrayıcı tasarımı ve nitelikleri belirlendikten sonra piyasada benzer özelliklerde ürün mevcudiyeti araştırılmalıdır. Üretim yapan firmalar ürünlerinin özelliklerini internet üzerinden paylaşmaktadır. Bu bilgiler kullanılarak piyasada ihtiyaca yönelik ürün tespiti yapılabilmektedir. Devamında bu firmalarla iletişime geçilip gerekli modifikasyon

İhtiyaçları da hesaba katılarak anlaşma şartları belirlenmektedir. Sipariş verilen ürünler genelde adrese teslim ve yerinde montaj olarak gelmektedir ve bu sebeple lojistik olarak bir sıkıntı bulunmamaktadır. Uzun vadede kol üretimi de firma içerisinde yapılabilir ancak ilk etapta piyasaya hızlı giriş için hazır kolları kullanmak daha mantıklı olacaktır.

## 2) Robotik kontrolörler ve kontrol sistemleri

Robotik kontrolörler birçok biçimde olabilmektedirler ancak temelde robota talimat verilen ve robotun izlendiği bilgisayar sistemini oluşturan donanım ve yazılım kombinasyonunu içermektedirler. Bu sistem robotun beyni olarak değerlendirilebilir. Sistem aracılığıyla kontrolör tarafından oluşturulan ve gönderilen sinyaller, eklemler, manipülatörler ve uç efektör eklentileri dahil olmak üzere diğer tüm robotik parçaların hareketlerini doğrudan yönetmektedir. Sistem dış olaylara ve koşullara otomatik olarak uyumlanmasını sağlayan sensörlerle birlikte çalışmaktadır. Bir makineyi sıradan bir makine olmaktan çıkarıp robot sınıfına girmesini sağlayan parça robotik kontrolördür. Robotik kontrol sistemleri genel olarak iki kategoriye ayrılmaktadır.

- Önceden programlanmış kontrol sistemleri: Önceden programlanmış robotlar, yalnızca aynı temel işlemleri tekrar tekrar yapmak üzere tasarlanmaktadır ve dış ortamdaki değişikliklere yalnızca çok sınırlı şekillerde yanıt verebilmektedirler.
- Otonom robotik kontrol sistemleri: Daha karmaşık olan bu sistemler dış etkenleri veya çevresel değişiklikleri algılamalarına ve bunlara yanıt vermelerine olanak tanıyan bir dizi sensör ve diğer ekipmanlarla donatılmaktadır.

Robotik kontrolör pazarında lider ülkeler Hindistan, Çin, Japonya ve Avustralya'dır. Robotik kontrolör arzı yıllık 500.000 üründen fazladır. Üretim yapan firmalar ürünlerinin özelliklerini internet üzerinden paylaşmaktadır. Bu bilgiler kullanılarak piyasada ihtiyaca yönelik ürün tespiti yapılabilmektedir. Devamında bu firmalarla iletişime geçilip gerekli modifikasyon ihtiyaçları da hesaba katılarak anlaşma şartları belirlenmektedir. Sipariş verilen ürünler genelde adrese teslim olarak gelmektedir ve bu sebeple lojistik olarak bir sıkıntı bulunmamaktadır.

## 3) Robotik mafsallar ve motorlar

Robotik mafsallar ve motorlar, robotik sistemlere hareketleri son derece hassas ve doğru şekilde tekrar tekrar gerçekleştirme konusundaki yetenekleri kazandıran parçalardır. Robot tedarikçilerinden satın alınabilecek çok çeşitli motorlar (aktüatörler olarak da bilinir) vardır ve doğru türün seçilmesinde, robotun yapabilmesi istenen hareket türü ve aralığıyla ilgili tüm bilgilerin analiz edilmesi çok önemli olmaktadır. Mevcut temel robotik motor türleri aşağıdaki gibidir:

- Alternatif akım motorları
- Doğru akım motorları
- Servo motorları
- Kademe motorları
- Doğrusal aktüatörler

Robotik ameliyat sistemlerinde kullanılan mafsal ve motorlar piyasada bol miktarda bulunmaktadır. İnternet üzerinden sipariş ile ihtiyaç duyulan ürünlere kısa sürede adrese teslim şekilde rahatça ulaşmak mümkündür.

## 4) Robotik sensörler ve güç çeviriciler

Robotlar, insanların sahip olduğu görme, işitme, dokunma vb. temel duyuların çoğuna erişmelerini sağlayan bir dizi sensör, lens ve diğer eklentilerle oldukça kolay bir şekilde donatılabilmektedirler. Burada Ar-Ge çalışmalarıyla çözülmesi gereken sorun robota bu verileri aldığı anda nasıl anlayıp anlamlandıracağını öğretmektir. Piyasada olan çok çeşitli robotik sensörler, aşağıdaki şekilde ana kategorilere ayrılabilir:

- Kontak sensörler: Düğmeli, kontak anahtarı, basınç pedli
- Mesafe sensörleri: Ultrasonik, kızılötesi, lazer, germe ve bükme
- Konumlandırma sensörleri: İç mekan navigasyonu, GPS ve diğer canlı izleme cihazları



- Rotasyon sensörleri: Potansiyometre, jiroskopik cihazlar
- Çevre sensörleri: Foton ve ışık, ses, termal, nem, basınç, gaz vb.
- İzleme sistemleri: Kamera

Robotik ameliyat sistemlerinde kullanılan sensörler ve güç çeviriciler piyasada bol miktarda bulunmaktadır. İnternet üzerinden sipariş ile ihtiyaç duyulan ürünlere kısa sürede adrese teslim şekilde rahatça ulaşmak mümkündür.

Robotik sistemin maliyeti, kalite, işlev, miktar gibi sistem bileşenleri ve geliştirilecek olan robotun özelliklerine göre değişim gösterecektir. Bileşenlerin duruma göre şirket içinde üretilebilmesi ya da dışarıdan temin edilmesi de maliyeti değiştirecektir. Robotworx şirketinin yaptığı çalışmaya (<https://www.robots.com/faq/how-much-do-industrial-robots-cost>, Eylül 2021) göre basit seviyede bir endüstriyel robot minimum 150.000 dolar arasında girdi maliyeti yaratmaktadır. Gelişmiş sistemlerde ise bu rakam 400.000 dolardan fazla olmaktadır. Online olarak uluslararası piyasada yapılan fiyat araştırmasına göre oluşturulan endüstriyel kullanıma uygun parça başı fiyat tablosu aşağıdaki gibidir.

**Tablo 9: Endüstriyel Kullanıma Uygun Robotik Sistemler Temel Bileşenlerinin 2021 Piyasa Fiyatları**

Bileşen	Satış Fiyatı (\$)	Menşei
Robotik kol	7.000- 37.000	Japonya, ABD, İsviçre, Almanya, Çin
Robotik kontrolörler	3.000- 10.000	Japonya, Almanya, İsviçre, ABD
Robotik kavrayıcılar	400- 3.000	Tr, Çin, ABD
Robotik mafsallar ve motorlar	250- 1.000	Çin, Japonya, ABD
Robotik sensörler ve güç çeviriciler		
Kontak sensörler	4- 30	Çin
Mesafe sensörleri	10- 350	Çin
Konumlandırma sensörleri	30- 400	Çin
Rotasyon sensörleri	400- 6.000	Çin
Çevre sensörleri	5- 50	Çin
İzleme sistemleri	800- 6.000	Çin, ABD

## 2.7. Pazar ve Satış Analizi

Üretilen robotik ameliyat sistemi, esnek ve/veya giyilebilir robotik kollar, aktif ve/veya otonom yönlendirme sistemleri, ortopedik ameliyat ve genel cerrahi sistemleri gibi bileşenlerden oluşabilecektir ve bu sayede birçok genel cerrahi (örneğin: abdominal, torasik, kolorektal, jinekolojik, ürolojik) ve görüntüleme sistemi gerektiren operasyonlarda kullanılabilir. Görüntüleme sistemleri rehberliğindeki cerrahi operasyonlarda kullanılan aletlerin optimum şekilde pozisyonlanması için cerrahi robotların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Robotik cerrahi alet konumlandırma sistemleri, yüksek hassasiyetle yapılması gereken her bir işlem için avantaj sağlamaktadır.

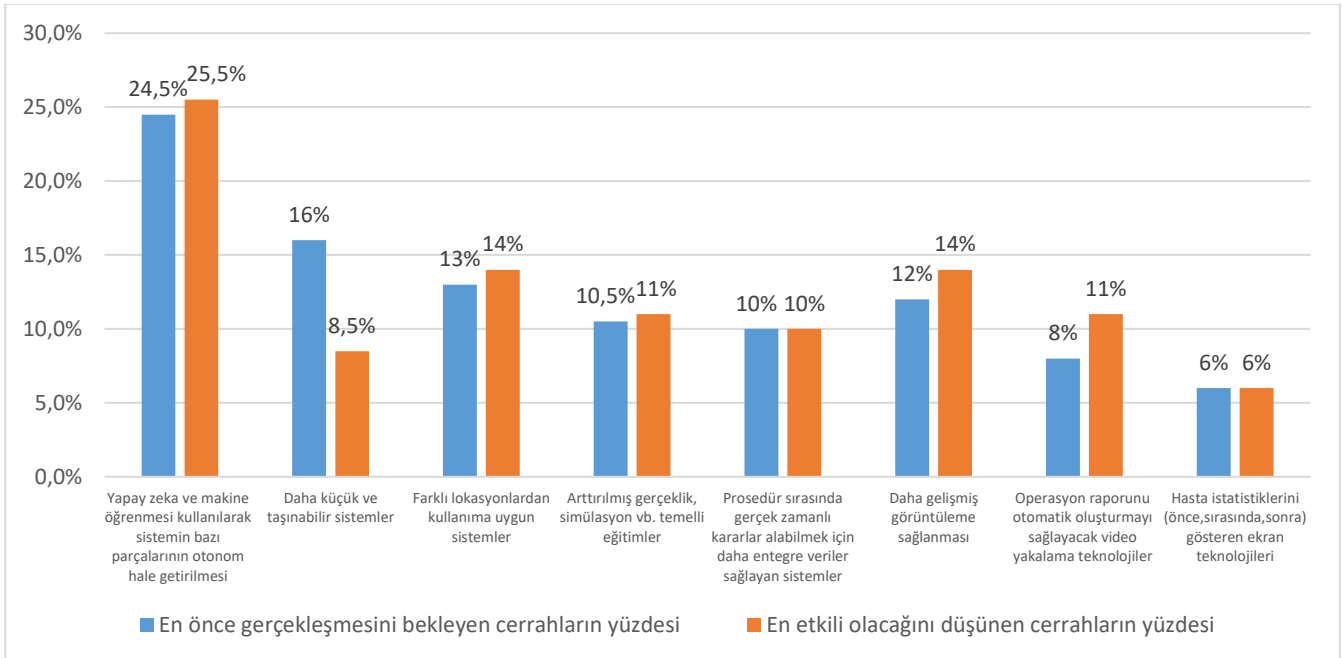
Kurulacak tesisin yılda en az 10 adet robotik ameliyat sistemi üretmeye uygun olması hedeflenmiştir. Bu sistemlere olan yoğun talep nedeniyle hesaplamalar senede 10 adet sistemin satışı baz alınarak yapılmıştır. 4. yıldan itibaren yılda 10 sistem üretilen bir işletme 1 yılda içerisinde başa baş noktasına ulaşabilir. Ürünün satış fiyatı burada belirleyici olacaktır. Pazardaki gelişmiş robotik ameliyat sistemlerinin satış fiyatları 750.000-3.000.000 arasındadır. Tesiste üretilen sistemin satış fiyatının 728.000 – 1.200.000 dolar arasında olacağı öngörülmektedir.

Robotik cerrahi pazarının ivmeli büyümeye devam etmesi beklenmektedir. Talebin ve arzın artmasını sağlayacak 6 önemli madde şu şekildedir. ([https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos\\_future\\_of\\_the\\_or\\_-\\_robotics\\_-\\_full\\_report.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos_future_of_the_or_-_robotics_-_full_report.pdf), 2020)

1. Yaşlanan nüfus, küresel hastalık yükü ve bunlara bağlı olarak genel hastane yatak kıtlığı: İyileşme süresini bir hayli hızlandıran robotik cerrahi bu soruna efektif bir çözüm sunmaktadır.
2. Daha ucuz sistemlerin geliştirilmesi ve tek kullanımlık aletlerin kullanılmasını gerektirmeyen sistemlerin piyasaya sürülmesi: Maliyetlerin düşmesi talebi arttıracaktır.
3. Farklı operasyonlar için sistemler geliştirilmesi: Robotik çözüm sağlanan her yeni operasyon önemli bir talep artışı sağlayacaktır.
4. Ameliyat güvenliğine ve sağlık çalışanlarına verilen önemin artması: Saatlerce süren ameliyatlarda kişiye bağlı hataları ortadan kaldırması ve sağlık çalışanlarının iş yükünü hafifletmesi sebebiyle bilinçlenme arttıkça talep de artacaktır.
5. Robotik eğitimin tıbbi uzmanlık programlarına entegrasyonu: Robotiğin faydalarını benimsemiş cerrahların artması talebi arttıracaktır.
6. Kanun koyucuların yapacakları yeni destekleyici düzenlemeler: Örneğin birçok ülke sigorta sistemine robotik cerrahiye dahil etmeye başlamıştır, robotik cerrahi teknolojisi geliştirilmesi için hibe ve yatırım imkanları sunmaktadırlar, regülasyonları iyileştirmektedirler vb. Bunlar ve benzeri gelişmeler pazarı oldukça etkileyecektir.

Önceki bölümde de belirtildiği üzere 2018'de dünyada aktif 826 robotik ameliyat sistemi varken, 2025'de ise 2112 sistemin kurulmuş olacağı tahmin edilmiştir. Yeni ürün geliştirme sürecine girecek şirketler için sektörün mevcut ihtiyaçlarını bilmek ve Ar-Ge çalışmalarını bu doğrultuda gerçekleştirmek rekabet şanslarını arttıracaktır. 50'den fazla ülkeden 1000'den fazla robotik ameliyat yapan cerrahların katılımıyla gerçekleştirilen robotik cerrahinin geleceği konulu çalışmada, belirlenen en önemli 8 geliştirme alanı cerrahlara sunulmuş, bu gelişmeler içerisinde hangisinin yakın gelecekte ilk olarak gerçekleşmesini bekledikleri ve hangisinin gerçekleşmesinin etkisinin en güçlü olacağı sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 3'deki gibidir.

**Şekil 2: En Olası ve En Etkili Gelişme Alanları**



**Kaynak:** [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos\\_future\\_of\\_the\\_or\\_-\\_robotics\\_-\\_full\\_report.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos_future_of_the_or_-_robotics_-_full_report.pdf)

Çalışmaya katılan cerrahlar yapay zeka ve makine öğrenmesi kullanılarak sistemin bazı parçalarının otonom hale getirilmesinin en etkili gelişme olacağını değerlendirmişlerdir. Farklı hastanelerden,

şehirlerden cerrahların başka bir lokasyondaki operasyonu yürütmelerine imkan sağlayacak sistemler ve daha gelişmiş görüntüleme sağlayacak sistemler de diğer iki önemli ihtiyaç olarak gösterilmiştir. Geriye kalan 5 madde de toplamda cerrahların %45'inin oyunu almışlardır. Yani bu ihtiyaçlara cevap verecek sistemlerin de talebi vardır denilebilir.

Hedef pazarlar seçilirken, pazarda talebi kısıtlayan faktörler detaylı bir fizibilite çalışmasıyla analiz edilmelidir. Mevcutta talebi kısıtlayan faktörler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1) **Yetersiz klinik kanıt:** Robotik ameliyat sistemleri ile ilgili temel sorun, geleneksel yöntemlere kıyasla önemli ölçüde üstün sonuçlar sağladığına dair henüz yeterli klinik kanıt bulunmamasıdır. Bilimsel literatürde parça parça kanıtlar vardır ancak henüz kapsamlı kanıtlar ortaya çıkarılamamıştır.
- 2) **Rekabet eksikliği:** Kısıtlı rekabetin bulunması yüksek fiyatlara sebep olmaktadır. Düşük fiyat politikaları ve maliyet düşürücü inovasyonlar ile pazarda güçlü bir konum elde edilebilir.
- 3) **Yetersiz kamu desteği:** Bazı ülkelerde robotik cerrahi operasyonlar henüz sigorta kapmasında değiller. Örneğin Türkiye'de SGK robotik cerrahiye karşılamaktadır, ABD'de de benzer şekildedir ancak Avrupa Birliği ülkelerinde, Çin'de ve Güney Kore'de bu konudaki destek oldukça azdır. Ancak bu durum gün geçtikçe değişmektedir o sebeple düzenli olarak incelenmesi gerekmektedir.
- 4) **Regülasyonlar:** Bazı ülkelerdeki uzun onay süreçleri firmalara ve müşterilere sıkıntı oluşturmaktadır. Örneğin Japonya ve Çin gibi ülkelerde bu süreçler iki yılı aşabilmektedir.
- 5) **Eğitilmiş sağlık personeli eksikliği:** Ürüne ihtiyaç olsa bile kullanabilecek sağlık personeline sahip olmayan birçok hastane mevcuttur. Bu durumda robotik cerrahi eğitimi de talebi belirleyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.
- 6) **Hastaların kabul durumu:** Hastaların bir kesimi robotik cerrahi istememekte, hatta bazı durumlar da cerrahlar da karşı çıkmaktadırlar. Örneğin ABD'de halkı robotik cerrahinin zararlı olmadığı konusunda ikna etmek için reklam kampanyaları düzenlenmiştir.

Robotik ameliyat sistemlerinin müşteriye maliyeti ise raporda yer yer anlatıldığı üzere genelde yüksek olmakla birlikte sistemin türüne ve üretici firmaya göre geniş bir skalada değişmektedir. Bir başka örnek olarak Kanada'da aktif çalışan 11 adet Da Vinci robotik ameliyat sistemi için yapılan bir maliyet çalışması (Chuon Ho, 2011) Tablo 9'da sunulmuştur. Çalışmada kullanılan sarf malzeme miktarları son yılda gerçekleştirilen operasyon sayıları baz alınarak hesaplanmıştır.

**Tablo 10: Da Vinci Sisteminin Kurulum ve İşletme Maliyetleri**

Maliyet Kalemi	1 sistem için maliyet (\$)
Da Vinci robotik ameliyat sistemi	2.600.000
Diğer tekrar kullanılabilir ekipmanlar	200.000
Sarf malzemeler (Operasyon başı)	2.500
Cerrah eğitimleri (Kişi başı)	6.000
Yıllık bakım	175.000

Kaynak: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK168933/#S81>

Oluşturduğu maliyetin yanında, ortalama bir hasta için robotik cerrahiden kaynaklanan hastane maliyetlerinde tasarrufların prosedür başına 3.150 dolar olduğu hesaplanmıştır. Faydalı ömür 7 yıl olarak alındığında ve artılar eksiler detaylı hesaplandığında bir sistemin 7 yıllık toplam maliyeti 2.914.868 dolar olarak hesaplanmıştır. Faydalı ömür 10 yıl olarak alındığında bir sistemin 10 yıllık toplam maliyeti 3.022.812 dolar olarak hesaplanmıştır.

Yatırım yapılacak il olan Ankara gerek ürünün geliştirilmesinde ihtiyaç duyulan nitelikli işgücüne ulaşma konusunda, gerekse bu alanda verilen yatırım teşvik ve hibe desteklerine ulaşma konusunda oldukça avantajlı durumdadır. Tesisin Türkiye'nin Ar-Ge ve inovasyon merkezlerinin

önemli bir kısmını bünyesinde bulunduran bir şehirde kurulmasının ürünün geliştirme sürecini hızlandıracığı aşikardır.

Hammaddeye yakınlık bu ürün için bir sorun teşkil etmemektedir çünkü ihtiyaç duyulan hammaddeler dünya genelinden çok kısa sürelerde tedarik edilebilen hammaddelerdir. Hammadde maliyetleri ise dünya genelinde dolar üzerinden belirleniyor olup yatırımın yapıldığı bölgeye göre değişiklik göstermemektedir. Diğer taraftan mevcut rakiplerin çoğunun ABD’de ve büyük Avrupa ülkelerinde olması ve bu ülkelerde personel maliyetlerinin Türkiye’ye göre oldukça yüksek olması göz önüne alındığında iş gücü maliyeti olarak Ankara’da kurulacak olan bir tesis rakiplere göre oldukça avantajlı olacaktır. Ürün önemli derecede Ar-Ge gerektirdiği için başlangıçta mevcut rakipler teknoloji olarak daha önde olacaklardır. Ancak gelişime çok açık bir alanda faaliyet gösterildiği için bu farkın hızla kapatılabilmesi mümkündür.

Hedeflenen satış bölgeleri ise başlangıç için dünyadaki talebin %85’ine sahip olan ABD, İngiltere, Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ile ürünün yerli ve milli bir ürün olması sebebiyle Türkiye olmalıdır. Mevcut rakipler hedef pazarlardaki pazarlama ve dağıtım aktivitelerini tıbbi cihaz distribütörleriyle yaptıkları iş birlikleriyle yürütmektedirler. Piyasaya yeni girecek bir ürün için de izlenecek en mantıklı strateji bu olacaktır.

### 3. TEKNİK ANALİZ

#### 3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

Ankara, ülkemizin sanayi üretim merkezlerinden biri haline gelirken, üretim ve ihracat yapısının teknolojik düzeyi itibarıyla da Türkiye ortalamasından büyük ölçüde farklılaşarak görece yüksek teknolojilere dayalı bir üretim yapısı geliştirmiştir. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere Ankara ortaları ve ileri teknoloji alanlarında, yerel birim sayısı, istihdam, maaş, ücretler ve ciro gibi göstergelerin tamamı bakımından Türkiye ortalamasının üzerinde yer almaktadır.

Tablo 5: Ankara İmalat Sanayinin Yapısı

Teknoloji Düzeyi	Yerel Birim Sayısı (%)		İstihdam (%)		Maaşlar ve ücretler (%)		Ciro (%)	
	Türkiye	Ankara	Türkiye	Ankara	Türkiye	Ankara	Türkiye	Ankara
Düşük	63,1	60,8	54,7	40,1	41,5	29,1	40,9	33,3
Orta-Düşük	27,3	24,4	25,7	29,3	27,3	25,5	30,9	29,1
Orta-İleri	9,2	14,2	17,6	25,3	25,5	32,4	24,7	30,9
İleri	0,3	0,6	2,1	5,3	5,7	13,1	3,5	6,7

Kaynak: Ankara İl Yatırım Destek ve Tanıtım Stratejisi, 2017-2023.

Ankara’nın rekabetçiliğinin geliştirilmesinde, üniversite-sanayi iş birliğini güçlü kılan üniversiteleri ve organize sanayi bölgeleri, teknoparkları, araştırma merkezleri ve teknoloji düzeyinin yanı sıra; güçlü girişimcilik ekosistemi, kurumsallaşmış kümeleri ve Türkiye’nin faal bir lojistik merkezi olan Ankara Lojistik Üssü önemli pay ve potansiyele sahiptir.

Robotik Ameliyat Sistemlerinin üretimi için, Türkiye’nin önde gelen üniversite ve araştırma hastanelerinin ve tıbbi cihaz ve medikal kümelenmelerinin iyi bir ekosistem sağlayacağı öngörülmektedir. Üretim faaliyetleri Ankara’nın OSB’lerinde sürdürülürken belirtilen bu

ekosistemden de faydalanılması önemli bir fırsat teşkil etmektedir. Ankara'nın vasıflı işgücü ise, bu yatırımı daha kolay yapılabilir hale getirebilecek niteliktedir. OSB'lerde yer seçimi ile birlikte Teşvik Sisteminde ön görülen avantajlardan ilave miktarlarla faydalanılabilecektir.

Tesis sayesinde, Ankara imalat sanayinde robotik ameliyat sistemleri üretimi açığı kapatılabilecektir. Ayrıca ileri ve geri bağlantılarla firma ile iş yapan birçok firmaya know-how, bilgi ve tecrübe aktarımı da sağlanabilecektir. Özellikle, OSTİM Medikal Kümelenmesi gibi birçok firmanın bulunduğu iş ağları ile bağlantılar kurulma imkanına sahip olunacaktır. Bu da yatırıma sağladığı iş geliştirme olanakları, iş yapabilirliğini geliştirecektir.

Robotik Ameliyat Sistemleri Üretim Tesisi'nin Ankara ilinde, Ankara Sanayi Odası Sincan Organize Sanayi Bölgeleri ile Polatlı ve Kahraman Kazan'daki Organize Sanayi Bölgeleri'nden bir tanesinin sınırları içerisine kurulması beklenmektedir. Bu tesis savunma ve sağlık sektörü öncelikli olmak üzere birçok sektör ve alt sektör için bölgede ticaret hacmi oluşturacaktır. Bölgenin bu alandaki üstünlükleri yatırımın başarı şansını da oldukça artırmaktadır. Yatırım aynı zamanda bölgede istihdam yaratma olanağı da sağlayacaktır. Bu bölgelerdeki

### 3.2. Üretim Teknolojisi

Türünden ve karmaşık ya da basit mantıkta çalışmasından bağımsız olarak tüm robotik sistemler birkaç temel parçaya sahiptir ve bu parçalar farklı üretim teknolojileri ve hammaddeler gerektirir:

- Makinenin beyni olarak görev yapan bir kontrolör
- Önceden programlanmış hareketleri gerçekleştirmek için tasarlanmış bir dizi mekanik parça ve eklenti
- Robotun harici uyarılara yanıt vererek en iyi performansta çalışmasına yardımcı olmak için sensör grupları

Robot kolları ve gövde için çoğunlukla çelik, dökme demir ve alüminyum kullanılmaktadır. Bazı özel durumlar için titanyum ya da karbon fiber de kullanılmaktadır. Çalışma ortamı ve gereken güç, malzeme seçiminde ana faktörlerdir. Sessiz çalışması ve iyi bir tutuş için metal aksam kauçuk lastik ile kombine edilmektedir. Robotlar önemli miktarda elektronik bileşen ve kablo içermektedirler. Silindirler ve diğer hareket üreten mekanizmalar, hidrolik yağ veya basınçlı hava içermektedirler. Bu mekanizmalar silikon, kauçuk ve örgülü paslanmaz çelik hortumlar ile kontrol valflerine bağlanmaktadır. Robotu çevreden korumak için açıkta kalan bazı alanları esnek sentetik kauçuk benzeri kalkanlar ile kaplanmaktadır. Motorlar ve kontrolör genellikle otomasyon tedarikçilerinden satın alınmaktadır. (<http://www.madehow.com/Volume-2/Industrial-Robot.html#:~:text=It%20is%20made%20by%20casting,operation%20of%20the%20attaching%20components,Eylül 2021>)

Üretim süreci ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1) **Dizayn:** Başlangıç aşaması olan sistem dizaynında şu faktörler göz önüne alınmalıdır: Yapılacak iş, çalışma hızı, çalışma ortamı, ilgili tehlikeli maddeler, erişim uzunluğu, seyahat yolu, süreç değişkenleri, insan katılımı, kontrolör yeteneği ve başarısızlıkların sonucu. Genelde temel bir dizayn yapılmaktadır ve özel gereksinimler ve modifikasyonlar bu temel üzerine işlenmektedir.
- 2) **Fabrikasyon:** Temel, kollar, kolon ve destek birimleri tasarlandıktan sonra imal edilmektedirler. Parçalar dökme ya da kaynak olarak yapıldıktan sonra işlenmektedirler. Robotun geri kalanıyla eşleşecek alanlar, bağlantı bileşenlerinin uygun şekilde oturmasını ve çalışmasını sağlamak için yakın boyut kontrolü ile işlenmektedir. Benzer şekilde, gövde ve kollar, nihai montaja tam olarak uyacak şekilde yapılmaktadır.
- 3) **Montaj:** Üretilen parçalar genelde satın alınan motorlar, hidrolik silindirler, yataklar, kablolar, kontrolörler ve diğer önemli parçalar gibi önemli miktarda bileşen kullanılarak monte edilmektedir. Ortalama bir robot yaklaşık 2.000 ayrı parça içermektedir. Ekipler temelle başlamakta ve test için hazır olana kadar tüm bileşenleri robota monte etmektedirler. Mobil bir robot yapılacaksa ilk olarak çekiş motoru, aküler, akslar, tekerlekler ve lastikler monte edilmektedir. Sabit robotlar için bu işleme gerek yoktur, sadece zemine geçici olarak

sabitlenmektedirler. Hareketli kolonlar ve kollar, ilgili tahrik motorlarıyla birleştirilmektedirler ve ardından temele monte edilmektedirler. Temel, dönme hareketini sağlamak için motor tahrikli bir halka dişli içermektedir. Bu dişli kolonda bulunan tahrik dişlisi ile yakından eşleşmelidir. Baskı yatakları temeldeki kolon ve kolların ağırlığını desteklemek için kullanılmaktadır. Bir manyetik ölçek, yatağı çevrelemektedir ve kontrolöre elektronik konum geri bildirimini sağlamaktadır.

Bir sonraki aşama kolu temele bağlayacak olan parçanın montajıdır. Bir stabilizatör ile bu bağlantı parçasına konumsal kontrol sağlanarak, önceden belirlenmiş bir yolda hareket etmesine olanak verilmektedir. Bu bileşenler, pivot millerinin civatalandığı yatak yuvaları içermektedir. Her yatak önceden yağlanmıştır veya bir yağlama hattı veya bağlantı parçası ile donatılmıştır. Bu bağlantı parçası, kontrolöre başka bir konum sinyali sağlayan bir konum sensörü de içermektedir.

Kol bu bağlantı parçasının dik kısmına monte edilmektedir. Kol robota erişim sağlamak ve bileği desteklemektedir ve bileği çalıştıran kumanda millerini içermektedir. Kumanda millerine üç motor ya da motor ve hidrolik silindir kombinasyonu bağlanmaktadır. Kolun ve bağlantı mafsalının bileğin tüm yüküne dayanması gerektiğinden, büyük mil yatakları ve eksen pimi kullanılmaktadır.

Kola monte edilen bilek robotun en kritik mekanizmasıdır. İnsan hareketlerini taklit ederek operasyonu gerçekleştiren parça bilektir. Birçok sensör ve kontrol elektroniği de bilek üzerinde konumlandırılmaktadır.

- 4) **Kontrolör Bağlantıları:** Mekanik montaj tamamlandıktan sonra robotun kablolama ve tesisat işleri tamamlanmaktadır. Endüstriyel robot motorlarının tüm sensörleri ve elektrikli bileşenleri, güç ve bilgileri kontrol bilgisayarına geri taşımak için kablolara sahip olmalıdır. Bazı durumlarda kollarda ve temelde kullanılmayan alanlar kontrolör elektroniğini yerleştirmek için kullanılmaktadır ve bu da kablo yollarını kısaltmaktadır. Hidrolik ve hava silindirleri, temeldeki valflerden kontrol edilen basınç aktaran hortumlara sahiptir. Bu kabloların ve hortumların çoğu, mobil robotlarda temele bağlı olan kontrol panosuna geri yönlendirilmektedir. Robot sabitse, kontrolör genellikle birkaç metre uzağa monte edilmekte ve bir ara kablo ile bağlanmaktadır. Montajdan sonra, robotun kolları ve sütunu boya spreyinden, kaynak kıvılcımlarından veya ortamdaki diğer tehlikelerden korumak için koruyucular ve kalkanlarla kaplanmaktadır.
- 5) **Kalite Kontrol:** Kalite kontrol testleri iki bölümden oluşmaktadır. İşlevsel doğruluk bölümünde montajı tamamlanan robota güç verildikten sonra, bir bilgisayar programı ile kontrolöre robot kolunu olabilecek bütün kombinasyonlarda hareket ettirmesi komutu verilmektedir. Bu hareketlerin kayıtları tutulmakta ve incelenmektedir. İşlevsel testten elde edilen veriler kullanılarak herhangi bir doğruluk kaybı tespit edilebilmektedir. Sebepler bir tasarım problemi, gevşek montaj, arızalı yatak vb. olabilmektedir. Bu sebepler tespit edilip düzeltilmektedir.

İkinci bölüme ısındırma adı verilmektedir. Robot, saatlerce sürekli olarak çalıştırılmakta ve elektrik, elektronik ve hidrolikler çalışma sıcaklığına getirilmektedir. Bu önemli bir prosedürdür çünkü kontrolör ofset adı verilen düzeltme faktörleriyle programlanmıştır. Programcı makine ısındığında, optimum performansı sağlamak için düzeltme faktörlerini programa yerleştirebilmektedir.

- 6) **Klinik Testler:** Sınıf II Medikal Robotik ürün sertifikasyonu (<https://www.szutest.com.tr/ce-belgesi/medikal-cihazlar/>, Eylül 2021) için, cerrahi robotik için muhafaza tasarımına odaklanan ürün tasarımının yanı sıra, hedef ülkelerdeki düzenleyici kurumlar tarafından belirlenen testler gerekmektedir.
- 7) **Kurulum:** Kurulum müşterinin tesisinde gerçekleştirilmektedir. Robotun işlevine göre gerekli bağlantılar yapılmakta, güvenlik tedbirleri alınmakta, bütün fonksiyonları alanda test edilmektedir. Kurulumdan sonra genellikle müşteriye çalıştırma ve bakım eğitimi verilmektedir.

### 3.3. İnsan Kaynakları

Robotik ameliyat sistemlerinin geliştirilmesi için disiplinler arası iş birliği esastır. Tıp, makine mühendisliği, robotik, optik, bilgisayar mühendisliği ve otomasyon sistemleri teori ve teknolojilerin

kullanılması gerekmektedir. Özellikle Ar-Ge ekibinin bu alanlarda uzman kişilerden oluşması gerekmektedir. Ankara ili bu insan kaynağını sağlayacak potansiyele fazlasıyla sahiptir. Ankara Türkiye'nin en iyi üniversiteleri ve akademisyenlerinden bazıları sahiptir ve her sene yüksek kalitede lisans, yüksek lisans ve doktora mezunu vermektedir. Birçok önemli kurum ve kuruluşa ev sahipliği yapması sebebiyle de şehirde bulunan yetişmiş insan kaynağı da oldukça fazladır. Türkiye'nin en büyük şehirlerinden biri olması sebebiyle sahip olduğu olanaklar sayesinde dışarıdan getirilmesi gerekebilecek insan kaynağı konusunda da avantajlar sağlamaktadır.

Ankara nüfusu, önemli potansiyelleri bünyesinde barındırmaktadır. Ankara genç nüfusu 1 milyon üzerindedir. Nüfusun %27,11'i üniversite ve üzeri eğitime sahip olup toplam nüfusun %70'i çalışma çağındadır. Ayrıca Ankara'da yüksekokul ve üzeri eğitime sahip nüfus hızla artış göstermektedir. (Ankara Kalkınma Ajansı, 2020) Ankara ilindeki 15 yaş üstü nüfusun 2020 yılındaki eğitim durumu Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 11: Ankara İli 15 Yaş Üstü Nüfusun 2020 Yılındaki Eğitim Durumu**

Okuma yazma bilmeyen			Okuma yazma bilen diplomasız			İlkokul		
Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın
79 766	8 681	71 085	82 185	15 491	66 694	658 152	229 970	428 182
İlköğretim			Ortaokul ve dengi meslek okulu			Lise ve dengi meslek okulu		
Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın
263 129	142 154	120 975	736 951	399 026	337 925	1 251 654	674 669	576 985
Yüksekokul veya fakülte			Yüksek lisans			Doktora		
Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın
1 081 726	563 628	518 098	156 612	83 014	73 598	35 868	19 963	15 905

Kaynak: Ulusal Eğitim İstatistikleri Veri Tabanı, 2008-2020

Ankara'nın yüksekokul, fakülte, yüksek lisans ve doktora mezunu sayılarının nüfusa oranları Türkiye ortalamasından özellikle İstanbul ve İzmir'den bile yüksektir. Bu durum Ankara'nın yüksek eğitimli nüfus için çekim merkezi olduğunun kanıtıdır. Ankara'nın yüksek nitelikli genç nüfusu, AR-GE ve yenilikçilik alanlarındaki kurumsal altyapısı ile birleştiğinde büyük bir potansiyel oluşturmaktadır.

Üretime konu ürün yüksek seviyede Ar-Ge gerektirmektedir. İhtiyaç duyulan personel nicelik olarak çok fazla olmasa da nitelikli olarak yüksek seviyede olmalıdır. Ortalama seviyede bir robotik ameliyat sistemi geliştirmek için gereken kritik personel bilgileri Tablo 11'de sunulmuştur. Bu personel ihtiyacının bir kısmı tam zamanlı işe alım ile karşılanabileceği gibi bir kısmı da danışmanlık hizmet alımı ile karşılanabilir. Kritik personelin yanında tesis işletmesinde görev olacak hizmetli, şoför, güvenlik, aşçı, iş sağlığı uzmanı vb. 8 yardımcı personele de ihtiyaç olacaktır. Personel maliyetlerine destek olmak için Bölüm 2.2'de açıklandığı üzere birçok devlet teşviki ve hibesi bulunmaktadır.

**Tablo 12: Ortalama Kritik Personel İhtiyacı**

Personel	Sayı	Yaklaşık Yıllık İşveren Maliyeti (TL)
Genel Müdür	1	447.500
Üretim Müdürü	1	344.400
Satış – Pazarlama Müdürü	1	344.400
Makine Mühendisi	4	948.600
Elektrik – Elektronik Mühendisi	4	948.600
Bilgisayar Mühendisi	2	474.300
Araştırmacı (Robotik)	1	175.000
Araştırmacı (Tıp)	1	175.000
Araştırmacı (Optik)	1	175.000

<b>Araştırmacı (Otomasyon)</b>	1	175.000
<b>Tekniker</b>	3	316.000
<b>Satış – Pazarlama Uzmanı</b>	1	174.650
<b>Toplam</b>	21	522.050 (58.000 USD)

#### 4. FİNANSAL ANALİZ

##### 4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Yılda 10 robotik ameliyat sistemi üretme kapasitesi ile çalışacak bir tesis için 4000 metrekare alan içinde 2500 metrekare kapalı alan içeren bir tesis öngörülmektedir. Bu tesis sabit yerleşim düzeni ile çalışma hücreleri yerleşim düzeni kombinasyonu şeklinde tasarlanmaktadır. Sabit yerleşim düzeninde üretilen ürün hareket ettirilmemekte, ürünü yapmak için gerekli her şey ürüne getirilmektedir. Sistemin montajı bu düzende yapılmaktadır. Çalışma hücreleri yerleşim düzeninde tesis bölmeler halinde düzenlenmiştir. İlgili ekip kendi bölmesinde ürünün ilgili parçasını geliştirip üretmektedir. Araştırma geliştirme faaliyetleri bu düzende yapılmaktadır. (<https://education.vex.com/stemlabs/workcell/stemlab/industrial-robotics/facility-types>, 2021)

Piyasada 750.000 dolar- 1.500.000 dolar arasında satılan robotik ameliyat sistemleri baz alınarak, gerekecek girdi miktarları, çeşitleri ve maliyetleri sektör uzmanlarıyla birlikte çalışarak tahminlenmiş ve aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

**Tablo 13: Sabit Yatırım Maliyet Varsayımları**

Yatırım	Maliyet (\$)
<b>Tesis Arazisi</b>	155.556
<b>Tesis İnşaatı</b>	266.667
<b>Makine ve Teçhizat</b>	1.383.333
<b>Ofis Ekipmanları</b>	77.778
<b>Diğer Maliyetler</b>	94.444
<b>Toplam</b>	1.977.778

Yılda 10 sistem üretildiği durumda oluşabilecek değişken maliyetler Tablo 14'deki gibi tahmin edilmiştir. 2021 Ocak-Haziran arası dolar kuru ortalaması olan 7,82 (<https://www.tcmb.gov.tr/>, 2021) üzerine %15 artış öngörülerek Dolar/TL 9 olarak alınmıştır.

**Tablo 14: 10 Sistem Üretimi İçin Değişken Maliyet Varsayımları**

Yatırım	Maliyet (\$)
<b>Hammadde ve Diğer Girdi Maliyetleri</b>	2.706.667
<b>İşletme Maliyetleri</b>	333.333
<b>Kritik Personel Maliyeti</b>	522.050
<b>Pazarlama Maliyetleri</b>	555.556
<b>Ulaştırma ve Bakım Maliyetleri</b>	222.222
<b>Diğer Maliyetler</b>	166.667
<b>Toplam</b>	3.956.489

##### 4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Yatırımın geri dönüş süresi ürünün Ar-Ge'sinin tamamlanmasının 3 yıl, tesis kurulumunun 1 yıl olarak öngörüldüğü durumda 4 yıl olarak hesaplanmıştır. Ar-Ge sürecinde büyük tesis maliyetleri oluşmamaktadır. Maliyetin çoğunu personel ve prototip için gerekli girdiler oluşturmaktadır. Dünyada



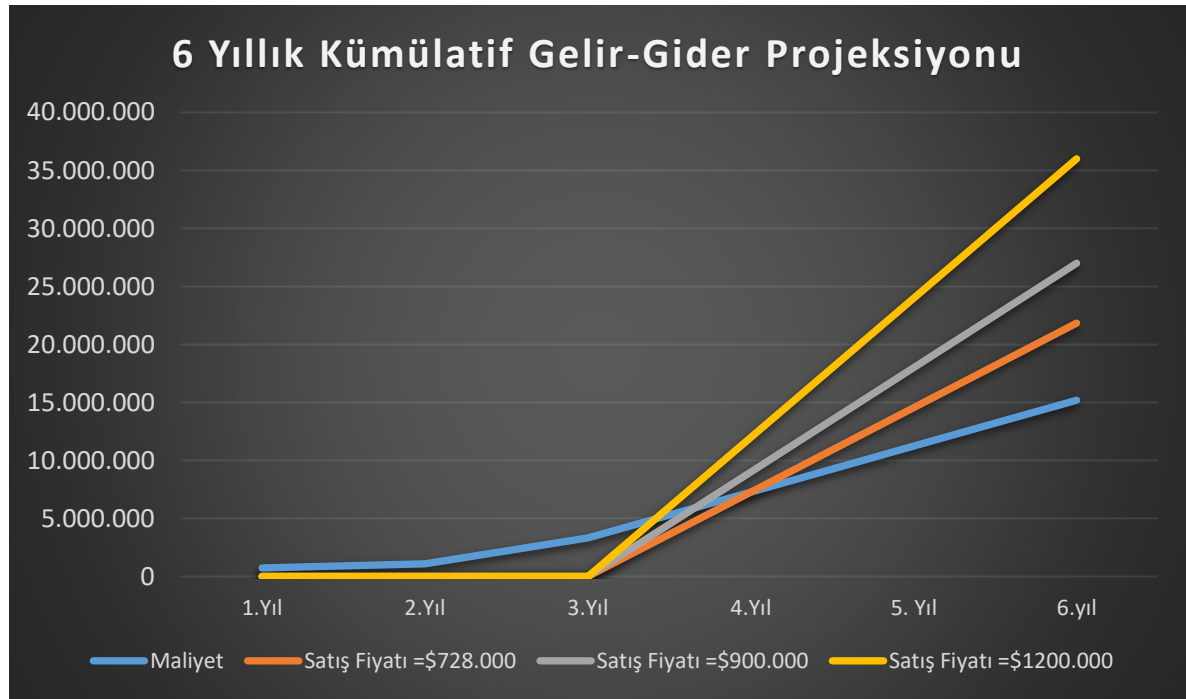
robotik ameliyat sistemleri arzı talebi karşılayamamaktadır. Piyasada kendini ispatlamış ürünler için 2 yılı aşan sipariş bekleme kuyrukları mevcuttur.

**Tablo 15: 4 Yıllık Maliyet Varsayımları**

Maliyet (TL)	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5. Yıl
<b>Sabit Maliyet</b>	100.000	-	1.877.778	-	-
<b>Değişken Maliyet</b>	633.333	355.556	355.556	3.956.489	3.956.489
<b>Toplam</b>	733.333	355.556	2.233.333	3.956.489	3.956.489
<b>Kümülatif Toplam</b>	733.333	1.088.889	3.322.222	7.278.712	11.235.201

4. yıldan itibaren yılda 10 sistem üretilip satan bir işletme 1 yıla içerisinde başa baş noktasına ulaşabilir. Ürünün satış fiyatı burada belirleyici olacaktır. Pazardaki gelişmiş robotik ameliyat sistemlerinin satış fiyatları 750.000-3.000.000 arasındadır. Geliştirilecek sistemin dolar kurunun 9 olarak sabit alındığı senaryoda 728.000 dolar satış fiyatına sahip olması ve bir yılda 10 adet üretilip satılması durumunda 4. yılda başa baş noktasına ulaşılmış olmaktadır.

**Şekil 3: Farklı Satış Fiyatları İçin 6 Yıllık Kümülatif Gelir-Gider Projeksiyonu**



## 5. ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Söz konusu yatırım çevresel olarak olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir. Robotik ameliyat sistemleri sağladıkları yararlarla toplum üzerinde birçok olumlu etkiye sahip olacaklardır. Bu etkiler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Hastanede kalma süresinin düşmesi:** Robotik ameliyat sistemleri ile gerçekleştirilen operasyonlardan sonraki iyileşme süreci geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilen operasyonlardan sonraki iyileşme sürecinden çok daha hızlı olmaktadır. Hastalar operasyon sonrasında çok kısa sürede evlerine gidebilmektedirler. Daha hızlı iyileşme hastaya günlük yaşantısına hızlıca dönme imkanı verirken hastanelerde de maliyet tasarrufu sağlamaktadır.
- Tedaviye imkân sağlaması:** Robotik ameliyat sistemleri ile geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi mümkün olmayan bazı komplike ameliyatlar gerçekleştirilebilmektedir.

- 3) **Daha az ağrı ve rahatsızlık:** Birçok hasta için ameliyat sonrası çekilen ağrı ve rahatsızlık ameliyatın kendisinden çok daha zordur. Robotik cerrahinin ihtiyaç duyduğu daha küçük kesiler, genellikle hastaların prosedürden sonra daha az ağrı ve rahatsızlık hissetmeleri anlamına gelmektedir. Örneğin, bir göğüs prosedürü için geleneksel açık cerrahi yerine robotik cerrahiye kullanmak, daha kısa bir süre için rahatsız edici bir göğüs tüpüne ihtiyacınız olacağı anlamına gelmektedir.
- 4) **Daha az komplikasyon:** Robotik ameliyat sistemleri, bir operasyon sırasında meydana gelen insan hatası miktarını azaltmaya yardımcı olarak dokuya gereksiz yere zarar vermek, çok fazla kan kaybına yol açmak vb. komplikasyonları daha az olası hale getirmektedir. Ayrıca geleneksel cerrahi ile ilişkili en ciddi komplikasyonlardan biri enfeksiyon riskidir ve daha küçük kesiler genellikle enfeksiyon olasılığının daha az olacağı anlamına gelmektedir. Örneğin normalde bir apandisit veya safra kesesi operasyonu için tüm karın boşluğunu açmak gerekirken robotik cerrahi ile birkaç küçük kesi açarak operasyon gerçekleştirilebilmektedir.
- 5) **Daha düşük kan kaybı seviyeleri ve kan nakli ihtiyacı:** Cerrahi bir prosedür sırasında normal kan seviyelerini korumak en önemli husustur. Robotik cerrahi, daha az kan kaybı içermektedir çünkü üç boyutlu görünüm, cerrahın kan damarlarını geleneksel açık cerrahiye göre daha kolay görmesini sağlamaktadır. Robotik aletlerin hassas hareketleriyle birlikte bu gelişmiş görünüm, cerrahların cerrahi alana bitişik kan damarlarından daha iyi kaçınabilmesini sağlamaktadır. Kaybedilen kanın az olması kan nakli ihtiyacını da azaltmaktadır.
- 6) **Daha az yara izi:** Kesikler, genellikle kamera ve robotik kolların yönlendirilebileceği kadar küçük oldukları için “anahtar deliği” kesileri olarak adlandırılmaktadır. Bu küçük kesiler sayesinde oluşan yara izi de minimal seviyede olmaktadır. Minimal yara izi, birçok insanın kesinlikle önemli verdikleri bir durumdur.

Bu etkiler bireysel düzeyde görülse de bir araya geldiklerinde toplumsal faydalar sağlayacaklardır. Hastanelerin daha hızlı hizmet verebilmeleri sayesinde daha çok insana daha kısa sürede tedavi olma imkanı sağlanacaktır. Daha az komplikasyon görülmesi sayesinde kamunun sağlık harcamaları da azalacaktır. Düşük ağrı seviyesiyle ve hızlıca iyileşen insanlar toplumdaki rollerine daha hızlı dönüş katkı sağlamaya başlayabileceklerdir. Kan nakli ihtiyacının düşmesi ile kan ihtiyacı olan diğer insanlara daha hızlı sıra gelecektir.

### **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 gözlemlemek amacıyla tablo hazırlanabilir.

- **Geri Ödeme Dönemi Yöntemi**

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

- **Net Bugünkü Değer Analizi**

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

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

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

k: Faiz Oranı

n: Yatırımın Kapsadığı Dönem Sayısı

- **Cari Oran**

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

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

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

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

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

- **Başabaş Noktası**

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

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

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

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

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

## KAYNAKÇA

---

- (2018, Ekim 16). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30327915/>. adresinden alındı
- (2019, Ocak). <http://www.saglikteknoloji.com/robotik-cerrahi-yapan-hastaneler/>. adresinden alındı
- (2020, November 2). <https://healthcaremarketexperts.com/en/news/market-trends/pmr-and-upper-finance-report-40-da-vinci-robots-in-2025/> . adresinden alındı
- (2020). <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-surgical-robotic-systems-market-by-component-by-application-by-region-industry-analysis-and-forecast-2020---2026-301168569.html>. adresinden alındı
- (2020, July). [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos\\_future\\_of\\_the\\_or\\_-\\_robotics\\_-\\_full\\_report.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-07/ipsos_future_of_the_or_-_robotics_-_full_report.pdf). adresinden alındı
- (2021, Eylül). <https://www.reportsanddata.com/report-detail/robot-assisted-surgical-systems-market>. adresinden alındı
- (2021, Eylül). <https://overcast.fm/+JJ-UamQml>. adresinden alındı
- (2021, Eylül). <https://education.vex.com/stemlabs/workcell/stemlab/industrial-robotics/facility-types>. adresinden alındı
- Ankara Kalkınma Ajansı*. (2020). [https://www.ankaraka.org.tr/ankara-bolgesel-yenilik-stratejisi\\_4700.html](https://www.ankaraka.org.tr/ankara-bolgesel-yenilik-stratejisi_4700.html). adresinden alındı
- Chuong Ho, M. E.-U. (2011, Sept). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK168933/#S81>. adresinden alındı
- (Eylül 2021). <https://www.robots.com/faq/how-much-do-industrial-robots-cost>. adresinden alındı
- (Eylül 2021). <http://www.madehow.com/Volume-2/Industrial-Robot.html#:~:text=It%20is%20made%20by%20casting,operation%20of%20the%20attaching%20components>. adresinden alındı
- (Eylül 2021). <https://www.szutest.com.tr/ce-belgesi/medikal-cihazlar/>. adresinden alındı
- Fortune Business Insights*. (2021, Feb). <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/robotic-surgical-procedures-market-100124>. adresinden alındı
- Grup Florence Nightingale Hastaneleri*. (2020, May 12). <https://www.florence.com.tr/robotik-cerrahi>. adresinden alındı
- <https://www.tcmb.gov.tr/>. (2021, Haziran). <https://www.tcmb.gov.tr/>. adresinden alındı
- IDTechEx Reports*. (2021). <https://www.idtechex.com/>. adresinden alındı
- JAMA Network*. (2020, Ocak 10). <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2758472>. adresinden alındı
- KOSGEB*. (2021). <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekler/3/destekler>. adresinden alındı
- NEWSWIRE, G.* (2021). *Global Surgical Robotics Market Report 2021*. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/05/06/2224428/28124/en/Global-Surgical-Robotics-Market-Report-2021-Market-Generated-5-46-Billion-in-2020-and-is-Estimated-to-Reach-16-77-Billion-by-2031.html>. adresinden alındı

*PWC.* (Eylül, 2021 27). <https://www.pwc.com.tr/tr/sectorler/saglik/pdf/yapay-zeka-ve-robot-bilim-yeni-saglik-sektorunu-sekillendirecek.pdf>. adresinden alındı

*Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.* (2021). <https://www.orhangazitso.org.tr/blogfiles/19241614762834.pdf>. adresinden alındı

*Statista.* (2020, Oct). <https://www.statista.com/statistics/877731/surgical-robots-unit-number-worldwide/#:~:text=Global%20surgical%20robot%20units%202017%20%26%202025&text=His%20statistic%20shows%20the%20estimated,from%20713%20to%20over%202%2C100>. adresinden alındı

*T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.* (2021). <https://www.sanayi.gov.tr/destek-ve-tesvikler/yatirim-tesvik-sistemleri>. adresinden alındı

*TÜBİTAK.* (2021, Eylül). <https://www.tubitak.gov.tr>. adresinden alındı

*Yapay zekâ ve robotlar yeni sağlık sektörünü nasıl şekillendirecek.* (tarih yok). <https://www.pwc.com.tr/tr/sectorler/saglik/yayinlar/neden-yapay-zeka-ve-robot-bilim-yeni-saglik-sektorunu-sekillendirecek.html> adresinden alındı





Ařađı Öveçler Mah. 1322. Cad. No: 11  
06460 Çankaya / ANKARA  
Tel: 0 (312) 310 03 00 – Faks: 0 (312) 309 34 07  
E-posta: bilgi@ankaraka.org.tr | www.ankaraka.org.tr

**Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz.**