



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI  
**DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ**

# ÇİP ENDÜSTRİSİ

d i j i t a l





## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| GRAFİKLER.....                                                                                                                          | 4         |
| ŞEKİLLER .....                                                                                                                          | 4         |
| TABLolar.....                                                                                                                           | 4         |
| <b>1. YARI İLETKENLER VE KULLANIM ALANLARI .....</b>                                                                                    | <b>5</b>  |
| <b>2. TÜRKİYE TÜMDEVRE TASARIM VE ÜRETİM TARİHÇESİ.....</b>                                                                             | <b>7</b>  |
| <b>3. ÇİP ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNELERİ ÜRETEEN ÖNCÜ<br/>ŞİRKETLER.....</b>                                                          | <b>10</b> |
| <b>4. DÜNYADA ÇİP ÜRETİMİ .....</b>                                                                                                     | <b>13</b> |
| <b>5. YARI İLETKEN ENDÜSTRİSİNİN KÜRESEL DURUMU.....</b>                                                                                | <b>21</b> |
| <b>6. ÇİP KRİZİ VE SEBEPLERİ.....</b>                                                                                                   | <b>25</b> |
| 6.1. Çip Krizinin Küresel Tedarik Zincirine Etkisi.....                                                                                 | 27        |
| 6.2. Küresel Çip Krizinin Sektörler Üzerindeki Etkisi.....                                                                              | 30        |
| <b>7. ÜLKELERİN ÇİP KRİZİ KARŞISINDA TUTUMLARI VE ÇÖZÜME<br/>YÖNELİK GİRİŞİMLERİ.....</b>                                               | <b>33</b> |
| 7.1. Ülkelerin Çip Krizi Karşısında Tutumları.....                                                                                      | 33        |
| 7.2. Çip Krizinin Çözümüne Yönelik Girişimlerin Değerlendirilmesi .....                                                                 | 36        |
| <b>8. ABD ÇİP VE BİLİM YASASI.....</b>                                                                                                  | <b>37</b> |
| <b>BÖLÜM A: ABD ÇİP VE BİLİM YASASI.....</b>                                                                                            | <b>37</b> |
| 8.1. Yasa Hakkında Genel Bilgiler ve Yasanın Çıkarılma Gerekçeleri .....                                                                | 37        |
| 8.2. ABD Çip ve Bilim Yasası Kapsamında Oluşturulan Fonlar .....                                                                        | 39        |
| 8.2.1. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP)<br>Fonu.....                                               | 40        |
| 8.2.2. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP)<br>Savunma Fonu .....                                      | 41        |
| 8.2.3. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP)<br>Uluslararası Teknoloji Güvenliği ve İnovasyon Fonu..... | 41        |



|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.2.4. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) İş gücü ve Eğitim Fonu.....      | 42        |
| 8.3. ABD Çip ve Bilim Yasası Üzerine Bir Değerlendirme ve Yasanın Olası Etkileri .....                        | 42        |
| <b>9. AVRUPA ÇİP YASASI .....</b>                                                                             | <b>44</b> |
| 9.1. Avrupa Birliği'nde Çip Yasası İhtiyacı.....                                                              | 44        |
| 9.2. Yasanın Stratejik Hedefleri .....                                                                        | 45        |
| 9.3. Avrupa Çip Yasası'nın Temel Bileşenleri .....                                                            | 45        |
| 9.3.1. Avrupa için Çip Girişimi (The Chips for Europe Initiative) .....                                       | 46        |
| 9.3.2. Büyük Ölçekli Yatırımları Çekmek ve Çip Arz Güvenliğini Sağlamak için Çerçeve Oluşturulması.....       | 47        |
| 9.3.3. Krizleri Önlemek/Yönetmek ve Piyasayı İzlemek için Bir Koordinasyon Mekanizmasının Oluşturulması ..... | 47        |
| 9.4. Avrupa Çip Yasası'nın Başlıca Önerileri.....                                                             | 48        |
| <b>10. TÜRKİYE'DE ÇİP TEKNOLOJİSİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR</b>                                                      |           |
| <b>YÜRÜTEN GİRİŞİMLER .....</b>                                                                               | <b>56</b> |
| <b>SONUÇ.....</b>                                                                                             | <b>64</b> |

## GRAFİKLER

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafik 1:</b> 1987'den 2023'e Kadar Dünya Çapında Yarı İletken Pazar Büyüklüğü.....                                          | 19 |
| <b>Grafik 2:</b> 2015'ten 2022'ye Kadar Dünya Çapında Bölgelere Göre Yarı İletken Satışları.....                                | 20 |
| <b>Grafik 3:</b> 1988'den 2023'e Küresel Yarı İletken Endüstrisi Gelir Artışı .....                                             | 22 |
| <b>Grafik 4:</b> 2012'den 2023'e Dünya Çapında Aylara Göre Yarı İletken Satışları .....                                         | 23 |
| <b>Grafik 5:</b> 2015'ten 2022'ye Dünya Çapında Bölgelere Göre Yarı İletken Satışları .....                                     | 23 |
| <b>Grafik 6:</b> 2020'den 2030'a Kadar Dünya Çapında Kullanıma Göre Yarı İletken Pazar Geliri .....                             | 24 |
| <b>Grafik 7:</b> Şirketlerin Yarı İletken Tedarik Zinciri Çevikliğini ve Esnekliğini Artırmak İçin Planladığı Faaliyetler ..... | 28 |
| <b>Grafik 8:</b> Önümüzdeki Üç Yıl İçinde Yarı İletken Endüstrisinin Karşılaşacağı En Büyük Sorunlar ..                         | 30 |

## ŞEKİLLER

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1:</b> Ekstrem Ultraviyole Litografi Cihazı .....                                    | 11 |
| <b>Şekil 2:</b> Derin Ultraviyole Litografi Cihazı (Deep ultraviolet-DUV) .....               | 12 |
| <b>Şekil 3:</b> Yarı İletkenlerin Geleceği .....                                              | 14 |
| <b>Şekil 4:</b> Yarı İletken Tedarik Sorununun Hafiflemesine İlişkin Öngörülen Tarihler ..... | 29 |
| <b>Şekil 5:</b> Milli İşlemci "ÇAKIL" .....                                                   | 61 |

## TABLolar

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1:</b> Dünya Çapında Gelirlerine Göre İlk 10 Yarı İletken Tedarikçisi (milyon ABD doları) ..... | 18 |
| <b>Tablo 2:</b> Fonlar Kapsamında Sağlanacak Destek Miktarları .....                                     | 40 |
| <b>Tablo 3:</b> ABD Çip ve Bilim Yasası ile AB Çip Yasası Karşılaştırması .....                          | 49 |

## 1. YARI İLETKENLER VE KULLANIM ALANLARI

Yarı iletken endüstrisi, New York Bell Laboratuvarlarında çalışan üç fizikçinin (John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley) bir germanyum kristalinden geçen elektrik akımını kontrol edebildiklerini gösterdikleri 1947 yılına kadar uzanmaktadır. William Shockley, daha sonrasında Shockley Yarı İletken Laboratuvarı'nı açarak Silikon Vadisi'nin temelini atmıştır. 1957 yılında Shockley'den ayrılan sekiz bilim adamı Fairchild Semiconductor şirketini kurmuştur. Intel, AMD ve National Semiconductor başta olmak üzere neredeyse tüm yarı iletken şirketlerinin kökeni Fairchild'a dayanmaktadır. 1947'deki çift eklemli transistör (Bipolar Junction Transistor-BJT) birçok aşamadan geçmiş ve 1960 başlarında silikonun termal olarak daha kararlı olduğu kanıtlanana kadar dominat yarı iletken olarak germanyum kullanılmıştır.

Tümdevrenin (Integrated circuit-IC) icadı 1957'den 1959'a kadar Fairchild ve Texas Instruments'ta eşzamanlı olarak gerçekleşmiştir. 1962 yılında Fairchild transistörlü tümdevreler üretmeye başlamıştır. Günümüzde birçok değişiklik olmasına rağmen milyarlarca transistörlü çiplerde aynı temel prensip kullanılmaktadır.

Yarı iletken piyasası, dünyanın ilk mikroişlemcisi olan Intel'in 4004 cihazının ortaya çıkmasıyla 1971 yılında yeniden değişmiştir. Ürünün hesap makinesindeki başarısının ardından Intel Nisan 1974'te 8080 mikroişlemcisini piyasaya sürmüş ve cihaz tasarımcılar tarafından hızla benimsenmiştir.

Yarı iletken cihazların performansı günümüze kadar istikrarlı bir şekilde gelişmiştir. Bununla birlikte, yarı iletkenlerin boyutları giderek küçülmüş ve bilgisayar işlemcilerinin, bellek çiplerinin, tümdevrelerin ve çip üzerinde sistemlerin (systems on chip-SoC) geliştirilmesinin önü açılmıştır. Bu cihazlar giderek daha karmaşık, sağlam, verimli ve güvenilir hale gelirken, boyutlarının nanometreye kadar küçülmesiyle birlikte birçok teknolojinin daha küçük ve daha güçlü hale gelmesini sağlamıştır. Söz konusu teknolojiler son 70 yılda toplumsal yaşantımızı derinden etkileyen iletişim, ulaşım, eğlence, endüstri ve tıbbi yeniliklerin pek çoğuna zemin hazırlamıştır.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Power & Beyond. Semiconductors: a comprehensive guide. 11 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.power-and-beyond.com/semiconductors-a-comprehensive-guide-d-42597/> adresinden erişildi.

Yarı iletkenler, verilerin işlenmesi, depolanması ve taşınması için gerekli temeli sağlayan elektronik sistemlerin özelleşmiş parçalarıdır. Günümüzde piyasadaki yarı iletkenlerin çoğunluğu, “çip” olarak bilinen tümdevrelerdir. Çip, boyutu küçültülmüş ve genellikle silikon olmak üzere yarı iletken bir malzemeden ince bir levha üzerine katmanlanmış bir grup elektronik devredir. Bu devreler aktif ayırık cihazlardan (transistörler, diyotlar), pasif cihazlardan (kapasitörler, dirençler) ve bunlar arasındaki ara bağlantılardan oluşmaktadır. Modern çiplerin geçmişteki örneklerine kıyasla boyutları oldukça küçülmüş olup; birkaç milimetrekarelik bir alanda milyarlarca elektronik bileşeni içerir duruma gelmiştir.

Yarı iletkenler, temel olarak işlevlerine göre dört temel ürün grubunda sınıflandırılmaktadır.<sup>2</sup>

- 1. Mikroişlemciler ve mantık cihazları;** bilgisayarlarda, iletişim cihazlarında ve tüketici elektroniğinde veri alışverişi ve işlemesi için kullanılmaktadır. Kelime işlemci programını<sup>3</sup> veya bir video oyununu çalıştırmak gibi çeşitli görevleri yerine getirmektedirler.
- 2. Bellek cihazları,** hesaplama işlemlerini gerçekleştirmek üzere bilgi depolamak gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Bu segment; dinamik rastgele erişimli belleği (Dynamic Random Access Memory-DRAM), flash belleği, statik rastgele erişimli belleği, EEPROM ve ROM gibi çeşitleri içermektedir.
- 3. Analog cihazlar,** analog sinyallerin işlenmesini gerçekleştiren veya sayısal (dijital) sinyalleri analog sinyallere dönüştüren ve aynı şekilde analog sinyalleri sayısal sinyallere dönüştüren cihazlardır.
- 4. Optoelektronik ve sensörler,** trafik ışıkları veya kameralarda ışık oluşturmak veya ışığı algılamak için kullanılmaktadır. Optoelektronik cihazlar, ışığın elektrik sinyallerine dönüştürülmesi veya elektrik sinyallerinin ışığa dönüştürülmesi gibi fonksiyonları gerçekleştirebilmektedir.

---

<sup>2</sup> Crivellaro, E. (2022). The semiconductors industry: a geopolitical and geoeconomical perspective.

<sup>3</sup> Bir kelime işlemci programı, metin belgelerini oluşturmak, düzenlemek ve biçimlendirmek için kullanılan bir yazılımdır.

## 2. TÜRKİYE TÜMDEVRE TASARIM VE ÜRETİM TARİHÇESİ

19. yüzyılın sonlarına doğru PTT Fabrikası'nda telgraf cihazlarının üretilmesiyle ülkemizde temelleri atılan elektronik sanayi, 1950'li yılların ilk dönemlerinde tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de seslendirme sistemleri ile gemi ve jandarma telsizleri üzerine yoğunlaşmıştır. O dönem için bakıldığında günün temel gereksinimlerinden biri olan radyo, 1950'li yıllarda ülkemiz elektronik sanayisine hızlı bir giriş yapmıştır.

1965 yılına gelindiğinde ülkemizin elektrik üretiminde/iletiminde gerekli olan modern iletişim cihazlarının dış alım yerine yerli olarak üretimini mümkün kılmak üzere Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) bünyesinde kurulan Akköprü Elektronik Laboratuvarında çalışmalara başlanmıştır. Daha sonra 1967 yılında Kanada'nın Northern Electric şirketi ve PTT Genel Müdürlüğü'nün iş birliği ile ülkemizdeki haberleşme ağının, büyüyen ve genişleyen elektronik sanayinin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla NETAş kurulmuştur. NETAş, telekomünikasyon sektörünün temellerinin ülkemizde atılmasının başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

Ülkemizde ulusal elektronik sanayi kuruluşu olarak PTT bünyesinde 1965 yılında PTT ARLA Müdürlüğü kurulmuş, söz konusu kuruluş daha sonra 1983 yılında TELETAR'a<sup>4</sup> dönüşmüş, bu yıllarda Sayısal Santral (System12, Alcatel iş birliği), çeşitli kapasitelerde Kuranportr, Radyolink ve Mltipleks sistemleri ve fiber optik hat cihazları (Ericsson iş birliği ile) imal etmiş, büyüklü-küçüklü şehirlerimizin telefon irtibatlarının sağlanması ve abone sayılarının çoğaltılmasında büyük katkılar sağlamıştır.

Yüksek frekanslı haberleşme cihazları sektörü, bir montaj sanayi olarak faaliyete geçmesine rağmen aynı yıllarda ihracat da yapabilen bir özel sektör elektronik sanayi kuruluşu olan TEKNİM, 1970 yılında faaliyete girmiştir. Kalın film tümdevre birimi ile MOS transistör ve tümdevre birimine sahip olan İstanbul Teknik Üniversitesi Mikroelektronik Laboratuvarı'nda; 1974 yılında kalın film teknoloji ile ilk kalın film tümdevreleri, 1977 yılında ise 4 transistörlü MOS dizisi gerçekleştirilmiştir. 1975 yılına gelindiğinde ise Türk Silahlı Kuvvetlerinin haberleşme teçhizatı ihtiyaçlarının giderilmesi ve dışa bağımlılığın ortadan kaldırılması amacıyla Askeri Elektronik Sanayii (ASELSAN) kurulmuştur. 1982 yılında ise

---

<sup>4</sup> TELETAR bünyesinde uluslararası standartlarda kalın ve ince film tümdevre tasarım ve rimi yapılmıştır. 1988-90 arasında dijital telefon santrallerinin kontrol işlemcisi tümdevrelerin tasarımı için bir atılım yapılmıştır. Bu atılımın içinde belki de ülkemizin ilk modern tümdevre tasarımı olan zaman-uzay eşitleyici bir tümdevrenin tasarımı yapılmış, yurtdışında imal ettirilen ilk örnekler başarı ile test edilmiştir. Aynı dönemde mikron altı bir CMOS retim tesisi için fizibilite çalışmaları tamamlanmış ve DPT'ye yatırım desteği için sunulmuştur. TELETAR daha sonra özelleştirilerek Alcatel bünyesine geçmiştir.

havacılık elektroniğı ve aviyonik üretiminin ayrı bir şirket tarafından yapılması uygun görülerek Hava Elektronik Sanayii (HAVELSAN) kurulmuştur.

Yukarıda bahsedilen gelişmelerin yanı sıra TESTAŞ'ın (Türkiye Elektronik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi) Ankara'da 1976 yılında kurulmasıyla, elektronik cihazlar ve yarı iletkenler, direnç, kondansatör gibi bileşenler üretilmesi hedeflenmiştir. Erzurum ve Pasinler'de tesislerin temeli atılmış ve daha sonra Aydın'da direnç ve kondansatör fabrikası kurulmuştur. Yarı iletken imalatı için ABD merkezli bir firma olan EXAR ile lisans anlaşması yapılarak bir üretim hattı ithal edilmiştir. Ancak bu üretim hattı hiç çalıştırılmamış ve eskiyen teknolojiye (bipolar) sahip tesis, 1999 yılında ODTÜ'ye bedelsiz olarak devredilerek Mikroelektronik Üretim Bölgesi haline getirilmiştir. ODTÜ'ye devredilen tesis sayesinde günümüzdeki Mikro-Elektro Mekanik Sistemler Araştırma ve Uygulama Merkezi (ODTÜ-MEMS) faaliyete geçirilmiştir. MEMS teknolojisi, mikroelektronik devreleri mekanik yapılarla entegre etmek için kullanılmakta böylelikle mikrosistemlerin aynı çip üzerinde birleştirilmesi sağlanarak boyut ve maliyeti önemli ölçüde azaltılmaktadır. Merkez günümüzde tümdevre tasarımının yanı sıra savunma, sağlık ve otomotiv sektörlerine yönelik mikro elektro-mekanik sistemler geliştirmektedir.

Ülkemizde tümdevre alanında önemli çalışmalara imza atan bir diğer kurum ise TÜBİTAK olagelmıştır. 1972 yılında TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nin (MAM) kurulması ile başlayan çalışmalar 1998 yılına kadar TÜBİTAK MAM bünyesinde faaliyet gösteren Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Enstitüsü (UEKAE) kurulması ile devam etmiştir. TÜBİTAK UEKAE, günümüzde telsiz iletişim ekipmanlarının birçoğunun yanı sıra güvenli haberleşme sistemleri, gece görüş sistemleri, radarlar gibi kendine özgü veri güvenliği sistemleri ve bu sistemlerde kullanılan özgün tümdevreler (çipler) geliştirmeye başlamıştır.

1983 yılında Mikroelektronik teknolojisi alanında bilgi birikimi sağlamak, bu alanda endüstriye araştırma-geliştirme çalışmaları yapmak, stratejik öneme sahip tümdevreleri üretebilmek amacı ile TÜBİTAK BİLGEM UEKAE bünyesinde Yarı İletken Teknolojisi Araştırma Laboratuvarı (YİTAL) kurulmuştur. 1988-1991 yılları arasında YİTAL'de, CMOS/VLSI tümdevrelerin üretimi için gerekli teknoloji, know-how için herhangi bir para ödenmeden geliştirilmiştir. Ardından YİTAL, teknolojiyi takip ederek gelişmeye devam etmiş ve stratejik öneme sahip cihazlar için yeterli üretimi sağlayacak ölçüde büyümüştür. 1999 yılında UEKAE YİTAL'de ilk millî kripto tümdevresi üretilmiştir.

1989 yılında, beş sanayi şirketi birleşerek İTÜ-ETA Vakfı'nı (İstanbul Teknik Üniversitesi İleri Elektronik Teknolojileri Araştırma ve Geliştirme Vakfı) kurmuştur. Vakıf'ın amacı; Türkiye'deki elektronik sanayi kuruluşlarının ileri teknolojilere erişimini kolaylaştırmak ve bu doğrultuda üniversitelerin bilgi birikiminden ve diğer imkânlarından yararlanmaktır. Vakıf'ın ilk önceliği ise Uygulamaya Özgü Tümdevre (Application Specific Integrated Circuit-ASIC) tasarım teknolojisini Türk Elektronik Sanayisi'ne kazandırmak olarak belirlenmiştir.

Vakfın ASIC Tasarım Merkezi, 1991 yılında İTÜ-KOSGEB Teknoloji Merkezi'nde faaliyete geçmiştir. Zamanla INTER, ARÇELİK, ASELSAN ve AKÇASU şirketlerinin katılımıyla genişleyerek, 2004 yılında AKÇASU Yazılım Sistemleri Ltd. Şti. ile ortak olarak MKR-IC (Mikroelektronik Araştırma, Geliştirme, Tasarım ve Ticaret Ltd. Şti.) kurulmuştur. Bu şirket faaliyetlerini halen İTÜ-KOSGEB Teknoloji Merkezi'nde sürdürmektedir.

İTÜ-ETA Vakfı aracılığıyla kurulan tasarım merkezinde, ASELSAN'ın taleplerini karşılamak üzere, çok yüksek frekanslı devrelerde kullanılan SiGe (silisyum-germanyum) teknolojisiyle yapılmış tümdevrelerin tasarımı yapılmıştır.<sup>5</sup> 2007 yılına gelindiğinde TÜBİTAK BİLGEM tarafından standart 0.35µm CMOS teknolojisine ilave olarak SiGe HBT BiCMOS teknolojisi geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. 2009 yılında, SiGe HBT BiCMOS teknolojisi için gerekli cihazların YİTAL'e ilave edilme ve kurulma çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda 2021 yılında 0.25um 5-metal CMOS ve 0.25um 5-metal SiGe BiCMOS çip üretim teknolojileri geliştirilmiştir.<sup>6</sup>

2013 yılında TÜTEL (Tümdevre Eğitim ve Tasarım Laboratuvarı), Doğu Marmara Kalkınma Ajansı (MARKA) ve TÜBİTAK iş birliği ile kurulmuştur. 2017 yılında TÜBİTAK BİLGEM çatısı altında faaliyetlerine başlayan TÜTEL, mikroelektronik alanında ülkemize önemli bir know-how sağlamayı hedeflemektedir.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, <https://www.emo.org.tr/>

<sup>6</sup> TÜBİTAK BİLGEM, <https://bilgem.tubitak.gov.tr/kronoloji/>

<sup>7</sup> TÜTEL, <https://tutel.bilgem.tubitak.gov.tr/hakkimizda/>

### 3. ÇİP ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNELERİ ÜREten ÖNCÜ ŞİRKETLER

#### 1. ASML (Advanced Semiconductor Materials Lithography)

1984 yılında Advanced Semiconductor Materials International ASMI ve Philips şirketlerinin ortak girişimi ile Hollanda’da kurulan ASML (Advanced Semiconductor Materials Lithography) çok uluslu bir şirkettir. Çip üretiminde ihtiyaç duyulan litografi makinelerinin geliştirilmesi ve üretimi konusunda uzmanlaşan ASML, günümüzde kullanılan her bir işlemci çipinin üretilebilmesi için gerekli olan ekstrem ultraviyole litografi (Extreme Ultraviolet Lithography-EUV) makinelerinin imalat tekeline sahiptir.<sup>8</sup>

Çiplerin üretiminde kullanılan makineleri üreten ASML, bir çipin değerini artırmak ve maliyetini düşürmek amacıyla gerekli olan tüm unsurları (donanım, yazılım ve hizmetler vb.) sağlamaktadır. ASML’nin cihazları şu şekildedir:

- ***Ekstrem Ultraviyole Litografi Cihazı (Extreme Ultraviolet Lithography-EUV)***

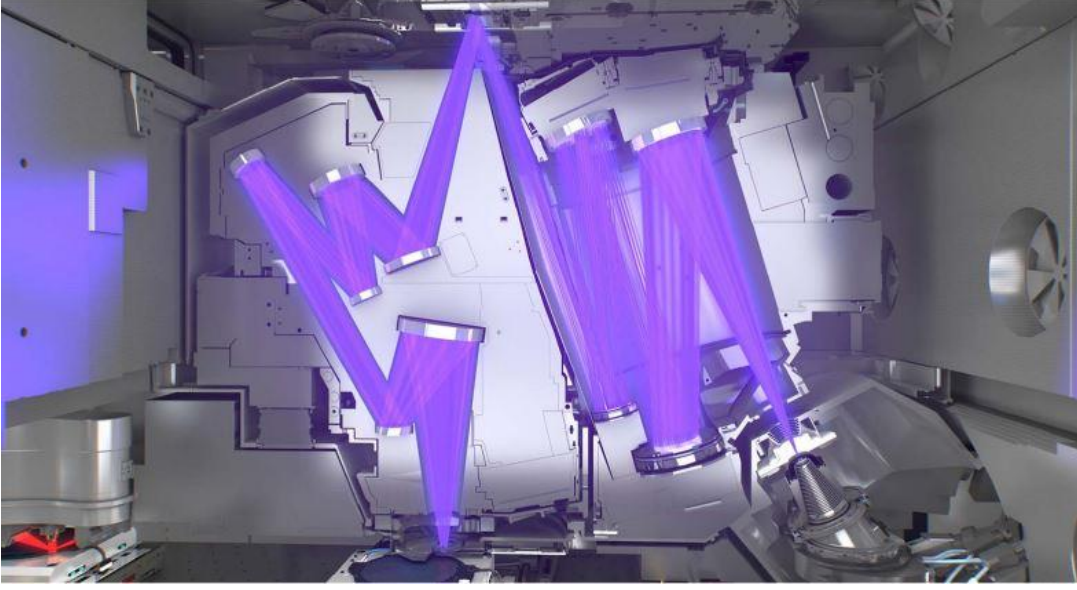
“Ekstrem ultraviyole” anlamına gelen EUV, ışığın dalga boyunu ifade etmektedir. Çip üretim aşamasında elektronik devre elemanlarını içeren desenleri en ince ayrıntılarına kadar bir alt katman üzerine aktarmak için kullanılan EUV cihazı, tek bir çip üzerine daha fazla transistör yerleştirebildiği için söz konusu çiplerin uygun maliyetle seri olarak üretilebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca daha fazla işlemci gücüne ve yüksek performansa sahip olan EUV litografi daha az enerji tüketmektedir. Tamamen ASML’ye özgü bir teknoloji olan EUV litografi, 13,5 nanometre dalga boyunda EUV ışığı elde etmektedir. Ek olarak, yarı iletken sektörüne öncülük etmekte ve bu alanda en ileri teknolojiyi mümkün kılmaktadır.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Tarasov, Katie. “ASML is the only company making the \$200 million machines needed to print every advanced microchip. Here’s an inside look”, <https://www.cnn.com/2022/03/23/inside-asml-the-company-advanced-chipmakers-use-for-euv-lithography.html> adresinden 11.04.2023 tarihinde erişildi.

<sup>9</sup> ASML-EUV Lithography Systems, <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems> adresinden 11.04.2023 tarihinde erişildi.

Şekil 1: Ekstrem Ultraviyole Litografi Cihazı



**Kaynak:** ASML 2022 Annual Report, <https://www.asml.com/en/investors/annual-report/2022> adresinden 11.04.2023 tarihinde erişildi.

- **Derin Ultraviyole Litografi Cihazı (Deep ultraviolet- DUV)**

DUV litografi cihazları yarı iletken endüstrinin önemli cihazlarından. Çok sayıda pazar segmentine destek veren DUV cihazları günümüzde birçok elektronik cihazda kullanılan çiplerin üretiminde katmanların çoğunun desenlerini bir alt katmana aktarabilmektedir. DUV cihazları, yarı iletken endüstrisinde mevcut olan tüm dalga boyları için; su kullanılan (immersion<sup>10</sup>) ve kuru/su kullanılmayan (dry<sup>11</sup>) litografi çözümleri sunmaktadır. ArF lazeri (Argon fluoride laser), immersion litografi yöntemi ile 193 nanometre dalga boyu kullanmaktadır. KrF lazeri (Krypton fluoride laser) ise dry litografi yöntemi ile 248 nanometre dalga boyu kullanmaktadır. i-line teknolojisi<sup>12</sup> ile ise 365 nanometre dalga boyu kullanılmaktadır. Bu sistemler çeşitli yarı iletken çiplerin üretilmesinde kullanılmakta ve endüstrinin hem maliyet hem de enerji açısından verimli ölçeklendirilmesini sağlamaktadır. Su kullanan ve kullanmayan (kuru) cihazlar, EUV ile birlikte en gelişmiş mantık ve bellek çiplerinin yüksek hacimli üretimi için sektöre öncülük etmektedir.<sup>13</sup>

<sup>10</sup> **Su kullanılan litografi (immersion litografi);** yarı iletken üretiminde kullanılan bir fotolitografi tekniğidir. Fotolitografi işlemlerinin çözünürlüğünü ve kalıp doğruluğunu artırmaktadır. Fotolitografi sırasında projeksiyon lensi ile yonga (wafer) arasında deiyonize su (iyonlarından uzaklaştırılan su) içeren bir sıvı kullanılmaktadır.

<sup>11</sup> **Kuru/su kullanılmayan litografi (dry litografi),** yarı iletken üretiminde kullanılan bir fotolitografi tekniğidir. Dry litografide ıslak kimyasal çözeltiler kullanılmamaktadır.

<sup>12</sup> **i-line teknolojisi,** yarı iletken üretiminde silikon levhalar üzerindeki tümdevreleri modellemek için kullanılan bir fotolitografi tekniğini ifade etmektedir.

<sup>13</sup> ASML 2022 Annual Report, <https://www.asml.com/en/investors/annual-report/2022> adresinden 11.04.2023 tarihinde erişildi.



Şekil 2: Derin Ultraviyole Litografi Cihazı (Deep ultraviolet-DUV)



**Kaynak:** ASML 2022 Annual Report, <https://www.asml.com/en/investors/annual-report/2022> adresinden 11.04.2023 tarihinde erişildi.

## 2. Canon

1937 yılında kurulan Canon, yarı iletkenlerin ve diğer mikroelektronik cihazların üretiminde kullanılan litografi ekipmanlarının üreticisi konumundadır. Canon'un FPA (Fine Pattern Aligner) serisi i-line ve DUV litografi cihazları; tümdevreler, sabit (hard) disk okuma ve yazma kafası<sup>14</sup>, mikroeletromekanik sistem (MEMS) cihazları, görüntü sensörleri, güç cihazları ve ışık yayan diyot (light emitting diode-LED) gibi yüksek teknolojiye sahip cihazların üretiminde kullanılmaktadır.<sup>15</sup>

## 3. SMEE (Shanghai Micro Electronics Equipment (Group) Co., Ltd.

2002 yılında kurulan Shanghai Micro Electronics Equipment (Group) Co. (Shanghai Micro Electronics Equipment-SMEE); FPD paneller, MEMS, LED ve güç cihazları için yarı iletken ekipmanların ve üst düzey akıllı ekipmanların araştırma, tasarım, üretim, satış ve teknik hizmetlerine yönelik faaliyet göstermektedir.

<sup>14</sup> **Sabit disk okuma ve yazma kafası**, sabit diskin diskten veri okumaktan ve diske veri yazmaktan sorumlu olan belirli bir fiziksel parçasıdır.

<sup>15</sup> Canon Industrial Products Enabling a World of Innovations, [https://www.usa.canon.com/content/dam/canon-assets/category-sub-category-assets/industrial/modules/industrial-products-catalog/Industrial\\_Brochure\\_2020-reduced.pdf](https://www.usa.canon.com/content/dam/canon-assets/category-sub-category-assets/industrial/modules/industrial-products-catalog/Industrial_Brochure_2020-reduced.pdf) adresinden 7 Haziran 2023 tarihinde erişildi.

#### 4. Nikon

Yarı iletkenlerin gelişimine katkı sağlayan Nikon; “projeksion lensinin çözünürlük yeteneği” ve “hızalama hassasiyeti” teknolojileri ile yarı iletken litografi makineleri üretmektedir. Nikon’un su kullanılan, kuru/su kullanılmayan ve ekstrem ultraviyole litografi cihazları, yarı iletken kontrol sistemleri ve i-line teknolojisi şirketin ürün çeşitliliğini genişletmektedir. MEMS ve LED için özel olarak geliştirilmiş litografi çözümlerine sahip olan Nikon bunlara ek olarak, görüntü sensörü denetimi için özel aydınlatma sistemleri de dâhil olmak üzere gelişmiş yarı iletken denetim ekipmanı sunmaktadır.<sup>16</sup>

#### 4. DÜNYADA ÇİP ÜRETİMİ

Tümdevre, mikroelektronik çip veya bilgisayar çipi olarak da bilinen yarı iletkenler; veri depolayan, taşıyan ve işleyen milyarlarca bileşenden oluşan küçük elektronik cihazlardır. Tüm bu işlevler, silicon (Si) ve silicon-germanium (SiGe)<sup>17</sup> gibi yarı iletken malzemeler ile elektrik devrelerinin hassas bir şekilde kontrol edilmesini sağlayan kendine has özellikleri sayesinde mümkün olmaktadır.<sup>18</sup>

Yarı iletkenler, yazılım uygulamalarını çalıştırmak ve dijital verileri geçici olarak saklamak gibi farklı birçok amaç için kullanılmaktadır. Cep telefonları, oyun bilgisayarları, uçak aviyonikleri<sup>19</sup>, endüstriyel makineler, askeri ekipman ve silahlar da dâhil olmak üzere birçok ürünün veri depolama ve iletişim yeteneklerini sağlamaktadır. Üretim ekipmanları gibi temeli mekanik sistemlere dayanan birçok ürün büyük ölçüde çip tabanlı elektroniklere bağlıdır. Çipler; yapay zekâ, bulut bilişim, 5G, nesnelerin interneti (Internet of Things-IoT), büyük veri, analitik ve süper bilgisayarlar gibi gelişmekte olan teknolojik uygulamalar için oldukça önemlidir.<sup>20</sup>

---

<sup>16</sup> Nikon, <https://www.nikonprecision.com/products-and-technology/>

<sup>17</sup> **Silikon germanyum (SiGe)**, kablosuz uygulamalar için üretilmiş bir yarı iletken teknolojisidir.

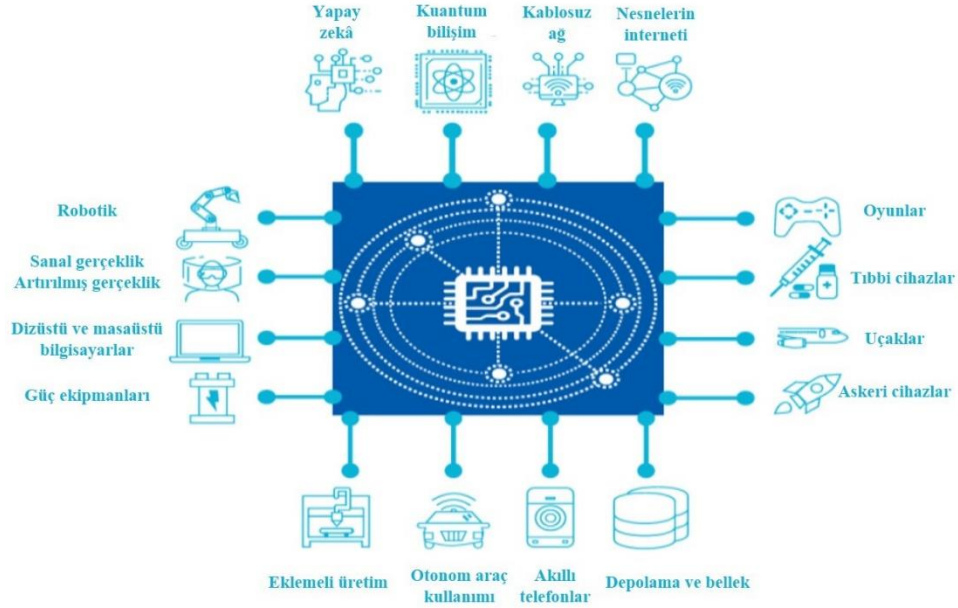
<sup>18</sup> Platzer, Michaela D., Sutter, Karen M., Sargent Jr, John F. (2020). Semiconductors: U.S. Industry, Global Competition, and Federal Policy.

<sup>19</sup> **Uçakta aviyonik;** "Havacılık" ve "elektronik" terimlerinin gerçek bir karışımı olan bir hava aracına veya uzay aracına kurulan aviyonik, motor kontrollerini, uçuş kontrol sistemlerini, navigasyonu, iletişimi, uçuş kayıt cihazlarını, aydınlatma sistemlerini, tehdit algılamayı, yakıt sistemlerini, elektro-optiği içermektedir.

<sup>20</sup> Platzer, Michaela D., Sutter, Karen M., Sargent Jr, John F. (2020). Semiconductors: U.S. Industry, Global Competition, and Federal Policy.



Şekil 3: Yarı İletkenlerin Geleceği



**Kaynak:** Alex Capri, “Semiconductors at the Heart of the U.S.-China Tech War: How a New Era of TechnoNationalism is Shaking Up Semiconductor Value Chains,” Hinrich Foundation, January 2020, p. 13.

Son teknoloji ürünü mikroçipin imalatı, insanoğlunun en büyük teknolojik başarılarından biridir. Örneğin; 3 nanometre minimum boyutlarda yapılar içeren bir tümdevreyi neredeyse sıfır hata payıyla tasarlamak ve seri üretime geçirmek dünya üzerindeki kapsamlı bilgiye dayalı süreçlerden birinin sonucudur. Ar-Ge maliyetlerinin milyarlarca dolara ulaştığı bu dinamik ortamda az sayıda çok uluslu şirket rekabet edebilmektedir.<sup>21</sup>

Çiplere olan ihtiyacın artması ve çiplerin dünya ekonomisinde rolünün hızla büyümesi, günümüzde çip endüstrisini küresel anlamda önemli bir konuma taşımıştır. COVID-19 pandemisi ile birlikte çiplere olan talebin öngörülenin üzerinde olması, çip üretiminin stratejik açıdan taşıdığı değeri daha da artırmıştır. Çip tedarikçileri bu süreçte hem üretim miktarını artırmak hem de yoğun çip talebini karşılamak için şirket birleşmeleri, şirket alımları ve yatırımlarını artırma gibi çeşitli yönetimsel kararlara başvurmuştur. Çip üretimi veya çip tasarımı yapan başlıca firmalar:

<sup>21</sup> Alex Capri, “Semiconductors at the Heart of the U.S.-China Tech War: How a New Era of TechnoNationalism is Shaking Up Semiconductor Value Chains,” Hinrich Foundation, January 2020, p. 13.



|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Taiwan Semiconductor Manufacturing - TSMC</b>                    | Farklı uygulamalarda kullanılan mikroçipleri tasarlayan, geliştiren ve üreten TSMC 1987 kurulmuştur.<br>TSMC, dünyanın en büyük özel yarı iletken üretim tesisi olarak 2022 yılında uluslararası çok sayıda büyük ölçekli müşteriye hizmet sunmuş ve yüksek performanslı bilgi işlem, akıllı telefonlar, nesnelerin interneti (IoT), otomotiv ve dijital tüketici elektroniği dâhil çeşitli son pazarları kapsayan uygulamalar için 12.698 ürün üretmiştir. <sup>22</sup>                                                                                                                                                       |
| <b>Semiconductor Manufacturing International Corporation - SMIC</b> | SMIC, tümdevre üretim ve teknoloji hizmetleri sunan bir yarı iletken üreticisidir.<br>Çin’de bulunan SMIC; üretim kapasitesi, üretim ölçeği ve sunduğu hizmetlerle sektörün öncüleri arasındadır. <sup>23</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Intel</b>                                                        | 1968 yılında yarı iletken çip üreticisi olarak faaliyete başlayan Intel, 1971 yılında ticari olarak kullanılabilir ürünler üretmeye başlamıştır.<br>1990’lı yıllarda çip ve ekran kartları ile birlikte ana kartlar üretmiştir.<br>Birçok bilgisayar sistemi üreticisine mikroişlemci tedarik etmekte ve ayrıca ağ arabirim denetleyicileri (Network Interface Controllers-NIC), tümdevreler, flash bellekler, gömülü işlemciler, haberleşme ve bilgi işlemle ilgili diğer aygıtları da üretmektedir. <sup>24</sup><br>Intel’in dünya çapında 10 lokasyonda üretim yapan 15 fabrikası (wafer fabs) bulunmaktadır. <sup>25</sup> |
| <b>Nvidia</b>                                                       | Nvidia, 1993 yılından itibaren hızlandırılmış bilgi işlem alanında öncü konumdadır.<br>Şirketin 1999 yılında grafik işlemci birimini (Graphics Processing Unit-GPU) icat etmesi bilgisayar oyun pazarının büyümesini sağlamıştır.<br>Şirket, GPU’ların yanı sıra mobil cihazlar ve otomotiv sektörü için çip üzerinde sistemler (Systems-on-Chip-SoC) üretmektedir. <sup>26</sup>                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Micron Technology Inc.</b>                                       | Micron Technology, flash belleklerin yanı sıra tekrar yazılabilir disk (Compact Disc-Rewritable-CD-RW) depolama çözümleri de dâhil olmak üzere bellek çipleri geliştirmiş öncü şirketlerden biridir.<br>Bilgi İşlem ve Ağ İş Birimi (Compute & Networking Business Unit-CNBU), Mobil İş Birimi (Mobile Business Unit-MBU), Depolama İş Birimi (Storage Business Unit -SBU) ve Gömülü İş Birimi (Embedded Business Unit-EBU) alanlarda faaliyet göstermektedir.<br>Micron’un ürünleri; bilgisayarlarda, tüketici elektroniğinde, otomobillerde, iletişimde ve sunucularda kullanılmaktadır. <sup>27</sup>                        |

<sup>22</sup> TSMC, [https://www.tsmc.com/english/aboutTSMC/company\\_profile](https://www.tsmc.com/english/aboutTSMC/company_profile)

<sup>23</sup> SMIC, [https://www.smics.com/en/site/about\\_summary](https://www.smics.com/en/site/about_summary)

<sup>24</sup> Intel, <https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/intels-founding.html>

<sup>25</sup> Intel, <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000089875/programs/intel-corporation.html>

<sup>26</sup> Nvidia Newsroom, (2023, 21 Mart). “NVIDIA, ASML, TSMC and Synopsys Set Foundation for Next-Generation Chip Manufacturing”, 9 Haziran 2023 tarihinde <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-asml-tsmc-and-synopsys-set-foundation-for-next-generation-chip-manufacturing> adresinden erişildi.

<sup>27</sup> Investopedia, “MICRON TECHNOLOGY, INC”, 9 Haziran 2023 tarihinde <https://www.investopedia.com/markets/quote?tvwidsymbol=mu> adresinden erişildi.



|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Qualcomm</b>                           | Qualcomm, merkezi Kaliforniya’da bulunan çok uluslu bir Amerikan şirkettir.<br>Şirket kablosuz teknoloji ile ilgili yarı iletken ürünler, yazılımlar üretmektedir. Ayrıca otomobil, saat, dizüstü bilgisayar, Wi-Fi, akıllı telefon ve diğer cihazlar için yarı iletken bileşenler veya yazılımlar geliştirmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Advanced Micro Devices, Inc. - AMD</b> | 1969 yılında kurulan AMD, bilgisayar işlemciliğinde kullanılan yarı iletken aygıtların üretiminde uzmanlaşmış küresel bir şirkettir.<br>Merkezi Kaliforniya’da bulunan şirket, mikroişlemcilerin (bilgisayar çipleri) önemli bir tedarikçisidir.<br>Ayrıca şirket flash bellekler, GPU, ana kart çip seti ve tüketici elektroniği ürünlerinde kullanılan çeşitli bileşenler üretmektedir. <sup>28</sup>                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Broadcom</b>                           | 1991 yılında kurulan Broadcom, Kaliforniya’da bulunan halka açık bir Amerikan şirkettir.<br>Şirketin yarı iletkenler üretme konusundaki deneyimi bilgisayarlardan akıllı telefonlara kadar çeşitlilik göstermektedir. Ayrıca onlarca büyük şirket için üretim yapmaktadır. Broadcom’un ürünlerine olan talebin büyük bir bölümünü, çiplerinin şifreleme gerektiren görevleri hızlandırabilme özelliği oluşturmaktadır. Birçok şirket için bu çipler e-ticarete ve güvenli iletişime yardımcı olmaktadır.<br>Broadcom ayrıca birçok akıllı telefonda WiFi desteği sağlama konusunda uzmanlaşmış "BCM43" serisi yongaları da üretmektedir. <sup>29</sup> |
| <b>Texas Instruments Incorporated</b>     | Texas Instruments Incorporated; endüstriyel, otomotiv, kişisel elektronik, iletişim ekipmanları ve kurumsal sistemler gibi pazarlar için analog çipleri ve gömülü işlemcileri tasarlayan, üreten, test eden ve satan küresel bir yarı iletken şirkettir. <sup>30</sup><br>Texas Instruments, 1954 yılında dünyanın ilk ticari silikon transistörünü, 1958 yılında tümdevreyi, 1967 yılında el hesap makinesini ve 1987 yılında dijital ışık işleme çipini (Digital Light Processing-DLP) üreten köklü bir yarı iletken şirkettir. <sup>31</sup>                                                                                                        |
| <b>GlobalFoundries</b>                    | GlobalFoundries, dünyada yarı iletken üreticileri arasında öncü firmalardan biridir.<br>Şirket mobilite, otomotiv, bilgi işlem, kablolu bağlantı, nesnelerin interneti (IoT) ve diğer endüstriyel uygulamalar gibi pazarlar için tümdevreler üretmektedir. <sup>32</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

<sup>28</sup> AMD, <https://www.amd.com/en/technologies/introduction-to-semiconductors>

<sup>29</sup> Flynn, Jack (2023, 10 Nisan). “10 LARGEST SEMICONDUCTOR COMPANIES IN THE WORLD”, 9 Haziran 2023 tarihinde <https://www.zippia.com/advice/largest-semiconductor-companies-world/> adresinden erişildi.

<sup>30</sup> Texas Instruments, ”, 9 Haziran 2023 tarihinde <https://news.ti.com/texas-instruments-breaks-ground-on-new-300-mm-semiconductor-wafer-fabrication-plants-in-sherman-texas> adresinden erişildi.

<sup>31</sup> Flynn, Jack (2023, 10 Nisan). “10 LARGEST SEMICONDUCTOR COMPANIES IN THE WORLD”, 9 Haziran 2023 tarihinde <https://www.zippia.com/advice/largest-semiconductor-companies-world/> adresinden erişildi.

<sup>32</sup> Global Foundries, <https://gf.com/>



|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SK Hynix</b>            | Dünyanın en büyük ikinci bellek çipi üreticisi olan SK Hynix önde gelen yarı iletken tedarikçilerindendir. Dinamik rastgele erişimli bellek (Dynamic Random Access Memory-DRAM) çipleri, flash bellek çipleri (NAND) ve CMOS görüntü sensörleri (CIS) üretmektedir. <sup>33</sup>                                                                                                                                                                     |
| <b>Samsung Electronics</b> | 1969 yılında kurulan Samsung'un yarı iletkenleri, akıllı telefonlar ve tabletler başta olmak üzere elektronik sektöründe tüm alanlarda kullanılmaktadır. Yarı iletkenler dışında lityum-iyon piller, görüntü sensörleri, kamera modülleri de üreten ve dünyanın en büyük yarı iletken üreticilerinden biri olan Samsung <sup>34</sup> , çip üretim tesislerine 2030 yılına kadar 151 milyar ABD doları yatırım yapmayı hedeflemektedir. <sup>35</sup> |
| <b>KIOXIA</b>              | KIOXIA Group, NAND flash bellek üreticilerinden bir tanesidir. KIOXIA, 1987 yılında güç kaynağı gerektirmeyen ilk NAND flash belleğini icat etmiştir. Bu teknoloji günümüzde akıllı telefonlar gibi dijital cihazlardan veri merkezlerine kadar çeşitli alanlarda kullanılmakta olup bilgi toplumunun temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir. <sup>36</sup>                                                                                      |
| <b>Renesas Electronics</b> | Renesas Elektronik Şirketi'nin yüzde yüz iştiraki olan Renesas Semiconductor Manufacturing Co., Ltd. Japonya'da bulunan dört yarı iletken üretim fabrikasının (Naka, Kawashiri, Saijo ve Takasaki) işletmesinden sorumludur. <sup>37</sup>                                                                                                                                                                                                            |
| <b>NXP Semiconductors</b>  | NXP, ABD'de bulunan dört üretim tesisinde mikrodenetleyiciler (Microcontroller Unit- MCU), mikroişlemciler (Microprocessor-MPU), güç yönetimi cihazları, radyo frekansı (Radio Frequency-RF) alıcı-vericileri <sup>38</sup> , amplifikatörler ve sensörler üretmektedir. <sup>39</sup>                                                                                                                                                                |

2022 yılı birçok yarı iletken üründe kıtlık yaşanması sorunu ile başlamıştır. Bu nedenle ürünlerin teslim süreleri uzarken fiyatları artmış ve birçok nihai pazarda elektronik ekipman üretimi azalmıştır. 2022 yılının ikinci yarısında ise küresel ekonomi; yüksek enflasyon, artan faiz oranları, yüksek enerji maliyetleri ve Çin'de devam eden COVID-19 karantinaları baskısı altında hız kesmeye başlamış ve bu durum birçok küresel tedarik zincirini etkilemiştir.

<sup>33</sup> SK Hynix, <https://eng.sk.com/companies/sk-hynix>

<sup>34</sup> Flynn, Jack (2023, 10 Nisan). "10 LARGEST SEMICONDUCTOR COMPANIES IN THE WORLD", 9 Haziran 2023 tarihinde <https://www.zippia.com/advice/largest-semiconductor-companies-world/> adresinden erişildi.

<sup>35</sup> Berger, R. O. L. A. N. D. (2023). Trend compendium 2050—Six megatrends that will shape the world. Sources, 1, 2023-2027.

<sup>36</sup> KIOXIA, <https://europe.kioxia.com/en-europe/about.html>

<sup>37</sup> Renesas, <https://www.renesas.com/us/en/about/profile/global/rsmc>

<sup>38</sup> **Radyo frekansı (RF) alıcı-vericileri**, radyo sinyallerini hem gönderebilen hem de alabilen elektronik cihazlardır. RF alıcı-vericileri içeren yaygın cihazlar arasında telsizler, kablosuz telefonlar ve kablosuz ağ kullanabilen bilgisayarlar bulunmaktadır.

<sup>39</sup> NXP, "NXP in the United States", 9 Haziran 2023 tarihinde <https://www.nxp.com/company/about-nxp/worldwide-locations/united-states:USA#:~:text=NXP%20owns%20and%20operates%20four,RF%20transceivers%2C%20amplifiers%20and%20sensors> adresinden erişildi.

Tüketiciler de harcamalarını azaltarak bilgisayar ve akıllı telefon talebini düşürmüştür. Ardından işletmeler küresel bir durgunluk beklentisiyle harcamalarını azaltmaya başlamış ve tüm bunlar yarı iletken endüstrisinin büyümesini olumsuz etkilemiştir.

Gartner tarafından açıklanan verilere göre, 2021 yılında 595 milyar ABD doları olan dünya çapındaki yarı iletken geliri 2022 yılında %1,1 artarak 601,7 milyar ABD doları olmuştur. En büyük 25 yarı iletken tedarikçisinin toplam geliri 2022 yılında %2,8 artarak pazarın %77,5'ini oluşturmuştur.

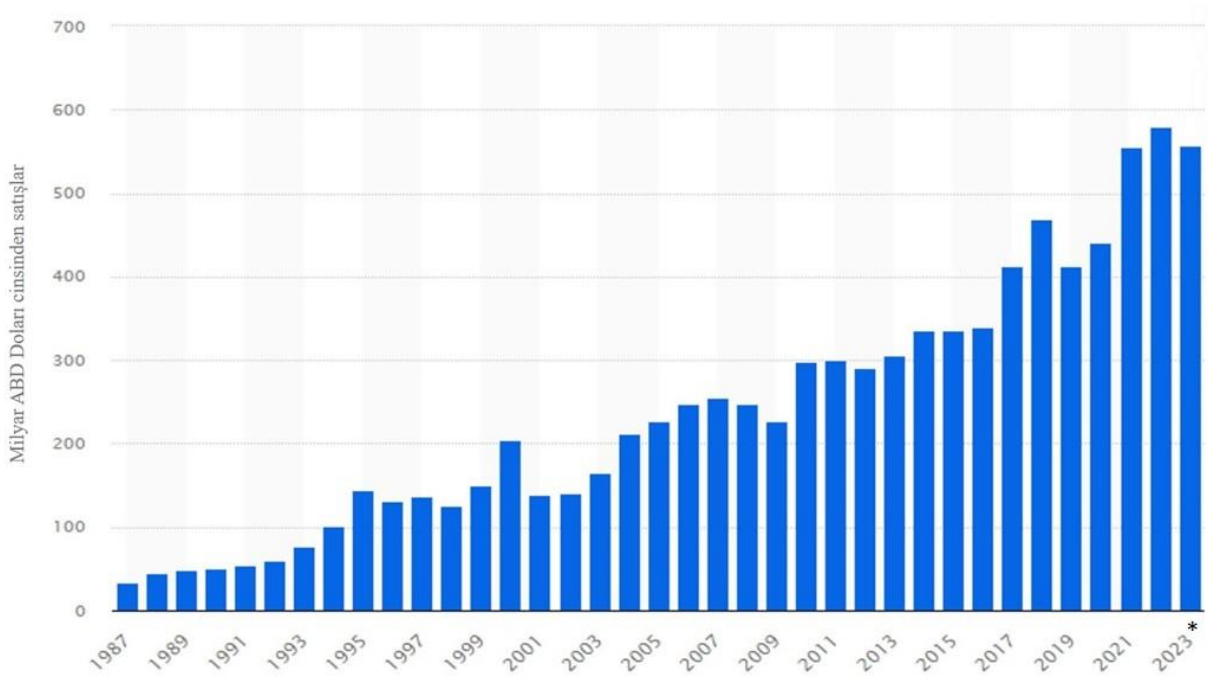
Tablo 1: Dünya Çapında Gelirlerine Göre İlk 10 Yarı İletken Tedarikçisi (milyon ABD doları)

| 2022 Sıralama | 2021 Sıralama | Tedarikçi           | 2022 Gelirleri | 2022 Pazar Payı (%) | 2021 Gelirleri | 2021-2022 Büyüme (%) |
|---------------|---------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------------|
| 1             | 1             | Samsung Electronics | 65,585         | 10,9                | 73,197         | -10,4                |
| 2             | 2             | Intel               | 58,373         | 9,7                 | 72,536         | -19,5                |
| 3             | 3             | SK Hynix            | 36,229         | 6,0                 | 37,192         | -2,6                 |
| 4             | 5             | Qualcomm            | 34,748         | 5,8                 | 27,093         | 28,3                 |
| 5             | 4             | Micron Technologies | 27,566         | 4,6                 | 28,624         | -3,7                 |
| 6             | 6             | Broadcom            | 23,811         | 4,0                 | 18,793         | 26,7                 |
| 7             | 10            | AMD                 | 23,285         | 3,9                 | 16,299         | 42,9                 |
| 8             | 8             | Texas Instruments   | 18,812         | 3,1                 | 17,272         | 8,9                  |
| 9             | 7             | MediaTek            | 18,233         | 3,0                 | 17,617         | 3,5                  |
| 10            | 11            | Apple               | 17,551         | 2,9                 | 14,580         | 20,4                 |
|               |               | Diğerleri           | 277,501        | 46,1                | 271,749        | 2,1                  |
| Toplam Pazar  |               |                     | 601,694        | 100                 | 594,952        | 1,1                  |

**Kaynak:** STAMFORD, Conn., (2023, 17 Ocak). “Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 1.1% in 2022”, 7 Haziran 2023 tarihinde <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-01-17-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-one-percent-in-2022> adresinden erişildi.

Tablo 1’de görüldüğü üzere Samsung Electronics’in başta bellek ve NAND flash<sup>40</sup> satışlarının azalmasıyla birlikte gelirinin 2022 yılında %10,4 oranında düşmesine rağmen listede ilk sıradaki yerini korumuştur. %9,7 pazar payı ile ikinci sıradaki yerini değiştirmeyen Intel’in ise tüketici bilgisayar pazarındaki önemli düşüş ve temel x86 işlemci alanındaki güçlü rekabet nedeniyle gelirlerinde %19,5 azalma yaşanmıştır. AMD, yıllık %42,9’luk gelir artışıyla onuncu sıradan yedinci sıraya yükselmiştir.<sup>41</sup>

*Grafik 1: 1987'den 2023'e Kadar Dünya Çapında Yarı İletken Pazar Büyüklüğü*



\* Tahmini değerdir.

**Kaynak:** Statista, <https://www.statista.com/statistics/266973/global-semiconductor-sales-since-1988/> adresinden 07.06.2023 tarihinde erişildi.

Yarı iletkenler, elektronik cihazların önemli bileşenleridir ve sektörün rekabeti oldukça yüksektir. Statista tarafından Kasım 2022’de yayımlanan verilere göre; 2022 yılında yarı iletken satışları dünya genelinde 580,13 milyar ABD dolarına ulaşmış ve yıllık büyüme oranı ise %4,4’e yükselmiştir.<sup>42</sup>

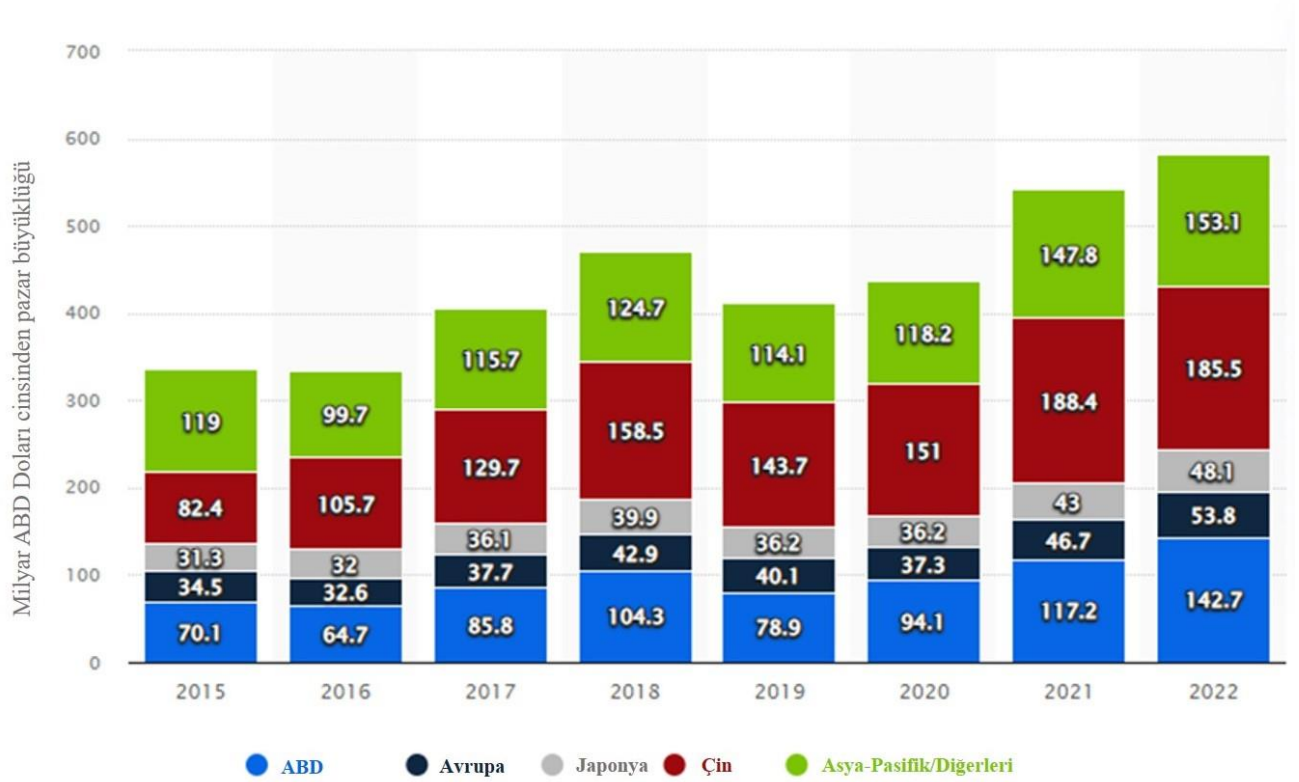
<sup>40</sup> NAND flash, verileri tutmak için güç gerektirmeyen bir tür depolama teknolojisidir.

<sup>41</sup> STAMFORD, Conn., (2023, 17 Ocak). “Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 1.1% in 2022”, 7 Haziran 2023 tarihinde <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-01-17-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-one-percent-in-2022> adresinden erişildi.

<sup>42</sup> Statista, “Semiconductor market size worldwide from 1987 to 2023”, 7 Haziran 2023 tarihinde <https://www.statista.com/statistics/266973/global-semiconductor-sales-since-1988/> adresinden erişildi.



Grafik 2: 2015'ten 2022'ye Kadar Dünya Çapında Bölgelere Göre Yarı İletken Satışları



**Kaynak:** Statista, <https://www.statista.com/statistics/249509/forecast-of-semiconductor-revenue-in-the-americas-since-2006/> adresinden 07.06.2023 tarihinde erişildi.

Statista tarafından Kasım 2022’de yayımlanan verilere göre; 2022 yılında Çin 185,5 milyar ABD doları ile yarı iletken satışlarında dünya çapında en büyük paya sahip olurken, Asya Pasifik Bölgesi’nin geri kalanı 153,1 milyar ABD doları yarı iletken satışı kaydetmiştir.<sup>43</sup> Amerika kıtasındaki yarı iletken satışlarından elde edilen gelir ise 142,7 milyar ABD dolarıdır.<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Çin hem çip endüstrisi alanında kendi kendine yetebilmek için hem de teknolojik ilerlemelerini yavaşlatmayı amaçlayan ABD eylemlerine engel olabilmek için 143 milyar ABD doları değerinde destek paketi üzerinde çalışmaktadır. (Berger, R. O. L. A. N. D. (2023). Trend compendium 2050—Six megatrends that will shape the world. Sources, 1, 2023-2027.)

<sup>44</sup>Statista, “Semiconductor sales worldwide from 2015 to 2022, by region”, 7 Haziran 2023 tarihinde <https://www.statista.com/statistics/249509/forecast-of-semiconductor-revenue-in-the-americas-since-2006/> adresinden erişildi.

Çip endüstrisi alanında faaliyet gösteren beş büyük çip üreticisi olan Bosch GmbH, Infineon Technologies AG, Nordic Semiconductor, NXP Semiconductors ve Qualcomm Technologies tarafından RISC-V'nin<sup>45</sup> mimarisinin benimsenmesinin hızlandırılması amacıyla ortak bir girişime imza atılmıştır. Söz edilen 5 büyük çip üreticisi sahip oldukları finansman ve bilgi birikimlerini RISC-V ile paylaşarak Almanya'da yeni bir şirket kurmayı ve RISC-V'yi yeni cihazlar ve mikroçipler için uygun bir ileri teknoloji haline getirmeyi amaçlamaktadır. Öncelikli olarak otomotiv sektörüne yönelik çözümler geliştirilmesinin planlandığı, ilerleyen dönemlerde ise mobil ve Nesnelerin İnterneti (IoT) alanlarına odaklanılacağı ifade edilmiştir. Faaliyete geçirilmesi planlanan yeni şirketin daha geniş bir sektörel yelpazede kullanılmak üzere yeni RISC-V çiplerinin referans tasarımları için çalışması ve fiili olarak çip üretmek yerine danışmanlık hizmeti sağlaması öngörülmektedir. Şirket, RISC-V ISA'ya<sup>46</sup> dayalı yeni çip tasarımları üretmeyi ve üçüncü taraf kuruluşlara yeni bir endüstri standardı olarak benimseme fırsatı sunmayı amaçlamaktadır.<sup>47</sup>

## 5. YARI İLETKEN ENDÜSTRİSİNİN KÜRESEL DURUMU

Yarı iletken endüstrisi, ileri teknolojilerin temelini oluşturan ve birçok sektörde kullanılan yarı iletken bileşenlerin üretimine odaklanan büyük bir sektördür. Yarı iletkenler, elektronik cihazların temel bileşenlerini oluşturan malzemeler olup; tüketici elektroniği, telekomünikasyon, otomotiv, savunma, sağlık ve endüstriyel sektörlerde geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Son yıllarda daha çok önem kazanan yarı iletken endüstrisi yüksek büyüme potansiyeli taşımaktadır. Bu büyümede, mobil cihazların ve akıllı ev sistemlerinin yaygınlaşması, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi yeni teknolojilerin ortaya çıkışı, otonom araçların gelişimi ve veri merkezi ihtiyacının artması gibi faktörler etkili olmuştur. Bununla birlikte, enerji verimliliği, yüksek hızlı iletişim ve daha küçük boyutlu bileşenler gibi talepler, yarı iletken endüstrisinde yeni inovasyonları teşvik etmektedir.

---

<sup>45</sup> RISC-V “Reduced Instruction Set Computer – Five”, açık kaynaklı bir komut seti mimarisi (Instruction Set Architecture-ISA) ve işlemci tasarımıdır.

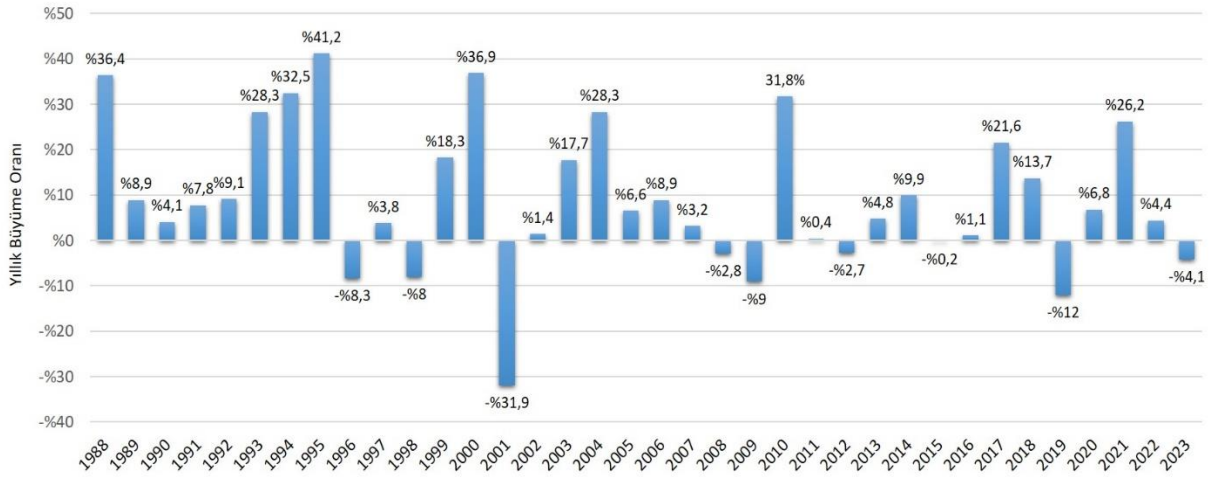
<sup>46</sup> ISA, bir bilgisayarın merkezi işlem biriminin yürütebileceği komut setini ve bu komutların makinede kodlanma şeklini tanımlamaktadır.

<sup>47</sup> Qualcomm, (2023, 4 Ağustos). “Leading Semiconductor Industry Players Join Forces to Accelerate RISC-V”, 09 Ağustos 2023 tarihinde [https://www.qualcomm.com/news/releases/2023/08/leading-semiconductor-industry-players-join-forces-to-accelerate?utm\\_campaign=DonanimHaber&utm\\_medium=referral&utm\\_source=DonanimHaber](https://www.qualcomm.com/news/releases/2023/08/leading-semiconductor-industry-players-join-forces-to-accelerate?utm_campaign=DonanimHaber&utm_medium=referral&utm_source=DonanimHaber) adresinden erişildi.

Küresel yarı iletken endüstrisi oldukça yüksek rekabete sahip bir sektördür. Önde gelen yarı iletken şirketleri Ar-Ge faaliyetlerine büyük yatırımlar yapmakta ve sürekli olarak yeni teknolojiler geliştirmek için çalışmalarını sürdürmektedir. Ayrıca, üretim süreçlerini iyileştirmek, maliyetleri düşürmek ve daha yüksek verimlilik elde etmek için çalışmalar yürütülmektedir.

Gelecekte daha küçük, daha hızlı ve daha güçlü yarı iletken bileşenlerin geliştirilmesi ve yeni uygulama alanlarının keşfedilmesiyle birlikte yarı iletken endüstrisinin büyümesi beklenmektedir.

*Grafik 3: 1988'den 2023'e Küresel Yarı İletken Endüstrisi Gelir Artışı*



**Kaynak:** Statista,

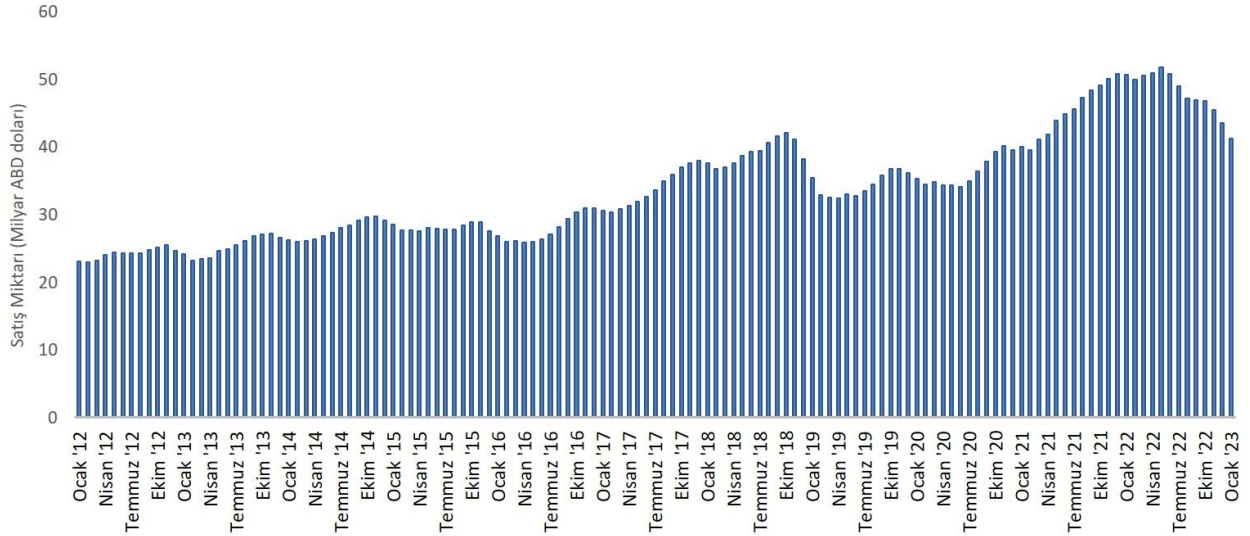
<https://www.statista.com/statistics/266976/forecast-revenue-growth-in-the-semiconductor-industry-worldwide/> adresinden 01.06.2023 tarihinden erişildi.

Grafik 3'te yer alan ve Statista tarafından Kasım 2022'de yayımlanan verilere göre; 2022 yılında küresel yarı iletken endüstrisi, pazarın 2019 yılında yaşadığı %12'lik düşüşün ardından bir başka toparlanma yılı olan 2021'e kıyasla %4,4 oranında büyüme göstermiştir. 2019'daki düşüş, başta Samsung'un yarı iletken gelirleri olmak üzere en büyük satıcıların çoğunu olumsuz etkileyen bellek pazarındaki gerilemenin bir neticesidir.

Intel, satış geliri açısından düzenli olarak önde gelen küresel yarı iletken şirketleri arasında yer almaktadır. 2022 yılında Intel'in yarı iletken pazar payı % 9,7'dir. ABD merkezli diğer önemli yarı iletken şirketleri arasında yer alan; otomotiv ve akıllı telefon pazarları için bir dizi yarı iletken ürün geliştiren Qualcomm'un yarı iletken geliri ise 2022 yılında 34,8 milyar ABD dolarına ulaşmış ve bu da şirketin bir önceki yıl elde ettiğinden 7 milyar ABD doları daha fazladır.



Grafik 4: 2012'den 2023'e Dünya Çapında Aylara Göre Yarı İletken Satışları

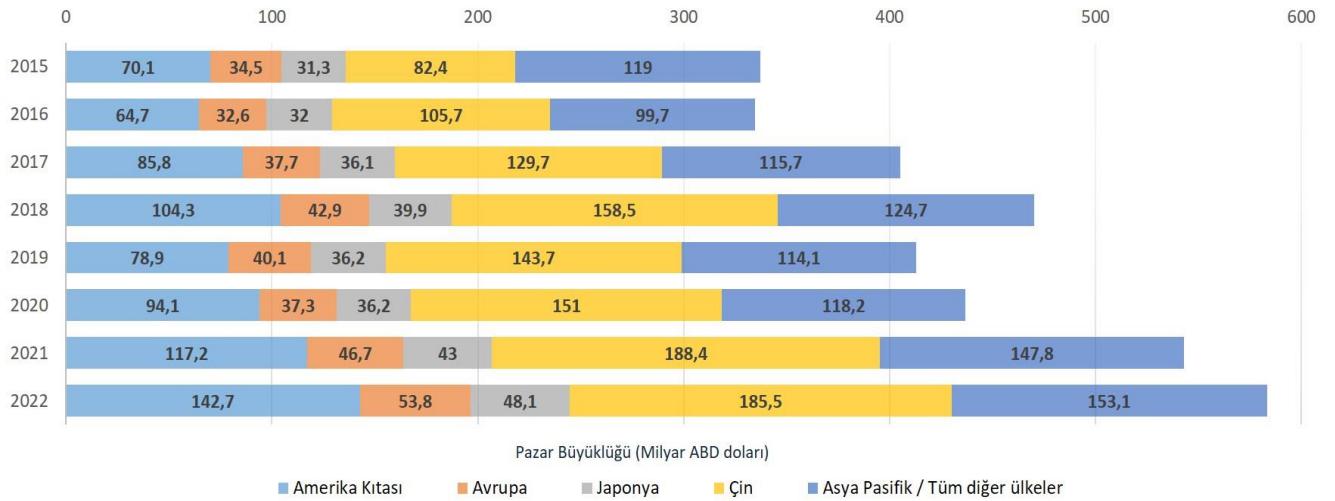


**Kaynak:** Statista,

<https://www.statista.com/statistics/277404/global-semiconductor-sales-by-month/> adresinden 01.06.2023 tarihinden erişildi.

Grafik 4'te yer alan ve Statista tarafından Kasım 2022'de yayımlanan verilere göre; Ocak 2023'te küresel yarı iletken satışları toplam 41,33 milyar ABD doları olmuş ve iki yılın en düşük aylık değerine ulaşmıştır. Ocak 2023 değeri, Ocak 2022'de gözlemlenen 50,74 milyar ABD dolarına kıyasla yıllık bazda %18,5'lik bir düşüşü temsil etmektedir.

Grafik 5: 2015'ten 2022'ye Dünya Çapında Bölgelere Göre Yarı İletken Satışları



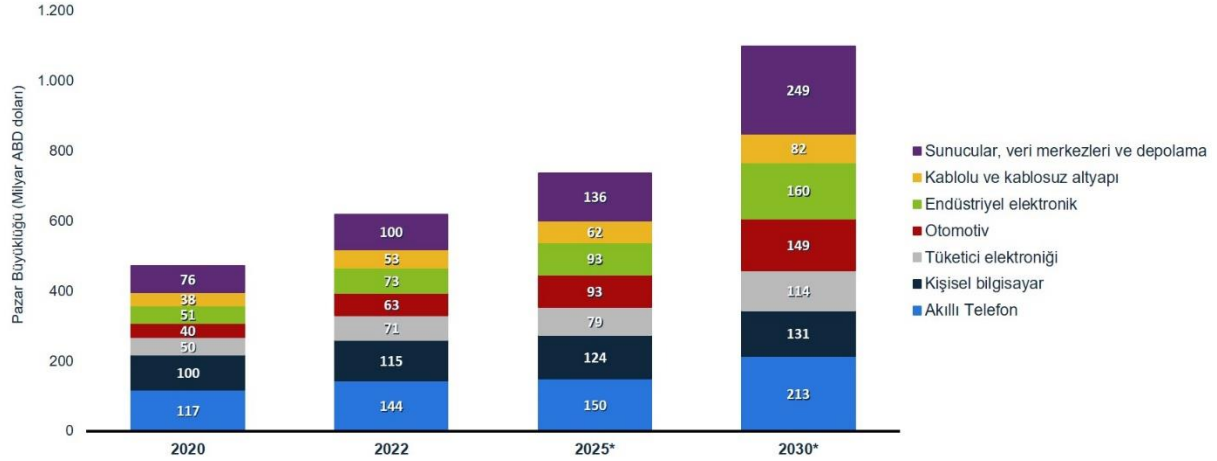
**Kaynak:** Statista,

<https://www.statista.com/statistics/249509/forecast-of-semiconductor-revenue-in-the-americas-since-2006/> adresinden 01.06.2023 tarihinden erişildi.



Grafik 5'te yer alan ve Statista tarafından Kasım 2022'de yayımlanan verilere göre; 2022 yılında Çin 185,5 milyar ABD doları ile yarı iletken satışlarında en büyük paya sahip olurken, Amerika kıtasındaki yarı iletken satışları 142,7 milyar ABD doları olmuştur.

Grafik 6: 2020'den 2030'a Kadar Dünya Çapında Kullanıma Göre Yarı İletken Pazar Geliri



**Kaynak:** Statista,

<https://www.statista.com/statistics/498265/cagr-main-semiconductor-target-markets/> adresinden 01.06.2023 tarihinden erişildi.

2025 yılına kadar, küresel yarı iletken endüstrisinde önde gelen kullanım alanlarından birinin akıllı telefonlar olması ve özellikle de bu tür cihazlarda görüntü algılayıcılarının geliştirilmeye devam edilmesi beklenmektedir. Bununla birlikte akıllı telefonların, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), 5G, 6G ve yapay zekâ gibi yenilikçi teknolojiler geliştikçe, yarı iletken piyasasında geleceğe yönelik daha etkin bir rol oynaması beklenmektedir. Grafik 6'da görüldüğü üzere, 2022 yılında akıllı telefon yarı iletken pazarı 144 milyar ABD doları değerinde olup; tahminler bunun 2025 yılına kadar 150 milyar ABD dolarına yükseleceğini göstermektedir.

Son on yılda, küresel yarı iletken endüstrisi tarafından elde edilen gelirler istikrarlı bir şekilde artarak 2022 yılında 580 milyar ABD dolarını aşmıştır. Önümüzdeki yıllarda, yarı iletken pazar gelirlerinde artış beklenmektedir. Bununla birlikte tahminler pazar gelirinin 2023 yılında 550 milyar ABD dolarını geçeceğini göstermektedir.

## 6. ÇİP KRİZİ VE SEBEPLERİ

Günümüzde gündelik yaşamımızın vazgeçilmezi haline gelen iletişim araçlarından ev aletlerine, otomobillerde kullanılan elektronik sistemlerden savunma teknolojisine, sağlık sektöründen eğlence ve tekstil sektörüne kadar pek çok farklı alanda kullanılan çipler, teknoloji alanında yarı iletkenler olarak nitelendirilmektedir. 2020 yılından günümüze tüm dünyada yarı iletken arz sıkıntısı yaşanmakta ve bu da “yarı iletken/çip krizi” olarak adlandırılan duruma yol açmaktadır. Nitekim bu durum pek çok endüstriyi ciddi şekilde etkilemiş ve birçok ürünün üretiminin iptal edilmesine, durdurulmasına, ertelenmesine ve fiyatlarının hızla yükselmesine neden olmuştur.

Çip krizinin yaşanmasına neden olan başlıca iki unsur aşağıda özetlenmiştir:

- **COVID-19 Pandemisi**

2019 yılının Aralık ayından itibaren tüm dünyada ekonomik ve sosyal açılardan büyük değişikliklere neden olan COVID-19 pandemisinin yarı iletken endüstrisi üzerinde küresel krize neden olan iki önemli etkisi vardır. Pandemi ilerledikçe, fabrikaların kapanmasıyla tedarikte azalmalar, sipariş iptalleri ve çip dâhil olmak üzere diğer teknolojik malzemelerin üretiminde kısıtlamalar meydana gelmiştir. Üretimin hem maliyetli hem de meşakkatli olduğu ve sadece belirli bölgelerde üretim yapılan çip imalat sektörü bu değişikliklerden olumsuz etkilenmiştir. Bununla birlikte insanların evlere kapanmasıyla tüketici elektroniği ve teknolojilerine olan talep artmıştır. Artan talebin karşılanamaması arz-talep dengesizliğine yol açmış ve birçok sektörde tedarik zinciri bozulmalarına neden olmuştur.

- **Amerika Birleşik Devletleri (ABD) – Çin Ticari Rekabeti**

ABD, adil olmayan ticaret uygulamaları ve fikri mülkiyet hırsızlığı gerekçeleriyle Çin’e kapsamlı tarife ve ticaret engelleri koymaya başlamasıyla ABD-Çin ticari rekabeti başlamıştır. ABD, ticari ilişkileri düzenlemek amacıyla Çin’den ithal edilen yarı iletkenlere %25 gümrük vergisi uygulayarak Çin’den gelen çipleri ABD’de yerel olarak üretilen çiplere kıyasla daha pahalı hale getirmiştir.

2020 yılı Eylül ayından ABD Ticaret Bakanlığı, Çin’in en önemli çip üreticisi olan Semiconductor Manufacturing International Corporation’a (SMIC) kısıtlamalar getirmiştir. Söz konusu kısıtlamalar SMIC’nin ABD’deki ihracatını olumsuz etkilemiştir. ABD şirketleri çip tedariği için Tayvan’daki Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited (TSMC) ve

Güney Kore'deki Samsung'u tercih etmeye başlamıştır. Ancak TSMC ve Samsung'un üretim kapasitelerini aşan miktarda taleple karşılaşmaları gerekli arzın sağlanamamasına yol açmıştır.

ABD'nin ticaret tedbirlerine karşı Çin hükümeti, ABD yönetimini ulusal korumacılık uygulamakla suçlayarak bazı önlemler almıştır. Bu durum ABD-Çin arasındaki ticareti olumsuz etkileyerek üreticiler ve müşteriler açısından maliyetlerin artmasına neden olmuştur. Ticari rekabet ekonomik ve endüstriyel büyümeyi yavaşlatmış ve pek çok Amerikan şirketinin tedarik zincirlerini Asya'daki diğer ülkelere taşımasına sebep olmuştur.

Çin, ABD'nin ticaret tedbirlerine karşı önlemler almış ve bunun sonucunda üreticiler ve müşteriler yüksek maliyetlere maruz kalmıştır. Bu ticari rekabet, ekonomik ve endüstriyel büyümenin hızını yavaşlatarak diğer ülkelerde de dolaylı yoldan mali hasarlara sebep olmuştur.

COVID-19 salgını ve ABD-Çin ticari rekabetinin yanı sıra yarı iletken tedarik zinciri sorunlarına neden olan diğer faktörler aşağıda özetlenmiştir:<sup>48</sup>

- Mart 2021'de Japonya'daki Renesas fabrikasında çıkan yangın, mikrodenetleyici (microcontroller) üretiminin üç ay süreyle askıya alınmasına neden olmuş ve otomotiv endüstrisi bu cihazlardan büyük ölçüde etkilenmiştir.
- Şubat 2022'de Teksas'ta yaşanan bir kar fırtınası; NXP, Samsung ve Infineon fabrikalarını kapatan bir elektrik kesintisine neden olmuştur.
- 2019'un başlarında Ukrayna'da çıkan bir yangın, yarı iletkenleri paketlemek için gereken bir maddenin üretimini sekteye uğratmıştır.
- Mart 2021'de bir kargo gemisi Süveyş Kanalı'nda mahsur kalarak bir haftadan uzun bir süre trafiği engellemiş ve rotadaki çiplerin teslimatını etkilemiştir.
- Ekim 2021'de 77 gemi, iş gücü sıkıntısı nedeniyle Los Angeles ve Long Beach'teki limanların açıklarında bekletilmiştir.

Çip üreticileri talebi karşılamak için çabalarırken, bu olayların her biri yarı iletken tedarik zincirinde aksaklıklara neden olmuştur.

---

<sup>48</sup> BISinfotech Research Team. SEMICONDUCTOR INDUSTRY OUTLOOK-2023. (JANUARY 4, 2023)

### 6.1. Çip Krizinin Küresel Tedarik Zincirine Etkisi

Çip krizi, dünya çapındaki tedarik zincirini olumsuz etkileyerek çeşitli işletmelerde aksaklıklara ve sorunlara neden olmuştur. Aşağıda çip krizinin küresel tedarik zinciri üzerindeki başlıca etkileri özetlenmiştir.<sup>49</sup>

- **Üretimde Gecikmeler:** Çip krizi: Otomotiv, tüketici elektroniği ve endüstriyel üretim dâhil olmak üzere çeşitli sektörlerde üretim gecikmelerine neden olmuştur. Süreçler birbirini tetiklemiştir. Örneğin, otomotiv firmalarının pandemide kapanarak uzun süre üretimi askıya almaları, stok azaltma düşüncesiyle çip siparişlerini iptal etmeleri, çip üreticilerinin iptal edilen bu siparişleri başka sektörlerin artan çip taleplerini karşılamak üzere doldurmalarına neden olmuştur. Otomotiv sektörünün tekrar üretime geçmesi aşamasında, çip siparişlerine yeniden başlamaları ancak çip üreticilerinin artan talep nedeniyle teslimat sürelerini aylar sonrasına verebilmesi, otomotiv sektöründe derin bir çip krizine neden olmuştur. Yeterli çip arzının olmaması nedeniyle, birçok firma üretimi kısıtlamak veya durdurmak zorunda kalmış, nihai ürünlerin müşterilere tesliminde gecikmelerin yaşanmasına neden olmuştur.
- **Maliyet Artışları:** Çip krizi, dünya çapındaki tedarik zincirinde yer alan işletmeler için maliyet artışlarına yol açmıştır. Talebin arzı aşması nedeniyle çip fiyatları artmış bu da ürünlerinde çip kullanan firmalar için daha yüksek üretim maliyetlerine yol açmıştır. Sonuç olarak kâr marjları ve toplam tedarik zinciri gelirleri düşmüştür.
- **Tedarik Zincirinin Yeniden Düzenlenmesi:** Bazı firmalar çip krizine karşı tedarik ağlarını yeniden düzenlemiştir. Tedarikçilerin çeşitlendirilmesi, üretimin yeniden veya yakın bir yerde yapılması ya da ürünlerin farklı bileşenler kullanılacak şekilde yeniden tasarlanması gibi olasılıklar ortaya çıkmıştır. Bu tür tedarik zinciri yeniden yapılandırılmaları zaman alıcı ve pahalı olabilir ve çip krizinin etkisini azaltmak için kuruluşların tedarik zinciri stratejilerinin düzenlenmesi gerekmektedir.

---

<sup>49</sup> PANDIT, T., JAIN, S. ABHISHEK., CHOĞANI, DEENU., CHAWLA, PALLAV., WALIA, ANITA., RAI, SUPRITA. (2023). Supply Chain Issues & Chip Shortage, cilt. 6 (4).  
<https://www.irejournals.com/formatedpaper/1704294.pdf> adresinden 05.06.2023 tarihinde erişildi.



*Grafik 7: Şirketlerin Yarı İletken Tedarik Zinciri Çevikliğini ve Esnekliğini Artırmak İçin Planladığı Faaliyetler*

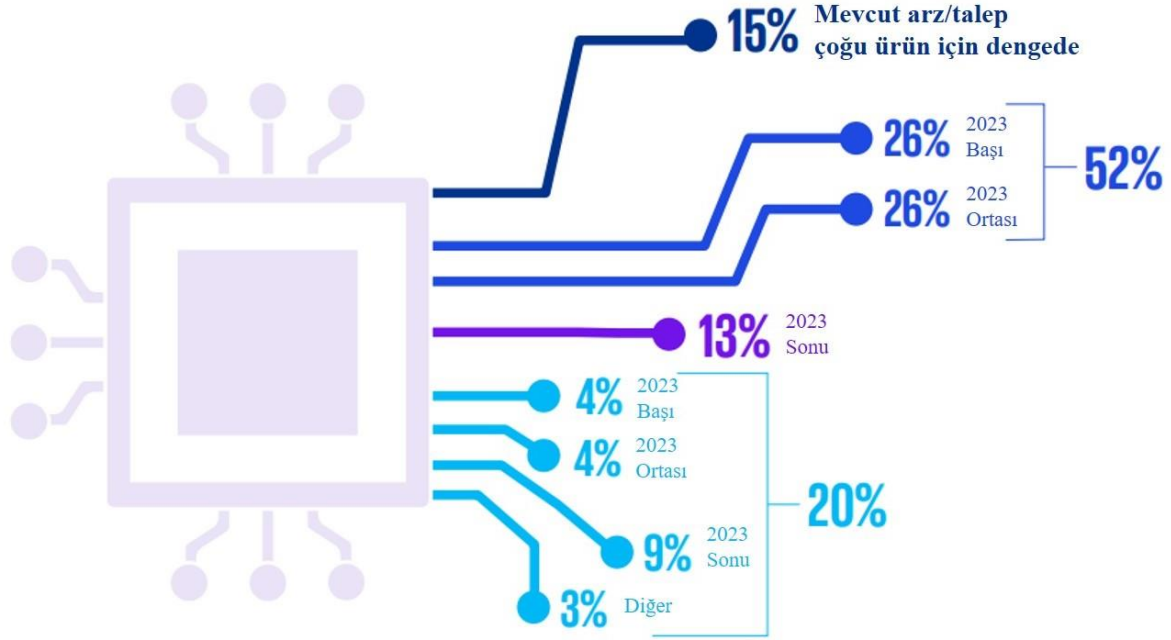


**Kaynak:** KPMG, Global Semiconductor Industry Outlook, February 2023.

Uluslararası çatışmalar kilit bölgelerde teknolojinin daha fazla millileştirilmesine ve kısıtlayıcı ticaret politikalarına yol açtıkça, yarı iletken tedarik zincirinin esnekliği azalmaktadır. Grafik 7’de görüldüğü üzere, yarı iletken endüstrisindeki yöneticilerin neredeyse yarısı çevikliği ve esnekliği artırmak için tedarik zinciri kaynaklarını çeşitlendirmeyi planlamaktadır. Bununla birlikte yöneticilerin %31’i tedarik zincirini dijitalleştirmek üzere yatırım yapmanın faydalı olacağını düşünmektedir.



Şekil 4: Yarı İletken Tedarik Sorununun Hafiflemesine İlişkin Öngörülen Tarihler

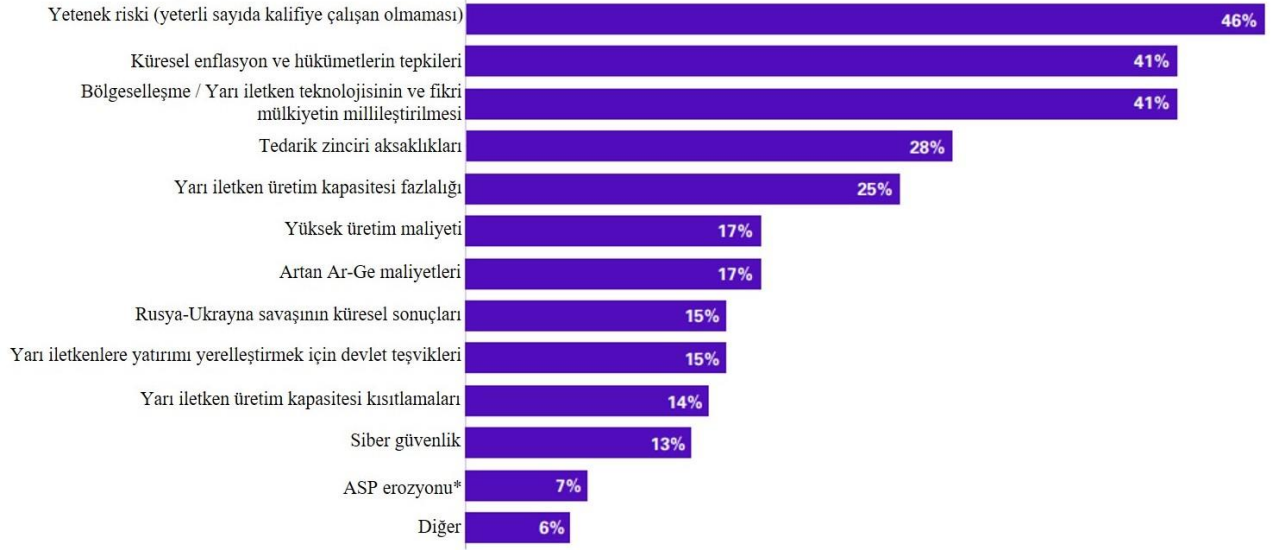


**Kaynak:** KPMG, Global Semiconductor Industry Outlook, February 2023.

KPMG tarafından yapılan araştırma, sektördeki arz-talep dengesizliğinin azaldığını ve küresel çip kıtlığının istikrara kavuşmasının hızla yaklaştığını ve kısmen gerçekleştiğini göstermektedir. Şekil 4'te görüldüğü üzere, katılımcıların %52'si 2023 ortasına kadar arz sorununun hafifleyeceğini düşünmektedir. %15'i ise arz ve talebin çoğu ürün için şimdiden dengede olduğunu düşünürken, sadece %20'si sıkıntının 2023'e ve sonrasına kadar süreceğini öngörmektedir.



Grafik 8: Önümüzdeki Üç Yıl İçinde Yarı İletken Endüstrisinin Karşılaşacağı En Büyük Sorunlar



\* Ortalama Satış Fiyatı (Average Selling Price-ASP) erozyonu; bir ürün veya hizmetin zamanla ortalama satış fiyatının düşmesini ifade etmektedir.

**Kaynak:** KPMG, Global Semiconductor Industry Outlook, February 2023.

Çip teknoloji geliştirme uzmanları, mühendisler, tasarımcılar, arka ofis personeli<sup>50</sup> ve proje yöneticilerinden fabrikalardaki cihaz operatörlerine kadar tüm insan kaynağı, küresel yarı iletken ekosisteminin işlemlerini sağlayan en önemli bileşendir. Grafik 8’de belirtilen sorunlar 2023 ve sonrası için önemli bir endişe kaynağıdır.

## 6.2. Küresel Çip Krizinin Sektörler Üzerindeki Etkisi

### • Bilişim

COVID-19 pandemisindeki karantınalar ile insanlar dijital ortamda çalışmaya ve öğrenmeye yönelmiş bu sebeple dizüstü bilgisayarlar ve tabletlere olan talepte büyük bir artış yaşanmıştır. Bilgisayar pazarındaki talep artışı, bileşen kıtlığı ve tedarik zorluklarını da beraberinde getirmiştir. Küresel yarı iletken kıtlığı, bazı bilgisayar modelleri için teslim sürelerinin 120 güne kadar uzamasına neden olurken, malzeme faturalarında müşterilere yansıtılan fiyat artışlarına da yol açmıştır.<sup>51</sup>

<sup>50</sup> Arka ofis personeli, müşteriye doğrudan hizmet sunmayan, şirketin operasyonel faaliyetlerini destekleyen çalışanlardır.

<sup>51</sup> Mohammad, W., Elomri, A., & Kerbach, L. (2022). The Global Semiconductor Chip Shortage: Causes, Implications, and Potential Remedies. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 476-483.

- **Endüstriyel Üretim**

Yarı iletkenler, birçok sektör için hayati önem taşımaktadır. Örneğin; sağlık sektöründe belirli uygulamalar için tasarlanmış birçok tıbbi ekipman yarı iletkenler gerektirmektedir. Tedarik sıkıntısı yaşanması durumunda, bu tür ekipmanlar kolayca değiştirilebilen ürünler olmadığından başka bir ürünle ikame edilememektedir. Yarı iletken kıtlığının etkisinin bir örneği de tıbbi vantilatör üreticilerinde görülmüştür. Vantilatör üreticileri, 2020 yılında 9 milyonun üzerinde karşılanmamış talep olduğunu belirtmiştir.<sup>52</sup> Nesnelerin interneti (IoT) endüstrisi de çip kıtlığından büyük ölçüde etkilenmiştir. Küresel üreticilerin yaklaşık %80'i yarı iletken gerektirecek dijital ürünler üretmekle mücadele etmektedir. Dolayısıyla bu teknolojinin ilerlemesi ve gelişmesini de olumsuz etkilemiştir.<sup>53</sup>

- **Otomotiv**

Modern “otomobil beyinlerinin” yetersizliği, otomotiv tedarik zincirini büyük ölçüde etkilemiştir. Günümüzde elektronik parçalar bir otomobilin değerinin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır. Otomobiller teknolojik olarak daha gelişmiş hale geldikçe kullanılan mikroçip sayısı da artmıştır. Yapılan hesaplamalara göre, modern bir otomobilde ortalama 1.400 ila 1.500 arasında yarı iletken çip kullanılmaktadır. Bazı modellerde bu miktar 3.000'e kadar çıkmaktadır. Otomobillerde kullanılan çipler emisyon sistemlerinden sürücü destek sistemlerine kadar pek çok farklı görevde kullanılmaktadır.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> Semiconductor Industry Association(2020), From Microchips To Medical Devices Semiconductors as an Essential Industry During The COVID-19 Pandemic, 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2020/10/From-Microchips-to-Medical-Devices-SIA-White-Paper.pdf> adresinden erişildi.

<sup>53</sup> Gregersen, C. (2021, 12 Ekim). “How the Worldwide Chip Shortage Affects IoT - DZone IoT”, 20 Haziran 2023 tarihinde <https://dzone.com/articles/how-the-worldwide-chip-shortage-affects-iot> adresinden erişildi.

<sup>54</sup> AutoBlog, “The Semiconductor Shortage Explained: The Auto Industry’s Big Challenge”, 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.autoblog.net/research/news/semiconductor-shortage-explained/#:~:text=The%20lack%20of%20sufficient%20semiconductors,schedules%20between%202021%20and%202023> adresinden erişildi.



Çip kıtlığı, otomobil üreticilerini gerekli çipleri alana kadar tamamlanmamış otomobiller üretmeye ve daha sonra da bunları bekletmeye zorlamıştır. Küresel yarı iletken kıtlığı nedeni ile 2021 yılında dünya çapında yaklaşık 11,3 milyon adet aracın üretimi durdurulmuştur.<sup>55</sup> Yarı iletkenler, pazarda giderek daha büyük bir sektör haline gelen elektrikli araçlar için de önemli bir bileşendir. Çipler, benzinli araçlarda kontrol ettikleri her şeyin yanı sıra elektrikli araçlarda hem güç aktarma mekanizmasını hem de bataryayı kontrol edebilmektedir.<sup>56</sup>

Yarı iletken ve diğer parça kıtlığının nedeni ile 2020 yılında aylık 845.107 olan Toyota'nın küresel otomobil üretimi sayısı 2021 yılı Ekim ayında 627.452'ye gerilemiştir.<sup>57</sup>

Volkswagen AG'nin 2023 yılı Ocak ayında satışları %7 düşerek üretim miktarı yılda 8.3 milyon araca gerilemiştir. Ayrıca çip kıtlığı nedeni ile 2022 yılındaki teslimatları da son 11 yılın en düşük seviyesine inmiştir.<sup>58</sup> Honda üretimi aylık yaklaşık 4.000 araç düşürmüştür.<sup>59</sup>

General Motors, 2021 yılının ortalarından itibaren devre dışı olan fabrikaları yeniden faaliyete geçirmiş olup, tamamlanmamış durumda bekleyen otomobillere çip yerleştirmektedir. Bu durum, 2022 model otomobillerin satışa çıkarken müşterilerin 2021 model otomobilleri satın almasıyla sonuçlanmıştır.<sup>60</sup>

<sup>55</sup> Statista, "Number of vehicles removed from production worldwide due to the semiconductor shortage in 2021, with a forecast for 2022 and 2023", 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.statista.com/statistics/1288308/automotive-production-reduction-semiconductor-shortage/> adresinden erişildi.

<sup>56</sup> AutoBlog, "The Semiconductor Shortage Explained: The Auto Industry's Big Challenge", 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.automoblog.net/research/news/semiconductor-shortage-explained/#:~:text=The%20lack%20of%20sufficient%20semiconductors,schedules%20between%202021%20and%202023> adresinden erişildi.

<sup>57</sup> Takezawa, S. (2021, 29 Kasım). "Toyota's Output Slumps 26% on Prolonged Supply-Chain Snarls—Bloomberg", 20 Haziran 2023 tarihinde [https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-29/toyota-s-output-slumps-26-on-prolonged-supply-chain-disruption?cmpid=socialflow-twitter-business&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter&utm\\_content=business&utm\\_campaign=socialflow-organic#xj4y7vzkg](https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-29/toyota-s-output-slumps-26-on-prolonged-supply-chain-disruption?cmpid=socialflow-twitter-business&utm_medium=social&utm_source=twitter&utm_content=business&utm_campaign=socialflow-organic#xj4y7vzkg) adresinden erişildi.

<sup>58</sup> Raymont, M. (2022, 12 Ocak). VW Sales Drop to Lowest in Decade, Taking Hit From Chip Crunch on Output—Bloomberg, 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-12/vw-sales-fall-to-11-year-low-after-chip-shortages-crimp-output#xj4y7vzkg> adresinden erişildi.

<sup>59</sup> Hanada, Ryosuke. (2021, 8 Ocak). "Honda cuts car production on massive chip shortage", 20 Haziran 2023 tarihinde <https://asia.nikkei.com/Business/Automobiles/Honda-cuts-car-production-on-massive-chip-shortage> adresinden erişildi.

<sup>60</sup> Mohammad, W., Elomri, A., & Kerbach, L. (2022). The Global Semiconductor Chip Shortage: Causes, Implications, and Potential Remedies. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 476-483.



- **Tüketici Elektronik**

Televizyon fiyatları 2021 yılının son aylarında çip tedarik durumu ile doğrudan bağlantılı olarak yaklaşık %30 oranında artmıştır.<sup>61</sup> Kamera üretiminde de yarı iletkenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Sony'nin ürettiği ZV-E10 Aynasız Vlog kamerasının üretimi yarı iletken kıtlığı nedeniyle 2021 yılında askıya alınmıştır. Canon'un EOS R3 aynasız fotoğraf makinesinde ise 2021 yılı boyunca 6 aya varan sevkiyat gecikmeleri yaşanmıştır.<sup>62</sup> Yarı iletken kıtlığından etkilenen bir diğer sektör de yazıcı üretimidir. Yarı iletken kıtlığı nedeniyle Canon, çok işlevli yazıcılar için kullanılan belirli elektronik bileşenlerin tedariğinde zorluklar yaşamıştır.<sup>63</sup> Çip krizinin olumsuz etkileri oyun sektörüne de yansımıştır. Örneğin; Sony'nin PlayStation 5 üretim hedefi 16 milyondan yaklaşık 14,8 milyona düşürülmüştür.<sup>64</sup>

## 7. ÜLKELERİN ÇİP KRİZİ KARŞISINDA TUTUMLARI VE ÇÖZÜME YÖNELİK GİRİŞİMLERİ

### 7.1. Ülkelerin Çip Krizi Karşısında Tutumları

- **Amerika Birleşik Devletleri**

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) yarı iletken üretimi, küresel yarı iletken üretiminin %10'undan daha azını oluşturmaktadır. Tedarik zincirine olan katkısı Doğu Asya'daki ülkelere kıyasla oldukça düşük olan ABD, yarı iletken şirketlerinin küresel tedarik zinciri üzerindeki hâkimiyetini artırmak istemektedir. Küresel tedarik zincirini desteklemek için politikalar uygulanmaya ve eylemlerde bulunmaya başlanmıştır. Böylece, yarı iletken şirketlerine fon sağlayarak Amerika'nın kendi yarı iletken endüstrisinin geliştirilmesi için çalışılmaktadır. 2022 yılı Eylül ayında yayımlanan ABD Yarı İletken Ekosisteminin Yeniden Canlandırılması Raporu'nda<sup>65</sup> federal hükümetin ve özel sektörün ABD'de yarı iletken üretimini bir dizi yeni projeyle hızlandırmaya hazırlandığı belirtilmiştir. Buna ek olarak yarı iletken şirketleri, denizaşırı yarı iletken şirketleriyle rekabet etme kabiliyetini geliştirmek için

<sup>61</sup> Knight, W. (2021, 12 Mayıs). "The Chip Shortage Is Driving Up Tech Prices—Starting With TVs \_ WIRED.", 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.wired.com/story/chip-shortage-electronics-prices-tvs-displays/> adresinden erişildi.

<sup>62</sup> Thubron, R. (2021, 7 Aralık). "Sony suspends orders of its new ZV-E10 mirrorless vlogger camera due to chip shortage \_ TechSpot." 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.techspot.com/news/92530-sony-suspends-orders-new-zv-e10-mirrorless-vlogger.html> adresinden erişildi.

<sup>63</sup> Gault, Matthew. (2022, 11 Ocak). "Canon Tells Customers to Break Its Printer Cartridge DRM Due to Chip Shortage" 14 Haziran 2023 tarihinde <https://www.vice.com/en/article/88g835/canon-tells-customers-to-break-its-printer-cartridge-drm-due-to-chip-shortage> adresinden erişildi.

<sup>64</sup> Mohammad, W., Elomri, A., & Kerbacher, L. (2022). The Global Semiconductor Chip Shortage: Causes, Implications, and Potential Remedies. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 476-483.

<sup>65</sup> Dally, W. J., & Su, L. (2022). Report to the President Revitalizing the US Semiconductor Ecosystem.

50 milyar ABD doları değerinde federal sübvansiyon<sup>66</sup> talebinde bulunmuştur. Hükümet bu talebi kabul ederek 2027 yılına kadar çip üretimi için sübvansiyon sağlayacağını açıklamıştır. Ayrıca ABD yarı iletken sorununu çözmek için yüksek teknoloji fabrikalara araştırma desteği de vermektedir.

Tayvan merkezli yarı iletken üreticisi TSMC, 2020 yılında ABD’de yeni bir fabrika kurma planlarını resmi olarak açıklamış ve söz konusu fabrikanın 2024 yılında üretime geçmesini hedeflemiştir. Yeni fabrikanın kurulması için 12 milyar ABD doları yatırım yapılarak, ileri teknolojiye sahip 4 nanometre mikroçiplerin üretimi hedeflenmektedir.<sup>67</sup>

- **Çin**

ABD-Çin arasındaki ticari rekabet, ABD'nin Çin'den yaptığı yarı iletken ithalatını azaltmaya çalışmasıyla başlamıştır. ABD Çin'den yapılan yarı iletken ithalatına %25 gümrük vergisi uygulayarak Çin menşeli çipleri ABD'de üretilen çiplere kıyasla daha pahalı hale getirmiştir. Bunun sonucunda Çin'den tedarik edilen yarı iletkenler ABD'de toplam talebin yalnızca %5'ini oluşturmuştur.<sup>68</sup>

Çin'in gümrük verilerine göre; 2023 Haziran ve Temmuz aylarında ülkenin çip üretim ekipman ithalatı, geçen yılın aynı dönemine kıyasla %70 artış göstererek yaklaşık 5 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. İthalatın büyük bir çoğunluğu Çin'in teknolojik ilerlemesini yavaşlatmak için ABD ile birlikte çalışan ve çip üretim ekipmanlarına ihracat kısıtlamaları getiren Hollanda ve Japonya'dan yapılmıştır. Söz konusu ülkelere Japonya'nın getirdiği kısıtlamalar 23 Temmuz'da yürürlüğe girerken Hollanda'nın kısıtlamaları ise 1 Eylül'de yürürlüğe girecektir. Ayrıca, Çin'in Singapur ve Tayvan gibi diğer ülkelere yapmış olduğu ekipman alımları da ithalatın artmasına katkı sağlamıştır. Gümrük verilerine göre; ekipman kategorisi içerisinde çip üretimi için litografi makineleri gibi ekipmanlar yer alırken wafer gibi bileşenler ve malzemeler yer almamaktadır.<sup>69</sup>

<sup>66</sup> **Sübvansiyon ya da destekleme**, devletin kişi ya da kurumlara mal, para veya hizmet biçiminde yaptığı karşılıksız yardımlarıdır.

<sup>67</sup> Anadolu Ajansı. (2022, 6 Aralık). “Tayvanlı çip devinin ABD'de fabrika kurma planı, "Ada'dan kaçış" tartışmasına yol açtı”, 7 Mart 2023 tarihinde <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/tayvanli-cip-devinin-abdde-fabrika-kurma-plani-adadan-kacis-tartismasina-yol-acti/2756873> adresinden erişildi.

<sup>68</sup> Economic and Social Council (2021). Addressing the global shortage in semiconductors, 14 Haziran 2023 tarihinde [https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc\\_1\\_weiweichao\\_-\\_addressing\\_the\\_global\\_shortage\\_in\\_semiconductors.pdf](https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc_1_weiweichao_-_addressing_the_global_shortage_in_semiconductors.pdf) adresinden erişildi.

<sup>69</sup> Financial Times (2023). “China imports record amount of chipmaking equipment”, 25 Ağustos 2023 tarihinde [https://www.ft.com/content/6a1a88ff-a122-41a0-8e16-d062f603f81c?accessToken=zwAGA72EzRkAk9qGq\\_oSJB0NOOFtBi9gP4HA.MEYCIQCuAVVioU2hEBw1inzqged\\_4nm0Lq2bVs6GbG69N4LewIhAM3\\_IYwCr06xcI2R96nB6ImTIptqI5TzxjOhcv5dg5C&sharetype=gift&token=50f48b3c-5065-493a-9f14-5d55a4257198](https://www.ft.com/content/6a1a88ff-a122-41a0-8e16-d062f603f81c?accessToken=zwAGA72EzRkAk9qGq_oSJB0NOOFtBi9gP4HA.MEYCIQCuAVVioU2hEBw1inzqged_4nm0Lq2bVs6GbG69N4LewIhAM3_IYwCr06xcI2R96nB6ImTIptqI5TzxjOhcv5dg5C&sharetype=gift&token=50f48b3c-5065-493a-9f14-5d55a4257198) adresinden erişildi.

- **Güney Kore**

Güney Kore hükümeti, ABD ile yarı iletken tedarik zinciri ortaklığını sürdürerek yarı iletken endüstrisini güçlendirmiştir. Güney Kore merkezli çip üreticileri, ABD’li muadilleriyle yakın bağlantı kurmaya çalışmıştır. ABD Ticaret Bakanlığı küresel yarı iletken şirketlerinden verilerini gönüllü olarak Washington'a sunmalarını talep ederken, Güney Koreli çip üreticilerinin büyük çoğunluğu kendi şirket verilerini hazırlamaktadır. Verilerin toplanması; şeffaflığı arttırmayı, küresel arzdaki darboğazı tespit etmeyi ve küresel yarı iletken kıtlığının ortaya çıkardığı zorlukları öngörmeyi amaçlamaktadır. Ancak Kore'nin en büyük iki bellek çip üreticisi Samsung ve SK Hynix, ticaretle ilgili herhangi bir kritik bilgi vermeyeceklerini açıklamıştır. Ayrıca hükümet, yarı iletken endüstrisini güçlendirmek için "K-Yarı İletken Stratejisi"<sup>70</sup>ni uygulamaya geçirmiştir. Hükümet kendi çip üreticilerini desteklemek için devlet destekli paketler, vergi teşvikleri, kurumsal yatırımlar, vergi indirimleri, düşük faiz oranı ve altyapı için fonlar sağlamaktadır.<sup>71</sup>

- **Japonya**

Japonya, tanınan birçok şirket ile güçlü bir yarı iletken endüstrisine sahiptir. Japonya'nın üretim, malzeme bilimi ve çip tasarımı alanlarındaki uzmanlığı yarı iletken üretimini devralmak için ülkeyi güçlü bir rakip olarak konumlandırmaktadır. Ayrıca Japonya, üst düzey litografi makineleri üreten Nikon gibi şirketlerle yarı iletken litografi teknolojisindeki uzmanlığını genişletmektedir. Japonya'nın Ar-Ge'ye odaklanması nanoteknoloji, gelişmiş litografi ve malzeme biliminde yeni gelişmelere yol açarak küresel yarı iletken pazarında rekabet edebilirliğini artıracaktır.<sup>72</sup>

Japonya'da son dönemde dikkat çeken bir gelişme ise yarı iletken sektöründe yer alan şirketlerin devletleştirilmesi yönündedir. Genel merkezi Tokyo’da bulunan ve yarı iletken üreticilerinden biri olan JSR'nin, devlet denetimindeki Japan Investment Corporation (JIC) tarafından satın alınması ile ilgili olarak görüşmelere başlanmıştır. 26 Haziran 2023 tarihinde açıklanan stratejik satın alma girişimi, Japonya'nın Çin'e üst düzey çip ve çip üretim ekipmanı

---

<sup>70</sup> KBSWORLD, “K-Semiconductor Belt Strategy” to establish the world’s largest supply network by 2030”, 15 Haziran 2023 tarihinde [http://world.kbs.co.kr/service/contents\\_view.htm?board\\_seq=403357](http://world.kbs.co.kr/service/contents_view.htm?board_seq=403357) adresinden erişildi.

<sup>71</sup> Economic and Social Council (2021). Addressing the global shortage in semiconductors, 14 Haziran 2023 tarihinde [https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc\\_1\\_weiweichao\\_-\\_addressing\\_the\\_global\\_shortage\\_in\\_semiconductors.pdf](https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc_1_weiweichao_-_addressing_the_global_shortage_in_semiconductors.pdf) adresinden erişildi.

<sup>72</sup> EPSNews, (2023, 13 Haziran). “Could Japan Dominate Chip Production?”, 11 Temmuz 2023 tarihinde <https://epsnews.com/2023/06/13/could-japan-dominate-chip-production/> adresinden erişildi.

ihracatı konusunda ABD'nin kısıtlamalarına yakın hareket ettiğine işaret etmekte olup çip endüstrisinde ülkeler arasında yaşanan rekabetin bir göstergesi olmaktadır.<sup>73</sup>

## 7.2. Çip Krizinin Çözümüne Yönelik Girişimlerin Değerlendirilmesi

### • Yarı İletken Şirketleri Arasındaki Ortaklık

Yarı iletken krizi sorununu çözmek ve önlemek için TSMC, Sony, Intel ve Samsung başta olmak üzere büyük yarı iletken şirketleri bazı girişimlerde bulunmuştur. Büyük talep sorunlarının üstesinden gelebilmek için kapasitelerini ve etkinliklerini artırmaya çalışmışlardır. Örneğin; TSMC ve Sony iş birliği yaparak Japonya'nın Kumamoto kentinde yeni bir fabrika daha kurulması konusunda anlaşma yapmıştır. Çip üretimindeki ortaklıkları, çip krizi etkilerini azaltmak ve gelecekte yaşanması muhtemel aynı sorunları önlemek için uygulanan stratejilerden biridir.<sup>74</sup>

### • Potansiyel Çözümler

COVID-19 pandemisinin ve talep artışının neden olduğu yarı iletken krizinin yarı iletken şirketleri ve devlet kurumları iş birliği ile çözülebileceği düşünülmektedir. Devlet kurumları; yarı iletken üreticilerine fon, yardım veya diğer gerekli mali desteği sağlayarak çip krizinin ekonomi üzerindeki etkisini azaltmaya yardımcı olabilecektir. Hükümetlerarası kuruluşlar (Intergovernmental Organizations -IGO) yüksek kaliteli çipler için fon miktarını değerlendirmeli ve bunları her birinin sahip olduğu talep miktarına göre paylaşmalıdır. Şirketler yarı iletken üreticilerine fon sağlayarak daha az çip gereksinimi olan yenilikçi ürünler tasarlayabilir ve mevcut çip sıkıntısına bir alternatif sunabilir.

Şirketler fonları üretim sistemlerini iyileştirmek için de kullanabilir, böylece üretimin etkinliğini ve miktarını arttırabilirler. Yarı iletken tedarik zincirinin verimliliğini koruyabilmek ve bir aksaklık sırasında işlevini sürdürebilmek için krizin hızlı bir şekilde tespit edilmesi, uçtan uca bir tedarik zinciri kontrol sistemi ve planlama süreci bulunması gerekmektedir. Böylece; ham madde, üretim sürecindeki ürünler ve son ürün dengesini düzenlenebilir. Şirketler yarı iletken stoklarını arttırabilmek için ham madde miktarını, personel sayısını ve makine stoklarını

<sup>73</sup> AsiaTimes, (2023, 3 Temmuz). "Japan shuns the market with chip firm nationalization", 11 Temmuz 2023 tarihinde <https://asiatimes.com/2023/07/japan-shuns-the-market-with-chip-firm-nationalization/> adresinden erişilmiştir.

<sup>74</sup> Economic and Social Council (2021). Addressing the global shortage in semiconductors, 14 Haziran 2023 tarihinde [https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc\\_1\\_weiweichao\\_-\\_addressing\\_the\\_global\\_shortage\\_in\\_semiconductors.pdf](https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc_1_weiweichao_-_addressing_the_global_shortage_in_semiconductors.pdf) adresinden erişildi.

artırarak krizin neden olduğu sorunları hafifletmek üzere risk azaltma teknikleri uygulayabilir.<sup>75</sup>

## 8. ABD ÇİP VE BİLİM YASASI

ABD Çip ve Bilim Yasası: 2022 Çip Yasası<sup>76</sup> (Bölüm A), Araştırma ve İnovasyon<sup>77</sup> (Bölüm B) ve ABD Yüksek Mahkemesine Yönelik Tehditlerin Ele Alınması İçin Ek Ödenek<sup>78</sup> (Bölüm C) olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. Ancak, yasanın B ve C bölümlerinin konuyla ilgili olmaması nedeniyle çip üretimine sağlanacak destekleri konu edinen Bölüm A'ya odaklanılmaktadır.

### BÖLÜM A: ABD ÇİP VE BİLİM YASASI

#### 8.1. Yasa Hakkında Genel Bilgiler ve Yasanın Çıkarılma Gerekçeleri

ABD Çip ve Bilim Yasası,<sup>79</sup> 9 Ağustos 2022 tarihinde ABD Başkanı tarafından imzalanmış<sup>80</sup> ve aynı tarihte yürürlüğe girmiştir.<sup>81</sup> Yasanın temel olarak çıkarılma amacı, çip endüstrisinin geliştirilmesine ve teşvikine odaklanmaktadır.

Yasa ile ilgili alanlardaki imalat sektörünün, tedarik zincirlerinin ve ulusal güvenliğinin güçlendirilmesi ve ABD'nin kritik endüstrilerde lider tutulması, söz konusu yasanın temel endişelerinden biri olarak öne sürülmüştür.<sup>82</sup> Buna ek olarak, özellikle aşağıdaki konular ve endişeler ABD Çip ve Bilim Yasası'nın çıkarılmasında önemli bir etkiye sahip olmuştur.<sup>83</sup>

- **ABD'nin yarı iletken üretimi ve yarı iletken teknolojisindeki konumunun zayıflaması ve Çin'in endüstriyel ve teknolojik rekabet gücünün potansiyel yükselişi:** Söz edilen endişeler, ABD yarı iletken firmalarının fabrikasız bir iş modeline

<sup>75</sup> Economic and Social Council (2021). Addressing the global shortage in semiconductors, 14 Haziran 2023 tarihinde [https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc\\_1\\_weiweichao\\_-\\_addressing\\_the\\_global\\_shortage\\_in\\_semiconductors.pdf](https://www.pasmun.com/uploads/5/8/1/0/58103337/ecosoc_1_weiweichao_-_addressing_the_global_shortage_in_semiconductors.pdf) adresinden erişildi.

<sup>76</sup> CHIPS Act of 2022.

<sup>77</sup> The Research and Innovation Act

<sup>78</sup> Supplemental Appropriations to Address Threats to the Supreme Court of the United States

<sup>79</sup> Congress.gov, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346/actions> adresinden erişildi.

<sup>80</sup> Congress.gov, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346/actions> adresinden erişildi.

<sup>81</sup> Ibid

<sup>82</sup> The White House. (2022, 9 Ağustos). "FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China", 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/> adresinden erişildi.

<sup>83</sup> Ibid

geçmesi ve yarı iletken üretiminin denizaşırı ülkelerde yapılması nedeniyle, ABD yarı iletken üretim endüstrisinin Tayvan ve Güney Kore endüstrisinin gerisinde kaldığı noktasında toplanmaktadır.<sup>84</sup>

- **ABD'nin ulusal güvenliği ve ekonomik ihtiyaçları karşısındaki yetersiz üretim kapasitesi:** Küresel çip üretim kapasitesinin 1990 yılında %36'sının ABD'de bulunduğu ve bu oranın 2020 yılı itibarıyla %10'a gerilediği<sup>85</sup> konusunda endişeler gündeme gelmiştir. Buna ek olarak, ABD'nin milli savunma sistemlerinin (Örn. Savaş uçakları, yapay zekâ tabanlı sistemler vb.) önde gelen uygulamalarının yarı iletkenlere büyük ölçüde bağımlı olduğu<sup>86</sup> belirtilerek çip üretiminin önemi vurgulanmıştır.<sup>87</sup>
- **ABD'nin küresel tedarik zincirlerine bağımlılığı ve yarı iletken üretiminin Doğu Asya'da yoğunlaşması:** Çip üretiminin Doğu Asya'da yoğunlaşması nedeniyle ülkeler arasında yaşanabilecek ticari anlaşmazlıklar, askeri çatışmalar vb. aksaklıklar yaşanması durumunda yarı iletken tedarik zincirlerinde ortaya çıkabilecek olası sorunların yanı sıra ürün tahrifatı ve fikri mülkiyet hırsızlığına ilişkin endişeler belirtilmiştir.
- **Tedarik zincirinde COVID-19 pandemisinin meydana getirdiği aksaklıklar:** COVID-19 pandemisi sırasında yarı iletken tedarik zincirinde; değişen sanayi ve tüketici talepleri, üretim süreçlerinde yaşanan aksaklık/durmalar ve nakliye/lojistik hizmetlerinin kesintiye uğraması gibi önemli sorunlar yaşanmıştır. Ardından karar alıcıların, kritik sanayi sektörleri açısından önem arz eden yarı iletkenlerin yurt içinde temin edilebilirliği noktasındaki endişeleri ortaya çıkarmıştır.
- **İnovasyon ile maliyeti düşürürken sektörün yarı iletken performansını iyileştirme kabiliyetinin sürdürülmesi ihtiyacı:** Yarı iletkenlerin birçok yeni teknolojinin temelini oluşturması ve endüstriyel faaliyetlerin ayrılmaz bir parçası olması göz önünde bulundurularak, performanslarının ve fiyatlarının birçok sektörü ve genel anlamda ABD ekonomisini de etkilediğine değinilerek yasaya duyulan ihtiyaç vurgulanmıştır.

---

<sup>84</sup> *Ibid*

<sup>85</sup> Semiconductor Industry Association (2021). STATE OF THE U.S. SEMICONDUCTOR INDUSTRY. 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf> adresinden erişildi.

<sup>86</sup> Lee, Eric. (2021, 9 Kasım). "How Taiwan Underwrites the US Defense Industrial Complex", 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://thediplomat.com/2021/11/how-taiwan-underwrites-the-us-defense-industrial-complex/> adresinden erişildi.

<sup>87</sup> Sargent Jr, J. F., Singh, M., & Sutter, K. M. (2023). Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation. Congressional Research Service (CRS) Reports and Issue Briefs, R47523-R47523. CRS Report, s.3.

- **ABD’de kalifiye ve yüksek kazançlı yarı iletken endüstrisi istihdamını korumak ve büyütmek hedefi:** Yarı iletken ve ilgili cihaz imalat endüstrisindeki istihdam, ABD imalat sektöründeki en yüksek kazançlı işlerin arasında yer aldığı vurgulanmıştır.

Bu gerekçeler yasanın kapsamının çip endüstrisi ile sınırlı olduğunu öne sürse de, ABD Çip ve Bilim Yasası sadece çip ve çip üretimine yönelik teşvikler değil, birçok alanda teşvikler içermektedir. Ayrıca yasa; kuantum bilişim, yapay zekâ, yeşil enerji ve nanoteknoloji gibi öncü teknolojilerin Ar-Ge ve ticarileştirilmesini hızlandırmayı ve yeni bölgesel yüksek teknoloji merkezleri ile bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında (STEM bölümleri) iş gücü oluşturmayı amaçlamaktadır. Ek olarak ABD Çip ve Bilim Yasası ile 2026 yılına kadar yarı iletkenlere ve Ar-Ge harcamalarına 248 milyar ABD doları yatırım yapılacağını öngörmektedir.<sup>88</sup> Yasa kapsamında sağlanacak destekler hakkında detaylı açıklamalar aşağıda özetlenmiştir:

## 8.2. ABD Çip ve Bilim Yasası Kapsamında Oluşturulan Fonlar

ABD Çip ve Bilim Yasası kapsamında yarı iletkenlerle ilgili programlar ve faaliyetler için 52,7 milyar ABD doları tutarında ödenek/fon tahsis edilmektedir.<sup>89</sup> Bu ödenekler:

- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Fonu (*CHIPS for America Fund*)
- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Savunma Fonu (*CHIPS for America Defense Fund*)
- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Uluslararası Teknoloji Güvenliği ve İnovasyon Fonu (*CHIPS for America International Technology Security and Innovation Fund*)
- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) İş gücü ve Eğitim Fonu (*CHIPS for America Workforce and Education Fund*)

aracılığı ile sağlanacaktır. Bu fonlar kapsamında sağlanacak desteğin miktarı ise şu şekildedir:

<sup>88</sup> Berger, R. O. L. A. N. D. (2023). Trend compendium 2050—Six megatrends that will shape the world. Sources, 1, 2023-2027.

<sup>89</sup> Supplemental Appropriations to Address Threats to the Supreme Court of the United States

Tablo 2: Fonlar Kapsamında Sağlanacak Destek Miktarları

| Fonun Adı ve İlgili Kurum/Kuruluş                                                                                                                   | Tahsis Olunacak Miktar |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Fonu – ABD Ticaret Bakanlığı                                                  | 50 milyar ABD doları   |
| Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Savunma Fonu - ABD Savunma Bakanlığı                                          | 2 milyar ABD doları    |
| Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Uluslararası Teknoloji Güvenliği ve İnovasyon Fonu - ABD Dışişleri Bakanlığı  | 500 milyon ABD doları  |
| Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) İş gücü ve Eğitim Fonu – ABD Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) | 200 milyon ABD doları  |

### 8.2.1. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Fonu

Söz konusu fon, ABD'nin ulusal ve ekonomik güvenlik çıkarları ve kritik endüstriler için önem taşıyan çip üretimi ve iş gücü geliştirme programlarının oluşturulmasına hizmet etmektedir. Fon ile; özel yatırımların teşvik edilmesi<sup>90</sup>, vergi mükelleflerinin korunması<sup>91</sup>, nitelikli iş gücünün oluşturulması<sup>92</sup> ve ABD müttefikleriyle iş birliği yapılması<sup>93</sup> amaçlanmaktadır. Söz konusu fon iki madde altında şu şekilde incelenmektedir:

- **39 milyar ABD doları tutarında üretim teşviki:** Şirketlerin ABD’de çip üretimi için yerli tesisler ve ekipman inşa etmeleri, bunları genişletmeleri veya modernize etmeleri için yapılacak mali desteği kapsamaktadır.

<sup>90</sup> National Institute of Standards and Technology. (2023, 28 Şubat). Chips for America Fact Sheet. Funding Opportunity – Commercial Fabrication Facilities. FACT SHEET: Catalyzing Private Investment.20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS\\_NOFO-1\\_Catalyzing\\_Pvt\\_Investment\\_Fact\\_Sheet.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS_NOFO-1_Catalyzing_Pvt_Investment_Fact_Sheet.pdf) adresinden erişildi.

<sup>91</sup> National Institute of Standards and Technology. (2023, 28 Şubat). Chips for America Fact Sheet. Funding Opportunity – Commercial Fabrication Facilities. FACT SHEET: Protecting U.S. Taxpayers.20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS\\_NOFO-1\\_Protecting\\_US\\_Taxpayers\\_Fact\\_Sheet\\_0.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS_NOFO-1_Protecting_US_Taxpayers_Fact_Sheet_0.pdf) adresinden erişildi.

<sup>92</sup> National Institute of Standards and Technology. (2023, 28 Şubat). Chips for America Fact Sheet. Funding Opportunity – Commercial Fabrication Facilities. FACT SHEET: Building a Skilled and Diverse Workforce.20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS\\_NOFO-1\\_Building\\_Skilled\\_Diverse\\_Workforce\\_Fact\\_Sheet\\_0.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS_NOFO-1_Building_Skilled_Diverse_Workforce_Fact_Sheet_0.pdf) adresinden erişildi.

<sup>93</sup> National Institute of Standards and Technology. (2023, 28 Şubat). Chips for America Fact Sheet. Funding Opportunity – Commercial Fabrication Facilities. FACT SHEET: Engaging with U.S. Partners and Allies.20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS\\_NOFO-1\\_International\\_Engagement\\_Fact\\_Sheet.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS_NOFO-1_International_Engagement_Fact_Sheet.pdf) adresinden erişildi.

- **11 milyar ABD doları tutarında araştırma ve geliştirme programlarının teşviki:** Ulusal Yarı İletken Teknoloji Merkezi ve Ulusal İleri Ambalaj Üretim Programının oluşturulması ile Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology-NIST) bünyesinde farklı alanlarda yapılacak araştırma konularına<sup>94</sup> özgülenecektir.

Sözü edilen konular şu şekildedir:

- Yeni nesil mikroelettronik metrolojisi için ölçüm bilimleri,
- Standartlar,
- Malzeme sınıflandırması,
- Enstrümantasyon,
- Test ve üretim yetenekleri ve
- ABD'nin mikroelettronikte rekabet edebilirliğini ve liderliğini sağlamak.

### 8.2.2. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Savunma Fonu

Söz konusu fon ile savunma, araştırma, geliştirme, test ve değerlendirme, iş gücü geliştirme ile Savunma Bakanlığı ve istihbarat topluluğuna özgü diğer gereksinimlerin karşılanması amaçlanmaktadır.

### 8.2.3. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Uluslararası Teknoloji Güvenliği ve İnovasyon Fonu

Teknoloji güvenliği ve uluslararası tedarik zincirlerinin durumu hakkında bilgi ve iletişimin koordinasyonunu desteklemek üzere Dışışleri Bakanlığı ve çeşitli ilgili kurumlara<sup>95</sup> özgülenmiş bir fondur.

ABD Dışışleri Bakanlığınca ABD'nin kurumlar arası paydaşlarıyla ortaklaşa çalışarak, bu sektörlerde ABD'nin ulusal ve ekonomik güvenlik politikası önceliklerini ilerletmek amacıyla bu fonları kullanmaları için stratejik bir çerçeve geliştirildiği de ifade edilmektedir.<sup>96</sup>

<sup>94</sup> Sargent Jr, J. F., Singh, M., & Sutter, K. M. (2023). Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation. *Congressional Research Service (CRS) Reports and Issue Briefs*, R47523-R47523. Bkz. CRS Report, s.10.

<sup>95</sup> Bu kurumlar şunlardır: ABD Uluslararası Kalkınma Ajansı (*US Agency for International Development*) İhracat-İthalat Bankası (*the Export-Import Bank*) ve ABD Uluslararası Kalkınma Finansmanı Kurumu (*the US International Development Finance Corporation*)

<sup>96</sup> Office Of The Spokesperson. (2023, 14 Mart). "Department of State Announces Plans to Implement the CHIPS Act International Technology Security and Innovation Fund", <https://www.state.gov/department-of-state-announces-plans-to-implement-the-chips-act-international-technology-security-and-innovation-fund/> Ayrıca bkz. "Department of State Allocating \$100 Million in FY 2023 for CHIPS Act Projects", 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.state.gov/department-of-state-allocating-100-million-in-fy-2023-for-chips-act-projects/> adresinden erişildi.

#### 8.2.4. Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) İş gücü ve Eğitim Fonu

İş gücü ve Eğitim Fonu, nitelikli ve yerli iş gücünün teşvik edilmesi amacıyla oluşturulmuştur.<sup>97</sup> Bu kapsamda, yarı iletken endüstrisinin 2025 yılına kadar 90.000 işçiye daha ihtiyaç duyacağı öngörüsü<sup>98</sup>, fonun oluşturulmasında itici güç olarak rol oynamıştır. Ayrıca ABD Çip ve Bilim Yasası kapsamında oluşturulacak yeni ve genişletilmiş tesislerin amacına ulaşabilmesi için kalifiye iş gücünün önem taşıdığı ifade edilerek söz edilen fonun ABD Ulusal Bilim Vakfı'na (The U.S. National Science Foundation) 5 yıla yayılacak şekilde tahsis edildiği görülmektedir.<sup>99</sup>

#### 8.3. ABD Çip ve Bilim Yasası Üzerine Bir Değerlendirme ve Yasanın Olası Etkileri

ABD Çip ve Bilim Yasası, ABD'nin ilgili kamu kurum ve kuruluşlarına özgülünen fon ve ek programlar aracılığıyla çip endüstrisi ve kritik teknolojilerin teşvik edilmesini<sup>100</sup> amaçlamaktadır. Yasa, başta çip endüstrisi olmak üzere kritik teknolojilerde ABD'nin lider konumda bulunmasını sağlamak ve çip endüstrisinin Doğu Asya'da yoğunlaşmış olması nedeniyle ABD'nin söz konusu sektördeki durumunun güçlendirilmesini hedeflemektedir.

- **ABD Uyruklu Şirketlerin Yaklaşımı**

ABD'nin çeşitli eyaletlerinde çip fabrikalarının finanse edilmesi ve kurulmasına olanak tanıyan yasa, büyük şirketlerin harekete geçmesini sağlamıştır. Örneğin Samsung, TSMC<sup>101</sup>, Intel ve GlobalWafers gibi çip üreticileri yakın zamanda ABD'de de üretim tesisleri kurmak için yeni hedeflerini ortaya koymuşlardır. Bu kapsamda Samsung, önümüzdeki 20 yıl içinde Teksas'ta 11 yeni çip üretim tesisi için yaklaşık 200 milyar ABD doları tutarında yatırım yapacağını duyururken<sup>102</sup>; Intel, Ohio'daki çip tesislerine yapmayı planladığı yatırımın

<sup>97</sup> CHIPS and Science Act of 2022, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.commerce.senate.gov/services/files/1201E1CA-73CB-44BB-ADEB-E69634DA9BB9> adresinden erişildi.

<sup>98</sup> *Ibid*

<sup>99</sup> *Ibid*

<sup>100</sup> ABD'nin diğer kritik teknolojiler kapsamında sağlayacağı destek için Yasanın B Bölümünün incelenmesi gerekmektedir. Bkz. *Dipnot 3*.

<sup>101</sup> Nellis, Stephen ve Shepardson, David. (2020, 14 Mayıs). "Taiwan's TSMC to build Arizona chip plant as U.S.-China tech rivalry escalates", 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.reuters.com/article/us-usa-semiconductors-tsmc/taiwan-semiconductor-to-announce-plans-for-us-factory-source-idUSKBN22Q38T> adresinden erişildi. Ayrıca bkz. Lee, Y. N. (2021). 2 Charts Show How Much the World Depends on Taiwan for Semiconductors. CNBC. 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.cnbc.com/2021/03/16/2-charts-show-how-much-the-world-depends-on-taiwan-for-semiconductors.html> adresinden erişildi.

<sup>102</sup> Mehta, Divyansh. (2022, 29 Temmuz). "Samsung plans to invest US\$200 billion to enhance chip fabrication", 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.gizmochina.com/2022/07/29/samsung-plans-to-invest-us200-billion-to-enhance-chip-fabrication/> adresinden erişildi.



kapsamının ABD Çip ve Bilim Yasası kapsamında sunulan desteklerden fon almasına bağlı olduğunu açıklamıştır.<sup>103</sup>

- **Yasanın Ortaya Çıkaracağı Düşünülen İstihdam Potansiyeli**

Söz konusu yasa ile çip sektörünün önde gelen şirketleri, yasaya yönelik olumlu yaklaşımlarını çok kısa bir sürede ortaya koymuşlardır<sup>104</sup>. Yasanın şirketler üzerindeki bu etkisine ek olarak yasa ile istihdamın da artacağı fikri gündeme gelmiştir.<sup>105</sup> Nitekim Data for Progress tarafından yayımlanan bir raporda<sup>106</sup> ABD Çip ve Bilim Yasası kapsamında sağlanan desteklerin 2022-2026 döneminde toplam 513.630 istihdam sağlayacağı belirtilmiştir.

- **Yasanın ABD – Çin İlişkileri Üzerindeki Olası Etkisi**

Yasanın ABD’deki yerel etkilerinin yanı sıra ABD-Çin ilişkileri üzerinde de etki oluşturacağı öne sürülmektedir.<sup>107</sup> Yasa kapsamında sunulan desteklerden yararlanan şirketlerin, başta Çin olmak üzere<sup>108</sup> ABD bakımından ulusal güvenlik tehdidi oluşturduğu düşünülen belirli ülkelerde, çip üretim kapasitesini artırmalarını yasaklayan bir sözleşmeyi kabul etmeleri gerekmektedir.<sup>109</sup> Söz konusu kısıtlama, çip üreticilerinin yatırımlarının ABD ve müttefik ülkelere odaklanmasını sağlamayı amaçlamakta ve yararlanan şirketlerin mali yardım almalarından sonraki 10 yıl boyunca geçerli olacağı görülmektedir. Bununla birlikte istisna teşkil eden durumlar aşağıda belirtilmiştir:

<sup>103</sup> Intel. (2023, 23 Ocak). “Intel Invests in Ohio”, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/resources/intel-invests-ohio.html?wapkw=Ohio%20chips%20and%20science%20act#gs.3nj4im> adresinden erişildi. Ayrıca bkz.

Businesswire, “Intel Announces Next US Site with Landmark Investment in Ohio”, 20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.businesswire.com/news/home/20220121005066/en/Intel-Announces-Next-US-Site-with-Landmark-Investment-in-Ohio/?feedref=JjAwJuNHiystnCoBq\\_hl-Q-tiwWZwkcsWR1UZtV7eGe24xL9TZOyQUMS3J72mJlQ7fxFuNFTHSunhvi30RIBNXya2izy9YOgHlBiZQk2LOzmn6JePCpHPCiYGaEx4DL1Rq8pNwKf3AarimpDzQGuQ==](https://www.businesswire.com/news/home/20220121005066/en/Intel-Announces-Next-US-Site-with-Landmark-Investment-in-Ohio/?feedref=JjAwJuNHiystnCoBq_hl-Q-tiwWZwkcsWR1UZtV7eGe24xL9TZOyQUMS3J72mJlQ7fxFuNFTHSunhvi30RIBNXya2izy9YOgHlBiZQk2LOzmn6JePCpHPCiYGaEx4DL1Rq8pNwKf3AarimpDzQGuQ==) adresinden erişildi.

<sup>104</sup> Intel. (2022, 9 Ağustos). “Intel Statement on CHIPS and Science Act Signing”, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/us-chips-act-signing.html?wapkw=Ohio%20chips%20and%20science%20act#gs.3ng5pa> adresinden erişildi.

<sup>105</sup> Maciolek, Ashleigh. (2022, 8 Aralık). “The CHIPS and Science Act Will Boost Competitiveness and Promote Inclusive Growth”, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.americanprogress.org/article/the-chips-and-science-act-will-boost-competitiveness-and-promote-inclusive-growth/> adresinden erişildi.

<sup>106</sup> Mazewski, M., & Flores, C. (2022). Economic Impacts of the CHIPS for America Act.

<sup>107</sup> Robinson, DAN. (2022, 18 Ağustos). “China, US relations further soured by CHIPS Act”, 20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.theregister.com/2022/08/18/china\\_us\\_relations\\_chips\\_act/](https://www.theregister.com/2022/08/18/china_us_relations_chips_act/) adresinden erişildi.

<sup>108</sup> Zhexiao, TANG. (2022, 25 Ağustos). “CHIPS Act: The Wrong Way to Compete”, 20 Temmuz 2023 tarihinde <http://www.stdaily.com/English/BusinessNews/202208/8f15ed8581f34f85b5e12a9d11079289.shtml> adresinden erişildi.

<sup>109</sup> Yasa metninde bu kısım şu şekilde ifade edilmektedir: “On or before the date on which the Secretary awards Federal financial assistance to a covered entity under this section, the covered entity shall enter into an agreement with the Secretary specifying that, during the 10-year period beginning on the date of the award, subject to clause (ii), the covered entity may not engage in any significant transaction, as defined in the agreement, involving the material expansion of People's Republic of China or any other foreign country of concern.”

1. Eski tip çip üretimi yapan ve yasa kapsamında kalan bir kuruluşun mevcut tesisleri/ekipmanı; veya
2. Eski tip çip üreten ve ağırlıklı olarak yabancı bir ülkenin pazarına hizmet eden, çip üretim kapasitesinin önemli ölçüde genişletilmesini içeren önemli işlemlerin bu kısıtlamaya tabi olmayacakları belirtilmiştir.

## 9. AVRUPA ÇİP YASASI

Yarı iletken tedarik zincirinin güvence altına alınması ve yarı iletken kıtlığına karşı kriz önleme ve müdahale mekanizmalarının oluşturulması ile yarı iletken ekosisteminin güçlendirilmesi amacıyla hazırlanan Avrupa Çip Yasası (Çip Yasası), Avrupa Parlamentosu Üyeleri tarafından 11 Temmuz 2023 tarihinde kabul edilmiştir.<sup>110</sup>

### 9.1. Avrupa Birliği'nde Çip Yasası İhtiyacı

Avrupa endüstrileri, çiplerin temel parça olduğu birçok türde yüksek teknoloji ürünü üretmektedir. Geçtiğimiz dönem Avrupa, birden fazla ekonomik sektörde kıtlığa ve önemli toplumsal sonuçlara neden olan çip arzında aksaklıklara (yüksek fiyatlar, uzun süreli/gerçekleşmeyen teslimatlar vb.) tanık olmuştur. Son zamanlardaki yarı iletken kıtlığı; Avrupa tedarik zincirinin yapısal kırılganlıklarını ve Avrupa'nın çip üretimi için Avrupa Birliği (AB) dışındaki "sınırlı sayıda tedarikçiye", özellikle Tayvan ve Güneydoğu Asya'ya ve "çip tasarımları için ABD'ye bağımlılığını ortaya çıkarmıştır. Avrupa'nın otomotiv, enerji, iletişim ve sağlık gibi birçok sektörünün yanı sıra savunma, güvenlik ve uzay gibi stratejik sektörleri de bu tür tedarik kesintileri nedeniyle tehdit altındadır. Aynı zamanda, elektronik cihazların ve sistemlerin güvenliğini tehlikeye atan sahte çipler piyasada görünmeye başlamıştır.

Avrupa, %10 oranında küresel yarı iletken üretim pazar payına sahiptir ve büyük ölçüde üçüncü ülke tedarikçilerine bağımlıdır.<sup>111</sup> Küresel tedarik zincirinin ciddi şekilde bozulması, Avrupa'nın bazı sektörlerindeki (Örn. Otomotiv veya sağlık cihazları vb.) çip rezervlerinin kısa süre içinde tükenmesine ve birçok Avrupa endüstrisinin durma noktasına gelmesine neden olacaktır. Ayrıca, dijital dönüşüm hızlandıkça ve toplumun her kesimine nüfuz ettikçe, çiplere yönelik endüstriyel ihtiyaçlar artacak ve yeni pazar fırsatları da açılacaktır.

<sup>110</sup> European Parliament, 20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0266\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0266_EN.html) adresinden erişildi.

<sup>111</sup> European Commission, European Chips Act: Factsheet, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-chips-act-factsheet> adresinden erişildi.

## 9.2. Yasanın Stratejik Hedefleri

Çip Yasası ile AB, mevcut %10'luk küresel pazar payını %20'ye çıkarma hedefine ulaşmayı amaçlamaktadır.<sup>112</sup> Bu kapsamda belirlenen 5 stratejik hedef aşağıda belirtilmiştir:

1. Avrupa'nın daha küçük ve daha hızlı çiplere yönelik araştırma ve teknoloji egemenliği güçlendirilmeli,
2. Avrupa gelişmiş çiplerin tasarımı, üretimi ve ambalajlanmasında inovasyon yapma ve bunları ticari ürünlere dönüştürme konusunda kapasitesini geliştirmeli ve güçlendirmeli,
3. 2030 yılına kadar üretim kapasitesini küresel pazarın % 20'sine çıkaracak bir çerçeve oluşturmalı,
4. Avrupa akut yetkinlik eksikliğini gidermeli, yeni yetenekleri çekmeli ve vasıflı bir iş gücünün ortaya çıkmasını desteklemeli,
5. Avrupa, küresel yarı iletken tedarik zincirleri hakkında uluslararası iş birliklerini de içerecek şekilde derinlemesine bir anlayış geliştirmelidir.

## 9.3. Avrupa Çip Yasası'nın Temel Bileşenleri

Çip Yasası aşağıda özetlenen üç temel bileşenden oluşmuştur:

- Büyük ölçekli teknolojik kapasite geliştirmeyi ve son teknoloji çip yeniliğini desteklemek için bir girişim oluşturmak (The Chips for Europe Initiative),
- Üretim kapasitelerine büyük ölçekli yatırımları çekmek ve arz güvenliğini sağlamak için yeni bir çerçeve oluşturmak,
- Piyasa gelişmelerini izlemek ve krizleri önlemek/yönetmek için Üye Devletler ve Komisyon arasında bir koordinasyon mekanizması kurmak.

---

<sup>112</sup> *Ibid*

### 9.3.1. Avrupa için Çip Girişimi (The Chips for Europe Initiative)

Yasanın ilk bileşeni olan Avrupa için Çip Girişimi (Çip Girişimi); bilginin laboratuvarlardan fabrikaya aktarılmasını kolaylaştırarak, araştırma ve inovasyon ile endüstriyel faaliyetler arasındaki uçurumu kapatacak ve yenilikçi teknolojilerin, Avrupalı işletmeler tarafından, sanayileştirilmesini teşvik ederek Avrupa'nın teknolojik liderliğini güçlendirecektir. Ayrıca gelişmiş yarı iletken tasarım araçlarının, yeni nesil çiplerin prototiplerinin çıkarılması, pilot hatların ve en son çip teknolojisinin yenilikçi uygulamaları için test tesislerinin Avrupa çapında konuşlandırılmasını sağlamayı ve kuantum çiplerinde ileri teknoloji ve mühendislik yeteneklerini geliştirmeyi hedeflemektedir.

Çip Girişimi'nin beş operasyonel hedefi bulunmaktadır: Bunlar;

- Tasarım kapasitesinin güçlendirilmesi için “sanal bir tasarım platformu”nun oluşturulması,
- Yeni nesil yarı iletken teknolojilerinin geliştirilmesi için “pilot hatlar”ın kurulması,
- Kuantum çipleri için tasarım kitaplıkları da dâhil olmak üzere “kuantum çipleri oluşturmak” amacıyla pilot hatlar ve pilot hatlar tarafından üretilen kuantum çiplerini test etme ve doğrulama tesisleri gibi hususların desteklenmesi,
- Yarı iletken teknolojilerinin kullanımını teşvik etmek, tasarım ve pilot hat tesislerine erişim sağlamak ve Birlik genelindeki beceri boşluklarını gidermek için Üye Devletlere yarı iletkenler konusunda “en az bir yeterlilik merkezinin kurulması”,
- InvestEU<sup>113</sup> altında kurulan “Çip Fonu” olarak tanımlanacak hem sermaye oluşumuna hem de borç çözümlerini öneren bir dedike yatırım desteğinin oluşturulması.

Operasyonel hedeflere ilişkin spesifik eylemlerin (sanal bir tasarım platformunun ya da pilot hatların oluşturulması v.b.) yerine getirilmesini takip etmek ve temel amacı, araştırma ve teknoloji kuruluşları, endüstri ve Üye Devletler dâhil olmak üzere tüzel kişiler arasında etkili ve yapısal iş birliğini teşvik etmek için Avrupa Çip Altyapısı Konsorsiyumu (The European Chips Infrastructure Consortium) oluşturulacaktır.

---

<sup>113</sup> InvestEU Programı, 2021-2027 yılları arasında Avrupa'da sürdürülebilir yatırımı, yeniliği ve iş üretmeyi destekleyen bir fon programıdır.

Çip Girişimi genel olarak eğitim, öğretim, beceri ve yeniden beceri kazandırma eylemlerini destekleyecektir. Teknik uzmanlık ve deneyimlere erişim sağlanabilecek, şirketlere özellikle Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler’e (KOBİ) tasarım yeteneklerini ve becerilerini geliştirmelerinde yardımcı olabilecek yetkinlik merkezlerinin kurulmasını (competence centre) sağlayacaktır.

### **9.3.2. Büyük Ölçekli Yatırımları Çekmek ve Çip Arz Güvenliğini Sağlamak için Çerçeve Oluşturulması**

Yasanın ikinci bileşeni, yarı iletken üretiminde büyük ölçekli yatırımların çekilerek ve üretim kapasitelerinin artırılarak çip arz güvenliğinin sağlanması için bir çerçeve oluşturulmasıdır. Çerçeve, türünün ilk örneği olan iki yeni tür yenilikçi üretim tesisini içermektedir. Bu yeni tesisler:

- Üretim kapasitelerinin önemli bir kısmını diğer endüstriyel oyuncular için üretime tahsis edecek olan “Açık AB Dökümhaneleri” (Open EU Foundries),
- Kendi pazarları için (örneğin sadece kendi sektörleri için) çip tasarlayacak ve üretecek “Entegre Üretim Tesisleri” (Integrated Production Facility).

Entegre Üretim Tesisleri ve Açık AB Dökümhaneleri, yarı iletken üretiminde kullanılan ekipmanların veya kilit bileşenlerin üretiminde yetenekler sağlayacak ve çip arz güvenliğine katkıda bulunacaktır. Entegre Üretim Tesisleri ve Açık AB Dökümhaneleri, yarı iletken teknolojisinde somut ilerlemeler elde etmek veya yeni nesil teknolojileri hazırlamak amacıyla sürekli inovasyona yatırım yapacaktır. Bunların yanında Avrupa Birliği Çip Yasası ile 2030 yılına kadar araştırma ve yarı iletken üretimi için 43 milyar avro kaynak sağlanacağı beklenmektedir.<sup>114</sup>

### **9.3.3. Krizleri Önlemek/Yönetmek ve Piyasayı İzlemek için Bir Koordinasyon Mekanizmasının Oluşturulması**

Yasanın üçüncü bileşeninde, Üye Devletler ve Üye Devletler ile Komisyon arasında iş birliğini güçlendirme, yarı iletken arzını izleme, talebi tahmin etme, stratejik planlama, kıtlığı öngörme amacıyla bir koordinasyon mekanizması oluşturulacaktır. Koordinasyon mekanizması doğrultusundaki en önemli eylemlerden biri; Üye Devletler kendi bölgelerindeki kilit öneme sahip aktörleri ve kritik sektörleri belirlemek ile yükümlüdür. Bu yükümlülük; yaşanacak olası bir kriz durumunda, üretim ve tedarik zincirinin durmaması için sektör

<sup>114</sup> Berger, R. O. L. A. N. D. (2023). Trend compendium 2050—Six megatrends that will shape the world. Sources, 1, 2023-2027.

önceliklendirilmesinin (priority-rated order) sağlanması ve gerekirse kurulacak tesislerin Komisyon tarafından yönlendirilerek faaliyet göstermesini sağlayacaktır.

#### **9.4. Avrupa Çip Yasası'nın Başlıca Önerileri**

Yasada değinilen başlıca öneriler aşağıda özetlenmiştir:

- Çip üretimi kapsamında yeni nesil teknolojilere yatırım yapılmasının sağlanması,
- Son teknoloji çiplerin prototiplenmesi, test edilmesi ve denenmesi için tasarım araçlarına ve pilot hatlara Avrupa çapında erişimin sağlanması,
- Kritik uygulamalarda kalite ve güvenliği garanti etmek için enerji tasarruflu ve güvenilir çipler için sertifikasyon prosedürlerinin uygulanması,
- Avrupa'da üretim tesisleri kurmak için daha yatırımcı dostu bir çerçeve oluşturulması,
- Finansmana erişimde yenilikçi girişimlere, ölçeklendirmelere ve KOBİ'lere destek sağlanması,
- Çip üretiminde ve tasarımında beceri, yetenek ve yeniliğin teşvik edilmesi,
- Çip arz güvenliğini sağlamak için yarı iletken kıtlıklarını ve krizlerini öngörmek ve bunlara yanıt vermek için gerekli araçların oluşturulması,
- Benzer düşünen ülkelerle yarı iletken uluslararası ortaklıkların kurulması,
- Yasanın sorunsuz, etkili ve uyumlaştırılmış bir şekilde uygulanmasını, iş birliğini ve bilgi alışverişini kolaylaştırmak için Üye Devletlerin temsilcilerinden oluşan ve Komisyonun başkanlık ettiği bir Avrupa Yarı İletken Kurulu'nun (The European Semiconductor Board) oluşturulması.

Tablo 3: ABD Çip ve Bilim Yasası ile AB Çip Yasası Karşılaştırması

|   | KARŞILAŞTIRMA<br>BOYUTU    | ABD ÇİP VE BİLİM YASASI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | AB ÇİP YASASI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ar-Ge ve<br>Ticarileştirme | <ul style="list-style-type: none"><li>Yasa ile detayları düzenlenen “Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Fonu” araştırma ve geliştirme programları için 11 milyar ABD doları tutarında teşvik öngörülmüştür.</li><li>Buna ek olarak Bölüm B’de yapay zekâ, robotik, kuantum bilişim, telekomünikasyon alanlarında yapılacak Ar-Ge için fon tahsis edilmektedir.</li><li>Münhasıran ticarileştirme hususunda yasada açık bir hüküm bulunmamakla beraber, Ulusal Yarı İletken Teknoloji Merkezince yapılan bir açıklamada<sup>115</sup> yarı iletken sektörünün tüm paydaşları tarafından ticarileştirmeye yönelik kullanım örneklerinin olumlu karşılanacağı ifade edilmiştir.<sup>116</sup></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>AB Çip Yasası’nda 5 stratejik hedef belirlenmiştir. Bu boyut ile ilintili stratejik hedeflerinden biri; Avrupa’nın daha küçük, daha hızlı çiplere ve yeni nesil çiplere yönelik araştırma, geliştirme yetkinliğinin ve teknoloji egemenliğinin güçlendirilmesidir. Bir başka ilintili stratejik hedefi ise, gelişmiş çiplerin tasarımı, üretimi ve ambalajlanmasında inovasyon ve bunların ticari ürünlere dönüştürülmesi konusunda kapasite geliştirme ve güçlendirme olarak belirlenmiştir.</li><li>Yasanın ilk bileşeni olan Avrupa için Çip Girişimi (<i>The Chips for Europe Initiative</i> - Çip Girişimi); bilginin laboratuvarlardan fabrikaya aktarılmasını kolaylaştıracak, araştırma ve inovasyon ile endüstriyel faaliyetler arasındaki uçurumu kapatacak eylemleri yürütecektir.</li><li>Ayrıca, Çip Girişimi kapsamında son teknoloji çiplerin prototiplenmesi, test edilmesi ve denenmesi için tasarım araçlarına ve pilot hatlara Avrupa çapında erişim sağlanacaktır.</li></ul> |
| 2 | Yarı İletken Üretimi       | <ul style="list-style-type: none"><li>Yarı iletken üretimi hususu ABD Çip ve Bilim Yasası’nda son derece detaylı olarak ele alınmış ve yasanın A bölümünün temel konusu olmuştur.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>İki yeni tür yenilikçi üretim tesisi önerilmiştir:<ul style="list-style-type: none"><li>Üretim kapasitelerinin önemli bir kısmını diğer endüstriyel oyuncular için üretime tahsis edecek olan 'Açık AB Dökümhaneleri' (<i>Open EU Foundries</i>),</li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

<sup>115</sup> NIST. (2022, 15 Kasım). “The National Semiconductor Technology Center Update to the Community”, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.nist.gov/chips/national-semiconductor-technology-center-update-community> adresinden erişildi.

<sup>116</sup> *Ibid*



|   |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>Bu kapsamda yasada dört ayrı fonun yer aldığı ve her bir fonun farklı konulara özgülendiği görülmektedir. Nitekim bu fonlardan “Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Fonu” bünyesinde ABD’de çip üretimi ve çip üretimi için gerekli aksiyonların alınabilmesi için 39 milyar ABD doları tahsis edilmiştir.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>Kendi pazarları için (Örn. Sadece kendi sektörleri için) çip tasarlayacak ve üretecek olan 'Entegre Üretim Tesisleri' (<i>Integrated Production Facility</i>).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3 | <b>Beceri, Yetenek ve İş Gücü Geliştirme</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>Yasa ile detayları düzenlenen “Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) İş gücü ve Eğitim Fonu” kapsamında üç adede kadar ABD yarı iletken üretim enstitülerinin kurulacağı belirtilmektedir. Bu enstitüler kapsamında sanayi sektörünü desteklemek ve ABD'nin bu sektördeki yetenek havuzu oluşturmasını ve sürdürmesini sağlamak için gerekli eğitim ve yetenek geliştirmeye yönelik müfredatın geliştirilmesi ve uygulanması sağlanacaktır. Aynı fon ayrıca gerekli iş gücünün oluşturulması için sunulacak destekleri de kapsamaktadır.</li><li>Buna ek olarak yasanın “Fırsat ve Kapsayıcılık” (<i>Opportunity and Inclusion</i>) başlıklı 104’üncü bölümünde iş gücü oluşturulması için birtakım önlemlerin yer aldığı görülmektedir. Bu kapsamda ABD Ticaret Bakanlığı, teşviklerden yararlanan girişim ve şirketlerin, ekonomik olarak dezavantajlı bireylerin iş gücüne katılımını artırmak taahhütlerini yerine getirmelerini</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Çip Yasası’nın bu boyut ile ilintili hedefi, çip üretiminde ve tasarımında beceri, yetenek ve yeniliğin teşvik edilmesi, akut yetkinlik eksikliğinin giderilmesinin, yeni yeteneklerin çekilmesinin ve vasıflı bir iş gücünün ortaya çıkmasının desteklemesidir.</li><li>Yasanın ilk bileşeni olan Çip Girişimi eğitim, öğretim, beceri ve yeniden beceri kazandırma eylemlerini de destekleyecektir. Teknik uzmanlık ve deneyimlere erişim sağlanabilecek, şirketlere özellikle Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelere (KOBİ) tasarım yeteneklerini ve becerilerini geliştirmelerinde yardımcı olabilecek yetkinlik merkezlerinin kurulmasını (<i>competence centres</i>) sağlayacaktır. Yetkinlik merkezlerinin bir diğer amacı ise staj olanaklarının artırılması, öğrencilerin alandaki fırsatlar konusunda farkındalıklarının artırılması ve yüksek lisans ve doktora için özel bursların desteklenmesi ve ayrıca kadınların katılımının artırılmasıdır.</li><li>Kurulması planlanan tasarım mükemmeliyet merkezleriyle (<i>design centres of excellence</i>) birlikte, inovasyon ve yeni yetenekler için cazibe merkezi haline gelmesi amaçlanmıştır.</li></ul> |



|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                          | sağlamak için gerekli aksiyonları alacak ve bu göreve özel olarak personel görevlendirecektir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4 | <b>Uluslararası İş Birliği/Ortaklığı</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>Yasada uluslararası iş birliği hususunda detaylı hükümlere yer verilmemekle beraber Ulusal Yarı İletken Teknoloji Merkezince yapılan “ABD’nin Ortakları ve Müttefikleriyle İlişkiler” başlıklı açıklamada<sup>117</sup>:<ul style="list-style-type: none"><li>ABD’nin ortak ve müttefikleriyle sınır ötesi yarı iletken tedarik zincirleri oluşturma,</li><li>Yeni nesil yarı iletken teknolojilerinin geliştirilmesinde bilgi alışverişi ve iş birliğinin teşvik edilmesi,</li><li>Devlet teşvik programlarının koordine edilmesi ve</li><li>Ulusal güvenliği korumak için tedbirlerin uygulanması</li></ul>konularında iş birliği yapılacağı belirtilmektedir.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Çip Yasası’nın bu boyut ile ilintili hedefi, küresel yarı iletken tedarik zincirleri hakkında uluslararası iş birliklerini de içerecek şekilde derinlemesine bir anlayış geliştirmesi yönündedir.</li><li>Avrupa Yarı İletken Kurulu (<i>European Semiconductor Board</i>), yarı iletkenlerle ilgili uluslararası iş birliğine ilişkin konularda Komisyona tavsiyelerde bulunur.</li></ul> |
| 5 | <b>Sektör İzleme ve Kriz Yönetimi</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>ABD’de, AB’deki gibi bir mekanizma kurulmamış olmakla beraber ABD Ticaret Bakanlığı bünyesinde Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Program Ofisi (CPO) kurulmuştur. Söz konusu ofisin yasa ile ilgili tüm faaliyetlerin koordinasyonunu sağlaması beklenmektedir.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>Yasanın üçüncü bileşeni kapsamında, iş birliğini güçlendirme, yarı iletken arzını izleme, talebi tahmin etme, stratejik planlama, kıtlığı öngörme, yarı iletken kıtlığına karşı kriz önleme ve müdahale amacıyla bir koordinasyon mekanizması oluşturulacaktır.</li></ul>                                                                                                                  |

<sup>117</sup> National Institute of Standards and Technology. (2023, 28 Şubat). Chips for America Fact Sheet. Funding Opportunity – Commercial Fabrication Facilities. FACT SHEET: Engaging with U.S. Partners and Allies. 20 Temmuz 2023 tarihinde [https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS\\_NOFO-1\\_International\\_Engagement\\_Fact\\_Sheet.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/02/28/CHIPS_NOFO-1_International_Engagement_Fact_Sheet.pdf) adresinden erişildi.



|   |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• CPO'nun, yasanın Savunma, Dışişleri, Enerji ve İçişleri Bakanlıkları; Ulusal İstihbarat Direktörü Ofisi; Ulusal Bilim Vakfı ve ABD Ticaret Temsilcisi Ofisi de dâhil olmak üzere hükümet genelinde etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak için Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Uygulama Yönlendirme Konseyi (<i>CHIPS Implementation Steering Council</i>) de dâhil olmak üzere Beyaz Saray liderliğindeki koordinasyon çabalarına aktif olarak katılması öngörülmektedir.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6 | <b>Çin'den Tedarikin Yasaklanması</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Yasa kapsamında sunulan desteklerden yararlanan şirketlerin, başta Çin olmak üzere ABD bakımından ulusal güvenlik tehdidi oluşturduğu kanaatine varılan belirli ülkelerde, çip üretim kapasitesini genişletmelerini yasaklamayı öngören bir sözleşmeyi kabul etmeleri gerekmektedir. Söz konusu kısıtlamanın, çip üreticilerinin yatırımlarının ABD ve müttefik ülkelerde odaklanmasını sağlamak için getirildiği ve yararlanıcı şirketlerin mali yardım almalarından sonraki 10 yıl boyunca geçerli olacağı görülmektedir.</li><li>• Ancak bu kısıtlamanın istisnaları da bulunmaktadır. Buna göre:<ul style="list-style-type: none"><li>- Eski tip çip üretimi yapan ve yasa kapsamında kalan bir kuruluşun mevcut tesisleri veya ekipmanı; veya</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Çin'den yarı iletken tedarikine ilişkin herhangi bir yasaklama ya da kısıtlayıcı mekanizma Çip Yasası'nda yer almamaktadır. Ancak Çip Yasası'nın temel amacı; Avrupa'nın sınırlı sayıdaki tedarikçilere olan bağımlılığından kurtularak teknolojik egemenliğini ve arz güvenliğini korumak için yarı iletkenlerdeki yeteneklerini ve çip üretim ve tasarım faaliyetlerini güçlendirmek olduğundan uzun vadede Çin'den yarı iletken tedarikinden doğası gereği uzaklaşılacağı öngörülmektedir.</li></ul> |



|   |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                              | <ul style="list-style-type: none"><li>- Eski tip çip üreten ve ağırlıklı olarak yabancı bir ülkenin pazarına hizmet eden, çip üretim kapasitesinin önemli ölçüde genişletilmesini içeren önemli işlemlerin mezkûr kısıtlamaya tabi olmayacakları belirtilmiştir.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7 | <b>Fon/Finansmana Erişim</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• ABD Çip ve Bilim Yasası kapsamında yarı iletkenlerle ilgili programlar ve faaliyetler için toplamda 52,7 milyar ABD doları tutarında ödenek/fon tahsis edilmektedir. Bu ödenekler:<ul style="list-style-type: none"><li>- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Fonu (50 milyar ABD doları)</li><li>- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Savunma Fonu (2 milyar ABD doları)</li><li>- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) Uluslararası Teknoloji Güvenliği ve İnovasyon Fonu (500 milyon ABD doları)</li><li>- Amerika için Yarı İletken Üretimine Yararlı Teşvikler Oluşturma (ÇİP) İş gücü ve Eğitim Fonu (200 milyon ABD doları)</li></ul></li><li>• Bu fonlar ile<ul style="list-style-type: none"><li>- Başta çip üretimi olmak üzere,</li><li>- İş gücü geliştirme programlarının oluşturulması,</li><li>- Özel yatırımların teşvik edilmesi,</li><li>- Teknoloji güvenliği ve</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Çip Yasası ile AB, mevcut %10'luk küresel pazar payını %20'ye çıkarma hedefine ulaşmayı amaçlamaktadır. Bu minvalde; finansmana erişimde yenilikçi girişimlere, ölçeklendirmelere ve KOBİ'lere destek sağlanacaktır.</li><li>• InvestEU<sup>118</sup> altında kurulan ve hem sermaye oluşumuna hem de borç çözümlerini öneren bir dedike yatırım desteğinin oluşturulması ("Çip Fonu") planlanmıştır.</li><li>• Bunun yanı sıra; Çip Girişimi 2027 yılına kadar, AB bütçesinden doğrudan 6,2 milyar avro kamu fonu; 2030 yılına kadar ise Birlik ve Üye Devletlerin kamu yatırımlarını bir araya getirerek toplamda 11 milyar avro kamu eli ile desteklenecektir.</li><li>• 2030 yılına kadar toplamda 43 milyar avro'dan fazla politika odaklı yatırım (özel-kamu toplamı) gerçekleşmesi beklenmektedir.</li><li>• Çip Girişimi'nin, Dijital Avrupa ve Ufuk Avrupa programları tarafından desteklenmesi planlanmıştır.</li></ul> |

<sup>118</sup> InvestEU Programı, 2021-2027 yılları arasında Avrupa'da sürdürülebilir yatırımı, yeniliği ve iş yaratmayı destekleyen bir fon programıdır.



|   |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Uluslararası tedarik zincirlerinin durumu hakkında bilgi ve iletişimin koordinasyonunun sağlanması amaçlanmaktadır.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8 | <b>Yasa Dışında Ekosistemi Destekleyen Programlar</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Yasa dışında teşvik ekosistemini destekleyen programlara açıkça değinilmemekle beraber yasa ile kurulması öngörülen enstitü ve kuruluşlara sağlanan AR-GE destekleri ile çip endüstrisinin ilaveten destekleneceği ifade edilmektedir.</li><li>• Buna ek olarak 2021 Mali Yılı için Ulusal Savunma Yetkilendirme Yasası'nda<sup>119</sup> da çip üretimine ilişkin politikalar belirlenmektedir.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• AB, yarı iletkenlerde Ar-Ge ve İnovasyon alanındaki farklı programlar ve eylemler çerçevesinde teknoloji, endüstri ile başarılı bir iş birliği (Kilit Dijital Teknolojiler İş Birliği, Kamu-Özel Ortaklıkları) geçmişine sahiptir.</li><li>• Avrupa İnovasyon Konseyi (<i>The European Innovation Council</i>), dinamik ve dayanıklı yarı iletken ekosistemi oluşturmak ve yeni çip tasarımlarının maliyetini ve süresini azaltmak, üretim sırasında oluşan güç tüketimini ve israfı en aza indirmek, çipleri daha hızlı ve daha verimli hale getirmek için çalışmalarını sürdürmektedir. Konsey hızlandırıcı programı aracılığıyla, yarı iletken ve kuantum teknolojileri sektöründe pazar yaratan, yenilik potansiyeli olan start-up'lara ve KOBİ'lere desteğini güçlendirecek ve yeniliklerini olgunlaştırmalarına ve yatırımcıları çekmelerine yardımcı olacaktır.</li><li>• Mikroelektronik ve İletişim Teknolojileri üzerine yeni bir Avrupa Ortak Çıkarları Projesi Üye Devletler için, piyasa başarısızlıklarının üstesinden gelmek ve kilit sektörlerde ve teknolojilerde çığır açan yenilikleri mümkün kılmak için, büyük ve entegre sınır ötesi projelerle ilgili olması koşuluyla ve ilk endüstriyel konuşlandırmaya kadar ve ayrıca önemli altyapı yatırımları, olumlu penetrasyon etkileri ile genel olarak</li></ul> |

<sup>119</sup> Congress.gov, 20 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/6395/text> adresinden erişildi.



|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>AB ekonomisi için, kamu eş finansmanına izin veren bir devlet yardım aracıdır.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Üye Devletlere “Ar-Ge ve İnovasyon Devlet Yardım Kuralları” (<i>R&amp;D&amp;I State aid rules</i>), özellikle Ar-Ge ve İnovasyon Çerçevesi (<i>the R&amp;D&amp;I Framework</i>) ve Genel Blok Muafiyet Yönetmeliği'nin (<i>General Block Exemption Regulation</i>) ilgili hükümleri kapsamında da destek sağlanmaktadır.</li><li>• Şirketler ve kuruluşların gelişmesi için gereken teknoloji gelişmelerini belirlemek amacıyla; şirketleri, Üye Devlet temsilcilerini, akademiye, kullanıcıları ve araştırma ve teknoloji kuruluşlarını bir araya getiren “İşlemciler ve Yarı İletkenler Sanayi İttifakı”nı (<i>The Industrial Alliance on Processors and Semiconductors</i>) başlatmıştır.</li></ul> |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 10. TÜRKİYE’DE ÇİP TEKNOLOJİSİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR YÜRÜTEN GİRİŞİMLER

- **Yarı İletken Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı (YİTAL)**

1983 yılında kurulan Yarı İletken Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı (YİTAL), TÜBİTAK BİLGEM Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü (UEKAE) bünyesinde yer alan ve yarı iletken teknolojileri üzerine çalışan bir araştırma laboratuvarıdır. Misyonu, Türkiye’nin yarı iletken gereksinimleri doğrultusunda yenilikçi teknolojiler geliştirerek ülkemizin bu alandaki bağımsızlığını sağlamak olarak belirlenmiştir.

1988-1998 yılları arasında Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletken (Complementary Metal Oxide Semiconductor-CMOS) tümdevre üretim teknolojisini geliştiren YİTAL bu teknoloji ile UEKAE’nin kriptoloji cihazlarında kullanılan dijital kriptoloji tümdevrelerinin üretimini sağlamıştır. Türkiye’nin ulusal kimlik kartlarının tasarımcısı olan YİTAL, 2011’de ülkemizin ilk temaslı Millî Akıllı Kart tümdevresini tasarlamış, 2018 yılına gelindiğinde ise temaslı ve temassız akıllı kartlar geliştirmiştir. Söz edilen tümdevreler uluslararası geçerliliği bulunan EAL5+ sertifikasına sahiptir. Bunlara ek olarak 2010 yılından bu yana YİTAL, yerli üretimle savunma sanayii bünyesindeki işletmelerin kullanımına sunulan ülkemizin askeri standartlarda fotodedektör sağlayıcısıdır. Ayrıca YİTAL, tümdevreleri ile Paralel PCI NTDS (Naval Tactical Data System) arayüz haberleşme kartı da geliştirmiştir.

YİTAL, bünyesinde yer alan ve özel uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanan çok çekirdekli işlemci için özgün bir yazılım geliştirmiştir. Türkiye’nin ilk SiGe hibrit bipolar transistörü (HBT) 2018 yılında hayata geçirilmiş olup 120 GHz kesme frekansına ulaşan x-bant uygulamalarına yönelik RF devreleri üretilmektedir. Ek olarak, radarların x-bant alıcı-verici bileşenlerinin yerli üretimi çerçevesinde 0,25 mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) 5 metal SiGe teknolojisinin özgün olarak geliştirilmesi süreci başlanmıştır. YİTAL, ileri yarı iletken üretim süreçlerini iyileştirmekle birlikte Türkiye’de CMOS ve SiGe tümdevrelerini üretebilen bir kuruluştur.<sup>120</sup>

---

<sup>120</sup> TÜBİTAK BİLGEM, “Yarı İletken Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı”, 13 Haziran 2023 tarihinde <https://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/yital-yari-iletken-teknolojileri-arastirma-laboratuvari> adresinden erişildi.

- **Tümdevre Tasarım ve Eğitim Laboratuvarı (TÜTEL)**

2017 yılında BİLGEM çatısı altında faaliyetlerine başlayan TÜTEL, mikroelektronik alanında teknik bir uzmanlık kazanmakla birlikte araştırmacılar, KOBİ'ler, start-up'lar ve üniversiteler ile tümdevre ekosistemi oluşturmak amacıyla kurulmuştur. Bu kapsamda TÜTEL, tümdevre ekosisteminde eğitim çalışmalarının yanı sıra tümdevre tasarım, geliştirme, test ve fabrikasyon imkânlarını prototip ve kavram ispatı seviyesinde sunmaktadır. Ayrıca IoT sistemleri için daha düşük güç tüketen güvenli bir işlemci tasarımı ve yapay zekâ algoritmalarının donanım seviyesinde çip akışında tasarlanması çalışmaları da devam etmektedir. TÜTEL, mikroelektronik konusundaki bilincin her yaştan bireye ulaşması için ülke genelinde çeşitli çalışmalar yürütmektedir.<sup>121</sup> Söz edilen bu çalışmalar arasında ilk kez 2022 yılında TEKNOFEST etkinlikleri kapsamında Çip Tasarım Yarışması bulunmaktadır.<sup>122</sup>

- **TÜYAR Mikroelektronik San. ve Tic. A.Ş. (TÜYAR A.Ş.)**

TÜYAR, çip üretim ekosisteminin Türkiye’de oluşumuna ve bu kapsamda sanayimizin ve teknolojimizin güçlenmesine ivme kazandıracak bir girişim olarak kurulmuştur. TÜYAR’ın hayata geçirmeyi planladığı üretim tesisi, yatırım yapılacak teknoloji üretim boyutunda yurt içi ve yurt dışı pazarlara yönelik, farklı sektörlerle yönelik çip üretimini hedeflemektedir.<sup>123</sup> TÜYAR, Haziran 2023 itibarıyla ileri teknoloji çip paketleme tesisi yatırımına başlamıştır. Kurulacak tesiste, prototip çip paketleme tasarım ve üretimlerinin yanısıra, düşük hacimde ileri teknoloji çip paketleme üretimleri gerçekleştirilecektir.

- **YONGATEK Mikroelektronik**

Bilimi, inovasyonu ve insan kaynağını ön planda tutarak modern teknolojiler sunmayı, yeni çözümler üretmeyi ve dışa bağımlılığı önlemeyi amaçlayan YONGATEK Mikroelektronik, tümdevre (Integrated circuit-IC) / Uygulamaya özel tümleşik devre (Application Specific Integrated Circuit-ASIC) / çip üzerinde sistem (System-on-chips - SoC) / çip tasarımı, 5G/6G ve uydu iletişimi, video işleme<sup>124</sup> ve IoT alanlarında geniş bir hizmet yelpazesi sunmaktadır.<sup>125</sup>

---

<sup>121</sup> TÜTEL, <https://tutel.bilgem.tubitak.gov.tr/hakkimizda/>

<sup>122</sup> TÜTEL, “TÜTEL Çip Tasarım Yarışması Düzenliyor!”, 13 Haziran 2023 tarihinde <https://tutel.bilgem.tubitak.gov.tr/tutel-cip-tasarim-yarismasi/> adresinden erişildi.

<sup>123</sup> TÜYAR Mikroelektronik, <https://tuyar.com.tr/TR/tuyar-1>

<sup>124</sup> **Video işleme**, giriş ve çıkış sinyallerinin video dosyaları veya video akışları olduğu özel bir sinyal işleme durumudur. Çoğu görüntü işleme tekniği, görüntünün iki boyutlu bir sinyal olarak ele alınmasını ve standart sinyal işleme tekniklerinin uygulanmasını içermektedir.

<sup>125</sup> YONGATEK Mikroelektronik, <https://www.yongatek.com/>

- **Aselsan Bilkent Mikro Nano Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş. (AB MikroNano)**

Aselsan ve Bilkent Üniversitesi iş birliği ile hayata geçirilen AB MikroNano ülkemizin önde gelen nanoteknoloji şirketlerindendir. AB MikroNano, Türkiye’de ilk defa Galyum Nitrat (GaN)<sup>126</sup> temelli nanotransistörlerin ve tümdevrelerin seri üretimini ve üst düzey stratejik teknolojilerin geliştirilmesini hedeflemektedir.

2003 yılında Bilkent Üniversitesi bünyesinde kurulan Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (NANOTAM); uygulamalı nanoteknoloji, fotonik, yarı iletken teknolojiler ve mikro/nano elektronik alanlarında teorik ve uygulamalı araştırmalar üzerine çalışmalarını yürütmektedir. NANOTAM'ın öncülük ettiği araştırma ve geliştirme çalışmalarının ticari ürünlere dönüştürülmesi ve üretim faaliyetlerinin hızlandırılması amacıyla GaN RF teknolojileri, navigasyon teknolojileri, semikondütor ve sensör teknolojileri, fotonik teknolojileri, elektro-optik sistem teknolojileri üzerinde çalışmaktadır.<sup>127</sup>

- **ODTÜ Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler (MEMS) Merkezi**

Ülkemizde mikro-elektro-mekanik sistemler alanında yapılan çalışmalar ilk olarak 1995 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde (ODTÜ) başlamıştır. ODTÜ’de yürütülen AR-Ge çalışmaları, Mikro-Elektro-Mekanik Araştırma ve Uygulama Merkezi’nin 2008 yılında kurulması ile birlikte kurumsal bir kimlik kazanmıştır. Merkez bünyesinde gece görüş dedektörleri, ivmeölçerler, radyo frekansı mikro-elektro-mekanik sistemler, mikro-elektro-mekanik sistemler tabanlı enerji jeneratörleri, biyomedikal alanındaki çalışmalara yönelik mikro sistemler olmak üzere geniş bir yelpazede gelişmiş teknoloji ile üretilen ürün örneklerinin literatürdeki örnekleriyle rekabet edebilecek nitelikte geliştirilmesi sağlanmıştır. ODTÜ MEMS Merkezi, yürüttüğü bilimsel araştırmalar ile alanında öncü olmayı, bilgilerini özel sektör ile beraber geliştirerek ürüne dönüştürmeyi ve ülkemize ekonomik anlamda değer kazandırmayı amaçlamaktadır.<sup>128</sup>

---

<sup>126</sup> **Galyum Nitrat (GaN)**, yüksek verimli güç transistörleri ve tümdevreler için kullanılan geniş bant aralıklı bir yarı iletkenidir

<sup>127</sup> LinkedIn, AB MikroNano, 13 Haziran 2023 tarihinde [https://tr.linkedin.com/company/ab-mikronano?original\\_referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://tr.linkedin.com/company/ab-mikronano?original_referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F) adresinden erişildi.

<sup>128</sup> Kurumsal Kimlik Kitapçığı, 2 Ağustos 2023 tarihinde [https://mems.metu.edu.tr/tr/system/files/mems\\_kurumsal\\_kimlik\\_kitapcigi.pdf](https://mems.metu.edu.tr/tr/system/files/mems_kurumsal_kimlik_kitapcigi.pdf) adresinden erişildi.

- **Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (SUNUM)**

Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (SUNUM), nanoteknoloji alanında yürütülen bilimsel ve teknolojik çalışmaları sürdürmeyi ve desteklemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, ulusal düzeyde faaliyet gösteren bir araştırma merkezi olan SUNUM, ülkemizde LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve BREEAM (British Research Establishment Environmental Assessment Method) yeşil bina standartlarına uygun ilk bina olma özelliğiyle de öne çıkmaktadır. İçerisinde multidisipliner laboratuvarlar, temiz oda, yankısız oda ve ofisler bulunan SUNUM, bünyesinde bulunan odalarda 4 inç boyutlara kadar yalıtkan, iletken ve yarı iletken üzerinde mikronano ölçeğinde isteğe yönelik tasarlanan cihazları temel litografi yöntemleri ile üretebilmektedir. SUNUM'un temiz odası, yüksek teknolojiye sahip cihazları ve alanında yetkin ekibi neredeyse insan saçının 10 binde biri uzunluğunda yapıların üretimini mümkün kılmakta ve sanayiyle çeşitli alanlarda iş birliği yaparak ülkemiz endüstrisine destek olmaktadır.<sup>129</sup> Bunlara ek olarak SUNUM, mikro-nano boyut tasarım, üretim ve karakterizasyon teknolojilerini gıda, tarım, su, çevre, enerji, savunma, havacılık ve uzay alanlarında kullanarak yeni ürünlerin geliştirilmesine yönelik araştırmalar yürütmektedir.<sup>130</sup>

- **Ermaksan**

2008 yılından itibaren yerli çip üretimi için çalışmalarını sürdüren Ermaksan, 2015 yılında Bursa'da Türkiye'nin ilk çip fabrikasını kurarak üretime geçmiştir. Söz konusu firma tarafından üretilen çipler; aydınlatma sistemleri, savunma sanayi, uzay sanayi ve sağlık gibi çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır.<sup>131</sup> Bununla birlikte üniversite-sanayi iş birliğini etkili bir şekilde yürüten Ermaksan, çip üretimi alanında birçok patentin sahibidir. Ermaksan çatısında kurulan ve ülkemizin ilk özel sektör yarı iletken optoelektronik Ar-Ge merkezi olan EON PHOTONICS, lazer çip üretiminde dünyanın önde gelen üreticileri arasında yer almaktadır.<sup>132</sup>

<sup>129</sup> Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, <https://sunum.sabanciuniv.edu/tr>

<sup>130</sup> SUNUM Lisansüstü Burs İmkânları ve Projeler, 02.08.2023 tarihinde [https://sunum.sabanciuniv.edu/assets/TR\\_FENS\\_Seminer\\_2020.pdf](https://sunum.sabanciuniv.edu/assets/TR_FENS_Seminer_2020.pdf) adresinden erişildi.

<sup>131</sup> Anadolu Ajansı, (2020, 22 Şubat). “Kilogram değeri 2 milyon dolar olan 'lazer çipi' ihracat yolunda” 01.08.2023 tarihinde <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/kilogram-degeri-2-milyon-dolar-olan-lazer-cipi-ihracat-yolunda/1741463> adresinden erişildi.

<sup>132</sup> ERMAKSAN, <https://www.ermaksanadditive.com/tr-TR/hakkimizda>

- **Electra IC**

2014 yılında kurulan Electra IC, savunma ve havacılık sektöründe faaliyetleri olan yerli ve uluslararası pek çok firma için “ASIC<sup>133</sup>/FPGA<sup>134</sup>, mikroçip ve gömülü sistemler, elektronik devre tasarım ve doğrulama, gömülü yazılım tasarım ve geliştirme” projeleri yürütmektedir. Bunların yanı sıra IP çekirdekleri ve gömülü sistem ürünleri de geliştiren Electra IC, çok çeşitli işlemci mimarileri ve özellikle NXP, STM, TI ve NVIDIA gibi SoC’ler<sup>135</sup> üzerinde gerçek zamanlı gömülü yazılımlar geliştirmektedir.

Electra IC, alanında uzman eğitim hizmetleri sağlayıcısı olan Doulos’un beş Sertifikalı Çözüm Ortağı’ndan biri olarak öne çıkmaktadır. Electra IC, kurulduğu günden bu yana çalışanlarına, çözüm ortaklarına ve müşterilerine mikroçip ve gömülü sistem tasarımları alanlarında dünya standartlarında eğitimler sunmayı hedeflemektedir.<sup>136</sup>

Hava, kara ve deniz savunma araçlarında kullanılan sayısal çiplerin tasarım ve doğrulamasını yapan Electra IC, sayısal çip tasarım ve çözümlerinin yerli mühendislikle üretilme imkânını ülkemize kazandırmaktadır.<sup>137</sup>

- **Anka Microelectronic Systems (ANKASYS)**

Yarı iletken sektöründe faaliyet gösteren ANKASYS, Türkiye’nin ilk SoC tasarım firmasıdır. Türkiye’nin yanı sıra İsviçre’de de bir şubesi bulunmaktadır. Uzmanlık alanları; Mikroelektronik Devre Tasarım ve Doğrulama, Mikroelektronik IP Tasarım, Mikroelektronik Eğitim Hizmetleri, Mikroelektronik Sistem Çözümleri, FPGA Tasarım ve Doğrulama, Mühendislik Danışmanlığı ve Taşeronluk, Analog ve Sayısal Mikroişlemci Tabanlı Gömülü Sistem Tasarımı olan ANKASYS, ulusal ve uluslararası birçok yarı iletken firmasına hizmet vermektedir. ANKASYS’in FPGA ve ASIC tasarım alanlarında kullanılmak üzere tasarladığı UVM-Xpress, Evrensel Doğrulama Metodolojisi (Universal Verification Methodology-UVM), önde gelen doğrulama yaklaşımlarından biridir ve FPGA/ASIC/SoC için dijital tasarımları doğrulamak adına standartlaştırılmış bir metodolojidir. FPGA geliştirme kartı tasarımlarına da sahip olan ANKASYS, söz edilen yetkinlikleri ile mikroçip tasarımları için tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır.<sup>138</sup>

---

<sup>133</sup> ASIC (Application Specific Integrated Circuit): Uygulamaya Özel Tümdevre.

<sup>134</sup> FPGA (Field Programmable Gate Array): Alanda Programlanabilir Kapı Dizileri.

<sup>135</sup> SoC (System on a chip): Çip üzerinde sistem.

<sup>136</sup> Electra IC, <https://www.electraic.com/tr/kurumsal/hakkimizda?dil=tr>

<sup>137</sup> Electra IC, <https://www.electraic.com/news/electra-ic-domestic-and-national-design-in-microchip-industry?dil=tr>

<sup>138</sup> ANKASYS, <https://ankasys.com/about/>

- **MKR-IC**

1992 yılında İstanbul’da kurulan MKR-IC tasarım merkezi, ağırlıklı olarak yerli olmak üzere dünya elektronik endüstrisine uygulamaya özel tümdevre (Application Specific Integrated Circuit-ASIC) çözümleri sunmak üzere kurulmuştur. Tasarım merkezi 2004 yılında Mikroelektronik Araştırma Geliştirme Tasarım ve Ticaret Ltd. tarafından satın alınmıştır. Mikroelektronik Araştırma Geliştirme Tasarım ve Ticaret Ltd. 2004 yılında İTÜ-ETA Vakfı ve AKÇASU Yazılım Şirketi’nin birleşmesiyle kurulmuştur. 2010 yılında ise Aselsan AŞ., İTÜ-ETA Vakfı hisseleri hariç tüm hisseleri satın alarak şirketin ortağı olmuştur. Başarılı bir ASIC geliştirmek için spesifikasyon sürecini önemli bir adım olarak gören MKR-IC, ASIC yaklaşımıyla sağlanan teknolojik ve mimari alternatifler sunmaktadır.<sup>139</sup>

- **Millî İşlemci: Çok Amaçlı Açık Kaynak İşlemci (ÇAKIL)**

Türkiye’nin ilk yerli işlemcisi ÇAKIL, TÜBİTAK Bilgem ve Aselsan iş birliği ile geliştirilmiştir. Bu proje ile ÇAKIL’ın; savunma sanayiinde atış kontrol, insansız hava aracı (İHA), güdüm, oto pilot, uçuş kontrol, radar, sonar vb. gibi sinyal işleme ve görev yönetimi uygulamalarında kullanılması hedeflenmiştir.<sup>140</sup>

*Şekil 5: Milli İşlemci "ÇAKIL"*



**Kaynak:** TÜBİTAK Bilgem & Aselsan, “Milli İşlemci Çakıl”, 13 Haziran 2023 tarihinde [https://wwwcdn.aselsan.com/api/file/CAKIL\\_TR-\(1\)-\(1\).pdf](https://wwwcdn.aselsan.com/api/file/CAKIL_TR-(1)-(1).pdf) adresinden erişildi

<sup>139</sup> MKR-IC, <https://www.mkr-ic.com/#en>

<sup>140</sup> TÜBİTAK Bilgem & Aselsan, “Milli İşlemci Çakıl”, 13 Haziran 2023 tarihinde [https://wwwcdn.aselsan.com/api/file/CAKIL\\_TR-\(1\)-\(1\).pdf](https://wwwcdn.aselsan.com/api/file/CAKIL_TR-(1)-(1).pdf) adresinden erişildi.

Çakıl Projesi'nin tamamlanmasının ardından özgün çekirdek, millî işlemci tasarımı, çevresel arayüzlerin yerleştirilmesi ve çip alanındaki ekosistemimizin genişletilmesi amacıyla TÜBİTAK BİLGEM tarafından Çok Çekirdekli Mikroişlemci Geliştirme Projesi (YONCA) başlatılmıştır.<sup>141</sup>

- **Çok Çekirdekli Mikroişlemci Geliştirme Projesi (YONCA)**

YONCA projesi, ÇAKIL projesinin devamı niteliğinde kurgulanan ve 4 çekirdekli bir işlemci geliştirmeyi amaçlayan projedir. İşlemcilerin en önemli parçası olan çekirdek üzerinde uzmanlığın milli olarak elde edilmesi için YONCA projesinde çekirdek tamamen yerli olarak geliştirilmekte olup, bu sayede ülkemizin işlemci mimarileri konusunda uzmanlık kazanması hedeflenmektedir.

YONCA projesi ile askeri ve kritik sivil uygulamalar için kendi donanımımızın tasarlanması amaçlanmaktadır. Bu proje hem temin ile ilgili riskleri, kısıtları ve güvenlik problemini ortadan kaldıracak, hem de temel bir teknolojik yeteneğin gelecekteki ihtiyaçlara yönelik olarak ülke içerisinde kazanımını sağlayacaktır. Bu proje kapsamında yurt dışından temin edilen önemli IP'lerin yerli imkânlar ile geliştirilmesi ve bu konuda ülke olarak bağımsızlığın kazanılması hedeflenmektedir. Ayrıca oldukça büyük ve ciddi teknoloji birikimi gerektiren söz konusu proje kapsamında ülkemizde bugüne kadar yapılmamış olan 16 nm FinFET teknolojisinde<sup>142</sup> bir çip üretimi yapma imkânı ortaya çıkmıştır.

Proje süresince çip üzerinde sistem (system-on-chip - SoC) tasarımı ve işlemci mimarileri konusunda ciddi bilgi birikimi elde edilmektedir. YONCA kapsamında elde edilen bilgi birikimi kullanılarak proje akabinde kritik çiplerin de özgün ve milli olarak, daha ileri üretim teknolojilerinde (< 7 nm) üretilmesi amaçlanmaktadır.

YONCA projesinin yanı sıra ülkemiz, COVID-19 pandemi süreci ve sonrasında başta otomotiv sektörü olmak üzere pek çok farklı sektörde gelişen teknolojiyi etkisi altına alan çip üretiminde en üst seviyeye yükselebilmek amacı ile harekete geçmiştir. Sanayi ve Teknoloji Bakanı, çip sektöründe Türkiye'nin de Katar ile birlikte yaklaşık 60 milyon ABD doları değerinde yatırım yapacağını kamuoyuna bildirmiştir. TÜBİTAK BİLGEM ile Katar Hamad

<sup>141</sup> Savunmatr.com, (2023, 10 Ocak). "SSB'den savunma sanayiini uçuracak 8 ayrı kritik Ar-Ge Projesi", 10 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.savunmatr.com/ssbden-savunma-sanayiini-ucuracak-8-ayri-kritik-ar-ge-projesi> adresinden erişildi.

<sup>142</sup> FinFET, "Fin Field-Effect Transistor" kısaltmasıyla bilinen bir transistör yapısıdır. Geleneksel MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) yapısına bir geliştirme olarak ortaya çıkmıştır. FinFET'ler, yarı iletken endüstrisinde yüksek performans ve enerji verimliliği sağlamak amacıyla kullanılan bir teknolojidir.

Bin Khalifa Üniversitesi arasında gerçekleşen iş birliği sayesinde Katar'ın daha çok makine tedarığı ile ilgileneceğı, Türkiye'nin de ağırlıklı olarak teknik uzmanlık bilgisi ve beşeri kaynak sağlama noktasında yer alacağı açıklanmıştır. Ek olarak, yatırımın ülkemizde gerçekleştirileceğı ifade edilirken bu konuda önemli adımların da atılabileceğı belirtilmiştir.<sup>143</sup>

---

<sup>143</sup> Türkiye Gazetesi (2023, 9 Haziran). "Türkiye'den kritik 'teknoloji' hamlesi! Katar'la 60 milyon dolarlık ortak yatırım yapılacak", 12 Haziran 2023 tarihinde <https://www.turkiyegazetesi.com.tr/ekonomi/turkiyeden-kritik-teknoloji-hamlesi-katarla-60-milyon-dolarlik-ortak-yatirim-yapilacak-970131> adresinden erişildi.

## SONUÇ

Yarı iletkenler; oyuncaklardan akıllı telefonlara, arabalardan tıbbi cihazlara kadar birçok elektronik cihazda kullanılan teknoloji dünyasının önemli bileşenleridir. Bu bileşenler; yapay zekâ ve makine öğrenmesi de dâhil olmak üzere, yaşam ve çalışma şeklimizi dönüştüren yenilikçi teknolojilerin uygulamalarına olanak sağlamaktadır.

Yarı iletken üretimi, dünyanın en çok kazandıran sektörlerinden biri olduğu kadar aynı zamanda yüksek teknoloji gerektiren en zor sektörlerinden biridir. Çipler, bilgi odaklı modern ekonomiye güç sağlamaktadır. Çiplerin tasarım, araştırma ve geliştirme çalışmaları uzun zaman almakta, üretim altyapı ve cihazları ise büyük sermaye yatırımı gerektirmektedir. COVID-19 pandemisinin tedarik zincirlerini bozması ve jeopolitik gerginliklerin artmasıyla birlikte yarı iletken şirketleri, ileri teknolojiler için uçtan uca tasarım ve üretim kabiliyetlerine ulaşmakla daha fazla ilgilenmeye başlamıştır. Birçok hükümet de bu ilgiyi destekleyerek kendi yerel yarı iletken pazarlarını güçlendirmeye çalışmıştır.

Çip üretimi belirli coğrafi bölgelerde yoğunlaşırken, şirketlerin bu bölgelerde daha kolay tesis kurabilmelerini sağlayan insan kaynağı ve bilgi birikimi altyapılarına sahip olmaları bazı ülkeleri diğerlerine göre daha avantajlı konuma getirmektedir. Fabrika altyapısını kurmak ve iş gücü becerilerini geliştirmek için gereken uzun zaman dilimleri göz önüne alındığında, yarı iletken şirketlerinin tasarım ve üretim süreçlerinde profesyonelliğe ulaşmak için inşaat sorunlarını, ekipman maliyetlerini ve şirket içi yetenekleri geliştirme ihtiyacını dikkate alan uzun vadeli bir stratejiye ihtiyaçları vardır. İleri teknolojiye sahip çip üretimi için birbirinden farklı 50'den fazla ekipman gerekmektedir; söz edilen bu ekipmanların büyük bir bölümü ise ABD, İngiltere, Almanya, Hollanda ve Japonya'da üretilmektedir. ABD ile birlikte Tayvan, Çin, Güney Kore ve Japonya gibi Asya ülkeleri de dünyanın en büyük yarı iletken üreticileri arasında yer almaktadır.

Çip teknolojisiyle ilgili yasal düzenlemelerin hazırlanması oldukça önemlidir. Çip teknolojisinin düzenlenmesi; teknolojik gelişme, güvenlik, tüketicinin korunması, yenilik ve ekonomik büyüme gibi birçok alanda önemli bir rol oynamaktadır. Bu düzenlemeler, çip teknolojisinin sürdürülebilirliğini ve topluma fayda sağlayacak şekilde geliştirilmesini sağlamaktadır.

ABD, yerli Ar-Ge ve üretim kapasitesini güçlendirerek ülkenin yarı iletken teknolojisindeki rekabet gücünü artırmak amacıyla Çip ve Bilim Yasası'nı yürürlüğe koymuştur. Öte yandan Avrupa Komisyonu, kıtanın yarı iletkenler alanındaki rekabetçiliğini güçlendirmek amacıyla 2022 yılında, Çip Yasasını uygulamaya koymuştur. Yasa, Avrupa'yı

yarı iletken tedarikindeki zayıflıklardan korumak için bir dizi farklı adım içermektedir. Bununla birlikte Japonya yerli çip endüstrisini güçlendirmek için milyarlarca dolarlık bir girişim başlatacağını duyurmuştur ve Çin güncellenen beş yıllık planında yarı iletken endüstrisini kilit bir odak alanı olarak nitelendirmiştir.

Küresel çip krizi çoğu sektörü olumsuz yönde etkilerken, her sektörün taşıdığı tehlike potansiyeli eşit değildir. Birçok firma ve endüstri, sensörler ve yarı iletkenler gibi elektronik bileşenlerde küresel çapta yaşanan tedarik sıkıntısı ile mücadele etmektedir. COVID-19 pandemisi, politik yaptırımlar ya da talebin arzdan daha yüksek olması nedeni ile küresel çip krizinden en çok etkilenen sektörler arasında otomotiv endüstrisi bulunmaktadır. Yeterli sayıda sensör ve diğer elektronik bileşenlerin bulunmaması; ABD de dâhil olmak üzere birçok otomobil üreticisinin üretimi durdurmasına, yavaşlatmasına veya geçici olarak ertelemesine neden olmuştur. Özellikle COVID-19 pandemi süresince öğrencilerin uzaktan eğitimi benimsemesi ve çalışan bireylerin evden çalışmaya yönlendirilmesinin ardından tüketici elektroniğine yönelik talebin hızlı bir şekilde artması çip krizini büyük ölçüde derinleştirmiştir. Bu durum şirketlerin daha düşük kâr elde etmesine yol açmış, tüketici maliyetlerini artırmış ve daha fazla sayıda tüketicinin ihtiyaçları doğrultusundaki ürünlere erişememesi ile sonuçlanmıştır. Çip krizi karşısında şirketler, mümkün olduğunca çok stok yaparak durumu düzeltmeye çalışmış ancak bu durum küçük işletmeler açısından mevcut ürünlerinin tükenmesine neden olmuştur. Dolayısıyla en iyi çözümler arasında daha iyi diplomatik ilişkiler, dayanıklı bir tedarik zinciri, daha iyi envanter planlaması ve daha güçlü ticari anlaşmalar gibi yaklaşımlar bulunmaktadır.

Türkiye’de çip kullanımının yaygın olduğu alanların başında ülkemizde üretilen akıllı telefonlar, otomotiv, savunma sanayi, sağlık endüstrisinde son yıllarda geliştirilen solunum cihazları ya da Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) ve tomografi cihazları ve gümrük ve alışveriş merkezlerinde bulunan x-ray cihazları gelmektedir. Ayrıca ülkemizde üretilen insansız hava aracı (İHA), helikopter, jet uçak, füze ve gemi gibi savunma sanayi ürünlerinde de mikro çip kullanımı yüksektir. Gelişen teknoloji ile birlikte özellikle otomotiv endüstrisinde; akıllı araçların sayısı sensör sistemleri, araçlarda kullanılan yapay zekâ sistemleri ve otonom özellikler arttıkça çip kullanımı da artmaktadır. Gelecekte bu alanlarda yaşanabilecek çip krizinden ülkemizin etkilenmemesi amacıyla çip üretim tesisi yatırım çalışmalarına

başlanmıştır.<sup>144</sup> Yapılan çalışmalar doğrultusunda ilk yerli otomobilimiz Togg, Kızılelma, ANKA ve yerli İHA'ların çip gereksinimlerindeki olası sıkıntıların önüne geçilmiş olacaktır.

Ülkemizde 1 mikrona<sup>145</sup> kadar üretim yapabilen, aralarında savunma sanayi firmaları ve üniversitelerin de bulunduğu yaklaşık 10 adet araştırma ve geliştirme merkezi bulunmaktadır. Bunlar; Savunma Sanayii Başkanlığı, TÜBİTAK araştırma merkezleri ve üniversitelerin çip laboratuvarları bünyesinde yer almaktadır.

Küresel çip krizini azaltmaya yönelik stratejiler arasında çip üretimini artırmak ve gelecekteki talebi karşılamak için mevcut tesislerin ve iş gücü kapasitesinin geliştirilmesi yer almaktadır. Çip üreten işletmeler ve teknoloji şirketleri, tedarik zincirindeki kesintilerin küresel pazarı olumsuz yönde etkilemesini önlemek için çeşitli bölgelerde üretim kapasitelerini artırma çalışmalarına başlamışlardır. Çiplerin üretimi için daha fazla yerli kapasitenin sağlanması; çip endüstrisindeki istihdamın artmasına ve bu tesislere nitelikli iş gücü sağlamak için yeni eğitim kurumlarının açılmasına öncülük edecektir.

Çip krizinin otomotiv sektörü ve diğer kritik endüstriler üzerindeki önemli etkileri ışığında, ülkemizde dışa bağımlılığı azaltmaya ve yerli çip üretimini teşvik etmeye yönelik stratejik tedbirlere öncelik verilmesi gerekmektedir. Böylece yerli çip endüstrimizin kapasitesi güçlenecek ve bu alanda yapılacak yatırımlar ile teknolojik ve ekonomik geleceğimiz güvence altına alınacaktır. Ekonomimizin güçlendirilmesi ve küresel teknoloji dünyasındaki rekabet gücümüzün korunması açısından çip endüstrisi alanında kamu-özel sektör iş birliklerinin artırılması ve AR-GE faaliyetlerine teşvik/destek sağlanması önemlidir. Bununla birlikte çip endüstrisi alanında stratejik planlar ve yol haritaları geliştirilmeli, yerli ürün ekosistemi geliştirilmeli ve kısa-orta-uzun vadeli hedefler belirlenmelidir.

---

<sup>144</sup> T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2023, 26 Nisan). “Çip Üretim Tesisi Yatırımı”, 01.06.2023 tarihinde <https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/cip-uretim-tesisi-yatirimi> adresinden erişildi.

<sup>145</sup> Bir mikron veya mikrometre, metrenin milyonda birine eşit bir uzunluk birimidir.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI  
**DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ**

d i j i t a l

