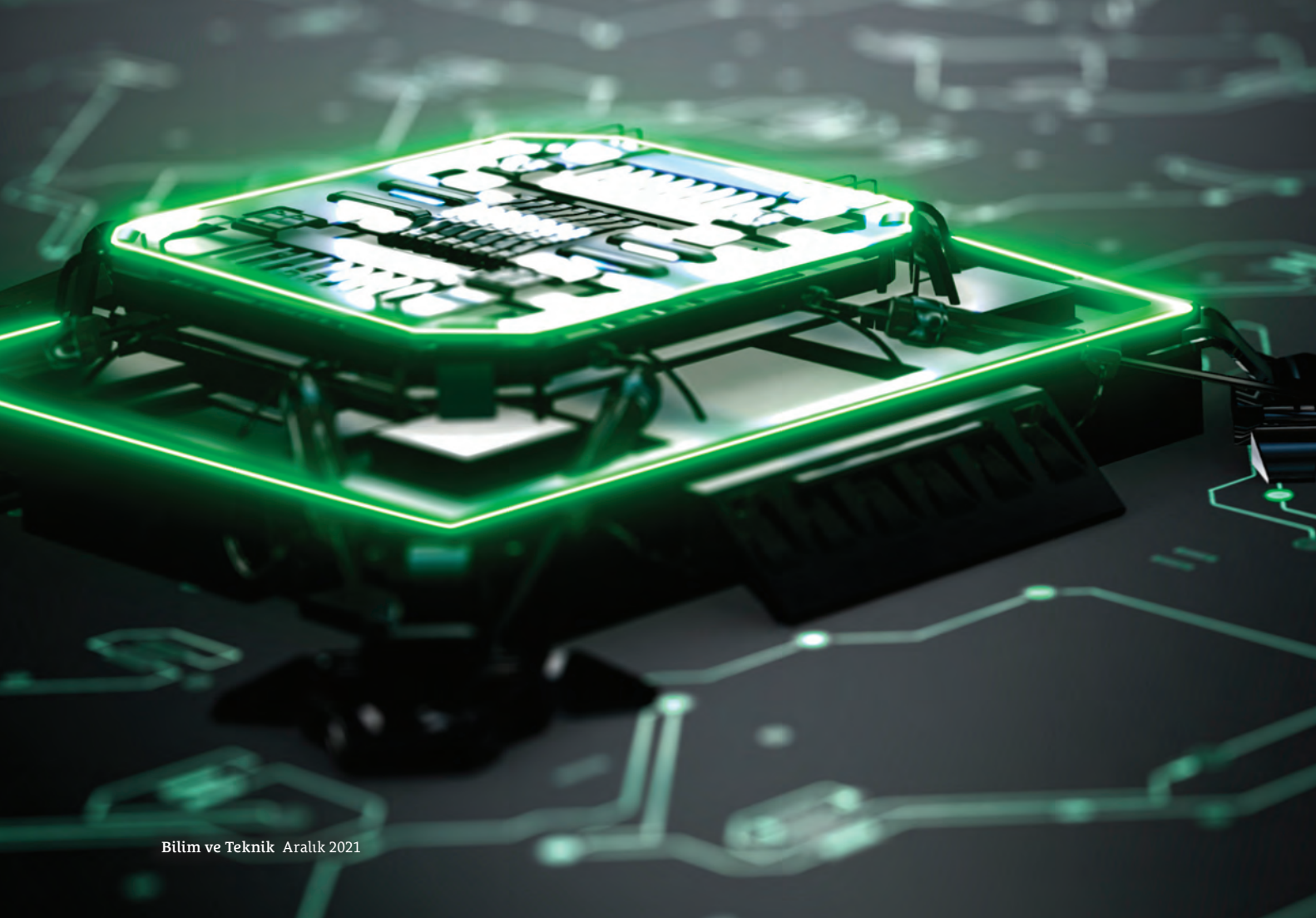


# MİKROÇİP KİTLİĞİ

Gürkan Caner Birer [ *Bilgisayar Mühendisi* ]



Her şeyin akıllandığı bir dünyada kullandığımız birçok ürün yazılım içeriyor. Yazılımların çalışması için de mikroçip adını verdiğimiz işlemciler kullanılıyor. Bu nedenle dünya genelinde birçok endüstride mikroçiplere yoğun olarak ihtiyaç duyuluyor. Şarj aletinden damacana pompasına kadar hemen her alet bir ya da birden fazla çip içeriyor. Hatta günümüzde üretilen mikroçipler işlem kapasitesi açısından o kadar ileri düzeyde ki bir oyuncak arabada bulunan mikroçip, yirmi yıl önceki bilgisayarlardan daha güçlü diyebiliriz. Bugün cebimizde taşıdığımız akıllı telefonlar, Ay'a insan taşıyan Apollo uzay araçlarında kullanılan bilgisayara göre 100.000 kat güçlü işlemci ve bir milyon kat büyük belleğe sahip. Elbette bu kadar küçük boyutlarda bu denli yüksek işlem kapasitesi, çok karmaşık ve ileri düzey çip üretim teknolojileri anlamına geliyor. Yakın zamana kadar bu konu pek de ilgimizi çekmiyordu. Birtakım teknoloji firmaları her yıl daha hızlı ve daha ucuz işlemcileri piyasaya sürüyordu. Ancak son bir yıldır mikroçip sıkıntısı baş göstermeye başladı. Hemen her gün çip sıkıntısı nedeniyle üretime ara vermek ya da kapasite azaltmak zorunda kalan bir fabrika haberi duymaya başladık. Dünya genelinde yaşanan bu mikroçip kıtlığı nasıl ortaya çıktı, neden aşılamıyor, mikroçip üretmek bu kadar zor mu, dünya mikroçiplere ne kadar bağımlı gibi soruları bu yazıda cevaplamaya çalışacağız.



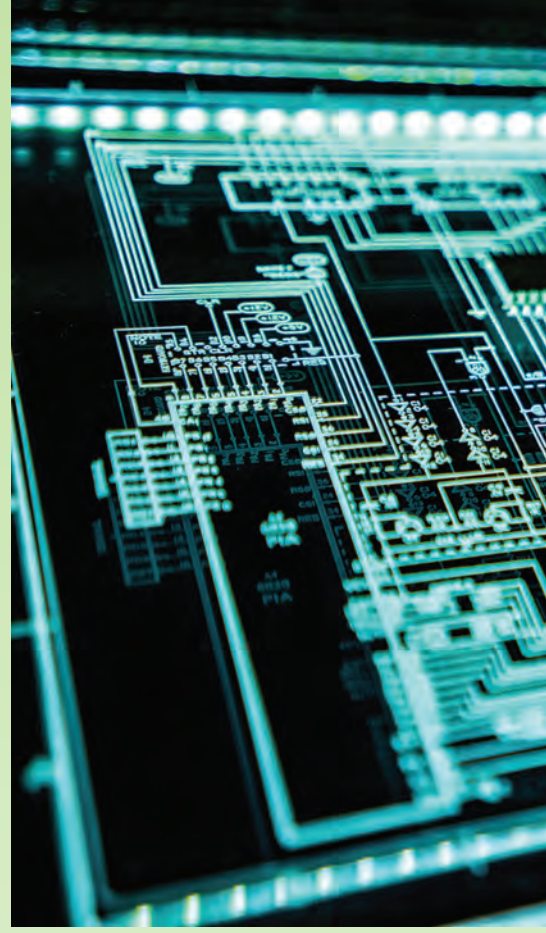
## Nedir Bu Mikroçip?

Mikroçipi kısaca üzerindeki yazılım aracılığıyla veri işleyebilen ve elektrikli cihazların işlevlerini kontrol edebilen bir beyin olarak tanımlayabiliriz. Mikroişlemci, yarı iletken entegre devre, yonga ve çip gibi adlarla da anılan mikroçip; genellikle silikondan üretilen yarı iletken malzemeler ile tasarlanmış metal bir levha üzerine yerleştirilen elektronik devreler grubudur. Bu bütünleşik devreler içinde bir tırnak ucu kadar alanda

milyarlarca transistör ve elektronik devre elemanı bulunur. Bir devre içerisindeki her bir iletken dizinin genişliği teknolojinin elverdiği ölçüde küçültülebilir. 2008’de bu ölçü 100 nanometre iken, 2021 itibarıyla 5 nanometredir.

Intel’in 1971’de ürettiği ilk ticari mikroçipi olan Intel 4004, her biri 10 mikron kalınlığındaki 2.300 çipten oluşuyordu. Bugün çip teknolojisinde ölçü birimi olarak bir metrenin milyonda biri anlamına gelen mikron yerine, metrenin milyarda biri anlamına gelen nanometre birimini kullanıyoruz. Günümüzde üretilen çipler 5 nanometre boyunda; bir başka ifadeyle, bir saç telinden 20.000 kat daha küçük.

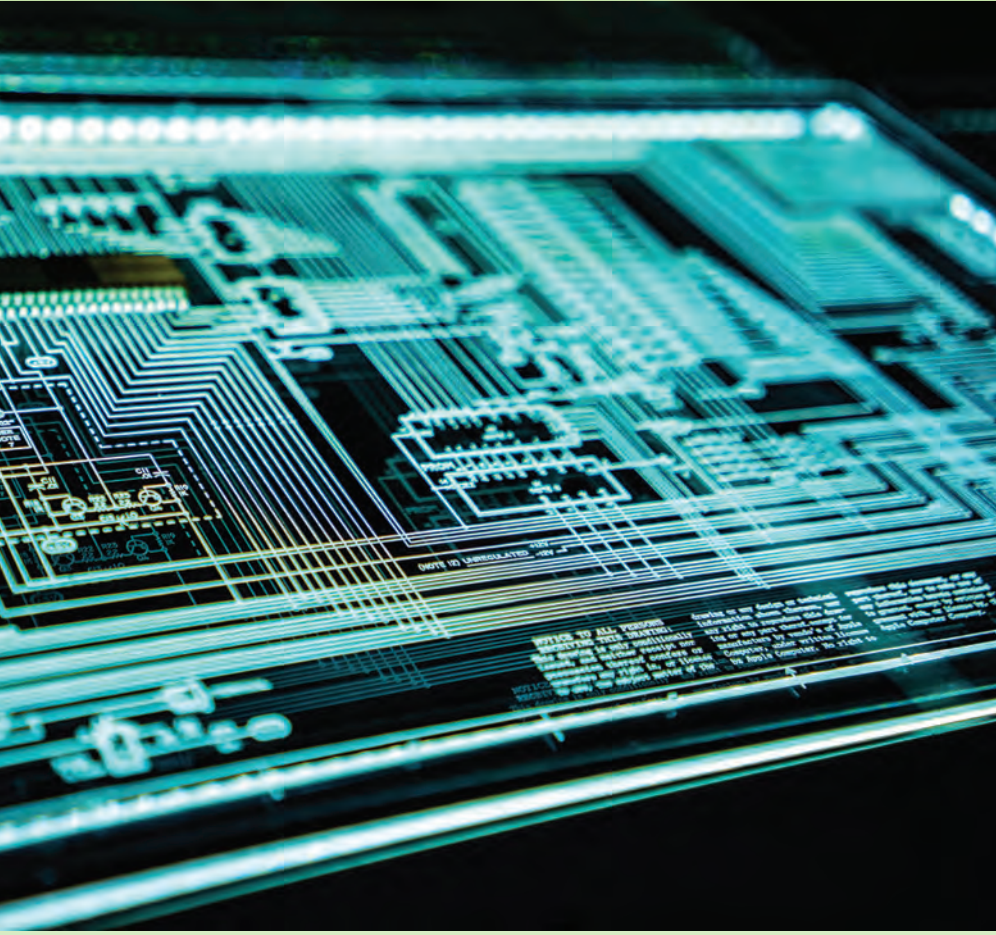
Çip tasarımı yapan yüzlerce firma mevcutken bu tasarımları ürüne dönüştüren üretici firmaların sayısı sınırlı.



## Çip Tasarımı

Bir elektronik devre; direnç, transistor, meksefe, endüktör ve diyot gibi devre elemanlarının bir kart üzerine yerleştirilerek iletken tellerle birbirine bağlanmasıyla oluşur. Mikroçipler ise entegre devre olarak tasarlanır; yani dâhilindeki elektronik devre elemanları bir panelin üzerine tek tek yerleştirilmez, bunun yerine silikon gibi yarı iletken bir malzeme kullanılarak düz bir panel üzerinde üretilen transistörlerden oluşur. Bu sayede

Intel 4004 ticari olarak satılan ilk mikroişlemci



1965'te Intel'in kurucu ortağı Gordon Moore, daha sonraları "Moore Kanunu" olarak anılacak bir gözlem yapmıştı. Buna göre, her iki yılda bir mikroçiplerde birim alandaki transistör sayısı iki katına çıkar. Aradan geçen yarım asırlık zamana rağmen bu tahmin hâlâ geçerliliğini koruyor.

daha ucuz, daha küçük ve hızlı işlemciler elde edilir. Milyarlarca bileşenden oluşan bir mikroçip tasarlamak ve üretmek hayli maliyetli bir iş. Çip tasarımı için özel araçlar ve programlama dilleri kullanılıyor. Öncelikle tasarlamak istediğiniz çipi bir "donanım tanımlama dili" (hardware description language: HDL) kullanarak tasarlamamız gerekiyor. Verilog bunun için en yaygın kullanılan HDL dili. Bu dili kullanarak oluşturduğunuz donanım, sentez adı verilen bir işlemle "netlist" hâline getiriliyor. Netlist devre elemanlarının birbiriyle olan

bağlantısını gösteren bir tür harita olarak tanımlanabilir. Bu işlem için "yosys" gibi açık kaynak araçlardan faydalanabileceğiniz gibi daha profesyonel yazılımlar da kullanabilirsiniz. Oluşturduğunuz netlist için yine özel yazılımlar kullanarak "place and route" adı verilen yerleşim işlemini tamamlamanız gerekiyor. Bu aşamada bileşenler en uygun şekilde yerleştiriliyor ve birbiriyle bağlantıları kuruluyor. Bütün aşamalarda ayrıntılı testler yapılarak işlemlerin doğruluğu teyit ediliyor. Sonrasındaysa tamamlanan tasarım üretim için fabrikaya aktarılıyor.

Bilgisayar işlemcilerinin (central processing unit: CPU) tasarımında çok farklı mimariler kullanmak mümkün. Her firma kendine özgü bir işlemci tasarlayabilir. Ancak bu işlemcilerin kullanılabilmesi için bunlarla uyumlu yazılımlar da geliştirilmelidir. Tasarlanan her bir farklı çip türü için tekrar tekrar yazılım oluşturulması kullanışlı ve uygulanabilir olmayacağı için bazı çip tasarım standartları mevcuttur. Komut kümesi mimarisi (instruction set architecture – ISA) adı verilen bu standartlar, yazılımcıların çiplerin tasarım şekilleri üzerine kafa yormadan yazılım geliştirmesini mümkün kılar.



```

module counter (clk, rst, en, count);

    input clk, rst, en;
    output reg [3:0] count;

    always @(posedge clk)
        if (rst)
            count <= 4'd0;
        else if (en)
            count <= count + 4'd1;

endmodule

```

Verilog ile tanımlanmış bir sayaç

Çip tasarımında en yaygın kullanılan komut kümesi mimarileri x86, x64 ve ARM'dir. x86 Intel tarafından geliştirilmiş ve lisanslanmış olup en fazla 32bit işlemcileri destekleyen bir mimaridir. Ayrıca, sadece firmanın izin verdiği AMD ve VIA firmaları tarafından bu mimariye uygun çipler üretilebilir. AMD'nin 1999'da geliştirdiği 64bit destekli x64 adındaki mimari hızla yaygınlık kazandı. Masaüstü ve dizüstü bilgisayarlarda

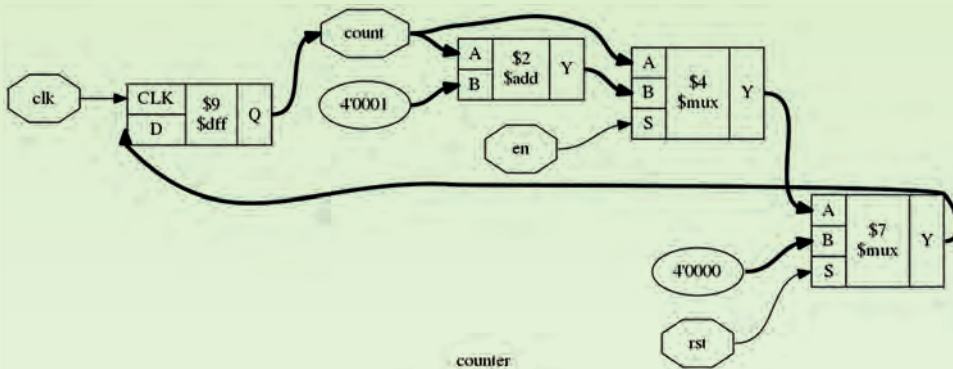
kullanılan Windows ve Linux gibi işletim sistemleri her iki mimariyi de destekliyor. İngiliz ARM firması tarafından geliştirilen ARM ise daha esnek bir lisanslama modeliyle çok daha fazla üretici tarafından kullanılıyor. ARM mimarisi düşük enerji tüketimine yönelik yapısı sayesinde taşınabilir cihazlarda tercih ediliyor. Apple tarafından geliştirilen M1 işlemci serisi de ARM tabanlı.

## Mikroçip Bağımlılığı

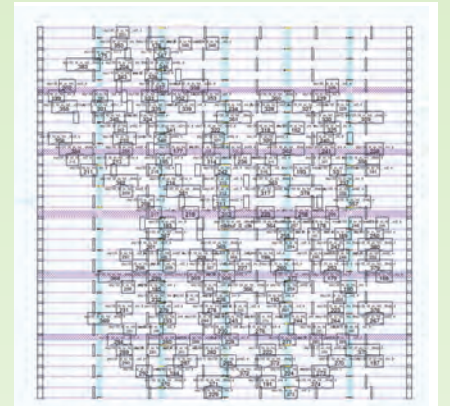
Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ile Avrupa ve Uzak Doğu ülkeleri mikroçip kıtlığıyla ilgili acil önlemler almaya çalışıyor. Çin mikroçip üretiminin ülkenin en öncelikli konuları arasında olduğunu açıkladı. ABD başkanı Joe Biden, yerli çip üretiminin güçlendirilmesi için düğmeye bastı. Avrupa Birliği kendi çiplerini üretmenin yollarını arıyor. Çünkü artık kullandığımız elektronik

aletlerin neredeyse tamamı bu çiplere bağlı ve çip üretilmezse pek çok ülke için ulusal ve uluslararası ekonomi durma noktasına gelir. Dolayısıyla böyle bir bağımlılık ülkeleri bu konuda adım atmaya itiyor.

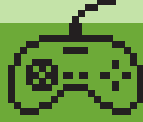
1945'te William Shockley ilk defa alan etkisi ilkesiyle çalışan yarı iletken amplifikatör kavramını ortaya attı ve bu kavramsal teoriyle 1956'da Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Aynı yıl Shockley hasta olan annesine yakın olmak için Mountainview California'ya taşındı ve Shockley Semiconductor Labs şirketini kurarak bugünkü Silikon Vadisi'nin temellerini attı. Sonraki yıllarda bu şirketten ayrılanlar Intel, AMD ve Nvidia gibi firmaları kurdu. 1958'de Texas Instruments çalışanı Jack Kilby germanyum kullanarak ilk entegre devreyi üretmeyi başardı ve bu sayede 2000 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Kilby'den bağımsız olarak Robert Noyce ve arkadaşları da aynı dönemde silikon kullanarak entegre devre üretmeyi başardılar.



Verilog ile tanımlanmış sayaçtan yosys kullanılarak oluşturulmuş netlist



Place and route adı verilen bir işlem sonucunda netlist üretime hazır hâle getiriliyor.



### **Çip tasarımına ilgi duyuyorsanız aşağıdaki oyunlar ilginizi çekebilir:**

#### **Turing Complete**

Çeşitli yapbozlarla devre tasarlamayı öğrendiğiniz bir oyun.

<https://bit.ly/3Heax4x>

#### **NAND Oyunu**

Görevleri tamamlayarak devre tasarımını öğrendiğiniz bir oyun.

<https://nandgame.com>

#### **Logic World**

Üç boyutlu devre tasarlayıp simülasyonlar yapabildiğiniz bir oyun.

<https://bit.ly/3kttLJQ>

#### **Silicon Zeroes**

Çeşitli devre elemanlarıyla başlayarak işlemci tasarladığınız bir oyun

<https://bit.ly/3HaMcwq>

#### **Shenzhen I/O**

Hem devre oluşturduğunuz hem de bu devreleri çalıştırabileceğiniz kodlar yazdığınız bir oyun.

<https://bit.ly/3wFrz6x>

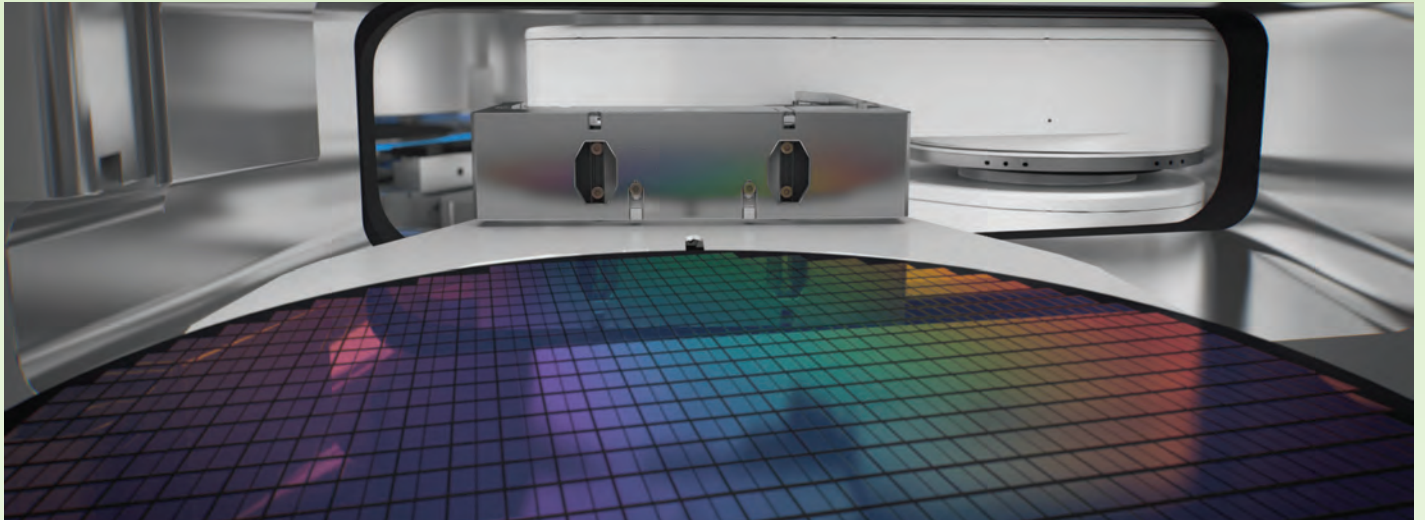
## **Kıtlık**

Her ne kadar mikroçip kıtlığı son aylarda gündemimize girse de aslında sorunun başlangıcı pandemi öncesindeki ticaret savaşlarına kadar uzanıyor. Özellikle ABD ve Çin arasında yaşanan ek vergilendirme, ithalat ve ihracat yasakları birçok teknoloji firmasının stok yapmasına neden oldu. COVID-19 salgunun başlamasıyla birlikte dünyada yaşam büyük ölçüde değişmeye başladı. Yaşanan değişiklikler birçok firmanın kısa ve orta vadeli planlarını yeniden gözden geçirmesine neden oldu. İnsanlar eve kapandı, Çin gibi devasa üretim merkezlerinde üretime ara verildi. Hava yolları ve limanların kapanması gibi nedenlerle kargo hizmetleri zayıfladı. Firmalar sürecin oluşturacağı ekonomik durgunluğu hesaba katarak özellikle gıda dışında kalan sanayi ürünlerinde siparişleri azalttı. Sonuç olarak fabrikalar geçici

olarak üretimi durdurdu. Ancak pandemiyle birlikte insanların özellikle evde kullandıkları bilgisayar, oyun konsolu, kamera ve mikrofon gibi elektronik ürünlere talebi arttı. Toplu taşıma kullanmaktan çekinenler otomobillere yöneldi. Tüm bu dalgalanma, tedarik zincirinde ciddi bir şok etkisi oluşturdu.

Pandeminin yanı sıra çeşitli doğa olayları da üretimi etkiledi. Geçtiğimiz aylarda Tayvan'da yaşanan kuraklık, üretim için büyük miktarda su ihtiyacı duyan mikroçip fabrikalarını etkiledi. Teksas'taki kar fırtınası nedeniyle üretimi durdurmak zorunda kalan Samsung mikroçip fabrikasının tam kapasiteye dönmesi aylar aldı. Japon Renesas çip fabrikasındaki yangının neden olduğu sorunlar hâlâ çözülebilmemiş değil.

Bunlara ek olarak; kripto madenciliği, yapay zekâ ve bulut teknolojileri gibi alanlarda



yaşanan gelişmelere bağlı olarak; yüksek performanslı bilgisayarlara duyulan aşırı talep de bu durumun gerekçeleri arasında gösteriliyor. Ayrıca önceki nesillere göre daha fazla çip kullanan 5G teknolojilerinin hızla yaygınlaşması da bir başka gerekçe...

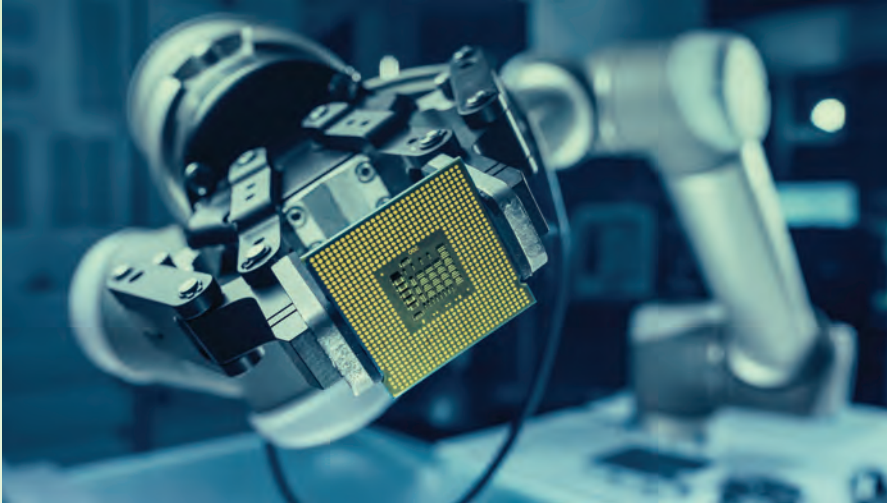
## Neden Daha Fazla Üretilmiyor?

Mikroçip üretmek hayli karmaşık bir iş, öyle ki insanlığın geliştirdiği en karmaşık ürünlerden biri olarak görülen mikroçipleri üretebilen ülkelerin sayısı parmakla sayılacak kadar az. Yarı iletken fabrikalarını açmak ve işletmek için milyarlarca lira yatırım, uzun bir süreç ve (belki de en önemlisi) ileri düzey bilgi birikimi gerekiyor. Ayda 50.000 levha üretecek giriş seviyesi bir fabrika açmanın maliyeti 15 milyar dolar! Üstelik bu alanda

fabrikayı açıp işletmeye almak da yeterli olmuyor çünkü teknoloji sürekli geliştiğinden, piyasada rekabetçi olmak adına ciddi bir AR-GE bütçesi ayırmak gerekiyor. Bir başka deyişle, açtığınız fabrika yaklaşık beş yıl içerisinde teknolojik olarak geri kalıyor ve yeni yatırımlara ihtiyaç duyuyor. Diğer yandan, insan kaynağı açısından da güncel gelişmeleri takip eden yetişmiş uzmanlar bulmak kolay değil. Fizik, kimya ve elektronik gibi disiplinler arası bir alanda uzman bir kişinin yetişmesi yirmi yılı bulabiliyor. Pekin Üniversitesinin yaptığı bir araştırmaya göre, sadece Çin'de bile bu alanda yüz binlerce uzman eksikliği bulunuyor. Çip üreticilerinin %80'i yetişmiş insan kaynağı bulmakta zorlandığını söylüyor.

Böylesine rekabetçi ve ağır şartlarda ayakta kalabilmeyi başaran fazla üretici bulunmuyor. Mevcut fabrikalar da yedi gün yirmi dört saat çalışıyor. Sonuç olarak yüksek rekabet,

hızla gelişen teknoloji ve derin bilgi birikimi ihtiyacı yeni oyuncuların sektöre girmesini hayli zorlaştırıyor. Bugün için dünyada üretilen akıllı telefon işlemcilerinin büyük çoğunluğu TSMC firması, bilgisayar işlemcilerinin %80'i Intel, bellek çiplerinin çoğunluğu ise Samsung tarafından üretiliyor. Bununla birlikte, çip üretimi söz konusu olduğunda çeşitli siyasi ve çevresel kısıtlamalar da devreye giriyor. Örneğin Hollandalı ASML'nin Çin'e litografi makinesi ihracının ABD tarafından engellenmesi Çin'in yeni fabrikalar kurmasını zorlaştırıyor. Mikroçip fabrikalarının aşırı miktarda su tüketmesi de yaygınlaşmasının önündeki bir başka engel. Ortalama bir çip fabrikası günde 20.000 ton su tüketiyor. Bu rakam 58.000 kişilik bir şehrin günlük su tüketimine denk. Bu nedenle bir çip fabrikasının bu tür kaynaklarda sorun yaşamayacak yerlerde kurulması veya pahalı su arıtma sistemlerine sahip olması gerekiyor. Tüm bunlar da ek maliyet anlamına geliyor. Elbette talebin olduğu yerde arz da olacaktır ve özellikle devlet desteğiyle sektöre yeni oyuncular da girecektir ancak bunların ciddi bir üretim kapasitesine ulaşması yıllar alacaktır. Bilgi birikimi ve teknoloji gibi konularda sorunu olmayan, dünyanın en büyük çip üreticilerinden TSMC firmasının bile Japonya'da kuracağı fabrikasının üretime başlaması 2024 sonunu bulacak.





## Mikroçip Nasıl Üretiliyor?

Tozsuz temiz odalar, pahalı makineler, metal döküm tesisleri ve lazerler içeren devasa fabrikalarda silikon bir levhanın milyarlarca transistörden oluşan bir mikroçipe dönüşmesi dört ayı bulabiliyor.

Çip teknolojisinde her şey kumdan elde edilen ve oksijenden sonra dünyanın en bol bulunan elementi olan silikonla başlıyor. Silikon doğal bir yarı iletkenidir, yani bazı durumlarda elektriği iletir, bazı durumlarda ise iletmez. Bor ve fosfor gibi elementler yardımıyla elektrik iletkenliğinin kontrol edilebilmesi, onu transistör yapımı için ideal bir malzeme hâline getiriyor. Transistörler “VE”, “VEYA” ve “DEĞİL” mantık operatörleri için anahtar görevi görüyor. Fabrikada eritilen kum %99,9999 saflukta silikondan oluşan silindir külçelere dönüştürülüyor. Bu silindirden “wafer” (bir çeşit levha) adı verilen çok ince daire levhalar kesiliyor.

Mikroçiplerde kullanılan en küçük bileşenlerin virüslerden bile daha küçük olduğu dikkate alındığında bu çiplerin üretildiği ortamların ne kadar temiz olması gerektiği daha iyi anlaşılacaktır. Öyle ki bir ameliyat odasından bile bin kat daha temiz olan bu



Ayaklarımızın altındaki kum, insanlığın ürettiği en gelişmiş ürünlerden birine dönüşüyor.

Kum eritilerek “ingot” adı verilen saf silikon külçeye dönüştürülüyor.

alanlarda 1 m<sup>3</sup>'te en fazla 10 toz zerreciğine izin veriliyor. Bu temizliği sağlamak için odadaki hava sürekli süzülüyor, odaya girmeden ve odadan çıkmadan önce özel cihazlarla temizlenmek gerekiyor.

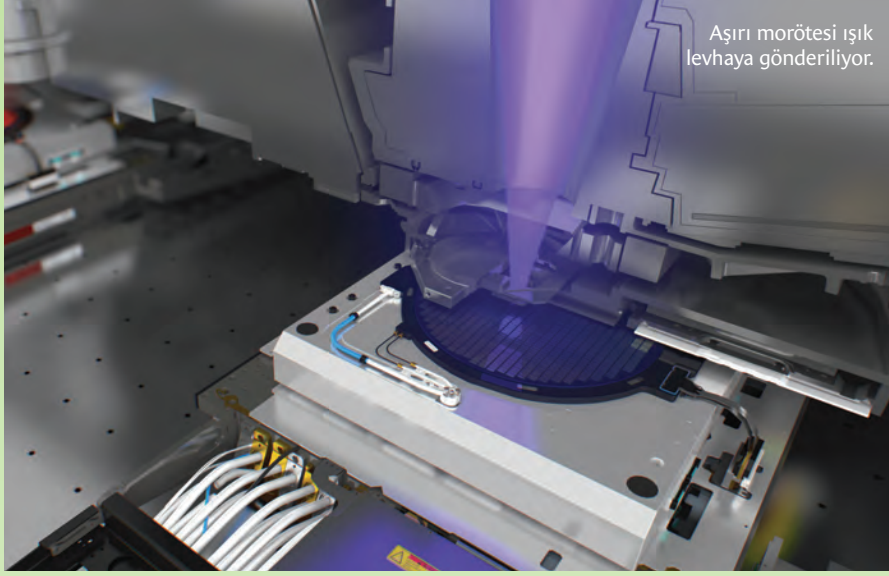
Temiz odada, yalıtkan bir malzemeyle kaplanan levhaların üzerinde, “photoresist” adında ışığa duyarlı bir madde bulunur. Bu madde, üzerine ışık geldiğinde sertleşir. Daha önce bilgisayar ortamında tasarlanan entegre devrenin şekli cama kazınır ve kazınan alandan geçen ışık levhaya yansıtılır. Işığın geldiği alanlar sertleşirken diğer alanlar özel gazlar kullanılarak temizlenir. Entegre devre, bu yöntemle silikon yüzeye kazınır.

Modern mikroçipler birbiriyle bağlantılı yaklaşık yüz katmandan oluşuyor. Bu katmanlar öyle ince ki bazıları -onlara “iki boyutlu” denilmesine yol açacak şekilde- sadece 1 atom kalınlığında. Böyle bir hassasiyette üretim yapabilmek



Temiz odalarda çalışanlar özel kıyafetler giymek zorunda.





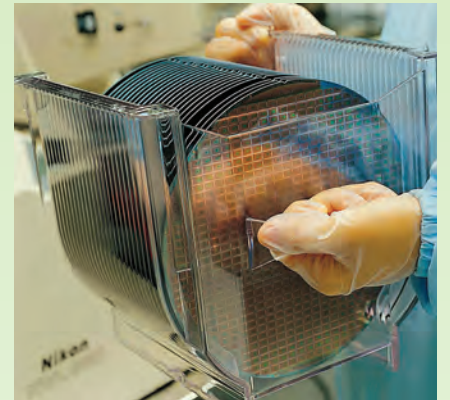
Aşırı morötesi ışık levhaya gönderiliyor.

İçin bu işlemler sırasında kullanılan her bir makinenin sıcaklık, basınç ve manyetik alan gibi parametrelerinin en ince ayrıntısına kadar kontrol

edilmesi gerekiyor. Litografi adı verilen baskı sırasında silikon tabakalar üzerine ışıkla işleme yapılıyor. Ancak bu işlemler çok küçük ölçekte yapıldığı için bir

tür morötesi ışık kullanmak gerekiyor. Uzayda doğal olarak ortaya çıkan bu ışığın dünyada üretilmesi için dökme kalay üzerine saniyede 50.000 defa lazer ışını gönderiliyor. Bu ışınlarla buharlaşan metal, ihtiyaç duyulan morötesi ışığı yayıyor. Yayılan ışık çok hassas aynalar yardımıyla odaklanarak üzerinde devrenin çizili olduğu cam parçası üzerinden silikon levha üzerine yansıtılıyor. Bu sırada çipteki bileşenlerin iletişimi için alüminyum yollar da oluşturuluyor. Litografi işleminin aynı çip üzerinde yüzlerce defa tekrarlanmasıyla oldukça karmaşık bir yapıya sahip entegre devre ortaya çıkarılıyor. Bu süreçte kullanılan ve ASML tarafından üretilen aşırı morötesi litografi makinesinin (extreme ultraviolet lithography) geliştirilmesi onlarca

ASML tarafından üretilen aşırı morötesi litografi (extreme ultraviolet lithography) makinesi



Çipler silikon levhalar üzerinde litografi işlemiyle oluşturuluyor.

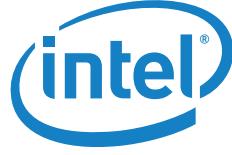
yıllık bir çabanın sonucu. Elbette bu çaba maliyetlere de yansıyor, makinenin satış fiyatı 150 milyon dolar. Litografi işlemiyle üretilen bir levha üzerinde onlarca çip bulunuyor. Her bir çip ayrıntılı testlerden geçirildikten sonra kesilerek paketleniyor.

Kumdan mikroçipe uzanan üretim sürecini anlatan bir videoyu izlemek için <https://youtu.be/bor0qLifjz4> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



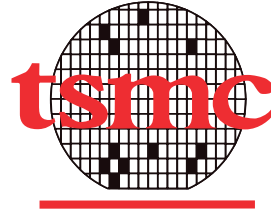
## Dünya Mikroçip Endüstrisindeki Anahtar Oyuncular

Dünya mikroçip endüstrisinde ABD, Tayvan, Güney Kore, Japonya, Hollanda ve Çin firmaları baskın durumda. Çoğunlukla mikroçipleri tasarlayan firmalar ile üreten firmalar farklı oluyor. Son teknoloji mikroçipleri TSMC, Intel ve Samsung dışında üretebilen yokken biraz daha eski çipleri üreten irili ufaklı firmalar bulunuyor.



### Intel

46 ülkeden 110.000 çalışanıyla ABD'nin en büyük çip üreticisi konumunda olan Intel, çiplerin büyük çoğunluğunu ABD'de kendisi üretiyor. Geçtiğimiz günlerde 20 milyar dolarlık fabrika yatırımı yapacağını açıklayan firma, yeni çip tasarımlarıyla 2025'te sektörün lideri olmayı hedefliyor.



### TSMC

Dünyada üretilen çiplerin yarısını tek başına üretim bantlarından çıkarıp satışa sunan TSMC Tayvan'ı bu alandaki en başarılı ülkelerden biri yapıyor. Özellikle aşırı ultraviyole litografi teknolojisinde rakiplerinden çok daha önde olan bu firma, bu sayede 5 ve 7 nanometre mikroçip üretimi yapabilirken Intel ancak 10 nanometre çip üretebiliyor. Yılda 10 milyon levha üretim kapasitesi olan TSMC, 100 milyar dolarlık bir yatırım bütçesiyle üretim kapasitesini daha da artırmayı hedefliyor.



### Samsung

Tüketici elektroniğinden pillere pek çok sektörde yer alan Güney Koreli firma dünyanın sayılı çip üreticileri arasında yer alıyor. Özellikle hafıza çiplerinin üretimi konusunda ön sıralarda yer alıyor.



### SMIC

Çin'in en büyük çip üreticisi olan SMIC, şu an için 14 nanometre mikroçip üretimi yapabiliyor olsa da Çin hükümetinin desteğiyle bu alana çok ciddi yatırımlar yapıyor. Önümüzdeki yıllarda lider oyuncular arasında yer alması muhtemel.



### SK Hynix Inc

Güney Kore'nin önde gelen mikroçip üreticilerinden olan SK, özellikle bellek çiplerinin üretimine odaklanmış bir firma.



# ASML

## ASML

Ürettiği litografi makineleriyle dünya çapında tekel oluşturan ve şu an için rakibi bulunmayan Hollandalı firma tabiri caizse siparişlere yetişemiyor.



## Applied Materials

ABD'nin en eski mikroçip firmalarından olan Applied Materials yalnızca çip üretmekle kalmıyor, aynı zamanda diğer çip üreticilerine parça sağlıyor.



## Texas Instruments

Geçmiş 1930'lara dek uzanan firma daha çok analog çipler ve gömülü işlemciler üretiyor. Dünyanın ilk ticari silikon transistörünü, entegre devresini ve portatif hesap makinesini üretmiş olmasıyla endüstri için sembolik bir yönü de bulunuyor.



## Broadcom

ABD merkezli firma özellikle şifreleme ve kablosuz iletişime yönelik mikroçipler geliştiriyor.



## Nvidia

Özellikle ekran kartlarında dünyanın en iyileri arasında olan ABD merkezli firma, süper bilgisayarlar ve yapay zekâ çipleri de geliştiriyor.

# Qualcomm

## Qualcomm

ABD merkezli firmanın çipleri diğerlerine kıyasla çok daha geniş bir yelpazede kullanılabilir. Otomobillerden saatlere kadar birçok üründe kullanılabilecek çipler tasarlayan firmanın özellikle 5G alanında önemli çalışmaları var.



## Micron

Disk, bellek ve hafıza kartı gibi ürünlerde uzmanlaşan ABD'li firmanın 18 ülkede 40.000 çalışmanı bulunuyor.



Otomobiller akıllandıkça mikroçip bağımlılığı da artıyor.

## Çip Kıtlığı Bizi Nasıl Etkiliyor?

Çip üreticileri yeni siparişlere 40 haftayı aşan teslim tarihleri veriyor. Bu nedenle çiplere ihtiyaç duyan birçok firma üretime ara vermek zorunda kaldı. Otomobiller dünya mikroçip pazarının %10'unu oluşturuyor. Modern bir araçta 100'den fazla mikroçip bulunuyor. Bu yüzden Volkswagen, Honda, Toyota, General Motors, Renault ve Ford gibi otomobil firmaları üretim azaltma kararı aldı. Bu sorunun yakın zamanda çözülemeyeceğini düşünen bazı otomobil üreticileri yüksek teknoloji gerektiren

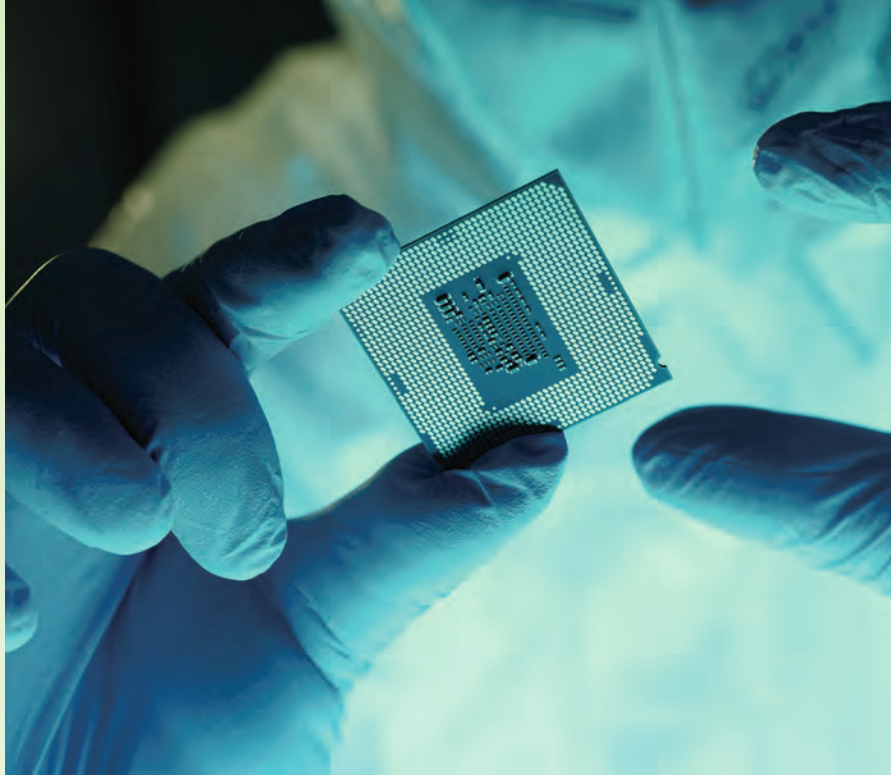
kimi özellikleri otomobillere koymamaya başladı. Örneğin Nissan normalde sunduğu navigasyon özelliğini birçok araçtan çıkardı, Renault bazı modellerde sunduğu direksiyon arkasındaki dijital ekranları analoglarla değiştirdi. Elektronik sistemler bir otomobilin maliyetinin yaklaşık yarısını oluşturuyor. Dolayısıyla otomobil sektörünün 2021 gelirlerinde çip kıtlığına bağlı olarak 210 milyar dolar düşüş olacağı tahmin ediliyor.

Samsung yeni Galaxy Note akıllı telefonun çıkış tarihini 2022'ye erteledi. PlayStation 5, Xbox Series gibi oyun konsolları artan talebi karşılayamaz hâle geldi. Elektronik cihaz üreticileri devre

tasarımlarını değiştirerek piyasada daha fazla bulunan çiplere göre düzenlemeye başladı. Tüm bunlar kullanacağımız elektronik ürünlerin pahalanaacağı anlamına geliyor.

## Kıtlık Ne Zaman Bitecek?

Mikroçip kıtlığının ne zaman biteceğini söylemek zor olsa da uzmanlar bu sürecin 2-3 yıl daha süreceğinde hemfikir gibi görünüyor. Kısa vadede insanların elektronik cihazları kullanmaktan vazgeçmeyeceği, her geçen gün gelişen yazılım dünyasının daha fazla çipe gereksinim duyacağı ve mikroçip üretiminin bir anda kolaylaşmayacağı dikkate alındığında bu tahminlerin abartılı olmadığını söyleyebiliriz. Mikroçiplerin olmadığı bir gelecek artık mümkün değil! ■



### Kaynaklar

Nasıl Üretiliyor	<a href="https://bit.ly/3m2FPme">https://bit.ly/3m2FPme</a>
Ticaret Savaşları	<a href="https://bit.ly/2Z9ePsc">https://bit.ly/2Z9ePsc</a>
Alan Uzmanı İhtiyacı	<a href="https://bit.ly/3CeOasA">https://bit.ly/3CeOasA</a>
Su Tüketimi	<a href="https://bit.ly/3lZpsa2">https://bit.ly/3lZpsa2</a>
Yeni Yatırım	<a href="https://bit.ly/3jiE7eT">https://bit.ly/3jiE7eT</a>
Talep Artışı	<a href="https://bit.ly/3E0pK6F">https://bit.ly/3E0pK6F</a>
Otomobil Çip Oranı	<a href="https://bit.ly/2Zc6iVp">https://bit.ly/2Zc6iVp</a>
Aktörler	<a href="https://bit.ly/3lZxXlE">https://bit.ly/3lZxXlE</a>
Çip Üretimi	<a href="https://bloom.bg/3vz4kul">https://bloom.bg/3vz4kul</a>
EUV	<a href="https://bit.ly/2Xx30k3">https://bit.ly/2Xx30k3</a>