

# BELLEK TEKNOLOJISININ EVRIMI

DRAW

 **kingston**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY  
BUILT ON COMMITMENT

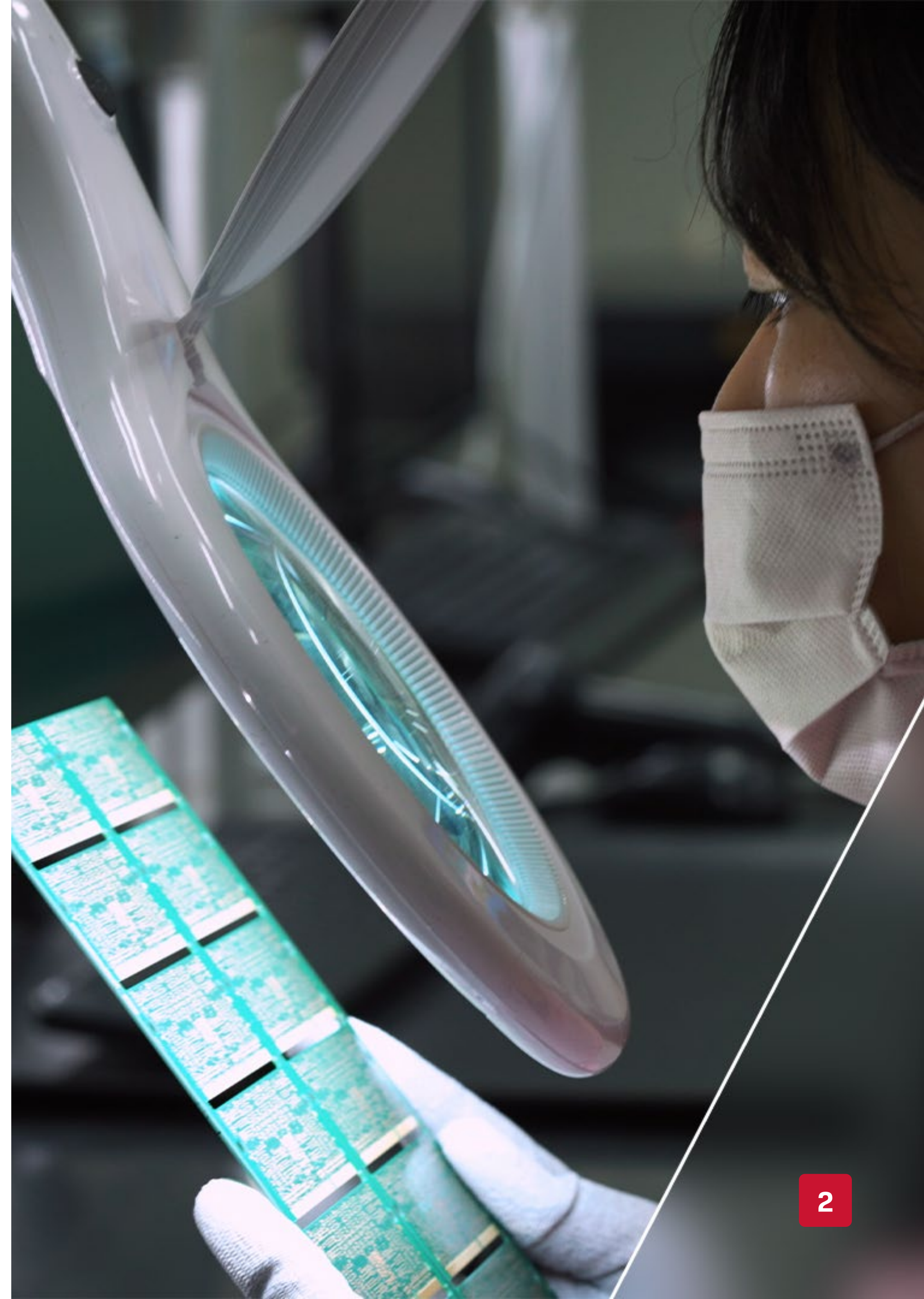


# Önsöz ve İçindekiler

Dinamik Rastgele Erişimli Belleğin (Dynamic Random Access Memory - DRAM) Hızlı Sayfa Modundan (Fast-Page Mode - FPM) Senkronize (SDRAM) Çift Veri Hızına (Double Data Rate - DDR SDRAM), şimdi 5. nesline (DDR5) evrimi, daha yüksek performans, daha fazla bant genişliği ve gelişmiş enerji verimliliği ihtiyacının desteklemesiyle bilgisayar teknolojisinde önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir. Yapay zeka uygulamaları furiasının eşliğinde, bu talep DDR5 ve HBM (Yüksek Bant Genişlikli Bellek DRAM) ile veri merkezlerinde ve istemci sistemlerinde önemli bir ilgi görerek hızla artmaya devam ediyor.Yarı iletken belleğin dinamosu olarak kabul edilen DDR SDRAM, düşük güç tüketimi ve yüksek performansı, verileri işlemciye hızlı bir şekilde aktarabilmesi sayesinde sektörde benzersiz bir yere sahiptir.

Sektör uzmanlarına göre, temel bellek teknolojisi açısından ufukta DRAM'ın sona ereceğiyle ilgili hiçbir emare görünmüyor. Peki bu bellek türünü performans ve mimari açısından günümüz işletmelerinin ihtiyaçlarını karşılamada bu kadar becerikli hale getiren tam olarak nedir? Bazı türler masaüstü bilgisayarlara kıyasla sunucular için daha mı uygundur? Teknoloji nasıl evrim geçiriyor ve tipik zorluklar ve kullanım durumları nelerdir? Bu e-Kitap'ta, Kingston'ın teknik uzmanlarının yardımıyla bu sorular ve DRAM'ı gelecekte nelerin beklediği ele alınmaktadır.

| İçindekiler                                                    | Sayfalar |
|----------------------------------------------------------------|----------|
| Katılımcılar                                                   | 3        |
| DRAM'in evrimi: FPM'den DDR5 SDRAM'e                           | 4        |
| DRAM türleri ve temel farklılıklar                             | 5        |
| Gecikme ve hızın önemi                                         | 6        |
| Tipik kullanım durumları ve iş yükü etkisi                     | 7        |
| DRAM uyumluluk sorunları ve yükseltmelerde dikkate alınacaklar | 8 - 9    |
| DRAM üretimindeki zorlukların üstesinden gelinmesi             | 10       |
| DRAM'in gelişimi: Pazar trendlerinin etkisi                    | 11       |
| DRAM teknolojisinin geleceği                                   | 12       |
| Özet                                                           | 13       |





# Katılımcılar

Bu e-Kitap iki Kingston uzmanı tarafından hazırlanmıştır.



## Mike Mohny | Kingston Technology

Mike Mohny, Fountain Valley, Kaliforniya'da bulunan Kingston Technology'de Kıdemli Teknoloji Müdürü olarak görev yapmaktadır. Kendisi 1996 yılından beri Kingston'da çalışmaktadır ve şirkete 28 yılı aşkın deneyime sahiptir.

Mike, bu görevinde Kingston'ın özellikle DRAM ve bellek çözümleri alanındaki teknolojik girişimlerinin yönetilmesinde ve ilerletilmesinde önemli bir rol oynadı. Uzmanlığı ve liderlik becerileri, Kingston'ın DRAM çözümlerinde lider bir üçüncü taraf üretici konumuna gelmesine önemli ölçüde katkıda bulundu.



## Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Geoffrey Petit, Kingston Technology Avrupa'da Teknik Kaynaklar Grubu Ekip Lideridir. Kingston'a 2016 yılında Teknik Destek Mühendisi olarak başlayarak EMEA'da bulunan müşterilere satış sonrası teknik destek sağladı, iş arkadaşlarına ve yeni çalışanlara teknik eğitim verdi ve yeni ürünleri test etti.

Geoffrey ve ekibinin sorumlulukları, müşterilere ve İşletme Yöneticileri, Pazarlama, Insides Satış ekibi, müşteriler ve kilit görevlerdeki personellerden gelen satış öncesi sorular için teknik destek sağlamaktır.



## DRAM'in evrimi: FPM'den DDR5'e

1980'lerin ortalarına gelindiğinde, 80486 işlemcinin piyasaya sürülmesiyle PC devrimi tüm hızıyla devam ediyordu. SIMM'ler (Tek Sıralı Bellek Modülleri) üzerindeki Hızlı Sayfa Modu (FPM) DRAM'de kullanılan ana bellek teknolojisiydi. Performansı artırma gereksinimi 1990'ların başında EDO (Extended Data Out - Genişletilmiş Veri Çıkışı) DRAM'in geliştirilmesinin yolunu açtı. Bunu hızla SDRAM ve CPU saatiyle senkronize ve tek bir veri hızında daha verimli çalışan DIMM (Çift Sıralı Bellek Modülü) izledi. 2000 yılında ilk DDR (Double Data Rate - Çift Veri Hızı) SDRAM piyasaya sürüldü ve bu DRAM, saat sinyalinin hem yükselen hem de alçalan kenarlarında veri aktararak veri hızını iki katına çıkardı. Ayrıca, modül başına voltajı 3,3V'tan 2,5V'a düşerek önceki modele göre daha fazla güç tasarrufu sağlıyordu. DDR SDRAM, endüstri standartları kuruluşunun (JEDEC) dikkatli planlaması altında gelişmeye devam etti ve 2003 yılında 2. nesil DDR (DDR2) piyasaya sürüldü. Bunu 2007 yılında DDR3 ve 2014 yılında DDR4 takip etti. Her nesilde, yarı iletken yonga plakası litografisindeki gelişmeler ve bellek hücrelerinin küçülmesi sayesinde bellek hızları, kapasiteleri artarken çalışma voltajı düşmektedir.

Hızla ileri giderek 2021'e geldiğimizde DDR5 SDRAM tanıtıldı ve bu, bellek teknolojisinde büyük bir gelişimi temsil ediyordu. DDR5, 4800MT/s hızında piyasaya sürüldü. Bu değer DDR4'ün son hızı olan 3200MT/s'ye göre bant genişliğinde %50'lik bir artış gösteriyordu. DDR5 modülleri, hıza ek olarak bellek modülünün çeşitli bileşenlerinin ihtiyaç duyduğu gücü düzenlemeye yardımcı olan, önceki nesillere göre daha iyi güç dağıtımı sağlayan, sinyal bütünlüğünü iyileştiren ve paraziti azaltan bir Güç Yönetimi IC (Power Management IC - PMIC) içeriyordu. DDR5'in çalışmak için yalnızca 1,1V'a ihtiyaç duymasıyla güç tüketiminin azaltılması

eğilimi devam etti. Ürün yapısında, DRAM bileşeni içindeki bit hatalarını belirleyip düzeltebilen ve bozuk veri olasılığını azaltan On-Die ECC (Error Correction Code - Hata Düzeltme Kodu) gibi veri bütünlüğüne yönelik önemli iyileştirmeler de yer almaktaydı.

“

*Her yeni nesilde birincil performans, güç tüketimi ve yoğunluk iyileştirmelerine ek olarak birçok başka özellik de bulunuyordu. Bunlar arasında gelişmiş hata düzeltme teknolojisi, sinyal bütünlüğünde iyileştirmeler, donanımların kırılması (hack'leme) açıklarını önlemek için eklenen tedbirler ve yeni form faktörleri sayılabilir.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”

DDR5, piyasaya sürüldüğünden bu yana birbirini izleyen Intel ve AMD platformları tarafından desteklenen dört planlı hız artışı yaşadı. Tarihsel olarak, bellek hızı artışları, bellek endüstrisi standartları tarafından belirlenen ve yeni çip setlerinin sağladığı önceden belirlenmiş bir tempoyu takip ederek yılda bir kez gerçekleşmekteydi. DDR5'in hız adımlarını atlaması kısmen çip seti ve işlemci üreticilerinin rekabeti kısmen de yapay zeka gibi bellek bant genişliği yoğun uygulamaların gereksinimlerini karşılamak için yüksek performanslı belleklere olan talepten kaynaklanıyordu.

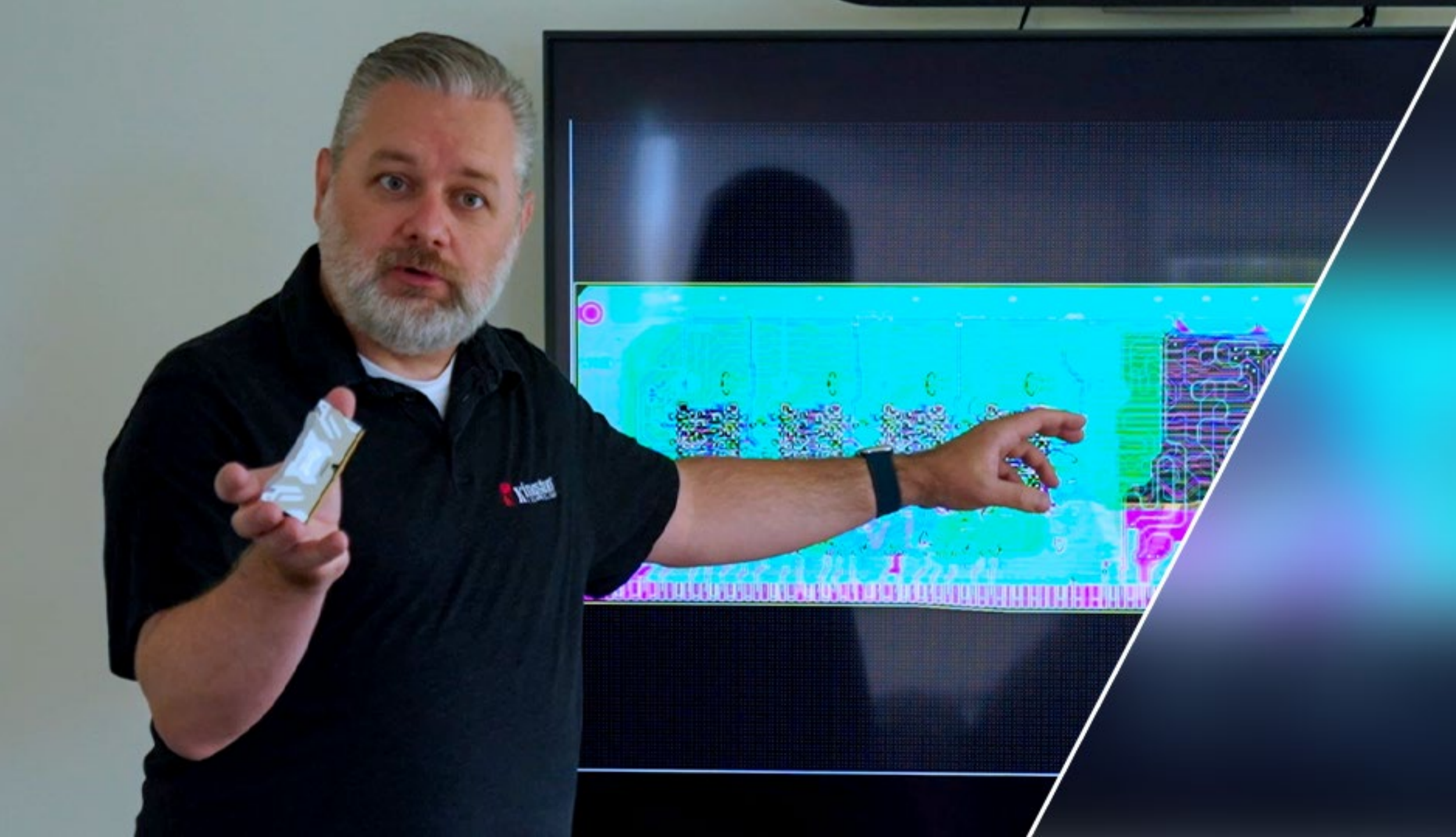
“

*Artık daha yüksek yoğunluklar kullanılıyordu. Yani tek bir modülde daha fazla bellek kapasitesi elde edilebiliyordu. Bu da sunucular ve yüksek performanslı bilgisayarlar için kritik önem taşıyordu.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**

”





## DRAM Modülü türleri ve temel farklılıklar

JEDEC endüstri standartları kuruluşu DRAM bellek için teknik özellikleri tanımlamanın yanı sıra DRAM'in çeşitli bilgi işlem platformlarına ve ortamlarına uyması için üretilebileceği form faktörlerini de belirlemektedir.

**Tamponsuz DIMM'ler (UDIMM'ler)** ve **tamponsuz Small-Outline DIMM'ler (SODIMM'ler)** gibi tamponsuz modüller, tüketici masaüstü ve dizüstü bilgisayarlarında en yaygın kullanılan bellek modülü türleridir.

Hata Düzeltme Kodunu (ECC) destekleyen DRAM bileşenlerinin eklenmesi, ana akım iş istasyonu sınıfı sistemleri destekleye **ECC UDIMM'ler** ve **ECC SODIMM'lere** olanak tanımaktadır. Bunlar bellek yoğun uygulamalar için kritik veri bütünlüğü desteği sağlar.

Tek veya çok işlemcili sunucular için, **ECC Kayıtlı DIMM'ler (RDIMM'ler)** modül üzerinde DRAM ve bellek denetleyicisi arasında verileri tamponlayan bir kayıt bileşenine sahiptir. Bu, büyük miktarda belleğin gerekli ve veri güvenilirliğinin önemli olduğu ortamlarda büyük öneme sahiptir.

**Yükü Azaltılmış DIMM'ler (LRDIMM'ler)** bellek denetleyicisi üzerindeki fazla yükleri telafi etmek amacıyla bellek hızlarının düşmesine neden olabilecek yükleri azaltmak için veri tamponlarına sahiptir. LRDIMM teknolojisi performanstan ödün vermeden büyük kapasiteli modüllere olanak tanır. Bu teknoloji ilk olarak 2012 yılında DDR3 için tanıtılmış, ardından 2014 yılında DDR4 için düzenlenmiştir.

**Düşük Güçlü DDR (LPDDR)** 2006 yılında mobil cihazların pil gücünden tasarruf etmelerini sağlayacak bir çözüm olarak pazara girdi. Genellikle doğrudan bir sistem kartına monte edilse de 2024'ten bu yana LPDDR5, CAMM2 (Sıkıştırma Ekli Bellek Modülü) form faktöründe de kullanılabilmekte ve bu sayede üreticilerin dizüstü veya küçük form faktörlü bilgisayarlarda kullanabileceği modüler bir çözüm sağlamaktadır.

DDR SDRAM'ın yanı sıra en hızlı büyüyen bellek kategorisi, daha düşük güç gereksinimli GPU'ları desteklemek için yüksek performanslı ve yüksek kapasiteli belleklere yönelik artan talebi karşılamak üzere AMD tarafından 2008 yılında geliştirilen **Yüksek Bant Genişlikli Belleklerdir (High Bandwidth Memory - HBM)**. HBM'de, tek bir çip paketi içinde 3D SDRAM katmanları yığını yöneten yüksek hızlı bir arayüz kullanılır. Bu, geniş (128 bit+) adreslenebilir bellek erişimleri sağlar ve doğrudan grafik kartlarını, pakette (on-package) işlemci belleğini ve yapay zeka hızlandırıcı kartlarını hedefler.

“

*HBM, daha fazla katmanda daha yüksek bellek kapasitelerini, daha geniş veri yollarını ve daha yüksek performanslı çalışmayı desteklemek için son on yıl içinde birbirini takip eden nesillerle gelişmiştir. Bununla birlikte, HBM bellek şu anda bellek modüllerinde kullanılmamaktadır ve GB başına fiyat açısından DDR DRAM'e alternatif teknoloji olarak görülmemektedir.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”



# Gecikme ve hızın önemi

Gecikme ve hız, bellek endüstrisi standartları kuruluşu (JEDEC) tarafından tanımlanan ve performans ölçütü olarak kullanılan iki temel özelliktir.



*Bilgi işlemde, iş yükü için bir donanımı diğerlerinden daha fazla kullanabilen birçok farklı uygulama türü vardır. Bellek yoğun uygulamalar, veri saklama veya GPU odaklı uygulamaların aksine yüksek performanslı bellek hızlarından ve daha düşük gecikme sürelerinden fayda görür.*

**Mike Mohney | Kingston Technology**

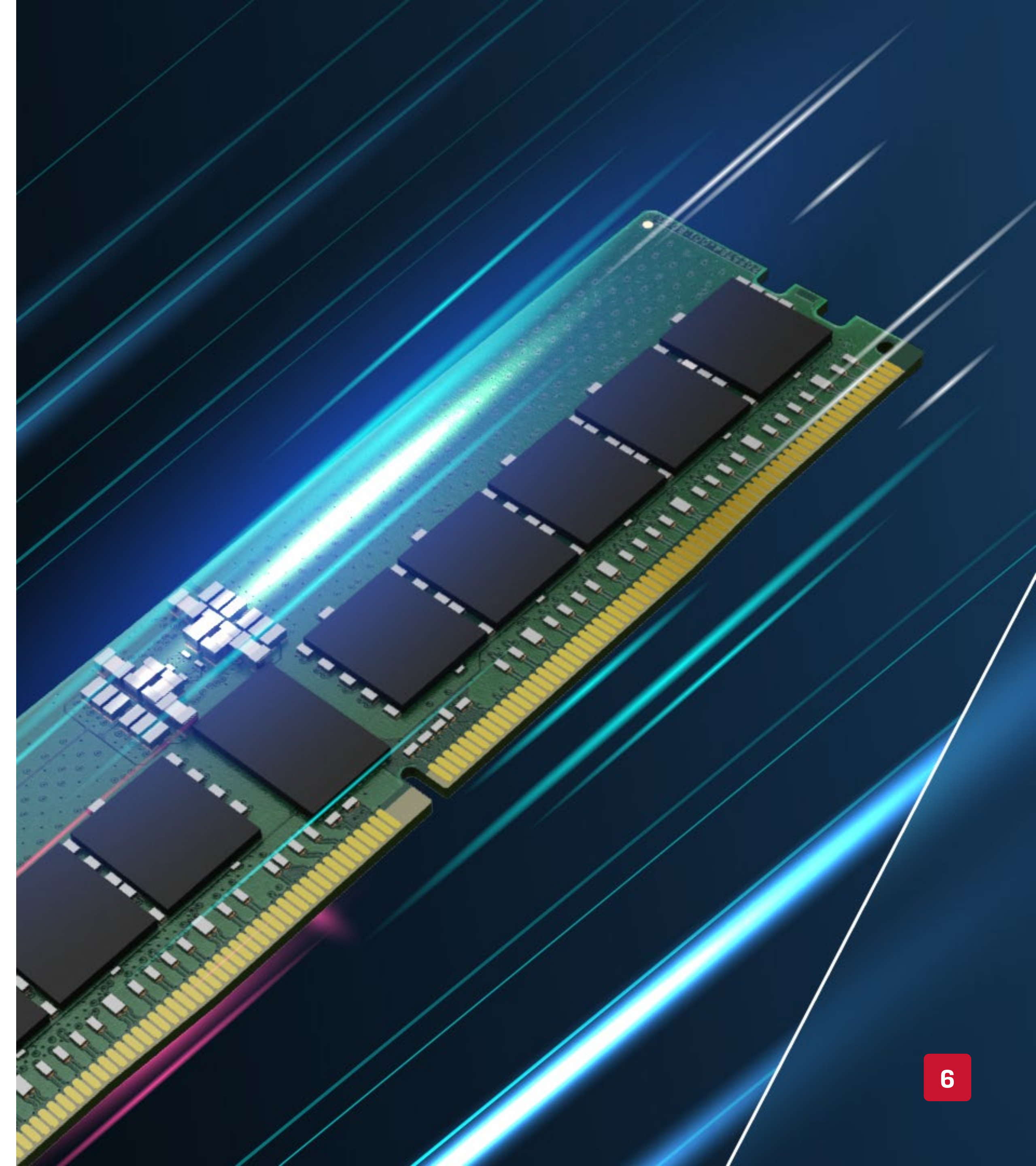


Her yeni bellek teknolojisi için JEDEC, bellek üreticileri, işlemci ve çip seti mimarları ve anakart/sistem üreticilerinin uyumluluğu sağlamak amacıyla kullandığı standart hızları ve zamanlamaları belirler. Endüstri standardı bellek hızları arttıkça gecikme süreleri de artmaktadır. Bu genellikle bir uyumsuzluk noktasıdır ve kullanıcılar tarafından yanlış anlaşılabilir. Bu genellikle bir uyumsuzluk noktasıdır ve kullanıcılar tarafından yanlış anlaşılabilir. Bu genellikle bir uyumsuzluk noktasıdır ve kullanıcılar tarafından yanlış anlaşılabilir. Bu genellikle bir uyumsuzluk noktasıdır ve kullanıcılar tarafından yanlış anlaşılabilir.



*Bilgi işlem görevleri üzerindeki etkisi dikkate alındığında, tamponsuz bellek, düşük tepki sürelerine ihtiyaç duyan masaüstü bilgisayarlar ve iş istasyonları için idealdir. Kayıtlı ve Yüklü Azaltılmış DIMM'ler gibi sunucu sınıfı bellekler, kararlılığın, hata düzeltmenin ve büyük veri kümelerini işlemenin gecikmeden daha kritik olduğu veri merkezleri için mükemmeldir.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**







## Tipik kullanım durumları ve iş yükü etkisi

Son kullanıcılar ve veri merkezi mimarları, platformları uygulama ve iş yükü ihtiyaçlarına göre seçerler. Dolayısıyla uygulamanın bellek kapasitesi ve performansına yönelik talebi, seçilen ve yapılandırılan modüllerin türünü belirler.

Bellek endüstrisinde, bileşenlerin ve modül form faktörlerinin istemci (diğer adıyla PC) ve sunucu sınıfları arasında farklar vardır. İstemci sınıfı sistemlerde, tamponlanmamış DIMM (UDIMM/CUDIMM), SODIMM/CSODIMM ve CAMM2 form faktörlerinde endüstri standardı ECC olmayan belleklerin kullanıldığı masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar yer alır. Bununla birlikte masaüstü iş istasyonları ve mobil iş istasyonları da dahil olmak üzere sunucu sınıfı sistemlerde, ECC'yi (Hata Düzeltme Kodu) destekleyen bellek modülleri kullanılır.

Tüketici cihazlarında, tamponlanmamış belleğin basitliği ve hızı tercih edilmektedir. Masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar günün 24 saati çalışacak şekilde tasarlanmamıştır ve genellikle kullanılmadıkları zaman kapatılırlar. Bu sistemlerdeki uygulama türleri ve iş yükleri de bellek bileşenlerinin toleranslarını sunucular gibi zorlamaz. Dolayısıyla bu tür sistemlerde ECC desteğine gerek yoktur.

Diğer yandan, her zaman açık olacak şekilde tasarlanmış sunucular ve yüksek performanslı iş istasyonları gibi daha karmaşık sistemler, ECC Kayıtlı (RDIMM'ler) ve Yüğü Azaltılmış DIMM'lerin (LRDIMM'ler) sunduğu ekstra kararlılık ve güvenilirlikten fayda görecektir. ECC sınıfı modüller bozuk veriler için hata düzeltmesini desteklediğinden sunucunun çökmesini veya kritik bilgilerin kaybolmasını önler. Bu modüller ayrıca daha yüksek toleranslara göre test edilmiştir ve daha düşük arıza oranlarına sahip daha yüksek sınıf DRAM bileşenlerine sahiptir.

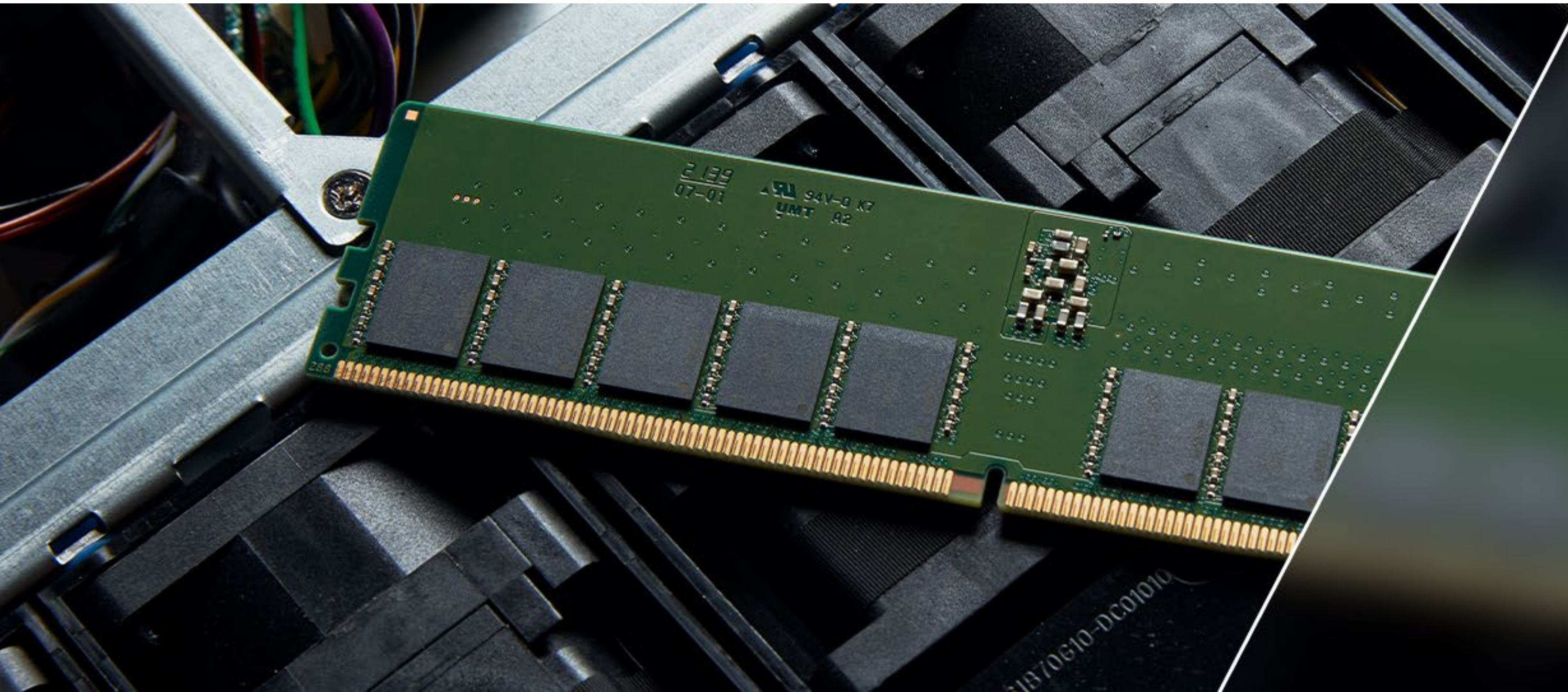


# DRAM uyumluluk sorunları ve yükseltmelerde dikkate alınacaklar

Bellek seçeneklerini değerlendirirken kullanım durumu, uygulama ve iş yükü hususlarının yanı sıra marka itibarının önemi de dikkate alınmalıdır. Genel olarak bellek şirketleri, bellek tasarımlarını çip seti mimarlarıyla (Intel ve AMD gibi) doğrulamak üzere test altyapısına yatırım yaparsa ve bellek onaylarını gerçekleştirmek için anakart ve sistem üreticileriyle birlikte çalışırsa daha az uyumluluk sorunu yaşar. Intel, AMD, anakart üreticileri, büyük sistem markaları ve bellek üreticileri arasında kontrol ve dengenin yer aldığı güçlü bir ekosistem mevcuttur. Ancak bellek modülü satıcılarının hepsi buna katılmamaktadır.

Uyumsuz DRAM takılması sistemin açılmasını engelleyebilir. Bellek yükseltmesi veya değişikliği durumunda, yeni bellek satın almadan önce her zaman anakart kılavuzuna veya üreticinin web sitesine bakın ve bunları dikkate alın:

1. **Anakart desteği:** Anakartın hangi bellek teknolojisini ve modül türünü desteklediğini kontrol edin (örneğin, DDR4, DDR5, RDIMM vs. UDIMM).
2. **Hız:** Performans sorunlarıyla karşılaşmamak için mevcut DRAM'ın hızıyla aynı veya daha yüksek hızlı bir ürün seçin. Bir DDR nesli içinde, hızlar genellikle geriye dönük olarak uyumludur. Dolayısıyla, standart bir 3200MT/s hızda bir ürün satın alındığında, ürün 2666MT/s gerektiren sistemlerde çalışırken saat hızını güvenli bir şekilde düşürecektir.
3. **Kapasite:** Anakart mimarisine uygun olarak aynı çiftler veya gruplar halinde takılacak modülleri seçin ve gelecekteki bellek ihtiyaçlarını dikkate alarak her zaman ihtiyacınız olandan daha yüksek kapasiteleri tercih edin.
4. **DRAM modüllerinin bir arada kullanılması:** Çiftler veya gruplar içinde farklı DRAM türlerinin (genişlik, yoğunluk, marka) bir arada kullanılması kararsızlığa yol açabilir. Anakartın bellek mimarisine göre modüllerin aynı çiftler veya gruplar halinde takılması sorun çıkma olasılığını azaltır.
5. **Hata düzeltme:** ECC Tamponsuz modülleri bir istemci veya ana akım iş istasyonuna takıyorsanız, anakart ve işlemci modelinin ECC işlevini desteklediğini mutlaka kontrol edin.



Örneğin, DDR4 RDIMM'ler ve LRDIMM'ler tamponlanmamış DIMM'lerle aynı modül anahtarını (çentik) kullanıyordu. RDIMM'ler ve LRDIMM'ler masaüstü sınıfı bir sisteme takıldığında çalışmaz. DRAM bileşenlerinin genişlikleri ve yoğunlukları da uyumluluğu etkileyebilir. Bunun nedeni bazı çip setlerinin belirli DRAM genişlikleri veya yüksek yoğunluklarla çalışmayacak olmasıdır.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



# DRAM uyumluluk sorunları ve yükseltmelerde dikkate alınacaklar

Bellek endüstrisi, günümüzün ve geçmişin bilgisayarlarının ihtiyaçlarını göz önünde bulundururken bir sonraki neslin gereksinimlerine yönelik tasarımlar yaparak sürekli devinim halindedir. Bu nedenle bellek modülü üreticilerinin birkaç nesil öncesine kadar uzanan geniş bir bilgisayar platformu arşivi tutmaları büyük öneme sahiptir.



*Regresyon testi olarak da adlandırılan yeni bellek bileşenlerinin eski sistemler üzerinde test edilmesi, bazı bellek modülü üreticilerinin maliyetleri düşürmek için atladığı çok önemli bir adımdır. Bu, sık sık uyumluluk sorunlarının yaşandığı bir alandır.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**



Sistem uyumluluğuyla ilgili kapsamlı bir veri tabanına sahip olmak da sorunları önlemenin anahtarıdır. Dünyada 40.000'den fazla bilgisayar sisteminin veri tabanı arşivini elinde bulunduran tek bellek modülü sağlayıcısı olarak Kingston'ın mühendisleri, hangi bellek yükseltme seçeneklerinin dünya genelinde pazarda yer alan binlerce güncel ve eski bilgisayar modeliyle uyumlu olduğu bilgisini daha doğru bir şekilde verebilmektedir. Intel ve AMD'nin yonga setleri ve işlemci nesilleri arasındaki farklar genellikle, bazı durumlarda bilerek kullanıcılara açıklanmamaktadır. Kingston'ın amacı, kullanıcıların bilgisayarları için en iyi, en uyumlu seçeneği nasıl belirleyeceklerini anlamaları için gereken teknik bilgileri paylaşmaktır.



*Uyumluluk sorunları, bileşenler bir çip seti veya BIOS üzerinde incelenmediğinde veya bunlar için optimize edilmediğinde ortaya çıkabilir. Sık görülen uyumluluk sorunları arasında bir sistemde desteklenmeyen DRAM yapılandırmalarının veya modül türlerinin kullanılması da sayılabilir.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**





# DRAM üretimindeki zorlukların üstesinden gelinmesi

Uyumluluk uygun şekilde ele alınmadığı takdirde bir sorun teşkil edebilir ancak tek zorluk bu değildir. Tasarım karmaşıklığı, birleştirmedeki hassasiyet ve kalite kontrolü, DRAM üretimindeki zorlukların ana etkenleridir. Kingston'ın lider bir üçüncü taraf DRAM modülü üreticisi olmasını sağlayan da bu zorluklardır. Ancak, her zorluğun kendine özgü bir çözümü vardır:

Bellek çözümlerimizi nasıl tasarladığımızla başlayalım.

- » **Tasarım karmaşıklığı:** Tasarladığımız her DRAM modülünün DDR4 ya da DDR5, Tamponsuz ya da Kayıtlı olması gibi benzersiz özellikleri vardır. Bu da tasarım karmaşıklığını artırır. Bu durum, güvenilirlik ve performans sağlamak için ileri mühendislik ve hassas entegrasyon gerektirir.
- » **Çözüm:** Bunun üstesinden gelmek için her bellek türünün amaçlandığı gibi hatasız çalışmasını sağlamak üzere özel tasarım yazılımları ve katı test protokolleri kullanıyoruz.

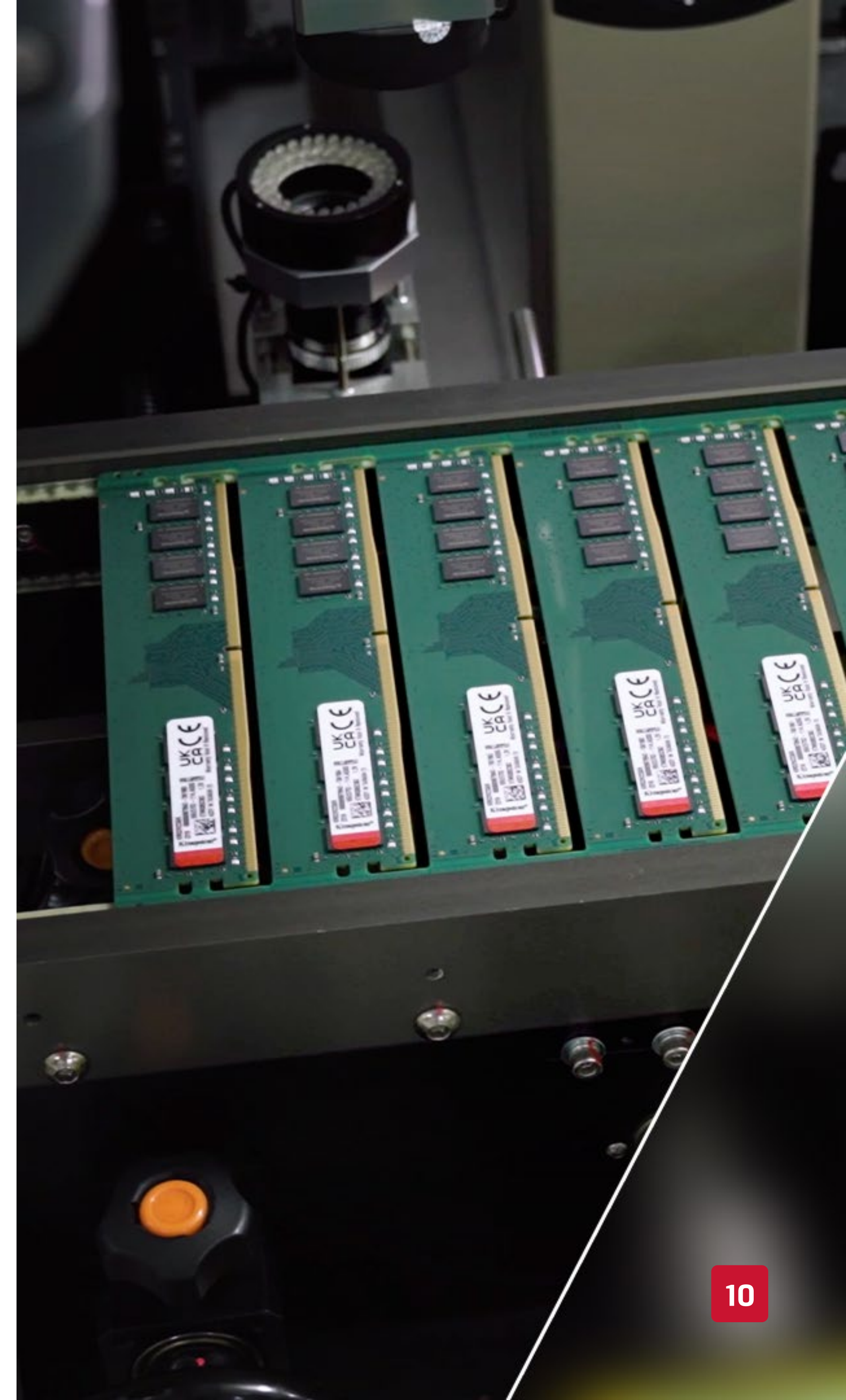
Daha sonra lider DRAM yarı iletkenler kullanıyoruz.

- » **Üretim hassasiyeti:** DRAM çipleri nano ölçekli süreçlerde yarı iletkenlerle üretilir. Burada çok küçük farklılıklar bile kusurlara yol açarak verimi ve performansı etkileyebilir.
- » **Çözüm:** Kingston, yalnızca yüksek performans ve güvenilirlik düzeylerini garanti edilebilen yarı iletkenler kullanmaktadır. Bu yarı iletkenlerin üretiminde, üretim sırasında yüksek hassasiyet ve tutarlılık sağlayarak kusurları en aza indirmek için en yeni litografi teknikleri ve temiz oda ortamları kullanılmaktadır. Bu gereklilikleri karşılayan bileşenleri kullanmayız.

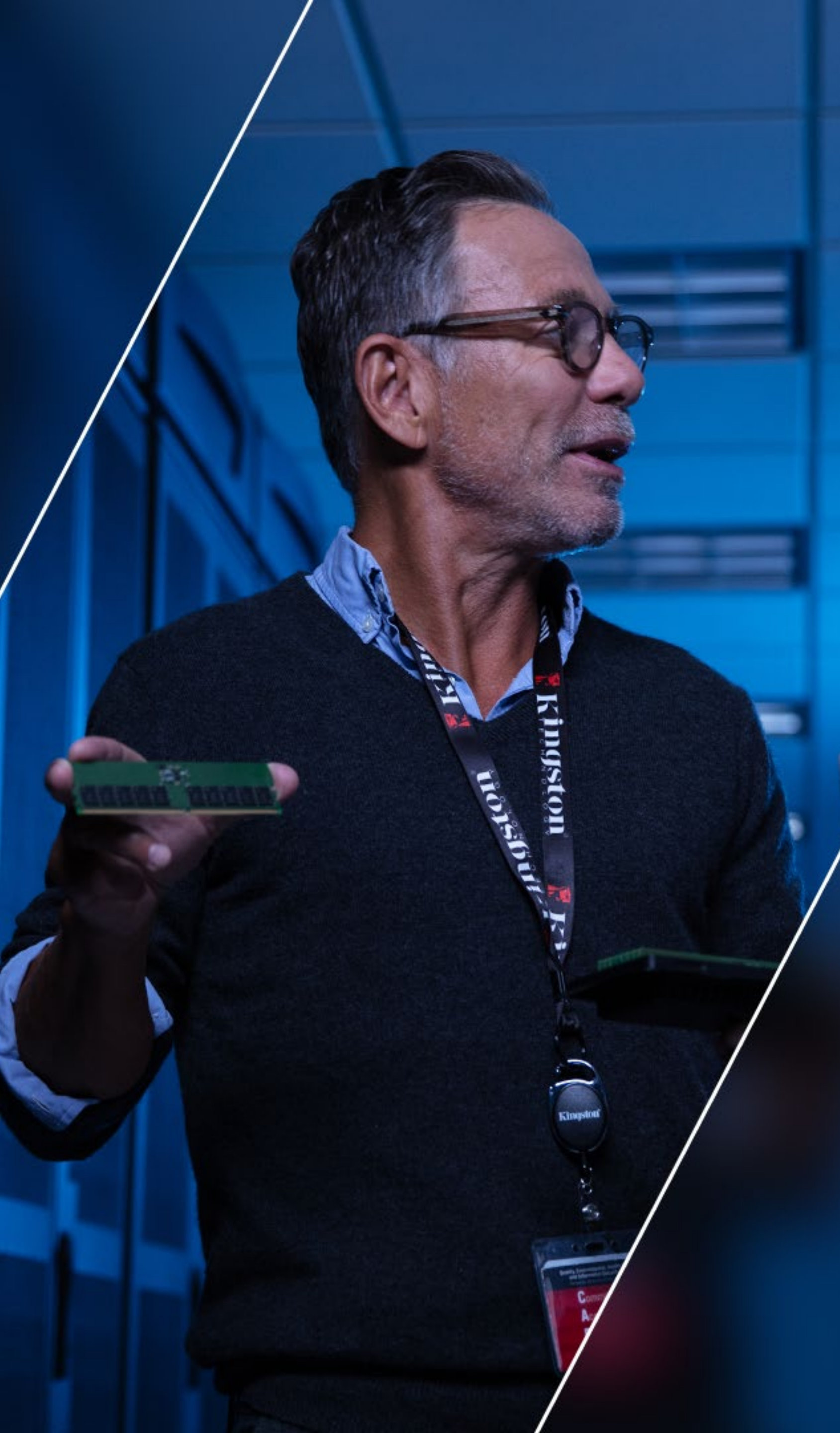
Ardından DRAM modüllerimizi oluşturma ve test etme süreci geliyor.

- » **Kalite kontrolü:** Tüm DRAM form faktörlerimizin birleştirildikten sonra katı performans ve güvenilirlik standartlarını karşılaması gerekmektedir.
- » **Çözüm:** Sıcaklık ve stres testleri de dahil olmak üzere çeşitli koşullar altında yapılan kapsamlı testler, hatalı birimlerin belirlenmesine ve elenmesine yardımcı olarak piyasaya yalnızca güvenilir belleklerin ulaşmasını sağlar.

Kingston, ileri teknoloji ve katı kalite güvencesi süreçleri sayesinde çeşitli bilgisayar ihtiyaçları için uygun, yüksek performanslı, güvenilir DRAM çözümleri üretmektedir. Yeni bellek teknolojisi geliştirmemize yardımcı olan referans platformları almak ve üretim test olanaklarımızda ihtiyaç duyulan ilerlemelere hazırlıklı olmak için Intel ve AMD ile yakın bir şekilde çalışarak bunu bir adım daha ileri götürüyoruz. Yeni bellek hızlarını, yeni kapasiteleri desteklemek ve üretilen modüllerin kalitesini iyileştirmek için üretim ortamlarımızda sürekli olarak donanım ve yazılım yükseltmeleri yapılmaktadır.







## DRAM'ın gelişimi: Pazar trendlerinin etkisi

Konu farklı DRAM bellek türlerinin geliştirilmesi ve uygulamaya alınması olduğunda, pazar eğilimleri teknolojinin değişen talepleri tarafından yönlendirilmekte ve tüketici davranışları bu alanda önemli bir rol oynamaktadır. Performans, verimlilik ve ölçeklenebilirlik, hem geliştirme hem de uygulamaya almayı etkileyen temel faktörlerdir.

Geriye dönüp bakıldığında, son yıllardaki bilgi işlem ve iş yükü talepleri, geliştirilen bellek türleri üzerinde etkili olmuştur. 2000'li yılların ortalarında bellek endüstrisi, hem mobil sistemlerde hem de veri merkezlerinde genel güç tüketimini azaltacak bellek teknolojileri sunmaya başladı. 2010'ların ortalarında sanallaştırma, daha yüksek kapasiteli modüllere olan talebi artırdı. O dönemde, çip seti sınırlamaları nedeniyle yüksek kapasiteli modüllerle yaşanan performans kaybı, sonunda DDR3 ve DDR4 için Yüklü Azaltılmış DIMM'lerin geliştirilmesinin yolunu açtı.

Günümüzde yapay zeka, oyun ve büyük veri analizleri gibi sektörler büyümeye devam ediyor ve bu alanlarda yüksek hızlı, yüksek kapasiteli belleklere giderek daha fazla ihtiyaç duyuluyor. Bu durum, bu performans ihtiyaçlarını karşılayan Çoklanmış Rank DIMM (Multiplexed-Rank DIMM - MRDIMM) gibi gelişmiş DRAM modül türlerinin geliştirilmesini sağladı. Daha ince ve daha hafif cihazların yaygınlaşması, üreticilere DRAM-down veya Ultrabook sınıfı bir dizüstü bilgisayar veya tablete fiziksel olarak sığmayacak birden fazla SODIMM'in yerine uygun maliyetli modüler çözümler sunan CAMM2 gibi kompakt ve verimli bellek çözümlerinin kullanıma girmesini de sağladı.

Bellek kapasitesini geleneksel DIMM soketinin ötesine genişletme olanağı, hızla gelişen alanlardan bir diğeridir.

“

*Yapay zekanın performans talepleri, özellikle yüksek kapasiteli belleklerin performans darboğazının giderilmesini sağlayan MRDIMM'ler gibi ölçeklenebilir, yüksek kapasiteli ve yüksek performanslı belleklerin tasarlanmasını teşvik eden bir diğer önemli etkidir.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**

”

Bunlar, bellek endüstrisinin pazar trendlerine nasıl uyum sağladığını, ekosistemimizin ve standartlar kuruluşunun yarının bellek ihtiyaçlarının zorluklarının üstesinden gelmeye her zaman hazır olduğunu gösteren sadece birkaç örnektir.

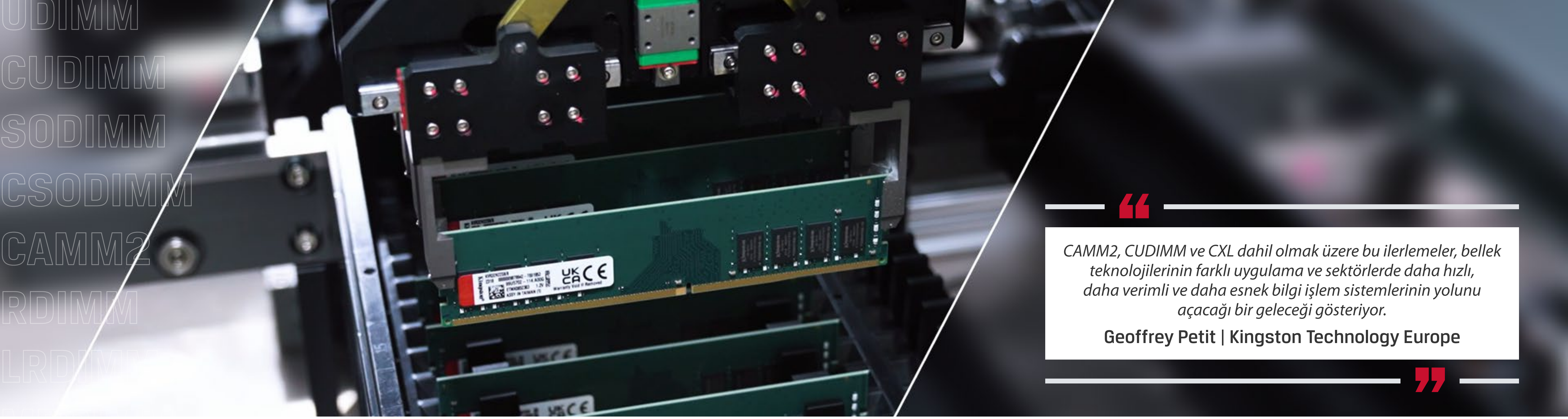
“

*Yeni nesil bellek teknolojilerini desteklemek için altyapı ve ölçeklendirme alanında yatırımlar devam etmektedir. Bellek hızları her yıl artmaktadır. Bu nedenle yeni nesil platformlara piyasaya sürülmelerinden yeterince önce sahip olmak, yeni sistemler piyasaya çıktığında küresel talebi karşılamak için üretimi hızlandırmak açısından büyük öneme sahiptir.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”





*CAMM2, CUDIMM ve CXL dahil olmak üzere bu ilerlemeler, bellek teknolojilerinin farklı uygulama ve sektörlerde daha hızlı, daha verimli ve daha esnek bilgi işlem sistemlerinin yolunu açacağı bir geleceği gösteriyor.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**

## DRAM teknolojisinin geleceği

İleriye baktığımızda, bellek endüstrisi pazarın ihtiyaçlarına uyum sağlamaya ve bunlara göre planlar yapmaya devam edecektir. DRAM teknolojisinde gelecekte yaşanacak gelişmeler, yapay zeka, büyük veri ve bulut bilişim gibi gelişmiş uygulamaların taleplerini karşılamak için hızı yükseltmeye, güç tüketimini azaltmaya ve yoğunluğu artırmaya odaklanmaktadır. Buna ek olarak, günümüz bellek teknolojileri ve form faktörleriyle ilgili zorluklar, JEDEC ile birlikte geliştirilmeye devam edilen yeni nesil DDR spesifikasyonu DDR6'yı şimdiden etkilemektedir. 2027'ye kadar tamamlanması beklenen DDR6, DDR5'e kıyasla veri hızlarında önemli doğrusal artışlar ve daha geniş bir veri yolu ile muhtemelen daha yüksek performansa odaklanacaktır.

O zamana kadar DDR5 hızını artırmaya ve yeni form faktörlerinde kullanılmaya devam edecektir. Önümüzdeki birkaç yıl içinde mobil ve küçük form faktörlü sistemler için yaygın modül çözümü haline geleceği öngörülen CAMM2 de buna dahildir. İnce profilli CAMM2, geleneksel dizüstü bilgisayarlardaki iki SODIMM'in yerini alabilir ve doğrudan anakarta monte edilen ayrı DRAM bileşenleri yerine modüler bir bellek çözümünün kullanılmasıyla üreticilere önemli maliyet tasarrufu

sağlayabilir. Hatta bazı anakart üreticileri CAMM2'nin geleneksel masaüstü bilgisayarlarda da kullanılabileceğini göstermiştir. Orijinal CAMM tasarımı için Dell'in onaylı bellek tedarikçisi olan Kingston, bu yeni form faktörünü üretmek ve test etmek için gerekli altyapı ve yatırımın varlığı ile CAMM2 devrimini desteklemek için stratejik bir konuma sahiptir. 2025'in ilk yarısında piyasaya sürülecek olan CAMM2 çözümlerimiz için Kingston web sitesini takip edin.

CUDIMM, 6400MT/s DDR5'ten itibaren Tamponsuz DIMM'lere bir saat sürücüsünün entegre edildiği bir diğer yeni DRAM modülü türüdür. Bu bileşen, modül üzerindeki işlemciden gelen saat sinyali yeniden yönlendirerek sinyal bütünlüğünü artırmakta ve daha yüksek hızlarda sorun yaratan parazit ve titreşimden kaynaklanan hata oranını azaltmaktadır.

Bir de Compute Express Link, ya da kısaca CXL adı verilen, henüz başlangıç aşamasında olan bir diğer yeni DRAM kategorisidir. CXL, veri saklama için kullanılan NVMe'ye benzer şekilde PCI Express veri yolu üzerinde çalışan bir açık standart protokolüdür. CXL ürünleri için ilk odak noktası, sunucular için bellek kapasitesini artırmak ve kullanılabilir bellek havuzunu genişletmek için çeşitli form faktörlerinde DRAM'leri (DDR4, DDR5, HBM) kullanan bellek genişletici sistemlerdir.



# Özet

Yapay zekanın yükselişiyile birlikte bellek tasarımcıları da bu hıza ayak uydurmak için yarışıyor. Yarı iletken belleğin bel kemiği olan DDR SDRAM'ın evrimi büyük kapasitesi ve işlemcilere hızlı veri iletimi ile devam ediyor. Üreticiler, yatırım ve katı kalite kontrolü ile temel uyumluluk ve üretim zorluklarının üstesinden gelerek çeşitli bilgi işlem ihtiyaçları için uygun, güvenilir ve yüksek performanslı bellekler üretebilirler. Ancak Kingston'ın uzmanları kendi ortamınızın özel ihtiyaçlarını karşılamak için gelişen yonga setleri, işlemci nesilleri ve optimize edilmiş bellek yapılandırmalarının karmaşıklığında yolunuzu bulmanıza yardımcı olmak üzere sizi desteklemek için hazır.

## Built on Commitment

Kingston Technology, dizüstü bilgisayarlar, PC'ler ve giyilebilir teknolojiler dahil olmak üzere büyük verilerden IoT cihazlarına kadar en üst sınıf ürün çözümleri, servis ve destek sunmak konusunda karardır. Önde gelen bilgisayar üreticileri ve küresel bulut sağlayıcılarının güvendiği, gelişmemize ve yenilik yapmamıza yardımcı olan uzun vadeli ortaklıklarımıza önem veriyoruz. Kaliteye ve müşteri hizmetlerine öncelik vererek her çözümün en yüksek standartları karşıladığından emin oluyoruz. Her adımda, uzun süreli etki yaratan çözümler sunmak için müşterilerimizi ve iş ortaklarımızı dinliyor, onlardan öğreniyor ve onlarla etkileşim kuruyoruz.

©2024 Kingston Technology Corporation, 17600 Newhope Street, Fountain Valley, CA 92708 ABD. Her hakkı saklıdır. Tüm ticari markalar ve kayıtlı ticari markalar, ilgili sahiplerinin mülküdür.



BUILT ON COMMITMENT