



# Kingston's DC1500M Enterprise NVMe Katı Hal Sürücöleri ve VMware vSAN HCI ile TCO'yu Azaltın ve Dirençli, Hızlı Tepkili Veri Tabanları Oluşturun

Yazan: Hazem Awadallah, Sistem Mühendisi, Kingston Technology

Gözden geçiren: Chris Selden, SSD Ürün Mühendisliği Yöneticisi, Kingston Technology



## İçindekiler

- [Yönetici Özeti](#)
- [Günümüz veri merkezinde RDBMS'nin karşı karşıya kaldığı yaygın altyapı zorlukları](#)
- [Çözüm: Kingston Technology Data Center DC1500M Enterprise NVMe SSD'ler](#)
- [Test Ortamı](#)
  - [I. Altyapı](#)
  - [II. Veri tabanı yapılandırması](#)
  - [III. vSAN veri saklama performansı](#)
- [Test Sonuçları](#)
  - [Test 1, Farklı miktarlarda DRAM ile DC1500M 960GB vSAN SQL server 2017 VM](#)
  - [Test 1 Sonuçları, Farklı miktarlarda DRAM ile DC1500M 960GB vSAN SQL server 2017 VM](#)
  - [Test 2: Kingston DC500M SATA SSD, Micron 5200 eco SATA SSD ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposunda SQL Server 2017 performansının karşılaştırılması](#)
  - [Test 2 Sonuçları: Kingston DC500M SATA SSD, Micron 5200 eco SATA SSD ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposunda SQL Server 2017 performansının karşılaştırılması](#)
  - [Test 3: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN veri deposu arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, uzun şema boyutu ve uzun test süresi](#)
  - [Test 3 sonuçları: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN veri deposu arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, uzun şema boyutu ve uzun test süresi](#)
  - [Test 4: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması](#)
  - [Test 4: Sonuçlar: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması](#)
  - [Test 5: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, Gürültülü Komşu \(Noisy Neighbor\) testi](#)
  - [Test 5 sonuçları: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, Gürültülü Komşu \(Noisy Neighbor\) testi](#)
- [Sonuç](#)

## Yönetici özeti

Son yıllarda NVMe'nin çıkışı, NAND flash'ın performansını en üst düzeye çıkarma ve zengin özelliklere, düşük maliyete, yüksek bant genişliğine sahip ve geleceğe dönük genişleme veri yolu standardı PCI express'ten yararlanma konusunda büyük bir adım atarak veri saklama alanında devrim yarattı. Şu anda 5. neslinde olan PCIe Gen5, hat başına 8GB/s'ye kadar aktarım hızlarına olanak tanıyarak veri saklama grubunun genişleme veri yolu darboğazını ortadan kaldırmakta ve yalnızca SSD denetleyicileri ve NAND flash'ta değil aynı zamanda donanım grubunun tamamında inovasyon ve evrim için ilerleme sağlamaktadır. İşlemciler, kasa tasarımları, anakartlar ve donanım IO topolojileri, eklenen bant genişliğini desteklemek için sürekli olarak gelişmektedir. Veri merkezinde, ağ topolojileri NVMe'ye uyum sağlamak için büyük değişiklikler geçiriyor; NVMe-OF spesifikasyonu ile ağ arayüzleri, anahtarlar ve aktarım protokolleri, QoS ve kayıpsız paket aktarımını korurken artan bant genişliğini desteklemek için değişti ve iyileşmeye devam etmektedir.

Peki NVMe'nin kullanılması uygulama performansını nasıl etkiliyor? İşlem verimini artırırken ve işlem tepki sürelerini azaltırken veri saklama ayak izinizi azaltabilir misiniz? Gürültülü Komşu sorununu hafifletmek ve üretim ortamındaki etkisini en aza indirmek için veri tabanı yedekleme sürelerini önemli ölçüde azaltabilir miyiz? Bu yazıda, TPCC spesifikasyonunda tanımlandığı gibi tipik OLTP iş yüklerini inceleyerek bu soruları yanıtlamaya çalışıyor ve gerçek senaryolarda NVMe'nin işlem performansı üzerindeki etkisini göstermek için birkaç pratik karşılaştırma sunuyoruz.

## Günümüz veri merkezinde RDBMS'nin karşı karşıya kaldığı yaygın altyapı zorlukları

### Maliyet, Kapasite Planlama ve Ölçeklenebilirlik

Son yirmi yılda meydana gelen internet bant genişliğinde, işlem hızlarında müthiş artışla ve veri analitiği patlamasıyla birlikte, üretim OLTP veri tabanları hızla, ve genellikle uygulama ve altyapı mimarları tarafından planlanandan çok daha hızlı büyüyor. Temel depolama ve ağ mimarisi, zaman içinde artan talebi karşılayacak ve maliyet, yönetim kolaylığı ve performans arasında iyi bir denge sunacak şekilde en baştan ölçeklendirilecek şekilde oluşturulmalıdır. Uygulamayı yerel veri merkezlerinde oluşturmayı veya IaaS/PaaS bulut hizmetlerini kullanmayı seçmek zor bir tasarım kararı haline gelmektedir. Uygulamayı yerel veri merkezlerinde çalışır halde tutmak, çözüm mimarlarına ölçeklenebilirlik, güvenlik, esneklik ve performans üzerinde tam kontrol sağlar ancak titiz bir planlama gerektirir ve bazen çok yüksek bir ön maliyete neden olur. IaaS/PaaS bulut hizmetlerini kullanmak uygulamaya almayı hızlandırır ve ölçeklenebilirliği basitleştirir ancak performans ve esneklik üzerinde daha az kontrol sunar ve uygulama büyüdükçe hızla daha yüksek maliyetli hale gelebilir. Bazı kuruluşlar, daha önemli 1. kademe uygulamaların yerel veri merkezlerinde bulunduğu ve 2. kademe ve eski uygulamaların buluta taşındığı hibrit bir yaklaşımı tercih etmektedir. Şirket içinde tutulan uygulamalar için Tamamı Flash disk gruplarına sahip VMware vSAN gibi hiper bütünleşik altyapı çözümleri maliyet, basitlik, performans ve ölçeklenebilirlik kolaylığı arasında iyi bir denge sunar.

## Dayanıklılık

1. Kademe uygulamaları, tüm donanım grubunda birden fazla donanım arızasına dayanabilecek bir altyapı üzerinde inşa edilmeli veya böyle bir altyapıya taşınmalıdır. Doğru planlanmadığı takdirde, veri merkezlerindeki ekipman arızaları, hizmet kesintileri nedeniyle önemli maddi kayıplara veya en kötü senaryolarda kalıcı veri kaybına neden olabilir. Paylaşılan veri saklama ortamlarında, temel altyapının veri saklama arızalarına ve bileşen performansı aşırı yüklenmelerine dayanacak şekilde kurulduğundan emin olmak için dikkatli planlama yapılmalıdır.

Örneğin vSAN ile, uygulama ve veri tabanı VM'lerinin en az bir bilgisayar, ağ veya veri saklama sistemi arızasından korunmasını sağlamak için vSphere High Availability (HA) etkinken 1. kademe uygulamalarının minimum 1 Arızaya Toleransa (Failure to Tolerate - FTT) sahip olması gerekir. Ayrıca, CPU/bellek kaynaklarının yükünü, kümedeki fiziksel sunucular arasında dengelemek için vSphere Distributed Resource Scheduler (DRS) etkinleştirilebilir.

## Farklı Performans Beklentileri

Daha fazla kullanıcının arka uç veri tabanına daha fazla işlem yükü bindirmesiyle OLTP uygulamaları büyümeye devam ettikçe daha yüksek işlem hızı ve daha düşük gecikme süresine olan talep artmaya devam etmektedir. Uygulama mimarları, bu artan talebi desteklemek için uyarlanabilecek ve farklı veri saklama kademeleri arasında taşınabilecek kadar esnek bir veri saklama altyapısı planlamalıdır. Örneğin, SAN veri saklama dizilerinden sağlanan sanal disklerde bulunan SQL veri tabanları, VMware'in veri saklama VMotion'ı kullanılarak NVMe gibi daha hızlı saklama kademelerine sahip bir NVMe tamamen flash vSAN veri deposuna taşınabilir.

## Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) İkilemi

Önemli iş yüklerinin, çalışmak için ihtiyaç duydukları kaynaklara sahip olmalarını sağlayan bir altyapı tasarlanması zorunludur. Birden fazla iş yükünün bulunduğu paylaşımlı bir veri saklama ortamında performans öngörülemez hale gelebilir ve anormal iş yükleri önemli üretim iş yükleri için sorunlara neden olabilir. Bu, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) probleminin tanımıdır. Örnek olarak bu yazının ilerleyen bölümlerinde göreceğimiz gibi, bir sunucudaki, veri saklama ve ağ kaynaklarını tüketen ve aynı kaynakları kullanan diğer sunucuların performansını ve gecikme süresini etkileyen planlanmamış veri tabanı yedekleme işlemleri gösterilebilir.

## Kingston DC1500M Enterprise NVMe SSD'ler

[Kingston DC1500M](#), Kingston'ın 960GB-7680GB arasında değişen kapasitelere sahip en yeni Kurumsal U.2 PCIe 3.0x4 NVMe ürünüdür. 16 kanallı bir denetleyici ve 3D TLC NAND'a sahip bu ürün, en düşük gecikme süresini korurken kurumsal iş yüklerinde sürekli yüksek performans ve tutarlılık sağlamak için katı Hizmet Kalitesi (QoS) gerekliliklerine göre tasarlanmıştır. Kurumsal uygulamalara odaklı yazılım (firmware), sürücünün tüm kullanım ömrü boyunca kurumsal iş yüklerinin güvenilirliğini sağlamak için aşırı tahsis, çoklu isim alanları (64 isim alanına kadar destek) ve daha gelişmiş ECC algoritmaları gibi özellikleri destekler.

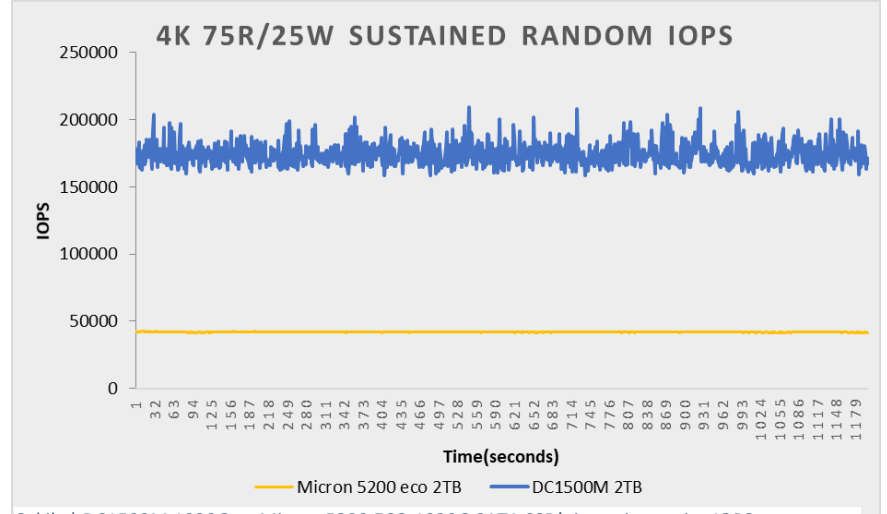
SATA SSD'lerin veri merkezlerinde hala en yaygın kullanılan SSD'ler olması nedeniyle bu yazıda, veri saklama altyapınızı Kingston DC1500M NVMe gibi Kurumsal NVMe SSD'lere taşımamanın ya da bu tür SSD'lerde oluşturmanın yukarıda belirtilen bazı sorunları hafifletilmesine yardımcı olacağını göstermeyi amaçlıyoruz.

Şirket içinde yaptığımız testlerde, tek bir Kingston DC1500M NVMe SSD, 1 Micron 5200 eco Enterprise SATA SSD ile karşılaştırıldığında benzer maliyetlerle 6,5 kata kadar daha fazla verim ve 5,6 kata kadar daha fazla gecikme süresi artışı sunmaktadır (aşağıdaki şekil b).

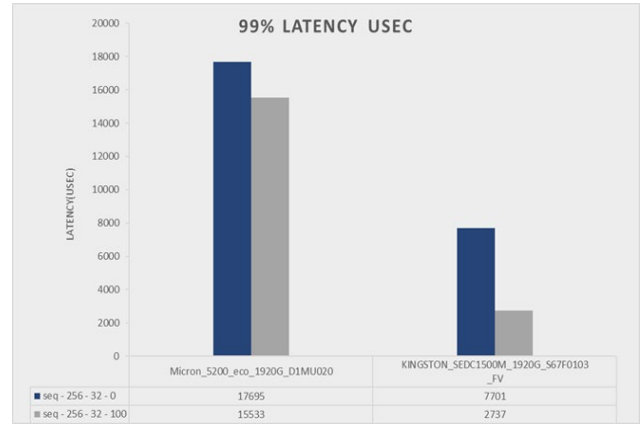
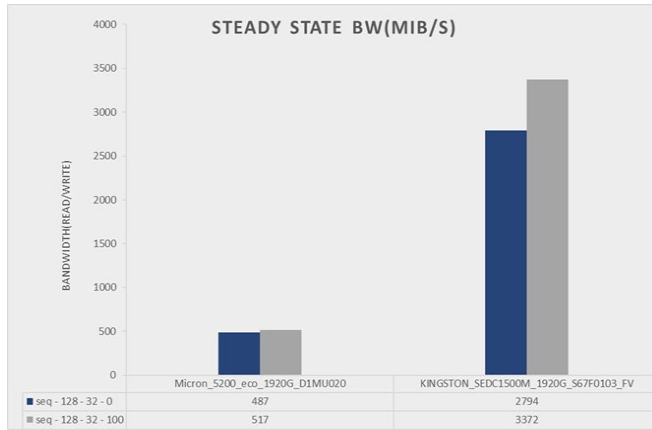
Hiper bütünleşik ortamdaki bu performans seviyesi, SQL Server veri tabanları için daha yüksek işlem verimi ve daha düşük gecikme süresi anlamına gelmektedir. Bu aynı zamanda daha düşük veri saklama ayak izi ve daha düşük güç tüketimi anlamına da gelmektedir. Bu örnekte, 1 DC1500M sürücünün verimini eşleştirmek için 6 micron 5200 eco sürücüye ihtiyacınız vardır. Bu performansın VMware vSAN üzerindeki gerçek durumda SQL OLTP iş yüklerine nasıl yansıdığını daha sonra göreceğiz.

DC1500M gibi NVMe SSD'lerin SATA SSD'lere göre sunduğu çarpıcı performans iyileştirmeleri, bu SSD'lerin paylaşımlı hiper bütünleşik ortamlarda kullanılmasının da Gürültülü Komşu

(Noisy Neighbor) sorununun 1. kademe uygulamalar üzerindeki etkisini azaltmaya yardımcı olabileceği anlamına gelmektedir. DC1500M gibi kurumsal NVMe SSD'ler, üretim sırasında yedekleme/geri yükleme işlemleri gibi beklenmedik iş yüklerini çok daha hızlı bir şekilde tamamlayabilir ve bu yazının ilerleyen bölümlerinde yer alan Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) testlerinde gösterdiğimiz gibi 1. kademe kritik üretim iş yükleri için düşük gecikme süresini ve yüksek işlem verimini koruyabilir.



Şekil a) DC1500M 1920G ve Micron 5200 ECO 1920G SATA SSD'nin saniye saniye IOPS karşılaştırması. SSD'ler sabit bir performans durumuna ulaştığında fio v3.17 ile bir linux sistemine ikincil olarak bağlanan tek bir fiziksel sürücü üzerinde test edilmiştir. 4k blok boyutu, %75 Okuma yüzdesi ve 32 İşlem sırası derinliği temel alınmıştır



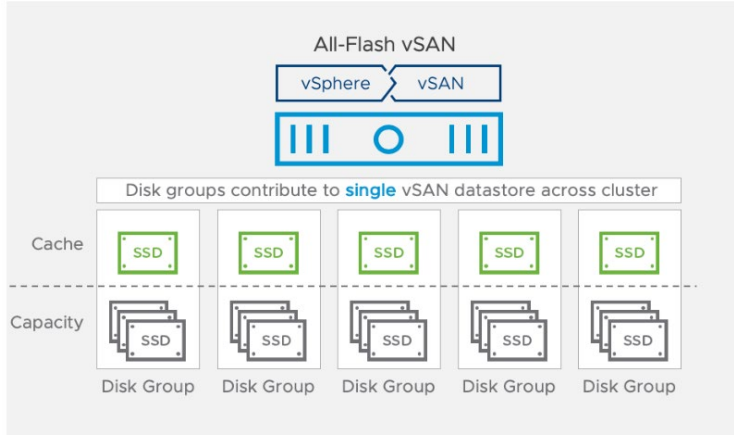
Şekil b) DC1500M 1920G ve Micron 5200 ECO 1920G SATA SSD'nin Sıralı BW (MB/s) Okuma/Yazma ve Gecikme Süresi (usec) karşılaştırması. SSD'ler sabit bir performans durumuna ulaştığında fio v3.17 ile bir linux sistemine ikincil olarak bağlanan tek bir fiziksel sürücü üzerinde test edilmiştir. 256k blok boyutuna ve 32 İşlem sırası derinliğine göre

## Test Ortamı

### I. Altyapı

Test ortamlarımız aşağıdaki Şekil 1.1 ve 1.2'de gösterilmektedir. Hiper bütünleşik, sanallaştırılmış ortamlar için yüksek düzeyde ölçeklenebilir, esnek, merkezi ve uygun maliyetli bir veri saklama seçeneği olduğu için HCI tercihimiz olarak VMware vSAN'ı kullandık.

VMware vSAN, kullanıcıların birden fazla sunucudaki yerel veri saklama cihazlarını vSAN kümesindeki tüm ana bilgisayarlar arasında paylaşılan tek bir veri deposunda toplamasına olanak tanır. Her sunucudaki fiziksel diskler, önbellek cihazı olarak kullanılan 1 sürücü/disk grubu ve kapasite cihazı olarak kullanılan en fazla 7 sürücü/disk grubu ile disk gruplarına yerleştirilir. Bir sunucu en fazla 5 disk grubuna, dolayısıyla vSAN kümesine katkıda bulunan en fazla 35 kapasite cihazı/sunucuya sahip olabilir. Bir vSAN kümesindeki tüm ESXi ana bilgisayarlarının disk grupları bir vSAN veri deposu oluşturmak için birleştirilir ve ana bilgisayarlar ile vSAN veri deposu arasındaki trafik vSAN için ayrılmış bir ağ aracılığıyla yalıtılır (tüm flash vSAN için 10Gbps+ bir gerekliliktir). Yöneticilerin küçük bir veri saklama ayak izi ile başlamasına ve kapasiteyi (64 Düğüm/kümeye kadar) gerektiği gibi ölçeklendirmek için veri saklama düğümleri eklemesine olanak tanır ve belirli VM'ler için performans gereksinimlerini kontrol etmenin göreceli olarak daha kolay bir yolunu sunar.



Şekil 1 Tüm flash vSAN mimarisi

vSAN, belirli sanal diskler için koruma ve şeritleme düzeyini belirlemek için veri saklama ilkelerini kullanır. vSAN, varsayılan veri saklama ilkesini kullanarak vSAN veri deposundan sağlanan tüm nesnelere aynalarken aynı zamanda yöneticilere vSAN veri deposundan VM'lere sağlanan sanal disklerin koruma düzeyi üzerinde ayrıntılı denetim olanağı tanır. Örneğin, SQL veri sürücüsü VMDK'nın kümedeki (tüm sunucu, disk veya ağ arayüzü) en az bir arızayı tolere etmesine izin vermek için, 1 Arızaya Tolerans (FTT) ana seviyesi belirleyebiliriz. Bu durumda VMDK nesnesinin RAID-1

yansıması, vSAN kümesindeki bir ana bilgisayarda bir çoğaltılmış bileşen ve başka bir ana bilgisayarda başka bir çoğaltılmış bileşen ile oluşturulur. Benzer şekilde, yöneticiler, VM'nin SQL AlwaysOn Yük Devretme Kümelemesi aracılığıyla yüksek oranda kullanılabilir olduğu veya veri tabanının Commvault veya NetBackup gibi yaygın yedekleme çözümleri aracılığıyla düzenli olarak yedeklendiği durumlarda yedekleme sürücüsü VMDK'nın dayanıklılığa sahip olmaması ve maksimum performansla sahip olmasını istendiğinde, 0 FTT ile RAID 0 (yalnızca şeritleme) veri saklama politikası belirleyebilirler.

Kingston Technology SSD test ve doğrulama laboratuvarında ve bu yazı amaçları doğrultusunda, SATA SSD testi amacıyla 3 [PowerEdge R740xD sunucu](#) kullandık. Bu sunucu 8 2,5" NVMe ve 16 2,5" SATA/SAS sürücü bölmesi/sunucu'yu desteklemektedir ve vSAN trafiği için 2 [Cisco Nexus 5k anahtarla](#) desteklenen özel 10Gb ağa sahiptir. NVMe testi için 4 düğümlü Big Twin Supermicro [SYS-2029BT-HNR süper sunucu](#) kullandık. Bu sunucu, vSAN trafiği için 1 [Cisco 9k anahtarla](#) desteklenen özel 40Gb ağa sahiptir. Testlerimizde, bu yazıda gerçekleştirilen tüm testlerde blok veri saklama performansını en üst düzeye çıkarmak için Konuk VM sanal diskine atanan özel bir depolama ilkesi (FTT=0) kullandık. Gerçekleştirdiğimiz çeşitli testlerde, aşağıdaki her test sonucunun başında belirtilen farklı SSD'ler kullandık. Ancak standart olarak hem SATA hem de NVMe testleri için disk grubu başına aynı kapasiteye sahip 3 fiziksel sürücüden yararlandık. Karşılaştırma testi için popüler Micron 5200 eco SATA SSD'yi seçtik. Yönetim ve VMotion trafiği için, 1 Netgear JGS524PE 24 bağlantı noktalı yönetimli anahtar tarafından desteklenen 1Gb ağ kullandık.

| <b>NVMe test ortamı (Donanım)</b>  | <b>SATA/SAS/HİBRİT test ortamı (Donanım)</b>  |
|--|---|
| 6 Hot-swap 2,5" NVMe sürücü bölmesi/sunucu'ya sahip Supermicro SYS-2029BT-HNR 4 Dügümlü Küme       | 8 2,5" NVMe ve 16 2,5" SATA/SAS sürücü bölmesi/sunucu destekleyen PowerEdge Dell R740xD 3 Dügümlü Küme      |
| Intel(R) Xeon(R) Gold 6252 CPU (48c/96t), 2,10GHz X 8'de   | Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU (10c/20t), 2,20GHz x8'de   |
| 64x32GB Kingston DDR4-2933 2Rx4 ECC REG DIMM (düğüm başın 16x32GB), 512GB/Düğüm, 2048GB/küme       | 2400MHz/Düğüm, 2304GB/küme'de 768 GB 24x32GB Kingston Çift Rank ECC Bellek                                  |
| vSAN ağ trafiği için 2xCisco nexus N5K-C5010 20 bağlantı noktalı 10Gbe veri merkezi sınıfı anahtar | vSAN ağ trafiği için özel 1xCisco Nexus 9332PQ Switch 32 bağlantı noktalı 40Gbe veri merkezi sınıfı anahtar |
|  | HBA doğrudan geçiş modunda yapılandırılmış PERC H740P   |

Şekil 1.1 Testlerimizde kullanılan donanım

| <b>NVMe test ortamı (İşletim Sistemi ve Yazılım)</b>                                 | <b>SATA test ortamı (İşletim Sistemi ve Yazılım)</b>                                 |
|--|--|
| Hypervisor: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900   | Hypervisor: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900   |
| vSAN 7U3c (VMware ESXi, 7.0.3, 19193900 + VMware VirtualCenter 7.0.3 build-19234570) | vSAN 7U3c (VMware ESXi, 7.0.3, 19193900 + VMware VirtualCenter 7.0.3 build-19234570) |
| Konuk İşletim Sistemi: Windows Server 2019 Data center, v1809                        | Konuk İşletim Sistemi: Windows Server 2019 Datacenter, v1809                         |
| Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)                                | Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)                                |
| HammerDB-v3.2  | HammerDB-v3.2  |
| HCIBench 2.5.3   | HCIBench 2.5.3   |

Şekil 1,2: İşletim Sistemi ve Yazılım

## II. Veri Tabanı Yapılandırması

Burada yapılan testlerde, SQL server 2017 içeren bir Server 2019 Konuk VM ve Veri, Günlük ve Yedekleme için vSAN veri deposundan sağlanan ayrı bir VMDK kullandık. HammerDB, OLTP uygulamaları için TPCC kıyaslamasını ve veri analizi iş yükü için TPC-H kıyaslamasını çalıştırmayı destekleyen açık kaynaklı bir veri tabanı yük testi uygulaması. Bu yazıdaki çeşitli testler boyunca, OLTP işlemsel iş yüklerini simüle etmek ve test sonuçlarının uygunluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için TPCC kıyaslama spesifikasyonu seçilmiştir.

TPCC kıyaslaması (resmi tanıma [tpc.org](http://tpc.org)'dan (TPCC ana sayfası) ulaşılabilir), bir şirketten ürün tedarik etmek için müşterilerden gelen siparişleri gerçekleştirmek üzere bir bilgisayar sistemi uygulayan tanınmış bir endüstri standardı OLTP kıyaslamasıdır. Şirket 100.000 ürün satmakta ve stoklarını depolarda tutmaktadır. Her deponun 10 satış bölgesi vardır ve her bölge 3000 müşteriye hizmet vermektedir. Müşteriler, şirketi arar, operatörler siparişi alır, her sipariş birkaç ürün içerir, daha sonra siparişler genellikle yerel depodan karşılanır. Ancak, bazı ürünler bazen stokta bulunmaz ve alternatif bir depodan tedarik edilir. Şirketin büyüklüğünün sabit olmadığını ve şirket büyüdükçe depo ve satış bölgeleri ekleyebileceğini unutmamak önemlidir. Bu nedenle, test şemanız istediğiniz kadar küçük veya büyük olabilir; daha büyük bir şema daha büyük bir TPC-C veri tabanı ile sonuçlanır ve daha yüksek miktarda işlemlerin yapılabilmesi için daha güçlü bir bilgisayar sistemi gerektirir (HammerDB).

Bu yazı için, her testin başında belirtilen ve test sonuçlarında açıklanan depo sayısı (şema boyutu) ve sanal kullanıcı sayısı ile çeşitli testler gerçekleştirdik. Tüm test çalışmaları boyunca, her test çalışmasından Hammer DB sonuçlarını alırken Windows PowerShell'deki Get-counter yerel modülü ve vCenter sunucusunda bulunan vSAN performans monitörü ile Windows performans monitörünü (Perfmon) kullanarak CPU, ağ, bellek ve disk istatistiklerini kaydettik.

### III. vSAN Veri Saklama Performansı

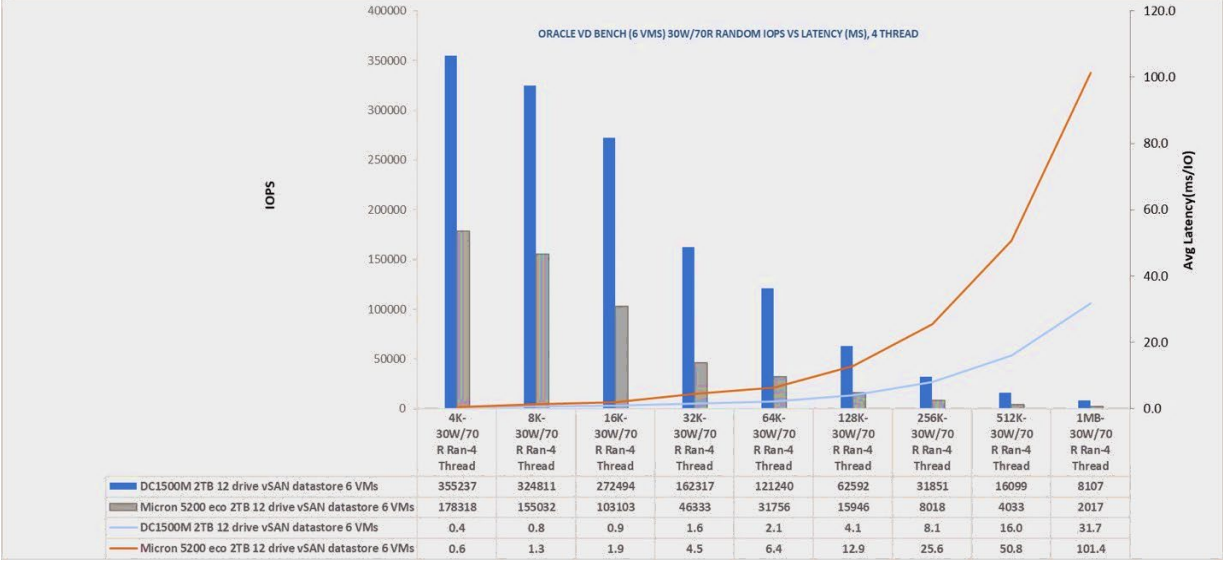
DC1500M NVMe ve Micron 5200 eco SATA SSD vSAN veri deposundan bekleyebileceğimiz performans düzeyini değerlendirmek için SQL testlerimizi çalıştırmadan önce bu yazıda odaklandığımız yapılandırmalar için vSAN veri deposunun performansını test ettik. vSAN veri deposunu kıyaslamak için VMware'in önerdiği aracı, [HCIBench v2.5.3](#)'ü kullandık. Bu vSAN kümesindeki tüm ana bilgisayarlara yayılmış birden fazla VM'yi konuşturırken Vdbench kullanarak tüm konuk VM'lerde belirli iş yüklerini paralel olarak çalıştıran bir otomasyon araç setidir. DC1500M NVMe vSAN kümesi ve Micron 5200 eco SATA kümesi üzerinde 6 VM ile yaptığımız çalışmadan birkaç sonuç gösteriyoruz.

Şekil 1.3 ve 1.4, DC1500M NVMe vSAN veri deposu ve Micron 5200 eco SATA SSD vSAN veri deposu için 30 dakikalık bir süre boyunca çeşitli blok boyutlarıyla sürekli %70 Okuma, %30 Yazma rastgele iş yükünde karma iş yükü sonuçlarını göstermektedir. DC1500M NVMe vSAN veri deposu, 4k blok boyutunda SATA SSD vSAN veri deposuna göre 2 kat daha fazla, %70 Yazma /%30 Okuma IOPS (355k'ya karşı 178K) sağlayabildi ve her IO %33 daha hızlı tamamlandı (0,4 ms'ye karşı SATA SSD vSAN için 0,6 ms). NVMe performans avantajı, IO aktarım boyutu arttıkça belirginleşmektedir. 64k %70 Okuma, %30 Yazma rastgele iş yüküne bakarsanız, NVMe vSAN veri deposu IO başına %66 daha iyi gecikme süresiyle (2,1 ms'ye karşı SATA SSD vSAN için 6,4 ms) 3 kat daha fazla IOPS (121.240'a karşı 31.756) sağlayabildi.

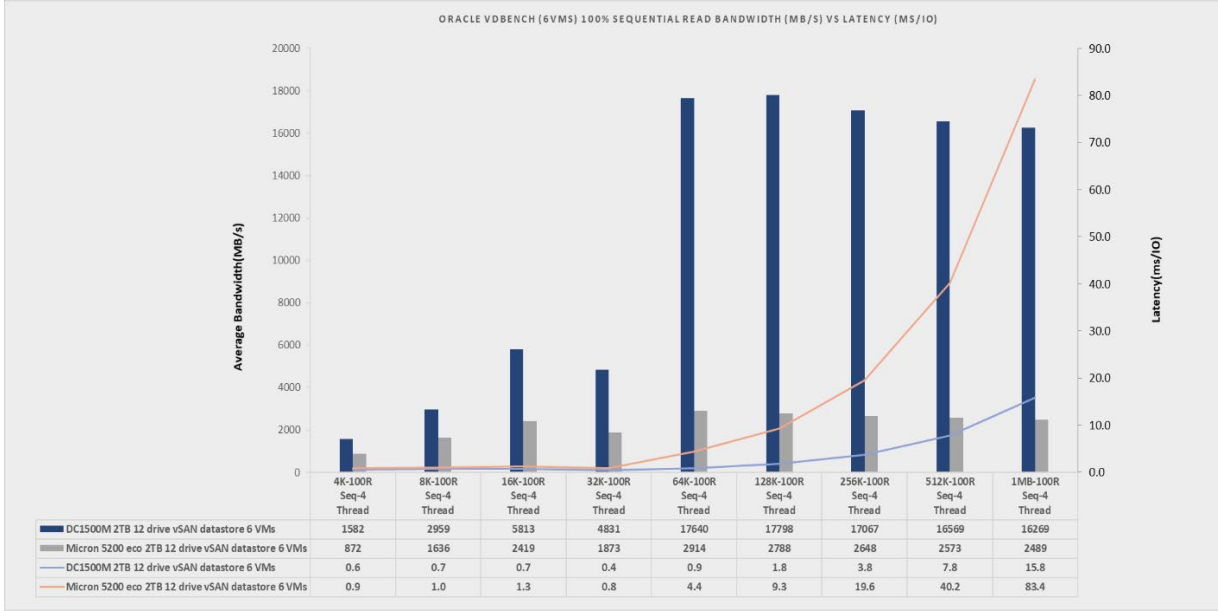
Şekil 1.5 ve 1.6'da, DC1500M NVMe ve Micron 5200 eco SATA SSD vSAN veri deposu için HCIBench çeşitli blok boyutlarında sürekli okuma ve yazma verimi ile gecikme sürelerinin karşılaştırması gösterilmektedir. DC1500M NVMe veri deposundan 17,8 GB/s (128k) yani SATA SSD vSAN veri deposuna kıyasla 6,3 kat daha fazla okuma verimi (2,79 GB/s) ve 5 kat daha düşük gecikme süresi (0,9 ms'ye karşılık SATA vSAN için 4,4 ms) elde ettik. Yazma işlemleri için DC1500M vSAN, SATA vSAN'a kıyasla 5 kat daha düşük gecikme süresiyle 5,9 kat daha yüksek olan 6,7 GB/s yazma (128k) verimini koruyabildi.

NVMe ve SATA vSAN veri deposu arasındaki bu ham performans farkı, SQL performansı söz konusu olduğunda ne kadar etkili oluyor? NVMe'nin performans avantajı ek maliyetini karşılıyor mu? Görev açısından kritik iş yükleri üzerindeki etkiyi azaltmak için SQL yedekleme veya geri yükleme işlemleri daha hızlı tamamlanacak mı? İlerleyen bölümlerde, birkaç deneme yaparak bu soruyu yanıtlamaya çalışacağız.

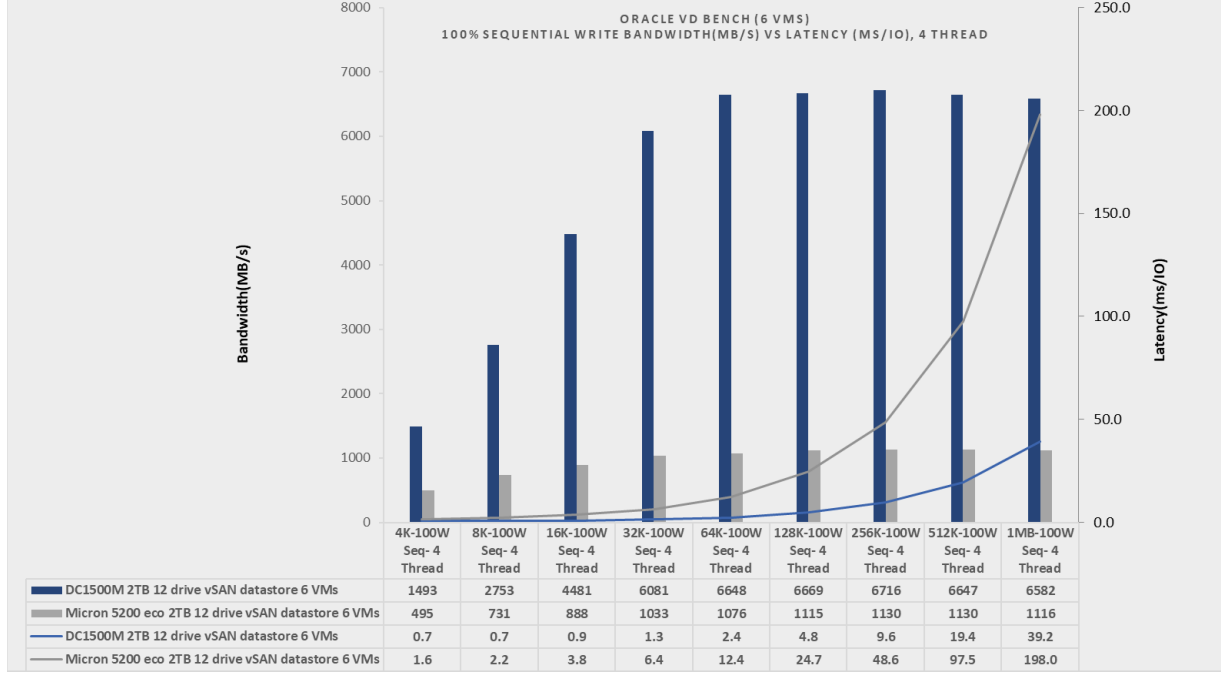




Şekil 1.3 DC1500M vSAN veri deposu ile Micron 5200 eco vSAN veri deposu karşılaştırması, 4k 70 Okuma/30 Yazma, Rastgele, QD=8, iş parçacığı=4, 6 VM HCIBench IOPS'ye karşı ortalama gecikme süresi (ms)



Şekil 1.4 DC1500M vSAN veri deposu ile Micron 5200 eco vSAN veri deposu karşılaştırması, 100 Okuma/0 Yazma, Sıralı, QD=8, iş parçacığı=4, HCIBench 6 VM Okuma Verimine (MB/s) karşı Ortalama Okuma Gecikmesi (ms/IO)



Şekil 1.5 DC1500M vSAN veri deposu ile Micron 5200 eco vSAN veri deposu karşılaştırması, 100 Yazma/0 Okuma, Sıralı, QD=8, iş parçacığı=4, HCIBench 6 VM Okuma Verimine (MB/s) karşı Ortalama Okuma Gecikmesi (ms/IO)

## Test Sonuçları

### Test 1, Farklı miktarlarda DRAM ile DC1500M 960GB vSAN SQL server 2017 VM

| vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/disk grubu, toplam 4 disk grubu (sunucu başına 1), NVMe vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017.   |   |   |
|--|---|---|
| Test 1a Açıklaması   | Test 1b Açıklaması  | Test 1c Açıklaması  |
| NVMe test ortamında DC1500M vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk. 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması seçildi. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 128GB RAM atanmıştır. 16 c/128GB RAM'e sahip başka bir vSAN VM, SUT'a işlem göndermek için yük oluşturma sunucusu olarak görev yapmak üzere sağlanmıştır. Oluşturulan Sanal Kullanıcı dizisi 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89'dı. 2 dakikalık hızlanma süresi ve 5 dakika/kullanıcı dizisi test süresi seçildi. | Test 1a gibi; ancak veri alanına giden IO'yu artırmak için Konuk VM için ayrılan DRAM, 32 GB'a düşürüldü. İşlemleri SUT'a göndermek için hala uzak bir yük oluşturma sunucusu kullanıldı, ancak LGS için ayrılan DRAM de 32 GB'a düşürüldü. | Test 1a gibi; ancak veri alanına giden IO'yu artırmak için Konuk VM için ayrılan DRAM, 32 GB'a düşürüldü ve bu test, olası bir ağ darboğazını ortadan kaldırmak için SUT VM'de yerel olarak çalıştırıldı. |

Şekil 2.1 Test 1: DC1500M vSAN veri deposu farklı DRAM yapılandırmaları

Test 1'deki amacımız, tamamı flash DC1500M NVMe vSAN veri deposuna sahip VMware vSAN üzerinde, SQL sunucusuna ayrılmış farklı bellek miktarlarıyla SQL Server 2017'de TPCC kıyaslamasıyla beklenen performans düzeyine ilişkin referans değeri oluşturmaktır. Test edilen SQL Sistemine (SUT) ayrılan DRAM miktarını değiştirme fikri bu kavramlara dayanmaktadır:

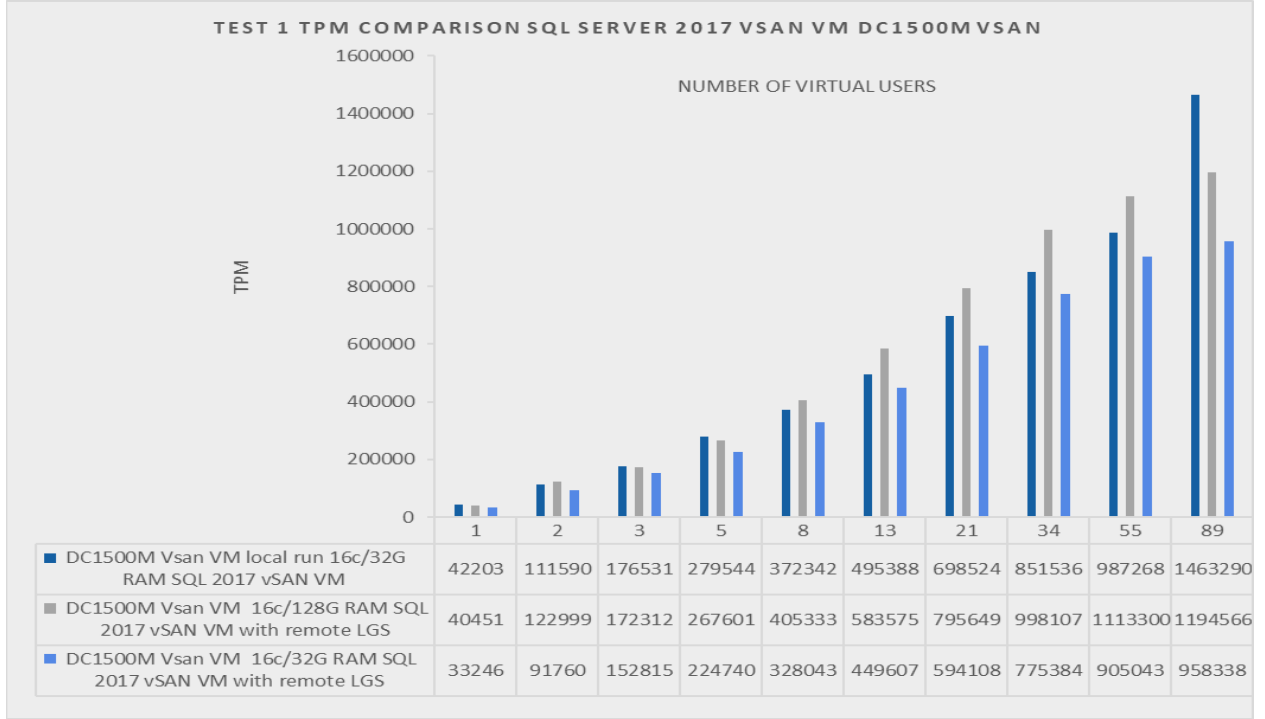
- SQL server veri tabanı VM'ye ayrılan RAM'deki azalmalar, veri alanına giden IO'yu artıracak ve şemayı içeren veri tabanının (disk üzerindeki OLTP veri tabanı) I/O performansına daha fazla öncelik verilmesini sağlayacaktır
- SQL server veri tabanı VM'de yeterli DRAM varsa, OLTP testi sırasında verilerin çoğu önbelleğe alınacak ve veri alanına giden I/O minimum düzeyde olacaktır (bellek içi OLTP testi)

1200 deponun yer aldığı bir şema boyutu oluşturduk ve bu da tpcc veri tabanı boyutunun ~100GB' olmasıyla sonuçlandı. İlk testte, tüm şemanın belleğe sığabilmesi için SUT'a 128GB DRAM. Ardından, veri tabanına işlem gönderen kullanıcıları simüle etmek için şema boyutumuza ve SQL sunucusu VM'e ayrılan CPU/bellek kaynaklarının miktarına uyacak şekilde 1-89 kullanıcı ile sanal kullanıcı dizisini uzak bir yük oluşturma sunucusunda (LGS) çalıştırdık. Test tamamlandıktan sonra TPCC veri tabanını geri yükledik, ardından SUT ve LGS'de ayrılan DRAM'i 32 GB'a düşürdük ve aynı kullanıcı dizisiyle aynı testi tekrarladık. Son olarak, uzak yük oluşturma sunucusunun neden olduğu ağ darboğazlarını ortadan kaldırmak için aynı testi, test edilen sistem VM'inde yerel olarak gerçekleştirdik.

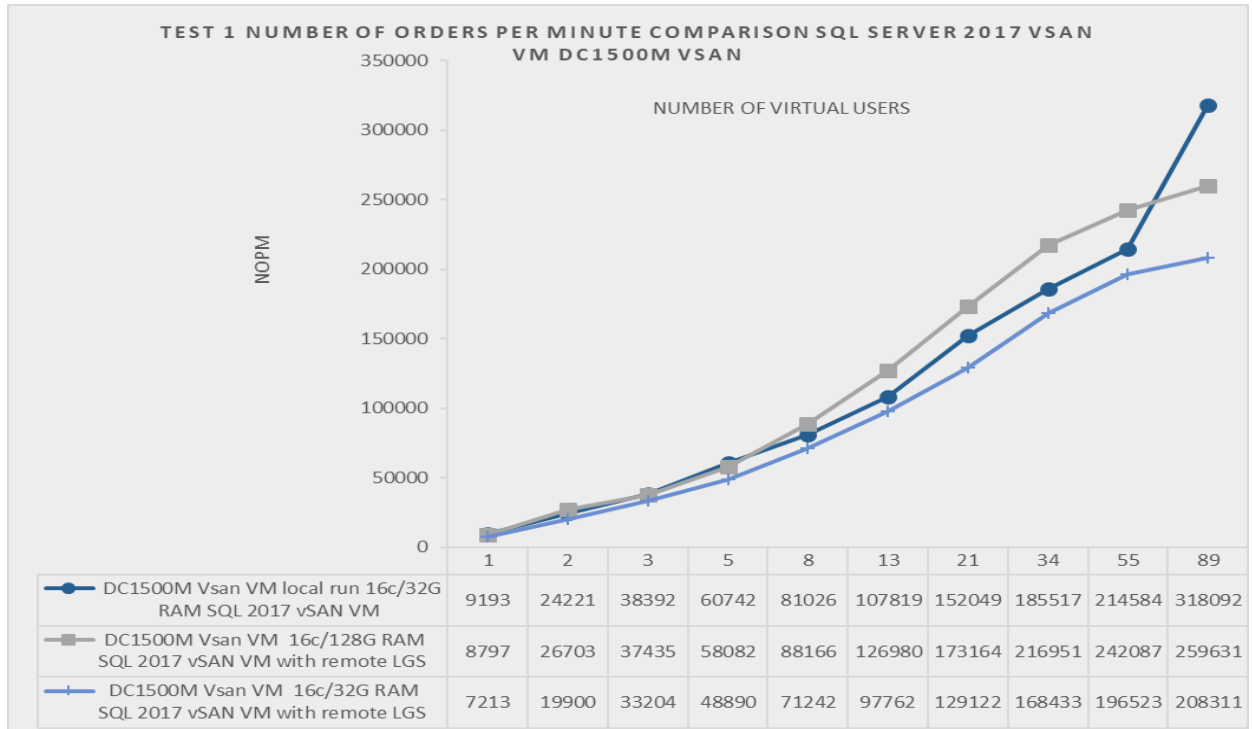
#### Test 1 Sonuçları, Farklı miktarlarda DRAM ile DC1500M 960GB vSAN SQL server 2017 VM

Şekil 2.2 ve 2.3'de DC1500M vSAN veri deposu kullanılarak Test 1a, 1b, 1c'de elde ettiğimiz Dakika Başına İşlem (TPM) ve Dakika Başına Yeni Sipariş (NOPM) değerleri gösterilmektedir. Tüm test çalışmalarında sanal kullanıcı sayısı arttıkça TPM ve NOPM'nin arttığını görüyoruz. 89 sanal kullanıcıda, çoğunlukla bellek içi OLTP veri tabanına sahip SQL Server 2017 VM, 259.631 NOPM ile 1.113.300 TPM'ye ulaşabildi. SUT ve LGS VM'de ayrılan DRAM'i 32 GB'a düşürdüğümüzde 958.338 TPM ve 208311 NOPM elde edebildik. Ancak testi SUT VM'de yerel olarak çalıştırdığımızda olağanüstü değerler olan 1.463.290 TPM ve 318.092 NOPM elde ettik!

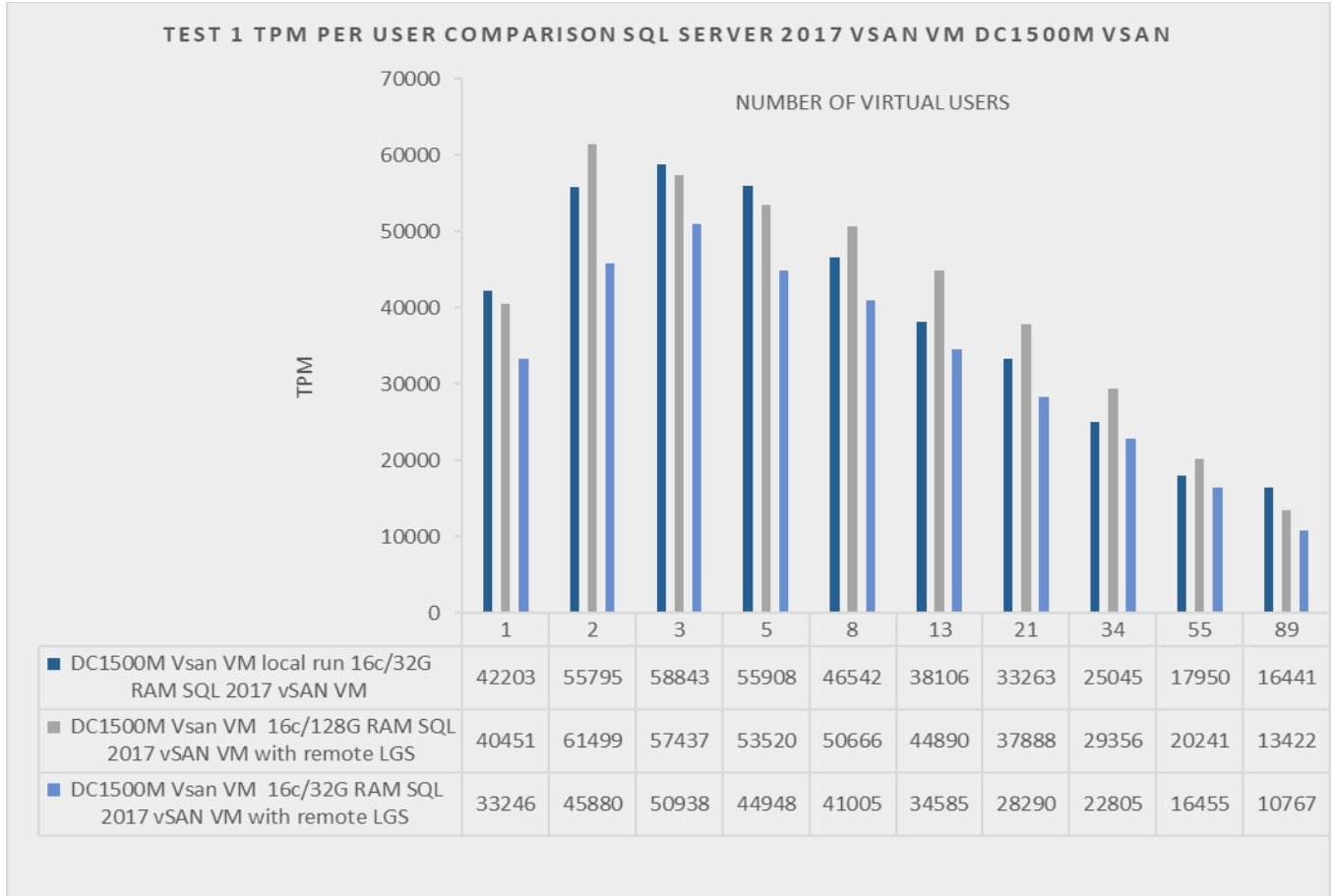
Burası, Kurumsal NVMe SSD'lerin gecikme süresi avantajını gördüğümüz yerdir. Yani şemayı önbelleğe almaya yetmeyen düzeyde bellek ayrıldığında, işlem sayısı arttıkça ve SQL server veri tabanının bellekten işlem günlüğü dosyasına veri yazması gerektiğinde, NVMe sanal diski daha yüksek işlem verimini sürdürmek için yeterince hızlı yanıt verebilir ve CPU darboğazı olduğu seviyeye kadar artış sağlayabilir. Şekil 2.4'e baktığımızda, test 1c'de, 89 sanal kullanıcıda bile her kullanıcının dakikada 16.441 işlem yapabildiğini görebiliriz. Bu deneysel sonuçlara dayanarak, veri tabanınızı NVMe hiper bütünleşik altyapı üzerinde oluşturmanın SQL Server 2017'ye ayrılan ekstra DRAM maliyetinden tasarruf etmenizi sağladığı sonucuna varabiliriz.



Şekil 2.2 Test 1a,b,c: Farklı DRAM boyutunda DC1500M vSAN veri deposu TPM karşılaştırması



Şekil 2.3 Test 1a,b,c: Farklı DRAM boyutunda DC1500M vSAN veri deposu NOPM karşılaştırması



Şekil 2.4 Test 1a,b,c: Farklı DRAM boyutunda DC1500M vSAN veri deposu TPM karşılaştırması

## Test 2: Kingston DC500M SATA SSD, Micron 5200 eco SATA SSD ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposunda SQL Server 2017 performansının karşılaştırılması

| <ul style="list-style-type: none"><li>• Test 1a için NVMe vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/disk grubu, toplam 4 disk grubu (sunucu başına 1), NVMe vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 1a)</li><li>• Test 1b için SATA vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 DC500M 1920G FW SCEJK2.8/disk grubu, toplam 3 disk grubu (sunucu başına 1), SATA vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 1b)</li><li>• Test 1c için SATA vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/disk grubu, toplam 3 disk grubu (sunucu başına 1), SATA vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 1b)</li></ul> |  |  |
|--|--|--|
| Test 2a Açıklaması   | Test 2b Açıklaması   | Test 2c Açıklaması   |
| NVMe test ortamında DC1500M vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk. 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması seçildi. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. Oluşturulan Sanal Kullanıcı dizisi 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89'di. 2 dakikalık hızlanma süresi ve 5 dakika/kullanıcı dizisi test süresi seçildi. Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır.   | SATA test ortamında D500M vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk. 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması seçildi. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. Oluşturulan Sanal Kullanıcı dizisi 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89'di. 2 dakikalık hızlanma süresi ve 5 dakika/kullanıcı dizisi test süresi seçildi. Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır. | SATA test ortamında Micron 5200 eco vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk. 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması seçildi. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. Oluşturulan Sanal Kullanıcı dizisi 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89'di. 2 dakikalık hızlanma süresi ve 5 dakika/kullanıcı dizisi test süresi seçildi. Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır. |

Şekil 3.1 Test 2 açıklaması: SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 performansının karşılaştırılması

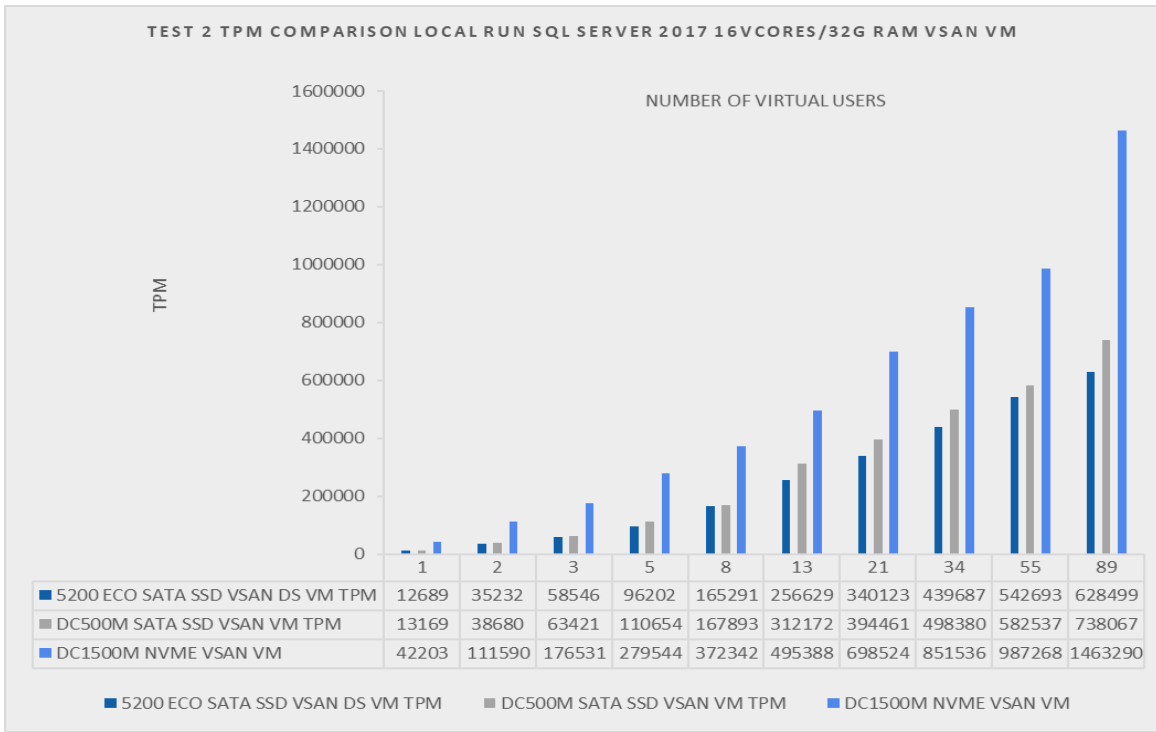
Test 2, Kingston DC1500M kurumsal NVMe vSAN veri deposu, [Kingston DC500M](#) ve Micron 5200 eco SATA SSD vSAN veri depoları olmak üzere 3 farklı veri deposu üzerinde yerel olarak çalıştırıldığında test edilen VM'de SQL Server 2017 sistemi için TPCC kıyaslamasının performansını karşılaştırmaktadır. Test 2'de, veri alanına giden I/O'yu artırmak ve şemayı içeren veri tabanının IO performansını vurgulamak için test edilen SQL Server 2017 VM Sisteminde yerel olarak çalıştırdık ve şema boyutumuza ve SQL sunucu VM'e ayrılan CPU/bellek kaynaklarının miktarına uyacak şekilde 1-89 kullanıcı arasında ölçeklenecek bir kullanıcı dizisini test ettik.

### Test 2 Sonuçları: Kingston DC500M SATA SSD, Micron 5200 eco SATA SSD ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposunda SQL Server 2017 performansının karşılaştırılması

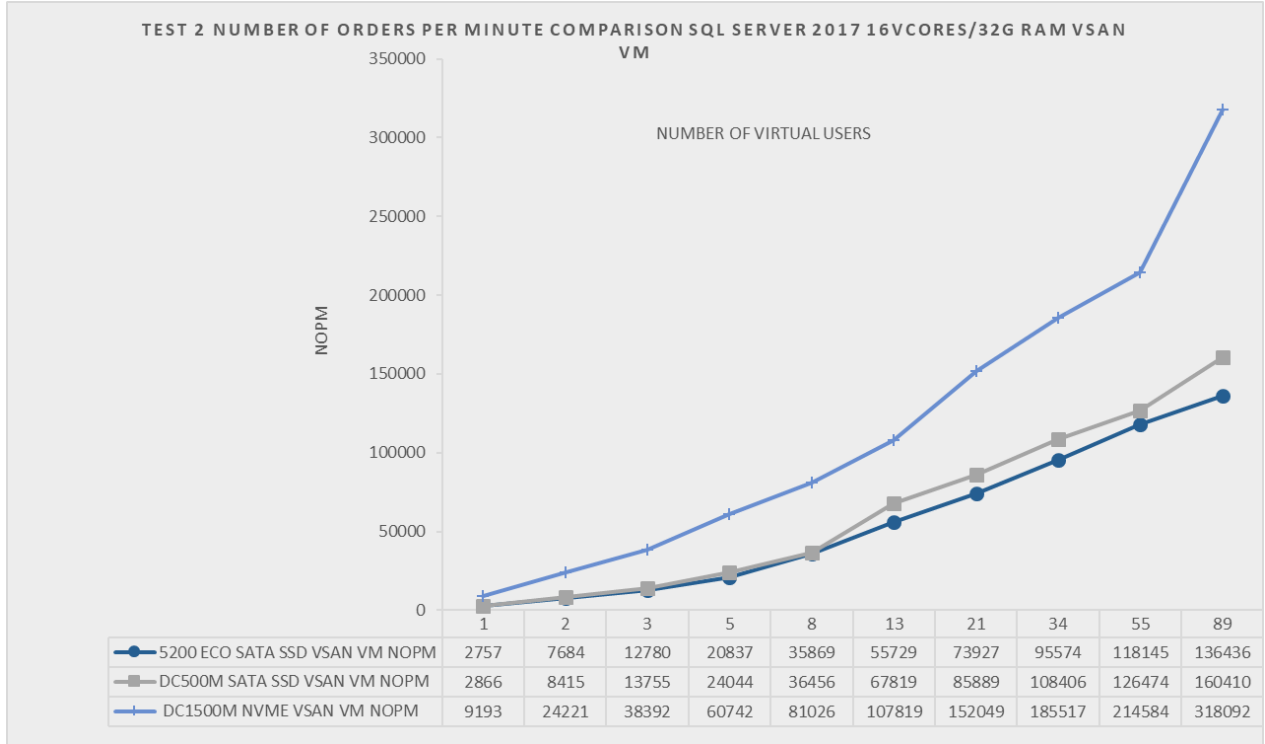
Şekil 3.2 ve 3.3'te, Test 2a, 2b ve 2c'de elde ettiğimiz Dakika başına işlem (TPM) ve Dakika başına yeni sipariş (NOPM) değerleri gösterilmektedir. Tüm test çalışmalarında sanal kullanıcı sayısı arttıkça TPM ve NOPM'nin arttığını görüyoruz ancak artış oranı SATA'ya kıyasla NVMe'de dramatik düzeyde farklıdır. 89 sanal kullanıcıda, DC1500M kullanan vSAN veri deposu SQL Server 2017 VM, 1.463.290 TPM ve 318.092 NOPM elde edebildi. Bu karşılık, DC500M SQL server vSAN VM için 738.067 TPM/160.410 NOPM ve Micron 5200 eco vSAN veri deposu için 628499 TPM/136436 NOPM değerleri elde ettik. Bu, NVMe kullanan bir vSAN veri deposunda aynı sayıda DC1500M NVMe sürücü kullanarak, aynı sayıda SSD'ye sahip SATA kullanan bir vSAN veri deposuna kıyasla işlem verimi ve dakika başına sipariş değerlerini etkili bir şekilde iki katına çıkarabileceğiniz anlamına gelir. İş açısından düşünüldüğünde, veri tabanına aynı anda işlem gönderen 89 kullanıcınız varsa,

VMware altyapınızı DC1500M gibi Kurumsal NVMe çözümlerini kullanacak şekilde yükseltirseniz, her kullanıcı %235 daha fazla işlem gerçekleştirebilir (dakikada daha fazla sipariş anlamına gelir) (Şekil 3.4).

Şekil 3.5'te, test 2a, b ve c için sanal kullanıcı sayısına karşı ortalama CPU boşa kalma süresini gösterilmektedir. Bu, sanal diskin verimliliğinin, yani işlem sayısı arttıkça ve SQL sunucu veri tabanının bellekten işlem günlüğü dosyasına veri yazması gerektiğinde sanal diskin ne kadar hızlı yanıt verebildiğinin etkili bir ölçüsüdür. 89 sanal kullanıcıda, DC1500M NVMe kullanan vSAN VM'miz için CPU boşa kalma süremiz (iowait) %15,5'tir. Bu değer DC500M kullanan VM için %37,8 ve Micron 5200 destekli VM için %44,2'dir. Bu, NVMe sanal diskimizin IO taleplerine çok daha hızlı yanıt verdiği, CPU'nun IO'nun tamamlanmasını beklerken boşa kalmasını önlediği ve daha fazla işlemin yapılmasına izin verdiği anlamına gelir. İş açısından düşünüldüğünde, VMware altyapınızı NVMe'ye yükseltmek, işlem verimini artırmak için SQL sunucu VM'nize atanan sanal çekirdekleri daha verimli bir şekilde kullanmanıza ve daha yavaş veri saklama katmanlarında çalışan eski SQL VM'lerden gereksiz çekirdekleri kaldırarak maliyeti azaltmanıza olanak tanır.



Şekil 3.2 Test 2: TPM karşılaştırması: NVMe ile SATA VSAN veri deposu

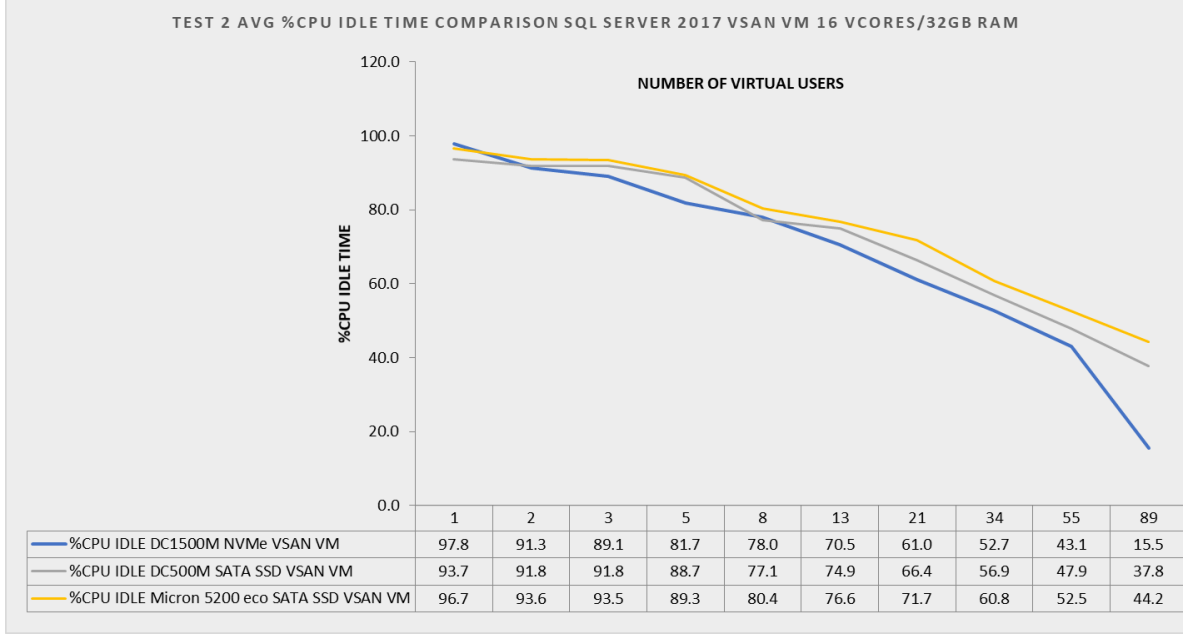


Şekil 3.3 Test 2: NOPM karşılaştırması: NVME ile SATA VSAN veri deposu



Şekil 3.4 Test 2: Kullanıcı başına TPM karşılaştırması: NVME ile SATA VSAN veri deposu





Şekil 3.5 Test 2: %CPU boştaki kalma karşılaştırması: NVME ile SATA VSAN veri deposu

### Test 3: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN veri deposu arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, uzun şema boyutu ve uzun test süresi

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test 3a için NVMe vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/disk grubu, toplam 4 disk grubu (sunucu başına 1), NVMe vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 3a)</li> <li>• Test 3b için SATA vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/disk grubu, toplam 3 disk grubu (sunucu başına 1), SATA vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 3b)</li> </ul> |   |
| <p><b>Test 3a Açıklaması</b></p> <p>NVMe test ortamında DC1500M vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk.<br/>157 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 2000 depo veri tabanı şeması seçildi. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 40 vCore ve 32GB RAM atanmıştır<br/>Oluşturulan Sanal Kullanıcı dizisi 1,2,4,8,16,32,64,89,128'dı 10 dakikalık hızlanma süresi ve 20 dakika/kullanıcı dizisi test süresi seçildi.<br/>Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır.</p>  | <p><b>Test 2b Açıklaması</b></p> <p>SATA test ortamında Micron 5200 eco vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk.<br/>157 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 2000 depo veri tabanı şeması seçildi. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 40 vCore ve 32GB RAM atanmıştır<br/>Oluşturulan Sanal Kullanıcı dizisi 1,2,4,8,16,32,64,89,128'dı 10 dakikalık hızlanma süresi ve 20 dakika/kullanıcı dizisi test süresi seçildi.<br/>Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır.</p> |

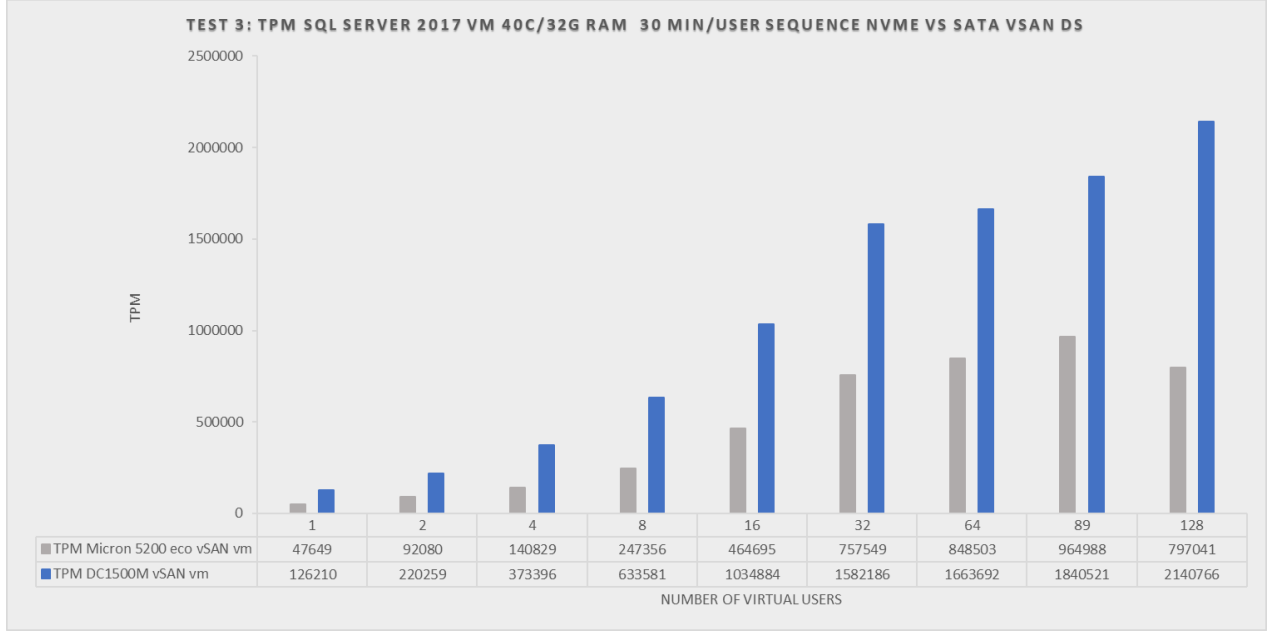
Şekil 4.1 Test 3 Açıklaması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 DB Stres testi

Bu test, daha önceki sonuçlarımızı doğrulamak ve test VM'si altındaki SQL Server 2017 sistemi için TPCC kıyaslamasının performansını Kingston DC1500M kurumsal NVMe vSAN veri deposu ve Micron 5200 eco SATA SSD vSAN veri deposu olmak üzere 2 farklı veri deposu üzerinde yerel olarak çalıştırıldığında karşılaştırmak için daha büyük bir veri tabanı şeması boyutuyla daha uzun süreli bir stres testi olarak tasarlanmıştır. Bu kez 2000 depoluk bir şema boyutu seçtik ve bu da veri tabanı boyutunun 157 GB olmasıyla sonuçlandı. Daha fazla işlem üretmek ve işlemsel verimi doygunluğa ulaştırmak için yeterli CPU kaynağı ayırmak üzere her SQL sunucusu VM için 40 sanal çekirdek kullandık, ancak testi IO'ya bağlı hale getirmek için yalnızca 32 GB RAM atadık. Sanal kullanıcı dizisini biraz artırarak 1-128 kullanıcıya getirdik ve her sanal kullanıcı dizisinin çok daha uzun süre çalışmasına izin verdik (20 dakika, 10 dakikalık hızlanma süresiyle). Bu, test çalışmasının tüm süresi boyunca disk gecikme süresi değerlerini almamızı sağladı.

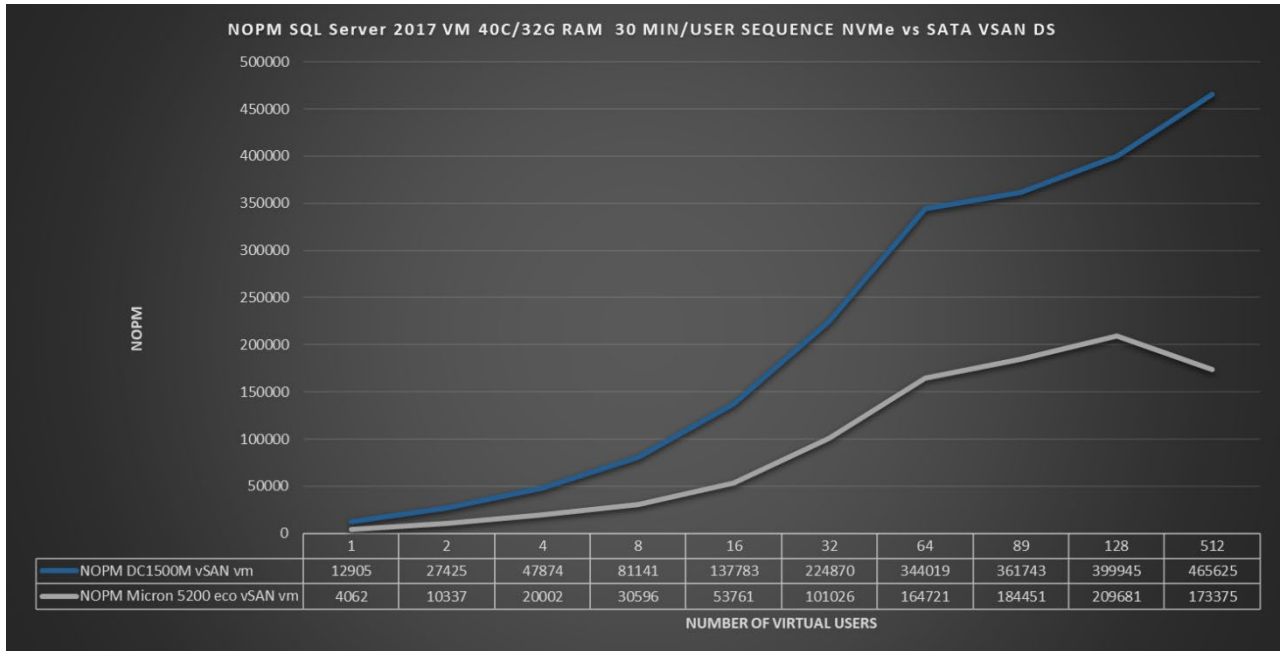
[Test 3 sonuçları: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN veri deposu arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, uzun şema boyutu ve uzun test süresi](#)

Şekil 4.2 ve 4.3'te, Test 3a ve 3b'de elde ettiğimiz Dakika Başına İşlem (TPM) ve Dakika Başına Yeni Sipariş (NOPM) değerleri gösterilmektedir. Süre daha uzun olduğunda bile NVMe ve SATA SSD'lerin kullanıldığı SQL Server 2017 VM'lerin her ikisi de sanal kullanıcı sayısı 128'e yükselirken performansını artırmış olmasına karşın ancak NVMe için artış miktarı çok daha yüksektir. 89 kullanıcıda, SATA SSD kullanılan vSAN SQL VM için 0,96 TPM'ye kıyasla 1,84 TPM ve 184.451 NOPM'ye kıyasla 361.743 NOPM elde ettik. Bu, aynı sayıda vCore ve ayrılmış DRAM ile Micron 5200 eco vSAN kullanılan VM'e kıyasla DC1500M NVMe kullanılan vSAN veri deposu için TPM/NOPM'de %200'lük bir artış anlamına geliyor.

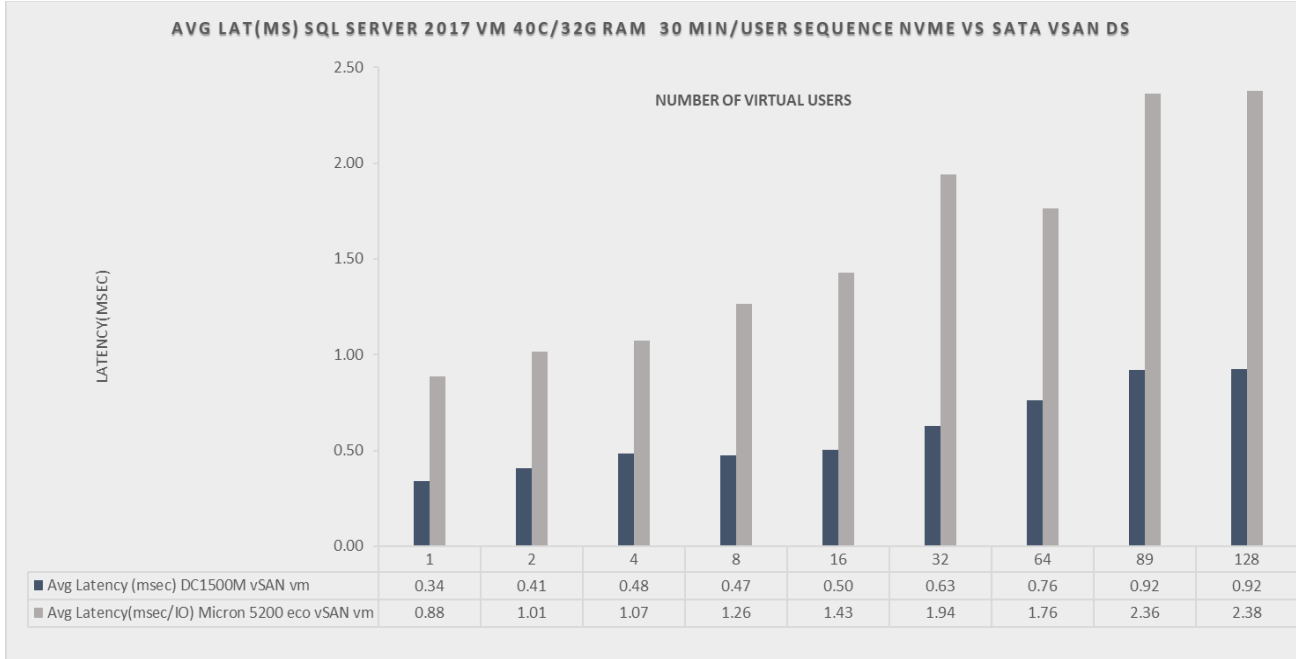
Şekil 4.4 ve 4.5'te, SQL NVMe ve SATA SSD kullanılan vSAN VM'lerde Windows Perfmon kullanılarak kaydedilen, kullanıcı sayısına karşı Ortalama sanal disk gecikmesi ve %99 sanal disk gecikmesine yönelik bir karşılaştırma gösterilmektedir. Her sanal kullanıcı dizisi için DC1500M kullanılan sanal disk, kullanıcı sayısı artmaya devam etse bile <1 ms ortalama gecikme süresini koruyabilmektedir. 89 sanal kullanıcıda DC1500M kullanılan sanal diskin ortalama gecikme süresi 0,92 ms/IO iken SATA SSD kullanılan vdisk için bu süre 2,36 ms/IO oldu. Burada NVMe'ye kıyasla ortalama gecikme süresinde %256'lık bir artış söz konusudur. Daha da ilginç olan QoS %99 gecikme süresidir: 89 kullanıcıda DC1500M sanal disk tüm IO'ların %99'unu 1,61 ms'de tamamlayabilirken SATA SSD kullanılan vdisk tüm IO'ların %99'unu 7,05 ms'de tamamlamıştır. Bu da NVMe'ye kıyasla %437'lik bir artışı göstermektedir. NVMe ve SATA arasındaki gecikme süresi farkı burada vurgulanmaktadır. DC1500M, sürekli OLTP iş yükleri boyunca öngörülebilir QoS gecikmesini korumak üzere tasarlandığından, blok katmanında daha fazla paralel IO isteği anlamına gelen sanal kullanıcı sayısı arttıkça bile gecikme süresinde ani artışlar görmüyoruz. İş açısından bakıldığında bu, VMware altyapınızı SATA SSD'lerden DC1500M gibi Kurumsal NVMe sürücülere yükseltmenin, işlemlerinizi yükseltmeniz ve işlem gecikmesini büyük ölçüde azaltmanıza olanak sağlayarak uygulamaların hızla ölçeklendirilmesine ve zaman içinde maliyetin düşmesine olanak tanıdığı anlamına gelir.



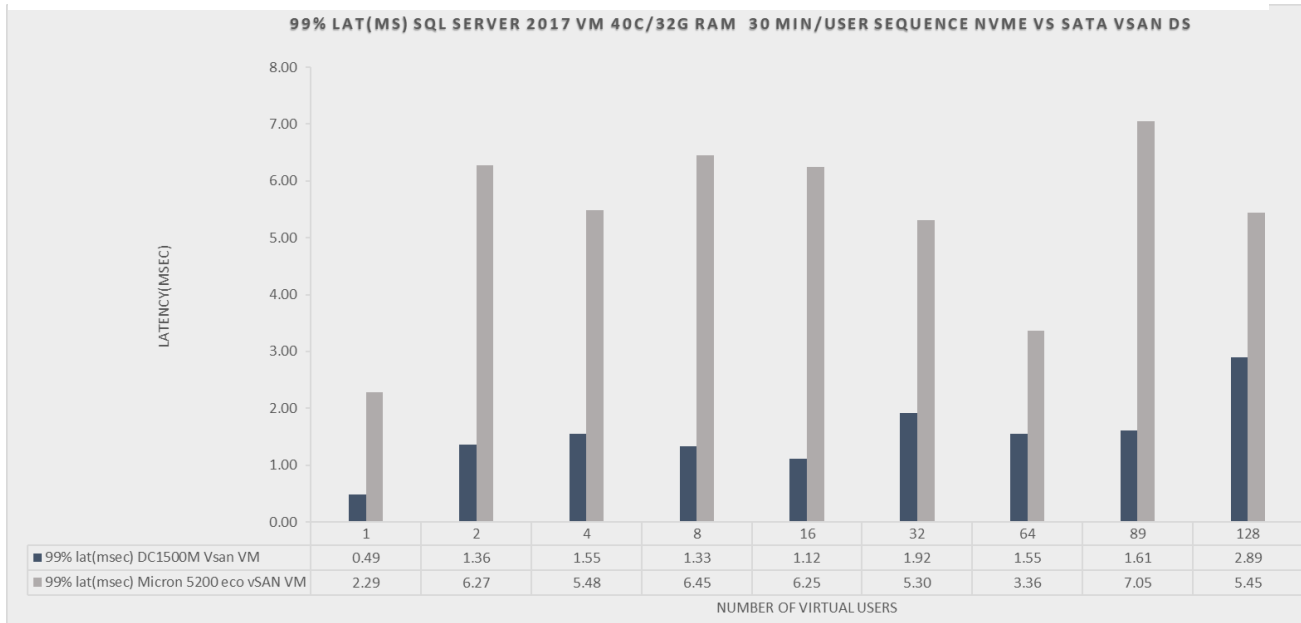
Şekil 4.2 Test 3 TPM karşılaştırması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 DB stres testi



Şekil 4.3 Test 3 TPM karşılaştırması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 DB stres testi



Şekil 4.4 Test 3 Ortalama Gecikme Süresi (ms) karşılaştırması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 DB stres testi



Şekil 4.5 Test 3 %99'luk Gecikme Süresi (ms) karşılaştırması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 DB stres testi

#### Test 4: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Test 3a için NVMe vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/disk grubu, toplam 4 disk grubu (sunucu başına 1), NVMe vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 4a)</li><li>• Test 3b için SATA vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/disk grubu, toplam 3 disk grubu (sunucu başına 1), SATA vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 4b)</li></ul> |   |
| <b>Test 4a Açıklaması</b>   | <b>Test 4b Açıklaması</b>   |
| NVMe test ortamında DC1500M vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk.<br>SUT üzerinde, 157 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 2000 depo veri tabanı şeması oluşturuldu. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır<br>Tpcc veri tabanını yedeklemek ve geri yüklemek için bir yedekleme/geri yükleme çalışması 3 kez gerçekleştirildi ve performans ölçümleri Windows Performans Monitörü ile kaydedildi<br>Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır.   | SATA test ortamında Micron 5200 eco vSAN veri deposundan sağlanan sanal disk.<br>SUT üzerinde, 157 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması oluşturuldu. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır<br>Tpcc veri tabanını yedeklemek ve geri yüklemek için bir yedekleme/geri yükleme çalışması 3 kez gerçekleştirildi ve performans ölçümleri Windows Performans Monitörü ile kaydedildi<br>Test, SUT VM üzerinde yerel olarak çalıştırılmıştır. |

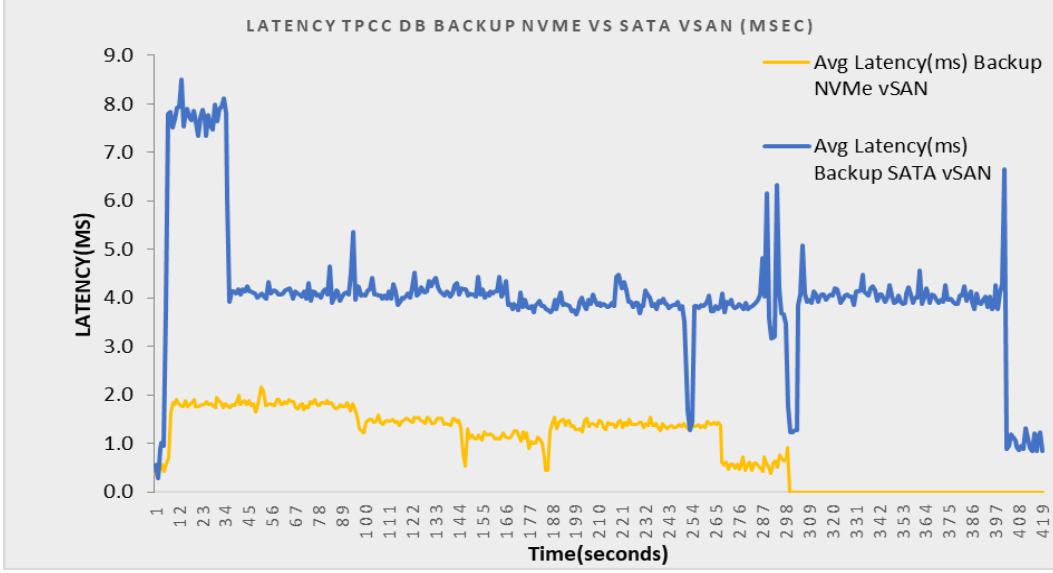
Şekil 5.1 Test 4 açıklaması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 Yedekleme/geri yükleme karşılaştırması

SQL Veri tabanı yedekleme ve geri yükleme işlemleri, kullanılan sanal diskin verimini ve gecikme süresini ölçmek için iyi bir yoldur. TPC-C yedekleme/geri yükleme işlemleri çalıştırıldığında Windows Performans Monitörü ile sanal disk ölçümlerini toplayarak bir NVMe kullanılan ve bir SATA kullanılan vSAN VM'den alınan verim ve gecikme ölçümleri için bir referans değer oluşturmak istedik.

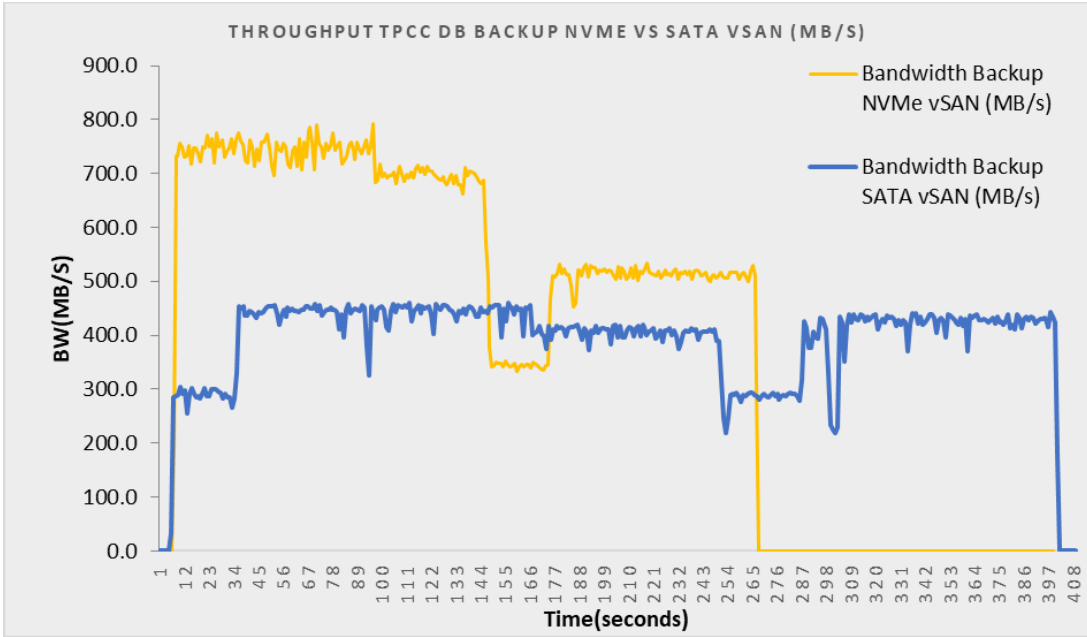
#### Test 4: Sonuçlar: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması

Şekil 5.2-5.4'te, test 4a) ve test 4b) için yedekleme/geri yükleme döngülerinden biri için Windows Performans Monitörü kodumuz tarafından toplanan saniye saniye verim ve gecikme süresi göstermektedir. DC1500M NVMe vSAN veri deposu kullanılan SQL Server VM, TPCC veri tabanı yedekleme işlemini 265 saniyede tamamlayarak ortalama 593 MB/sn verim ve 1,46 ms/IO ortalama gecikme süresi elde etti. TPCC veri tabanı geri yükleme işlemi, ortalama 1,4 GB/s BW ve ortalama 2,65 ms/IO gecikme süresiyle 129 saniyede tamamlandı. Micron 5200 eco vSAN kullanılan VM ile karşılaştırıldığında, NVMe vSAN kullanılan SQL VM'de yedekleme işlemi 1,5 kat, geri yükleme işlemi ise 2,15 kat daha hızlı tamamlandı.

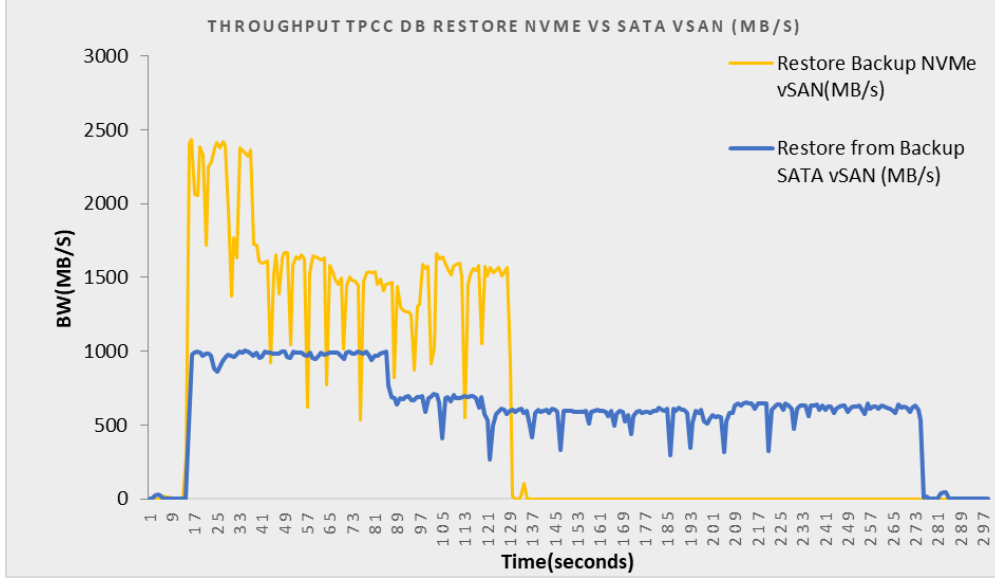
Genellikle yedekleme ve geri yükleme işlemleri, üretim VM'lerin etkilenmesini önlemek için çalışma saatleri dışında yapılır. Ancak durum her zaman böyle değildir. SQL yedekleme veya geri yükleme işlemleri yoğun iş saatlerinde yapılıyorsa, aynı vSAN veri deposunu paylaşan 1. katman uygulamasında işlem yapan kullanıcıların gecikme süresinden etkilenmemesini sağlamak için mümkün olduğunca hızlı tamamlanmalarını istersiniz. SQL veri tabanlarınızı NVMe kullanan vSAN veri depolarına taşımak, bu etkiyi azaltmanızı sağlar. Yedekleme/geri yükleme işlemleri çalışma saatleri dışında yapılsa bile, bu işlemlerin daha hızlı tamamlanması aynı kaynakları paylaşan 1. katman veri tabanları için daha az kesinti süresi sağlar.



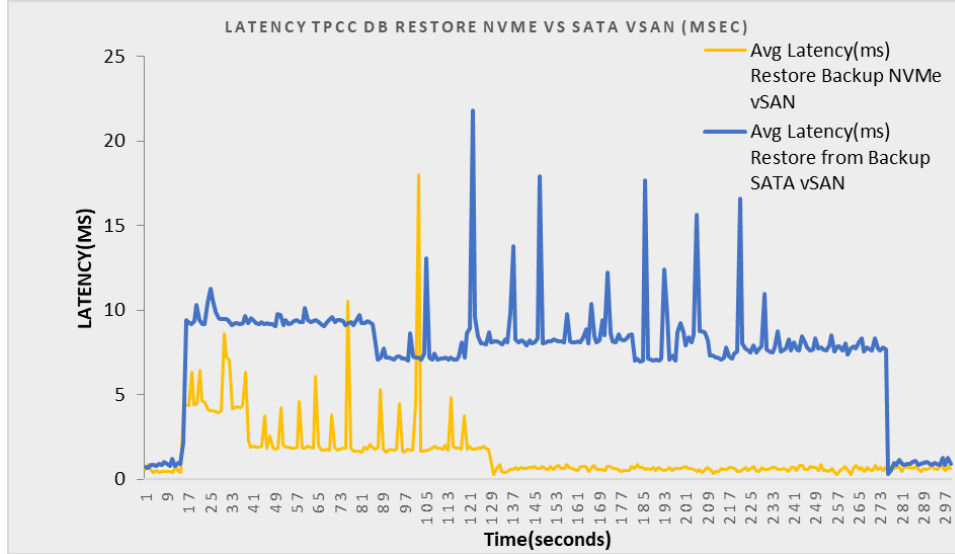
Şekil 5.2 Verim karşılaştırması: SQL Server 2017 TPCC Veri Tabanı Yedekleme Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu (MB/s)



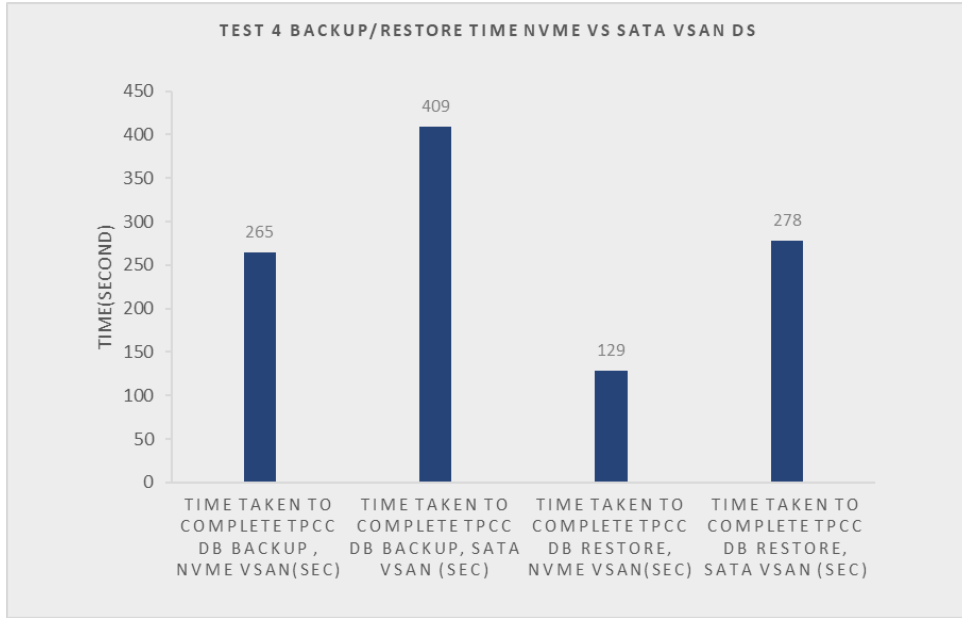
Şekil 5.3 Ortalama Gecikme Süresi (ms) karşılaştırması: SQL Server 2017 TPCC Veri Tabanı Yedekleme Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu



Şekil 5.4 Verim karşılaştırması: SQL Server 2017 TPCC Veri Tabanı Geri Yükleme Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu (MB/s)



Şekil 5.5 Gecikme Süresi (ms) karşılaştırması: SQL Server 2017 TPCC Veri Tabanı Geri Yükleme Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu



Şekil 5.6 SQL Server 2017 TPCC Veri Tabanı Yedekleme/Geri Yükleme işlemini tamamlamak için Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu kullanıldığında geçen süre (sn)



Test 5: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) testi

| Test 5a Açıklaması  | Test 5b Açıklaması  | Test 5c Açıklaması   | Test 5d Açıklaması   |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test 3a için NVMe vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/disk grubu, toplam 4 disk grubu (sunucu başına 1), NVMe vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 5a)</li> <li>• Test 3b için SATA vSAN Veri Deposu veri saklama yapılandırması: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/disk grubu, toplam 3 disk grubu (sunucu başına 1), SATA vSAN test ortamı. Server 2019 Datacenter Guest OS'li SQL Server 2017. (Test 5b)</li> </ul>  |   |  |  |
| <p>NVMe test ortamında DC1500M vSAN veri deposundan sağlanan SQL 2017 VM Sanal disk. SUT üzerinde, 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması oluşturuldu. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. Test edilen SUT 11 kez klonlanmış ve 3 SUT VM/fiziksel sunucu atanmıştır (toplam 12 SUT VM). Test, 89 Sanal Kullanıcıyı bir Sanal Kullanıcı ile çalıştıracak şekilde yapılandırılmış ve her bir SUT VM için 30 dakikalık hızlanma süresi ve 300 dakikalık test süresi seçilmiştir. Test, 12 SUT VM'in tamamında paralel olarak çalıştırıldı.</p> | <p>SATA test ortamında Micron 5200 eco vSAN veri deposundan sağlanan SQL 2017 Sanal disk. SUT üzerinde, 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması oluşturuldu. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. Test edilen SUT 8 kez klonlanmış ve 3 SUT VM/fiziksel sunucu atanmıştır (toplam 9 SUT VM). Test, 89 Sanal Kullanıcıyı bir Sanal Kullanıcı ile çalıştıracak şekilde yapılandırılmış ve her bir SUT VM için 30 dakikalık hızlanma süresi ve 300 dakikalık test süresi seçilmiştir. Test, 9 SUT VM'in tamamında paralel olarak çalıştırıldı.</p> | <p>NVMe test ortamında DC1500M vSAN veri deposundan sağlanan SQL 2017 VM Sanal disk. SUT üzerinde, 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması oluşturuldu. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. HDB iş yükünü çalıştırmak için test edilen SUT 11 kez klonlanmış ve 2 VM/fiziksel sunucu atanmıştır (toplam 8 SUT VM). Test, 89 Sanal Kullanıcıyı bir Sanal Kullanıcı ile çalıştıracak şekilde yapılandırılmış ve her bir SUT VM için 30 dakikalık hızlanma süresi ve 300 dakikalık test süresi seçilmiştir. 1 VM/fiziksel sunucuda 1200 depo tpcc şema boyutu (100GB) vardı ve iş yükü diğer SUT VM'lerde çalışırken 10 döngü boyunca her 100 saniyede bir (toplam 4 VM) yedekleme komutu verildi. HDB iş yükünü çalıştıran 8 SUT VM; yedekleme komut dosyasını çalıştıran 4 VM. Test, 12 VM'in tamamında paralel olarak çalıştırıldı.</p> | <p>SATA test ortamında Micron 5200 eco vSAN veri deposundan sağlanan SQL 2017 VM Sanal disk. SUT üzerinde, 100 GB'lık bir veri tabanını temsil eden 1200 depo veri tabanı şeması oluşturuldu. Test altındaki sistem VM'sine (SUT) 16 vCore ve 32GB RAM atanmıştır. HDB iş yükünü çalıştırmak için test edilen SUT 8 kez klonlanmış ve 2 VM/fiziksel sunucu atanmıştır (toplam 6 SUT VM). Test, 89 Sanal Kullanıcıyı bir Sanal Kullanıcı ile çalıştıracak şekilde yapılandırılmış ve her bir SUT VM için 30 dakikalık hızlanma süresi ve 300 dakikalık test süresi seçilmiştir. 1 VM/fiziksel sunucuda 1200 depo tpcc şema boyutu (100GB) vardı ve iş yükü diğer SUT VM'de çalışırken her 100 saniyede bir (toplam 4 VM) yedekleme komutu verildi. HDB iş yükünü çalıştıran 6 SUT VM; yedekleme komut dosyasını çalıştıran 3 VM. Test, 9 VM'in tamamında paralel olarak çalıştırıldı.</p> |

Şekil 6.1 Test 5 açıklaması: Micron 5200 eco SATA ve DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu üzerinde SQL Server 2017 Gerçekçi Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) testi

Bu testle amacımız, üretim iş yüklerini çalıştıran SQL sunucu VM'lerle aynı vSAN veri deposunu paylaşan VM'ler üzerinde zorlu iş yüklerinin (bu durumda TPCC veri tabanı yedekleme işlemlerini kullanıyoruz) olduğu gerçekçi bir senaryoyu simüle etmek (Bu deneyde, TPCC kıyaslaması bir üretim iş yükü olarak davranıyor) ve TPCC kıyaslama sonuçlarını değerlendirerek ve performans monitörü ve vSAN performans monitöründen toplanan temel depolama ölçümlerini analiz ederek genel performans etkisini değerlendirmektir.

Test 5a) ve 5b)'de, TPCC kıyaslamasını tüm VM'lerde paralel olarak ve hiçbir yedekleme işlemi gerçekleşmeden çalıştırarak bir referans değer oluşturduk. Hem NVMe hem de SATA vSAN kümelerinde çalışmak üzere fiziksel sunucu başına 3 SQL VM'si kullandık ve toplamda NVMe için 12 SUT VM'si ve SATA için 9 SUT VM'si elde ettik. Bu test için şema boyutumuz 1200 depoydu, bu da ~100 GB'lık bir TPC-C veri tabanı boyutuna karşılık geliyordu. TPCC iş yükünü 89 kullanıcıyla 300 dakika ve 30 dakikalık bir hızlanma süresi boyunca çalıştırdık.

Test 5c) ve 5d)'de tüm SUT VM'lerinde TPC-C veri tabanını geri yükledik. Ardından, NVMe kümesi için 4 VM'de ve SATA kümesi için 3 VM'de TPC-C veri tabanının 10 yedekleme döngüsünü çalıştırmak için bir komut başlattık ve aynı anda kalan SUT VM'lerde TPC-C kıyaslamasını çalıştırdık. Yani NVMe vSAN kümesinde 8 VM TPC-C iş yükünü ve 4 VM yedekleme iş yükünü paralel olarak çalıştırdı. Bu arada, SATA vSAN kümesinde 6 VM TPC-C iş yükünü ve 3 VM TPC-C veri tabanı yedekleme iş yükünü paralel olarak çalıştırıyordu.

**Test 5 sonuçları: DC1500M NVMe ile Micron 5200 eco SATA vSAN arasında SQL Server 2017 performansı karşılaştırması, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) testi**

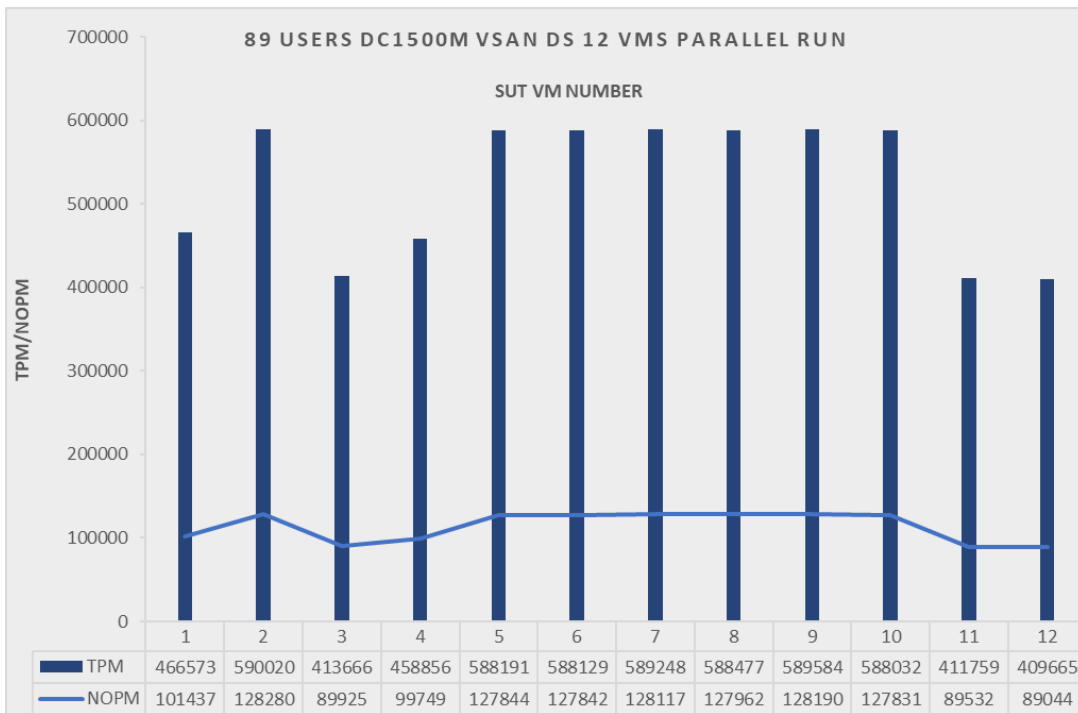
Şekil 6.2 ve 6.3, Test 5a ve 5b'de elde ettiğimiz Dakika başına işlem (TPM) ve Dakika başına yeni sipariş (NOPM) değerlerini göstermektedir. Her biri 12 DC1500M NVMe vSAN veri deposunu kullanan SQL sunucu VM'inde çalışan 89 sanal kullanıcı ile, Micron 5200 eco SATA kümesi kullanan 9 SQL VM ile VM başına ortalama 269.320TPM ve 58.544 NOPM'ye kıyasla, VM başına ortalama 523.516 TPM ve ortalama 113.812 NOPM elde ettik. vSAN performans monitöründen toplanan IOPS ve Gecikme metriklerine bakıldığında (aşağıdaki Şekil 6.4 ve 6.5), blok katmanında elde edilen IO, NVMe kümesinde okuma/yazma işlemleri için 800µs gecikme süresiyle 120.000 Okuma IOPS, 60.000 Yazma IOPS ve SATA vSAN kümesinde 50.000 Okuma IOPS/20.000 Yazma IOPS, ortalama 3,8 ms okuma gecikmesi ve ortalama 5,5 ms yazma gecikmesi şeklinde yorumlanabilir. Bu, NVMe ve SATA arasındaki performans farkını bir kez daha vurgulamakta ve DC1500M NVMe kullanılan sanal diskin paralel istekleri halledebilme ve bunları çok daha hızlı bir gidiş-dönüş gecikmesiyle işleme yeteneğini göstermektedir.

Şekil 6.5 ve 6.6, Test 5c ve 5d'de elde ettiğimiz Dakika başına işlem (TPM) ve Dakika başına yeni sipariş (NOPM) değerlerini göstermektedir. Her biri 8 DC1500M NVMe vSAN veri deposu kullanılan SQL server VM'lerinde çalışan 89 sanal kullanıcı ile VM yedeklemeleri 4 VM'de paralel olarak çalıştırılırken, ortalama 575.933 TPM ve ortalama 125.206 NOPM elde edebildik. Bununla birlikte, Micron 5200 eco SATA kullanılan SATA vSAN SQL VM'lerinde VM yedeklemeleri 3 VM'de paralel olarak çalıştırılırken TPCC iş yükünü çalıştıran 6 SQL VM ile ortalama 351.258 TPM ve 76.355 NOPM ettik. Tüm hikayeyi görmek için hem SATA hem de NVMe vSAN kümesindeki gecikme ve saklama ölçümlerini analiz etmenin yanı sıra yedeklemelerin her iki kümede de ne kadar hızlı tamamlandığına bakalıyız.

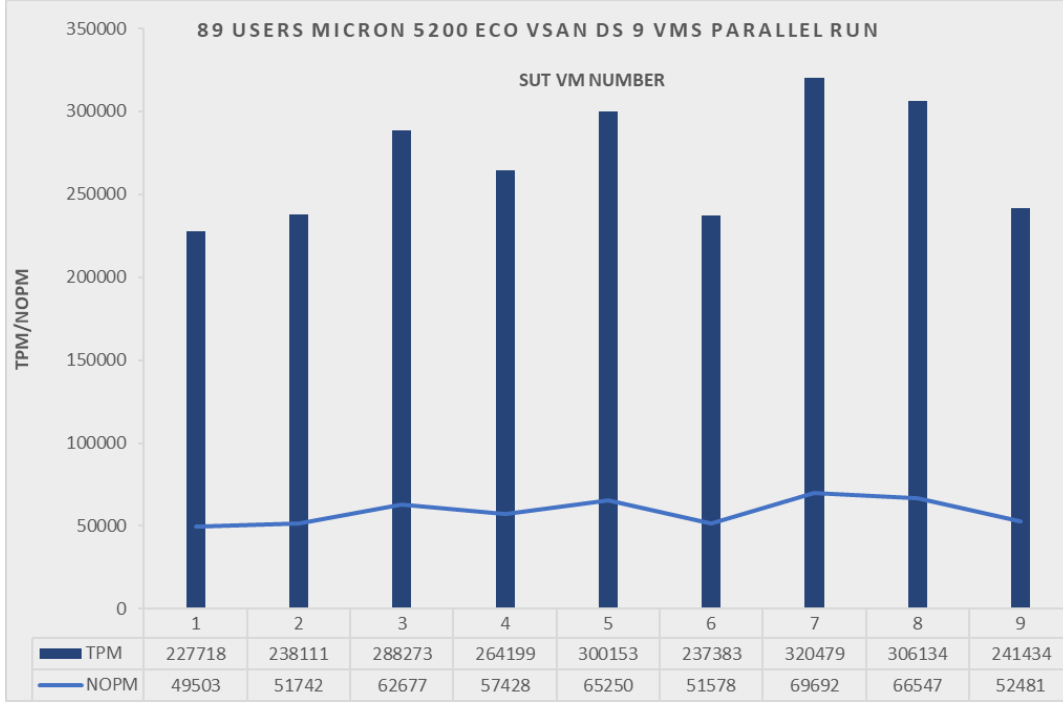
Şekil 6.8 ve 6.9, test 5c ve 5d için vSAN performans monitörü kullanılarak NVMe ve SATA kümesinden toplanan vSAN IOPS ve gecikme ölçümlerini göstermektedir. Yedekleme komut dosyası 10 döngü boyunca her 100 saniyede bir çalışacak şekilde yapılandırılmıştır. Çalıştırılan VM yedeklemelerinin hem NVMe hem de SATA vSAN kümesinin IOPS ve okuma ve yazma gecikmesi üzerindeki etkisini görebiliriz. Ancak, gecikme süresi üzerindeki etki farklılık göstermektedir. NVMe kümesi maksimum okuma/yazma IO gecikme süresi 4 ms/IO'ya yükselirken, okuma/yazma işlemi için ortalama 2,5 ms/IO'yu sürdürdü; SATA vSAN ise 9 ms/IO'ya yükseldi ve okuma için ortalama 7,3 ms/IO ve yazma IO'su için 4,9 ms/IO'yu sürdürdü. Bu, son kullanıcının bir

sipariş göndermeye, alışveriş sepetini güncellemeye veya diğer depolardaki ürünleri görüntülemeye çalışırken hissedeceği gecikme süresidir.

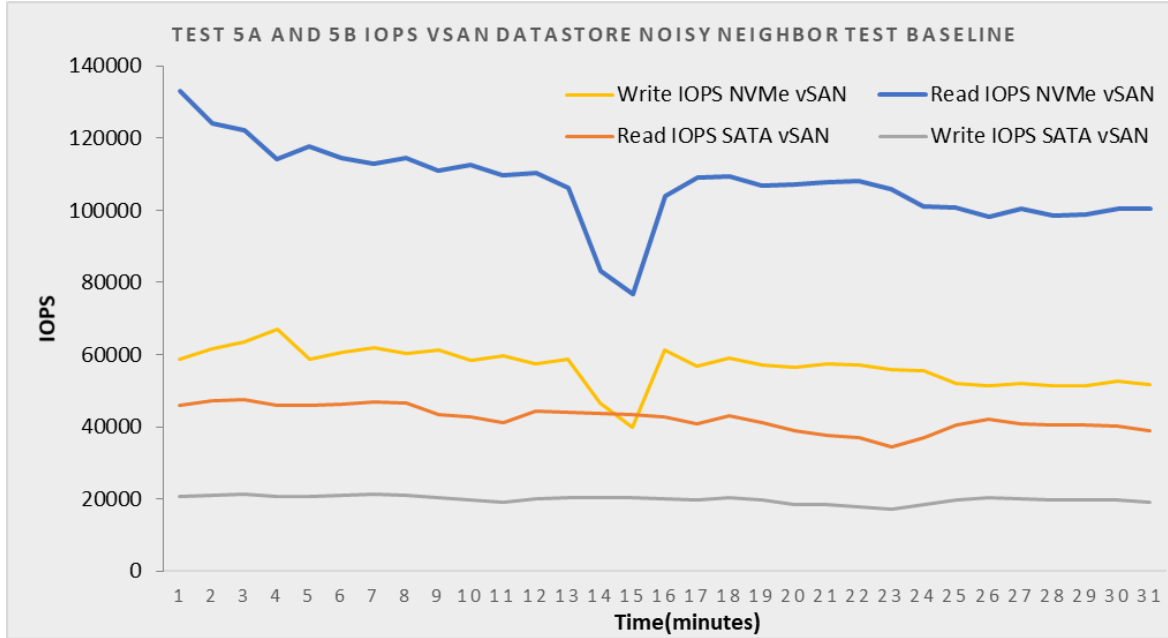
Şekil 6.11, yedekleme döngüleri arasındaki bekleme süresi hariç olmak üzere, SQL Server DC1500M vSAN kullanan VM'lerin birinde ve Micron 5200 eco vSAN kullanan SQL VM'lerin birinde yedekleme döngülerini tamamlamak için geçen süreyi göstermektedir. SQL Sever NVMe vSAN VM için 10 yedeklemeyi tamamlamak 73 dakika (ortalama 7 dakika/yedekleme) ve SQL Server SATA SSD kullanan vSAN VM için 10 yedeklemeyi tamamlamak 122,15 dakika (ortalama 12 dakika/yedekleme) sürdü. DC1500M vSAN kullanan VM, Micron 5200 eco vSAN kullanan VM'e göre yedekleme döngülerini 1,67 kat daha hızlı tamamladı. Bu, VMware altyapınızı DC1500M NVMe kullanan veri depolarına yükseltmenin, veri tabanı yedeklemeleri gibi istenmeyen işlemlerin çok daha hızlı tamamlanmasını sağlayarak Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) sorununu azaltmaya yardımcı olduğunu ve muhteşem gecikme süresi ve verim yeteneği nedeniyle NVMe'nin bu zorlu iş yüklerinin 1. katman uygulamaları üzerindeki gecikme etkisini azaltabileceğini gösteren deneysel bir kanıttır.



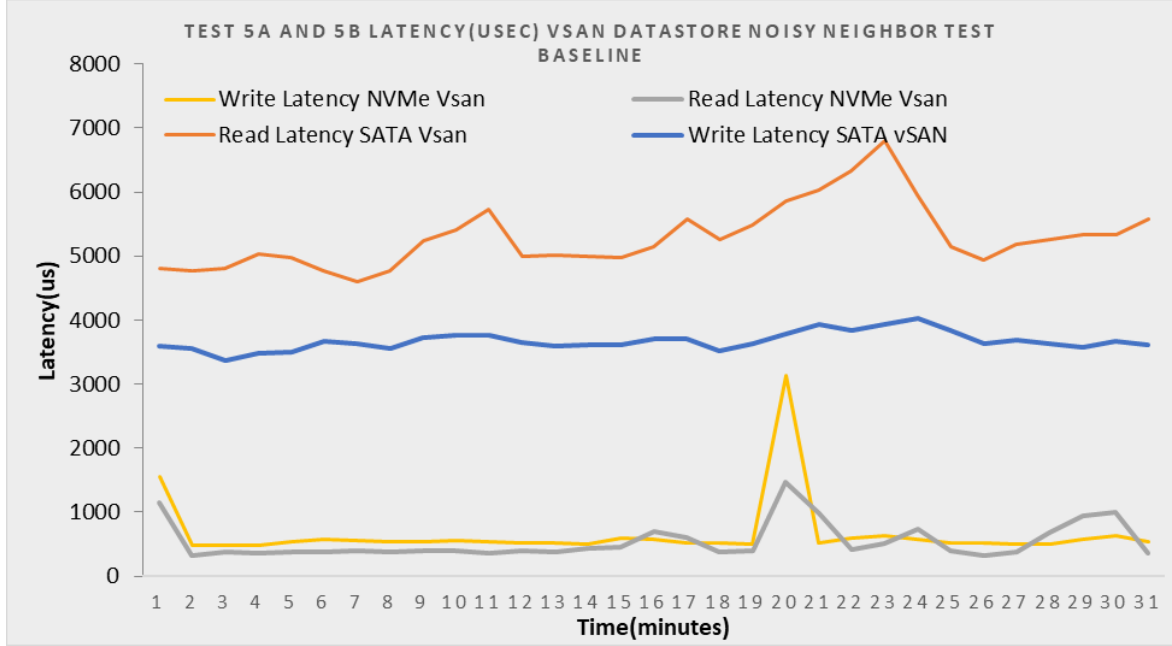
Şekil 6.2 Test 5a TPM SQL Server 2017 300 dakika 12 VM paralel çalıştırma, 89 sanal kullanıcı, DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu



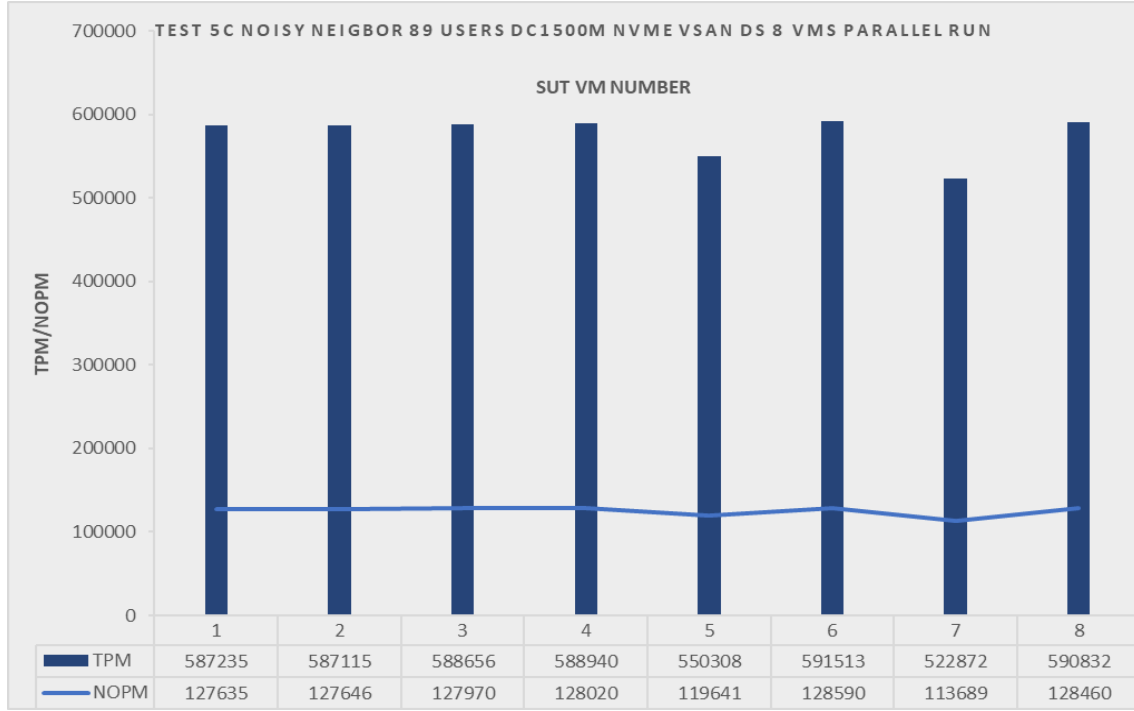
Şekil 6.3 Test 5b TPM SQL Server 2017 300 dakika 12 VM paralel çalıştırma, 89 sanal kullanıcı, DC1500M NVMe SSD vSAN veri deposu



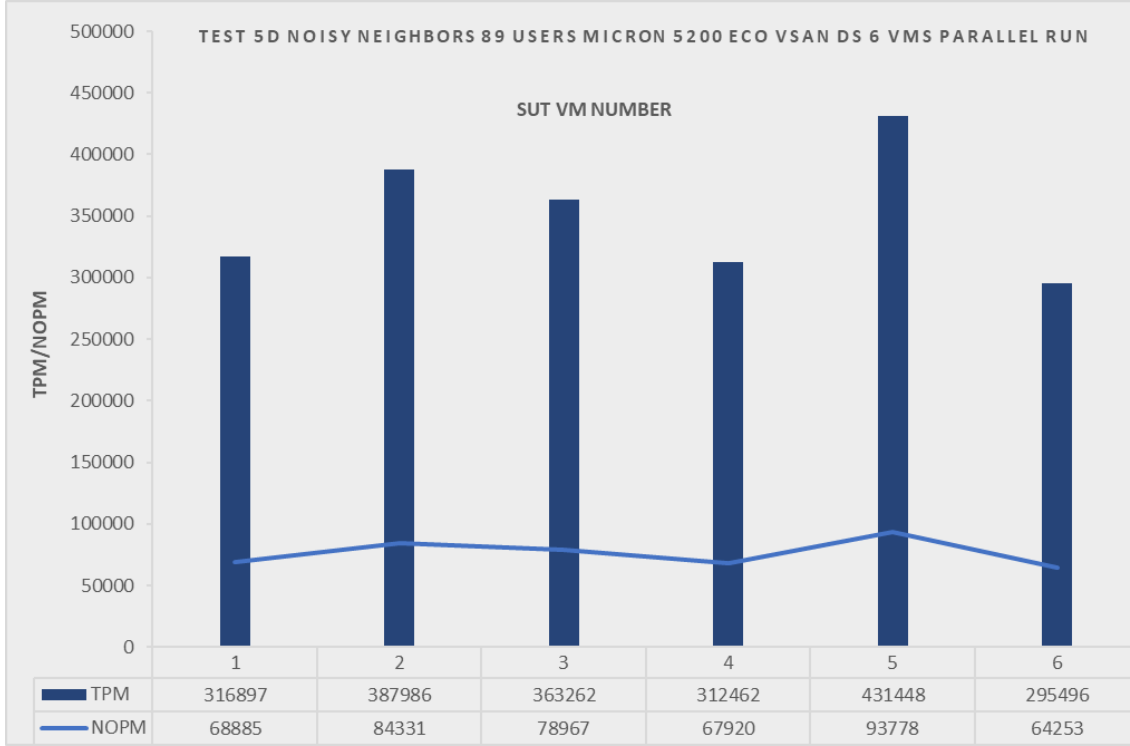
Şekil 6.4 Test 5a ve 5b Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) IOPS, DC1500M NVMe ve Micron 5200 eco vSAN veri deposu



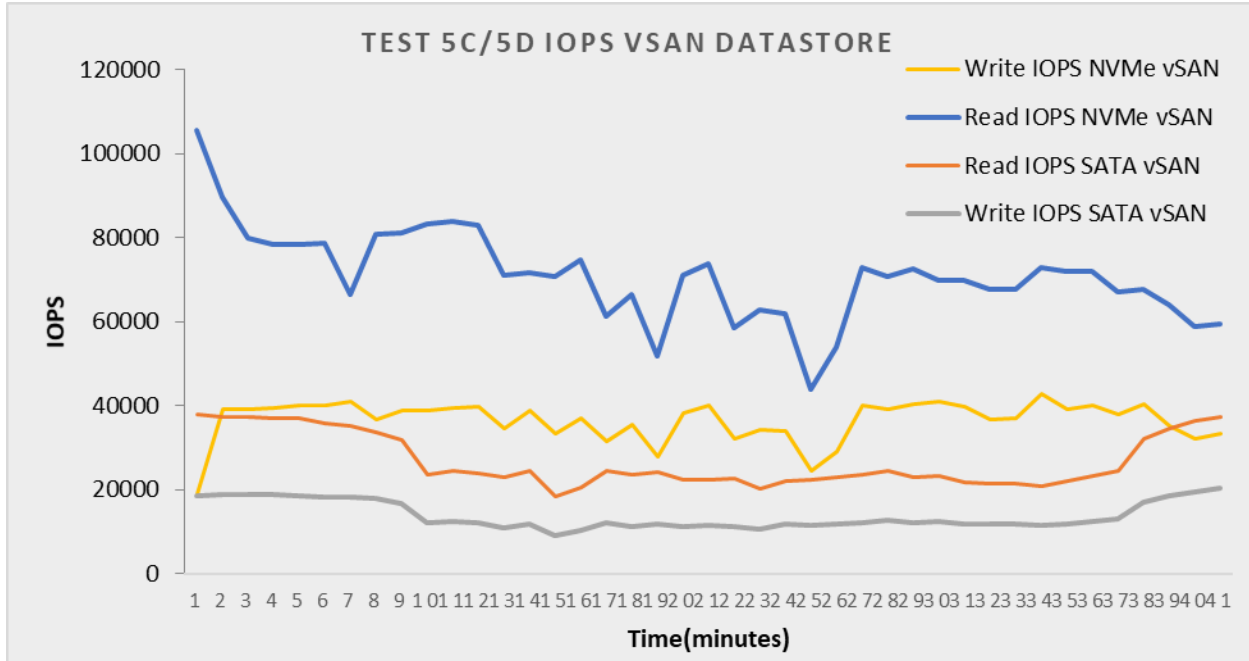
Şekil 6.5 Test 5a ve 5b Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) gecikme süresi, DC1500M NVMe ve Micron 5200 eco vSAN veri deposu



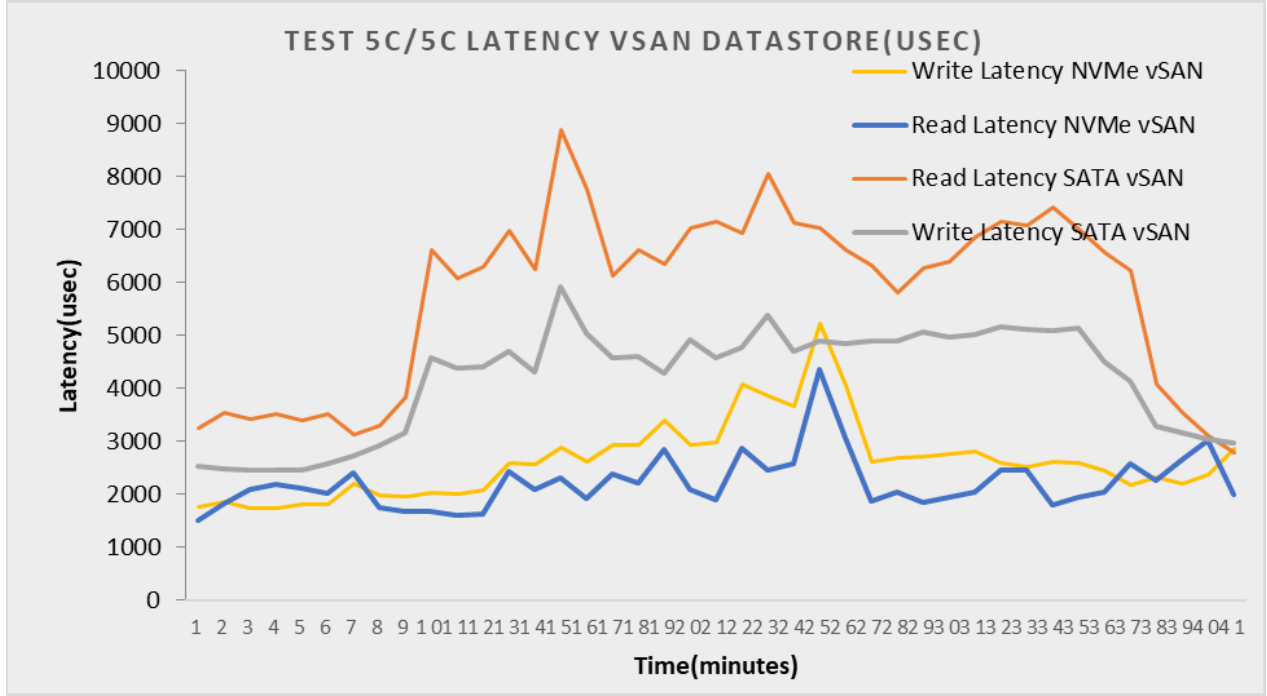
Şekil 6.6 Test 5c TPM, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) uygulaması, 8 VM paralel çalıştırma, DC1500M NVMe vSAN veri deposu



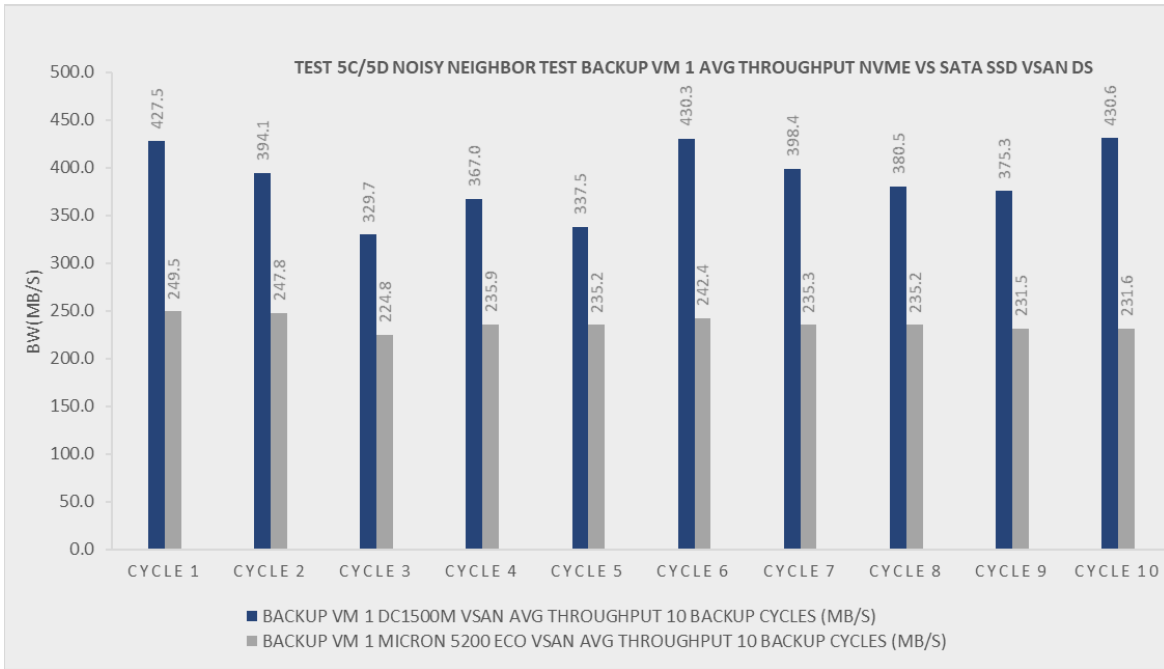
Şekil 6.7 Test 5d TPM, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) uygulaması, 6 VM paralel çalıştırma, Micron 5200 eco vSAN veri deposu



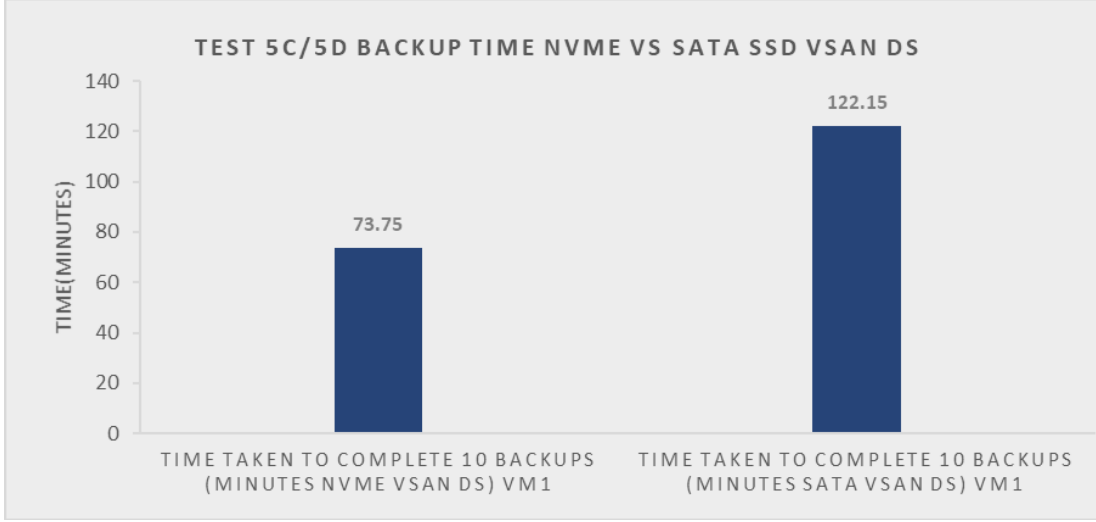
Şekil 6.8 Test 5C/5D IOPS, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) uygulaması, NVMe ile SATA SSD vSAN veri deposu karşılaştırması



Şekil 6.9 Test 5C/5D Gecikme Süresi, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) uygulaması, NVMe vs SATA SSD vSAN veri deposu karşılaştırması



Şekil 6.10 Test 5C/5D Yedekleme VM verimi, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) uygulaması, NVMe ile SATA SSD vSAN veri deposu karşılaştırması



Şekil 6.11 Test 5C/5D Yedekleme VM yedeklemeyi tamamlama süresi, 10 döngü, Gürültülü Komşu (Noisy Neighbor) uygulaması, NVMe ile SATA SSD vSAN veri deposu karşılaştırması

## Sonuç

Bu beyaz kitapta, veri tabanı iş yüklerinizi NVMe'de toplamanın, aynı işlemsel verimi elde etmek için daha az CPU çekirdeği kullanmanıza olanak tanıyan inanılmaz verimliliği ve 0'a yakın IO bekleme süreleri sayesinde mevcut donanımdan en iyi şekilde yararlanmaya nasıl yardımcı olabileceğini gösterdik. Kurumsal SATA SSD'lerle birkaç karşılaştırma yaptık ve SQL iş yüklerinizi NVMe kullanan bir veri deposuna taşıyarak, msn'nin altında gecikme süresi sağlarken işlem veriminizi iki katına çıkarabileceğinizi ve bu sayede uygulamalarınızın performansının artmasını sağlayabileceğinizi gösterdik. Ardından, NVMe'nin veri tabanı yedekleme/geri yükleme işlemleri gibi istenmeyen iş yüklerinin daha hızlı tamamlanmasını sağlayarak 1. kademe uygulamalar üzerindeki etkiyi azaltmaya nasıl yardımcı olabileceğini gösterdik.

Kingston'ın Enterprise NVMe SSD'leri [DC1500M](#), Kingston Sunucu Belleği (Server Premier) ile eşleştirildiğinde, veri tabanı altyapılarını sanallaştırmak ve iş yükü verimliliklerini en üst düzeye çıkarmak isteyen kullanıcılar için mükemmel bir çözüm sunmaktadır.

Kingston'ın veri merkezi çözümleri hakkında daha fazla bilgi almak için <https://www.kingston.com/en/solutions/servers-data-centers> sayfasını ziyaret edin

## Referanslar

HammerDB. (n.d.). *Understanding the TPCC workload*. Alındığı yer: <https://www.hammerdb.com/docs3.3/ch03s05.html>

TPCC home. (n.d.). Alındığı yer: <https://www.tpc.org/>