



Kingston Technology DC500M Enterprise Katı Hal Sürücüleri (SSD) ile SQL Server Performansını Artırın ve Maliyetleri Azaltın

Ekim 2019

DB Best Technology, Teknik Ürün Yönetimi Müdürü Bill Ramos tarafından yazılmıştır.

Teknik gözden geçirme: Hazem Awadallah, Sistem Mühendisi, Kingston Technology



İçindekiler

Yönetici Özeti.....	3
Sorun: SQL Server 2008 Desteğin Sonu	6
Çözüm: HDD sürücülerini Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise Katı Hal Sürücüler (SSD) ile değiştirin ve SQL Server 2017'ye geçiş yapın.....	7
Donanım	9
Yazılım.....	10
Performans Kıyaslaması Test Senaryoları.....	12
Test Sonuçları	15
Sonuçlar: HDD üzerinde 16 vCore ile SQL Server 2008 R2	15
Sonuçlar: DC500M üzerinde 16 vCore ile SQL Server 2017 R2.....	16
Sonuçlar: DC500M üzerinde 8 vCore ile SQL Server 2017 R2.....	17
Sonuçlar: DC500M 4vCore üzerinde SQL Server 2017	19
Sonuçlar	21
Sonraki Adımlar	22
DB Best ile ortamınızı değerlendirin	22
Ek A – Test Sistemi için Malzeme Listesi (Bill of Materials)	23
Sunucu Yapılandırmaları	23
Yazılım Platformları	25
Şekiller Tablosu	27
Ticari Markalar.....	28

Yönetici Özeti

SQL Server 2008 ve SQL Server 2008 R2'yi kullanan şirketler için Microsoft'un bu veri tabanlarına verdiği desteğin sona erdiğini (EOS- End of Support) ¹ duyurduğu Temmuz 2019 tarihi önemli bir kilometre taşı oldu. EOS ile Microsoft, tesislerdeki bu SQL Server sürümleri için güvenlik güncellemeleri yayımlamayı durdurdu. Bu durum nedeniyle ilgili veri tabanları, bilgisayar korsanı saldırıları açısından büyük risklerle karşı karşıya kalacak ve artık birçok yasal gereksinime uygunluğu sağlayamayacaktır.

Yasal nedenlerle ya da müşteri tercihleri nedeniyle tesislerde kalmaya devam etmesi gereken bu SQL Server 2008² iş yüklerinin, yeni sistemlere geçirilmesi ve konsolide edilmesi için maliyet açısından verimli bir çözüm gerekmektedir.

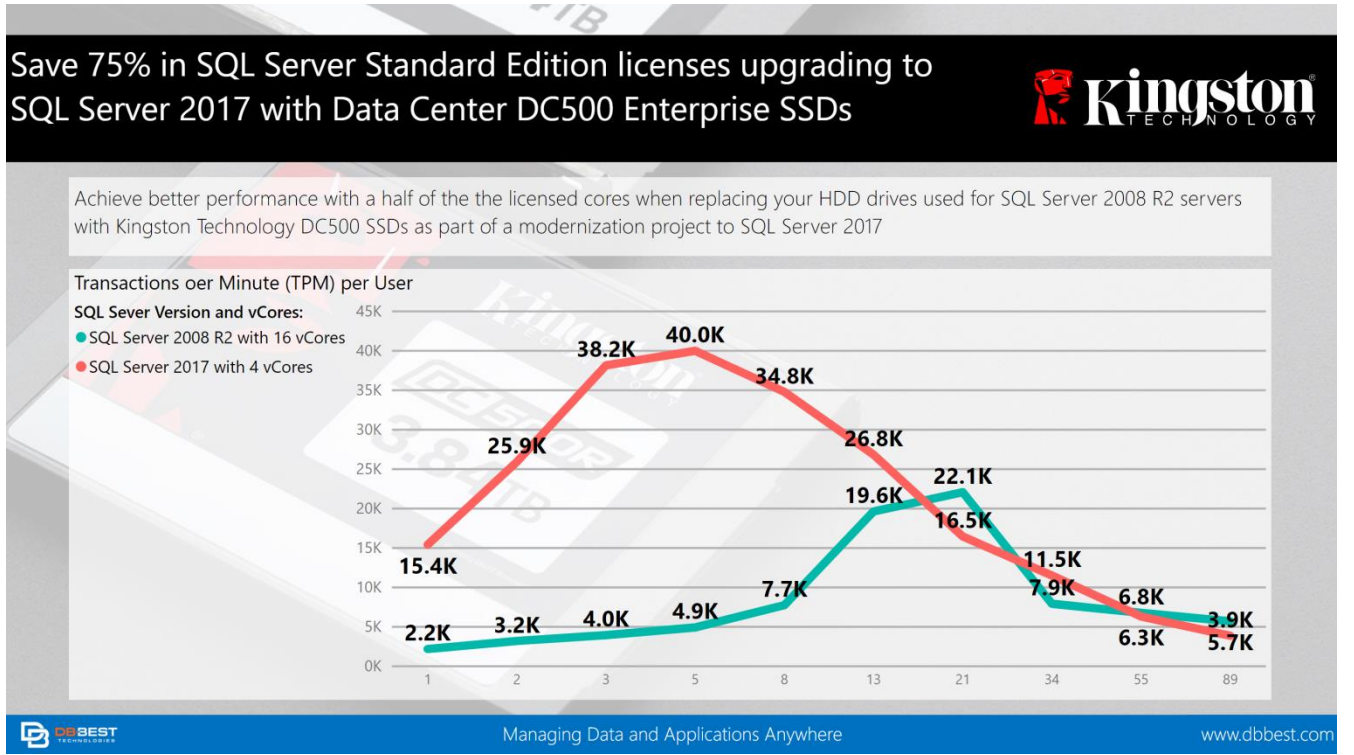
Bu bilgilendirme belgesi, SQL Server 2008 iş yüklerinin Microsoft SQL 2017 Windows Server 2019 Datacenter Edition kullanan modern sunucular ve [Kingston Technology DC500M Enterprise Katı Hal Sürücüler](#) (SSD) ile uygun maliyetlerle modern bir donanım ve yazılım çözümüne taşınabileceğini anlatmaktadır.

DB Best Technologies SQL Server 2017'nin 8 sanal çekirdek (vCore) ve [Kingston Technology DC500 Enterprise Katı Hal Sürücüler](#) (SSD) ile SQL Server 2008 R2'nin 16 vCore ve sabit disk sürücülere kıyasla daha hızlı çalıştığını göstermek için Kingston Technology ile iş birliği yaptı. SQL Server 2008 sunucularını SQL Server'ın yeni sürümlerine yükseltmek isteyen müşterilerle çalışırken genellikle bu sistemlerde veri, günlük ve tempdb için HDD sürücülerin kullanıldığını görüyoruz.

¹ "SQL Server 2008 ve SQL Server 2008 R2 Desteğin Sonu," <<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2008>>

² Kısaca belirtme amaçlı olarak "SQL Server 2008", hem SQL Server 2008 hem de SQL Server 2008 R2 sürümlerini ifade etmektedir.

Aşağıdaki grafik, [HammerDB](#) TPC-C benchmark'ın 2000 veri ambarındaki 4 vCore üzerinde ve [Kingston Data Center DC500M SATA 6GBps 960 GB sürücülerle](#) çalışan SQL Server 2017'de çalıştırılmasının, 16 vCore üzerinde ve [Dell 400-AJTL 10.000 RPM SAS 12 GBps 1.2 TB HDD sürücü](#) ile çalışan SQL Server 2008 R2'de çalıştırılmasına kıyasla daha iyi sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.



Diğer donanım üreticileri ve bulut sağlayıcılarla daha önceden yaptığımız karşılaştırmalara dayanarak, SQL Server'ın eski sürümlerinden veri, günlük ve tempdb için SSD'lerin kullanıldığı SQL Server 2017'ye geçilmesi ile daha az vCore kullanabileceğiniz konusunda gayet bariz bir fikre sahiptik.

Bu durum SQL Server 2008 R2 sunuculardan SQL Server 2017 sunuculara yükselttiğinizde daha iyi performans ile SQL Server lisans maliyetlerini %75 oranında azaltabileceğiniz anlamına gelmektedir.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%

SQL Server 2008 R2 sunucu, tipik olarak eski yazılım ve donanımlar üzerinde çalışacak bir sunucu olacak yapılandırılmıştır. Daha ayrıntılı belirtmek gerekirse işletim sistemi olarak Windows Server 2008 R2 Datacenter 64-bit ve Veri ve Günlük dosyaları için ayrı ayrı, RAID 10 olarak iki fiziksel birim şeklinde yapılandırılmış toplam 8 Dell 10K SAS (Dell parça numarası ST1200MM0099) sürücü kullandık.

SQL Server 2017 sunucu, modern biri sunucu olarak yapılandırılmıştır. Daha ayrıntılı belirtmek gerekirse işletim sistemi olarak Windows Server 2019 R2 Datacenter 64-bit ve Veri ve Günlük dosyaları için ayrı ayrı, RAID 10 olarak iki fiziksel bölüm şeklinde yapılandırılmış toplam 8 Kingston Technology SEDC500M960G sürücü kullandık.

Her iki sunucu da Windows Hyper-V ile yapılandırıldı. SQL Server 2008 R2 sisteminde sanal makine için 16 vCore ve 128 GB RAM bulunuyordu. SQL Server 2017 sistem, sanal makine için 128GB RAM'li 8 vCore ve 4 vCore ile test edildi.

Sorun: SQL Server 2008 Desteğın Sonu

SQL Server 2008, en yaygın biçimde kullanılan SQL Server veri tabanı sürümlerinden biriydi. Bu da Microsoft'un Temmuz 2019 tarihinde artık destek vermeyeceğini açıklamasının (Desteğın Sonu - End of Support - EOS) birçok müşteri açısından kritik bir dönüm noktası olmasını sağlamaktadır. Yasal gereksinimler ya da müşteri tercihleri nedeniyle tesislerde kalacak veri tabanı iş yükleri için SQL Server ve Windows Server'ın³ desteklenen sürümlerine geçişi içeren uygun maliyetli bir çözüm gerekmektedir. Microsoft, SQL Server ve Windows Server için lisans kararlarının daha karmaşık hale getiren ve kötü lisans kararlarının daha pahalı hale gelmesine neden olan çekirdek (core) başına lisanslama modeline geçti.

Birçok müşteri SQL Server 2008 iş yüklerinin şu anda çalıştığı 2008 çağının donanımlarını eninde sonunda kullanmayı bırakacak ve taşıdıkları iş yüklerini hangi yeni donanımlarda çalıştıracaklarına karar vermek zorunda kalacaktır. Bu açıdan birçok seçenek bulunmaktadır: fiziksel sunucular, sanal iş yüklerini barındıran sunucular, özel bulut sistemleri; hiper bütünleşik (hyperconverged) ya da bölünmüş (disaggregated) mimariler; geleneksel SAN ya da DAS veri saklama ya da yeni yazılım tanımlı veri saklama çözümleri.

Microsoft'un yazılım lisanslama modelinde son yıllarda yaptığı değişiklikler, lisanslama seçeneklerini daha karmaşık hale getirdi ve yazılım lisansı maliyetlerini, yazılım maliyetinin sistemin toplam maliyetinin önemli bir bölümünü oluşturacak şekilde artırdı. Lisanslama kararını iyi bir şekilde vermezseniz, size pahalıya mal olacak bir yanlış yapma riskiyle karşı karşıya kalırsınız. Yeterince bilgi sahibi olduktan sonra yapılan tercihler, burada göstereceğimiz gibi yazılım lisans maliyetini en aza indirebilir.

Bu bilgilendirme belgesi, Kingston Technology'nin Data Center DC500 Enterprise Katı Hal Sürücülerini (SSD) kullanmanın toplam sermaye ve lisans maliyetlerinizi nasıl %39 oranında azaltabileceğinizi göstermektedir.

Bu bilgilendirme belgesi ve performans kıyaslaması projesi belgesi, SQL Server 2008 Desteğın Sonu durumuyla baş etmesi gereken müşterilerin karşı karşıya kaldığı sorunlara uygun maliyetli bir çözüm sunmak için donanım sistem mimarisi ve yazılımdaki yakın zamanda ortaya konan gelişmeleri kullanmanın avantajlarını niceliksel olarak belirleyecektir.

³ Windows Server 2008 ve Windows Server 2008 R2 için Desteğın Sonu da Ocak 2020 tarihinde geliyor. Bkz. "Window Server 2008 and 2008 R2 End of Support," <<https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-2008>>

Çözüm: HDD sürücülerini Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise Katı Hal Sürücülerini (SSD) ile değiştirin ve SQL Server 2017'ye geçiş yapın

İşletmelerin 24/7 çalışma ve güvenilirlik taleplerini karşılayan Kingston Enterprise SSD'ler, performans kestirilebilirliği ile zorlu testlere dayanan güvenilirliği bir araya getiren performanslı veri saklama olanağı sunmaktadır. Kingston DC500 Serisi SSD'ler, veri merkezlerinin kendi iş yüklerine göre en uygun maliyetli SSD'yi seçmesini sağlayan özellikler sunmaktadır. İşletmeler, ürünlerini, çözümlerini ve hizmet seviyesi gereksinimlerini (SLA - Service Level Agreements) sunarken, sonuçlara ihtiyaç duymaktadır. Kingston DC500 Serisi SSD'ler, bu beklentileri karşılayacak şekilde tasarlanmıştır.

Microsoft SQL Server 2017

SQL Server 2017 online işlem gerçekleştirme (OLTP - Online Transaction Processing) veri tabanlarına hafıza içi performans sağlayan bir veri platformunda, görev açısından kritik iş yükleri gereksinimleriniz için güvenilirlik, güvenlik ve basit yönetim sağlamaktadır.

SQL Server ekibi, SQL Server 2008 R2'den bu yana çalışarak 2017 sürümünde 100'den fazla önemli yeni özellik sağladı.

WHAT'S NEW IN SQL SERVER 2017 SINCE 2008 R2			
OLTP Performance	Security	Business Intelligence	Hybrid Cloud
- Real-time operational analytics with in-memory OLTP or on disk - In-memory for more applications - Unparalleled scalability with Windows Server 2016, with 12TB memory and Windows Server 2016 max cores - Enhanced AlwaysOn, with 8 secondaries and Replica Wizard - Multiple node failure clustering (3 synchronous, up to 8 replicas) - In memory OLTP - Buffer Pool Extension to SSDs - Enhanced query processing - Resource Governor adds IO governance - SysPrep as cluster level - Predictable performance with tiering of compute, network and story with Windows Server 2016 - Delayed Durability - Clustered Shared Volume support, VHDX support (Windows Server 2016 R2) - Manage on-premises and cloud apps (System Center 2012 R2) - Query optimization enhancements - Recovery Advisor - Windows Server Core - Live Migration - Online operations enhancements - Query Store - Temporal support	- SQL Server Data Tools - Local DB runtime (Express) - Data-tier application component project template - Data-Tier Application Framework (DAC Fx) - Interoperability support (ADO.NET, ODBC, JDBC, PDO, ADO APIs and .NET C/C++ - Java, Linux and PHP platforms) - Enhanced support for ANSI SQL standards - Transact-SQL Static Code Analysis tools - Transact-SQL code snippets - Intellisense - FileTable build on FILESTREAM - Remote Blob Storage with SharePoint 2010 - Statistical Semantic Search - Spatial features, Full Globe and arcs - Large user-defined data types - Distributed Replay - Contained Database Authentication - System Center Management Pack for SQL Server 2012 - Windows PowerShell 2.0 support - Multi-server Management with SQL Server Utility Control Point - Data Tier Application Component - Automatic Plan Correction	- Transparent Data Encryption - Always Encrypted - Enhanced separation of duty - Row-level security - Dynamic data masking - Enhanced separation of duties - Default schema for groups - SQL Server Audit - SQL Server fine-grained auditing	- Enhanced connectors, new transformations, object-level security, rugged hierarchies** - Graph data support - Mobile BI - Enhanced SSIS - Enterprise-grade Analysis Services - Advanced tabular models - In-memory analytics - Enhanced multidimensional models - JSON support - Enhanced DQS - Enhanced MDX - Modern Reporting Services - Temporal tables - Advanced data mining - Create mobile reports using the SQL Server Mobile Report Publisher - Consume with Power BI mobile apps - Azure HDInsight Service - Power BI - Power Map for Excel - Map up data from different sources, such as Oracle & Hadoop - HA for StreamInsight, complex event processing - SQL Server Data Tools support for BI - Change Data Capture for Oracle - Import PowerView models into Analysis Services
	Data Warehousing	Advanced Analytics	Platform
	- Adaptive Query Processing - Operational analytics - In-memory ColumnStore - Deployment rights for APS - Enhanced In-memory ColumnStore for DW - Polylbase for simple T-SQL to query structured and unstructured data - Enhanced database caching - Up to 15,000 partitions - Analytics Platform System	- Enhanced productivity and performance - Power View - Configurable reporting alerts - Reporting as SharePoint Shared Service - Build organization knowledge base - Connect to 3rd party data cleansing providers - Master Data Hub - Master Data Services Add-in for Excel - Graphical tools in SSIS - Extensible object model - SSIS as a Server - Broader data integration with more sources: DB vendors, cloud, Hadoop - Pipeline improvements	- Stretch database - Partitioning for efficient data loading - Hybrid scenarios with SSIS - Enhanced backup to Azure - Easy migration to the cloud - Simplified cloud DR with AlwaysOn replicas - Simplified backup to Azure - Support for backup of previous versions of SQL Server to Azure - Cloud back-up encryption support - Simplified cloud Disaster Recovery with AlwaysOn replicas in Azure VMs - New Azure Deployment UI for SQL Server - Larger SQL Server VMs and memory sizes available in Azure - SQL Server Data Tools - Snapshot backups to Azure via SQL Server Management Studio

Şekil 1 - SQL Server'a SQL Server 2008 R2'den bu yana eklenen yeni özellikler

SQL Server 2017'de yer alan önemli OLTP işleme özellikleri arasında bunlar gösterilebilir:

- Performans:** SQL Server'un entegre hafıza içi araç seti, izole özelliklerin çok ötesine geçmekte ve çok çeşitli senaryolarda performansın önemli ölçüde geliştirilmesi için destek sağlamaktadır.
- Güvenlik ve uyum:** SQL Server geliştikçe Always Encrypted ve Row-Level Security gibi yeni özellikleriyle hem beklemede hem de çalışırken verilerin korunmasını sağlayan yeni özellikler eklendi.
- Uygunluk:** Sağlam ve güvenilir performansı ile tanınan SQL Server, daha iyi yük dengeleme ve esnek ve etkili yedeklemeler için yeni özellikler dahil olmak üzere AlwaysOn'a önemli yeni geliştirmeler eklemektedir.
- Ölçeklenebilirlik:** İşlem, saklama ve ağ özelliklerindeki yeni gelişmeler, görev açısından kritik SQL Server iş yükleri üzerinde doğrudan etki sağlayacaktır.

- **Bulut hizmetleri:** SQL Server ve Microsoft Azure'nin yeni araçları, bulut ölçeğine gelmeyi; patching (yamalama), yedekleme ve felaketten kurtulma çözümlerini oluşturmayı; ve her yerde, yani tesislerde, özel ya da açık bulut sisteminde kaynaklara erişmeyi daha da kolay hale getirmektedir.

Bu testlerde, hafıza içi OLTP yeteneklerinden yararlanmak yerine varsayılan disk tabanlı tabloların kullanılmasına odaklanıldı. Bunun nedeni amacımızın, SQL Server 2017'yi Kingston Technology'nin DC500M sürücülerini ile kullanmanın, veri tabanında basit bir yükseltme dışında hiçbir değişiklik yapmadan modern donanımlar üzerinde çalışarak SQL Server 2008 iş yüklerini nasıl konsolide edebileceğini göstermek olmasıdır.

Windows Server 2019 Datacenter

Windows Server 2019, yeni güvenlik katmanları ve işinize güç katan uygulamalar ve altyapı için Microsoft Azure'den ilham alan yenilikler sunan, buluta hazır bir işletim sistemidir. Veri saklama açısından bakıldığında Windows Server 2019'da yazılım tanımlı veri saklamanın yanı sıra geleneksel dosya sunucuları için yeni özellikler ve geliştirmeler yer almaktadır.

Kingston Data Center DC500 Serisi SSD'ler

Kingston Data Center DC500 (DC500R / DC500M) Serisi katı hal sürücülerini, Okuma Odaklı ve Karışık Kullanımlı sunucu iş yükleri için tasarlanan, en yeni 3D TLC NAND'ın kullanıldığı, yüksek performanslı 6Gbps SATA SSD'lerdir. Kestirilebilir rastgele I/O performansını ve çok geniş aralıktaki okuma iş yüklerinde kestirilebilir düşük gecikme sürelerini sağlamak için Kingston'ın katı QoS gereksinimlerini karşılamaktadırlar. Yapay Zeka, makine öğrenmesi, büyük veri analizi, bulut bilişim, yazılım tanımlı veri salama, operasyonel veri tabanları (ODB), veri tabanı uygulamaları ve veri depolama sistemlerinde verimi artırabilmektedirler. 480GB, 960GB, 1.92TB, 3.84TB kapasitelerde sunulmaktadır

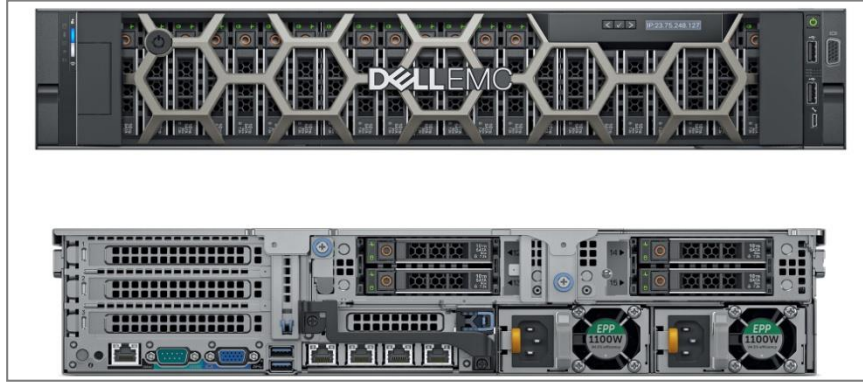


Şekil 2 - Kingston Data Center DC500M - katı hal sürücüsü (SSD) - 960 GB - SATA 6Gb/s

Donanım

Bu testte iki Dell PowerEdge R740XD sunucu kullandık. Bunlardan biri Dell 10.000 RPM SAS 1.2 TB sabit disk sürücüler kullanarak Windows Server 2008 R2 üzerinde çalışan SQL Server 2008 R2'nin performansını ölçmek için kullanıldı. Bu, hala SQL Server 2008 R2'nin kullanıldığı tipik bir sunucu olarak düşünüldü. İkinci sunucu DC500M 960GB katı hal sürücülerinin kullanıldığı Windows Server 2019 üzerinde çalışan SQL Server 2017'nin performansını ölçmek için kullanıldı.

Her sunucuda toplam 40 sanal çekirdek (vCore) sağlayan iki Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400 işlemci kullanıldı.



Şekil 3 - PowerEdge R740xd Rack Sunucu

Her sunucuda toplam 768GB RAM kapasitesi sunan 24 Kingston Server Premier KTD-PE426/32G RAM modülü yer aldı.



Şekil 4 - Kingston Server Premier - DDR4 - 32 GB - DIMM 288-pin – Kayıtlı bellek modülü

SQL Server 2008 R2 sunucusunda 8 Dell 1.2 TB - SAS 12Gb/s sabit disk sürücü kullandık.



Şekil 5 - Dell 1,2 TB - SAS 12Gb/s sabit disk sürücü

Sürücülerin dört tanesi, SQL Server veri dosyaları için kullanılan mantıksal birim olarak, 8GB NV önbellekli PERC H740P RAID Denetleyici kullanılarak RAID 10 şeklinde 64K şerit ve 64k ayırma birimi sığasına sahip olacak şekilde yapılandırıldı. Diğer dört sürücü de SQL Server günlük dosyaları için kullanılan mantıksal birim olarak yine RAID 10 şeklinde 64K şerit ve 8k ayırma birimi sığasına sahip olacak şekilde yapılandırıldı. RAID denetleyicisinin Read Ahead (İleri Okuma), Write Through (İçe Yazma) önbelleğini kullandık.

Yazılım

Her yalın donanımlı sunucuda, Hyper-V rolüne sahip Windows Server 2019 Datacenter (10.0, Build 17763) çalıştırıldı. Eklenen veri saklama birimleri için Windows Storage Spaces'i kullanmayı düşündük. Ancak Storage Spaces, Windows Server 2008 R2 Datacenter'da bulunmadığından diskleri RAID denetleyiciyi kullanarak yapılandırmayı tercih ettik.

Her sunucu, her biri 16 vCore ve 128GB RAM içeren iki sanal makine olarak yapılandırıldı. Bir görüntüyü, test sunucusuna işlemler gönderen HammerDB programının çalıştırılması için test sürücüsü VM olarak kullandık.

SQL Server 2017 iş yüklerini, başlangıçta konuk işletim sistemi olarak Windows Server 2019'ın yer aldığı, SQL Server 2017 Developer Edition çalıştıran ve 16 vCore içeren bir Hyper-V sanal makinede çalıştırdık. SQL Server 2008 R2 iş yüklerini, konuk işletim sistemi olarak Windows Server 2008 R2'nin yer aldığı, SQL Server 2009 R2 Developer Edition çalıştıran ve 16 vCore içeren Hyper-V sanal makinelerde çalıştırdık.

Disk düzeni aşağıdakileri içeriyordu:

Sürücü	Boyut GB	Amaç	Notlar	SQL Server dosyalarının kullandığı toplam boyut (GB)
C:	129	OS	SQL Server her VM'ye sysprep kullanılarak yüklendi	
D:	282	Veri	64k'da biçimlendirme	TPCC Verileri (193), TempDB Verileri (16)
L:	400	Günlük	8k'da biçimlendirme	TPCC Günlüğü (20), TempDB Günlüğü (0.5)

Şekil 6 - 157 GB veri tabanı için 2000 veri ambarı ile TPC-C çalıştıran SQL Server VM'lerinin disk düzeni

Yük Oluşturma ve HammerDB Kurulumu

2000 veri ambarı için TPC-C benzeri işlemsel iş yükü oluşturmak için HammerDB aracı kullanıldı. [HammerDB](#), veri tabanı performans kıyaslaması için yaygın biçimde kullanılmaktadır ve topluluk tarafından kontrol edilen bir tür endüstri standardıdır. TPC-C, OLTP iş yükleri için Transaction Process Performance Council (TPC) tarafından yayımlanan performans kıyaslamasıdır. TPC-C spesifikasyonlarına uyum, testlerin güvenilirliğini ve tutarlılığını sağlamaktadır.

Test çalıştırması için DB Best müşterilerinden toplanan veriyi temel alan orta büyüklükteki OLTP veri tabanını temsil eden 157GB'lık bir veri tabanı kullandık. Aşağıda SQL Server Management Studio **Disk Usage by Top Tables** raporu tarafından bildirilen şekilde her bir tablo için boyutlar gösterilmektedir.

This report provides detailed data on the utilization of disk space by top 1000 tables within the Database. The report does not provide data for memory optimized tables.

Table Name	# Records	Reserved (KB)	Data (KB)	Indexes (KB)	Unused (KB)
dbo.stock	200,000,000	64,134,928	64,000,000	134,896	32
dbo.customer	60,000,000	53,378,304	43,636,368	9,741,808	128
dbo.order_line	599,962,513	39,434,768	39,341,808	92,888	72
dbo.history	60,000,000	3,605,944	3,605,184	184	576
dbo.orders	60,000,000	3,093,584	1,959,184	1,134,272	128
dbo.new_order	18,000,000	321,544	320,720	736	88
dbo.district	20,000	321,016	160,000	160,952	64
dbo.warehouse	2,000	32,272	16,000	16,096	176
dbo.item	100,000	9,544	9,416	32	96

Şekil 7 - Bir TPCC 2000 veri ambarı veri tabanı için her tablonun boyutu

Fibonacci serisi 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 ve 89'u kullanarak 10 sanal kullanıcı grubu çalıştırmayı tercih ettik

SQL Server Kurulumu

Sanal makinelerdeki SQL Server 2017 Standard Edition, aşağıdaki tabloda gösterilen şekilde yapılandırıldı.

Parametre adı	Minimum	Maksimum	Yapılandırma Değeri	Çalıştırma Değeri
paralellik için maliyet eşiği	-	32.767	50	50
imleç eşiği	(1)	2.147.483.647	(1)	(1)
varsayılan izleme etkin	-	1	1	1
maks. paralellik derecesi	-	32.767	1	1
maks. sunucu belleği (MB)	128	2.147.483.647	104.857	104.857
ağ paketi boyutu (B)	512	32.767	4.096	4.096
sorgu bekleme/beklemeleri	(1)	2.147.483.647	(1)	(1)

Şekil 8 - OLTP iş yükleri için optimize edilen SQL Server yapılandırması

Test sonuçları, HammerDB sürücüsü VM'ye yazıldı ve daha sonra sonuçların analiz edilmesi için Power BI'ya yüklendi.

Performans Kıyaslaması Test Senaryoları

Performans Kıyaslaması Mantığı

TPC-C performans kıyaslaması, 1992 yılından bu yana kullanılmaktadır ve resmi tanımı tpc.org⁴ adresinde yer almaktadır. Farklı sunucu yapılandırmalarının potansiyel performansının daha iyi anlaşılması için SQL Server ve sunucu donanımının gerçek testinin yapılmasını sağlamaktadır. DB Best, müşterilerinin yeni ortamlara geçişini daha iyi planlamasına yardımcı olmak için tesislerde ya da farklı bulutlarda çalışan farklı boyutlardaki VM'leri değerlendirmek için bu performans kıyaslamasını kullanmaktadır.

HammerDB, SQL Server, Oracle Database, IBM DB2, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Redis ve Amazon Redshift'i destekleyen ücretsiz bir açık kaynak performans kıyaslaması uygulamasıdır. OLTP için TPC-C performans kıyaslaması ve veri ambarı analiz iş yükleri için TPC-H performans kıyaslamasının çalıştırılmasını desteklemektedir. HammerDB'nin kaynak kodu [TPC](https://github.com/HammerDB/hammerdb) tarafından barındırılan [GitHub](https://github.com/HammerDB/hammerdb)'da bulunmaktadır. Bu sayede veri tabanı sağlayıcıları performans kıyaslamasının kendilerine ait sürümlerini ekleyebilmektedir.

HammerDB⁵, veri tabanları, test verisi oluşturmak ve performans kıyaslamalarını çalıştırmak için kodlarla uyarlanabilmektedir. Bu performans kıyaslamasında aynı anda 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 ve 89 kullanıcıyla performans kıyaslaması yapmak için otomatik pilot özelliğini kullandık. Sistemin daha fazla kullanıcıya nasıl tepki verdiğini daha iyi anlamanızı sağladığından Fibonacci dizisini seçtik.

Otomatik pilot özelliği, tüm kullanıcıların işlemleri yapmaya başlamasına ve veri tabanının, veri tabanı sunucusunun belleğine aktarılmasına olanak sağlayan bir hazırlık süresinin tanımlanması için bir yöntem sunmaktadır. Genellikle 100 kullanıcıya kadar başlatma 1 dakika sürmektedir. Test döngüsünü başlatmadan önce yeterince süre sağlamak için 3 dakika hazırlık süresi kullandık.

Test döngüsü için 5 dakika süre kullandık. Performans kıyaslaması bu süre boyunca, tipik düzende giriş programının belirli bir sürede işlemleri yapmasında bekleyebileceğiniz gibi yeni emirler oluşturdu. HammerDB, yeni emirleri işlemek için kullanılan gerçek işlem sayısını ve veri tabanının gerçekleştirmesi gereken gerçek işi göstermek için Dakika Başına Yeni Emir (New Orders Per Minute - NOPM) değerini kaydetti.

HammerDB çalışmanın sonunda, her kullanıcı çalışması için işlem bilgilerinin yer aldığı günlük dosyaları oluşturdu. Ayrıca sonuçların CPU, disk, ağ ve belleğin performansı ile ilişkilendirmeye yardımcı olması için temel performans saygılarını ve diğer sistem bilgilerini de topladık.

⁴Tüm TPC spesifikasyonlarına bu adresten ulaşabilirsiniz:

http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

⁵ HammerDB web sitesi - http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

CPU Performansı

CPU performansı için teste başlamadan önce SQL Server'ı kullanarak bir tek iş parçacıklı performans testi⁶ kullandık. Test için kullandığımız Intel Xeon Silver 4114 2.2 GHz CPU, Gold ya da Platinum işlemcilerden daha düşük saat hızına sahiptir⁷.

Bizim çalışmamızda 14.000'e yakın bir değer elde ettik. Daha yeni işlemciler bu testi yaklaşık 7000' yakın değerlerle çalıştırmaktadır. Ancak bu CPU'yu mevcut SQL Server 2008 R2 çalıştırmak için tipik olarak kullanıldığı için seçtik. (14000 değeri 7000 değerinden daha mı iyi daha mı kötü? Burada, belge için değil, kendim için bir açıklamaya ihtiyacım var)

TPC-C performans kıyaslaması hızlı CPU'larda daha iyi değerler vermektedir. Dolayısıyla SQL Server 2017'de modern bir CPU kullanmak, gerekli vCore sayısının azaltılmasına da yardımcı olacaktır. Ancak sonuçlar üzerinde en büyük etki, disk sürücüsünün performansdır.

Disk Performansı

Windows platformunda disk performansını anlamak için ilk olarak Microsoft⁸ tarafından geliştirilen Diskspd adlı açık kaynaklı programı kullandık. Linux platformlarında FIO'yu kullandık. Diskspd'yi çalıştırırken uygulamanın SQL Server işlemlerinde kullanılan I/O düzenine uyacak şekilde nasıl kullanılacağıyla ilgili SQL Server MVP Glen Berry'nin sağladığı bilgileri kullandık⁹. Komut satırı aşağıdaki gibiydi:

```
diskspd -b8K -d30 -o4 -t8 -h -r -w25 -L -Z1G -c20G T:\iotest.dat > DiskSpeedResults.txt
```

Her ikisi de RAID 10 kullanılarak dört sürücü şeklinde yapılandırılan HDD üzerinde SQL Server 2008 R2 ve DC500M üzerinde SQL Server 2017 için kullanılan veri dosyası birimlerinde Diskspd'in çalıştırılması sonucu elde edilen bilgiler burada verilmektedir.

⁶ SQL Server için tek iş parçacıklı performans testi kaynak kodu bu adreste yer almaktadır:

<https://www.hammerdb.com/blog/uncategorized/hammerdb-best-practice-for-sql-server-performance-and-scalability/>

⁷ Intel Xeon işlemcilerin tam listesi ve işlemcilerin spesifikasyonları bu adreste yer almaktadır:

<https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/125191/intel-xeon-scalable-processors.html>

⁸ Windows Diskspd için GitHub veri havuzu bu adreste bulunmaktadır: <https://github.com/Microsoft/diskspd>

⁹ Veri Saklama Alt Sistemlerinizi Test Etmek için Microsoft DiskSpd'in Kullanılması bu adreste bulunmaktadır: <https://sqlperformance.com/2015/08/io-subsystem/diskspd-test-storage>

SQL Server 2008 R2 veri dosyaları için kullanılan HDD disk biriminin sonuçları aşağıda verilmektedir.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	459390976	56078	14.60	1869.31	17.119	23.801
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	344678400	42075	10.96	1402.53	20.563	21.940
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	114712576	14003	3.65	466.78	6.772	26.069
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.290	0.259	0.259			
25th	8.306	0.722	5.497			
50th	14.220	2.336	10.825			
75th	25.396	6.475	21.006			
90th	42.511	11.673	37.731			
95th	56.386	15.962	51.870			
99th	94.808	73.804	93.303			

Şekil 9 - SQL Server 2008 R2 için kullanılan HDD'nin veri sürücüsü Diskspd sonuçları

Bunu, Kingston Technology DC500M sürücülerin kullanıldığı veri birimlerinin sonuçlarıyla kıyaslayın.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	24128364544	2945357	767.02	98178.97	0.325	0.252
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	18084192256	2207543	574.88	73585.07	0.334	0.262
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	6044172288	737814	192.14	24593.90	0.297	0.219
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.074	0.063	0.063			
25th	0.211	0.199	0.208			
50th	0.281	0.257	0.274			
75th	0.377	0.333	0.365			
90th	0.524	0.464	0.512			
95th	0.629	0.570	0.612			
99th	1.384	0.868	1.272			

Şekil 10 - SQL Server 2017 R2 için kullanılan DC500M'nin veri sürücüsü Diskspd sonuçları

Müşterilerimizin veri tabanı yükseltme uygulamalarında eski sürücülerin SQL Server ile bu şekilde yanlış biçimde eşleştirildiğini sık sık görüyoruz.

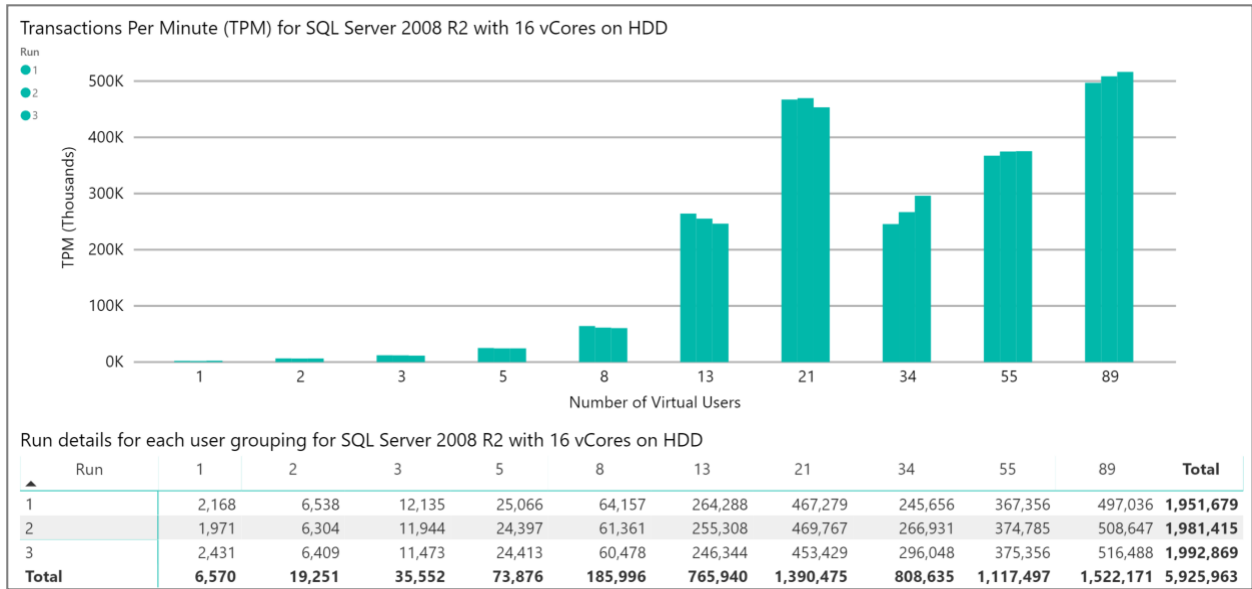
Performans deęerleri

Gerçek test çalışmalarında, işletim sistemi ve SQL Server performansı sayaçlarını¹⁰ almak için Windows'un typeperf komutunu kullanarak performansı izledik.

Test Sonuçları

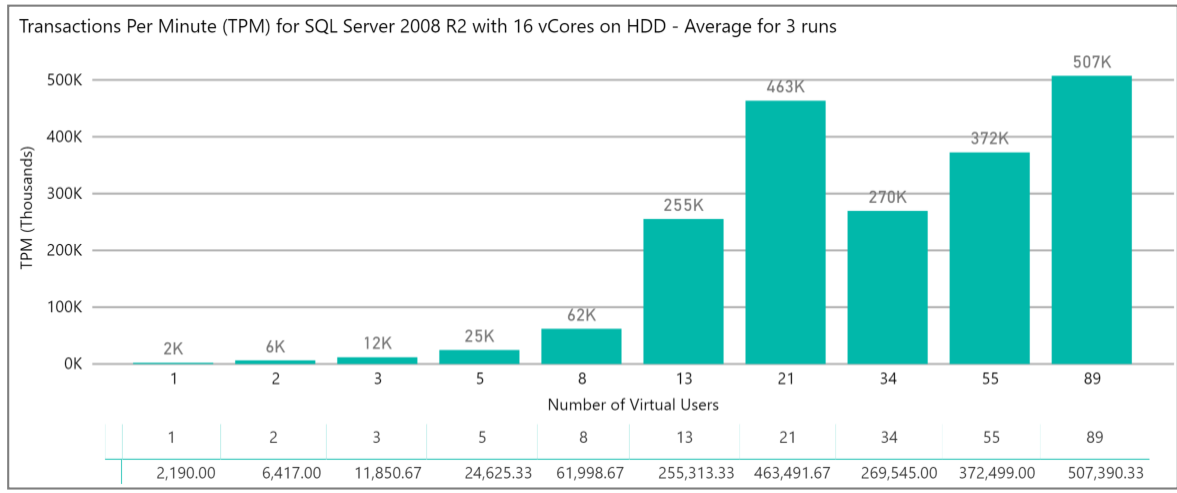
Test çalışmalarının her biri için üç çalışma gerçekleştirdik ve daha sonra sonuçları raporlamak için performansların ortalamasını aldık.

Sonuçlar: HDD üzerinde 16 vCore ile SQL Server 2008 R2



Şekil 11 - HDD üzerinde 16 vCore ile SQL Server 2008 R2 sonuçları

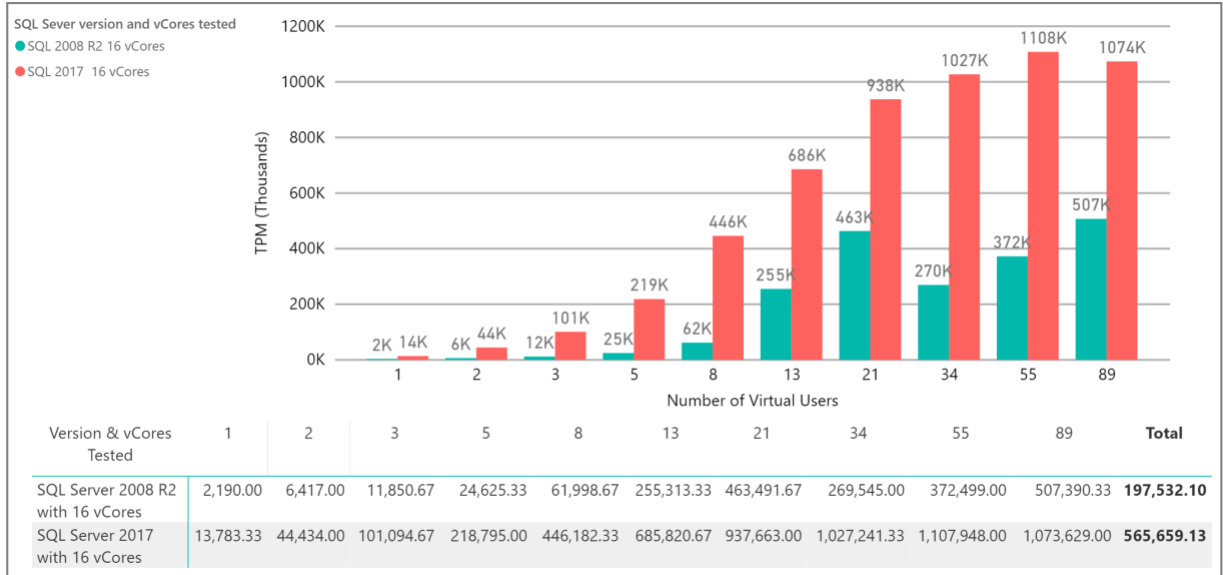
¹⁰ Windows typeperf ile ilgili belge bu adreste bulunmaktadır: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/typeperf>



Şekil 12 - 16 vCore ile SQL Server 2008 R2 - 3 çalışmanın ortalaması

Sonuçlar: DC500M üzerinde 16 vCore ile SQL Server 2017 R2

SQL Server 2017 için öncelikle sistemi, HDD ile çalışan SQL Server 2008 R2'yle nasıl kıyaslanabileceğini görmek için 16 vCore ile test ettik. İki versiyon arasındaki karşılaştırmayı aşağıda bulabilirsiniz.

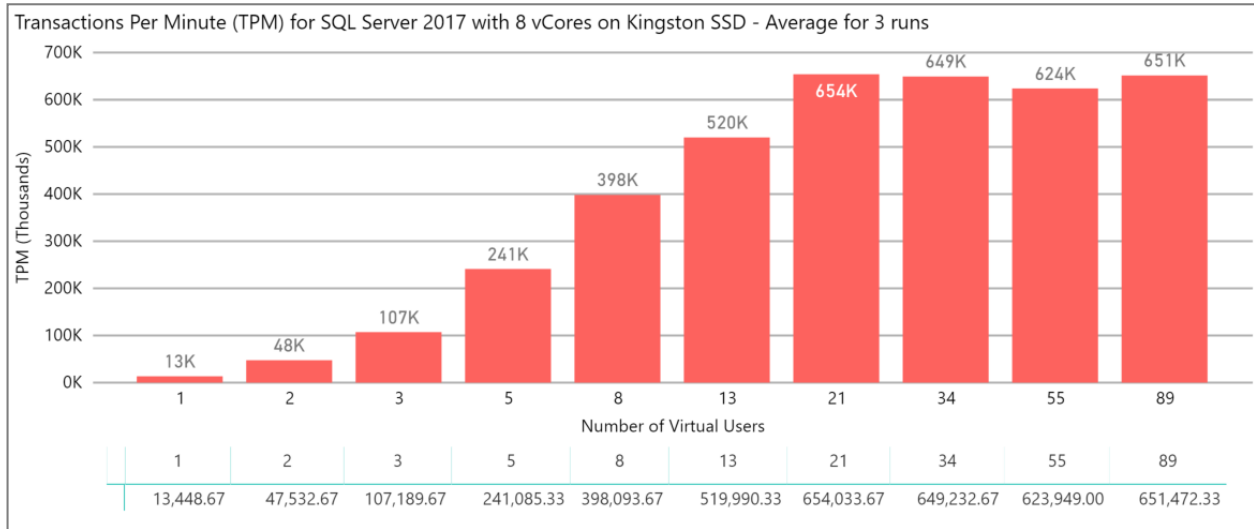
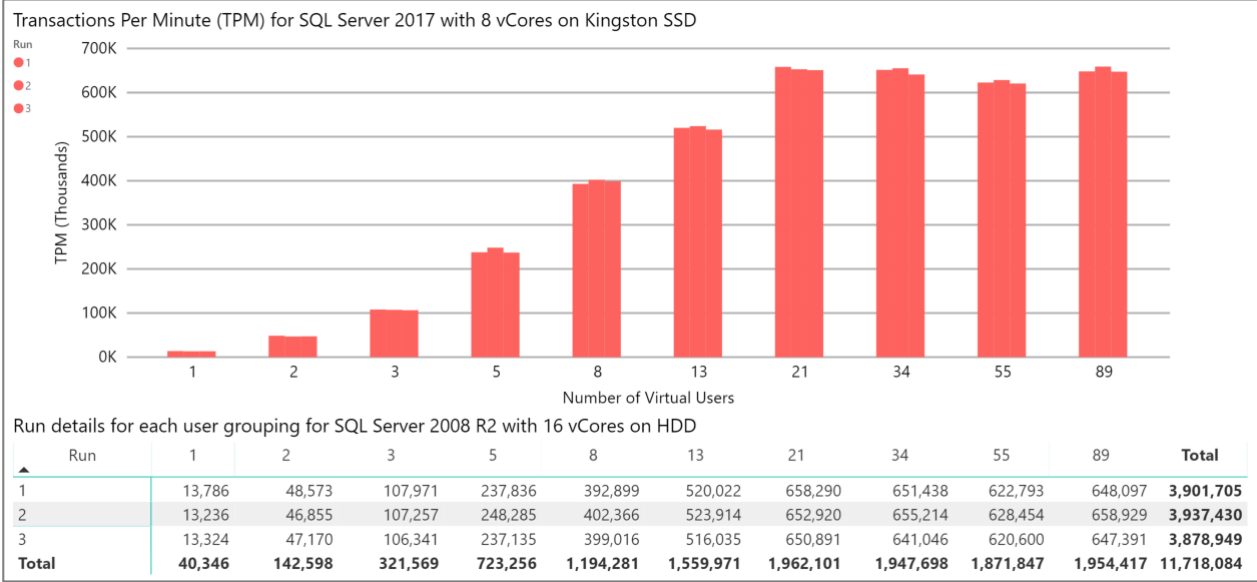


Şekil 13 - 16 vCore ile HDD üzerindeki SQL Server 2008 R2'nin DCM500M sürücülerindeki SQL Server 2017 ile kıyaslanması

Genel performans artışı çok yüksektir. SQL Server 2008 R2 sisteminin kullanıcıları, mevcut performanslarından memnunsalrsa DC500M sürücülerindeki SQL Server 2017'nin performansına hayran olacaklardır. Konsolidasyon ve veri tabanı yükseltme projelerinde, SQL Server'ın son sürümüne geçişte müşterilerin maliyetlerini azaltmanın yollarını ararız. DC500M sürücülerin kullanılması, kurumsal SSD'nin daha düşük gecikme ile daha fazla işlem yapabilmesi yeteneği sayesinde mevcut veri tabanı çözümlerine benzer performans elde etmek için gereken vCore sayısını azaltabilir.

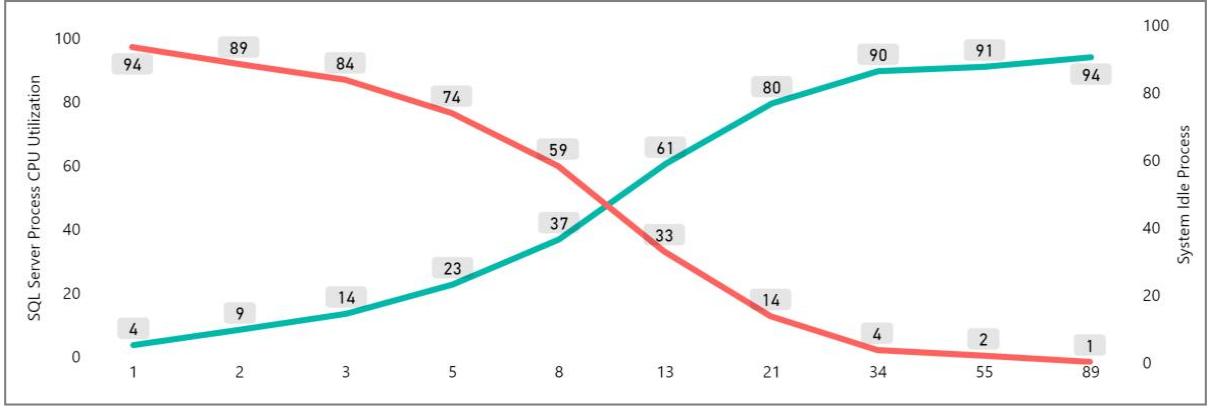
Sonuçlar: DC500M üzerinde 8 vCore ile SQL Server 2017 R2

Bir sonraki çalışmamızda, yalnızca 8 vCore ve aynı 128GB sunucu DRAM'ine sahip bir VM'de performans kıyaslaması yaptık. Daha önceki deneyimlerimize göre belleği 32GB'a indirebilirdik ve benzer sonuçlar alabilirdik.



Bu test çalışması için performans kıyaslaması sırasında kullanılan CPU yüzdesi ile boşa işlem süresini izledik.

Aşağıdaki grafikte, 1 kullanıcı için 94 ile başlayan kırmızı çizgi, sistem boşta işleminin yüzdesini göstermektedir. Yeşil çizgi, SQL Server tarafından kullanılan CPU süresinin yüzdesini göstermektedir.



Şekil 14 - 8 vCore çalıştıran SQL Server 2017'de yüzde cinsinden CPU zamanı ile Boşta zamanının karşılaştırması

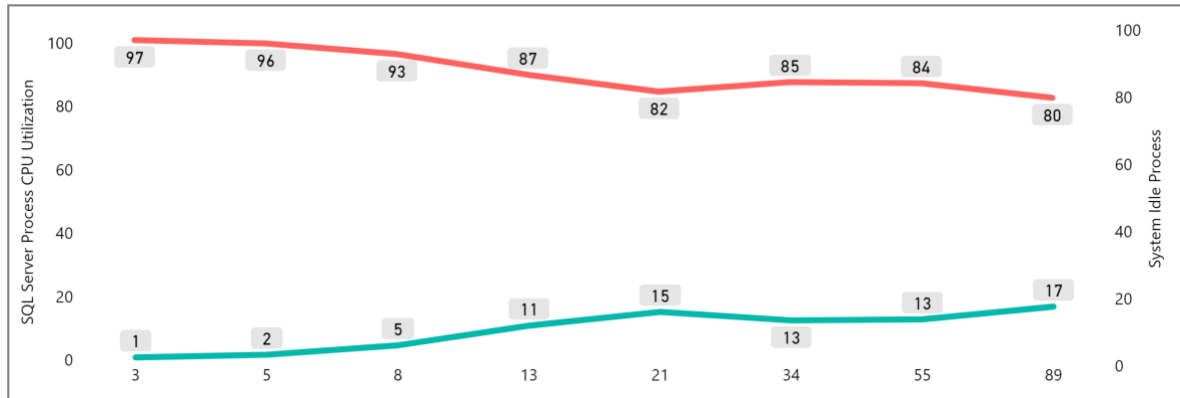
SQL Server, az sayıda kullanıcı olduğunda işlem taleplerini yerine getirmek için çok az CPU'ya ihtiyaç duymaktadır. Sistem boşta işleminin düşük olması, daha çok Kingston DC500M sürücülerinin verimliliğinden kaynaklanmaktadır. Temelde sürücü gerçek anlamda hiçbir işlem yapmamaktadır.

Kullanıcı sayısı arttıkça CPU kullanımı, CPU'nun bir darboğaz yaratmaya başlamasına kadar artmaktadır. Diğer yandan sistem boşta işlemlerinin, saf boşta süresi azaldıkça azalması beklenmektedir. Ancak burada devreye başka bir sistem boşta işlemi girmeye başlamaktadır. Bu, işlem sayısı arttıkça SQL Server'ın verileri bellekten işlem günlük dosyasına yazmak için ihtiyaç duyduğu süredir. Bu aslında olumlu bir durumdur.

Olumlu olmasının nedeni dört RAID 10 sürücünün, yüzde 99 oranda 1,3 ms disk gecikmesi ile 98.000 okuma/yazma IOPS değerine ulaşabiliyor olmasıdır.

89 kullanıcıda sistem 8 vCore, %94 CPU ve yalnızca %1 bekleme süresi ile en optimal verimde çalışmaktadır.

Bunu aşağıda verilen 16 vCore ve HDD kullanılan SQL Server 2008 R2'nin verileri ile karşılaştırın.

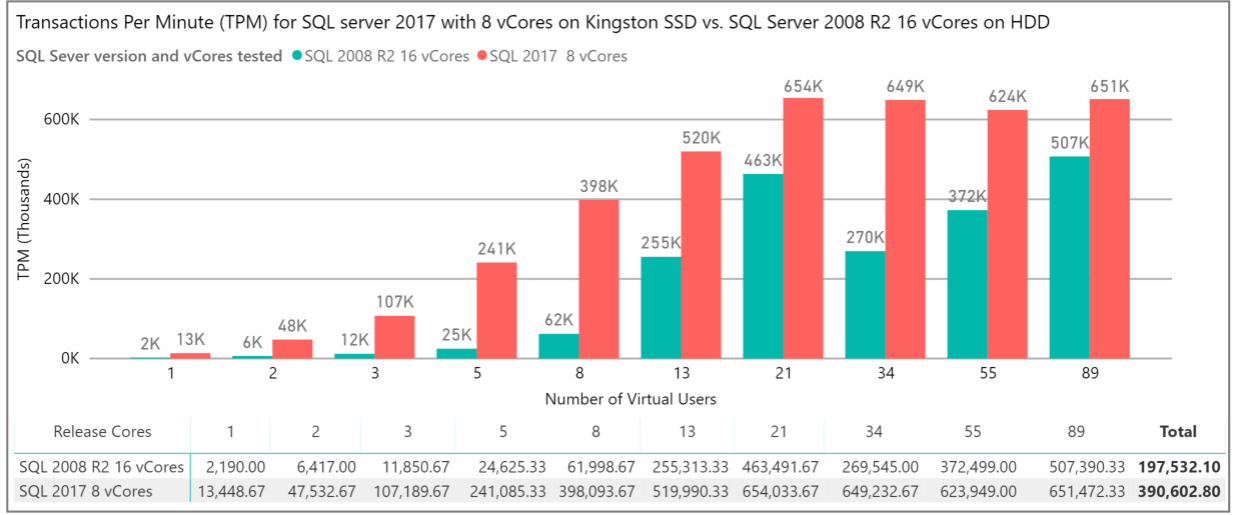


Şekil 15 - 16 vCore çalıştıran SQL Server 2008 R2'de yüzde cinsinden CPU zamanı ile Boşta zamanının karşılaştırması

CPU kullanımının SQL Server 2017'deki çalışmada olduğu gibi artmamasının nedeni, yapılmakta olan diğer boşta işleminin, SQL Server 2008 R2'nin yavaş sürücülerinden verileri okuyarak tampon havuz ön belleğine alması için geçen süre olmasıdır. HammerDB'nin de yüksek hızda işlem veriyor olması nedeniyle SQL Server da ek bekleme süresinin neden olduğu takılmaları ve kilitlemeleri beklemektedir.

HDD sürücülerinde Diskspd'nin verdiği IOPS değeri yaklaşık yalnızca 1900 oldu. Bu değer Kingston DC500M sürücülerden 50 kattan daha yavaştır!

Aşağıda 16 vCore'lu SQL Server 2008 R2 ile yalnızca 8 vCore'lu SQL Server 2017'nin yan yana karşılaştırması verilmektedir.

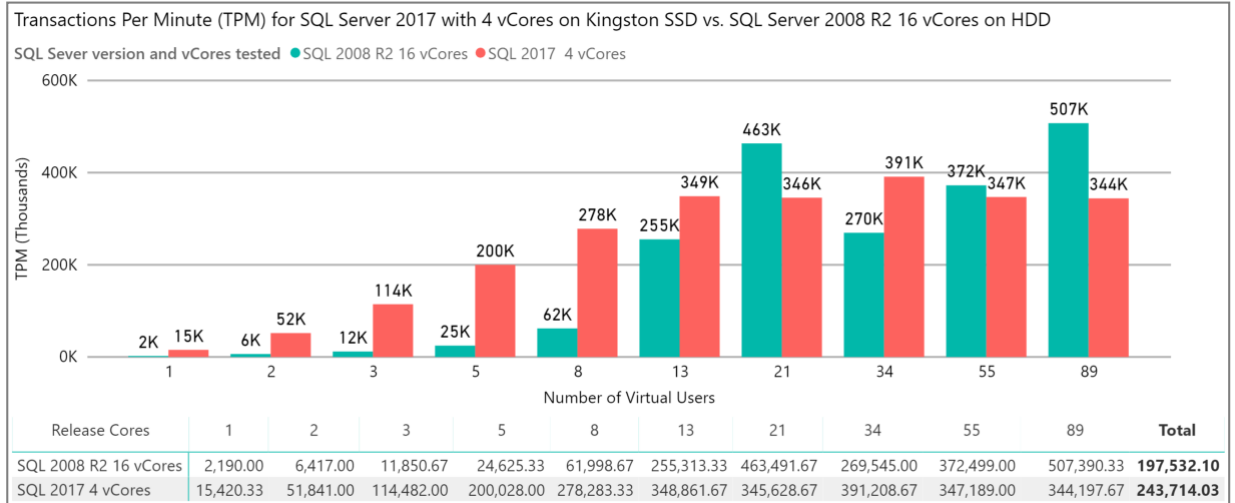


Şekil 16 - 16 vCore'lu SQL Server 2008 R2 ile 8 vCore'lu SQL Server 2017'nin yan yana karşılaştırması

Bu durum SQL Server 2017 için harika bir performans gösteriyor olmasına karşın vCore sayısının azaltılması için hala bir pay bulunuyor.

Sonuçlar: DC500M 4vCore üzerinde SQL Server 2017

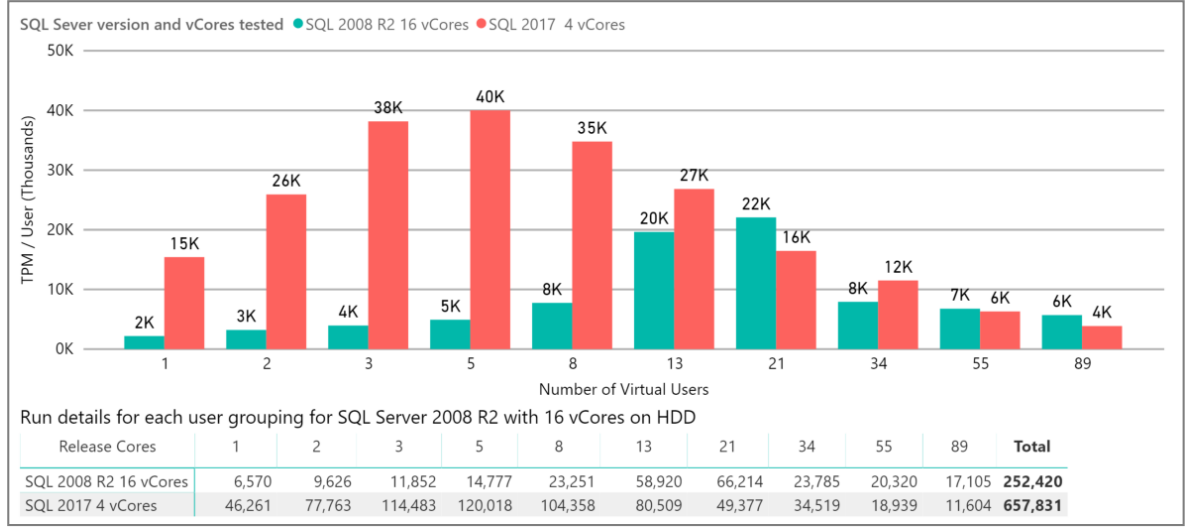
Hızlı Kingston DC500M sürücülerin, SQL Server için gereken çekirdek sayısını nasıl azalttığını daha iyi anlamak için çekirdek sayısını 4 vCore indirdik ve 128 GB RAM kullandık. Aşağıdaki grafikte HDD üzerindeki SQL Server 2008 R2 ile TPM cinsinden karşılaştırma verilmektedir.



Şekil 17 - 16 vCore'lu SQL Server 2008 R2 ile 4 vCore'lu SQL Server 2017'nin yan yana karşılaştırması

Bu grafikte, tüm kullanıcı çalışmalarında ortalama TPM'nin SQL Server 2008 R2 için 197.532 iken yalnızca 4 vCore'lu SQL Server 2017 için 243.714 olduğunu göstermektedir. Temelde 4 vCore ve Kingston DC500M kullanılan SQL Server 2017, 1,2 kat daha hızlıdır.

Kullanıcı açısından bakıldığında aşağıdaki grafik 16 vCore kullanan SQL Server 2018 R2 ile 4 vCore kullanan SQL Server 2017 için her kullanıcı grubunun TPM / Kullanıcı değerlerini göstermektedir.



Şekil 18 - 4 vCore kullanan SQL Server 2017 ile 16 vCore kullanan SQL Server 2008 R2'nin TPM/Kullanıcı değerinin karşılaştırması

TPM/Kullanıcı açısından 16 vCore ve HDD kullanılan SQL Server 2008 R2'deki bir kullanıcı 2190 TPM elde edebilmiştir. 89 kullanıcıda, SQL Server 2008 R2 5702 TPM / Kullanıcı değerine ulaşsa da yalnızca 4 vCore ve Kingston DC500M sürücünün kullanıldığı SQL Server 2017, 3868 TPM / Kullanıcı değerini korudu. Kullanıcıların bakış açısından, SQL Server 2017, SQL Server 2008 R2'den hala neredeyse 1,8 kat daha hızlı görünecektir.

Sonuçlar

İş yükü konsolidasyonu, giderek artan iş yükü sayısını desteklemek için modern ana sunucuların artan gücünü kullanarak IT kuruluşlarının yanı sıra bulut ve barındırma sağlayıcılarının verimliliğini artırmaktadır. İş yükü yoğunluğunun, yani bir ana sunucuda çalışan iş yükü sayısının artması, belirli bir sayıda iş yükünü çalıştırmak için gereken sunucu sayısını azaltarak konsolidasyon ekonomisi sağlamaktadır.

Kingston'ın SSD'ler (DC500M) ve sunucu belleği (Server Premier) ürünlerinden oluşan yüksek performanslı veri merkezi veri saklama cihazları ve bellek çözümleri, hem iş yükü verimliliğini artıran hem de toplam sahip olma maliyetini azaltırken işletmenin karlılığını artıran performans-başına-maliyet değeri sağlamaktadır.

İhtiyaç duyulan ana sunucu sayısını azalttığınızda hem donanım hem de yazılım lisansı maliyetlerini azaltırsınız. Yazılım lisansı maliyetleri, bu test sırasında kullanılan ana sunucu yapılandırmalarının perakende maliyetini veren [Ek A – Test Sistemleri için Malzeme Listesi'nde \(Bill of Materials\)](#) gösterildiği gibi olası tasarrufların değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir husustur.

Yazılım lisansı maliyeti toplam sistem maliyetinde önemli bir paya sahiptir. Özellikle SQL Server Standard Edition'ın çekirden başına lisans maliyeti, 16 vCore için toplam sistem maliyetinin %113'üne karşılık gelmektedir.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%
Percentage of the SQL Server license costs compared to the hardware and OS			28%	56%	113%

Şekil 19 - Maliyetlerin genel karşılaştırması ve DC500M sürücüler sayesinde vCore sayısının düşürülmesinin maliyetleri nasıl önemli ölçüde azaltabileceği

Daha az çekirdekle daha yüksek iş yükü konsolidasyonu, daha az sayıda çekirdek başına lisansa ihtiyaç duymanızı ve önemli ölçüde tasarruf elde etmenizi sağlar.

Sıfıra yakın I/O gecikmeli yüksek CPU kullanımı, SSD'nin performansının, maksimum kullanıcı sayısında bile CPU'ların meşgul olmasını sağlayacak kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

Sonraki Adımlar

Microsoft SQL Server 2008 iş yüklerinizi SQL Server 2017'ye geçirirken Data Center DC500 (DC500R / DC500M) Enterprise Katı Hal Sürücülerinin (SSD), iş gereksinimlerinizi nasıl optimize edebileceğini, iş yükü verimliliğinizi nasıl artırabileceğinizi ve toplam sahip olma maliyetinizi nasıl azaltabileceğinizi öğrenmek için Kingston Technology ile görüşün.

Kingston DC500 Enterprise SSD'ler hakkında daha fazla bilgi almak için

<https://www.kingston.com/us/ssd/dc500-data-center-solid-state-drive> adresini ziyaret edin. Aynı zamanda <https://www.kingston.com/us/support/technical/emailcustomerservice> adresindeki Canlı Sohbet'i de kullanabilirsiniz.

DB Best ile ortamınızı değerlendirin

Hiçbir müşterimizin ana sunucu yapılandırması ve iş yükünün test ortamımızla aynı olmayacağını ve bu farkların bu çözümlerin etkisinin farklı olmasına neden olabileceğini bekliyoruz. Test ortamımızdaki varsayımların ve tercihlerin makul ve temsil edici yapıda olduğuna inanıyor olmamıza ve elde ettiğimiz sonuçlar zorlu testleri yansıttığına inanıyor olmamıza karşın, bu çözümlerin uygunluğunu değerlendirmek isteyen tüm müşterilerin DB Best ile iletişim kurarak kendi özgün ortamlarının değerlendirilmesini sağlamalarını öneriyoruz:

Bize web'den ulaşın: <https://www.dbbest.com/company/contact-us/>

Ya da Dmitry Balin, Dmitry@dbbest.com, ya da bu belgenin yazarlarından herhangi biri ile görüşün.

Ek A – Test Sistemi için Malzeme Listesi (Bill of Materials)

Sunucu Yapılandırmaları

Aşağıda iki Intel Xeon Silver 4114 2.2G sunuculu, toplam 20 fiziksel çekirdek / 40 sanal çekirdekli Dell PowerEdge R740XD için malzeme listesinin bir kopyası verilmektedir.

PowerEdge R740XD - [amer_r740xd_12238]	1	\$7,595.62
Estimated delivery date: Nov. 9, 2018		
210-AKZR PowerEdge R740XD Server	1	-
329-BDKH PowerEdge R740/R740XD Motherboard	1	-
461-AADZ No Trusted Platform Module	1	-
321-BCRC Chassis up to 24 x 2.5 Hard Drives including 12 NVME Drives, 2CPU Configuration	1	-
340-BLBE PowerEdge R740XD Shipping	1	-
343-BBFU PowerEdge R740 Shipping Material	1	-
338-BLUS Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
374-BBPP Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
412-AAIQ Standard 1U Heatsink	1	-
412-AAIQ Standard 1U Heatsink	1	-
370-ADHU Z666MT/s RDIMMs	1	-
370-AAIP Performance Optimized	1	-
780-BCDS Unconfigured RAID	1	-
405-AAHR PERC H740P RAID Controller, 8GB HV Cache, Adapter, Full Height	1	-
619-ABVR No Operating System	1	-
421-5736 No Media Required	1	-
385-BBKT iDRAC9, Enterprise	1	-
528-BCBW iDRAC Digital License	1	-
379-BCQV iDRAC Group Manager, Enabled	1	-
379-BCSF iDRAC, Factory Generated Password	1	-
330-BBHD Riser Config 6, 5 x8, 3 x16 slots	1	-
540-BBBW Broadcom 5720 GP 1Gb Network Daughter Card	1	-
384-BBPZ 6 Performance Fans for R740/R740XD	1	-
450-ADWS Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W	1	-
350-BBBW No Bezel	1	-
389-BTTO PE R740XD Luggage Tag	1	-
350-BBJV No Quick Sync	1	-
750-AABF Power Saving Dell Active Power Controller	1	-
770-BBBQ ReadyRails Sliding Rails Without Cable Management Arm	1	-
631-AAK No Systems Documentation, No OpenManage DVD Kit	1	-
332-1286 US Order	1	-
813-6068 Dell Hardware Limited Warranty Plus On-Site Service	1	-
813-6075 ProSupport: Next Business Day On-Site Service After Problem Diagnosis, 3 Years	1	-
813-6087 ProSupport: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 3 Years	1	-
989-3439 Thank you choosing Dell ProSupport. For tech support, visit //www.dell.com/support or call 1-800-945-3355	1	-
900-9997 On-Site Installation Declined	1	-
973-2426 Declined Remote Consulting Service	1	-
370-ADHI 8GB RDIMM, 2666MT/s, Single Rank	2	-
400-ASEG 120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW	2	-
400-AWLI Intel 1TB, NVMe, Read Intensive Express Flash, 2.5 SFF Drive, U.2, P4500 with Carrier	1	-
450-AALV NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	2	-

Şekil 20 - Dell PowerEdge R740XD malzeme listesi

Kingston Technology, istemci ve kurumsal sistemlerin önde gelen sağlayıcılarından olduğundan onların KTD-PE426/32G bellek modülünü kullanmaya karar verdik. Sunucuda, CDW'de¹¹ modül başına 204,99\$ fiyatla (XXX tarihinde) listelenen 24 modül kullanılmaktadır. Sunucu belleğinin toplam "perakende" fiyatı, 4.919,76\$'dır.

¹¹Kingston Technology KTD-PE426/32G'nin liste fiyatı 16 Ekim 2019'da <https://www.cdw.com/product/kingston-ddr4-32-gb-dimm-288-pin-registered/4862854?pfm=srh> adresinden alınmıştır.

SQL Server 2017 test sistemi için Kingston Technology, 8 SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s sürücü sağladı. Bu sürücüler CDW'de¹² 226,99\$ fiyatla listelenmektedir ve toplam maliyet 1.815,92\$'dir (XXX tarihinde).

SQL Server 2008 R2 test sisteminde kullanılan 8 Dell 400-ATJL sürücü için malzeme listesi aşağıda verilmektedir.

Billing Address

Kingston Technology Company, Inc
17600 Newhope Street
Fountain Valley CA, 92708
USA

Shipping Address

USA

Ship Method

Comments

Product ID	Description	Qty	Unit Price	Ext Amt
400-ATJL	DELL 10,000 RPM SAS HARD DRIVE 12GBPS 512N 2.5IN HOT-PLUG DRIVE - 1.2 TB,CK	8	\$195.00	\$1,560.00
		Pieces 8		
		Lines 1	Sub Total	\$1,560.00
			Sales Tax	\$0.00
			Freight	\$0.00
			TOTAL	\$1,560.00

Şekil 21 - 8 Dell 400-ATJL sürücü için malzeme listesi

Aşağıdaki tabloda, test sistemlerinin donanım maliyetlerinin özeti verilmektedir.

Bileşen	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	7.595,62\$	7.595,62\$
KTD-PE426/32G	4.919,76\$	4.919,76\$
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	1.815,92\$	
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		1.560,00\$
Toplam	14.331,30\$	14.075,38\$

Şekil 22 - Sunucu donanımı maliyetleri

¹² Kingston Technology SEDC500M/960G sürücülerin liste fiyatı 16 Ekim 2019 tarihinde alınmıştır.

Yazılım Platformları

Test edilen sistemde Windows Server 2019 Data Center Edition ve SQL Server 2017 Developer Edition kullanıldı. Aşağıda gösterilen lisans maliyetlerinde, 24 taneye kadar çekirdeği ve SQL Server'ın işletim belleği olarak kullanabileceği 128 GB belleği desteklediğinden SQL Server Standart Edition kullanılmıştır.

SQL Server Lisanslaması Hakkında

Bu çözümde öngörülen SQL Server 2008 iş yüklerinde SQL Server 2008 Standard Edition kullanılmıştır ve devamında SQL Server 2017'nin Standard Edition'ı kullanılacaktır.

SQL Server'ın birden fazla örneği çalıştırılırken, dikkate alınması gereken birçok lisanslama stratejisi bulunmaktadır¹³.

- Her VM için ayrı lisans alınır: her VM, VM başına minimum 4 çekirdek lisansı (kullanılan sanal çekirdek sayısı 4'ten az olan VM'ler için bile) ile Standard Edition için lisanslanmıştır.
- Standard Edition "Open no level pricing (US\$)", 2 çekirdek paketi için 3.717 \$'dır¹⁴.
- Tipik olarak Dell PowerEdge R740XD işlemcide bulunan sunucu hyper-threading teknolojisi ile sanal çekirdekler (vCore) ile fiziksel çekirdekler arasında 2'ye 1'lik bir oran bulunmaktadır.
- Çekirdek Başına modeli kullanarak her bir VM'ye lisans almak için müşterinin VM başına minimum dört çekirdeklik lisan kuralına tabi olarak her vCore için (ya da sanal işlemci, sanal CPU, sanal iş parçacığı) bir çekirdek lisansı satın alması gerekmektedir. Lisanslama açısından bakıldığında bir vCore bir donanımsal iş parçacığına karşılık gelmektedir.

¹³Daha fazla bilgiye SQL Server 2017 lisanslama kılavuzundan ulaşabilirsiniz:

https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL_Server_2017_Licensing_guide.pdf

¹⁴SQL Server 2017 fiyatı, 16 Ekim 2019 tarihinde <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing> adresinden alınmıştır.

Aşağıdaki tabloda, Standard Edition için Çekirdek Başına modeli kullanarak VM'lerin SQL Server lisans maliyetleri gösterilmektedir.

SQL Server Standard Edition 2 çekirdek paketi	Lisans alınacak vCore sayısı	Lisans maliyeti
3.717,00\$	4	7.434,00\$
	8	14.868,00\$
	16	29.736,00\$

Şekil 23 - Standard Edition ile VM'ler için Çekirdek Başına Lisanslama

Bariz bir şekilde SQL Server 2008 R2'den SQL Server 2017'ye geçerken vCore sayısının azaltılmasına öncelik verilmelidir.

Windows Server Lisanslaması Hakkında

Bu sistemde, lisanslı sunucu başına sınırsız HyperV VM hakkı da veren Windows Server 2019 Datacenter Edition kullanılmaktadır. Datacenter Edition fiyatlandırması 16 çekirdek lisansı içindir ve Open NL ERP (USD) fiyatı 6.155\$'dır. Her fiziksel sunucuda 20 çekirdek olduğundan Windows Server 2019 Datacenter Edition'ın maliyeti, 12.310\$¹⁵ olacaktır.

Toplam Sistem Maliyetleri

Aşağıdaki tabloda, test edilen sistemler için toplam donanım ve yazılım maliyetleri gösterilmektedir.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00

Şekil 24 - SQL Server 2008 R2'nin HDD üzerinde çalıştırılmasıyla SQL Server 2017'nin Kingston DC500M sürücülerde 4 ve 8 vCore üzerinde çalıştırılması için toplam maliyetler

Sizin de görebileceğiniz gibi Kingston Technology DC500M sürücülerle SQL Server 2017'nin çalıştırılması için gereken vCore sayısının 16'dan 8'e indirilmesiyle elde ettiğiniz tasarrufu, yeni bir sunucu satın almak için kullanabilirsiniz. 4 vCore'a geçerek 7.434\$ daha tasarruf ederek, Windows Server 2019 Datacenter Edition lisans maliyetinin %60'ını karşılayabilirsiniz.

¹⁵Windows Server 2019 Datacenter fiyatı 16 Ekim 2019'da <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing> adresinden alınmıştır.

Şekiller Tablosu

Şekil 1 - SQL Server'a SQL Server 2008 R2'den bu yana eklenen yeni özellikler	7
Şekil 2 - Kingston Data Center DC500M - katı hal sürücüsü (SSD) - 960 GB - SATA 6Gb/s	8
Şekil 3 - PowerEdge R740xd Rack Sunucu	9
Şekil 4 - Kingston Server Premier - DDR4 - 32 GB - DIMM 288-pin – Kayıtlı bellek modülü	9
Şekil 5 - Dell 1,2 TB - SAS 12Gb/s sabit disk sürücü	10
Şekil 6 - 157 GB veri tabanı için 2000 veri ambarı ile TPC-C çalıştıran SQL Server VM'lerinin disk düzeni	10
Şekil 7 - Bir TPCC 2000 veri ambarı veri tabanı için her tablonun boyutu	11
Şekil 8 - OLTP iş yükleri için optimize edilen SQL Server yapılandırması	11
Şekil 9 - SQL Server 2008 R2 için kullanılan HDD'nin veri sürücüsü Diskspd sonuçları	14
Şekil 10 - SQL Server 2017 R2 için kullanılan DC500M'nin veri sürücüsü Diskspd sonuçları	14
Şekil 11 - HDD üzerinde 16 vCore ile SQL Server 2008 R2 sonuçları	15
Şekil 12 - 16 vCore ile SQL Server 2008 R2 - 3 çalışmanın ortalaması	16
Şekil 13 - 16 vCore ile HDD üzerindeki SQL Server 2008 R2'nin DCM500M sürücülerinde SQL Server 2017 ile kıyaslanması	16
Şekil 14 - 8 vCore çalıştıran SQL Server 2017'de yüzde cinsinden CPU zamanı ile Boşta zamanının karşılaştırması	18
Şekil 15 - 16 vCore çalıştıran SQL Server 2008 R2'de yüzde cinsinden CPU zamanı ile Boşta zamanının karşılaştırması	18
Şekil 16 - 16 vCore'lu SQL Server 2008 R2 ile 8 vCore'lu SQL Server 2017'nin yan yana karşılaştırması	19
Şekil 17 - 16 vCore'lu SQL Server 2008 R2 ile 4 vCore'lu SQL Server 2017'nin yan yana karşılaştırması	19
Şekil 18 - 4 vCore kullanan SQL Server 2017 ile 16 vCore kullanan SQL Server 2008 R2'nin TPM/Kullanıcı değerinin karşılaştırması	20
Şekil 19 - Maliyetlerin genel karşılaştırması ve DC500M sürücüler sayesinde vCore sayısının düşürülmesinin maliyetleri nasıl önemli ölçüde azaltabileceği	21
Şekil 20 - Dell PowerEdge R740XD malzeme listesi	23
Şekil 21 - 8 Dell 400-ATJL sürücü için malzeme listesi	24
Şekil 22 - Sunucu donanımı maliyetleri	24
Şekil 23 - Standard Edition ile VM'ler için Çekirdek Başına Lisanslama	26
Şekil 24 - SQL Server 2008 R2'nin HDD üzerinde çalıştırılmasıyla SQL Server 2017'nin Kingston DC500M sürücülerde 4 ve 8 vCore üzerinde çalıştırılması için toplam maliyetler	26

Ticari Markalar

Kingston ve Kingston logosu, Kingston Technology Corporation'ın tescilli ticari markalarıdır. IronKey, Kingston Digital, Inc.'nin tescilli ticari markasıdır. Tüm hakları saklıdır. Tüm ticari markalar ilgili sahiplerinin mülkiyetindedir.

Bu terimler diğer şirketlerin ticari markalarıdır: Intel, Xeon ve Intel logosu, Intel Corporation ya da iştiraklerinin Amerika Birleşik Devletleri ya da diğer ülkelerdeki ticari markaları ya da tescilli ticari markalarıdır. Active Directory, Hyper-V, Microsoft, SQL Server, Windows, Windows Server ve Windows logosu, Microsoft Corporation'ın Amerika Birleşik Devletleri, diğer ülkeler ya da ikisinde birden ticari markalarıdır. Diğer şirket, ürün ya da hizmet adları, başkalarının ticari markaları ya da hizmet markaları olabilir.