



PostgreSQL

Dünyanın En Gelişmiş Açık Kaynak Kodlu Veritabanı

TÜBİTAK BİLGEM
Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
Ocak 2019
www.yte.bilgem.tubitak.gov.tr

İÇİNDEKİLER

1. PostgreSQL (“Post-Gres-Q-L” okunur.)	4
2. Tarihçe	6
3. PostgreSQL Güçlüdür, Avantajlıdır, Güzeldir	8
4. PostgreSQL Lisansı	10
5. PostgreSQL Kullanımı ve Türetilmiş Ürünler.....	10
6. PostgreSQL’in Kabiliyetleri Nelerdir?	12
6.1 Yüksek Erişilebilirlik ve Kümeleme.....	13
6.2 Yüksek Performans.....	14
6.3 Ölçeklenebilirlik	15
6.4 Güvenlik	16
6.5 Gelişmiş Özellikler.....	18
6.6 Diğer Veritabanlarından Göç	20
6.7 NoSQL	21

6.8 Coğrafi Veri Desteği	22
6.9 Geliştiriciler için Gelişmiş Özellikler	24
6.10 PostgreSQL'in Kurulumu, Yönetimi ve Bakımı Kolaydır	26
6.11 Limitleri	32
7. PostgreSQL Veritabanı Yöneticisi	33
8. PostgreSQL Bilgi Kaynakları	34
9. PostgreSQL Ticari ve Açık Kaynak Kodlu Yönetim Araçları	35
10. psql Komut Listesi	36
11. PostgreSQL'in Yeni Özellikleri	38

1. PostgreSQL (“Post-Gres-Q-L” okunur.)

PostgreSQL, tüm dünyada popüler olan açık kaynak kodlu, platform bağımsız gelişmiş bir nesne ilişkisel (ORDBMS) veritabanı yönetim sistemidir.

Yüksek performanslı, kararlı ve güvenilirdir. Modern kurumsal veritabanı kabiliyet ve özelliklerine sahiptir.

PostgreSQL’in, 1977 yılında başlayan 20 yılı akademik, son 20 yılı endüstride geçen 40 yıllık bir geçmişi olan en eski açık kaynak kodlu yazılımlardan biridir.

PostgreSQL, tüm dünyada kamuda önemli devlet hizmetleri sunan uygulama sistemlerinde (CERN, NASA, Fransa, İngiltere, G.Kore, vb.) finans ve telekom sektörlerinde iş kritik uygulamalarda, dünyada önde gelen üreticilerin ürünlerinde (Apple, Microsoft, IBM, Amazon, vb.), araştırma merkezleri ve üniversitelerde, küçük ölçekli projelerden çok büyük ölçekli kurumsal altyapılarda güvenle kullanılmaktadır.

PostgreSQL, önde gelen ticari veritabanı ürünleri ile rekabet edecek kurumsal veritabanı özelliklerinin yanı sıra günümüz dijital dönüşüm projeleri ve teknolojileri ile uyumlu, dizi şeklindeki veri tipleri, paralel sorgular, JSON veri tipini desteklemesi ve üzerinde sorgu çalıştırabilmesi gibi birçok yeni ve yenilikçi özelliğe sahiptir.

PostgreSQL, veritabanı ve sistem yöneticileri, yazılım mimarları ve geliştiricileri için çekici gelen yenilikçi birçok özellik sunar.

PostgreSQL'in öğrenmesi, kurulumu, konfigürasyonu, yönetimi, izlemesi ve bakımı kolaydır. PostgreSQL ekosisteminde birçok yönetim, izleme açık kaynaklı ve ticari araç vardır.

PostgreSQL'in çok aktif ve güçlü geliştirici komünitesi vardır. Her yıl bir majör sürümü yayınlanır.



2. Tarihçe

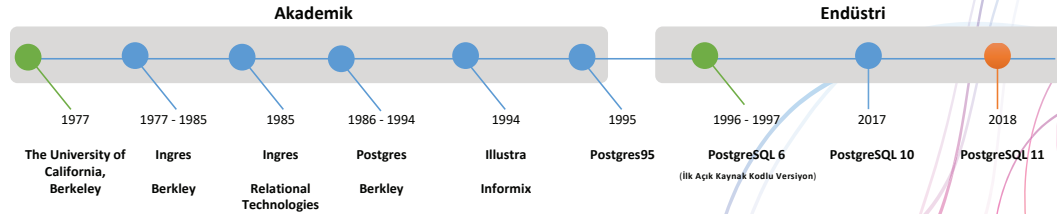
1977-1985 Ingres: PostgreSQL'in, 1977 yılında başlayan 20 yılı akademik, son 20 yılı endüstride geçen 40 yıllık bir geçmişi vardır. Berkeley Kaliforniya Üniversitesinde Micheal Stonebraker, Ingres adıyla ilişkisel modeli baz alan bir araştırma projesi olarak ilişkisel veritabanı yönetim sistemini geliştirdi.

1986-1994 Postgres: 1985'den itibaren Micheal Stonebraker, kompleks veri yapılarını ve nesne ilişkisel modeli destekleyen postgres veritabanı yönetim sistemini geliştirdi.

1994-1995 Postgre95: 1995'te Andrew Yu ve Jolly Chen tarafından SQL sorgu dili geliştirilerek, önceki POSTQUEL ile değiştirildi ve geliştirilmiş bu versiyona Postgres95 adı verildi.

1996 – Günümüz PostgreSQL: Birçok geliştiricinin Postgres95 üzerinde yoğun çalışması ile birçok yeni özellik eklenmesi ve iyileştirmelerin ardından ilk açık kaynak versiyonu 1997 yılında yayınladı ve endüstride kullanılmaya başlandı. Açık kaynak versiyonunun adı Postgre95 değiştirilerek PostgreSQL oldu.

PostgreSQL Tarihçesi



Michael Stonebraker



Jolly Chen ve Andrew Yu

3. PostgreSQL Güçlüdür, Avantajlıdır, Güzeldir

PostgreSQL'in özellikleri ve kabiliyetleri, mevcut ticari veritabanları ile rekabet edebilecek yenilikçi özelliklere sahiptir.

Lisans ücreti olmaması sayesinde size üretici bağımsızlığı sağlar ve ekonomiktir. Kurumsal veritabanı özelliklerine lisans ücreti ödemeden sahip olabilirsiniz. PostgreSQL'i istediğiniz kadar sunucuya kurabilir ve dağıtımını yapabilirsiniz.

Türkçe'ye yerleştirilmiştir ve Türkçe desteği vardır.

Platform bağımsızdır. PostgreSQL'i kullanmak için geliştirme ortamınızı veya sistemlerinizi değiştirmenize gerek yoktur. Tüm modern işletim sistemleri (*Linux, Unix, Windows, Mac OS, vb.*) ve işlemciler (*x86, x86_64, IA64, vb.*) üzerinde çalışır (<http://buildfarm.postgresql.org>).

Yüksek güvenlidir. Yüksek erişilebilirdir. Her işlem ve veri büyüklüğüne göre ölçeklenebilir, esnektir, genişleyebilir veya daraltılabilir.

Yüksek performanslıdır. Çok büyük veri operasyonları ve yüksek anlık işlem yüklerini karşılayabilir. Güvenilirdir, ACID tam uyumludur, sistem sorunlarının etkilerine karşı toleranslıdır.

SQL Standartlarına (ANSI-SQL 2008/2011) en çok uyum gösteren veri tabanıdır. Ticari veritabanlarından PostgreSQL'e geçiş kolay ve maliyet etkindir. Farklı uygulama sistemleri ve veritabanları ile entegre çalışabilir.

Öğrenmesi ve kurması kolaydır. Güncel, detaylı, herkese açık ve erişimi kolay yaygın dokümantasyonu vardır. Yönetimi, yedeklemesi, bakımı ve izlemesi kolaydır. Hata mesajları ve log sistemi açık ve anlaşılırdır. PostgreSQL veritabanı yönetim ve izleme görevleri otomatize edilebilir ve ticari veritabanlarına göre yönetim işleri daha az zaman alır. Planlı bakımlarda düşük kesinti süreleri sağlar. Hata yapmaya engel olan güvenli bir yapısı vardır.

PostgreSQL'in çok gelişmiş bir sorgu planlayıcısı vardır. Geliştirici dostudur. Farklı yazılım geliştirme platform ve dillerini destekler ve uyumlu çalışır. Geliştiricilerin işini kolaylaştıran çok geniş bir eklenti havuzu vardır. Tüm modern programlama dilleri için sürücülere sahiptir. Coğrafi veri yapılarını ve yeni NoSQL yarı yapısal ve yapısal olmayan veri türlerini (JSON, JSONB, XML, vb.) destekler.

Aktif bir topluluk tarafından desteklenmektedir. Tüm dünyadan geliştiricisi bulunan ve çekirdek geliştiricilerin yer aldığı topluluk soru ve sorunlara hızlı geri dönüşlerle çözüm sağlar. Hemen her yıl ticari ürünleri kıskandıran yenilikçi ve güncel özellikler içeren yeni sürümü yayınlanır.

PostgreSQL popülerdir. DB-Ranking listesinde en popüler veritabanları listesinde ilk 4 içindedir. 2017 ve 2018'de yılın veritabanı seçilmiştir. (https://db-engines.com/en/blog_post/76, https://db-engines.com/en/blog_post/79).



4. PostgreSQL Lisansı

PostgreSQL'in lisansında hiçbir kısıtlama yoktur.

"Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose, without fee, and without a written agreement is hereby granted, provided that the above copyright notice and this paragraph and the following two paragraphs appear in all copies."

"Bu yazılımı ve belgelerini herhangi bir amaç için, ücretsiz ve yazılı bir anlaşma olmaksızın kullanma, kopyalama, değiştirme ve dağıtma izni verilir."

5. PostgreSQL Kullanımı ve Türetilmiş Ürünler

PostgreSQL dünya da özel ve kamu sektörlerinde iş kritik sistemlerde ve ürünlerde tercih edilen bir veritabanıdır. *Örneğin; CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) 400 TB'tan büyük verisini yönetmek için PostgreSQL'e güveniyor. Bankacılık sektöründe Goldman Sachs ve Morgan Stanley gibi büyük bankalar veri yönetim altyapısı için PostgreSQL'i tercih ediyor.*

Türkiye, Güney Kore, İngiltere, Fransa, Hindistan, ABD, Yeni Zelanda, İsrail, Estonya, Norveç ve birçok ülke e-Devlet uygulamalarında PostgreSQL'i kullanıyor.

Global ürün ve hizmet sağlayıcısı Microsoft, Skype, Instagram, Apple, Amazon, Fujitsu, McAfee, Checkpoint, Vmware, Cisco gibi birçok firma ürün ve hizmetlerinde yine PostgreSQL'i kullanıyor.

PostgreSQL'den türetilmiş birçok ticari veri yönetim ürünü ve açık kaynaklı proje bulunmaktadır. En popülerlerinden bazıları şunlardır;

- IBM - Netezza
- Teradata - Aster Data, Hadapt
- Amazon - Redshift
- HP - Vertica
- FUJITSU - Enterprise Postgres
- EnterpriseDB - Postgres Advanced Server
- Google Cloud SQL for PostgreSQL

- Citus Data - Citus
- Greenplum - Greenplum Database
- Brytlyt - Brytlyt GPU Database
- Postgres Professional - Postgres Pro Enterprise
- Postgres-XL (the XL stands for eXtensible Lattice)
- PipelineDB - PipelineDB
- TimescaleDB

6. PostgreSQL'in Kabiliyetleri Nelerdir?

PostgreSQL kurumsal veritabanı yönetimi sistemlerinden beklenen standartlara uyumluluk, yüksek erişilebilirlik, yüksek hacimli veri ve işlemler karşısında sağlamlık ve güvenilirlik, yüksek performans, güvenlik, genişleyebilirlik, ölçeklenebilirlik, kolay yönetim ve bakım, hızlı sorun giderme, planlı bakımlarda düşük kesinti süreleri gibi tüm özelliklere sahiptir.

Her yıl çıkan majör sürümleri ile birçok gelişmiş yeni ve yenilikçi özelliği de bünyesine katmaya devam etmektedir.

PostgreSQL'in Önemli Özellikleri

- ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability)
- MVCC (Multi Version Concurrency Control)
- WAL (Write-Ahead Logging)
- PITR (Point-in-Time Recovery), active / passive standbys
- High Availability
- Replication: Asynchronous/Synchronous, Physical/Logical, Cascaded
- Procedural languages
- Native Partitioning, Inheritance
- Sophisticated query planner/cost based optimizer
- Multi-platform
- Advanced Indexing: GiST, SP-Gist, KNN Gist, GIN, BRIN, Bloom filters
- Parallelization of read queries

- Tablespace
- Triggers
- Functions
- Views(Materialized/Updatable)
- Transactions, Nested Transactions (via savepoints)
- Constraint enforcement: check constraints, unique constraints, foreign keys, primary keys
- Extension system: hstore, pg_stat_statements, pg_trgm...
- Temporary tables
- Unlogged tables
- Foreign Data Wrappers (RDBMS, NoSQL, File): MongoDB, Hadoop, Redis , MySQL, Oracle, Delimited Files, vb
- GIS, NoSQL, Graph

6.1 Yüksek Erişilebilirlik ve Kümeleme

Yüksek erişilebilir (High Available) mimariye sahiptir. Sunduğu servis kalitesi ile plansız kesinti ve arıza sürelerini minimuma indirir. Yük dengeleme ve yüksek erişilebilirlik için warm standby/hot standby/streaming ve logical (*versiyon 10 ve sonrası*) replikasyonu destekler.

PostgreSQL, yük dengeleme ve kümeleme yapıları ile veritabanı sunucuları arasındaki iş yüklerinin dengelenmesini sağlar. Sunucuların herhangi birinde aşırı yüklenme önlenirken, kaynak kullanımı optimize edilir, verimlilik en üst düzeye çıkar ve yanıt süreleri en aza iner.

PostgreSQL'de Multi-Master Replikasyonu ile birden çok sunucu master statüsüne sahip olabilirken, farklı lokasyonlarda dağıtık işyükünü yönetimini, yük dengeleme, kümelemeyi destekler. Multi-Master Replikasyonu dinamik veri toplanması için veri yönetimi tasarımı kolaylığı sağlar.

Logical Replikasyon, veritabanı veya tablo başına yapılandırılabilir. Tablo replikasyonu ile farklı yerlerden herhangi bir işlemi sorunsuz bir şekilde bir lokasyonda birleştirmek mümkündür.

Natif Asenkron Çoğaltma (Native Asynchronous Replication), Tam/Artırımlı Yedekleme (Full/Incremental Backup) ve kurtarma modları, veri yeniden senkronizasyon mekanizmalarının kolaylığı gibi özellikler ile PostgreSQL, Disaster Recovery Center (DRC) hazırlığının tam özellik setini destekleyerek, daha fazla maliyet / araç eklemekten veritabanınızın herhangi bir felaketten kurtarılmasını sağlar.

6.2 Yüksek Performans

ANSI C programlama dilinde yazılmıştır ve kendisini kanıtlamış yüksek performansı vardır. PostgreSQL, yüksek veri okuma-yazma iş yüklerini istikrarlı ve sağlam şekilde yaparken, veri bütünlüğünü ve güvenliğini korur. Günümüzün ağır ve yüksek hacimli işlem ve sorgu yüklerinde ticari veritabanlarına göre daha düşük kaynakla yüksek performans sunar.

PostgreSQL'de tablo ve satır seviyelerinde kilitleme (table/row level locking) yapabilirsiniz. Daha fazla kilitlemeyi/engellemeyi önleyen daha granüler kilitler kullanabilir, bu şekilde eşzamanlılık artar ve engelleme süresi azalır. PostgreSQL birçok farklı tip indeksleme yöntemi sunar; *B-tree*, *Hash*, *GiST (Generalized Search Tree)*, *SP-GiST*, *GIN (generalized inverted index)* ve *BRIN*. PostgreSQL, kısmi, biricik ve çok sütunlu indeksleri destekler. Ayrıca ifadeler ve operatör sınıfları üzerinde de indekslemeyi destekler.

PostgreSQL, performansı artırmak ve analiz etmek için çeşitli komutlar sağlar. EXPLAIN komutu, bir SQL ifadesinin yürütme planını gösterir. ANALYZE komutu, tablo ve sütunlardaki istatistikleri toplamak için kullanılır. VACUUM komutu, kullanılmayan sabit disk alanını geri kazanmak amacıyla kullanılır. CLUSTER komutu, verileri sabit diskte fiziksel olarak düzenlemek için kullanılır. Tüm bu komutlar veritabanı iş yüküne göre yapılandırılabilir.

Tablo kalıtımı (table inheritance) ve kısıtlama çıkarma (constraint exclusion) özelliklerine sahiptir. Tablo kalıtımı ile aynı yapıya sahip tablolar kolayca oluşturulur. Bu tablolar, belirli bir ölçüt temelinde veri alt kümelerini depolamak için kullanılabilir ve belirli senaryolarda bilginin çok hızlı bir şekilde alınması sağlanır.

6.3 Ölçeklenebilirlik

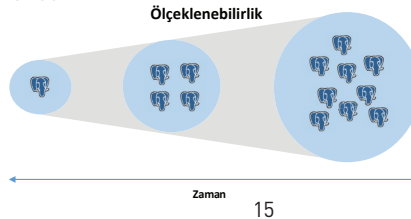
PostgreSQL ölçeklenebilir yapıya sahiptir. Basit tek sunuculu küçük uygulamalardan, yüksek işlem kapasitesi gereken çok sunuculu, çok büyük hacimli veri yoğun iş kritik uygulamaların hepsine çözüm sunma kabiliyeti vardır. Küçük başlayıp, istenilen ölçeğe kolayca çıkarılabilir. Senkron ve asenkron streaming replikasyon özelliğine sahiptir.

Dikey ölçeklemeye (scale up) göre çok daha uygun maliyetli olan, yatay ölçekleme (scale out) ile maliyeti azaltılır.

PostgreSQL, büyük tabloların bölümlenmesini (table partitioning) destekler. Büyük tabloların bölümlenmesi veritabanının performansını artırır. PostgreSQL tablespaces yapısını destekler.

PostgreSQL'in günümüzün devasa hızda veri büyümesi ve büyüklüğü yönetim ihtiyaçlarına karşı PostgreSQL Natif Bölümleme (Native Partitioning) özelliği vardır.

Veriler, farklı kısıtlamalara göre bölümlere ayrılabilir ve toplu sonuçlar için sorgulanabilir. İsteğe bağlı bölüm (On-demand partition), daha önce yapılandırılmış olan tüm kuralları değiştirmeden, tek bir sorgu çalıştırarak kolayca eklenebilir.



6.4 Güvenlik

PostgreSQL’de güvenlik, yalnızca bir özellik değildir, temel yapılarından biridir. Her minör ve majör sürümü yeni güvenlik özellikleri ve güncellemeleri ile gelir.

Kimlik doğrulama, yetkilendirme, denetim, veri güvenliği, veri şifreleme, satır (row) seviyesinde güvenlik gibi birçok güvenlik yapısı vardır.

Trust, Password, LDAP, GSSAPI, SSPI, Kerberos, kimlik tabanlı (ident-based), RADIUS, sertifika, PAM, SCRAM (versiyon 11’le birlikte) kimlik doğrulaması gibi çeşitli kimlik doğrulama yöntemlerini destekler.

PostgreSQL, veritabanı nesne erişimini veritabanı, tablo, görünüm(view), fonksiyon, sıra ve sütun dâhil olmak üzere çeşitli düzeylerde kontrol edebilir ve kullanıcılara yetkilendirebilir. Bu PostgreSQL’in veritabanı nesneleri üzerinde çok farklı seviyelerde yetkilendirme kontrolüne sahip olmasını sağlar.

Verileri şifrelemek için donanım şifreleme yöntemlerini, *pgcrypto* uzantısını veya uygulama arayüzü (API) kullanabilir. PostgreSQL ile veri seviyesinde şifreleme için AES, 3DES gibi farklı şifreleme algoritmaları kullanabilirsiniz.

PostgreSQL istemci sunucu iletişiminde SSL kullanır.

Tam PKI altyapısında 3. parti anahtar depolarını kullanabilme özelliğine sahiptir.

PostgreSQL'in en katı güvenlik standartlarına (PCI Data Security Standard) tam uyumluluk için altyapısı vardır.

Güvenlik Katmanları

Host Tabanlı Yetkilendirme

SSL Bağlantı

Doğrulama Yöntemleri

Disk Şifreleme

Alan Şifreleme

Kullanıcı / Grup Yetkilendirme

Satır/Sütun Yetkilendirme



6.5 Gelişmiş Özellikler

Türkçe dâhil 20'den fazla dile yerleştirilmiştir.

Tam metin aramasını destekler: Diğer veritabanları gibi tetikleyici ve fonksiyon yapılarına sahiptir.

Veritabanı motoru paralel işleme (paralel sorgu, paralel veri tarama, vb.) yapabilir. PostgreSQL belirli türde sorguları birden çok çekirdek ve işlemciye dağıtabilir. Paralel işlemin gelişmiş gücü ile mevcut kaynakların maksimize edilmesi sırasında sorgu yürütme süresi düşer.

Hot-backup, Point-in-Time Recovery (PITR) özelliklerine sahiptir.

Çoklu Sürüm Eşzamanlılık Kontrolü (MVCC) kullanarak veri tutarlılığını korur. Bir veritabanı sorgulanırken, her işlem, bir süre önce olduğu gibi, verilerin bir anlık görüntüsünü (bir veritabanı sürümü) görür. İşlemlerin tutarsız verileri görüntülemesini engeller ve eşzamanlı işlemlerde işlem yalıtımı sağlar. Okuyucular yazarları, yazarlar okuyucuları engellemez.

PostgreSQL, sistem çökmesi veya arıza durumunda kurtarma sağlayan, gerçekleşmeden önce her ekleme/güncelleme/silme işleminin kaydını yapan, (Oracle REDO kayıtlarına benzer) bir Write Ahead Logging (WAL) mekanizmasına sahiptir.

Çok zengin SQL yapılarını destekler. İlişkilendirilmiş ve ilgisiz alt sorguları destekler. Ortak tablo ifadesini (CTE), window fonksiyonlarını ve özyinelemeli sorguları destekler. PostgreSQL'e her sürümde yeni SQL özellikleri eklenmektedir.

PostgreSQL kolayca genişletilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Veritabanına yüklenen uzantılar, yerleşik özellikler gibi çalışır. İlk kurulumla gelen eklentileri *contrib* dizini altında görebilirsiniz.

İhtiyaç duyabileceğiniz eklentileri, PostgreSQL komünite sayfasındaki eklenti kataloğunda arayabilirsiniz (<https://www.postgresql.org/download/products/6-postgresql-extensions>).

Veri ambarı olarak konfigüre edebilir ve yüksek hacimli veri yönetimi için kullanabilirsiniz. PostgreSQL'den türetilmiş *Greenplum* ve *Citus Data* veritabanları ile gerçek zamanlı analitik uygulamaları, paralel sorgu işlemlerine yönelik veritabanı sistemleri kurabilirsiniz.

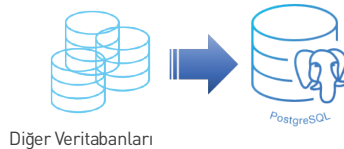
6.6 Diğer Veritabanlarından Göç

PostgreSQL'in mimarisi, hem ilişkisel hem de ilişkisel olmayan modellerden herhangi bir mevcut veritabanı sisteminden geçişi destekleyecek kadar esnektir.

Veritabanı göçünü kolaylaştıran birçok özelliğe sahiptir. Mükemmel özelliklerden biri, diğer veritabanlarının PostgreSQL'e bağlanmasını sağlayan Yabancı Veri Paketleyicileridir (Foreign Data Wrappers).

Yabancı Veri Paketleyici eklentileri ile harici veri kaynaklarına bağlanarak üzerinde sorgu çalıştırabilir, veri aktarabilir/alabilir ve yerel veri tabloları üzerinde yapılan sorguların sonuçları ile birleştirebilir, veri entegrasyonu yapabilirsiniz. *Genel, spesifik (Oracle, MySQL, PostgreSQL, MS SQL Server, DB2, Teradata), NoSQL (Cassandra, MongoDB, Redis, Neo4j), dosya (XML, CSV, düz metin), coğrafi bilgi sistemleri* gibi farklı yapılar harici veri kaynaklarına ve farklı veritabanlarına erişebilirsiniz (http://wiki.postgresql.org/wiki/Foreign_data_wrappers).

SQL standartlarını ile uyumlu olması, özellikle ticari ilişkisel veritabanlarından PostgreSQL'e göçü kolaylaştırmaktadır. Diğer veritabanlarından PostgreSQL'e göç için geliştirilmiş açık kaynak kodlu ve ticari araçlar mevcuttur.



6.7 NoSQL

PostgreSQL sadece ilişkisel veritabanı ve SQL dilinden ibaret değildir. Yapısal veri modellerinin yanında, yarı yapısal ve yapısal olmayan (NoSQL) veri yapılarını da destekler.

Güçlü veritabanı özellikleri ve yapısal olmayan veriler için şemasız veri depoları, geliştiricilerin çevik bir şekilde güvenilir ve esnek uygulamalar oluşturmasını sağlar.

PostgreSQL'in bu kabiliyeti hem SQL hem de NoSQL arasında seçim yaparken şüpheyi ortadan kaldırırken, aynı anda iki özelliğe sahip olmamızı sağlar.

JSON (JavaScript Simple Object Notation) ve JSONB (JSON Binary) veri türlerini destekler.

Anahtar/değer (key/value) çiftleri PostgreSQL hstore uzantısı tarafından desteklenir.

XML(Extensible Markup Language) veri türünü destekler. PostgreSQL, XML belgelerini oluşturmak için XML fonksiyonlarına sahiptir. Ayrıca, bir XML belgesindeki bilgileri bulmak için xpath'i destekler.

6.8 Coğrafi Veri Desteği

Dünyanın en gelişmiş açık kaynak kodlu geo-aware veritabanıdır.

PostgreSQL ile coğrafi verilerinizi yönetebilirsiniz. PostGIS eklentisi ile PostgreSQL mekânsal veri yapılarını destekleyecek veritabanı haline gelir.

PostGIS dünyada en çok kullanılan açık kaynaklı coğrafi veritabanı yönetim sistemidir.

PostGIS OpenGeospatial Consortium (OGC) standartlarını ve yeni SQL Multimedia Spec (SQL/MM) mekânsal standardını destekler.

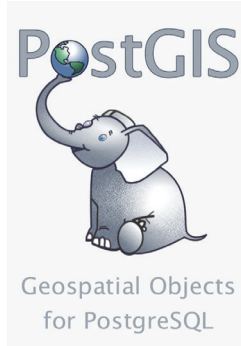
PostGIS, çok sayıda GIS tescilli ticari ve açık kaynak kodlu (QGIS, gvSIG, vb.) araç tarafından desteklenmektedir. Mapserver, Geoserver ve Mapnik gibi yine açık kaynak kodlu web harita sunucuları ile PostGIS verinizi dakikalar içinde internette sunabilir duruma getirebilirsiniz.

PostGIS, PostgreSQL'e çok sayıda mekânsal operatör, mekânsal işlevler, mekânsal veri tipleri ve mekânsal indeksleme geliştirmeleri sağlar.

GeoJSON ve Keyhole Markup Language (KML) ile çalışacak fonksiyonlar, web uygulamalarının ek serileştirme düzenleri veya çevirileri gerekmeden doğrudan PostGIS ile konuşmasını sağlar.

Basit geometrik işlemlerin ötesine geçen, geçersiz geometrileri sabitleme ve geometrileri basitleştirme ve parçalara ayırma fonksiyonları dâhil, kapsamlı geometri işleme fonksiyonlarına sahiptir.

PostGIS'in yerleşik 3D ve topoloji desteği vardır.



6.9 Geliştiriciler için Gelişmiş Özellikler

PostgreSQL geliştiriciler için de gelişmiş ve zengin özellikler sunar.

PL/pgSQL prosedürel diline sahiptir. PL/pgSQL, zengin kontrol yapıları ve PostgreSQL tetikleyici, dizin, kural, kullanıcı tanımlı veri türü ve operatör nesneleriyle tam entegrasyona sahip eksiksiz bir prosedürel dilidir.

PL/pgSQL'den başka aşağıdaki diller ile geliştirme yapabilirsiniz.

Prosedürel Dil	Adı
ANSI SQL	SQL
PL/pgSQL	SQL
PL/Tcl	Tcl
PL/Perl	Perl
PL/Python	Python
PL/Java	Java
PL/Lua	Lua
PL/R	R
PL/sh	Unix Shell
PL/v8	JavaScript



PostgreSQL, yazılım geliştirme çerçevelerinden nesne ilişkisel eşleme (ORM) kütüphaneleri (Hibernate gibi) ile birlikte uyumlu çalışır.

PostgreSQL'in çok zengin veri tipleri vardır. PostgreSQL, mevcut veritabanına uzantıları yüklemek için CREATE EXTENSION komutunu sunar.

PostgreSQL Veri Türleri

- **Basit:** Integer, Numeric, Float, Char, String, Boolean
- **Kompleks:** Date/Time, Array, Money (para birimi), Ağ Adresi Türleri (cidr, inet ve macaddr), tsvector (ts – text search, tam metin araması yapmasını sağlayan sıralanmış sözcük listesi), evrensel benzersiz tanımlayıcılar (UUID), enumerated, range, interval (izin verilen değerler kümesi, veri aralığı kısıtlaması ve denetim kısıtlamaları yapılabilen)
- **NoSQL, Doküman:** JSON/JSONB, XML, Key-value (Hstore)
- **Geometrik:** Point, Line, Lseg, Box, Circle, Polygon, Path
- **Özel/Kompozit Veri Türleri:** Yeni veri türlerini desteklemek için kolayca genişletilebilir.

```
-- Kompozit veri türü tanımlama örneği
CREATE TYPE telefon_no AS (
    alan_kodu varchar(3),
    no varchar(7)
);
```

6.10 PostgreSQL'in Kurulumu, Yönetimi ve Bakımı Kolaydır

Kurulumu Kolaydır

- PostgreSQL'i sunuculara tek komutla kurabilirsiniz.
- Debian ailesi Linux sunucularına
 - `apt-get install postgresql-10`
- Red Hat ailesi Linux sunucularına
 - `yum install postgresql10-server postgresql10`
- Windows sunucularına grafik arayüz kurucusu veya pgc(pretty Good Command Line Interface) ile
 - `pgc install pg10`

PostgreSQL'in Yönetimi ve Bakımı Kolaydır

PostgreSQL'i komut satırından psql etkileşimli terminali ve pgAdmin grafik arayüzlü aracı ile yönetebilirsiniz. Ayrıca çok zengin 3.parti PostgreSQL istemci uygulamaları (DBeaver, SQL Workbench/J, Tora, vb.) vardır. (https://wiki.postgresql.org/wiki/PostgreSQL_Clients).

psql, PostgreSQL kurulumu ile gelir ve çok zengin komut setine sahiptir. Psql komutları veritabanlarınızı yönetirken size hız kazandırır.

pgDevOps, pgAdmin ile entegre olarak çalışan açık kaynak kodlu DevOps konsolidur.

The screenshot displays the Apache Kudu web console interface. The top navigation bar includes the Kudu logo, a search bar, and links for Home, Files, Clusters, Tools, and Help. Below the navigation bar, the left sidebar contains a tree view with links to Overview, Properties, Logs, Jobs, Clusters, and Monitoring. The main content area is divided into several sections: Overview (showing a cluster status bar), Configuration (showing a table of configuration parameters), Properties (showing a table of properties), Logs (showing a table of log entries), Jobs (showing a table of jobs), Clusters (showing a table of clusters), and Monitoring (showing a table of monitoring metrics). The Monitoring section is currently selected, displaying a table with columns for Name, Value, and Unit. The table lists various metrics such as CPU usage, memory usage, and disk usage for different components.

[illegible]

The diagram illustrates a deep neural network architecture for multi-modal sentiment analysis. It features multiple parallel processing streams:

- Top Stream:** Starts with `public_at_weight`, followed by `Flatten`, `Batch Norm`, and `ReLU`.
- Middle Stream:** Starts with `public_at_temperature`, followed by `Flatten`, `Batch Norm`, and `ReLU`. This stream also receives input from `public_at_sentence_embeddings` via a `concat` operation.
- Bottom Stream:** Starts with `public_at_sentence_embeddings`, followed by `Flatten`, `Batch Norm`, and `ReLU`.
- Integration:** The outputs of the top and middle streams are combined via a `concat` operation, which then feeds into another `Batch Norm` and `ReLU` layer.
- Final Output:** The integrated representation passes through a series of `Batch Norm` and `ReLU` layers, eventually leading to a final `Linear Layer` for classification.

The graph uses standard symbols: yellow boxes for convolutional or fully connected layers, blue rectangles for Batch Normalization, green trapezoids for ReLU activation, and red circles for concatenation operations.

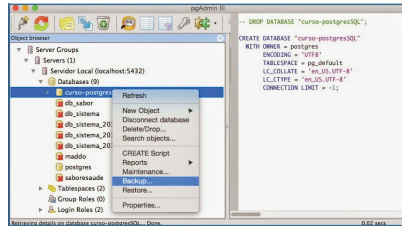
Yedeklemesi ve Geri Yüklemesi Kolaydır

Point-in-Time Recovery (PITR) de dâhil olmak üzere çoklu yedekleme ve kurtarma modlarını gerçekleştirebilmektedir.

PITR, veritabanı sistemine bir “Zaman Makinesi” sağlayarak, yazma önündeki günlüklerin kullanımıyla herhangi bir çökmeden belirli bir noktaya kadar kurtarılmasını sağlar.

PostgreSQL’i mantıksal ve fiziksel olarak yedekleyebilirsiniz. Yedekleme için kurulumla birlikte *pg_dump*, *pg_dumpall*, *pg_basebackup* ve *pg_restore* araçları gelir. Büyük veritabanlarınızın uzun yedekleme-geri yükleme (backup-restore) işlemlerini PostgreSQL’in ikili yedekleme (binary backup) yönetimi ile çok hızlı yapabilirsiniz.

Bu konuda diğer popüler açık kaynak kodlu araçlar Barman (Backup and Recovery Manager) ve pgBackRest’tir. Bu araçlarla PostgreSQL veritabanlarınızın yedekleme ve kurtarma yönetimini yapabilirsiniz.



pgAdmin Backup Restore



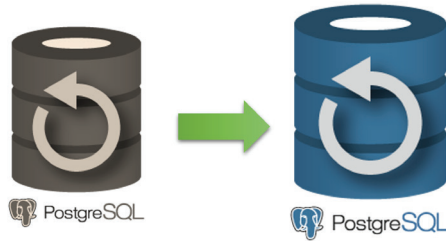
Barman
Backup and recovery
manager for PostgreSQL

pgBackRest
Reliable PostgreSQL Backup & Restore

Yeni Sürüme Geçiş

PostgreSQL'i sunucusunu yeni sürüme yükseltmek için pg_upgrade aracını kullanabilirsiniz.

- Versiyonlar arasındaki farkların listelenmesi
- Yeniliklerin incelenmesi
- Yeni versiyonun mevcut sunucu yapısına etkisi ve faydalarının analiz edilmesi
- Geçişin planlanması
- Kaynak kullanım planlaması



Yeni sürüme geçiş, versiyon yükseltme, yama yükleme

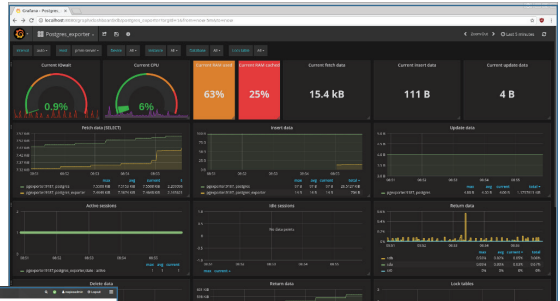
Gelişmiş Sistem İzleme

PostgreSQL veritabanlarını çok kullanılan Zabbix, Grafana, Nagios, Cacti gibi sistem izleme araçları izleyebilirsiniz.

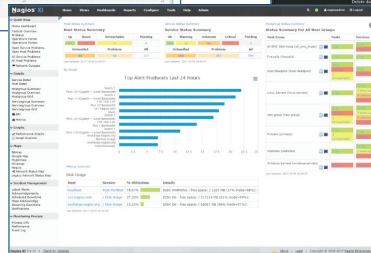
Birçok açık kaynak kodlu alternatif izleme aracı bulunmaktadır (<https://wiki.postgresql.org/wiki/Monitoring>).



Zabbix



Grafana



Nagios

Sistem Analizi ve Performans Optimizasyonu

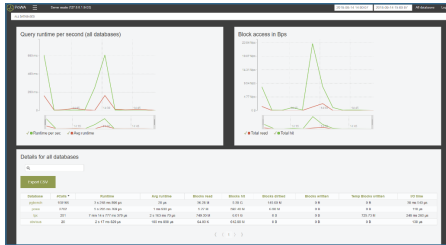
Sistem ve performans analizi kolaydır. Sistem ve performans analizi için detaylı veriler ve bu verileri analiz etmek için açık kaynak kodlu araçlar mevcuttur.

pg_stat_statements, **pg_qualstats**, **pg_stat_kcache**, **pg_buffercache** gibi eklentiler ile işleyişine ait detayları verileri gerçek zamanlı olarak analiz ve optimizasyon için amaçlı saklar. PostgreSQL veritabanlarının optimizasyonu kolaydır, performans ayarlamaları için esnek ve zengin konfigürasyon seçeneklerine sahiptir (**postgresql.conf**, **pg_hba.conf**, **recovery.conf**).

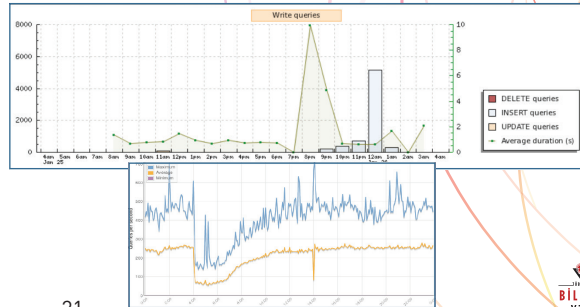
pg_badger ile sistem loglarının detaylı analizlerini yapabilirsiniz.

Powa ile PostgreSQL veritabanlarınızın performansını ve iş yükünü gerçek zamanlı izleyebilir, sorguları ve performanslarını görebilir, analizler yaparak, optimizasyon ve iyileştirme aksiyonları planlayabilirsiniz.

pgCluu, PostgreSQL veritabanı kümenizin durumunu ve performansını izleyebileceğiniz bir diğer açık kaynak kodlu araçtır.



Powa



6.11 Limitleri

Özellik	Limit Değeri
Azami Veritabanı Büyüklüğü (Maximum Database Size)	Sınırsız (Unlimited)
Azami Tablo Büyüklüğü (Maximum Table Size)	<ul style="list-style-type: none">- PostgreSQL 9.6 ve öncesi : 32 Terabytes (32 TB)- PostgreSQL 10 : 2 Exabytes (2 EB) – 2048PB (Petabyte) veya 2 million TB- PostgreSQL 11 : 0.137 Lottabytes
Azami Satır Büyüklüğü (Maximum Row Size)	1.6 TB
Azami Sütun Büyüklüğü (Maximum Field Size)	1 GB
Tablo Başına Azami Satır Sayısı (Maximum Rows per Table)	Sınırsız (Unlimited)
Tablo Başına Azami Sütun Sayısı (Maximum Columns per Table)	250 - 1600 (sütun türüne göre değişir)
Tablo Başına Azami İndex Sayısı (Maximum Indexes per Table)	Sınırsız (Unlimited)

7. PostgreSQL Veritabanı Yöneticisi

- Anahtar Görevler
 - İşletim Sistemi Konfigürasyonu
 - Yedekleme (Mantıksal, Fiziksel)
 - Yüksek Erişilebilirlik (HA) Kurulumu
 - İzleme
 - Log Analizi
 - Bloat Yönetimi
- Yedekleme
- Optimizasyon Yapma
- Yükseltme Planlama
- Sistemi İzleme
- Sistemi Analiz Etme
- Kapasite Planlama
- Konfigürasyon Ayarlama
- Dağıtım Planlama



8. PostgreSQL Bilgi Kaynakları

Çok detaylı ve sürekli güncellenen herkese açık dokümantasyona sahiptir.

PostgreSQL Kılavuzu: 2,250 sayfadan fazla HTML ve PDF formatlarında webden erişilebilen kılavuz.

<https://www.postgresql.org/docs/manuals/>

PostgreSQL Blogları: Planet PostgreSQL tüm PostgreSQL bloglarını bir araya toplayan blog dur. Bu blogta PostgreSQL çekirdek geliştiricilerini, yeni özellikleri ve mevcut olanlar hakkında birçok açıklayıcı bilgi veren kullanıcıları bulunmaktadır.

PostgreSQL Wiki: PostgreSQL veritabanının çeşitli yönleri hakkında bilgi veren, yönetim, izleme, diğer veritabanlarından geçiş, PostgreSQL ile ilgili araçlar ve projeler gibi birçok farklı konu başlığında bilgi, ipucu ve püf noktası sağlar.

PostgreSQL Kitapları: Türkçe'de dâhil olmak üzere birçok farklı dilde güncel PostgreSQL kitapları vardır, yeni sürümlerle birlikte farklı konu başlıkları için yenileri de yayınlanmaktadır.

PostgreSQL'i öğrenmek ve en güncel gelişmeleri takip etmek için en iyi kaynak PostgreSQL mail listeleridir. Bu listelerde soru sorup, paylaşımlar yapabilirsiniz.

Mail Listesi	Konu Başlıkları	Erişim Adresi
pgsql-admin	PostgreSQL Yönetimi	https://www.postgresql.org/list/pgsql-admin/
pgsql-general	Genel soru, cevap, paylaşım ve tartışma ortamı	https://www.postgresql.org/list/pgsql-general/
pgsql-announce	PostgreSQL ile ilgili duyurular	https://www.postgresql.org/list/pgsql-announce/
pgsql-performance	PostgreSQL performansına yönelik başlıklar	https://www.postgresql.org/list/pgsql-performance/

9. PostgreSQL Ticari ve Açık Kaynak Kodlu Yönetim Araçları

• Yönetim Araçları

- pgAdmin
- phpPgAdmin
- dBeaver
- OmniDB
- PgDevOps
- EDB Postgres Enterprise Manager (Ticari)
- Navicat (Ticari)

• İzleme ve Performans Analizi

- powa
- pgBadger
- mamonsu
- Zabbix
- Nagios
- Open Postgresql Monitoring
- Quest Foglight for PostgreSQL (Ticari)

• Yedekleme ve Veri Entegrasyonu

- repmgr
- pglogical
- Bucardo
- Slony
- pgBarman,
- pgBackRest
- Pitrery
- Omnipitr
- Wal-e
- pg_probackup
- EDB Backup and Recovery Tool (Ticari)

• Yüksek Erişilebilirlik ve Yük Dengeleme

- PgBouncer
- Pgpool
- PgHA
- Repmgr
- EDB Postgres Failover Manager (Ticari)

• Veritabanı Göçü (Migration)

- Ora2Pg
- Pentaho
- SQLINES
- Foreign Data Wrappers
- EDB Postgres Migration Toolkit (Ticari)
- Talend (Ticari)
- Ispirer MnMTK (Ticari)



10. psql Komut Listesi

- Login

```
$ psql -d veritabani -U kullanıcı -W  
(-h bağlanılacak sunucu, -U bağlantı kurulacak kullanıcı, -p port numarası)
```

- Sık kullanılan psql komutları

Komut	İşlem
\l	Bütün veritabanlarını listele
\c veritabani	Veritabanına bağlan
\dt	İlişkilerin / tabloların listesini göster
\d tabloadi	Verilen tablonun detaylarını tanımla
\h	SQL komutlarının sözdizimi hakkında yardım
\?	Tüm psql slash komutlarını listeler
\set	Sistem değişkenleri listesi
\df, \df+	Tüm fonksiyonları listele + ile ekstra bilgilerle listele
\dn, \dn+	Tüm şemaları listele + ile ekstra bilgilerle listele
\du, \du+	Tüm kullanıcıları listele + ile ekstra bilgilerle listele
\q	psql'den çık

- Veri yükleme, yedekleme

```
$ psql -W -U kullanıcı -H sunucuadi < dosya.sql
```

```
$ pg_dump -W -U kullanıcı -h sunucuadi veritabani_adi > dosya.sql
```

```
$ pg_dump --kullanici=kullanici-adi --file=yedek-dosya-adi veritabaniadi
```

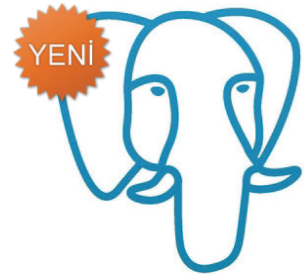
```
$ psql -U kullanıcı-adi veritabaniadi < yedek-dosya-adi
```

```
$ pg_basebackup -U kullanıcı-adi -x -D /yedekleme-klasoru/
```

11. PostgreSQL'in Yeni Özellikleri

Versiyon 10 Yenilikleri

- Natif Tablo Bölümlendirme (Native Table Partitioning)
- Gelişmiş Paralel Sorgular
- Mantıksal Replikasyon (Logical Replication)
- Senkron Replikasyonda Çoğunluk Onayıyla İşlem (Quorum Commit)
- Libpq'de Bağlantı Yük Devretme (Connection Failover) ve Yönlendirme (Routing)
- JSON ve JSONB Alanlar için Full Text Search Desteği
- ANSI standard XMLTABLE construct
- SCRAM-SHA-256 Yetkilendirme
- Satır (Row) Seviyesi Güvenliği için Kısıtlayıcı Politikalar
- Dosya Foreign Data Wrapper(file_fdw) iyileştirmeler (harici uygulama veya script çalıştırma)
- pg_stat_activity istatistik toplayıcısına yeni izleme özellikleri



Versiyon 11 Yenilikleri

- Tablo Bölümlendirmeye İyileştirmeler (UPDATE / SELECT / PRIMARY KEY'e hash anahtar ve davranış değişiklikleri ile bölümlendirmeye izin verme)
- Paralel Sorgu Çalıştırma Yapısında İyileştirmeler (Paralleleştirilmiş hash joins, CREATE INDEX ve diğer paralelleştirilmiş çalışmalar)
- Gömülü (Embedded) işlemleri (transactions) destekleyen SQL stored prosedürleri.
- SQL Kodlarının Just-In-Time (JIT) Derlemesi
- SCRAM Yetkilendirmesi için Channel Binding
- Diğer çeşitli performans iyileştirmeleri

NOTA

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal grey ruling lines. In the top-left corner, there is a decorative graphic consisting of two overlapping curved lines, one light blue and one light purple, forming a partial arc. The rest of the page is empty and ready for writing.