

# REALTIME LINUX

## 3. Linux ve Özgür Yazılım Şenliği Murat Demirten, 16 Mayıs 2004, Ankara

*Bu belgeyi, Free Software Foundation tarafından yayınlanmış bulunan GNU Genel Kamu Lisansının 2 ya da daha sonraki sürümünün koşullarına bağlı olarak kopyalayabilir, dağıtabilir ve/veya değiştirebilirsiniz. Bu lisansın bir kopyasını <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html> adresinde bulabilirsiniz.*

*Bu belgedeki bilgilerin kullanımından doğacak sorumluluklar, ve olası zararlardan belge yazarı sorumlu tutulamaz. Bu belgedeki bilgileri uygulama sorumluluğu uygulayana aittir.*

*Tüm telif hakları aksi özellikle belirtilmediği sürece sahibine aittir. Belge içinde geçen herhangi bir terim bir ticarî isim yada kuruma itibar kazandırma olarak algılanmamalıdır. Bir ürün ya da markanın kullanılmış olması ona onay verildiği anlamında görülmemelidir.*

# Real Time Kavramı

- Önceden belirlenen zaman aralığında cevap verme garantisi sağlanmalıdır (Deterministic response time).
- Cevap zamanı genellikle donanım kesmesi üzerinden alınan servisle gerçekleştirilir.
- Ortam şartlarından bağımsız olarak (çalışan süreç sayısı, kullanılan aygıtlar, sıcaklık vb.), en kötü durumdaki cevap süresi hesaplanabilir ve kabul edilebilir bir aralıkta olmalıdır.

# Real Time Kavramı ...

- En kötü durumdaki cevap verme süresinin (worst-case response time) hesaplanabilir olmadığı çalışma ortamı, nondeterministic olarak adlandırılır.
- Realtime işletim sistemleri, nondeterministic bir çalışma ortamının oluşumuna izin vermemelidir.
- Nondeterministic çalışma ortamları, sabit çalışma zamanı almayan algoritmaların kullanımı sonucunda oluşur.

# Nondeterministic Ortam

Örnek:

İşletim sistemi, bir sonraki çalıştıracacağı süreci seçerken bir liste yapısı içerisinde arama yapıyorsa bu işlem lineerdir ve  $O(n)$  zaman alır.

Bekleyen süreç sayısı arttıkça ( $n$ ), cevap süresi de artar. Dolayısıyla  $O(n)$  zamanda çalışan bir algoritma, nondeterministic çalışma ortamının oluşmasına neden olur (*Standart Linux scheduler için kullanılan yapı*).



# Nondeterministic Ortam ...

- İşletim sistemi açısından, aynı anda çalıştırılacak süreçlerin sayısını belirlemek mümkün değildir.
- Ancak gömülü sistemler, kullanılacak arayüzler de dahil olmak üzere tasarım aşamasında, aynı anda çalışabilecek maksimum süreç sayısını sınırlayabilecek özelliklerle donatılabilir ve böylelikle en kötü durumdaki çalışma zamanı hesaplanabilir.
- Nondeterministic algoritmalarla, realtime bir sistem için gerekli ortam, bu örnekte olduğu gibi bazen sağlanabilir.

# Realtime Tanımı

POSIX 1003.1 tanımlamalarında yer aldığı şekliyle, bir realtime işletim sistemi, gerekli seviyedeki servisleri, sınırlandırılmış, hesaplanabilir zaman aralığında verebilme özelliklerine sahip olmalıdır.

# Yanlış Bilinenler

- Realtime sistemler, bir online veya interaktif sistem değildir (*Örnek: Borsa işlemleri için kullanılan sistemler*).
- Realtime sistemlerin daha hızlı olduğu doğru değildir. Çalışma zamanının sınırlandırılması için kullanılan algoritmalar, genellikle muadillerinden daha efektif değildir.

# Hard & Soft Realtime

- Hard realtime sistemlerde, bir isteğe, önceden belirlenmiş zaman aralığında cevap verilemediği durumda, tüm sistem çalışamaz noktasına gelir.
- Soft realtime sistemlerde de, görevlerin hesaplanan zaman aralığında bitirilmesi hedeflenir. Ancak, bu sürelerin aşımı durumu istenmemesine rağmen tolere edilebilir ve sistem çalışmaya devam eder (*Örnek: Uçuş rezervasyon sistemindeki gecikmeler*).



# Bir Realtime İşletim Sistemi:

- Multi-threaded ve preemptible olmalıdır
- Thread önceliklendirmeyi desteklemeli
- Hesaplanabilir thread senkronizasyon mekanizmaları sağlamalı
- Sistem çağrılarının belirli zamanda tamamlanması, kesmelerin (interrupt) maskelenmesi ve buradan kaynaklanabilecek gecikmelerin sınırlandırılması sağlanmalı

# Linux Realtime Değil(di)

- Linux çekirdeği, 2.6 versiyonuna kadar preemptible olmadığı için, realtime bir çekirdek özelliğini taşımıyordu.
- 2.6 öncesi versiyonlar için çeşitli yamalar mevcut, 2.6 ile birlikte preemptible özelliği seçimlik olarak sunulmaktadır.

# Linux Realtime Değil(di)

- Linux görev zamanlayıcısı (task scheduler), 2.6 sürümüne kadar  $O(n)$  zamanda çalışırken, bu sürümde ciddi değişikliklere uğradı ve  $O(1)$  sabit zamanda çalışması sağlandı.
- Görev zamanlayıcısı üzerinde yapılan bu temel değişiklik sayesinde, realtime uygulamalarına desteğin ve birden fazla işlemcili sistemlerde ölçeklenebilirliğin artması sağlandı.

# Realtime Desteğinin Gelişimi

- Linux 2.2 versiyonuyla birlikte, preemptibility sorunu ciddi olarak gündeme gelmeye başladı.
- Bu versiyonda, worst-case latency değerleri, 100 ms gibi oldukça yüksekti. Daha çok ses işleme üzerinde çalışan programcılar, Linus Torvalds'a 2.4 versiyonu için bu yüksek latency değerlerini düşürme konusunda baskı yapıyorlar.
- MontaVista, TimeSys, RTLinux bu dönemde çeşitli yamalarla Linux çekirdeğine realtime desteği sağlamaya çalışıyor.



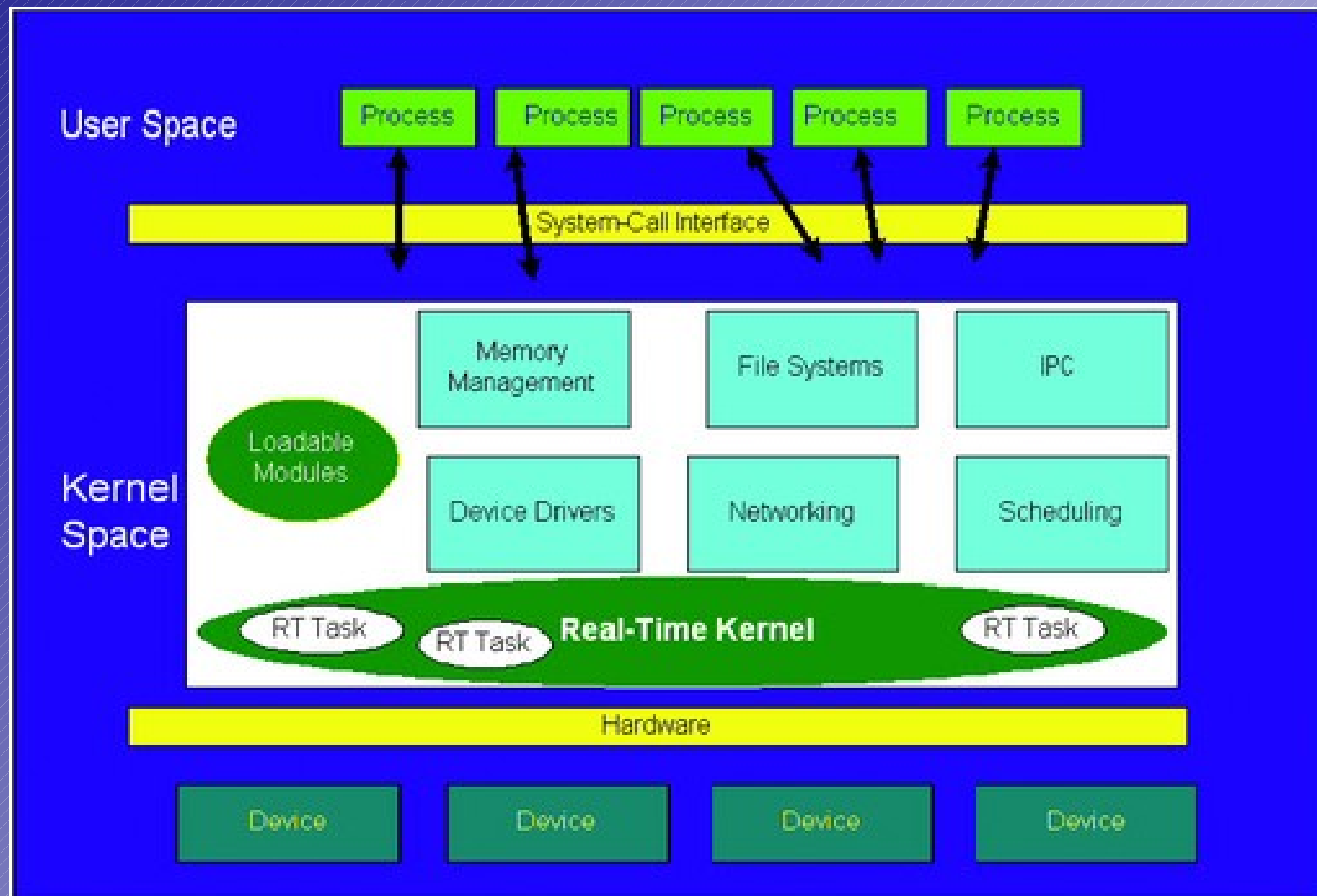
# Preemption Mekanizması

- Preemption, basitçe yüksek öncelikli bir sürecin, gerekli kaynakları düşük öncelikli süreçlerden almasını sağlar.
- Critical Section Problemi: Aynı anda birden fazla süreç tarafından bazı kod bölümlerinin işletilmemesi gerekir.
- MontaVista bir spin-lock counter kullanarak, TimeSys ise priority inheritance mutex mekanizmasıyla, preemption yapıyor.

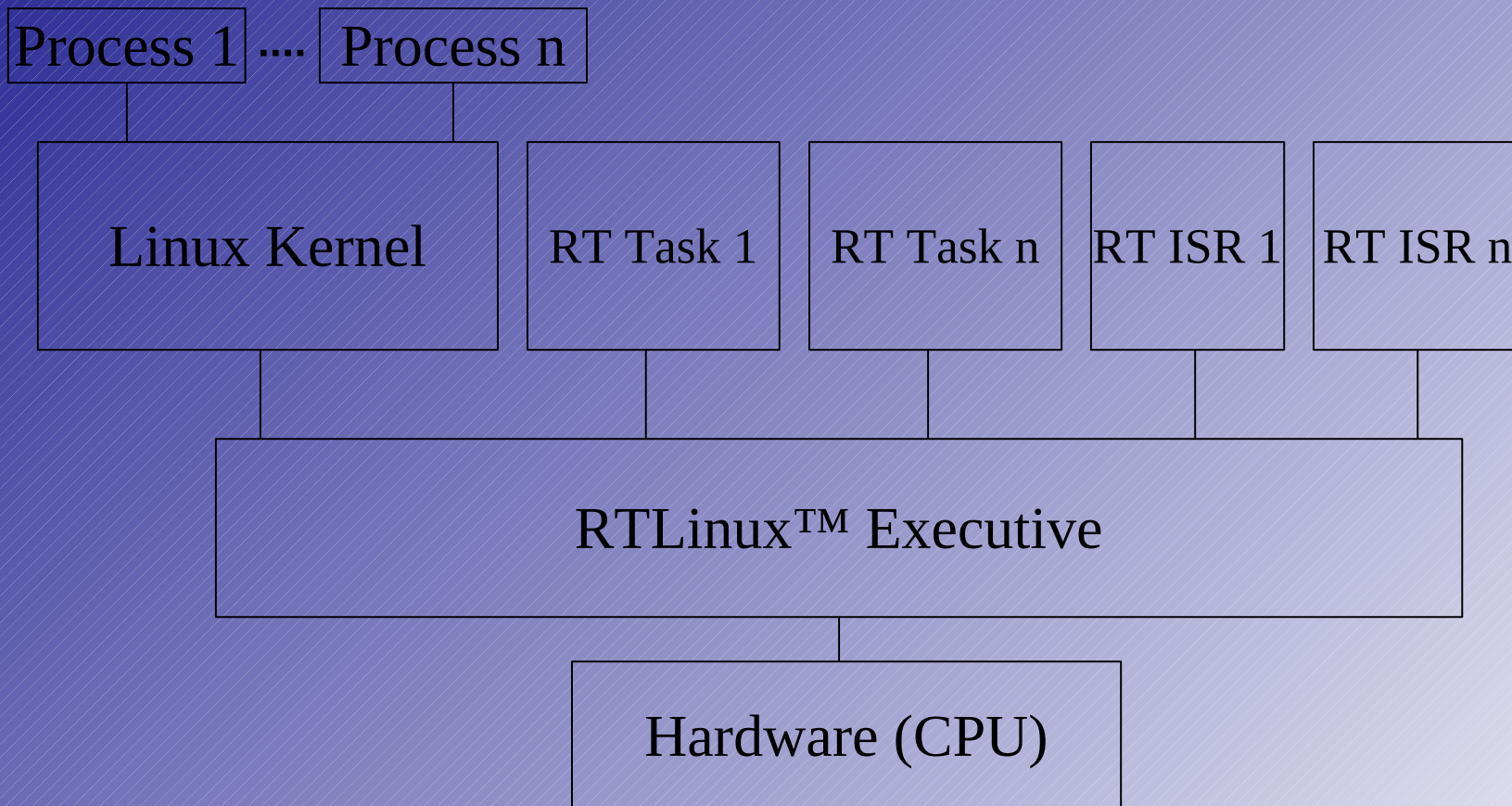
# Realtime Sub-Kernel

- Realtime bir sistem, çoğu zaman bir kaç süreç dışında nondeterministic çalışmayı tolere edebilir.
- Bu amaçla, realtime özelliklerini sağlayan bir alt-çekirdeğin Linux ile birlikte çalıştırılması yaklaşımı benimsenmiştir.
- Realtime çekirdek çalışırken Linux askıya alınır. Linux'un kesme mekanizmalarını kontrol altına alması engellenerek, deterministic çalışma ortamı, realtime süreçlere sağlanır. RTLinux ve RTAI bu prensiple geliştirilmiştir.

# RTAI

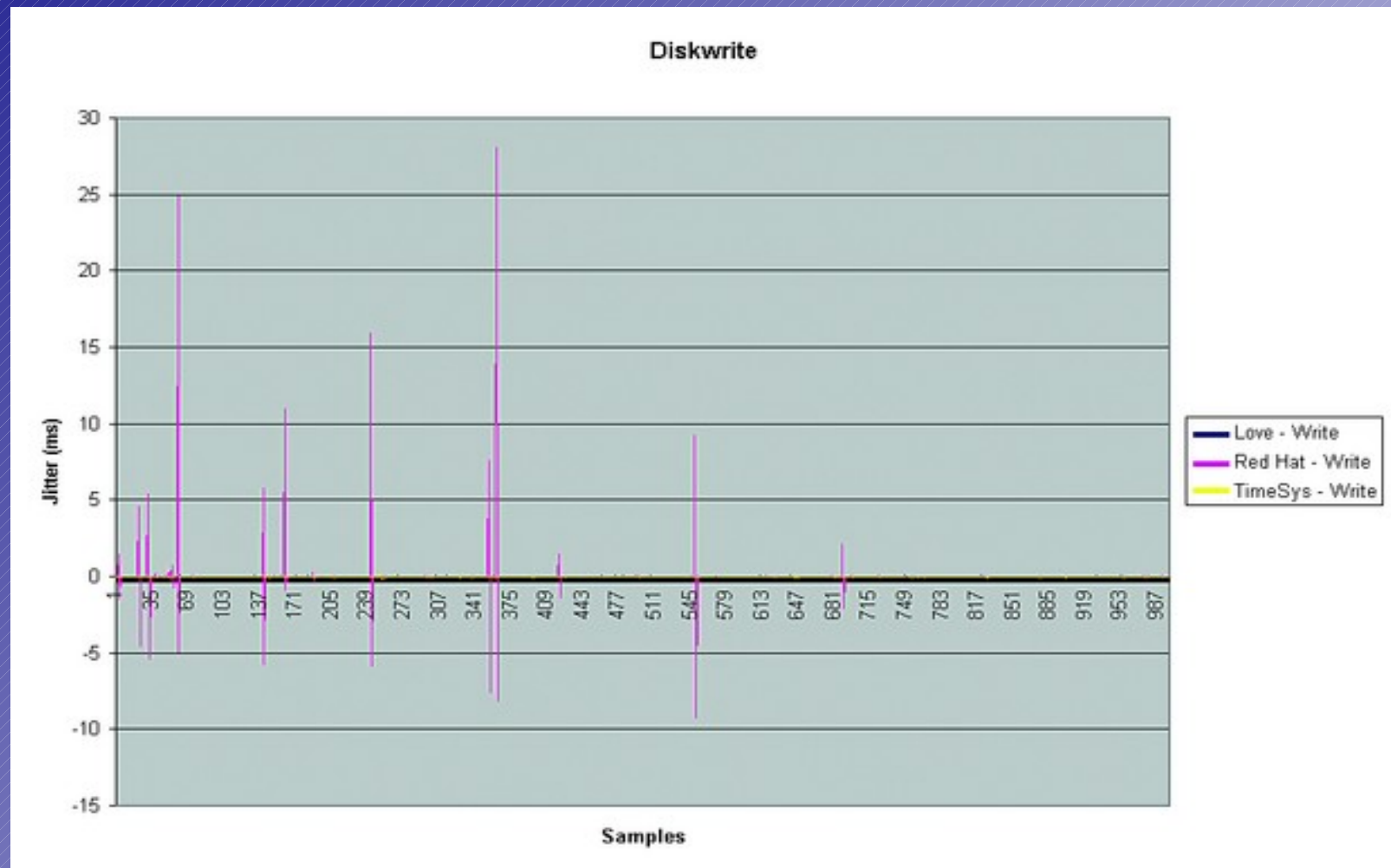


# RTLinux™ Design

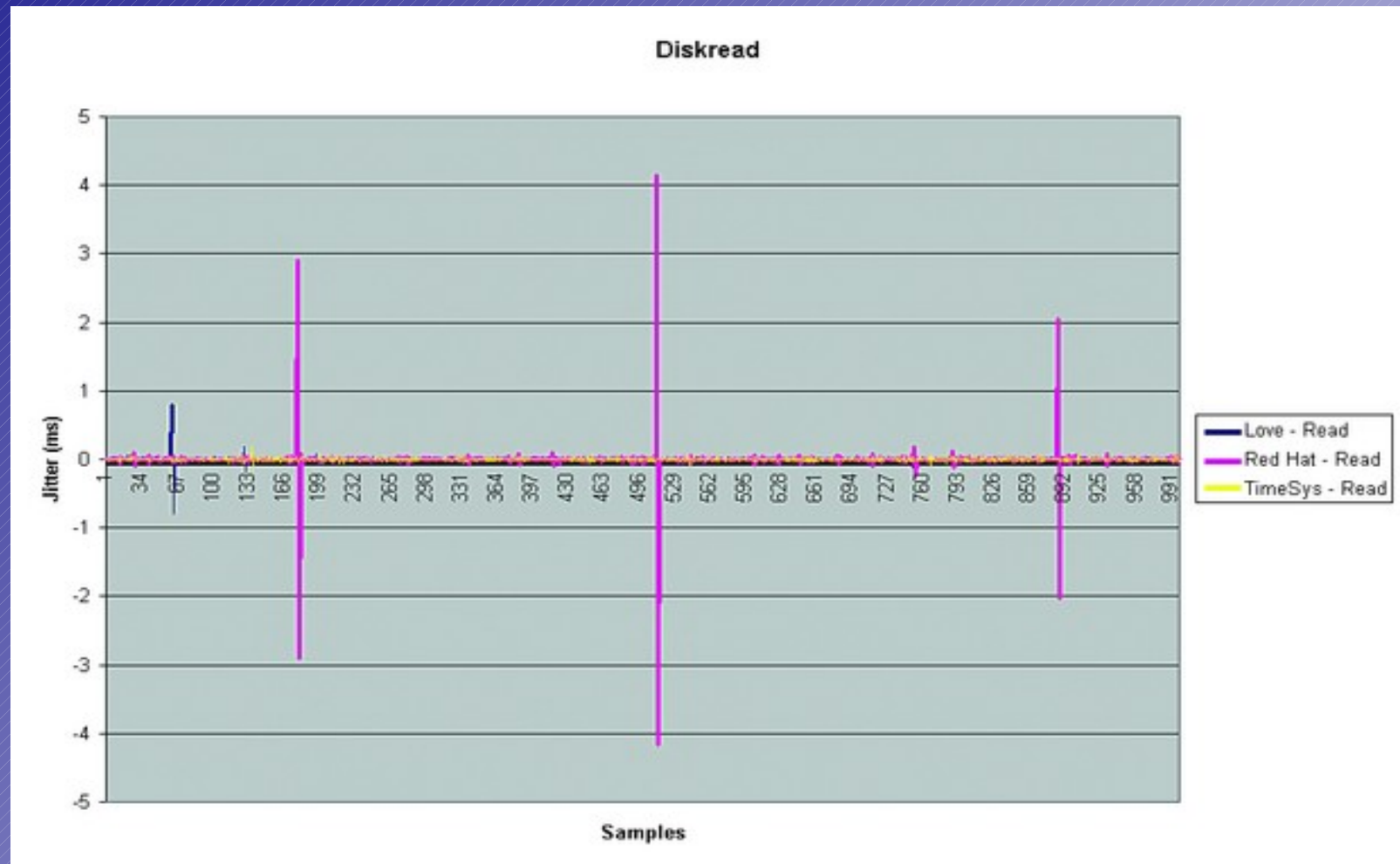




# Dosya Yazma Testi

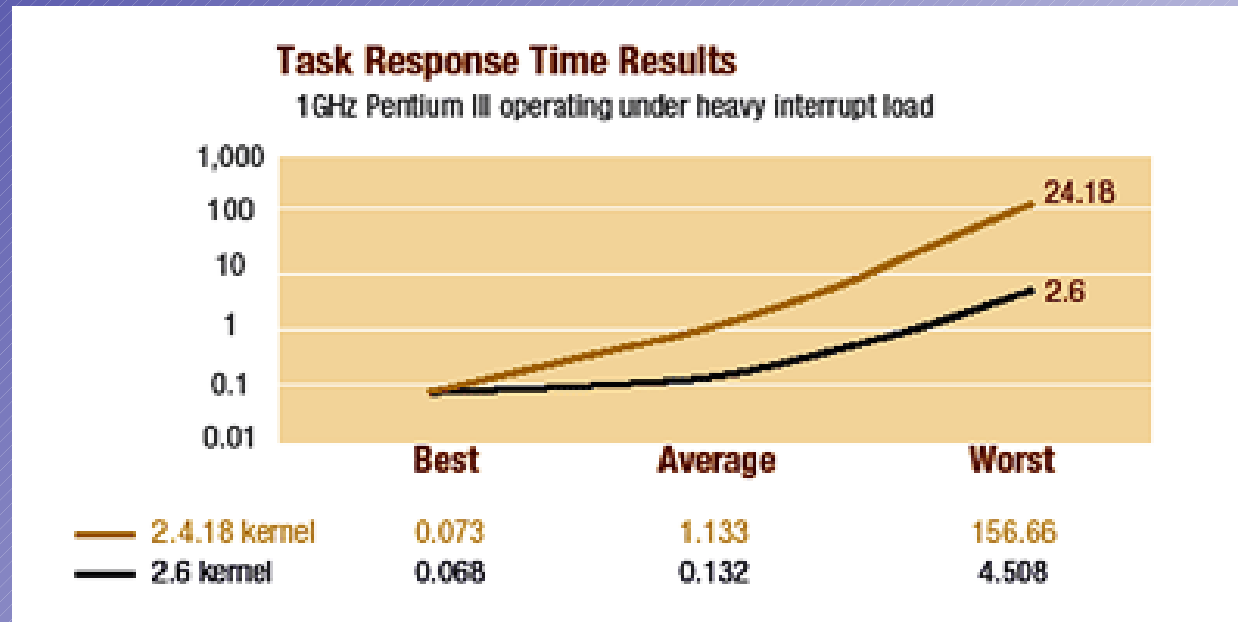


# Disk Okuma Testi



## 2.6 Sürümünün Getirdikleri

- İyi bir preemption desteği
- Daha iyi bir zamanlayıcı (scheduler)
- Gelişmiş senkronizasyon desteği
- Sonuç:



## 2.6 Sürümünün Getirdikleri...

- Virtual memory kullanmayacak şekilde derleme
- Memory Management Unit bulundurmeyen işlemciler (Dragonball vb.) destek
- ALSA, USB 2.0, Video4Linux gibi alanlardaki önemli iyileştirmeler
- Çok daha düzgün ve modüler çekirdek katmanları sayesinde, ihtiyaca yönelik olarak çekirdek katmanlarının özelleştirilebilmesi kolaylığı



# Soru - Cevap

*Teşekkürler*