

| Ders Kodu  | Ders Adı   | Teorik | Uygulama | Laboratuvar | Yerel Kredi | AKTS |
|--|--|--------|----------|-------------|-------------|------|
| IKC-MH.57  | Yüksek Başarımli ve Paralel Hesaplamaya Giriş  | 2,00   | 0,00     | 0,00        | 2,00        | 3,00 |
| Ders Detayı  |  |        |          |             |             |      |
| Dersin Dili  | : İngilizce  |        |          |             |             |      |
| Dersin Seviyesi                                      | : Lisans   |        |          |             |             |      |
| Dersin Tipi  | : Seçmeli  |        |          |             |             |      |
| Ön Koşullar  | : Yok  |        |          |             |             |      |
| Dersin Amacı   | : Bu ders kapsamında yüksek başarımli ve paralel hesaplamaların temelleri verilecektir. Öğrencilere C ve benzeri programlama dilleri kullanarak paralel programlamaya giriş yapmayı sağlamak amaçlamaktadır. Bugün hemen hemen tüm bilgisayar sistemleri, çok çekirdekli işlemcilerdir. Bu tür sistemlerin tam performansından yararlanmak için paralel programlamanın kullanılması gerekir. Paralel programlama ayrıca daha büyük bir problemin daha küçük adımlara bölünme süreçlerini ve talimatlarını tanımlar. Talimatlar gerekli hesaplamaları paralel olarak yürütecek olan birden çok işlemciye iletilir. İletim süreçlerindeki paralel programlama için, çok çekirdekli sistemlerde OpenMP (Open Multi-Processing) ve dağıtık bellek sistemlerinde MPI (Mesaj Geçirme Arayüzü) mesaj iletme kullanması öğretilecektir. MPI, yüksek başarımli hesaplamada standart haline gelmiş paralelleştirme paradigmasıdır ve dağıtık bellek makinelerinde çalışan programlar yazılmasını sağlar. OpenMP, tek bir paylaşılan bellek makinesi üzerinden bir programı paralelleştirmeyi sağlayan iş parçacığı tabanlı bir yaklaşımdır. Hibrit ve hızlandırılmış paradigmalardan Cuda OpenCL programcılığın temel kavramları hakkında giriş yapılacaktır. Ders içeriğinde paralel program tasarımı ve geliştirmeye yönelik pratik bir yaklaşım sunulacaktır. Heterojen bilgisayar mimarilerindeki potansiyel tasarım ve performans kavramları hakkında farkındalık kazanılacaktır. |        |          |             |             |      |
| Dersin İçeriği                                       | : Paralel bilgisayarlara giriş. Paralel hesaplama stratejileri. Çok iş parçacıklı programlama. Paylaşımlı bellek çoklu işlem programlaması için OpenMP. Mesaj iletimi ile çoklu işlem programlaması için MPI. Nvidia GPU'larında GPU hesaplama ve paralelleştirme görevleri için CUDA. Ders paralel programlama üzerine teorik konulardan ve uygulamalı pratik alıştırmalardan oluşur.   |        |          |             |             |      |
| Dersin Kitabı / Malzemesi / Önerilen Kaynaklar       | : Ana kaynak ders sunuları ve notları olacaktır. Yardımcı kitaplar olarak: 1. An Introduction to Parallel Programming, 2nd edition, by Peter Pacheco and Matthew Malensek, Morgan Kaufmann, 2021 2. Paralel Algoritmalar: Modeller ve Yöntemler (Yüksek Başarımli Hesaplama), Abdulsamet Haşiloğlu, Papatya Bilim, 2020 3. Parallel Programming: Techniques and Application Using Networked Workstations and Parallel Computers, 2nd edition, by Barry Wilkinson and Michael Allen, Prentice Hall Inc., 2005   |        |          |             |             |      |
| Planlanan Öğrenme Etkinlikleri ve Öğretme Yöntemleri | : Ders sunuları, ara sınav, proje çalışması, final sınavı  |        |          |             |             |      |
| Ders için Önerilen Diğer Hususlar                    | : Programcılığa ilgi duymak. Temel C bilgisine sahip olmak. VirtualBox ile Linux işletim sistemi kullanılacaktır.  |        |          |             |             |      |
| Dersi Veren Öğretim Elemanları                       | : Prof. Dr. Cem Özdoğan  |        |          |             |             |      |
| Dersi Veren Öğretim Elemanı Yardımcıları             | : Yok  |        |          |             |             |      |
| Dersin Verilişi                                      | : Yüz Yüze veya Uzaktan Eğitim   |        |          |             |             |      |
| En Son Güncelleme Tarihi:                            | : 4.08.2023 15:29:40   |        |          |             |             |      |

## Ders Öğrenme Çıktıları

## Bu dersi tamamladığında öğrenci :

- Paylaşılan/dağıtılmış belleğe sahip sistemler için Paralel ve Yüksek Başarımli Hesaplama kavramları hakkında farkındalık kazanacak.
- Hem iş parçacığı (OpenMP) kullanan paylaşılan belleğe sahip sistemler için hem de mesaj iletme kullanan (MPI) dağıtılmış belleğe sahip sistemler için paralel programlar yazabilir.
- MPI mesaj iletme standardının program içindeki süreç, alt yordamlar veya işlevler arasındaki iletişimi kontrolünü tanımlıyabilir.
- Cuda, OpenCL hibrit ve hızlandırılmış paradigmalardan temel bilgilerini edinir.
- Verilen büyük bir sayısal/mühendislik/bilimsel problemi çözebilmek için paralel programlar geliştirmek becerisini ve anlayışını kazanır.

## Ön Koşullar

| Ders Kodu | Ders Adı | Teorik | Uygulama | Laboratuvar | Yerel Kredi | AKTS |
|-----------|----------|--------|----------|-------------|-------------|------|
|-----------|----------|--------|----------|-------------|-------------|------|

| Haftalık Konular ve Hazırlıklar |   |          |             |                    |                   |                          |
|---------------------------------|---|----------|-------------|--------------------|-------------------|--------------------------|
|                                 | Teorik  | Uygulama | Laboratuvar | Hazırlık Bilgileri | Öğretim Metodları | Dersin Öğrenme Çıktıları |
| 1.Hafta                         | *İlk Ders Ders Hakkında. Windows ortamında VirtualBox kullanılarak Linux sisteminin ve gereken araçların/programların kurulması.  |          |             |                    |                   |                          |
| 2.Hafta                         | *Giriş I Hesaplamanın Dört Evresi. Paralel Bilgisayarlar. Bilgisayar Kümeleri, Flynn'in Bilgisayar Mimarisi Taksonomisi.  |          |             |                    |                   |                          |
| 3.Hafta                         | *Giriş II SIMD Mimarisi, MIMD Mimarisi. Paylaşılan Hafıza Organizasyonu. Mesaj İletim Organizasyonu.  |          |             |                    |                   |                          |
| 4.Hafta                         | *Performans Analizi Hesaplamalı Modeller. Paralel Mimariler İçin Şüpheli Postülalar. Amdahl Yasası  |          |             |                    |                   |                          |
| 5.Hafta                         | *Paylaşılan Bellek Paradigmasını Kullanarak Programlama I OpenMP, MPI ve Hızlandırıcılara genel bakış. İş Parçacığı nedir? İş Parçacığı Modeli. Neden İş Parçacığı? İş Parçacığı Temelleri: Oluşturma ve Sonlandırma, Argümanları İletme, İptal ve Birleştirme. |          |             |                    |                   |                          |
| 6.Hafta                         | *Paylaşılan Bellek Paradigmasını Kullanarak Programlama II OpenMP'ye Başlangıç: Direktife Dayalı Paralel Programlama Standardı. İş paylaşımı yönergeleri. Veri ortamı ve birleşik yapılar. Görevlendirme.   |          |             |                    |                   |                          |
| 7.Hafta                         | *Ara Sınav  |          |             |                    |                   |                          |
| 8.Hafta                         | *Mesaj İletim Paradigmasını Kullanarak Programlama I Mesaj İletim Programlamanın İlkeleri. Mesaj İleten Programların Yapısı. Yapı Taşları: Gönderme ve Alma İşlemleri   |          |             |                    |                   |                          |
| 9.Hafta                         | *Mesaj İletim Paradigmasını Kullanarak Programlama II MPI: Mesaj Geçirme Arayüzü. MPI Kitaplığını Başlatma ve Sonlandırma. MPI'de iletişimciler ve iletişim. Bilgi almak. Mesaj Gönderme ve Alma. Kilitlenmelerden Kaçınmak. Aynı Anda Mesaj Gönderme ve Alma.  |          |             |                    |                   |                          |
| 10.Hafta                        | *Mesaj İletim Paradigmasını Kullanarak Programlama III MPI: Mesaj Geçiş Arayüzü. Eş Zamanlı Hesaplama ve Haberleşme. Toplu Haberleşme ve Hesaplama İşlemleri. Broadcast, Reduction, Gather, Scatter, All-to-All. Gruplar ve İletimciler.                        |          |             |                    |                   |                          |
| 11.Hafta                        | *Mesaj İletim Paradigmasını Kullanarak Programlama IV MPI: Mesaj Geçiş Arayüzü. İleri Toplu Haberleşme (MPI_Reduce, MPI_Allreduce, Engellemeyen Haberleşme ve Tek Taraflı Haberleşme)   |          |             |                    |                   |                          |
| 12.Hafta                        | *MPI + OpenMP   |          |             |                    |                   |                          |
| 13.Hafta                        | *OpenMP ve MPI'nin Ötesinde GPU Parallellleştirilmesi. GPU'lar: Giriş ve Mimari. Koşurma ve programlama modelleri.  |          |             |                    |                   |                          |
| 14.Hafta                        | *CUDA ve OpenCL giriş   |          |             |                    |                   |                          |

| Değerlendirme Sistemi % |
|-------------------------|
| 1 Vize : 30,000         |
| 2 Proje : 30,000        |
| 3 Final : 40,000        |

| AKTS İş Yüğü  |      |              |                                  |
|---|------|--------------|----------------------------------|
| Aktiviteler   | Sayı | Süresi(Saat) | Toplam İş Yüğü                   |
| Vize / Midterms   | 1    | 2,00         | 2,00                             |
| Proje / Project   | 1    | 16,00        | 16,00                            |
| Final / Final   | 1    | 2,00         | 2,00                             |
| Derse Katılım / Attending lectures                              | 13   | 2,00         | 26,00                            |
| Ders Öncesi Biresysel Çalışma / Individual study before lecture | 13   | 1,00         | 13,00                            |
| Ders Sonrası Biresysel Çalışma / Individual study after lecture | 13   | 1,00         | 13,00                            |
| Ara Sınav Hazırlık / Preparation for midterm                    | 1    | 6,00         | 6,00                             |
| Final Sınavı Hazırlık / Preparation for final                   | 1    | 8,00         | 8,00                             |
|   |      |              | Toplam : 86,00                   |
|   |      |              | Toplam İş Yüğü / 30 ( Saat ) : 3 |
|   |      |              | AKTS : 3,00                      |

| Program Öğrenme Çıktısı İlişkisi |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|                                  | P.Ç. 1 | P.Ç. 2 | P.Ç. 3 | P.Ç. 4 | P.Ç. 5 | P.Ç. 6 | P.Ç. 7 | P.Ç. 8 | P.Ç. 9 | P.Ç. 10 | P.Ç. 11 |
| Ö.Ç. 1                           | 0      | 0      | 0      | 5      | 0      | 3      | 0      | 5      | 0      | 0       | 0       |
| Ö.Ç. 2                           | 0      | 0      | 0      | 0      | 5      | 3      | 0      | 5      | 0      | 0       | 0       |
| Ö.Ç. 3                           | 0      | 5      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0       | 0       |
| Ö.Ç. 4                           | 0      | 5      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0       | 0       |
| Ö.Ç. 5                           | 0      | 5      | 3      | 5      | 5      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       |