

T.C.  
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK  
– MİMARLIK FAKÜLTESİ



**GRAPHICS PROCESSING UNIT**

**BİLGİSAYAR ORGANİZASYONU VIZE RAPORU**

**BORA ALTUN - 200309025**

**HARUN ÇETİNKAYA – 210309010**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ(TÜRKÇE)**

**DR. ÖĞRETİM ÜYESİ AZİZ KUBİLAY OVACIKLI**

## ÖZET

İlk bilgisayarlar mantıksal ve matematiksel işlemler yapabilmektelerdi. Zaman geçtikçe evrimleşen bu cihazlarda CPU'nun hızı kaliteli görüntüyü işlemekte yetersiz kaldı. Bunun üzerine insanlar görüntü kalitesini ve hızını arttırmak için yeni bir teknolojiye başvurdular. Bu yeni teknoloji CPU'ya kıyasla görüntü kalitesi ve görüntü verme hızı bilgisayarlarda yeni bir çağ başlattı. Teknolojinin ilerlemesiyle ve insanların ihtiyaçlarının gün geçtikçe artmasıyla hayatımızda yer alan bu mikroişlemci, teknoloji tarihine geçti. Artık her birimiz kullandığımız bilgisayar, oyun konsolu, telefon, akıllı televizyon ve hatta bazı arabalarda bile kullanılan grafik işlem birimi çağımızın vazgeçilmezi olmuştur.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>1</b>	<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GPU.....</b>	<b>2</b>
2.1	GPU Nedir ve Ne İş Yapar ? .....	2
2.2	GPU'nun Yapısı .....	2
2.2.1	Entegre GPU .....	3
2.2.2	Ayrık GPU .....	3
2.2.3	Control Unit .....	4
2.2.4	Cache .....	4
2.2.5	DRAM .....	4
2.2.6	ALU .....	4
2.3	GPU'nun Tarihçesi .....	5
<b>3</b>	<b>Özel Grafik Kartları .....</b>	<b>7</b>
3.1	Grafik Kartı Nedir ve Ne İş Yapar ? .....	7
3.2	Grafik Kartı'nın Yapısı.....	8
3.2.1	RAMDAC .....	8
3.2.2	VRAM .....	8
3.2.3	BIOS .....	9
3.2.4	Soğutma Sistemi .....	9
3.2.5	Display Outputs .....	9
3.2.6	Güç Kaynağı .....	9
<b>4</b>	<b>GPU ve CPU.....</b>	<b>10</b>
4.1	CPU Nedir ve Ne İşe Yarar ? .....	10
4.2	GPU ve CPU İletişimi .....	10
4.3	GPU ve CPU'nun Farkları.....	11
4.4	Grafik Hızlandırıcı.....	12
<b>5</b>	<b>GPU'NUN GELECEĞİ VE SONUÇ.....</b>	<b>13</b>
5.1	Gelecekte GPU .....	13
5.2	Sonuç .....	13
<b>6</b>	<b>FİNAL PROJE DEMOSU.....</b>	<b>14</b>
6.1	Neden Bu Konuyu Seçtik? .....	14
6.2	Demomuz ve Demomuzla İlgili Bilgiler .....	14
6.3	Aldığımız Hatalar ve Çözümleri .....	18

6.4	Demomuzla Alakalı Yaptığımız Kıyaslamalar ve Diğer Örnekler.....	19
7	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>20</b>
7.1	Final Demo Projesi Kaynaklar .....	23

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1 GPU'nun yapısı.....	2
Şekil 2.2 Entegre GPU.....	3
Şekil 2.3 Ayrık GPU.....	3
Şekil 2.4 Commodore 64.....	5
Şekil 2.5 Playstation Sony GPU.....	5
Şekil 2.6 Nvidia GeForce 256.....	6
Şekil 2.7 AMD RX 6700 XT.....	6
Şekil 3.1 Grafik kartı.....	7
Şekil 3.2 Grafik kartının yapısı.....	8
Şekil 4.1 Merkezi işlem birimi.....	10
Şekil 4.2 CPU ile GPU'nun 2003-2013 arasındaki performans ivmesi.....	11
Şekil 4.3 Nvidia markasına ait bir grafik hızlandırıcı.....	12
Şekil 4.4 Menüümüz.....	19
Şekil 4.5 Proje Kısımımız.....	19
Şekil 4.6 Park Sensörü.....	20
Şekil 4.7 Sıcaklık ve Nem Sensörü.....	20
Şekil 4.8 Devremiz.....	21
Şekil 4.9 Devremiz.....	21

## KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

<b>GPU</b>	: Graphics Processing Unit (Grafik İşlem Birimi)
<b>CPU</b>	: Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi)
<b>ALU</b>	: Arithmetic Logic Unit (Aritmetik Mantık Birimi)
<b>DRAM</b>	: Dynamic Random Access Memory (Dinamik Rastgele Erişimli Bellek)
<b>CU</b>	: Control Unit (Kontrol Ünitesi)
<b>RTX</b>	: Ray Tracing (Işın İzleme)
<b>AMD</b>	: Advanced Micro Devices (Gelişmiş Mikro Cihazlar)
<b>RX</b>	: Radeon Experience (Radeon Deneyimi)
<b>RAMDAC</b>	: Random Access Memory Digital to Analog Converter (Rastgele Erişimli Bellek Dijital Analog Dönüştürücü)
<b>VRAM</b>	: Video Random Access Memory (Video Rastgele Erişim Belleği)
<b>ROM</b>	: Read Only Memory (Sadece Okunabilir Bellek)
<b>BIOS</b>	: Basic Input/Output System (Temel Giriş/Çıkış Sistemi)

# 1 GİRİŞ

Bundan yaklaşık 83 sene önce insanlar ilk programlanabilir bilgisayarı keşfettiklerinde bilgisayar bir işlem mekanizması ve veri depolama amaçlı kullanılıyordu. İlerleyen yıllarla beraber insanların bilgisayarlara olan ihtiyaçları git gide artmaya başladı. Bu ihtiyaçlardan dolayı zamanla bilgisayarların işlevleri ve kullanım alanları da genişledi. Bu kullanım alanlarından biri olan görüntü işleme, görsel olarak yoğun görevler içeriyordu ve bilgisayarlarda kullanılan CPU görüntüleri işlemekte geride kalıyordu. Bu görüntülerin hızlı bir biçimde ekrana işlenip yansımaları için bir çare bulmak gerekti ve paralel işlem yapmakta daha hızlı olan GPU'yu geliştirdiler. GPU grafik işlemlerini CPU'ya kıyasla birçok paralel işlem gücüne sahip çekirdekleri sayesinde daha hızlı ve verimli bir şekilde yapabildi. Bununla birlikte bilgisayarlarda yeni bir çağ başladı.

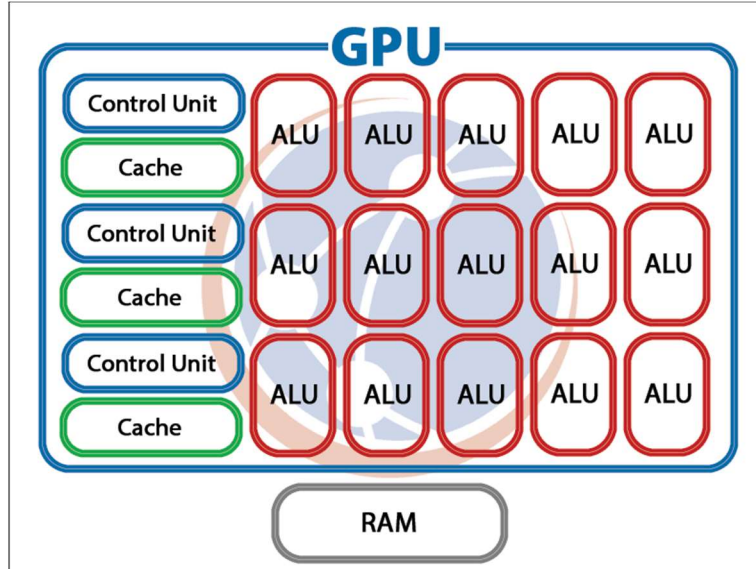
## 2 GPU

### 2.1 GPU Nedir ve Ne İş Yapar ?

GPU ya da diğerk bir adıyla grafik işlem birimi, grafik işlemeyle görevli olan ve paralel işlem yapabilen çok çekirdekli özel bir işlemci birimidir. Asıl görevi grafik işleme olan bu özel işlemci birimi aynı zamanda merkez işlemci birimi olan CPU'ya destek olmaktadır. Bu sayede yüksek çözünürlüklü birtakım işleri yapmamıza ya da oyunları oynamamıza olanak sağlar. GPU'lar çok bilinenin aksine oyunlar dışında da yaratıcı prodüksiyon, yapay zekâ, grafik programlarındaki gelişmiş ışıklandırma ve gölgelendirme teknikleri için de önem teşkil etmektedir. Bir bakıma günümüz için GPU, en önemli teknolojilerden biri haline de gelmiştir.

### 2.2 GPU'nun Yapısı

Grafik işlem birimi kişisel veya iş bilgisayarlarında ekran kartına gömülü halde veya anakarta entegre halde bulunabilir. GPU yapısı Control Unit, Cache, ALU, DRAM olmak üzere dört kısma ayrılır.



Şekil 2.1 GPU'nun Yapısı [1].



### 2.2.1 Entegre GPU

Entegre GPU'lar bilgisayarlarda anakarta gömülü bir şekilde bulunur. Bu gömülü GPU'lar ayrı bir bellek bankası yerine direkt CPU ile paylaşılan sistem belleğini kullanır. Entegre GPU'lar bilgisayarlarda anakarta gömülü şekilde olduğu için daha az güç kullanır ve daha az ısı üretir ve genellikle dizüstü bilgisayarlarda kullanılır.



Şekil 2.2 Entegre GPU [2].

### 2.2.2 Ayrık GPU

Ayrık GPU'lar genellikle çıkarılabilir grafik kartı biçiminde olan ayrı bir grafik işlemcisidir. Ayrık grafik kartlarının entegre GPU'lardan farklı olarak CPU ile paylaşılmayan kendine ait bir ayrılmış belleği bulunur. Bu ayrık GPU'lar daha fazla güç tüketimi ve daha fazla ısınmasına karşılık daha yüksek performans sağlar ve genellikle masaüstü bilgisayarlarda kullanılmaktadır.



Şekil 2.3 Ayrık GPU [3].

### **2.2.3 Control Unit**

İşlemcinin beyni olarak kabul edilen CU, işlemcideki tüm kontrol sinyallerini işleyip giriş ve çıkış akışlarını yönlendirir. Veri akışını kontrol etmek ve talimat yorumlama gibi işlevlerine de sahiptir.

### **2.2.4 Cache**

Bilgisayardaki merkezi işlem birimine hızlı erişim sağlamak için kullanılan bir hafıza bileşenidir. Birçok farklı türde bulunan cache seviye 1 (L1), seviye 2 (L2), seviye 3 (L3) olarak ayrılır. Bunların en hızlı ve küçük olanı L1 cache, mobil cihazlarda kullanılır. Daha büyük boyutta ve yavaş olan L2 ve L3 cache, L1 cache ile masaüstü bilgisayarlarda kullanılır.

### **2.2.5 DRAM**

DRAM verileri geçici olarak saklayan bir ana bellekteki en yaygın türdür. DRAM diğer bellek yapılarına göre daha ucuzdur ve büyük miktarda veri saklayabilir. DRAM'ın diğer belleklerden farkı dinamik olmasıdır yani DRAM elektrik yükünü sürekli yenilemek zorundadır.

### **2.2.6 ALU**

İşlemci yongalarının matematiksel beyni olan ALU, işlemci tarafından yürütülen tüm mantıksal ve aritmetik işlemleri gerçekleştirir. Bilgisayar hızını etkileyen en önemli faktör olan ALU daha hızlı matematiksel işlemleri gerçekleştirmekle beraber bilgisayarın performansını da artırır. Bundan dolayı CPU üreticileri daha hızlı ve gelişmiş bir ALU tercih ederek bilgisayarın performansını arttırmaya çalışırlar.

### 2.3 GPU'nun Tarihçesi

GPU Tarihi bilgisayarın eski zamanlarına dayanır. İlk grafik işlem birimleri, 1970'lerin ortalarında ortaya çıktı ve sadece basit görsel gösterimler için kullanıldı. 1980'lerde ise GPU terimi henüz çok kullanılmıyordu çünkü bu yıllardaki kişisel bilgisayarlar sadece metin tabanlı arayüzlerle çalışan işleme kapasitesi düşük bilgisayarlardı. Fakat bu dönemde bazı bilgisayar oyunlarını görsel olarak göstermek için Commodore 64 gibi ev bilgisayarlarında yüksek çözünürlüklü grafik kartları kullanılsa da bu grafik kartları günümüz teknolojisine kıyasla çok sınırlı işlem yapabildiği için sadece oyunlarda kullanılabiliyordu.



Şekil 2.4 Commodore 64 [4].

1990'lı yıllarda GPU terimi ilk defa piyasaya sürüldü ve PlayStation oyun konsolundaki Sony GPU ile gündeme geldi.



Şekil 2.5 PlayStation Sony GPU [5].

Aynı zamanda 1999 yılında genel amaçlı günümüz standartlarına uyan GeForce 256 adında ilk GPU piyasaya sürüldü.



Şekil 2.6 Nvidia GeForce 256 [6].

2000'lerde grafik kartları bilgisayarların monitörlerine görüntü sağlamak için kullanılırken, GPU'lar da bu görüntülerin oluşturulması ve işlenmesi için ekran kartlarına gömülü bir şekilde kullanılıyordu. Ancak bu yıllarda kullanılan GPU'lar, yüksek performanslı oyunlar gibi daha karmaşık grafik işlemleri için yeterli değildi. 2010'larda kullanılan grafik işlem birimleri daha gelişmiş özellikler ve yüksek performans sunarak önemli bir rol oynadı. Günümüze geldiğimize ise Nvidia'nın RTX ve AMD'nin RX modelindeki ekran kartı serileri tasarım ve oyun alanında çalışan iş dünyasına modern teknolojinin sunabildiği en yüksek güçteki GPU serilerine örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.7 AMD Radeon RX 6700 XT [7].

### 3 Özel Grafik Kartları

#### 3.1 Grafik Kartı Nedir ve Ne İş Yapar ?

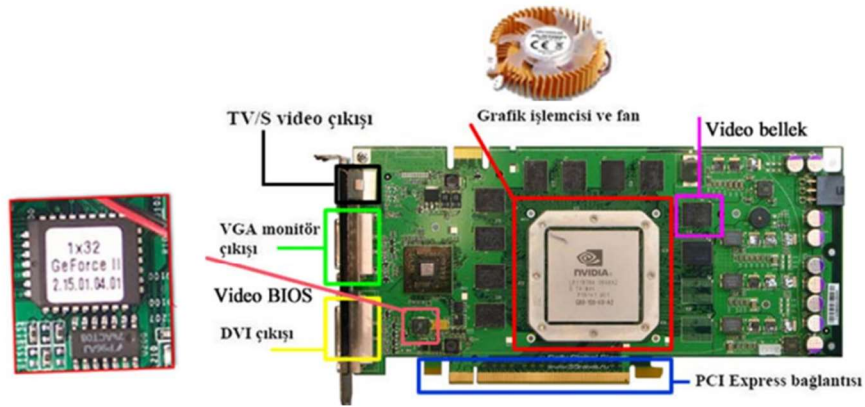
Grafik kartını basitçe tanımlamak gerekirse merkezinde GPU ve etrafında ise ona eşlik eden RAMDAC, BIOS ve VRAM bulunduran donanım olarak tanımlayabiliriz. Grafik kartının işlevi bilgisayarların ve diğer teknolojik cihazların görüntülerini işleyerek ekranda görüntü oluşturması ve daha iyi bir görüntü kalitesi için ekran çözünürlüğünü arttırabilir hale getirmesidir. Bu kartlar aynı zamanda bilgisayar oyunları ve üç boyutlu grafik uygulamaları gibi yoğun grafik işleme gerektiren görevleri gerçekleştirmek için de kullanılır.



Şekil 3.1 Grafik Kartı [8].

### 3.2 Grafik Kartı'nın Yapısı

Grafik kartını tüm bileşenleri ile incelememiz gerekirse; GPU, RAMDAC, BIOS, VRAM, Display Outputs, güç kaynağı, soğutma sistemi olarak söylenebilir.



Şekil 3.2 Grafik kartının yapısı [9].

#### 3.2.1 RAMDAC

Grafik kartlarının ana bileşenlerinden biri olan RAMDAC, grafik kartlarındaki dijital verileri analog sinyallere dönüştürerek monitörün piksellerini doğru renklerde ve şekillerde görüntülenmesini sağlar.

#### 3.2.2 VRAM

Bilgisayarların ekranında görüntülenen grafik verilerini depolamak için kullanılan VRAM, yüksek hızda erişilebilen ve düşük gecikme süresine sahip bir özel bellek türüdür. Ekranda gösterilmek istenen görüntü, işlemci tarafından VRAM'e yazılır ve işlendikten sonra ekranda görünür.

### **3.2.3 BIOS**

Anakartlarda ROM yongası olarak bulunan BIOS, bilgisayarın donanımını, yazılımını başlatmak ve yapılandırılmasına yardımcı olur. Kısacası BIOS programı bilgisayardaki işletim sistemi ile diğer bileşenler arasındaki veri akışını yönetir.

### **3.2.4 Soğutma Sistemi**

GPU'nun yoğun ısı üretmesi nedeniyle büyük bir soğutma bloğuna ihtiyaç duyduğundan dolayı kullanılan fanlar veya üst düzey soğutma sistemleridir.

### **3.2.5 Display Outputs**

Grafik kartının monitör gibi görüntü aygıtlarına bağlanması gerekir. Bu çıkışlara da display outputs adı verilir. Bunlar; HDMI, VGA vb. giriş/çıkış portlarıdır.

### **3.2.6 Güç Kaynağı**

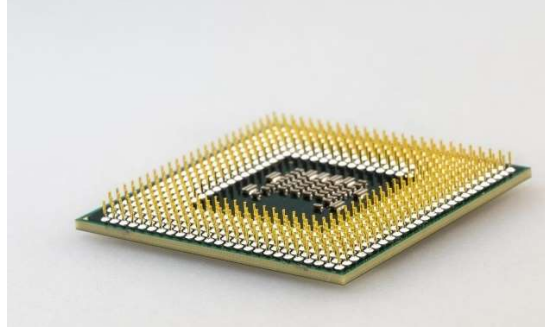
Yüksek işlem gücüne ve VRAM'e sahip olduğundan dolayı grafik kartları ek güç kaynağına ihtiyaç duyar. Bu ek güç kaynağını anakarttan veya özel bir bağlantısını kullanarak ihtiyacını giderir.



## 4 GPU ve CPU

### 4.1 CPU Nedir ve Ne İşe Yarar ?

CPU ya da diğer bir adıyla merkezi işlem birimi, bir bilgisayarın anakartında özel bir yuvada bulunur. CPU, bilgisayardaki neredeyse tüm donanımla etkileşim kurarak veri okuma, matematiksel ve mantıksal işlemler yapar. Basitçe tanımlamamız gerekirse CPU için bilgisayarımızın beyni diyebiliriz.



Şekil 4.1 Merkezi İşlem Birimi (CPU) [10].

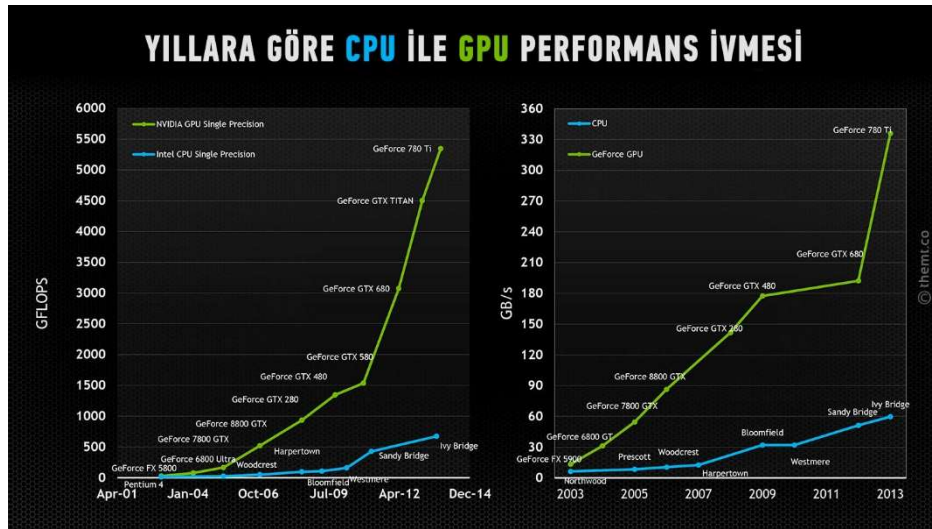
### 4.2 GPU ve CPU İletişimi

GPU CPU'nun tamamlayıcısıdır. Bu iki mikroişlemci arasındaki iletişim, özel bir veri yolu üzerinden gerçekleştirilir. CPU, programlar ve uygulamalar için gerekli işlemci görevlerini yürütmek için GPU'ya görevler gönderir. Örneğin, bilgisayarımızda yüksek grafik yükü olan bir oyun çalıştırdığımızda CPU ile birlikte GPU da çalışmaktadır. Aslında CPU GPU'nun görevini üstlenebilir ancak GPU kadar çok çekirdekli olmadığı için hızlı bir işlem yapamaz ve buna ek olarak elektrik tüketimi de yüksek olur. Bu sebeple GPU ve CPU birbirlerinin işlerini tam olarak devralamazlar ve beraber çalışırlar.



### 4.3 GPU ve CPU'nun Farkları

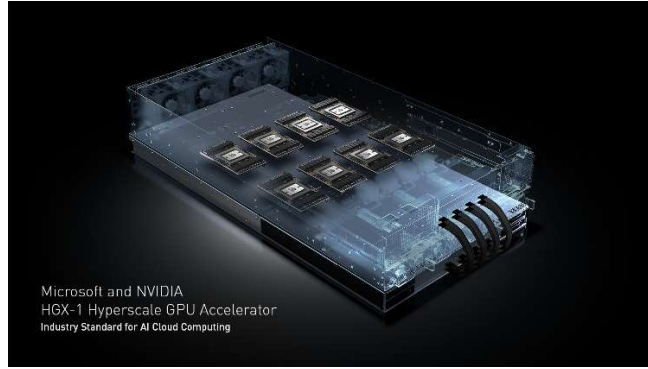
CPU GPU'ya kıyasla daha çok mantıksal ve matematiksel işlemleri hızlı bir şekilde yapmakla yükümlüdür. CPU bilgisayardaki neredeyse her donanımla etkileşim sağlarken GPU birkaç donanımla etkileşim sağlar. GPU sahip olduğu çok çekirdekli yapısıyla görüntüleri hızlı ve yüksek çözünürlüklü şekilde işleyebilme kapasitesine sahiptir. CPU'lar GPU'nun görevini üstlenebilirler. Ancak bir CPU saniyede 3,2 milyar döngü gerçekleştirebilecek kadar hızlı olmasına rağmen GPU kadar çekirdeği olmadığı için GPU'nun sağladığı kadar yüksek kalitede görüntü işleyemez. Örnek olarak Nvidia, bu durumu kısaca anlatan bir videoya sahiptir [11]. CPU ve GPU'nun aslında en büyük farkı bir bilgisayar GPU kullanmadan da çalışabilirken bilgisayarın beyni olan CPU olmadan çalışması mümkün değildir.



Şekil 4.2 CPU ile GPU'nun 2003-2013 arasındaki performans ivmesi [12].

#### 4.4 Grafik Hızlandırıcı

Bilgisayarların CPU'sundan daha hızlı çalışan özel işlemciler barındıran grafik hızlandırıcıları, yüksek görüntü kalitesi ve daha akıcı görüntü sağlar. Bu yüksek görüntü kalitesi sayesinde video oyunu ve üç boyutlu modelleme gibi alanlarda da kullanılmaktadır.



**Şekil 4.3** Nvidia markasına ait bir grafik hızlandırıcı [13].

## **5 GPU’NUN GELECEĞİ VE SONUÇ**

### **5.1 Gelecekte GPU**

Dijitalleşme geleceğimizin merkezidir. İlk çıktığı günden bugüne kadar geçirdiği gelişmelerle teknolojiye yön veren grafik işlem birimi, gelecekteki bilgisayar mimarisinin yapıtaşısıdır. Zamanla GPU diğer mikroişlemcilerin görevlerini de üstlenerek cihazlarımızın en önemli parçası haline gelebilir. Teknoloji geliştikçe GPU’ların entegre olduğu ekran teknolojileri iki boyutlu görüntüden üç boyutlu görüntüye evrilebilir. Bu gelişme de eğlence ve elektronik sektörünü başka bir seviyeye taşıyabilir.

### **5.2 Sonuç**

Hepimizin aslında hayatında önemli bir yer kaplayan bilgisayar ve teknolojik cihazlarımızın içindeki ana birimlerle alakalı detaylı bir bilgiye sahip olduk ve bunların birlikte nasıl çalıştığını öğrendik. Merakımızı gidermek, alanımızla alakalı araştırma yapmak ve bunun üzerine kafa yormak bizi hem geliştirdi hem de keyif aldık. Final demosu olarak da basit bir GPU oluşturmayı düşünüyoruz. Bu GPU’yu kullanarak bir kod dizilimi ile bir devreye entegre ederek bir görüntü bastırmayı hedefliyoruz.

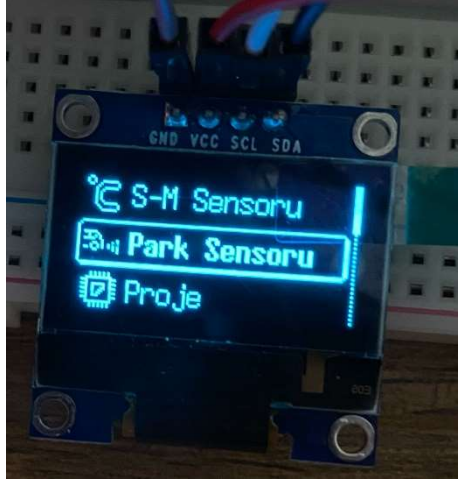
## **6 FİNAL PROJE DEMOSU**

### **6.1 Neden Bu Konuyu Seçtik?**

Aslında bu konuyu seçmeden önce bütün konulara bir göz gezdirip finalde bu konuyla alakalı nasıl bir uygulama yapabiliriz diye düşündük. GPU konusuna geldiğimizde ise aklımıza bir giriş çıkış kartı ve bir ekran kullanarak görüntü işleyip yansıtma işlevini yapabileceğimizi fark ettik ve bunu yapmaya karar verdik. Bunun yanında bu konuyu seçmemizin diğer bir sebebi ise ilgimizin olması. İkimiz de daha küçük yaşta ilk ücreti diğerlerine nazaran daha yüksek olan bilgisayarlar almaya çalışırken bile bu işlemcinin bulunduğu kartları kıyaslıyorduk. Özetle var olan ilgimiz ve düşündüğümüz demonun aklımıza yatmasıyla bu konuyu tercih etmeye karar verdik.

### **6.2 Demomuz ve Demomuzla İlgili Bilgiler**

Demomuzu C dilinde yazdık. Menü ve park sensörünün bazı kısımlarında araştırdığımız videolardan yardım alıp, kalan kodları kendi bilgilerimizle ve edindiğimiz tecrübelerle yazdık. Projemizi yazarken Wire, Adafruit\_GFX, Adafruit\_SSD1306, DHT ve U8glib kütüphanelerini kullandık.



Şekil 4.4 Menüümüz.



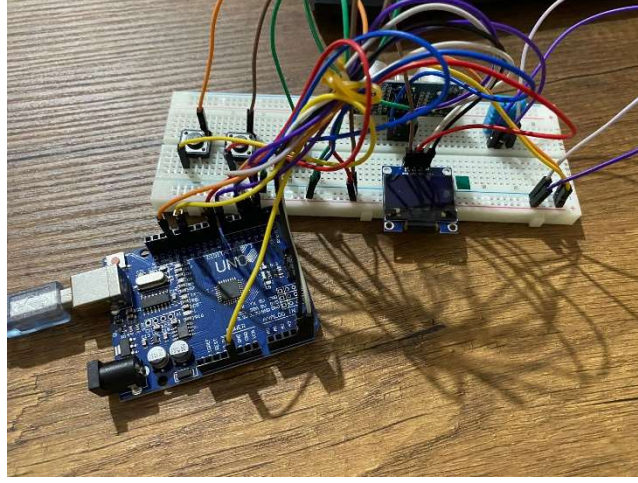
Şekil 4.5 Proje Kısımımız.



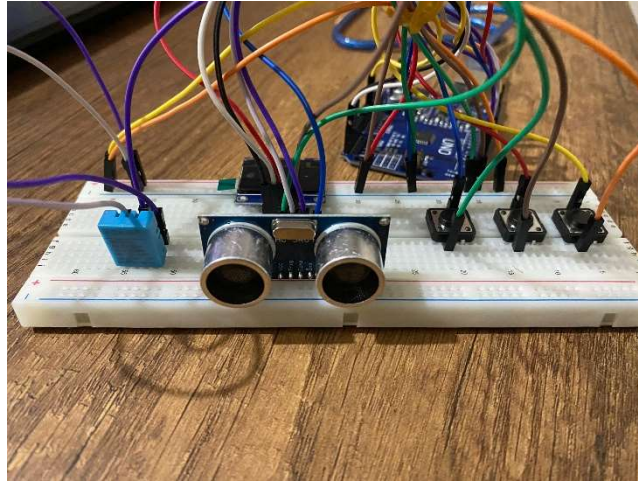
Şekil 4.6 Park Sensörü.



Şekil 4.7 Sıcaklık ve Nem Sensörü.



Şekil 4.8 Devremiz.



Şekil 4.9 Devremiz.

### 6.3 Aldığımız Hatalar ve Çözümleri

Hata 1: Menü kodumuza sensör kodlarını entegre etmeye çalışırken karşılaştığımız hata.

Çözüm 1: Kodları döngünün içerisine aldık ve void setup() noktasındaki kodların yerlerini değiştirdik.

Hata 2: Sensör kodlarını menünün içerisine entegre etmeye çalıştığımızda sadece bir sensörün tüm seçeneklerde çıkması ve bunu çözmek için yazdığımız ve doğru olan kodun çalışmaması.

Çözüm 2: Kodu farklı kütüphaneden yazdık ve kodların yerlerini değiştirdik else if() ile yazdığımız kodları if() çevirdik.

Hata 3: 'S-N Sensoru' ve 'Proje' kısımlarına yazdığımız kodları temiz bir sayfada çalıştırdığımızda çalışması ancak bizim kodumuzda çalışmaması.

Çözüm 3: Kodu farklı kütüphaneden yazdık.

Hata 4: 'S-N Sensoru' ve 'Proje' kısımlarına kütüphanesini değiştirip yazdığımız kodların metodlarında problem çıkması.

Çözüm 4: Daha fazla araştırma sonucunda doğru metodları bulup değiştirdik.

Hata 5: Devremizi yaparken kullandığımız parçaları takarken kırılması veya hasar alması.

Çözüm 5: Hasar aldıysa düzelttik, kırıldıysa yenisini satın aldık.



#### **6.4 Demomuzla Alakalı Yaptığımız Kıyaslamalar ve Diğer Örnekler**

Projemizi yaparken birçok araştırma yaptık ve birçok örnek gördük. Bunlar; LCD ekrana sensör değeri bastırma, OLED ekrana sadece resim bastırma, OLED ekrana sadece sensör değeri bastırma, simülasyon içerisindeki panele sensör değeri yazdırma vb. şeylerdi ancak bu konumuzdan dolayı ve daha komplike güzel görünümlü bir şey yapmak istediğimizden dolayı bunlardan ziyade bir menü tasarlamayı ve sensörlerin değerlerini görsellerle beraber yazdırmayı seçtik.

## 7 KAYNAKLAR

- ❖ ENIAC  
<https://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC> (1 Ağustos 2002).
- ❖ Graphics Processing Unit  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics\\_processing\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_processing_unit) (6 Aralık 2003).
- ❖ GeForce 256  
[GeForce 256 - Wikipedia](#) (18 Kasım 2002).
- ❖ What Is a GPU?  
<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/processors/what-is-a-gpu.html>
- ❖ CPU vs GPU: What's the Difference  
<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/processors/cpu-vs-gpu.html>
- ❖ Ekran Kartı  
[https://tr.wikipedia.org/wiki/Ekran\\_kart%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ekran_kart%C4%B1) (2 Ekim 2005).
- ❖ GPU Nedir? GPU ve CPU Arasındaki Farklar Nedir?  
<https://www.hosting.com.tr/bilgi-bankasi/gpu-nedir/>
- ❖ Kontrol Ünitesi Nedir?  
<https://tr.theastrologypage.com/control-unit> (2023)
- ❖ Control Unit  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Control\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Control_unit) (26 Eylül 2001)
- ❖ L1 L2 L3 Cache  
<https://pediaa.com/what-is-the-difference-between-l1-l2-and-l3-cache/>  
(29 Kasım 2018)

- ❖ Arithmetic Logic Unit  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic\\_logic\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic_logic_unit) (13 Mart 2001)
- ❖ Arithmetic Logic Unit  
<https://www.learncomputerscienceonline.com/arithmetic-logic-unit/>
- ❖ Graphics Card  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics\\_card](https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_card) (20 Ekim 2002)
- ❖ VRAM (Video RAM)  
<https://www.javatpoint.com/vram>
- ❖ VRAM  
<https://tr.wikipedia.org/wiki/VRAM> (15 Mayıs 2018)
- ❖ What Is VRAM?  
<https://www.lifewire.com/what-is-vram-5226032> (21 Nisan 2022)
- ❖ RAMDAC  
<https://en.wikipedia.org/wiki/RAMDAC> (17 Kasım 2003)
- ❖ BIOS  
<https://en.wikipedia.org/wiki/BIOS> (27 Ekim 2001)
- ❖ What Is BIOS?  
<https://www.javatpoint.com/what-is-bios>
- ❖ CPU vs GPU  
<https://www.heavy.ai/technical-glossary/cpu-vs-gpu>
- ❖ Grafik Hızlandırıcı Nedir?  
<https://tr.theastrologypage.com/graphics-accelerator> (2023)
- ❖ Computer – CPU (Central Processing Unit)  
[https://www.tutorialspoint.com/computer\\_fundamentals/computer\\_cpu.htm](https://www.tutorialspoint.com/computer_fundamentals/computer_cpu.htm)

❖ Central Processing Unit

[https://en.wikipedia.org/wiki/Central\\_processing\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Central_processing_unit) (7 Mart 2001)

❖ GPU's are Driving the Future of Computing

<https://www.sharecafe.com.au/2022/09/12/gpus-are-driving-the-future-of-computing/> (12 Eylül 2022)

[1] <https://phoenixnap.com/kb/cpu-vs-gpu>

[2] <https://www.profolus.com/topics/integrated-gpu-advantages-disadvantages-integrated-graphics/>

[3] <https://www.nvidia.com/tr-tr/geforce/graphics-cards/40-series/>

[4] <https://www.tech-worm.com/commodore-64-tarihcesi/>

[5] <https://www.techpowerup.com/gpu-specs/playstation-gpu-600nm.c3707>

[6] [https://en.wikipedia.org/wiki/GeForce\\_256](https://en.wikipedia.org/wiki/GeForce_256)

[7] <https://www.amd.com/en/products/graphics/amd-radeon-rx-6700-xt>

[8] <https://www.newegg.com/insider/how-to-choose-graphics-card/>

[9] [https://itunesu-assets.itunes.apple.com/itunes-assets/CobaltPublic20/v4/5e/a9/7e/5ea97e19-55f7-1e18-f25f-5576e146a289/310-4609292661094006677-Bilgisayar\\_Donan\\_m\\_Unite\\_9.pdf](https://itunesu-assets.itunes.apple.com/itunes-assets/CobaltPublic20/v4/5e/a9/7e/5ea97e19-55f7-1e18-f25f-5576e146a289/310-4609292661094006677-Bilgisayar_Donan_m_Unite_9.pdf)

[10] <https://www.redhat.com/sysadmin/cpu-components-functionality>

[11] <https://www.youtube.com/watch?v=-P28LKWTzrI>

[12] <https://themt.co/blog/109-bilgisayar-grafigi/317-gpu-ve-render-hakkinda-bilinmesi-gerekenler>

[13] <https://wccftech.com/nvidia-tesla-p100-hgx-1-and-jetson-tx2-pascal-announced/>

## 7.1 Final Demo Projesi Kaynaklar

- ❖ U8glib Library Methods  
[userreference · olikraus/u8glib Wiki · GitHub](#) (12 Ocak 2017)
- ❖ U8glib Library Fonts  
[fontsize · olikraus/u8glib Wiki · GitHub](#) (28 Haziran 2015)
- ❖ Photopea  
[Photopea | Online Photo Editor](#) (14 Eylül 2013)
- ❖ Dafont  
[DaFont - Download fonts](#)
- ❖ Mini Weather Station Using Arduino  
[Mini weather station using Arduino Nano, DHT11/22 Sensor and ... - YouTube](#) (8 Mayıs 2021)
- ❖ Arduino Parking Sensor Tutorial  
<https://www.youtube.com/watch?v=gg08H-6Z1Lo> (21 Kasım 2022)
- ❖ Arduino OLED Menu Tutorial  
<https://www.youtube.com/watch?v=HVHVkKt-ldc> (6 Ocak 2023)
- ❖ Board – SSD1306 Referance  
<https://docs.wokwi.com/parts/board-ssd1306>
- ❖ Wokwi – DHT22 Referance  
<https://docs.wokwi.com/parts/wokwi-dht22>
- ❖ Wokwi – HC-SR04 Referance  
<https://docs.wokwi.com/parts/wokwi-hc-sr04>

❖ Wokwi – Pushbutton Referance  
<https://docs.wokwi.com/parts/wokwi-pushbutton>

❖ Wokwi – Arduino-Uno Referance  
<https://docs.wokwi.com/parts/wokwi-arduino-uno>

## **VİZE RAPOR İŞ BÖLÜMÜ**

**Not: Bu ödevde belirtilen iş bölümleri zaman zaman ortak şekilde de yapılmıştır.**

### **Bora Altun**

Proje kapsamının belirlenmesi

Yazım/Düzen

Görsel tasarım

Veri analizi

### **Harun Çetinkaya**

Proje kapsamının belirlenmesi

Literatür taraması

Veri toplama

Araştırma planlama

## **FINAL DEMO İŞ BÖLÜMÜ**

### **Harun Çetinkaya**

Rapor genişletilmesi

Kod yazımı

Devre hazırlanışı

Araştırma

Görsel tasarım

### **Harun Çetinkaya**

Malzemelerin temini

Video düzenlemesi

Kod yazımı

Devre hazırlanışı

Görsel tasarım

### **KODUMUZ:**

**<https://wokwi.com/projects/367190837587828737>**

**(Simülasyon programında DHT11 sensörü olmadığı için DHT22 sensörü vardır ve kodda DHT11 sensörü tanımlıdır define DHT 22 yapıldığında kod simülasyon programında da çalışmaktadır.)**