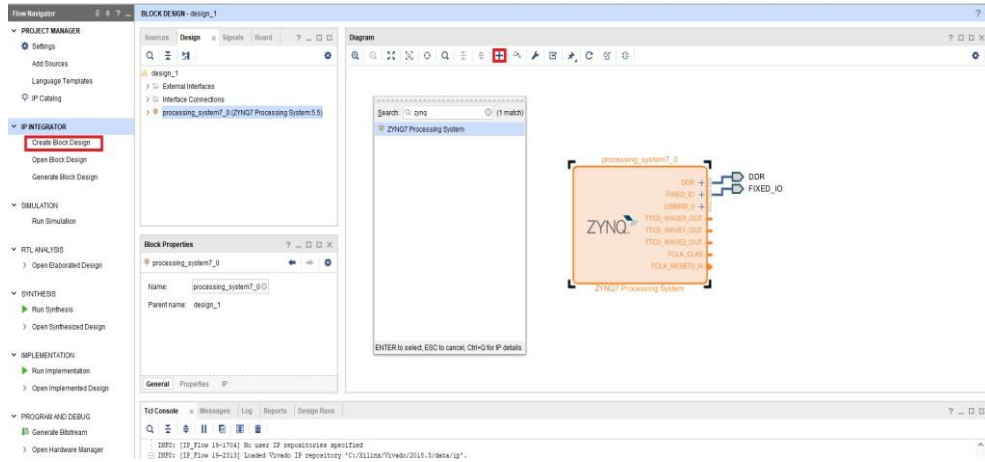


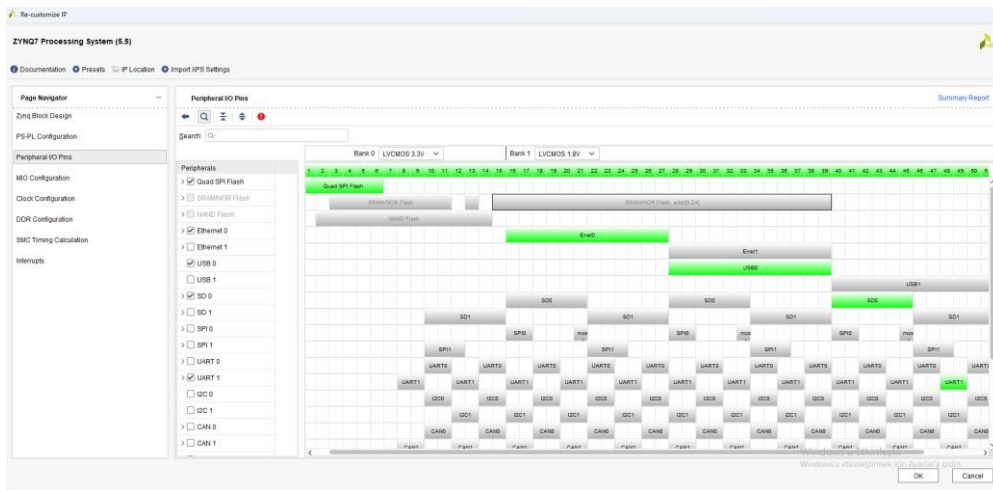
## Bant Genişliği Testleri

**Özet:** Vivado 2018.3 üzerinden ZYNQ PS kullanılarak ortam oluşturulmuş ve Xilinx SDK kullanılmıştır. Testler lwip echo server, lwip iPerf TCP ve lwip iPerf UDP gibi 3 farklı şekilde yapılmıştır. Echo server üzerinden ping gönderilmiştir. IPerf zerinden Ethernet bant genişliğine bakılmıştır.

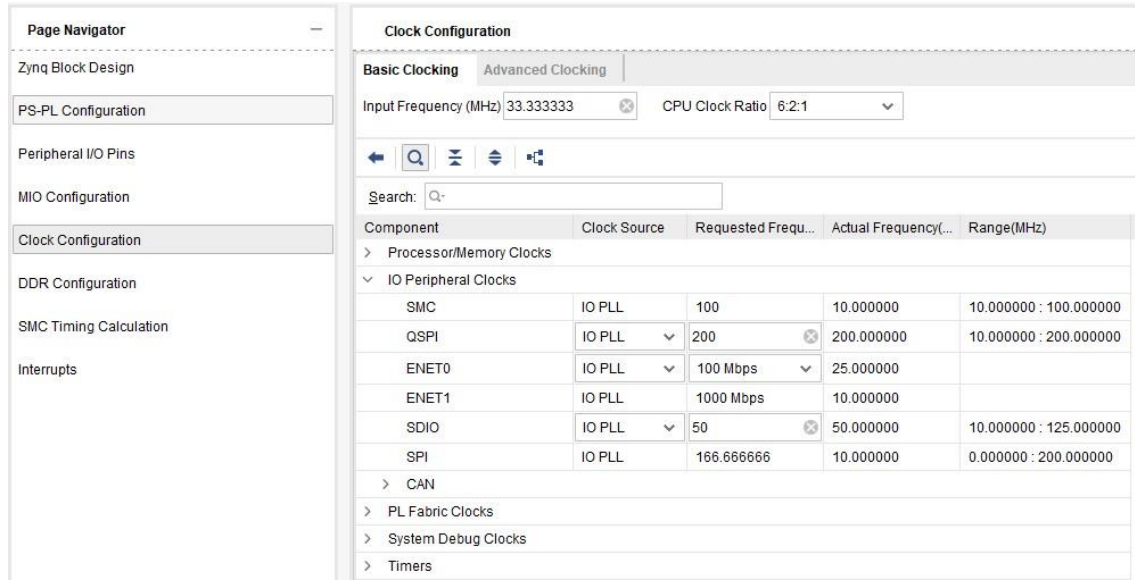
**Ortamın Oluşturulması:** Vivado açıldıktan sonra IP Integrator kısmında yer alan Create Block Design kısmına girilerek ZYNQ işlemcisi IP olarak çekilir ve konfigürasyonları yapılır.



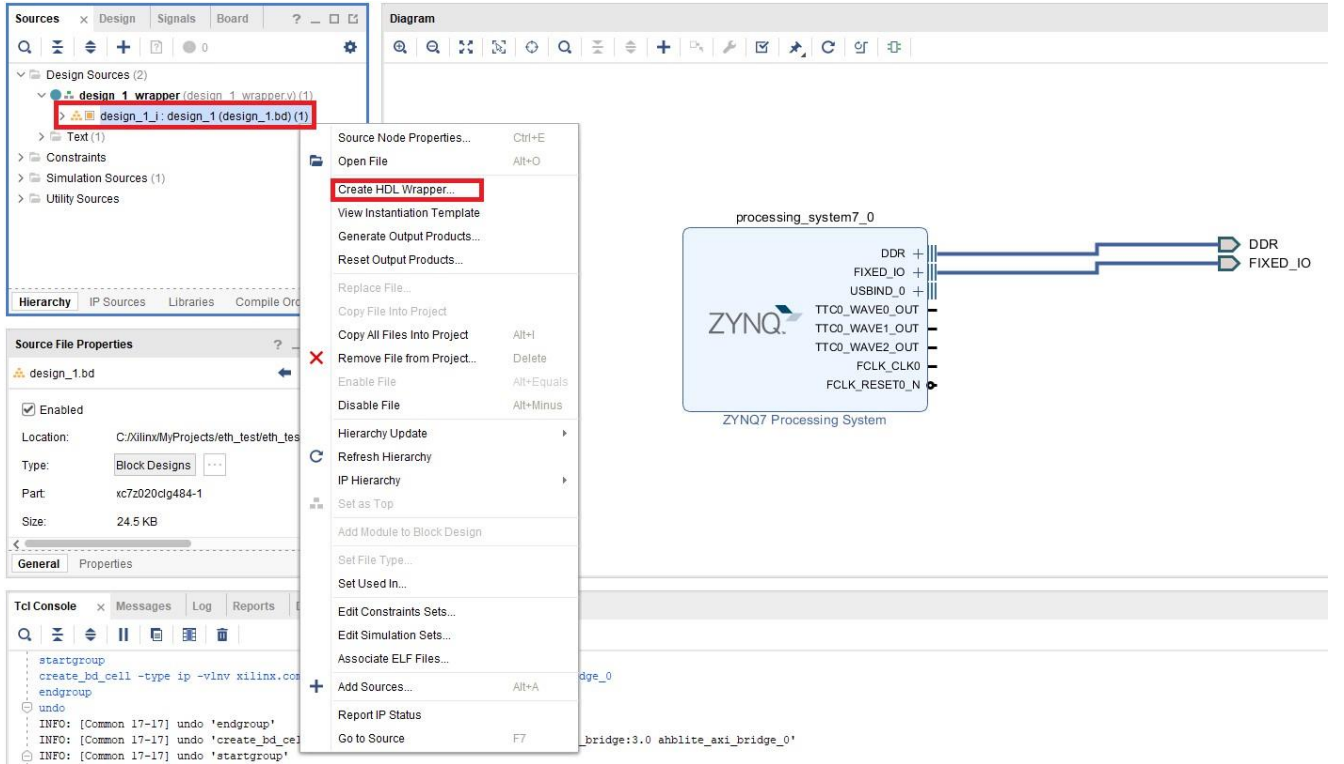
şekil 1.1, blok tasarım oluřturma



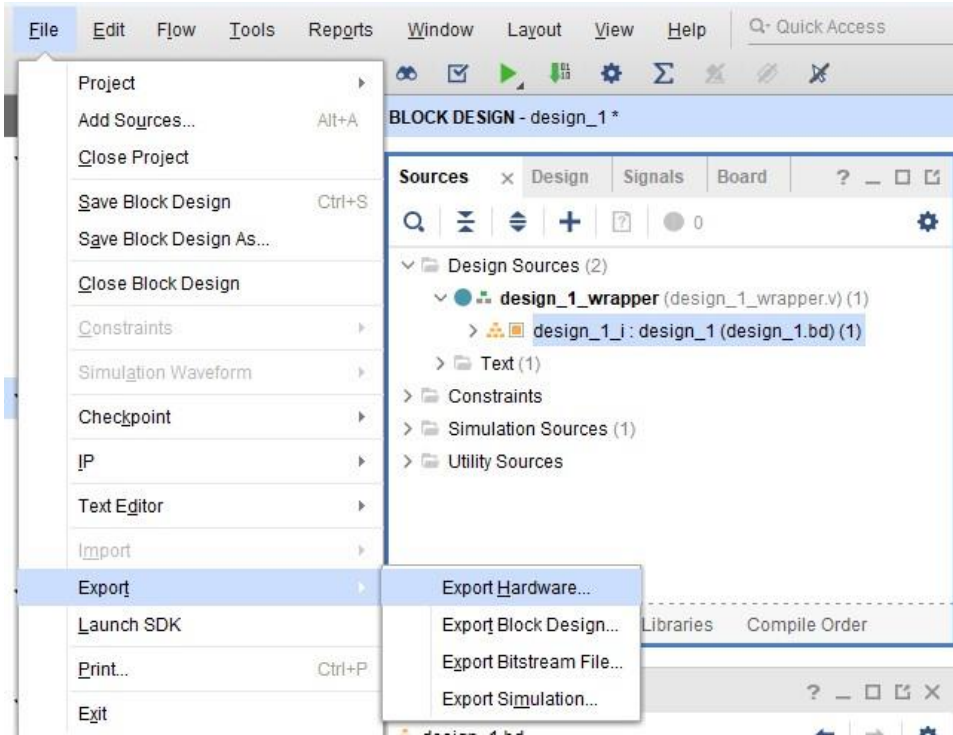
şekil 1.2, ZYNQ işlemcinin I/O konfigürasyonlarının yapılması ve ilgili pinlerin aktifleştirilmesi



Şekil 1.3, clock konfigürasyonlarının yapılması (ethernet 100 mbps ayarlanmıştır)

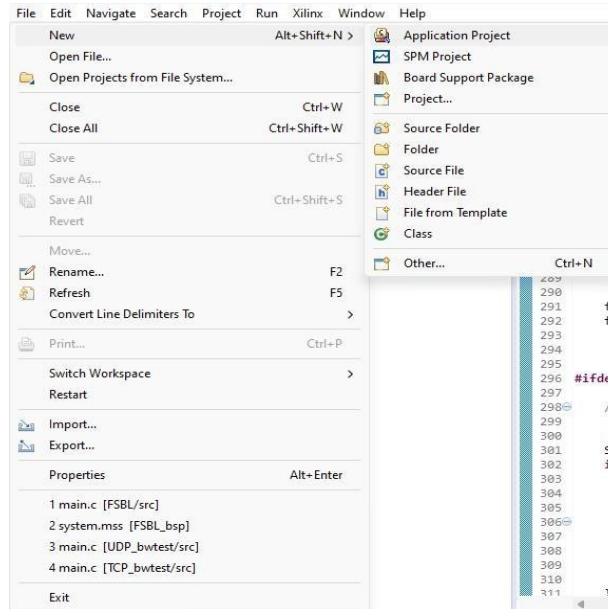


Şekil 1.4, yapılan tasarımı SDK'ya aktarmak için HDL wrapper oluşturulması (bu aşamadan sonra generate bitstream yapılmalı)



Şekil 1.5, Export Hardware seçilerek, Wrapper ve .bit dosyasının, include bitfile seçeneği de aktifleştirilerek SDK’da kullanılabilir hale getirilmesi

**Projenin Oluşturulması:** Vivado üzerinden export edilen donanım SDK’da açıldıktan sonra yazılıma uygun hale getirilir, çeşitli BSP (board support package) kullanılarak kütüphaneler oluşturulur ve BSP settings üzerinden oluşturduğumuz yazılım ortamının konfigürasyonları yapılabilir.



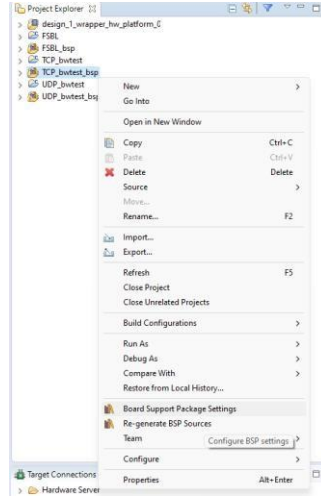
Şekil 2.1.1, projenin oluşturulması

The 'New Project' dialog for an 'Application Project' is shown. It includes fields for 'Project name' (ornek), 'Location' (C:\Xilinx\MyProjects\eth\_test\eth\_test.sdk\ornek), and 'OS Platform' (standalone). Under 'Target Hardware', 'Hardware Platform' is 'design\_1\_wrapper\_hw\_platform\_0' and 'Processor' is 'ps7\_cortexa9\_0'. Under 'Target Software', 'Language' is 'C', 'Compiler' is '32-bit', 'Hypervisor Guest' is 'N/A', and 'Board Support Package' is 'Create New' with 'ornek\_bsp' selected. Navigation buttons at the bottom include '< Back', 'Next >', 'Finish', and 'Cancel'.

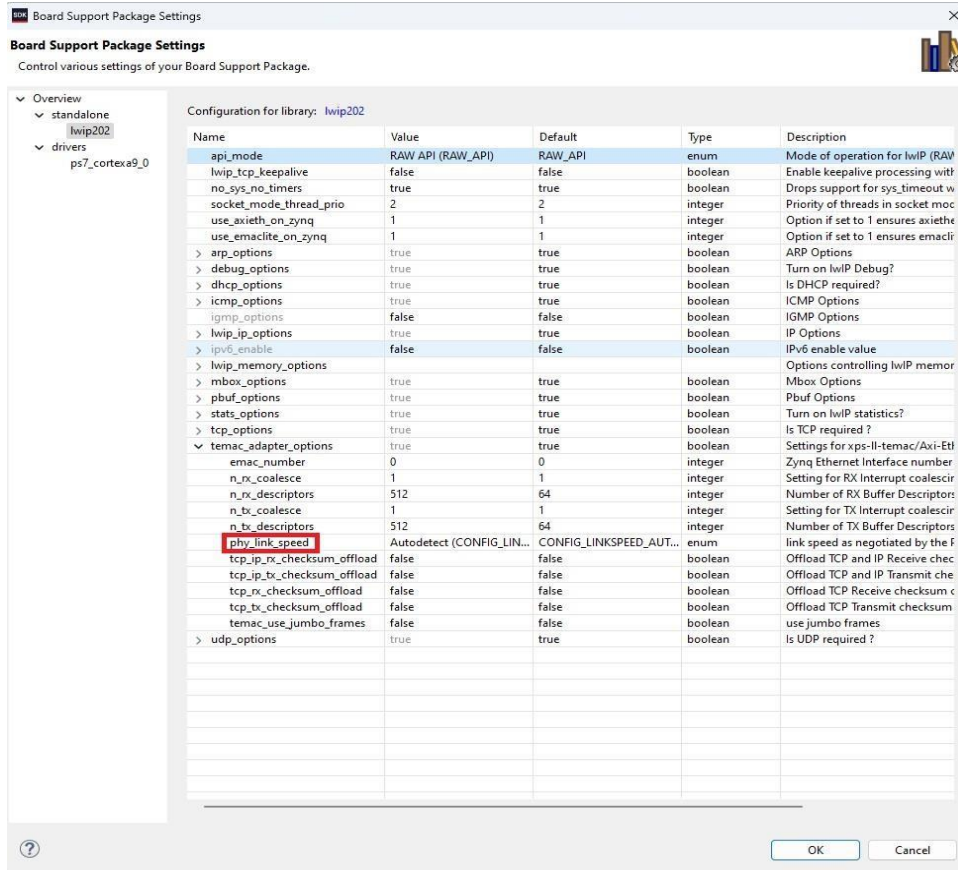
Şekil 2.1.2, tasarlanan wrapper'ın seçilmesi

The 'New Project' dialog for 'Templates' is shown. It lists 'Available Templates' on the left, with 'Hello World' selected. The right pane shows the template description: 'Let's say 'Hello World' in C.'. Navigation buttons at the bottom include '< Back', 'Next >', 'Finish', and 'Cancel'.

Şekil 2.1.3, lwIP perf TCP veya lwIP perf UDP projesi oluşturulması



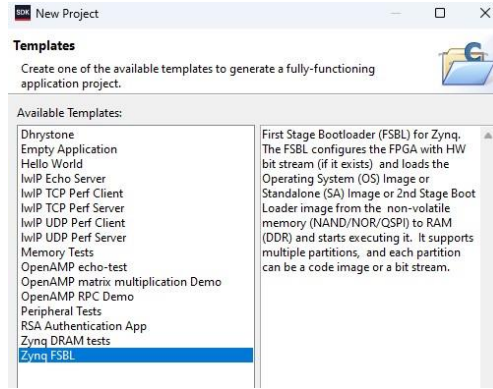
Şekil 2.2.1, BSP ayarlarının yapılması



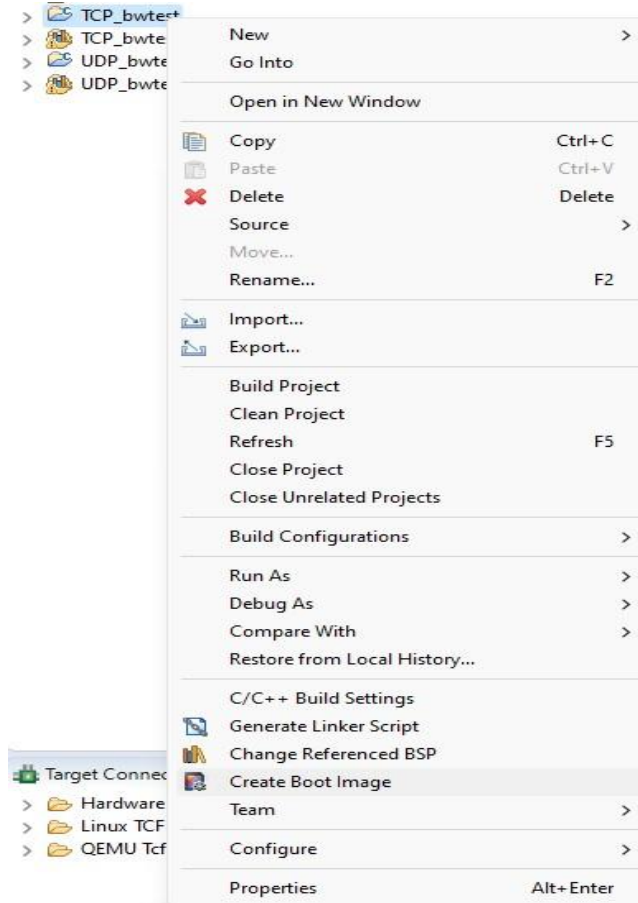
Şekil 2.2.2, bsp ayarlarından phy\_link\_speed üzerinden auto-negotiation'un ayarlanması

Sistem bu şekilde çalışabilir hale getirilir. DHCP daha sonra kod üzerinden devre dışı bırakılmıştır.

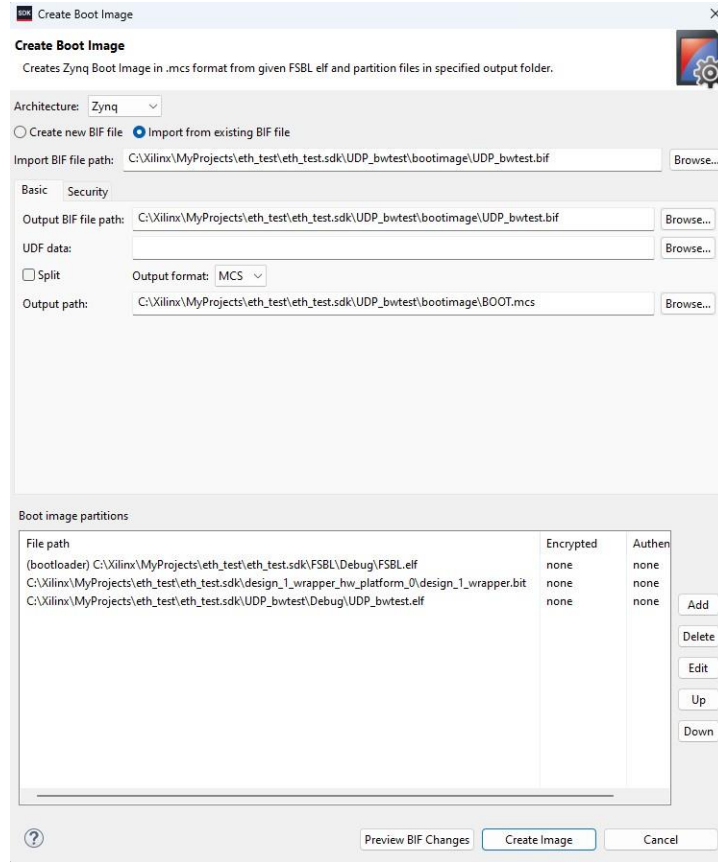
**.MCS Dosyalarının QSPI Flash’a Yazılması:** UDP ve TCP serverlarını oluşturmamızdaki gibi .mcs dosyalarını oluşturmak ve Flash’a yazmak için de BSP oluşturulmalıdır. ZYNQ işlemcisini içeren tasarımlar boot edilirken FSBL (First Stage Boot Loader) üzerinden okuma yapmaktadır.



Şekil 3.1, ZYNQ FSBL bsp oluşturulması



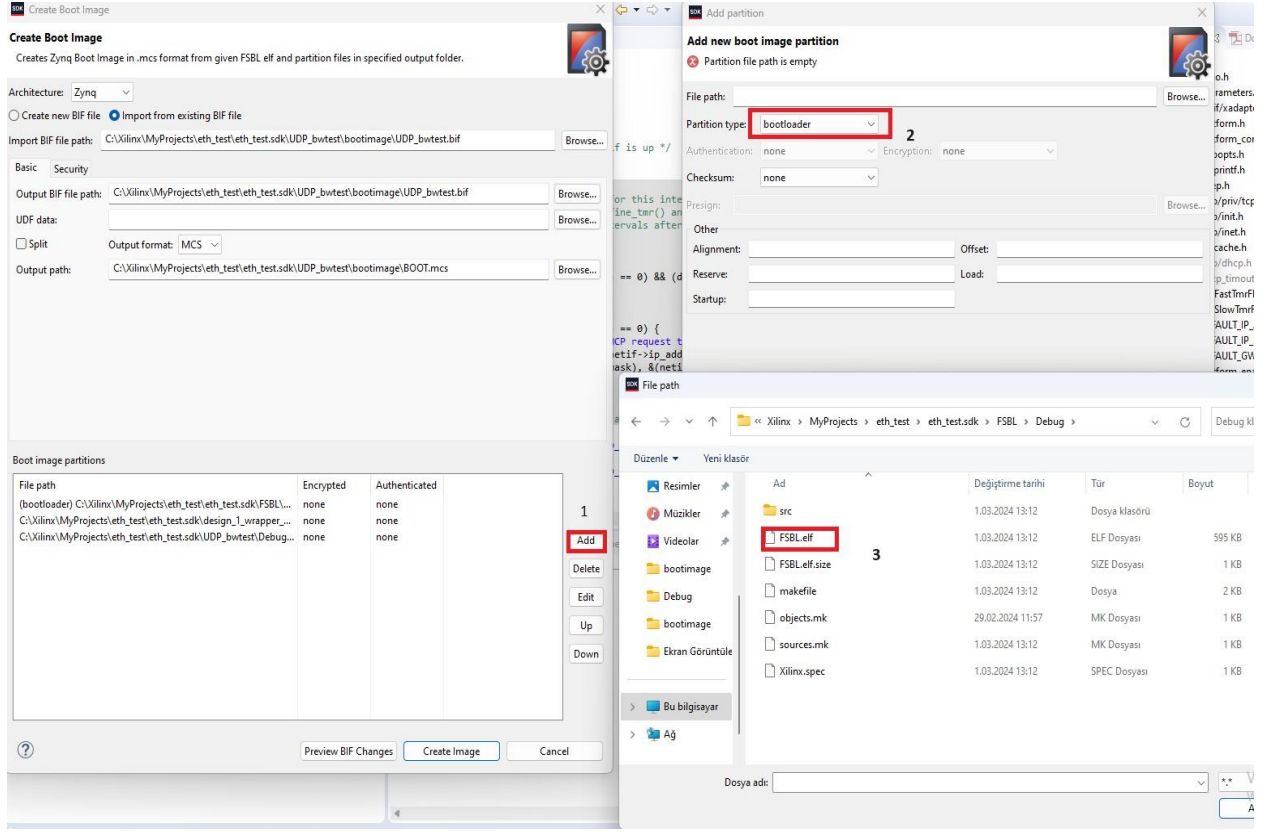
Şekil 3.2, imaj oluşturmak için seçili proje dosyasında Creating Boot Image seçeneğinin kullanılması



Şekil 3.3, imajın oluşturulması

Şekil 3.2’deki aşamanın akabinde şekil 3.3’te yer alan sekmedeki ayarlamaları yaparken imajını oluşturmak istediğimiz dosyanın .BIF uzantılı veri dosyasını kullanmalıyız. Boot Image Partitions kısmında ise ekleme yaparken şekil 3.4 takip edilmeli ve sırasıyla FSBL.elf dosyasını, fiziksel tasarımını Vivado üzerinden yaptığımız .bit uzantılı dosyayı ve yazılımımızı içeren .elf uzantılı dosyayı eklemeliyiz.



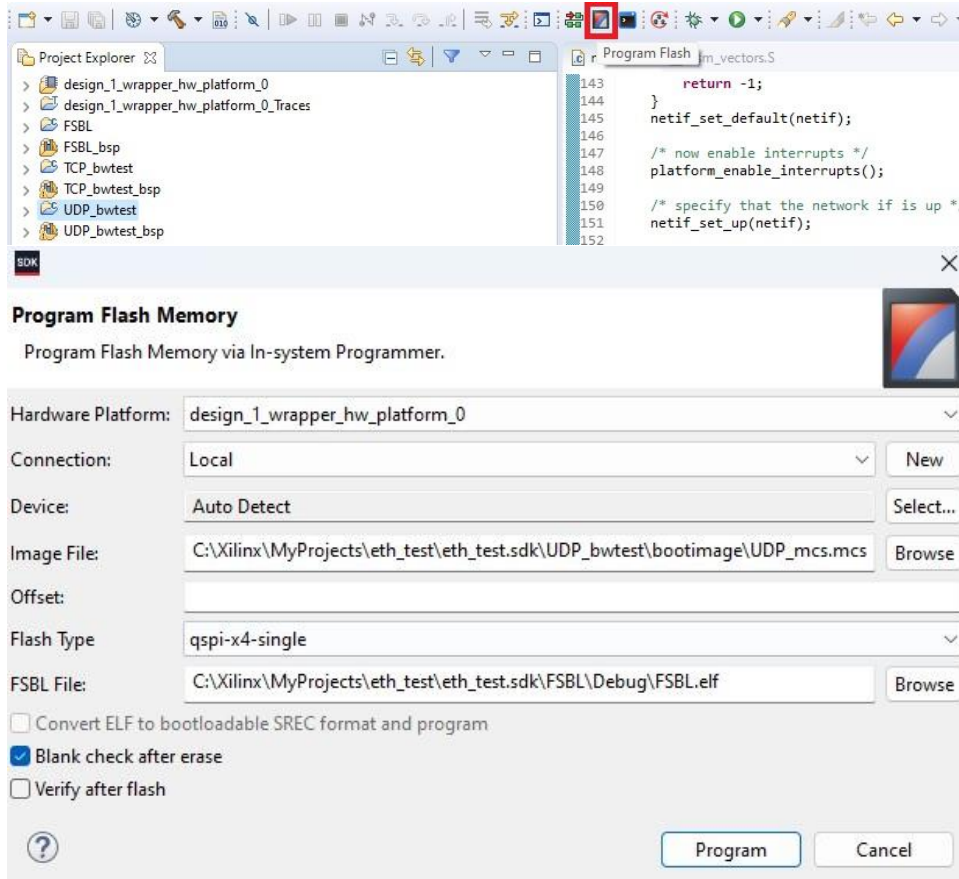


Şekil 3.4, dosyaların eklenmesi

Şekil 3.4'teki aşamayı gerçekleştirmek için dosya oluşturulurken eğer fsbl.elf dosyası çekilecekse bootloader, veri dosyaları çekilecekse (.bit, .elf, .bif vb) 2. aşamada datafile olarak seçilmeli.

Aşamalar yapıldıktan sonra .mcs dosyası oluşturulabilir.





Şekil 3.5, oluşturulan .mcs dosyasının Flash'a yazılması

**Testlerin Gerçekleştirilmesi:** Testlerin gerçekleştirilmesi için kullanıcı Transmit ya da Receive modunu seçmesi istenmektedir. Kullanıcı seri port üzerinden verisini göndererek Transmit ya da Receive modunda TCP ve UDP haberleşmelerini gerçekleştirebilir.

```
Transmit moda geçmek istiyor musun? Transmit başlatmak için [Y], Receive başlatmak için [N] .
```

Şekil 4.1, seri port uygulamasından iletim modunu

Kullanıcı, FPGA'den başka bir cihaza veri göndermek için (transmit) 'Y', cihazdan FPGA'ye veri göndermek için (receive) 'N' girmelidir.

```

Transmit moda geçmek istiyor musun? Transmit başlatmak için [Y], Receive başlatmak için [N] .
Y
Yes mesajı alındı, transmit moda geçiliyor.
Veri kanalı=seçiniz; TCP = [T], UDP = [U] .
U
UDP kanalı seçildi.
UDP client connecting to 192.168.200.101 on port 5001
On Host: Run $iperf -s -i 1 -u

```

Şekil 4.2, kullanıcının iletim kanalını seri port üzerinden belirlemesi

Kullanıcı UDP kanalını seçmek için ‘U’, TCP kanalını seçmek için ‘T’ girmelidir.

UDP ve TCP modülleri 30 saniyelik mesajlar üretecek şekilde ayarlanmıştır ve hız olarak Autonegotiation devrededir. Kullanıcı gönderilen mesajları iperf yoluyla dinleyebilir.

```

C:\Windows\System32\cmd.exe X + v
[ 3] local 192.168.200.101 port 5001 connected with 192.168.200.102 port 49154
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 3] 0.0- 1.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41518 (0%)
[ 3] 1.0- 2.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 2.0- 3.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41500 (0%)
[ 3] 3.0- 4.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 4.0- 5.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 5.0- 6.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 6.0- 7.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 7.0- 8.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 8.0- 9.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41500 (0%)
[ 3] 9.0-10.0 sec  57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 10.0-11.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 11.0-12.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 12.0-13.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 13.0-14.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 14.0-15.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.021 ms  0/41500 (0%)
[ 3] 15.0-16.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 16.0-17.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 17.0-18.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 18.0-19.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 19.0-20.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41500 (0%)
[ 3] 20.0-21.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 21.0-22.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41502 (0%)
[ 3] 22.0-23.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41500 (0%)
[ 3] 23.0-24.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 24.0-25.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 25.0-26.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)
[ 3] 26.0-27.0 sec 57.0 MBytes  478 Mb/s/sec  0.024 ms  0/41501 (0%)

C:\Windows\System32\cmd.exe X + v
[ 3] 6.0- 7.0 sec  11.8 MBytes  98.8 Mb/s/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec  12.0 MBytes  101 Mb/s/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec  12.0 MBytes  101 Mb/s/sec
[ 3] 9.0-10.0 sec  11.8 MBytes  98.7 Mb/s/sec
[ 3] 10.0-11.0 sec  11.9 MBytes  99.9 Mb/s/sec
[ 3] Sent 84918 datagrams

C:\Users\Cahit Arf\Downloads\iperf-2.0.9-win64\iperf-2.0.9-win64>iperf -c 192.168.200.101 -t 10 -u -b 100M

Client connecting to 192.168.200.101, UDP port 5001
Sending 1478 byte datagrams, IPG target: 117.60 us (hailman adjust)
UDP buffer size: 288 KByte (default)

[ 3] local 192.168.200.101 port 52453 connected with 192.168.200.102 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec  11.9 MBytes  99.6 Mb/s/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec  12.0 MBytes  100 Mb/s/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec  11.8 MBytes  98.9 Mb/s/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec  12.0 MBytes  101 Mb/s/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec  12.0 MBytes  100 Mb/s/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec  11.8 MBytes  98.9 Mb/s/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec  12.0 MBytes  100 Mb/s/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec  12.0 MBytes  101 Mb/s/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec  11.8 MBytes  98.9 Mb/s/sec
[ 3] 9.0-10.0 sec  12.0 MBytes  101 Mb/s/sec
[ 3] 10.0-11.0 sec  11.9 MBytes  99.9 Mb/s/sec
[ 3] Sent 84992 datagrams

C:\Users\Cahit Arf\Downloads\iperf-2.0.9-win64\iperf-2.0.9-win64>

```

Şekil 4.3, testin gerçekleştirilmesi

Şekil 4.3'te soldaki cmd panelinde dinleme yapılmıştır. Dinleme hem TCP hem de UDP protokollerinde yapılarak FPGA'den gelen veri gözlemlenmiştir. Sağdaki cmd panelinde ise cihazdan FPGA'ye gönderilen mesajlar görülmektedir.

Test, iPerf 2.0.9 sürümü kullanılarak uygulanmıştır.

```
Accepted connection from 192.168.1.41, port 4010
[ 5] local 192.168.1.12 port 5201 connected to 192.168.1.41 port 62016
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[ 5] 0.00-1.00 sec      9.58 MBytes   80.3 Mbits/sec  0.130 ms    0/1226 (0%)
[ 5] 1.00-2.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.111 ms    0/1463 (0%)
[ 5] 2.00-3.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.110 ms    0/1462 (0%)
[ 5] 3.00-4.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.111 ms    0/1463 (0%)
[ 5] 4.00-5.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.113 ms    0/1462 (0%)
[ 5] 5.00-6.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.102 ms    0/1462 (0%)
[ 5] 6.00-7.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.094 ms    0/1463 (0%)
[ 5] 7.00-8.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.108 ms    0/1462 (0%)
[ 5] 8.00-9.00 sec     11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.111 ms    0/1462 (0%)
[ 5] 9.00-10.00 sec    11.4 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.109 ms    0/1463 (0%)
[ 5] 10.00-10.10 sec   1.16 MBytes   95.8 Mbits/sec  0.099 ms    0/148 (0%)
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[ 5] 0.00-10.10 sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec  0.099 ms    0/14536 (0%)
-----
```

Wi-fi kapalı, auto negotiaton devrede UDP bant genişliği. IPv4 IP adresi PC üzerinden 192.168.1.12 belirlenmiştir.

```
[ 3] local 192.168.2.126 port 65244 connected with 192.168.1.10 port 5001
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec      8.80 MBytes   73.8 Mbits/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec      8.85 MBytes   74.2 Mbits/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec      9.02 MBytes   75.6 Mbits/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec      9.53 MBytes   79.9 Mbits/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec      6.57 MBytes   55.1 Mbits/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec      7.55 MBytes   63.4 Mbits/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec      9.24 MBytes   77.5 Mbits/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec     12.5 MBytes   105 Mbits/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec     11.7 MBytes   98.0 Mbits/sec
[ 3] 9.0-10.0 sec     10.9 MBytes   91.3 Mbits/sec
[ 3] 0.0-10.0 sec     94.6 MBytes   79.4 Mbits/sec
[ 3] Sent 67494 datagrams
[ 3] WARNING: did not receive ack of last datagram after 10 tries.
```

UDP testi, Wi-Fi açık auto negotiation devrede. IP adresi 192.168.2.126 olarak değişmiştir.

**Sonuç:** Testler başarıyla gerçekleştirilmiştir.