

**T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI
BİLGİ TEKNOLOJİLERİ BİLİM DALI**

**MOBİL CİHAZLAR ÜZERİNDE GÜNCEL
PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ VE
KARŞILAŞTIRMASI**

YÜKSEK LİSANS PROJESİ

Ahmet BOZTAŞ

İSTANBUL, 2006

**T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI
BİLGİ TEKNOLOJİLERİ BİLİM DALI**

**MOBİL CİHAZLAR ÜZERİNDE GÜNCEL
PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ VE
KARŞILAŞTIRMASI**

YÜKSEK LİSANS PROJESİ

Ahmet BOZTAŞ

Danışman: YRD. DOÇ.DR. Turhan KARAGÜLER

İSTANBUL, 2006

Ahmet BOZTAŞ

1963 yılında Ankara'da doğdu. Mustafa Kemal İlkokulu (1969–1971 Ankara), Şair Sırrı Hanım İlkokulu (1971–1974 Diyarbakır), Ali Emiri Ortaokulu (1974–1977 Diyarbakır), Işıklar Askeri Lisesi (1977–1981 Bursa), Kara Harp Okulu (1981–1985 Ankara), Muhabere Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı (1985–1986 Ankara) ve Beykent Üniversitesi (2004–2005, Uluslararası İlişkiler Bölümü, Yüksek Lisans, 2005–2006, Bilgi Teknolojileri Bölümü, Yüksek Lisans-Devam ediyor)'nde öğrenim gördü.

Türk Silahlı Kuvvetleri'nde; 1986–1988 yılları arasında Kıbrıs, 1988–1990 yılları arasında Siirt'te takım komutanlığı, 1990–1999 yılları arasında Ankara'da Bölük Komutanlığı ve Eğitim Plan Subaylığı, 1999–2002 yılları arasında Ardahan'da Eğitim Plan Subaylığı, 2002–2006 yılları arasında İstanbul'da Tabur Komutanlığı yaptı. Halen Albay rütbesiyle görevine devam etmektedir.

Fransızca ve İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri:

E-posta : boztasab@yahoo.com

Telefon/Faks : 0 212 321 45 03

Cep Telefonu : 0 533 466 58 38

Ahmet BOZTAŞ

He was born in Ankara in 1963. He was graduated from Mustafa Kemal Elemantery School (1969–1971 Ankara), Şair Sırrı Hanım Elemantery School (1971–1974 Diyarbakır), Ali Emiri Middle School (1974–1977 Diyarbakır), Işıklar Military School (1977–1981 Bursa), Army War College (1981–1985 Ankara), C.I.S. School and Education Central Commandership (1985–1986 Ankara) and University of Beykent (2004–2005, Master Degree at International Relations, 2005–2006, Master Degree at Information Technologies, attending).

He was worked at Turkish Armed Forces; in Siirt (1988–1990) as a Team Commander, Ankara (1990–1999) as a Company Commander and Education Planning Officer, Ardahan (1999–2002) as a Education Planning Officer and İstanbul (2002–2006) as a Battalion Commander. He keeps on his duty as a Colonel.

He knows English and French.

Communication Information:

E-mail : boztasab@yahoo.com

Phone/Fax : 0 212 321 45 03

Mobile Phone : 0 533 466 58 38

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
KISALTMALAR.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. MOBİL CİHAZLARIN TARİHÇESİ VE DONANIM.....	3
2.1 İşletim Sistemi.....	5
2.2 Mobil Cihaz Donanımları.....	7
2.2.1 Cep Bilgisayarı Donanımı.....	7
2.2.2 Cep Telefonu Donanımı.....	8
2.3 Mobil Cihaz Kablosuz Bağlantı Teknolojileri.....	9
3. MOBİL CİHAZLARDA PROGRAMLAMA ESASLARI.....	12
3.1 Sistem Kaynakları.....	12
3.2 Bellek Sınırlaması.....	12
3.3 Güç.....	13
3.4 Görüntü Sınırlaması.....	14
3.5 Geliştirme Ortamları.....	14
4.MOBİL CİHAZLARDA KULLANILAN İŞLETİM SİSTEMLERİ VE PROGRAM GELİŞTİRME ORTAMLARI.....	15
4.1 PALM.....	15
4.1.1 Palm Cihazlar İçin Aksesuarlar.....	16
4.1.2 Palm Markaları.....	17
4.1.3 Palm'larda Programlama.....	17

4.2 SYMBIAN.....	19
4.2.1 Symbian OS Sürümleri ve Kullanıldığı Mobil Cihazlar.....	19
4.2.2 Symbian'ın Özellikleri.....	20
4.2.3 Symbian ile Uygulama Geliştirme.....	22
4.3 WİNDOWS.....	23
4.3.1 Windows CE ile Pocket PC İçin Yazılım Geliştirme.....	23
4.3.2 Geliştirme Araçlarının Yüklenmesi.....	24
4.3.3 Windows Mobile.....	25
4.4 J2ME.....	27
4.4.1 Mobil Cihazlar ve J2ME ile Uygulama Geliştirme.....	28
4.4.2 J2ME Konfigürasyonları.....	29
4.4.2 J2ME Profilleri.....	30
5. PLATFORMLAR VE KARŞILAŞTIRMALARI.....	32
5.1 Windows İşletim Sistemli Handheld PC'ler.....	32
5.2 Cep Bilgisayarları.....	32
5.3 Yeni Nesil Cep Bilgisayarları.....	33
5.4 Akıllı Cep Telefonları.....	33
5.5 Güncel Programlama Tekniklerinin Karşılaştırması.....	38
6. MOBİL PROGRAMLAMAMANIN GELECEĞİ.....	39
6.1 AppForge Crossfire.....	39
6.2 Crossfire'in Çalışması.....	40
6.3 Crossfire ile .NET'te Örnek bir Symbian/Palm Uygulaması.....	41
7. SONUÇ.....	45
KAYNAKÇA.....	48

KISALTMALAR

AMPS	: Advenced Mobile Phone Service (Gelişmiş Mobil Telefon Hizmeti).
API	: Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü).
CPU	: Central Processing Unite (Merkezi İşlem Birimi).
CDC	: Connected Device Configuration.
CLDC	: Connected Limited Device Configuration.
CDMA	: Code Divided Multiple Access (Kod Bölmeli Çoklamalı Erişim).
DSL	: Digital Subscriber Line (Sayısal Kullanıcı Hattı).
GSM	: Global Sistem For Mobile Telecommunication (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem).
GPS	: Ground Positioning Sistem (Küresel Konumlama Sistemi).
GPRS	: General Package Radio Service (Genel Paket Radyo Hizmeti).
HDML	: Handheld Device Markup Language (Metin İşaretleme Dili).
HTTP	: Hyper Text Transfer Protokol (Metin İletim Protokolü).
IR	: Infra Red (Kızıl Ötesi).
J2ME	: Java 2 Micro Edition (Mobil Cihazlar İçin Java 2 Sürümü).
J2SE	: Java 2 Standart Edition (Standart Cihazlar İçin Java 2 Sürümü).
MB	: Mega Bit.
MIDP	: Mobile Information Device Profil (J2ME Standartları).
MMC	: Multi Media Card (Çoklu Ortam Sayısal Depolama Aygıtı).
MMS	: Multi Media Messaging Service (Çoklu Ortam Mesajlaşma sistemi).
MSDN	: Microsoft Developper Network (MS Geliştirici Ağı).
PDA	: Personal Digital Assistant (Kişisel Sayısal Yardımcı).
RAM	: Random Access Memory (Direk Erişim Hafızası).
ROM	: Read Only Memory (Yalnızca Okunabilir Bellek).
SD	: Secure Digital Memory Card (Güvenli Sayısal Hafıza Kartı).
SMS	: Short Message Service (Kısa İleti Hizmeti).
USB	: Universal Serial Bus (Evrensel Seri Veriyolu).
VPN	: Virtual Private Network (Sanal Özel Ağ).
WAP	: Wireless Application Protocol (Kablosuz Uygulama Protokolü).
WEB	: www, World Wide Web (Dünya Çapında Ağ).
WI-FI	: Wireles Fidelity (Kablosuz Bağlılık-Bağlantı).
WML	: Wireles Markup Language (Kablosuz İşaretleme Dili).

GENEL BİLGİLER

Adı-Soyadı : Ahmet BOZTAŞ
Anabilim Dalı : Matematik Bilgisayar
Programı : Bilgi Teknolojileri
Proje Danışmanı : Doç. Dr. Turhan KARAGÜLER
Proje Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans Projesi-2006
Anahtar Kelimeler : Symbian, Palm, Windows Mobile, J2ME, Akıllı Telefon, Mobil Bilgisayar, PDA, Mobil Cihaz Programlama, Bluetooth, Wi-Fi, Kızılötesi.

ÖZET

MOBİL CİHAZLAR ÜZERİNDE GÜNCEL PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ VE KARŞILAŞTIRMASI

Sabit sistemler üzerinden yapılan bilgi, veri, ses ve görüntü iletişim teknolojisi, hızla taşınabilir sistemler üzerinden yapılacak şekilde gelişimini sürdürmektedir. Günümüzde cep bilgisayar ve telefonları vasıtasıyla, internete erişim, bankacılık işlemleri, e-alışveriş ve benzeri uygulamalar yapılabilmektedir. Zaman içinde pasaport işlemleri, nüfus ve trafik kayıtlarına erişim gibi devletle ilgili birçok işlem de yapılabilecektir. Bu bilgi ve teknoloji düzeyine erişmek için çok fazla zaman gerekmecektir. Teknoloji mobil cihazlar yönünde gelişirken cep telefonu ve mobil bilgisayarlar aynı platform üzerinde birleşebileceklerdir.

Bu çalışmada, başlangıç noktasında mobil cihaz programcılarının önlerinde neler olduğunu anlatmak hedeflenmiştir.

Mobil cihazlar nelerdir ve bu cihazların programlanması neden önemlidir konularına açıklık getirilmiştir. Tarihçe, mobil cihazlarda kullanılan donanım ve işletim sistemleri, mobil cihaz kablosuz bağlantı teknolojileri ile mobil cihazlarda programlama esasları incelenmiştir. Mobil cihazlarda kullanılan işletim sistemleri ve programlama platformları incelenerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Mobil cihazlarda donanım ve yazılımın ne yönde gelişebileceği, programcılarının kendilerini nasıl yetiştirmeleri gerektiğine dair projeksiyonlar ortaya konmuştur.

GENERAL KNOWLEDGE

Name-Surname : Ahmet BOZTAŞ
Main Science Brach : Mathematique Computer
Programme : Computer Technology and Information Sciences
Project Advisor : Doç. Dr. Turhan KARAGÜLER
Project Type and Date : Project of Master Degree, October–2006
Keywords : Symbian, Palm, Windows Mobile, J2ME, Smarth Phones, Handheld PC's, PDA, Mobile Device Programming, Bluetooth, Wi-Fi, Infrared.

ABSTRACT

CURRENT PROGRAMMING TECHNIQUES AND COMPARISONS OVER MOBILE EQUIPMENTS

Information, data, voice and video transfer communication technology over fixed systems, advances to mobile systems. Today, access to the internet, banking procedures, e-trade and similar applications can be performed via handheld PC's and mobile phones. Also official applications such as passport procedures, access to personal identity informations and traffic records will be possible in near future. It will not take very long time to reach this information and technology level mentioned above. While the technology advances towards mobile systems, mobile phones and computers might be combined at the same platform.

In this study, it is aimed to inform the mobile devices programmers at the beginning point.

What are mobile devices and why programming of these equipment is important subjects are explained. History, hardware and software of mobile equipments, mobile devices wireless connection technologies and programming procedures are investigated. Mobile device operating systems and programming platforms are investigated and compared. Some projections are put forth on how the programmers must train themselves and in which direction the hardware and software of mobile equipments will advance .

1. GİRİŞ

Mobil cihazlar denince, herhangi bir kısıtlamaya bağlı kalmadan kullanılabilen, hafif, kolayca taşınabilen cihazlar aklımıza gelir. Bu cihazlar insanların sesli, görüntülü veya e-posta yoluyla birbirleriyle iletişimde bulunmasına yardımcı olur. Daha büyük sistemlerde muhafaza edilen çok miktardaki veri ve bilgiye seçici olarak ulaşılmasını sağlayan, ses, veri ve görüntüyü aynı anda veya ayrı ayrı aktaran, internet üzerinden dünyadaki tüm hizmet veren sunuculara hızlı ve az maliyetle erişilmesini sağlayan en gelişmiş mobil teknolojileri kullanan araçlardır.

Mobil cihazlar çalışırken kullanılacak tüm parçaları üzerinde taşır, gücünü üzerindeki güç kaynağından alır. Girdi ve çıktı alma işlemleri, cihaza özel kablolarla veya kızıl ötesi ışın ve radyo dalgası ile bağlı daha küçük ve tüm sistemi tamamlayıcı işlevleri olan cihazlar ile bağlantı kurularak yapılabilir.

Radyo teknolojisiyle birlikte mobil cihazların kullanımının başladığı kabul edilirse, tarif edilen anlamdaki cihazlar teknolojik olarak uygulamaya geçiş sırasına göre çağrı cihazı, analog cep telefonu, sayısal cep telefonu, diz üstü bilgisayar, cep bilgisayarı, internet kabiliyetli cep telefonu ve cep bilgisayarıdır. İlave olarak bunların kızılötesi ve radyo dalgalarını kullanarak uzaktan internet uygulamalarına bağlanabilen, ses, veri ve görüntü kaydedebilen, depolayabilen, müzik dinlenmesini, görüntü izlenmesini sağlayabilen, doküman hazırlanması, bunlarda değişiklik yapılması ve doküman paylaşımı ile aktarımını sağlayabilen çok maksatlı kullanılan gelişmiş sürümleridir.

Bu cihazlar bir büro veya iş yerine bağlı kalmadan veya işyerinden uzakta çalışılmak zorunda kalındığında, yolculukta, evde çalışmaya devam edebilmek, gelişmiş üç boyutlu oyunlar oynayabilmek, insanlara eğlenceli zaman geçirebilmek, en önemlisi boş geçirilmesi ihtimali olan zamanlarda çalışma imkânı yaratarak zaman tasarrufu sağlamak, yani insanların hayatını kolaylaştırmak üzere tasarlanmış cihazlardır.

Mobil cihazlar tüm bilgisayar sistemleri gibi donanım ve yazılımdan oluşur. Donanım tüketici ihtiyaçlarına göre üretici firmalar tarafından ekonomik koşullara göre tasarlanıp üretilir. Kullanıcı ve programcıların bu konuda geliştirme tekliflerinden başka yapabilecekleri fazla bir şey yoktur.

Ancak donanım üzerinde koşan işletim sistemlerinde insanların ve teknolojinin ihtiyaç duyabileceği çözümle geliştirme, kullanılan mobil cihazları istendiği kadar kişiselleştirmek, bireysel ve kurumsal ihtiyaçlara hizmet programları üretme, iletişim sorunlarını istenen çözüm yollarıyla sonuca ulaştıracak şekilde üretilmiş programlarla çözme programcı ve kullanıcıların elindedir. Bu nedenle insanların günlük hayatına bu denli girmiş mobil cihazların ihtiyaç ve isteklere göre programlanması önem arz eder.

Aynı zamanda yazılım konusunda dış bağımlılıktan kurtulmanın ve kişisel programlar üretmenin ekonomik gerekliliği yanında, kullanılan programlara istek haricinde dış müdahaleleri engellemenin de tek yolu budur. İlave olarak paket halinde üretici firmalarca sunulan açık kaynağa dayanmayan programların güvenilirlikleri de şüphelidir. Programlar içine yerleştirilmiş olabilecek ne olduğu kullanıcı tarafından anlaşılamayan küçük yazılım ve donanım parçacıkları yoluyla kişi, kurum ile kuruluşlara ekonomik avantaj sağlayacak, istihbarat değer olan, gizli ve kişiye özel bilgilerin, önemli kişilerin özel hayatlarının ve birçok diğer insanlarca bilinmesi istenmeyen bilgilerin açığa çıkmasını önlemenin yolu da bundan geçer. Tüm bilgisayar sistemlerinde olduğu gibi mobil sistemlerde de programlama yapmanın önemi bunlardan kaynaklanır.

Bu çalışmada ulaşılmak istenen hedef, mobil cihazlarda programlama yapmak isteyen kişilere ve bu konuda çalışmaya yeni başlayacaklara rehberlik yapmak, yol gösterme, başlangıç noktasında önlerinde neler olduğunu anlatmaktır.

Bu düşünceler ışığında, kaynak tarama metodu kullanılarak öncelikle mobil cihazlar nelerdir ve bu cihazların programlanması neden önemlidir konularına açıklık getirildikten sonra, ikinci bölümde mobil cihazların tarihçesi ve donanım başlığı altında, tarihçe, mobil cihazlarda kullanılan donanım ve işletim sistemleri ile mobil cihaz kablosuz bağlantı teknolojileri, üçüncü bölümde mobil cihazlarda programlama esasları incelenecektir. Dördüncü bölümde, mobil cihazlarda kullanılan işletim sistemleri ve programlama platformları incelenecek, beşinci bölümde karşılaştırmaları yapılacaktır. Altıncı bölümde mobil programlamanın geleceği konusunda projeksiyonlar yapılacak, örnekle bir yeni nesil programlama tekniği yapılış mantığı olarak verilecektir. Tüm bu incelemelerin sonunda, mobil cihazlarda donanım ve yazılımın ne yönde gelişebileceği, programlamanın gereklilikleri, programcıların kendilerini nasıl yetiştirmeleri gerektiğine dair projeksiyonlar ortaya konacaktır.

2. MOBİL CİHAZLARIN TARİHÇESİ VE DONANIM

Radyo teknolojisinin geliştirilmesi mobil cihazların başlangıcı olarak kabul edilir. Radyoyu takip eden mobil cihazlar teknolojik olarak uygulamaya geçiş sırasına göre çağrı cihazı, analog araç ve cep telefonu, sayısal cep telefonu, diz üstü bilgisayar, cep bilgisayarı, internet kabiliyetli cep telefonu ile cep bilgisayarıdır.

1965 yılından itibaren mikroişlemci teknolojisinin hızlı gelişimi ile küçülen sayısal devrelerin ve azalan güç gereksinimlerinin avantajlarından yararlanılarak cep telefonları, PDA (Personal Digital Assistant – Kişisel Sayısal Yardımcı) ve Pocket PC gibi minyatür bilgisayarlar üretildi.

Kablosuz iletişimin çıkışı radyonun kullanımıyla başlar. Günümüz kablosuz iletişiminin temeli, aynı sinyalleri birçok kullanıcıya iletme mantığı üzerine kurulan radyodan çok, 1974'te Motorola tarafından sunulan çağrı cihazı hizmetidir. Çağrı cihazları üzerinde ekran yoktur ve çağrı geldiğinde basit bir şekilde bip sesi verir. Nereden arandığı veya kimin aradığı bilinmez.¹

Analog mantıkla çalışan ilk taşınabilir telefonlar 1947'de taşıtlarda kullanılmaya başlandı. Cihazların sayıları artınca kullanılan sinyal aralıkları yetersiz kaldı. Sistemi iyileştirmek için çalışan araştırmacılar tarafından çözüm olarak HÜCRE (CELL) teknolojisi geliştirildi. Bu teknoloji 1982 yılında Advanced Mobile Phone Service (AMPS) adı ile ilk defa ticari olarak kullanılmaya başlandı.

1987 yılında, ABD'deki hücreli telefon kullanıcılarının sayısı bir milyonu aştı. Japonya ve Avrupa'da da kullanım arttı. Ülkeler arasında kullanılan servislerin uyumsuzluğu kullanıcıların serbest dolaşımında bu teknolojiyi kullanmasını engelliyordu. Ayrıca teknolojinin kullandığı frekans aralığı, artan talebi karşılamada yetersiz kaldı ve 1990 başında bu sistem artan talep karşısında çökme tehlikesi ile karşı karşıya kaldı. Bu sorunları giderebilmek için yapılması gereken şey hücreli telefonlarda sayısal teknolojilerin kullanılmasıydı. 1990 yılının ortasında hücreli iletişimde sayısal teknolojiye geçildi ve modern GSM (Global Sistem For Mobile Communication) teknolojisi kullanılmaya başlandı.

¹ Wigley, Andy & Oxburgh, Peter. **Building .NET Applications For Mobile Devices**. Microsoft Pres. 2002.

1994 yılında sayısal kablosuz ağlar üzerinden veri iletişimi yapabilecek cihazlar geliştirmek için çalışmalar başladı. Sayısal iletişim yetenekleri ve yaygın servis ağı sebebiyle hücresel telefonlar kullanılarak HTTP (Hyper Text Transfer Protocol - Metin İletim Protokolü) vasıtasıyla internet sayfalarına erişim denendi. Fakat mevcut internet sayfalarında kullanılan HTML (Handheld Device Markup Language – Metin İşaretleme Dili) mobil web iletişimi için uygun değildir. Çünkü cep telefonlarının pil tüketim süreleri azdır bu sebeple yüksek güçlü işlemcileri yoktur, hesaplama güçleri az, yerel hafızaları çok küçük, görüntüleme yetenekleri sınırlıdır (genellikle 2–3 satırlık bir metin görüntülenebilir). Girdi yetenekleri kısıtlıdır ve çoğu telefon sadece alfanumerik karakterleri destekler, ulaşılacak en yüksek hız kapasitesi oldukça azdır.

Cep telefonlarında HTML yerine kullanılmak üzere HDML (Handheld Device Markup Language – El Cihazları İşaretleme Dili) adında yeni bir işaret dili ve kısıtlı network kaynaklarını verimli kullanabilecek yeni bir protokol yaratıldı.²

Taşınabilir ortamda veri iletimi konusunda Nokia, Ericsson ve Motorola kendi veri iletişim konseptini yarattı ve WAP (Wireless Application Protocol – Kablosuz Uygulama Protokolü) FORUM topluluğunu oluşturdu, bir yıl sonra Wireless Application Protocol 1.0 'ı ilan edildi.

WAP protokolü, TCP/IP ve HTTP'den farklı olarak, parazitli, kalitesiz ve kablosuz ağlarda verimli olarak veri transferi yapabilecek ve kablosuz ortamda güvenliği sağlayabilecek şekilde geliştirildi. Veri iletişim protokolünün yanında yeni bir işaretleme dili olan WML (Wireless Markup Language–Kablosuz İşaretleme Dili) HDML'in birçok özelliğini miras alarak geliştirildi.³

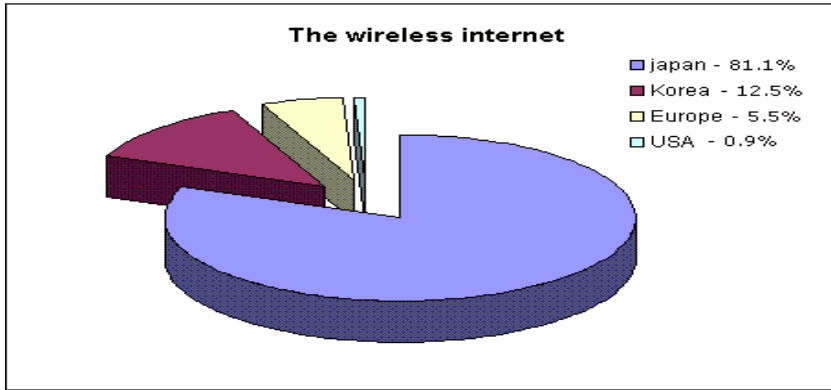
WAP Forum, kendisini bu konuda standartları belirleyici bir forum olarak görmüşse de, Japon GSM operatörü NTT DoCoMo kendi teknolojisi olan i-mode'u geliştirdi. i-mode Japonya'da tercih edilen kablosuz bir internet hizmetidir.

Teknoloji olarak açık standartları kullanan i-mode, WML yerine HTML'in daha basit bir sürümü olan compact HTML (cHTML)'i kullanır. HTML'den tek farkı yazı tiplerini, tabloları, CSS'yi ve çerçeveleri desteklemez. cHTML, HTML tarayıcılarında hiç bir düzenleme yapılmaksızın görüntülenebilir, i-mode bu yönüyle WML'nin bir

² Baydemir, Eren. **Mobil Web Uygulamaları**. Makale. <http://mobilnedir.com>. 2006.

³ Wigley, Andy ve Oxburgh, Peter. **Building .NET Applications For Mobile Devices**. Microsoft Pres. 2002.

adım önüne geçti. i-mode, bu teknolojiyle Japonya'da sahip olduğu milyonlarca kullanıcı ile WAP standardına açık bir şekilde üstünlük sağladı. WAP, kullanıcılarına interneti cep telefonlarına getirme vaadinde bulunmuş, i-mode ise müşterilerine cep telefonları için e-mail, maç sonuçları, hava durumu, oyunlar, banka işlemleri ve bilet ayırtma gibi interaktif servisler hazırlamıştır. Böylece WAP kullanıcıları, kullandıkları teknolojiyi başarısız ve yarıda kalmış bir teknoloji olarak algılamıştır.⁴ Şekil-1 2000 yılında dünyada kablosuz internet kullanımını karşılaştırmalı olarak göstermektedir.



Şekil-1 2000 Yılında Dünyada Kablosuz İnternet Kullanımı.

2.1 İşletim Sistemi

İşletim sistemi, bilgisayar donanımının doğrudan denetimi ve yönetiminden, temel sistem işlemlerinden ve uygulama programlarını çalıştırmaktan sorumlu olan sistem yazılımıdır. Bütün diğer yazılımların belleğe, girdi/çıkış aygıtlarına ve kütük sistemine erişimini sağlar. Birden çok program aynı anda çalışıyorsa, her programa yeterli sistem kaynağını ayırır ve birbirleri ile çakışmalarını sağlar.

Kullanılan işletim sistemleri iki ana gruba ayrılır. Microsoft Windows grubu ve UNIX benzeri işletim sistemlerini içeren grup. Bu grup içinde pek çok Unix sürümü, Linux ve Mac OS sayılabilir. Unix işletim sistemi, akademik çevrelerde ve sunucu olarak kullanılır, Windows işletim sistemi ise evde ve ofislerde masaüstünde tercih edilir. Masaüstü bilgisayarlarında Windows, diğer işletim sistemlerinden çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Linux işletim sistemi sunucularda yaygın olarak kullanılmaktayken, evlere ve ofis masaüstlerine de yavaş yavaş girmektedir.

⁴ <http://www.xml.com/pub/a/2000/02/09/20/wireless/imode.html>

Unix'in ana kısımlarından yararlanan Mac OS ve onun öncülleri ise daha çok masaüstü yayıncılıkta, anabilgisayarlar ve gömülü sistemlerde ise Windows ve Unix'le doğrudan bağlantısı olmayan değişik işletim sistemleri kullanılır.

Başlıca işletim sistemleri DOS , GNU/Linux , Mac OS , Windows ve Unix'tir. Ayrıca mobil cihazlar için; PALM OS, Symbian OS, Windows Mobil, J2ME (Java 2 Mikro Sürüm) işletim sistemleri kullanılır.

Bir işletim sistemi, kavramsal olarak, üç grupta toplanabilecek bileşenlerden oluşur. Bir grafik kullanıcı arayüzü ve/veya komut satırı yorumlayıcısı (kabuk), alt düzey sistem fonksiyonları ve çekirdek. Adından da anlaşılacağı gibi, kabuk, çekirdeğin çevresini sararken, donanımla iletişim kurmak da çekirdeğin işidir.⁵

Çekirdek RAM(Random Acces Memory – Direk Erişim Hafızası) ve donanım cihazları gibi bilgisayarın donanım kaynaklarını yönetir, işletim sisteminin kalbidir. Bu kaynaklara erişebilen diğer tüm yazılım öğelerinin donanıma giriş yolunu sağlar ve yönetir. Çekirdek donanım destekli kaynaklara erişim ayrıcalığını kullanır. CPU (Central Processing Unite – Merkezi İşlem Birimi) ise çekirdek için bazı özel işlemleri yerine getirir, sistem kaynaklarına çekirdek API'leri (Application Programming Interface – Uygulama Programlama Arayüzü) yoluyla erişebilen diğer programları (user-mode, kullanıcı tarzı) ayrıcalıksız çalıştırır. Çekirdek ve diğer öğeler arasındaki sınır ayrıcalıklı sınırdır.⁶

Kimi işletim sistemlerinde kabuk ve çekirdek tümüyle ayrı bileşenlerken, kimilerinde bu ayırım yalnızca kavramsaldır. Çekirdek tasarımları, monolitik (yekpare), mikro ve ekzo çekirdek olarak üç ana gruba ayrılır. Unix ve Windows gibi geleneksel ticari sistemler ve Linux gibi daha yeni yaklaşımlar monolitik çekirdek, QNX, BeOS, Windows NT gibi yeni sistemlerin çoğu mikro çekirdek yaklaşımını kullanır. Araştırma amacıyla geliştirilen işletim sistemlerinin çoğu da mikro çekirdek kullanır. Ekzo çekirdekler ise henüz araştırma aşamasındadır.

⁵ [http://tr.wikipedia.org/İşletim sistemi](http://tr.wikipedia.org/İşletim_sistemi). Vikipedi Mikrossoft Internet Explorer. Türkçe sayfalar.

⁶ Tasker, Martin. **Professional Symbian Programming Mobile Solutions on the EPOC Platform**. 2004.

2.2 Mobil Cihaz Donanımları

Günümüz cep telefon ve bilgisayarlarında donanım çok gelişmiş, dizüstü bilgisayar donanımına yaklaşmıştır. Zaman içinde bir masaüstü bilgisayar donanımıyla eşdeğer olacağı düşünülmektedir. İlave olarak yakın ve uzak tüm iletişimin kablosuz bağlantılar üzerinden yapılacağı da düşünüldüğünde cep telefonu/bilgisayarlarının önemi daha da artacaktır.

Mobil cihazların masaüstü cihazlardan farkı bellek kaynaklarının sınırlı olması, CPU'nun yavaş çalışması ve daha az hafıza kapasitesine sahip olmasıdır. Hard disk yoktur, sanal hafıza yedeklenemez ve veri ile program dosyalarını yerleştirmek için sonsuz veya çok büyük boş alan yoktur. Güç yönetimi önemlidir, kullanıcı verileri genellikle RAM ortamında tutulur, güç kesildiğinde RAM'deki veriler kaybedildiği için, cihaz kapatıldığında ve pil değiştirilirken bile güç hiçbir zaman kesilmemelidir. Veriler ve cihazın çalışma durumu düşük güç şartlarında dahi korunmalıdır.⁷ Ekranları küçüktür çalıştırılacak uygulama programları küçük boyutlu ve etkin olmalıdır. Girdi-çıkış sistemleri ve portları sınırlıdır bu nedenle mümkünse bluetooth, wi-fi veya kablolu teknolojileri ile kablosuz bağlantı sağlayacak donanıma sahip olmalıdır.

2.2.1 Cep Bilgisayarı Donanımı

Bir cep bilgisayarı için öncelikle CPU (Merkezi işlem birimi) olmalıdır. RAM ve yeterli bir ROM yapılacak işin özelliğine göre seçilir. Verilerin görünür hale gelmesi için yeterli büyüklükte ve çözünürlükte bir ekrana ihtiyaç duyulur, dokunmatik olması tercih sebebidir, böylece sanal klavyeyi kontrol etmek ve işaret kalemini (stylus) kullanmak mümkün olur. Wi-Fi ve bluetooth teknolojisinin kullanılması, mikrofon ve hoparlöre sahip olması, güç kaynağı olarak dayanma süresi fazla, tekrar şarj edilebilir pillere sahip olması, dış bağlantı ve harici bellek için USB port, SD, SDİO, MMC hafıza kart yuvası bulunması tercih edilir. Tüm bunların birbirleriyle koordineli ve senkronize çalışabilmesi için bir işletim sistemi gerekir. Cep bilgisayarıyla ilgili örnek bir cihaza ait donanım aşağıdadır. **DELL AXİM 51v** örnek alınmıştır.⁸

Merkezi işlem birimi: Intel XScale PXA270 624 MHz,

⁷ Tasker, Martin. **Professional Symbian Programming Mobile Solutions on the EPOC Platform**. 2004.

⁸ <http://www.dell.com>

İşletim sistemi	: Microsoft Windows Mobile 5.0,
Hafıza	: RAM 64MB, SDRAM, ROM, 256MB Flaş hafıza,
Ekran	: 3.7 inç, TFT 16-bit renkli, dokunmaya duyarlı, 480 x 640, LCD,
Grafik hafıza	: Intel 2700G 16MB video hafıza, 802.11b ve bluetooth,
Eklenebilir cihazlar	: Kompakt Flaş Tip II kart, SD / SDIO / MMC hafıza kart slotu,
Boyutları	: 119 mm x 73 mm x 16.9 mm, 175 gram,
Ses özellikleri	: Ful dubleks kayıt ve çalma, mikrofon ve hoparlör,
Güç kaynağı	: AC Adaptör, 1100 mili/ 2200 amper saat Lityum-İyon pil,
Port ve konnektörler	: Standart v1.2 infrared port, 36-pin Cradle/Sync konnektör.

Bir çift çekirdekli standart dizüstü bilgisayarında Dell Inspiron 16400 Genuine Intel (R) T 2300 1.66 GHz merkezi işlem birimi, Microsoft Windows XP Home Edition işletim sistemi, 512 MB RAM, 80 GB ROM, 15 inç 1680 x 1050 16.7 Mpiksel ekran, 5'i bir arada kart slotu (MS, MSPro, SSD/SDIO, MMC, Dx) , 36 mm yükseklik, 356 mm boy, 265 mm en, ve 2,9 kg ağırlık, mikrofon, stereo kulaklık/speaker konnektörü, seri bağlantı portu, mini kart slotu, RJ-11 modem portu, RJ-45 ağ bağlantı portu, S video ve TV çıkış portu ile video konnektörü mevcuttur.⁹ İki cihaz karşılaştırıldığında mobil bilgisayarın donanımı dizüstü bilgisayara göre çok kısıtlıdır.

2.2.2 Cep Telefonu Donanımı

Cep telefonu donanımı cep bilgisayarlarına göre biraz daha mütevazı olmakla birlikte, önümüzdeki günlerde cep bilgisayar ve telefonlarının tek bir yapı içinde birleşmesi beklendiğinden donanım benzerliklerinin gün geçtikçe artacağı ve bu iki cihazın birbirine yapı olarak yaklaşacağı düşünülmektedir. Örnek bir cep telefon donanımı aşağıdadır. **Motorola Q** örnek alınmıştır.¹⁰

Merkezi işlem birimi : Intel XScale PXA27x,

İşletim sistemi : Microsoft Windows Mobile 5.0,

⁹ Dell Inspiron 6400/E1505. **Owner's Manual Specifications.** sf 151–157.

¹⁰ <http://www.motorola.com>

Hafıza : 64MB RAM, 128MB ROM,
Ekran : 2.4 inç 320x240 renkli,
Boyutları : 4.41 inç x 2.52 inç x 0.45 inç, 120 g. ve Bluetooth, 1.3MP sayısal kamera, CDMA / EVDO ağına uygun, miniSD flash hafıza slotu, QWERTY klavye, Li-İyon 1130 mili amper saat pil, infrared port.

2.3 Mobil Cihaz Kablosuz Bağlantı Teknolojileri

Bluetooth*, kablosuz iletişim ortamı sunan, kısa mesafede klavye, fare, telefon vs. gibi sayısal giriş-çıkış birimlerinin ara kablolar olmadan ana sisteme bağlanmasını ve hücresel ağ bağlantısının çeşitli cihazlara paylaşılmasını sağlayan, kişisel alan ağlarına (Personel Area Network-PAN) veya ailesel alan ağlarına (Family Area Network-FAN) geçişi hızlandırmış bir teknolojidir.

Bluetooth, taşınabilir bilgisayarlar, modemler, kameralar, LAN erişim cihazları, telefonlar ve PDA'lar gibi sayısal cihazlar arasında veri aktarımında kısa mesafeli radyo bağlantısının sağlanması için oluşturulmuş endüstri şirketler birliğinin adıdır.

Bluetooth, 2402–2480 MHz frekans aralığı, 1 Mbps veri oranı, 1 MHz kanal band genişliği, 10 veya 100 m. mesafe, 1600 kez/s RF atlama, azami 20 dBm (0,1W) çıkış gücü genel özelliklerine ve veri aktarımı için ayrı ayrı kanal yapısına sahiptir. 732 Kbps'lik asimetrik (veriş yönünde 57 Kbps'lik) veri aktarımı kanalı sunar, ya da her iki yönde aynı olan 433 Kbps'lik simetrik aktarım kanalları sunar. Ses trafiği için üç tane senkronize veya veri aktarımı yapılırken bir tane ses kanal yapısına sahiptir.¹¹

Wi-Fi (Wi-fi, WiFi, Wifi, wifi); “Wireless Fidelity” kelimelerinin kısaltmasıdır, kablosuz bağlılık veya kablosuz bağlantı anlamına gelir. Wi-Fi ürünlerin kablosuz bağlantı sağlayabildiğini gösteren bir uyumluluk göstergesidir ve IEEE 802.11a, 11b, 11g ve 11n standartlarına göre belirlenir.

Wi-Fi dizüstü bilgisayarlar, PDA'lar ve diğer taşınabilir cihazların yakınlarındaki kablosuz erişim noktaları aracılığıyla yerel alan ağına bağlanabilmesini sağlar. Bağlantı kablosuz erişim noktalarında ve cihazın ortak desteklediği, IEEE

¹¹ Çölkesen, Rifat ve Örencik, Bülent. **Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri**. İstanbul. Papatya Yayıncılık. 2003, sf.246.

*Bluetooth, 10.yy'da bölgedeki krallıkları birleştirmeye çalışan bir Danimarka kralının adıdır.

802.11 protokolüne bağılı olarak 2.4 GHz veya 5 GHz radyo frekansında gerçekleştirilir. Lisans gerektirmeyen frekanslarda çalışır, ağ için kablolama gereksinimi yoktur, boylice kablo çekilemeyecek binalarda veya binalar arası bağlantılarda kolaylık sağlar, diğer kablosuz çözümlere göre çok daha ucuz ve kolay kurulur. Birden çok kablosuz erişim noktası kullanılan ağlarda iletişim kesilmeden bir erişim noktasından diğerine geçiş yapılabilir. WEP, WPA ve benzeri yöntemler veya İEEE 802.1x gibi yetkilendirme yöntemleriyle çeşitli güvenlik seçenekleri sunar. Wi-Fi küresel bir standartlar kümesidir, wi-fi yetenekli ürün dünyanın her yerinde aynı Şekilde alışır.

Lisans gerektirmeyen frekans aralığında çalıştığı için, wi-fi cihazlar diğer kablosuz cihazlarla çakışabilir veya birbirlerinin iletişimini engelleyebilir. 802.11b ve 11g uyumlu Wi-Fi cihazların iletişim kalitesi ve hızı, diğer wi-fi cihazlar dışında, bluetooth, mikrodalga fırın, telsiz telefon, bazı telsizler ve benzeri radyo sinyalleriyle çalışan cihazlar tarafından düşürülebilir veya tamamen engellenebilir. Wi-Fi için yapılan uluslar arası düzenlemelerin tümü aynı değildir, değişik ülkeler için üretilen cihazlar bazı kanallarda uyumsuzluk çıkarabilir. Wi-Fi teknolojisinde diğer standartlara göre g tüketimi oldukça yüksektir.

WEP, WPA ve WPA2 gibi çok güvenilir olmayan yöntemlerle Őifrelenen kablosuz iletişimde radyo sinyalleri kullanıldığı için, kullanıcı ile kablosuz erişim noktası arasındaki veri alışverişi dinlenebilir. Dinlemeyi engellemek için kablosuz bağlantı yapan kullanıcıların ağa erişmeleri maksadıyla VPN (Virtual Private Network – Sanal zel Ağ) ve benzeri, st katmanlarda alışan Őifreli iletişim yöntemleri kullanılması uygun olur.¹²

İnfrared (IR); İnfrared radyasyon, dalga boyu radyo dalgalarından kısa fakat görünür işık dalga boyundan uzun bir yayındır. İnfraredin manası kırmızı (kızıl) tesidir. Latince de infra öte, ötesi manasına gelir. Kırmızı, görülebilir işığın en uzun dalga boyuna sahip rengidir. IR yaklaşık olarak 750 nm. ile 1 mm. arasında dalga boyuna sahiptir.

Optik iletişimde kullanılan kızılötesi spektrum işık kaynaklarının özelliklerine göre bazı bant genişliklerine bölünmüştür. O-bandı 1260–1360 nm, E-bandı 1360–

¹² <http://tr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>. Wi-Fi-Vikipedi Mikrosoft Internet Explorer. İngilizce sayfalar.

1460 nm, S-bandı 1460–1530 nm, C-bandı 1530–1565 nm, L-bandı 1565–1625 nm, U-bandı 1625–1675 nm.

IR veri haberleşmesi bilgisayar yakın çevresi ve PDA'lar arası kısa mesafe haberleşmesinde kullanılır. Bu cihazlar genellikle IrDA (the Infrared Data Association-Kızılötesi Veri Birliği) tarafından yayınlanmış standartlara uyarlar. Uzaktan kontrol ve IrDA cihazları plastik bir mercek tarafından odaklanmış dar bir ışın hüzmesi halinde kızılötesi ışık üretmek için kızılötesi ışık yayma diotları (LEDs- light-emitting diodes) kullanılır. Bu ışık hüzmesi modüle edilmiş, veriyi kodlamak için açık ve kapalı (on-off) olarak anahtarlanmıştır. Alıcılar ise aldıkları kızılötesi yayını elektrik akımına çevirmek için bir silikon fotodiyot kullanılır. Silikon fotodiyot sadece verici tarafından yaratılan hızlı darbe (puls) sinyallerine cevap verir ve kızılötesi dalgadaki yavaş değişimi süzer. Kızılötesi iç mekânlarda yoğun insan topluluklarının bulunduğu yerlerde iletişim için kullanışlıdır. IR duvarları aşamaz ve bitişikteki odalarda bulunan diğer cihazlarla çakışıp engellemez, görüş hattında ve kısa mesafede kullanılabilir. Uzak komuta kontrol cihazları için en yaygın metoddur. Bir yerleşim alanında IR ışınlarını kullanan serbest uzay optik haberleşmesi sağlanmasının maliyeti, fiber optik kablolu iletişim sistemi kurulumuna nazaran daha ucuzdur. Kızılötesi ışınlar optik fiber iletişim sistemlerinde de kullanılır.¹³

¹³ <http://tr.wikipedia.org/wiki/infrared>, Infrared-Vikipedi Mikrosoft Internet Explorer, İngilizce sayfalar.

3. MOBİL CİHAZLARDA PROGRAMLAMA ESASLARI

Masaüstü PC ve mobil cihaz uygulamaları arasında yazılım ve donanım açısından farklar vardır. Bunların arasında bellek kaynakları, kullanıcı arayüzü, güç gereksinimi, program geliştirme ortamları sayılabilir. Bunların farkında olarak geliştirilen yazılımlar daha iyi performans gösterir.

Mobil cihazlar yaklaşık olarak bir analog modem hızına ulaşabilirler. PC'lerde band genişliği fazladır. Daha büyük hızlarda veri alışverişi yapılabilir. VPN(Virtual Private Network)'ler, DSL(Digital Subscriber Line), kablo modemler sayesinde PC'ler daha büyük hızlara ulaşmışlardır.

3.1. Sistem Kaynakları

Bant genişliğiyle birlikte sistem kaynakları da bir sunucu istemci uygulaması geliştirilirken göz önünde bulundurulmalıdır. En önemli nokta işin kullanıcı tarafında mı yoksa sunucu tarafında mı yapılacağıdır. Kablosuz iletim hızı da mobil cihazlar için uygulama geliştirimi sırasında önemlidir. Bu noktada sadece transfer hızı değil, aynı zamanda yerel sistemin performansı da önemlidir. Mobil cihazlarda program tarafından harcanacak enerji, bellek gibi faktörler vardır.

Bu faktörler işlemlerin ne kadarının mobil cihazda, ne kadarının sunucu tarafında yapılacağı konusunda karar vermeyi gerektirir. Genel yaklaşım eğer uygulama özellikle çalışma sırasında çok fazla veri üretiyorsa, veri transferi mümkün olduğunca azaltılmalı işlemler mobil cihazda yapılmalıdır. Eğer uygulama nispeten daha az veri kullanarak, daha çok işlem gerektiriyorsa, işlemler mümkün olduğunca sunucu tarafında yapılmalıdır. Örneğin büyük bir veritabanında arama işlemi yapılıyorsa bu işlem sunucu tarafında yapılır. Ama bir mp3 dosyası çalınacaksa çözme işlemini mobil cihazda yapmak daha uygundur.¹⁴

3.2 Bellek Sınırlaması

Bir sistemde programcuyu sınırlayacak en önemli faktör sistemdeki bellek miktarıdır. Günümüzde, PC'lerde gigabyte'lar olan bellek mobil cihazlarda birkaç yüz megabyte olabilmektedir. Bu bellek aynı zamanda o an çalışmayan programların

¹⁴ Yorulmaz, Metin. **Mobil Uygulama Geliştirirken Dikkat Edilecek Hususlar**. Makale. www.mobilnedir.com, 2006.

saklandığı yer olarak da kullanılmaktadır. Çünkü mobil cihazlarda hard disk yoktur, hard disk bulunmaması nedeniyle sanal hafıza da yoktur.

Bellek sınırlaması nedeniyle uygulamalar mümkün olduğunca küçük olmak zorundadır. Bu nedenle çok daha sıkı optimizasyonlar yapılmalıdır. Öyle ki programlar satır satır analiz edilmelidir. Programlar mümkün olduğunca kompakt aynı zamanda verimli ve modüler olmalıdır. Bu sayede işlemlerin çoğu sunucu tarafında yapılabilir ve bazı modüller gerek duyulduğunda sunucudan indirilir.

Embedded işletim sistemlerinde bellek yönetiminin PC'lerdekine oranla iyi olmadığı, sanal belleğin bulunmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu noktada özellikle kendi kendini tekrar eden fonksiyonlar (rekürsif fonksiyon) kullanılırken kısa zamanda hafızayı doldurarak mobil cihazın kilitlemesine sebep olunmamalıdır.

3.3 Güç

Güç yönetimi taşınabilir bir sistemle masaüstü sistem arasında fark oluşturan en önemli etkidir. Güç etkin olarak kullanılmalıdır, pil ömrü (şarj edilebilir piller dahil) ve ağırlığı kullanıcının cihaz hakkında düşüncesini olumlu veya olumsuz yönde etkiler. Mobil cihazlar masaüstü bilgisayar donanımlarının kullandığı güçten daha düşük güç ve hızda etkin olarak çalışmak zorundadır. Cihaz hemen kapatılabilmeli ve istendiğinde, tamamen kapalı olsa bile, anında tekrar geri açılabilmelidir. Sistemin bazı parçaları sistem kapalı görünürken dahi hala çalışabilme özelliğine sahip olmalıdır. Örneğin cihaz kapalıyken alarm etkin olduğunda alarmın çalabilmesi için cihaz kendiliğinden açılabilmelidir. Sistem ortamı korunmuş olmalıdır. Soğuk ortam hard diske zarar verir, sıcak ortam hard diski kasar. Güç kullanılması esnasında ortamın gereğinden fazla ısınmaması veya soğumaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Birdenbire tüm güç kesilse bile sistem kritik bilgileri muhafaza etmelidir. Güç yönetimi kritiktir, kullanıcı verileri genellikle RAM ortamında tutulur, güç kesildiğinde RAM'deki veriler kaybedildiği için cihaz kapatıldığında ve pil değiştirilirken bile güç hiçbir zaman kesilmemelidir.¹⁵

Güç tüketimi mobil sistemlerde önemli bir noktadır. Bu nedenle geliştiriciler düşük güç tüketen sistem özelliklerini kullanmalıdır. İşletim sistemleri sistem boştaki iken

¹⁵ Tasker, Martin. **Professional Symbian Programming Mobile Solutions on the EPOC Platform**. 2004.

sistemde kısmi kapanmalar sağlayarak güç tüketimini azaltmalıdır. Mobil cihazın çok iyi bir performansı olsa bile güç tüketimi her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

3.4 Görüntü Sınırlaması

Uygulamalar, performans ve yeterlilik dışında sağladığı ara yüz ile değerlendirilirler. Mobil uygulamalarda bu iş zordur. Mobil cihazlarda küçük ekranlar vardır ve bu alan en iyi şekilde kullanılmalıdır. Aynı şekilde çözünürlük çok daha düşüktür. Geliştirici ekranı daha iyi kullanmak için, ekranına gereksiz bilgiler koymaktan sakınmalıdır. Bu sayede sade, anlaşılabilir bir görüntü sağlamış olur.

3.5 Geliştirme Ortamları

Mobil geliştirme ortamları PC'ler için kullanılan geliştirme ortamlarından farklıdır. Genel olarak mobil işletim sistemleri daha az API(Application Programming Interface) sağlar.

Doğrudan mobil platform üzerindeki işletim sistemiyle programlama yapılabildiği gibi, başka bir PC üzerinde kurularak çapraz derleyiciler vasıtasıyla mobil cihaz için uygulama geliştirilebilir. Aynı cihaz üzerinde geliştirilen uygulamalar yine bu PC'lerde yüklü simülör veya emülörler ile test edildikten sonra mobil cihazlara taşınabilirler. Mobil cihaz üzerinde uygulama geliştirilirken verilerin ve kodların yazılması yetersiz klavye ile cihazın küçük boyutundan dolayı zordur, çapraz derleyiciler kullanılması geliştiriciye pratiklik ve hız sağlar.

4. MOBİL CİHAZLARDA KULLANILAN İŞLETİM SİSTEMLERİ VE PROGRAM GELİŞTİRME ORTAMLARI

Mobil cihazlarda kullanılan temel işletim sistemleri ve program geliştirme ortamları olarak palm, symbian, windows mobile ve java'nın mobil cihazlar için kullanılan sürümü incelenebilir. Aşağıda işletim sistemleriyle ilgili detaylar açıklanmıştır.

4.1 PALM

Palm OS orijinal olarak US Robotics firmasının çıkardığı Pilot isimli PDA için tasarlanmıştır. İşletim sisteminin ilk sürümü Pilot 1000 ve Pilot 5000 cihazlarında, ikinci sürümü PalmPilot Personal ve PalmPilot Professional isimli PDA'larda kullanılmıştır. Palm III serisi ile Palm OS'un üçüncü sürümü çıkmıştır. İşletim sistemi bundan sonra 3.1, 3.3, 3.5 gibi güncellemelerle pek çok yeni özellik kazanmıştır. PalmOS 4.0 ise m500 serisi ile, Tungsten T serisi ile birlikte çıkarılan Palm OS 5.0 ise ARM mimarisindeki işlemcilerle kullanılmıştır. Eski programlar PACE (Palm Application Compatibility Environment) denilen bir emülasyon ortamında çalıştırılmaktaydı.

PDA, açılımı Personal Digital Assistant (Kişisel Sayısal Yardımcı) olan bir kısaltmadır. Data Bankın işlevlerini çağrıştırmakla birlikte, data bank işlevleri bu araçların yeteneklerinin sadece çok ufak bir alt kümesidir. PDA aslında bir bilgisayardır. Bilgisayar sözcüğü genel programlanma yeteneğine sahip, kullanıcı arayüzü olan, mikroişlemcili sistemler için kullanılır. Bu özelliklerin tümünün birlikte var olmadığı sistemlere mikroişlemcili demek daha doğrudur.

PDA'lar PALM (Palm OS işletim sistemi kullanılır) ve Pocket PC (Windows CE işletim sistemi kullanılır) diye ikiye ayrılır. Ayırım işletim sistemi kaynaklıdır, fakat donanım da tamamen birbirinden farklıdır.

İlk PDA, 1993 yılında Apple'ın piyasaya sunduğu Newton'dur. 1996 yılının Mart ayında Palm şirketi PalmPilot'u çıkardı. Newton'da yapılan pek çok hata PalmPilot'ta tekrar edilmedi. Gündelik iş yaşantısını düzenlemede yardımcı, basit fakat kullanışlı programlarla gelen ve el ile yazılan yazıyı tanıyan ucuz bir cihazdı. Günümüzde PDA piyasasının 4/5'i Palm OS cihazlarından oluşur.

Palm'ların boyutları ufak, güç tüketimi düşük ve işlemcileri yavaştır. Program tasarımları hızlı tepki esasına göre yapılmıştır. Palm OS kullanıcı ara yüzü bakımından ilginç bir ana fikre sahiptir. Çeşitli pencereler yoktur. Aynı anda bir pencere açıktır ve bu pencerede bir program çalışır. Kalıcı harici bellek (disk, disket, vb.) kullanılmaz. Bunların yerine, flash ROM, RAM ve CF kartı kullanılır, işletim sistemi ve hazır bazı programlar Flash ROM'da yüklü gelir, genellikle 1–2 MB boyutundadır. 2–8 MB boyutunda olan RAM'e çeşitli programlar yüklenir, PC'lerden farklı olarak çalıştırılmasalar da hep burada dururlar. Cihaz kapatılsa bile RAM beslenmeye devam eder. Tam reset yapılmadığı veya pil uzun süreliğine çıkarılmadığı sürece RAM silinmez. CF kartı, PCMCIA ile benzer özelliklerde bir ara bağlantı standardıdır. CF türünde Flash ROM'lara, program ve/veya veri koymak ve bazı cihazlarda programları buradan çalıştırmak mümkündür.

Palm'in PC ile bir anlamda veri bütünlüğü (integrity) gözetilmiştir. Donanım PC ile çok kolay veri/program aktarımı yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır(HotSync). Her türlü Palm programının bir de PC eşleniği yazılabilir. Bu eşleniklere conduit denir. Her program iki cihaz eşlendiğinde PC tarafında kayıtlı eşleniği ile iletişim kurarak bilgileri günceller. Palm gerek veri iletişimi gerekse program geliştirme ortamı olarak hem Windows'u hem de Linux'u destekler. Açık kodludur.

Palm el yazısını tanır. Tanımanın çok hızlı (yazma hızından büyük) ve yüksek güvenilirlikte olacağı basitleştirilmiş bir alfabe üretilmiş ve bu alfabaya graffiti adı verilmiştir. 60x60 mm'lik bir ekranın altında 35x20 mm'lik bir başka bölgeye stylus denen bir plastik uçlu kalem ile yazılan graffiti anında (gerçek zaman hızında) algılanıp karaktere dönüştürülür.¹⁶

4.1.1 Palm Cihazlar İçin Aksesuarlar

Palm cihazları için aksesuar olarak gerçel klavye, sanal klavye (ekranda çıkan ve dokunmaya hassas bir klavye görüntüsündeki sanal tuşlara kalem stylus ile dokunarak bilgi girilebilir), Palm'in PC bağlantısı (bu standart bağlantı çoğunlukla cihazın oturduğu bir beşik ve PC'nin RS232 portuna uzanan bir kablodan oluşur), modem (bir modem ile tek bir düğmeye basılarak uzaktan PC'ye bağlanılabilir veri senkronizasyonu sağlanabilir, program yüklenebilir ve PC uzaktan kullanılabilir), USB

¹⁶ Üçoluk, Göktürk. **Palm Nedir?** Makale, <http://www.antrak.org.tr/gazete/092000/gokturk.html>

veya ethernet bağlantısı, telsiz bağlantısı, bluetooth ve Wi-Fi teknolojisi, GPS, sayısal ses kayıt eki ve sayısal kamera eki sayılabilir.

4.1.2 Palm Markaları

Palm markaları Tablo-1’de gösterilmiştir. Üst satırda cihaz markaları verilmiş, aynı özelliklerdeki cihazlar aynı satırda sıralanmıştır.

Handspring	IBM	Palm	Qualcomm	Symbol	TRG	SONY
	Workpad 10U	Pilot 1000 & 5000				
	Workpad 20x	PalmPilot Personal & Professional				
Visor, Visor Solo, Visor Deluxe	Workpad 30x	Palm III, IIIx, IIIe, IIIxe, IIIc, M100		SPT 1500, SPT 1700	TRGpro	
	Workpad c3	Palm V, Vx				PEG- S500C
		Palm VII	pdQ Smartphone			

Tablo–1 Palm Markaları.

4.1.3 Palm'larda Programlama

Palm OS açık kodlu ve iyi dokümente edilmiş bir işletim sistemidir. Yapısı olgu güdümlüdür (event driven). Her türlü eylem bir olgu üretir, bu bir olgu sırasına (event queue) girer ve işlemlenir. Gelişmiş bir bellek yöneticisi (memory manager) vardır. Bellek işletim sisteminin bazı fonksiyonlarının çağırılması ile kullanıma alınır (allocate). Tüm kalıcı bellek işlemleri RAM'de gerçekleştirilir. Kullanıma alma eylemi durağan veya devingen olabilir. Durağan kullanımda alınan bellek bölgesi belirli bir adrese çakılıdır. Devingen türde ise bellek içeriği işletim sistemi tarafından başka adrese

kaydırılabilir. Tüm devingen bellek bölgelerinin özgün bir numarası vardır. Erişim bu numaranın verilmesi ile işletim sistemi üzerinden (bir tabloya bakması sureti ile) yapılır. Bu bir miktar yavaşlığa neden olur, ancak böylece işletim sistemi tarafından bir çöp toplama işlemi yapılabilir. Palm OS'un DataBase (File Manager) yapısal desteği vardır. Burada DataBase (dosya) kayıtlardan (record) oluşur. Bir dosya yöneticisinden beklenecek yarat, yok et, kopyala, vb. işlevler mevcuttur. Bunlar yalnızca kayıtlardan oluşmuş bilgi depolarıdır. İlişkisel değildir.

Palm OS kullanıcı arayüzü kaynağı (UI Resource) ile seri iletişim ve network iletişim kütüphanesi sağlar. Bu yollarla Palm OS uygulamalarının RS232 ve/veya internet erişimi sağlanır. Palm OS TCP/IP protokolünü tam olarak destekler. Network kütüphanesinde akım temelli (stream-based), datagram temelli (UDP) iletişim desteklenir. Bunun üzerine dosya iletimi ve web gezinimi (browsing) uygulamalarını yazmak programcıya düşer.

Palm'a program yazılımı için çeşitli ortamlar mevcuttur. Ortamlar hem Windows hem Linux dünyasında vardır. CodeWarrior geliştirme ortamının alternatifi ücretsiz olan PRC tools PRC Gnu C üzerine kurulmuş bir çapraz derleyicidir (cross-compiler). Ekran tasarımlarını görsel olarak yapabilecek ve bunları kaynak biçimine çevirecek resource compiler'lar mevcuttur. Yine hem Linux hem Windows ortamı için ücretsiz bir emülatör de mevcuttur. Ayrıca bu emülatörün program debug etmek için özel yetenekleri de vardır. Geliştirme ortamında tercih edilen dil C'dir. Palm OS'un resmi dokümanlarında C konvansiyonu kullanılır. Ancak basic ve java da dahil olmak üzere başka seçenekler de mevcuttur.

Palm OS için birçok yazılım geliştirme aracı üretilmiştir. Metrowerks CodeWarrior, Handheld Basic, NS Basic, AppForge, Pocket Studio, OrbForms Designer, CASL, Pocket C ve PDA Toolbox gibi yazılımlar ile Palm OS programları geliştirilebilir. Palm aynı zamanda J2ME ve MIDP profillerini de desteklemektedir.

Palm kendi üzerinden programlanabilirse de tercih edilen profesyonel yöntem genellikle yazılımları çapraz derleyiciler aracılığı ile PC ortamında geliştirmektir. Geliştirme için gerekli tüm kaynak kodlar açıktır. Hazırlanan yazılım, istek üzerine,

Palm şirketi tarafından bir testten geçirilebilir ve bu testi geçmesi durumunda yazılıma bir sertifika alınabilir, böylece ürüne bir tür kalite güvence etiketi sağlanmış olur.¹⁷

4.2 SYMBIAN

Symbian Nokia, Ericsson, Panasonic ve Psion ortaklığıyla kurulmuş bir şirkettir. Markalar arası uyumsuzluğu giderici bir yapı olarak tasarlanmıştır. Amacı farklı markaların gelecekteki ürünleri için ortak bir platform oluşturmaktır. En önemli ürünü olan Symbian OS ise, mobil cihazlarda, ikinci ve üçüncü nesil telefonlar için temel işletim sistemi olmuştur.

Symbian OS, Symbian şirketi tarafından mobil cihazlar (PDA'lar ve akıllı telefonlar) için geliştirilmiş bir işletim sistemidir. Psion şirketinin geliştirdiği EPOC işletim sistemine dayanır. Symbian şirketinin bugünkü sahipleri Ericsson, Panasonic, Nokia, Samsung, Siemens AG ve Sony Ericsson'dur.

Symbian işletim sistemini kullanan birkaç farklı arabirim bulunur. Bunlar arasında UIQ, Nokia'nın Seri 60 ve Seri 80 arabirimleri vardır. Hafıza yönetimi cihazın uzun süre hatasız çalışmasını sağlar.

Kızılötesi ve bluetooth bağlantıları telefon hatlarına nazaran hızlı olduklarından Symbian ile çok oyunculu ve fiziksel olarak kullanıcıların belirli bir bölgede olduğu zaman oynanabilen hızlı oyunlar yazılabilir. Bunu J2ME'de yapmak mümkün değildir. Ancak J2ME telefonlar bu yapıları desteklerse bu olabilir. Üç boyutlu oyunlar gibi yüksek hafıza ve işlemci gücü gerektiren uygulamaları Symbian ile geliştirmek daha kolaydır. J2ME'deki MIDlet boyutu kısıtlamaları ve işlemci güçleri şu an J2ME oyunlarını 80'li yılların bilgisayar oyunlarının özelliklerine benzetmektedir.

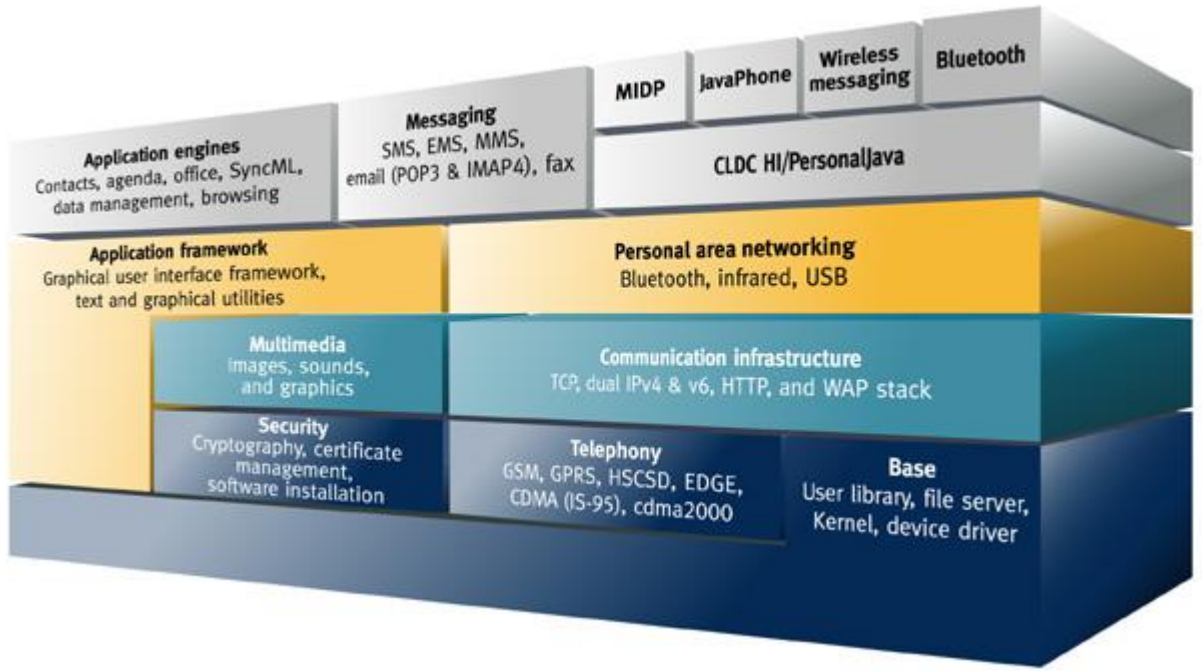
4.2.1 Symbian OS Sürümleri ve Kullanıldığı Mobil Cihazlar

İşletim sistemi Symbian ismini almadan önce EPOC OS ismi ile daha çok PDA'larda kullanılıyordu. Bugün ise Symbian OS adını almış ve çoğunlukla akıllı telefonlarda kullanılmaktadır.

Symbian OS sürümleri EPOC 16, EPOC OS R1, EPOC OS R2, R3, R4, R5, ER5U, Symbian OS 6.0, 6.1, 7.0 ve 7.0s, Symbian OS 8.0, 8.1, 9.0 ve 9.1'dir.

¹⁷ Üçoluk, Göktürk. **Palm Nedir?** Makale, <http://www.antrak.org.tr/gazete/092000/gokturk.html>

2001 yılının Kasım ayında Nokia Symbian firmasının işletim sistemini kullanan ilk akıllı telefonu (Nokia 7650) çıkardı. N7650 GPRS Symbian telefon olarak da bir ilkti ve Symbian OS v6.1 kullanıyordu. 2002 yılında ilk 3G Symbian işletim sisteminin özellikleri kararlaştırıldı. Mobil endüstrisinde Symbian işletim sisteminin gücünü ve geldiği noktayı en iyi temsil eden, Symbian OS 7.0 (Şekil-2 Symbian OS v7.0'nin sistem mimarisi)¹⁸ kullanan ve Nokia'nın Series 60.2 versiyonu olan N6600 çıkarıldı(16 Haziran 2003).



Şekil-2 Symbian OS v7.0'nin sistem mimarisi.

Nokia tarafından Series 60 için uygulama geliştireceklere SDK (Software Development Kit-Yazılım Geliştirme Kiti) internet üzerinden yayımlandı.

4.2.2 Symbian'ın Özellikleri

Symbian işletim sisteminde uygulamalar C++ ile geliştirilir ve makine diline derlenir. Smartphone diye isimlendirilen ve bir işletim sistemine sahip telefonlar J2ME'yi destekleyen telefonlara göre piyasada sayıca azda olsalar, komple uygulama desteği ve telefonun tüm yapısını kullanabilme gibi özellikleri ile ön plana çıkar. Symbian'ın J2ME gibi piyasada rakipleri olsada, piyasanın %70 ten fazlasını temsil eden üreticiler

¹⁸ Bahçeci, Çeliker. **Symbian Tarihçesine Bakalım.** Makale. <http://mobilnedir.com>. 14.06.2005.

(Nokia, Sony-Ericsson, Siemens, Panasonic) ürettikleri smartphone'larda symbian'ı destekleyecek ve daha çok öncelik vereceklerdir.

Temel olarak symbian telsiz haberleşme cihazlarında kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış açık bir standarttır ve her donanım üreticisi tarafından kullanılabilir. Nokia'nın iki serisi symbian'ı desteklemektedir, iki elle kullanım için tasarlanmış, tam bir klavyeye sahip olan 80 serisi (9200 communicator) ve daha standart telefon görünümünde olan 60 serisi (6600, N-Gage). Seri 60 platformu symbian için bazı standartlarla temel bir alt yapı sunar. Nokia, seri 60'ı açık bir standart olarak tanımlamış ve diğer üreticilerinde kullanımı ve telefonlarında desteklemeleri için lisanslanabilir bir yapı olarak düzenlemiştir.¹⁹

Symbian işletim sistemini destekleyen telefonlarda hafıza megabyte'lar boyutunda olduğundan, J2ME kullanan telefonlara göre çok daha komplike ve zengin uygulamalar geliştirilebilir. Symbian geliştirme dili olan C++ çok tanınan bir dildir ve bu konuda bilgisi olan normal bir C++ geliştiricisinin symbian ortamına adapte olması kolaydır. Symbian işletim sistemi altında çalışan programlar ile SMS, MMS, WAP, kızılötesi ve bluetooth portlar ve hatta telefondaki takvim ve rehber uygulamaları gibi telefonun tüm özelliklerine erişmek mümkündür. Böylece J2ME'ye göre daha bütünleşmiş ve etkin uygulamalar geliştirilebilir. Symbian ile SIM Kart ve video hafızası gibi bölümler kullanılamayabilir.

Symbian uygulamaları doğal makine kodunda derlendiğinden uygulamalar J2ME'ye göre daha hızlı çalışır. Birçok symbian'lı telefonda olan SyncML desteği ile telefonlar, PDA'lar ve bilgisayarlar arasında rehber, takvim ve e-mail paylaşımı ve senkronizasyonu kolayca gerçekleştirilebilir. Birçok symbian'lı telefonda kızılötesi ve bluetooth desteği olduğundan, telefon şebekesine ihtiyaç kalmadan hızlı bir yerel bağlantı sağlanabilir ve uygulamalar arası veri transferi hızlı olur. Symbian destekli telefonlardaki yüksek işlemci gücü ve hafıza nedeni ile işlemciyi çok yoğun kullanan ve performans gerektiren üç boyutlu oyunlar geliştirilebilir.

Şu an piyasadaki Symbian'lı telefon sayısı J2ME'li telefon sayısına göre azdır. Symbian işletim sistemi için yazılabilecek olan büyük ve komplike uygulamalar daha fazla bütçe ve geliştirme zamanı gerektirir.

¹⁹ Forum Nokia. **J2ME & Symbian OS, A Platform Comprasion**. Version 1.0 (Ocak 2003).

Symbian için yazılan ve cihazların özel bölümlerine (kızılötesi port gibi) erişen uygulamalar, muhtemelen yeni ve farklı yapıdaki cihazlar için tekrar gözden geçirilmelidir. Çünkü farklı model ve marka telefonlarda bu özel bölümlere erişim farklı olabilir. Ama seri 60'ı destekleyen farklı marka ve modeller var ise bunlar için bir sorun olmaz ve biri için geliştirilen bir uygulama hepsi için çalışır. Nokia seri 60 için geliştirilmiş olan bir uygulama, seri 80 olan bir cihazda çalıştırılmak istenirse, cihazların kullanıcı arabirimleri ve diğer özellikleri açısından sorun çıkabilir. Fakat donanım uyumsuzluğu yaşanmaz.

C++ ile geliştirilen Symbian uygulamalarında çöp toplama (Garbage Collection) ve hafıza yönetimi gibi konularda dikkatli olunmalıdır, bu konuyu uygulama geliştiren kendi halletmek zorundadır. J2ME de bu konular daha kolaydır.

Symbian uygulamalar genelde boyut olarak büyük olduklarından OTA ile telefona yüklenemez. Uygulamayı internet üzerinden bilgisayara sonra kızılötesi, bluetooth ya da kablo yardımı ile telefona yüklemek gerekir. Uygulama bilgisayar üzerine indirildikten sonra istenildiği kadar kopyalanabilir. Kopyalama OTA ile J2ME yüklemelerinde yapılamaz.²⁰

4.2.3 Symbian ile Uygulama Geliştirme

Uygulama telefonun üzerindeki kızılötesi, bluetooth veya wi-fi gibi yapıları kullanarak diğer telefonlar ile bağlantı kuracak ise bu tip bir uygulamayı J2ME yerine symbian ile geliştirmek gerekir (telefonun özel yapılarını kullanacak olan uygulamalar). Java 2 Mikro Sürüm SMS, IR, bluetooth ve wi-fi gibi mesajlaşma, kablosuz bağlantı gibi yapılarla yapılacak programlamayı desteklemez.

Uygulama işlemciyi çok kullanıyorsa ve fazla hafıza ihtiyacı var ise. J2ME ancak birkaç kilo bit seviyesindeki programların yapılmasına uygundur, megabit'ler seviyesindeki programlamaya elverişli değildir.

Symbian OS program geliştireceklere programlama dillerinden bir seçim olanağı sunar. Symbian OS C++ dilinde yazılmıştır, bu nedenle öncelikli programlama dilidir. C++ symbian İşletim sistemi API'lerine hızlı erişim sağlar ve doğal işletim sistemi dili olarak uygulama hızında ve bellek kullanımında en iyi performansı sağlar.

²⁰ Forum Nokia. **J2ME & Symbian OS, A Platform Comprasion.** Version 1.0 (Ocak 2003).

Birçok durumda C++ diline alternatif kabul edilebilecek ana programlama dili javadır. Symbian OS v.7.0 MIDP uygulamalarını destekler. MIDP cep telefonlarında kullanılmak üzere özelleştirilmiş kullanıcı arayüzü, kalıcı depolama, ağ işlemleri ve uygulamalar gibi java API'ler grubu sunar. Bunlar küçük mobil cihazlar için tasarlanmış KVM (K Virtual Machine) kullanan CLDC tarafından sağlanan sınıflar(classes) bağlamında çalışır.

Assembler symbian programlamasında çok tercih edilmeyen bir dildir. Bunların dışında java script, WMLScript(WAPScript dili) ve C programlama dilleri de kullanılır.

4.3 WINDOWS

Microsoft Windows uzun süre mobil cihaz işletim sistemlerinden uzak durdu, Windows CE ile mobil cihazlar için işletim sistemi geliştirmeye başladı. Windows Mobile 5.0 ile mobil cihazlarda yeni bir işletim sistemi kullanmaya başladı.

4.3.1 Windows CE ile Pocket PC İçin Yazılım Geliştirme

Mikrosoft, mobil cihazlar için kendi PC ürünleri ile uyum içinde çalışan ve kullanıcı ara yüzü Windows dünyasını çağrıştıran Windows CE işletim sistemini geliştirdi. Pocket PC Microsoft Windows CE işletim sistemi üzerinde çalışır. Genel anlamda Windows CE Microsoft Windows NT'ye oldukça benzer, ancak fonksiyonlarının sadece belli bir alt kümesini kullanır. Her iki işletim sisteminin de 32 bit işlemci kullanmasına karşın, Windows NT sadece x86 işlemci ailesi için (Intel, AMD veya Cyrix) kullanılır. Windows CE ise, MIPS, ARM, SH3/4 ve PowerPC gibi çok çeşitli 32 bit işlemcilerle çalışır.

Microsoft, Handheld PC Professional ile Pocket PC'lerde kullanılabilen Common Executable Format (CEF) adında yeni bir ikili biçim sunar. Bu biçim geliştiricilerin belli bir işlemci belirlemeden uygulama yazabilmelerini sağlar. Söz konusu uygulama herhangi bir Pocket PC'de çalışabilir.

Windows CE Windows NT'nin küçük bir sürümü veya sınırlı bir hali değildir. Windows CE, Win32 API'leri için önerilen Windows NT geliştirme adımlarını takip etmesine karşın tamamıyla yeniden hazırlanmıştır.

Pocket PC için uygulama geliştirme masaüstü Windows için uygulama geliştirmeye benzer. Temel olarak derleyici, hata ayıklayıcı, yazılım geliştirme aracı (Software Development Kit- SDK) ve araçların üzerinde çalışacağı bir iş istasyonu ile programlanacak bir Pocket PC gerekir.

Yeni eMbedded Visual Tools 3.0, derleyiciler, uzak hata ayıklama araçları ve Pocket PC SDK ile birlikte gelir. Aynı zamanda, Windows NT veya Windows 2000 üzerinde bir Pocket PC'yi simüle etmeyi sağlayan emülatör de içerir. Emülatör, Win9x'li PC'lerde çalışmaz.

Pocket PC'lerde programlama yapabilmek için programın hazırlanacağı cihaz veya iş istasyonunda eMbedded Visual Tools 3.0., iş istasyonu için Windows NT veya Windows 2000., Office 2000 (İsteğe bağlı) ve Visual Studio 6.0 (İsteğe bağlı) yüklenmelidir. eMbedded Visual Tools 3.0'ın kullanıcı arayüzü İngilizcedir.²¹

4.3.2 Geliştirme Araçlarının Yüklenmesi

eMbedded Visual Tools'u Windows 2000 veya Windows NT 4.0 işletim sistemli bilgisayara kurma zorunluluğu yoktur. Yeni eMbedded Visual Tools hiç birinin kaldırılmasını gerektirmez. Araçlardan biri kurulu değilse aşağıdaki prosedür bir PC'yi Microsoft Windows CE tabanlı uygulama geliştirici bir iş istasyonu haline getirir.

Windows 2000 kurulur, Windows 2000'in hiçbir ek özelliğine gerek yoktur. Windows 2000 ayar seçeneklerinden herhangi biri kullanılabilir. Microsoft Outlook özellikleriyle senkronize etmek için Microsoft ActiveSync'i kurmadan önce bilgisayara Office yüklenmiş olmalıdır.

Visual Studio 98 kurulur (sürüm 6.0). Windows CE geliştirimi için, Visual Studio gerekli değildir. Eğer hem Pocket PC hem de masaüstü için benzer uygulamalar geliştirilecekse Visual Studio bulunması tavsiye edilir. (Hala VS .NET kullanılmıyorsa). Kurulumda "Custom" kurulumu seçilirse, Visual Studio "server extensions" için tercih ister. Herhangi bir sunucu eklentisi kurmaya ihtiyaç yoktur.

Microsoft MSDN kurulur, (Microsoft Developer Network). Visual Studio 98 MSDN kurulumu için otomatik olarak sorar. MSDN sadece masaüstü Windows uygulamaları geliştirmek için temel ve en geniş bilgi kaynağı değil aynı zamanda

²¹ <http://windownsmobil.com>

Windows CE geliştirmek için temel kaynaktır. Son olarak Visual Studio 98 Service Pack kurulur.

Tüm özellikleriyle eMbedded Visual Tools 3.0 ve kurulum programının önerdiği tüm SDK' lar yüklenir. Tüm SDK' lar istenmiyorsa, Pocket PC'ye yönelik geliştirme yapabilmek için en azından Pocket PC SDK seçilmelidir. En son ActiveSync 3.1'in yüklenmesi gerekir. Böylece öncelikli ihtiyaçların (Office ve platform manager gibi) yüklenmiş olduğu garanti altına alınır. Pocket PC'ye yazılım geliştirmek için masaüstü bilgisayarlarda uygulanan adımlar takip edilir.

4.3.3 Windows Mobile

Windows Mobile Microsoft firması tarafından PDA ve akıllı telefonlar gibi mobil cihazlar için tasarlanmış olan bir işletim sistemidir. Windows CE çekirdeği üzerine temellendirilmiştir. Kullanımı kolay, bilinen ofis yazılımının mobil sürümü üzerinde çalışan bir yazılımdır. Kişisel bilgisayarların birçok özelliğini smartphone veya el bilgisayarı gibi bir mobil cihaza taşıyan işletim sistemidir.

Bir Windows smartphone cep telefonu özelliği yanında, önemli buluşmaları, randevu ve işleri hafızasında saklayan bir PDA, tüm e-posta mesajlara erişim imkânı veren bir iletişim aracıdır. Çalışma masasına bağlı kalmadan uzaktan mobil olarak internete erişim imkânı verir. MS ofis dokümanlarının görülebilmesini, yeniden hazırlanması ve bunlarda değişiklik yapılmasını sağlar. İlave olarak seçilen modelin kabiliyeti içinde sayısal kameradan GPS sistemine kadar birçok fonksiyon sağlar. Mobil cihazın kişisel bilgisayarla eş olarak çalışmasına izin verir. Yolda otomatik olarak kişisel bilgisayarın ekranını yansıtır veya tersini yapar. Her iki tarafta da MS Outlook veri(mesaj) ve önemli dokümanları günceller, cihazları senkronize eder (eşzamanlı çalışmasını sağlar). Envanter izleme, harcama hesaplarının yönetimi gibi işlerle ilgili kritik faaliyetlerin mobil cihazlarla idare edilmesini sağlar.²²

Windows Mobile kullanan PDA'lara Pocket PC denir. Pocket PC ve smartphone (akıllı telefon)'larda kullanılan Windows Mobile'ın genel özellikleri aşağıdadır.

Cihaz açıldığında birçok işletim sisteminde bulunan masaüstü benzeri bir ortam yerine bugün ekranı (today screen) gelir. Bugün ekranı randevuları, yapılacaklar

²² <http://windownsmobil.com>

listesini, e-posta mesajlarını gösterir. Bu ekrana daha fazla şey eklenmesini sağlayan programlar vardır. Artalan resmi değiştirilebilir. Üstte bulunan görev çubuğu saati, ses düzeyini ve bağlantı bilgilerini gösterir. Çubukta bulunan başlat düğmesi Windows'un masaüstü sürümlerindeki başlat düğmesine benzer.

Windows Mobile ile birlikte (Pocket PC'lerde) Word Mobile, Excel Mobile, PowerPoint Mobile gibi programlar yüklü gelir. Bu programlar masaüstü sürümleri kadar özellik içermese de temel görüntüleme ve düzenleme işlemleri için yeterlidir. PowerPoint Mobile ise sadece sunumları görüntülemek için kullanılabilir, düzenlemeye izin vermez. Outlook ve Windows Media Player programları da Windows Mobile ile yüklü gelir.

Windows'un masaüstü sürümlerinin aksine görev çubuğu üstte, menüler altta bulunur. Kapat düğmesi genellikle programları kapatmak yerine simge durumuna küçültür. Açık programlar görev çubuğunda listelenmediği için bu durum birçok programın açık kalmasına ve dolayısı ile sorunlara sebep olabilir. Windows Mobile Windows XP ile uyumlu çalışır. Üretilen GSM telefonlarının belli bir kısmında da işletim sistemi olarak tercih edilir. (Ör: Motorola MPX serisi) ²³

Windows Mobile işletim sisteminin Windows Mobile 2002, Windows Mobile 2003, Windows Mobile 2003 Second Edition (ikinci sürüm), Windows Mobile 5.0 isimli sürümleri çıkmıştır.

Visual Studio 2003 SE(Second Edition) ile birlikte Compact Framework 1.0 sürümü, Visual Studio 5.0 ile birlikte Compact Framework 2.0 sürümü gelir.

Windows Mobile 2003 Second Edition ile VGA (640×480) ve kare (240×240 ve 480×480), ekran desteği, Windows Mobile 5.0 sürümü ile kalıcı hafıza desteği eklenmiştir. Windows Mobile'da temel programlama dilleri Visual Basic ve C#'tır.

MS ofis programının mobil sürümü güncel olarak yalnızca cep bilgisayar ve cep bilgisayar işlevli telefonlarda kullanılır.(Palm Treo 700w, 8125, MDA gibi).WM yüklü smartphonelarda (2125, SDA gibi) kullanılmaz.²⁴

²³ <http://windowsmobil.com>

²⁴ İnan, Yüksel, Demirli, Nihat. **Windows Mobile Pocket PC 2003 & 5.0**. Palme Yayıncılık. 2006.

4.4 J2ME

J2ME (Java 2 Micro Edition) mobil telefonlar için geliştirilmiş ve temel olarak atası Java gibi yorumlanmış bir dildir. Java uyumlu cihazlar giderek daha çok üretilmekte ve piyasada yer bulmaktadır. Öğrenim kolaylığı, açık standartları ve geniş cihaz desteği ile en çok tercih edilen uygulama geliştirme ortamlarındandır.

Mobil telefon gibi küçük cihazlar için geliştirilecek olan Java uygulamalarının standardını belirler. Standart J2SE(Java 2 Standart Edition)'nin bir alt grubu gibidir. Mobil telefonların kullandıkları J2ME standartları MIDP olarak bilinir ve telsiz cihazlar gibi küçük cihazların gerek duydukları metotları içerir.

Java teknolojisini kullanan telefonların piyasadaki sayısı, Symbian kullanan telefonlara göre çok fazladır. Birçok Java uygulaması OTA ile telefonlara indirilebilir ve kurulabilir. Buda telefon kullanıcılarına serbestlik sağlar. Bir telefon kullanıcı, operatör ya da bir başka şirket tarafından sağlanan listeden seçtiği oyunları kolaylıkla telefonuna indirebilir. Bu faaliyetten ortaya çıkan ücretler operatör tarafından kolaylıkla izlenebilir ve gerektiğinde geliştirici firmaların gelir paylaşımında kullanılır. Kısacası Java ile iş modelini kurmak daha kolaydır. Standart Java bilen geliştiriciler için J2ME adaptasyonu kısa zaman alır.

J2ME ile ağ bağlantısı kurmadan telefon üzerinde oyun oynamak ya da uygulama çalıştırmak mümkündür. Ağ bağlantısı göz önüne alındığında J2ME'nin önemli avantajları vardır. Önceki teknolojilerde (SMS ve WAP gibi) tüm bilgi sunucu tarafında işlenir ve sadece sonuçlar telefona gönderilirdi. Telefon sadece bir gösterim cihazı idi. Fakat Java uygulamalarında telefonda çalışan uygulama bilgiyi aldıktan sonra kendisi işleyebilir. Böylece uygulamanın ağ bağımlılığı azalır ve sunucu tarafındaki uygulamaların yükü azalır.

J2ME'nin desteklediği kullanıcı arayüzü (user interface) oluşturma özelliği ile geliştiriciler kişiye özel bir görsel yapı hazırlayabilir. Symbian kullanan telefonlar J2ME desteği de verirler. Bu yüzden J2ME uygulamaları Seri 60 gibi Symbian işletim sistemi içeren telefonlarda da çalışır. Bunlar J2ME'nin güçlü yanlarıdır.

J2ME her türlü uygulama için uygun değildir. J2ME destekli birçok telefonda saklanabilecek olan MIDlet'lerin boyutu sınırlıdır. Bu sınırlar hem toplam telefon hafızası için, hem de tek bir MIDlet'in boyutu içindir. Bazı telefonlar tek bir MIDlet

boyutunu 30 KB olarak kısıtlanmalar da genelde 64 KB sınıra rastlanır ve operatörler indirilecek MIDlet boyutunu sınırlar.

Java dili yorumlanmış bir dildir. Bu yüzden derlenmiş olan Symbian uygulamaları daha hızlı çalışır, performans olarak J2ME uygulamalarından daha iyidir. J2ME, standart Javanın desteklediği JNI (Java Native Interface)'yı desteklemez. Uygulama geliştiriciler Java ile telefonun diğer yapılarına (SMS gibi) ulaşamaz. Bu yapıları kullanmak için telefonun özel API'lere sahip olması gerekir. J2ME'nin dokümantasyonu iyidir ve açık standartları destekler. Buna rağmen J2ME geliştiricilerini bekleyen sorunlar aşağıdadır.

Mobil telefonların ekran boyutları farklıdır ve J2ME uygulamaları bu ekran boyutlarını algılayarak ekrandaki görüntüleri ayarlamak zorundadır. Firmaların geliştirdiği farklı ekran özellikleri yüzünden aynı programın farklı telefonlar için geliştirilmiş birçok farklı sürümü mevcuttur. Nokia'nın User Interface 'i ve SMS API'si gibi firmaların kendi geliştirdiği Java ek özellikleri nedeniyle telefonların özelliklerini tam olarak kullanmak için MIDlet'in farklı platformlar için farklı sürümleri olmak zorundadır.

Bu olumsuzlukları aşmak için Nokia Firması belirli bir standart geliştirmiştir. Seri 30, 40, 60, 80 cihazlarda ekran boyutu aynıdır. Seri 60 gibi açık standartları olan ve diğer firmalara da lisanslanan cihazlardaki kodlar tüm cihazlarda aynen çalışır.²⁵

4.4.1 Mobil Cihazlar ve J2ME ile Uygulama Geliştirme

J2ME birçok yerde kullanılacak olan, az hafızaya ihtiyaç duyan ve yüksek performans beklenmeyen uygulamalar için ideal bir yazılım ortamıdır.

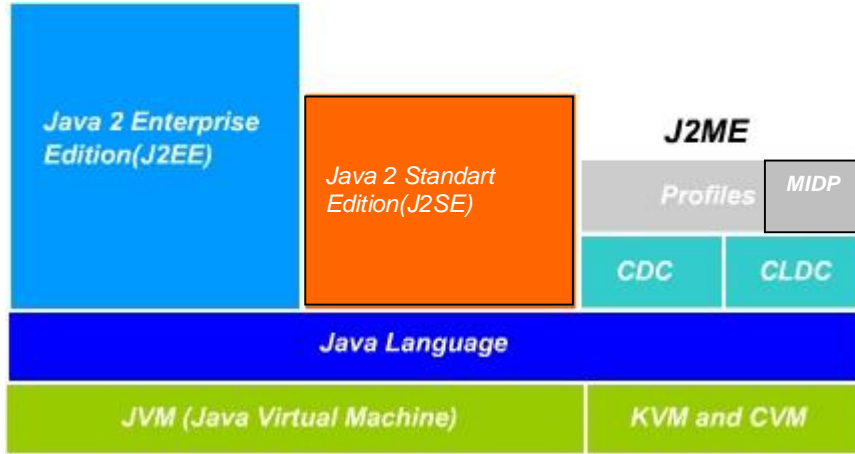
Günümüzde mobil cihazların popüleritesinin artmasıyla beraber bu cihazlarda çalışan uygulamalara daha fazla ihtiyaç duyulmaya başlandı. Gerek kullanım kolaylığı, gerek taşınabilir olmaları, gerekse fiyatları düşünüldüğünde mobil cihazları kullanmak birçok açıdan hem kurumlara hem de kişisel kullanıcılara büyük avantajlar sağlar.

J2ME ile uygulama geliştirilirken mobil cihazlar genel anlamda PALM başlığı altında bahsedildiği gibi PDA ve cep telefonları olarak gruplandırılabilir. PDA cihazları da Pocket PC ve Palm olmak üzere ikiye ayrılır. Cep telefonlarında ise tam anlamıyla

²⁵ Forum Nokia. **J2ME & Symbian OS, A Platform Comparison**. Version 1.0 (Ocak 2003).

standart bir ayırım söz konusu değildir. Birçok farklı marka, farklı işlemci ve işletim sistemi söz konusudur. Fakat Symbian ile bir anlamda işletim sistemi altyapısı olarak bir standartlaşma sağlanmıştır.

Mobil cihazlar üzerinde uygulama geliştirmek için en önemli platformlardan birisi J2ME'dir. J2ME Sun Microsystem firmasının mobil cihazlar için uygulama geliştirmek amacıyla piyasaya sürdüğü özel bir Java 2 sürümüdür.



Şekil-3 Java Yazılım Geliştirme Çözümleri.

Şekil-3'de Sun'ın sunduğu yazılım geliştirme çözümleri görülmektedir. Masaüstü ve sunucu uygulamaları için J2SE ve J2EE kullanılır ve bu uygulamalar JVM(Java Virtual Machine-Java Sanal Makinesi) yardımı ile PC'lerde çalıştırılır. Mobil cihazlar için bu durum biraz daha farklıdır. Mobil cihazlar için JVM yerine KVM veya CVM kullanılır.²⁶

4.4.2 J2ME Konfigürasyonları

J2ME konfigürasyonları uygulama geliştirilen platforma bağlı olarak sanal makine (KVM ve CVM) ve çekirdek java API'lerini tanımlar. İki farklı J2ME konfigürasyonu bulunur. Hangi tür mobil cihaz için uygulama geliştiriliyorsa ona uygun bir J2ME konfigürasyonu seçilmelidir.

CLDC (Connected Limited Device Configuration), cep telefonları ve Palm cihazlarını kapsayan J2ME konfigürasyonudur. Bu konfigürasyona sahip cihazlarda KVM (K Virtual Machine) kullanılarak java uygulamaları çalıştırılır. Bu

²⁶ Forum Nokia. **J2ME & Symbian OS, A Platform Comprasion.** Version 1.0 (Ocak 2003).

konfigürasyonun içerdiği temel sınıf kütüphaneleri; java.io, java.lang, java.util ve javax.microedition.io'dur

CDC (Connected Device Configuration), Pocket PC, telematik sistemler vb. cihazları kapsayan tanımlı J2ME konfigürasyonudur. Bu konfigürasyona sahip cihazlarda CVM (C Virtual Machine) kullanılarak java uygulamaları çalıştırılır. Bu konfigürasyonun içerdiği temel sınıf kütüphaneleri; java.io, java.lang, java.math, java.net, java.security, java.text, java.util ve javax.microedition.io'dur.²⁷

4.4.3 J2ME Profilleri

Yukarıda belirtilen konfigürasyonlara sahip cihazlarda profillerin belirlediği standartlar ve kütüphaneler kullanılarak uygulamalar geliştirilir. Profiller konfigürasyonun bir üst katmanında, ona bağlı olarak cihazlarda kullanılacak java sınıflarını belirleyen katman olarak tanımlanabilir.

Mobile Information Device Profile (MIDP), CLDC tipi cihazlarda uygulama geliştirmek için belirlenmiş bir profildir. Bu profilin sağladığı sınıf kütüphaneleri aşağıdadır.

javax.microedition.midlet; uygulamanın başlatılması, bitirilmesi vb. gibi temel uygulama yönetim fonksiyonlarını içeren pakettir.

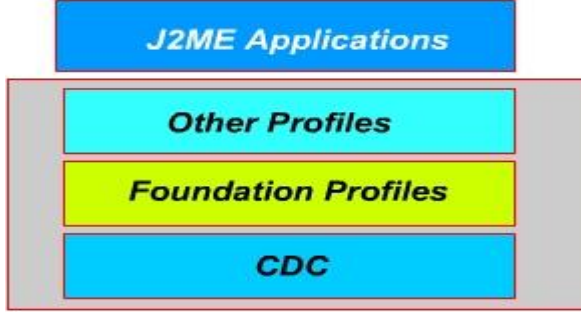
javax.microedition.lcdui; kullanıcı arayüzünü oluşturmak için temel kontrolleri (button, textfield, images vb.) içeren pakettir.

javax.microedition.rms; CLDC cihazlarında veri depolamayı ve çağırmaı sağlayan pakettir.

J2ME Foundation Profile; CDC cihazları için geçerli alt katman profilidir. Bu profilin sağladığı sınıf kütüphaneleri aşağıdadır. Bu cihazlarda J2ME Uygulama Geliştirme Çözümü Şekil -6'dadır.

java.security.acl, java.security.interfaces, java.security.spec.

²⁷ Erol, Ali. **Mobil Cihazlar ve J2ME**. Makale, <http://mobilnedir.com>. 24.07.2005.



Şekil-4 J2ME Uygulama Geliştirme Çözümü.

Diğer Profiller (J2ME Personel Basis, Personel, RMI Profiles), CDC tipi cihazlar için Foundation Profile katmanının üst katmanında yer alan diğer profillerdir. Bunlardan en önemlisi Personel Java'dır. Personel Java profili J2SE'den türetilen java.awt paketi başta olmak üzere bir çok pakete sahiptir.

J2ME ile uygulama geliştirmek için ilk aşamada uygulamanın çalışacağı mobil cihazlara göre konfigürasyon ve buna bağlı olarak profilin belirlenmesi gerekir. Daha sonra bu konfigürasyon ve profile sadık kalarak uygulamalar geliştirilir. Belirlenen konfigürasyona ve profile sadık kalarak uygulama geliştirildikten sonra o uygulama aynı profile sahip bütün cihazlarda çalıştırılabilir.²⁸

²⁸ Erol, Ali. **Mobil Cihazlar ve J2ME**. Makale, <http://mobilnedir.com>. 24.07.2005.

5. PLATFORMLAR VE KARŞILAŞTIRMALARI

Mobil bilgisayarlar ve cep telefonlarındaki teknolojik gelişmeleri görmek için gelişim süreçlerinin incelenmesi gerekir.

5.1 WİNDOWS İşletim Sistemli Handheld PC'ler

Tablo-2 Windows işletim sistemli handheld PC'ler incelendiğinde birçok firma tarafından üretilmiş cep bilgisayarlarının ilk modellerinde genellikle boyutlarının 16-18 cm. uzunluk, 7,5-9 cm. genişlik ile 2-3 cm. kalınlığında ve oldukça hantal cihazlar olduğu, RAM'lerinin 2-6 MB, ROM'larının ise 4-8 MB civarında olduğu ve ortalama 40 MHz. hızında merkezi işlemciler içerdiği görülür. Bu özellikleriyle cep bilgisayarları çok kısıtlı uygulamalar ve küçük boyutlu programların çalıştırılabilmesine imkân veren cihazlardı, daha çok veri deposu özelliği taşıyordu. Ekranlarının boyutları ufak, genelde standart klavye ve hariçten takılan pillere sahiptiler.

5.2 Cep Bilgisayarları

Tablo-3 Cep bilgisayarları özellikleri incelendiğinde, Tablo-2'den farklı olarak cep bilgisayarlarının artık bilgisayar denilebilecek özellikler kazanmaya başladıkları görülür. Birçok firma tarafından üretilen cep bilgisayarları boyutlarının daha da küçülmesine rağmen programlama kapasitelerinin arttığı, işlemci hızlarının 600 MHz.'e kadar çıktığı görülür. RAM'lerin 64-128 MB, ROM'ların 256 MB ve üstü kapasitelere ulaştığı, ilave olarak SD, SDIO, MMC ve CF kart türü harici belleklerle kapasitelerinin arttığı görülür.

Gelişme bunlarla sınırlı kalmamış, cep bilgisayarlarının, bilgisayarlar arası bağlantısını sağlamak, mevcut bilgisayar ağlarına bağlamak, internet ve diğer ağ olanaklarını mobil alana taşımak için kablosuz bağlantı teknolojileri olan kızılötesi, bluetooth ve wi-fi teknolojilerinin bir veya birkaçının yeni donanımlara eklenerek kabiliyetlerinin artırıldığı görülür. İlave olarak cep bilgisayarları GSM şebekeleri üzerinden veri iletişimine olanak tanımak amacıyla GPRS ve EDGE teknolojileriyle takviye edilmiştir. Bazı cihazlara kamera ilavesiyle ses ve video kayıt yeteneği kazandırılmıştır.

Klavye olarak harici ve sanal klavye olanağı yanında biraz daha geniş ekranlar ile lityum iyon teknolojiye uzun ömürlü, şarj edilebilir piller kullanılmaya başlanmıştır.

Bu cihazlarda Palm ve Windows Mobil işletim sistemlerinin son sürümleri etkin olarak kullanılmıştır.

5.3 Yeni Nesil Cep Bilgisayarları

Tablo-4 Yeni nesil cep bilgisayarları özellikleri incelendiğinde, yeni nesil cep bilgisayarlarının boyutlarının yaklaşık olarak aynı kalmakla birlikte merkezi işlemcilerinin 1 GHz. hızına ulaştığı (masaüstü bilgisayar hızına yakın), RAM kapasitesinin 512 MB, ROM kapasitesinin 30 GB seviyelerine ulaştığı görülür. Kablosuz bağlantı teknolojilerinin etkin olarak kullanıldığı, GPRS-EDGE desteği, ses ve video kayıt özelliği olduğu, klavye, kamera, televizyon, ekran ve yazıcı gibi harici unsurların bağlanabileceği portların eklendiği görülür. Bu da cihazlara masaüstü bilgisayar gibi kullanılabilme yeteneği kazandırır.

İşletim sistemi olarak bazılarında mobil cihazlar için geliştirilmiş işletim sistemleri kullanılmaya devam ederken, en gelişmişlerinde dizüstü ve masaüstü bilgisayarlarda kullanılan işletim sistemlerine geçilmeye başlanmıştır.

5.4 Akıllı Cep Telefonları

Cep telefonları önceki sürümlerine göre daha küçük yapıya kavuşmalarına rağmen kendilerinden beklenen ergonomi (kullanıma uygun yapı ve şekilde) ve görüntü özelliğine göre büyük ekran desteği verebilmek için fazla küçülememiştir. RAM kapasitesi 6-64 MB seviyesine çıkmış, mini SD kart desteği ile kapasite oldukça artmıştır. Kızılötesi ve bluetooth teknolojileriyle kablosuz iletişim ve bilgisayarlara bağlantı yeteneği kazanmıştır. Tablo-5'te Akıllı Cep Telefon Özellikleri görülmektedir.

Cep telefonları GPRS, EDGE, WAP ve CDMA teknolojileriyle iletişim sağlamaya başlamış, bazıları HTML sayfalarına erişip görüntüleyebilir özellikler kazanmıştır. Ses ve video kayıt yeteneği yanında 3D (üç boyut) desteği vermeye başlamıştır. Lityum iyon ve lityum polimer pil kullanılarak pil ömrü uzatılmış, ekran küçüldükçe pil ömrü artmıştır. İşletim sistemi olarak üretici desteği nedeniyle çoğunlukla symbian kullanılmakta, son zamanlarda Microsoft Windows Mobil kullanımı da giderek artmaktadır.

Handheld PC Markası	DONANIM							İşletim Sistemi
	Ölçüler	RAM	ROM	CPU-Hız	Ekran	Klavye	Pil	
COMPAQ	17.5 x 9.1 x 2.5 cm.	4 MB 6 MB	4 MB	Hitachi SH2 40 Mhz	LCD dokunmatik480x240	Standard QWERTY	2 AA kalem	WinCE
CASSIO PEIA	17.5 x 9.1 x 2.5 cm.	4 MB 6 MB	4 MB	Hitachi SH2 40 Mhz	LCD dokunmatik480x240	Standard QWERTY 61 Tuş	2 AA kalem	WinCE
PHILIPS - VELO1	16.0 x 7.6 x 1.9 cm	4 MB EDO 4 MB internal	8MB Fast Page Mode	Philips MP3910 RISC	LCD dokunmatik480x240	Standard QWERTY 61 Tuş	2 AA kalem	WinCE
HP 320LX	18.3 x 9.4 x 2.9 cm	2 MB 4 MB	5 MB	Hitachi SH2 44 Mhz	LCD dokunmatik640x240	Standard QWERTY	2 AA kalem	WinCE

Tablo-2 Windows İşletim Sistemli Handheld PC'ler

Cep Bilgisayarı Markası	DONANIM								
	Boyutlar	CPU HIZ	RAM- ROM	Bluetooth	İşletim Frekansı	SD desteği Teknolojiler	Kamera	Ekran-Pil- Klavye	İŞLETİM SİSTEMİ
HP IPAQ hw6900	4.7" x 2.8" x 0.8"	416MHz Intel PXA270 XScale	64 MB RAM/ 45 MB ROM	802.11b Wi-Fi Bluetooth 1.2	GPRS/ EDGE Uygunluk GPS Alıcı	miniSD Slot	1.3MP Sayısal	2.2" x 2.2" Transfektive-Değiştirilebilir Lityum İyon- Q	WM 5 OS
Asus MyPal A730	4.6" x 2.9" x 0.6"	520MHz PXA270 XScale	64 MB RAM / 64 MB ROM	Bluetooth	IR Port	SD Slot w/ SDIO Desteği Compact Flash Tip II Slot	1.3MP Sayısal	3.7" VGA 640x480 Değiştirilebilir 1100mAh Lityum Polimer Q Klavye	WM 2003 SE OS
Asus MyPal A620	3.02" x 4.9" x 0.52"	400MHz PXA255 XScale	64 MB RAM / 32 MB ROM	-	IR port	Compact Flash Slot w/ IO Desteği	-	16-bit 3.5" QVGA Transfektive Q Klavye 1300mAh Lityum	WM 2003 SE OS
Pharos Traveler GPS 525	4.32" x 2.34" x 0.69"	Samsung SC32442X 300MHz CPU	128 MB RAM / 64 MB ROM	802.11b Wi-Fi Bluetooth 1.2	SİRFstar-III Dahili GPS Alıcı IRPort	SD Slot w/ SDIO Desteği 512MB SD kart	-	16-bit 3.5" Transfektive Ekran Değiştirilebilir Lityum İyon Q Klavye	WM 5.0 OS
Dell Axim X51v	2.9" x 4.7" x 0.7"	624MHz PXA270 XScale Intel 16MB 2700G Grafik çip	64 MB RAM / 256 MB ROM	802.11b Wi-Fi & Bluetooth 1.2	IR Port	SD Slot w/ SDIO Desteği Compact Flash Tip II Slot	-	3.7" VGA Transfektive Lityum Değiştirilebilir 1100mAh Q Klavye	WM 5.0 OS Windows
Palm Treo 700w	4.4" x 2.3" x 0.9"	: Intel 312MHz XScale	128 MB 60 MB -	Bluetooth 1.2	GPRS/ EDGE	SD Slot w/ SDIO Desteği EV-DO	1.3MP Sayısal	240x240 Transfektive Değiştirilebilir Lityum İyon- Q Klavye	WM 5.0 OS
Sony Clie PEG-UX50	4.12" x 3.5" x 0.7"	Sony CXD2230GX 300Mhz	104 MB Toplam dahili hafıza	Bluetooth & Wi-Fi	IR Port	Memory Stick PRO Slot	310.000 Piksel Sayısal	16-bit Transfektive Renkli Ekran w/ 480x320 Lityum Polimer	Palm OS v.5.2
Garmin iQue 3600	5" x 2.8" x 0.8"	DragonBall MXL ARM9 200MHz işlemci	32 MB of dahili hafıza	-	Gelişmiş GPS Alıcı	SD Slot (SDIO yok)	-	3.8" 16-bit 320x480 Renkli Ekran Lityum İyon şarj edilebilir	Palm OS 5.0 Mac OS ile uyumlu değil
Cingular 8100 / 8125	-	200MHz TI OMAP işlemci	64MB RAM 128MB ROM	Bluetooth II 802.11 Wi-Fi	GSM/GPRS ağa hazır	miniSD Slot	1.3MP Sayısal	240x320 QVGA Renkli Lityum İyon 1250mAh	WM 5.0 OS

Tablo-3 Cep Bilgisayarları Özellikleri

Yeni Nesil PPC Markası	DONANIM								
	Boyutlar	CPU HIZ	RAM- ROM	Bluetooth	İşletim Frekansı	SD desteği Teknolojiler	Kamera	Ekran-Pil- Klavye	İŞLETİM SİSTEMİ
Dell Axim X51v	5" x 3" x 1"	624MHz Intel® XScale™ PXA270	64MB SDRAM ve 256MB Flash ROM 16MB Video Memory	Bluetooth 802.11b	GPRS/ EDGE Uygunluk GPS Alıcı	Compact Flash SDIO MMC Kart Slot USB VoIP	CF Kartı Üzerinden	3.7" TFT VGA 640x480 Değiştirilebilir Q Klavye	WM 5 OS
OQO	4.9" x 3.4" x 0.9	1GHz Transmeta Crusoe	30GB 512MB DDR 3D 8MB Video RAM	Bluetooth 802.11b	IR Port	USB 2. Ethernet 3D 1280 x 1024 VGA video Çıkışı DC Besleme	1.3MP Sayısal	800 x 480 W-VGA 5" Değiştirilebilir Lityum Polimer Q Klavye	Windows XP

Tablo- 4 Yeni Nesil Cep Bilgisayarları Özellikleri

Akıllı Telefon Markası	DONANIM							
	Boyut	Ram-Rom	Bluetooth	İşletim Frekansı	SD desteği Teknolojiler	Kamera	Ekran-Pil	İŞLETİM SİSTEMİ
Cingular 2125	4.57" x 1.81" x 0.69"	64MB ROM / 64MB RAM	Bluetooth 1.2 IR Port	850/900/1800/ 1900 MHz Dört bant	miniSD Flash hafıza kart Slotu	1.3MP sayısal	2.2" Tam renkli TFT Li-İyon 1150mAh	WM 5.0 OS
Nokia N-Gage	134 x 70 x 20 (mm)	6-64 MB	Bluetooth	Üç bant EGSM 900/GSM1800/GSM 1900 WAP üzerinden GPRS	miniSD XHTML, MMS, Java MIDP 1.0 Tam e-posta desteği	Sayısal müzik çalar ve kaydedici	Play station	Symbian OS v6.1
Nokia 6682	108.4 x 55.2 x 20.5 mm		Bluetooth	GSM 850 / 1800 / 1900	EDGE üzerinden yüksek hızda Web tarama XHTML, HTML, MMS, Java MIDP miniSD	1.3 mega piksel 1280x960 Stereo Müzik çalar	176 x 208 Renkli 262144 renk (18 bit)	Symbian OS 8.0a, Series 60 Platform 2nci sürüm
Nokia N93	118 x 55 x 28 mm		Bluetooth 2.0	WCDMA 2100 / GSM 900 / 1800 / 1900	XHTML, HTML, MMS, Java MIDP MP4 video ve 3G miniSD	3.2 mega piksel, 3x optik zoom, 20x sayısal zoom, Autofocus, 640*480 çöz	2.4" 240*320 Lithium Polimer 1100mAh	Symbian S60 3ncü sürüm (9.1)
Panasonic X800	100 x 48 x 17.2 (mm)		Bluetooth	WCDMA /GSM 900/1800/1900	XHTML, MMS, Java MIDP 2.0	Built-in Kamera	176 x 220	Symbian OS 7.0s, Seri 60 Platform 2nci sürüm

Tablo– 5 Akıllı Cep Telefon Özellikleri

5.5 Güncel Programlama Tekniklerinin Karşılaştırması

Mobil cihazlarda kullanılan programlama tekniklerinin karşılaştırması Tablo-6’da yapılmıştır. Bu çizelgede karşılaştırma kriterleri, hangi programlama dillerinin kullanıldığı, mobil bilgisayar ya da cep telefonunun özelliklerine göre hangi fonksiyonları desteklediği görülmektedir.

Karşılaştırma Kriteri	J2ME	Windows Mobile	Palm OS	Symbian OS
İzin Verilen Uygulama Boyutu	Birkaç yüz kilobyte	Megabyte	Megabyte	Megabyte
Açık Standart	Evet	Hayır	Evet	Evet
Yaygınlaşma	Yükse ve giderek artıyor	Düşük ama giderek artıyor	Evet	Düşük ama giderek artıyor
Büyük Üretici Desteği	Var	Var	Var	Var
OTA İle Kurulum	Evet	Yok	Yok	Evet
Programlama Dili	Java	Visual Basic, C#	C, Java, Visual Basic	C++, Visual Basic, J2ME, Assembler, JavaScript, WMLScript
Uzak (Remote) Sunucu İle Bağlantı	Evet	Evet	Evet	Evet
2B Animasyon	Evet	Evet	Evet	Evet
3B Animasyon	Hayır	Evet	Evet	Evet
Video Gösterim	Hayır	Evet	Evet	Evet, Telefon desteklerse
MIDI Ses	Evet	Evet	Evet	Evet
Yüksek Kalite Ses	Genelde Hayır	Evet	Evet	Evet
SMS Erişimi	Genelde Hayır	Evet	Evet	Evet (MMS erişimide dahil)
Irda ve Bluetooth Erişimi	Hayır	Cihaz desteklerse	PDA desteklerse	Telefon desteklerse
Takvim ve Rehber Erişim	Hayır	Cihaz desteklerse	PDA desteklerse	Telefon desteklerse
Telefon Çevirme	Hayır	Evet	Evet	Evet
Çapraz Platform Geliştirme	Evet	Evet	Evet	Evet

Tablo-6 Güncel Programlama Teknikleri Karşılaştırma Tablosu

6. MOBİL PROGRAMLAMAMANIN GELECEĞİ

Mobil cihazlarda programlama teknikleri öncelikle platform sonra işletim sistemlerinden bağımsız olacak yönde gelişmektedir. Günümüzde palm, symbian ve Windows Mobil işletim sistemleri üzerinde programlama yapılabilen en iyi örnek AppForge Crossfire'dır. Gelişmesinde bu yönde ilerleyeceği, bu ve buna benzer programlama dillerinde yazılacak programların tüm mobil platform ve bunların üzerindeki işletim sistemleri üzerinde küçük modifikasyonlar ile sorunsuz çalışacağı değerlendirilmektedir. Aşağıda AppForge Crossfire hakkında kısa bilgi verilmiştir.

6.1 AppForge Crossfire

.NET ile Symbian ve Palm OS mobil işletim sistemleri dahil tüm mobil platformlar için uygulama geliştirilebilir.

.NET teknolojilerinde özellikle her platform için aynı IDE, aynı dil, hatta aynı kodlar kullanılabilir. Symbian işletim sistemli cep telefonlarına, Palm OS işletim sistemli palm'lara ve de .NET compact framework'ü kullanmadan, WinCE işletim sistemli Pocket PC'lere .NET ortamında uygulama geliştirilebilir.

AppForge Crossfire, temel olarak mobil platformlara yönelik bir .NET add-on tool olarak adlandırılabilir. Bir add-on tool'dan beklenenden çok daha fazlasını yapar. Microsoft VS.NET Pocket PC'lere ya da daha geniş kapsamda, Windows işletim sistemli tüm cihazlara uygulama geliştirilmesini mümkün kılar.

Crossfire, kendi framework'ü (booster) sayesinde Symbian, Palm OS ve WinCE ortamlarına tam destek verir. Bu sayede, Pocket PC için geliştirilen bir uygulama, çok kısa bir süre içinde, hatta belki yalnızca ekran tasarımı değiştirilerek Nokia 60 serisi bir telefonda, ya da SonyErcison P800, P900 gibi bir akıllı telefonda hatta bir Palm'de çalıştırılabilir. Son sürümünde eklenen C# desteği ile mobil uygulamalarda VB.NET, C# veya ikisi birden kullanılarak uygulama yazılabilir.

Crossfire sisteme kurulduğunda, Crossfire Application adı altında yeni bir proje şablonu oluşturulur. Bu tamamen yeni bir uygulama türüdür. Standart olarak .NET'te gelen kontroller crossfire uygulamalarında kullanılamaz. Fakat, crossfire ile birlikte gelen 36 adet

kontrol vardır ve bunlar .NET Compact Framework'ten oldukça güçlüdür. Bu kontrollerden örnek uygulamada bahsedilecektir.

SQL Server CE yalnızca Windows işletim sistemli cihazlarda çalışabilir. Crossfire kullanılarak symbian için bir uygulama geliştirilirse ihtiyaç duyulacak veri tabanı erişimi SqlAnywhere kullanılarak sağlanır.

Crossfire yüklendiğinde SqlAnywhere Ultralite adında yeni bir uygulama da beraberinde gelir. Kod ne kadar platform bağımsızsa, SqlAnywhere ile database de o kadar platform bağımsız bir hal alır.

Herhangi bir emülatöre veya gerçek bir cihaza ihtiyaç olmadan uygulamalar test ve debug edilebilir. Uygulamalar test aşamasında, normal bir windows uygulaması gibi çalıştırılabilir.²⁹

6.2 Crossfire'in Çalışması

VB.NET veya C#'ta yazılan uygulama compact bir forma dönüştürülür. Bu form mobil cihaz üzerinde kurulu olan bir sanal makine ya da framework üzerinde çalıştırılır. Dolayısıyla, crossfire uygulamalarının mobil cihazlarda çalışması için crossfire framework'ün ya da tam adıyla booster'ın kurulu olması gerekir.

.NET uygulamaları iki aşamalı bir compile sürecinden geçerek çalışır. Uygulama öncelikle yazılan dilden, (vb.net, c#) Intermediate Language (IL)'e çevrilir. Daha sonra, program çalıştırıldığında Just In Time compile ile bilgisayarın, daha doğrusu platformun kullandığı instruction setlere çevrilir.

Crossfire'da çalışma biraz farklıdır, IL çevrimi tamamlanarak ilk compile aşaması geçildiğinde, ikinci aşama başlar ve IL AppForge. NET Translator tarafından okunarak yeni bir koda çevrilir. Bu kod da, crossfire sanal makine tarafından okunarak, mobil cihaz üzerinde çalıştırılır. .NET Compact Framework windows tabanlı mobil platformları desteklemektedir.

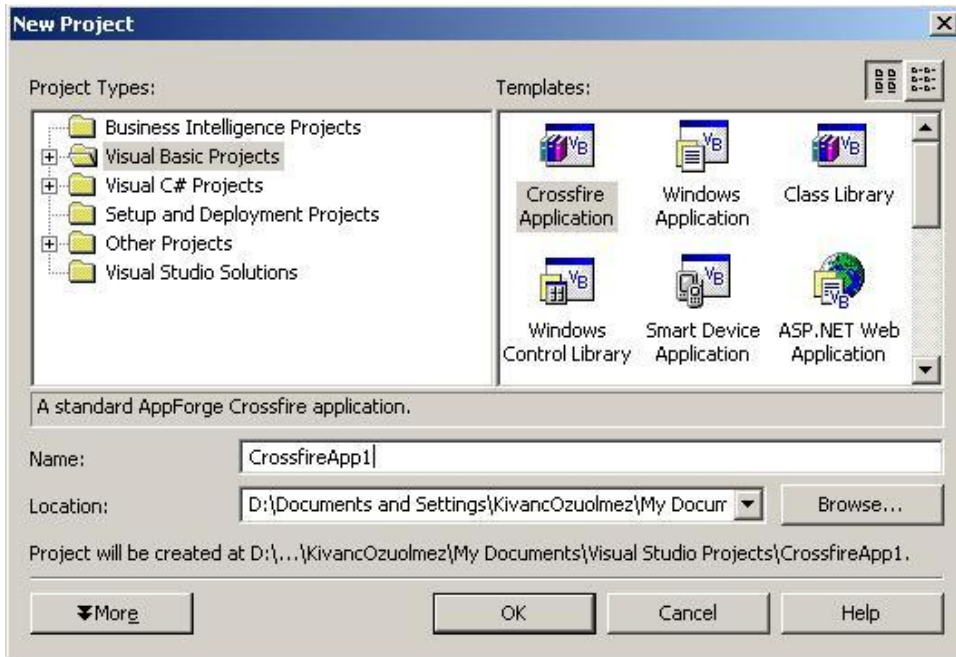
²⁹ Özüoğlu, Kıvanç. **AppForge Crossfire**. Makale, <http://mobilnedir.com> 14.06.2005.

Windows işletim sistemli olmayan cihazlar için, bugüne kadar, sadece ASP.NET uygulamaları ile .NET entegrasyonu sağlanmaktaydı, crossfire ile diğer işletim sistemleriyle (palm, symbian ve J2ME)'de entegrasyon sağlanmıştır.

6.3 Crossfire ile .NET'te Örnek bir Symbian/Palm Uygulaması

Uygulama bazında crossfire kullanımında; .NET ile güçlü bir entegrasyon sağlanarak bir çok mobil platform üzerinde uygulama geliştirilebilir, VB.NET veya C# dilleri kullanılabilir, .NET Debugger kullanılarak yapılan uygulamaların hataları giderilir, uygulama testleri emülatöre ya da gerçek bir cihaza ihtiyaç duyulmadan IDE içerisinde yapılabilir, kurulum paketi hazırlanabilir.

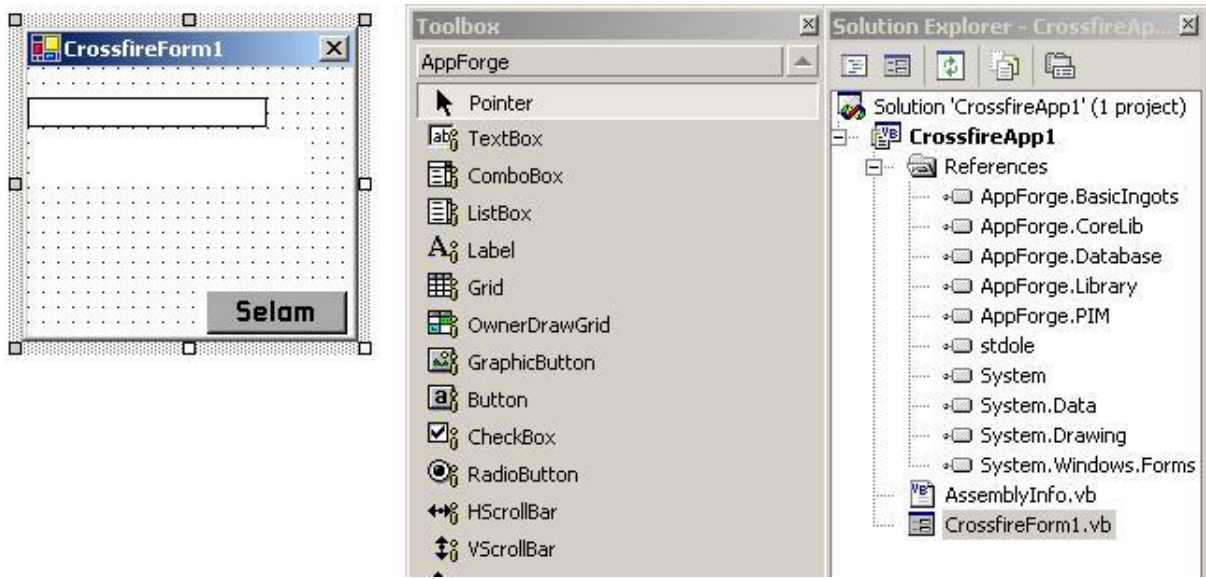
Crossfire yüklendiğinde .NET mimarisinin altına kendisini ekleyerek yeni bir proje şablonu oluşur.(Şekil-7)



Şekil-5 Crossfire. NET Mimarisinin Altında Proje Şablonu.

Bir sonraki aşama hedef platform olarak adlandırılan hangi cihaz için uygulama yazıldığını belirttiği kısımdır. Burası, ekran çözünürlüğüne göre formun boyutunun belirlendiği alan olduğu için, cihaz seçimi önemli bir rol oynar. (Şekil-8)

Crossfire uygulamalarında, windows, windows CE ya da ASP.NET kontrolleri kullanılmaz. Sadece MainMenu kontrolü bunun dışındadır. MainMenu kontrolü tüm Crossfire uygulamalarında, Windows kontrolleri altından kullanılabilir. Toolbox ta görünen diğer kontroller, windows üzerinde çalışan standart birer kontroldür, fakat en önemli özellikleri, crossfire çalışan bir platform için compile edilebilir oluşlarıdır. Yani bu kontroller windows altında standart birer textbox, button vs. iken, crossfire ile, symbian işletim sistemi ya da palm işletim sistemi için birer kontrol halini alırlar. Ek olarak, toolbox'ta yalnızca görsel programlama kontrolleri değil, birçok konfigüre edilebilen kamera, ağ kontrolleri gibi lojik kontrollerde vardır.



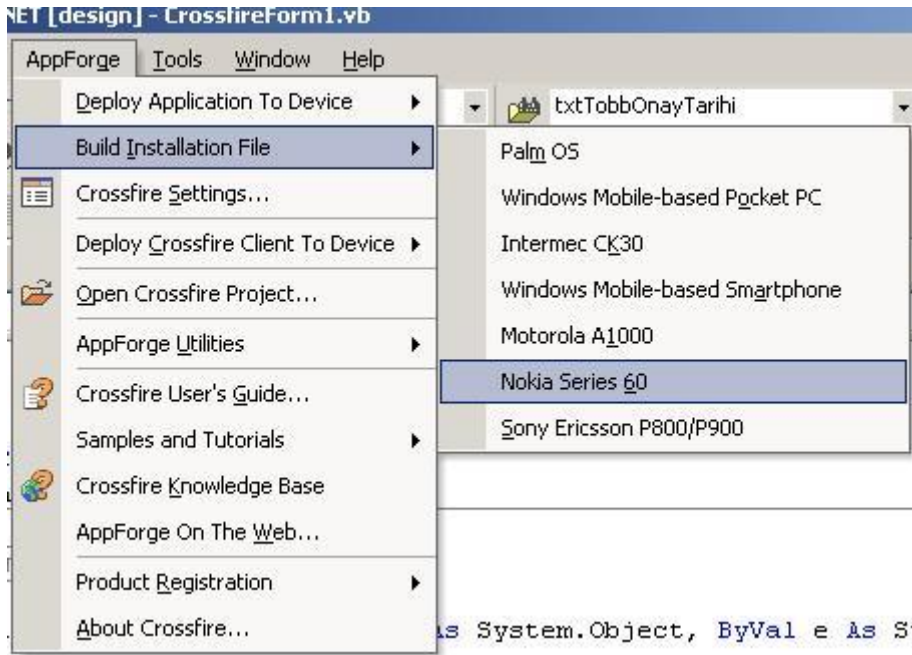
Şekil-6 Crossfire'da Form Oluşturma.

Son olarak arka plandaki kod yazılmalı ve program compile edilmelidir. VS.NET ile gelen debugger kullanılarak, uygulama aynen bir windows uygulaması gibi çalıştırılabilir ve tüm testler yapılabilir. Emülatör ve gerçek cihaza gerek yoktur. Dikkat edilmesi gereken nokta, emülatör olmadığı için, windows uygulaması olarak debug edilen program, yalnızca form boyutu ve de kontrollerin yerleri olarak bir sonuç üretir, kamera, network bağlantıları, telefon listesine ulaşım gibi platform bağlantılı işlemler test edilemez. Aşağıdaki şekilde (Şekil-9) bir symbian telefondaki giriş notu, farklı bir pencerede emüle edilmiş olarak görülmektedir.



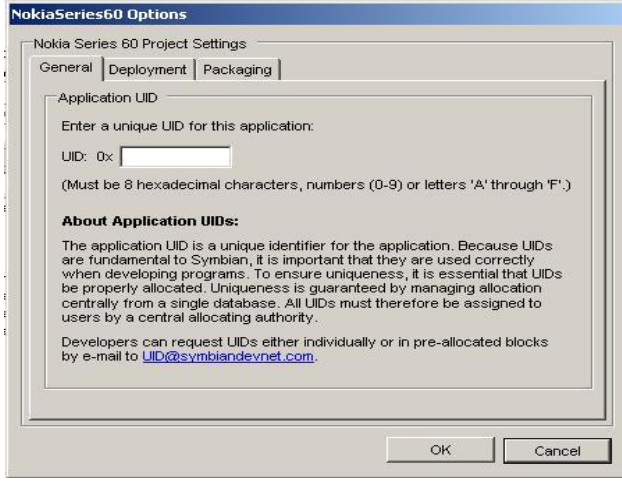
Şekil-7 Form Emülatör Görüntüsü.

Programın çalıştığına emin olunduktan sonra, önceden seçilen platforma yönelik kurulum paketi hazırlanır. Örnekte Nokia 60 serisi telefonlara yönelik bir uygulama yapıldığı için, uygulamanın kurulum paketi de yine Series 60 için seçilmelidir. (Şekil-10 Kurulum Paketi Hazırlama).



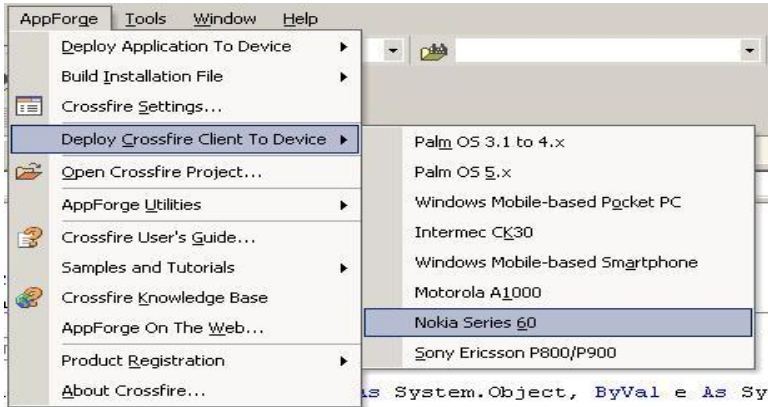
Şekil-8 Kurulum Paketi Hazırlama.

Mobil cihaz uygulamaları, güvenlik ve tanımlama için genellikle bir id'ye ihtiyaç duyar. Symbian ya da Palm uygulamada id oluşturma sırasında girilebilir. (Şekil-11 Kullanıcı Uygulama Parolası Kaydedilmesi).



Şekil-9 Kullanıcı Uygulama Parolası Kaydedilmesi.

Sonuç olarak sis, prc ya da exe uzantılı çalıştırılabilir bir uygulama oluşturulmuş olur. Yapılması gereken son şey AppForge Booster yani, Crossfire Framework'ü mobil cihaza kurmak. Nasıl .NET Compact Framework uygulamalarının çalışması için Compact Framework'ün yüklenmesi gerekli ise, AppForge Crossfire uygulamalarının çalışması için de Booster'ın mobil cihaza yüklü olması gerekir. Booster, uygulamanın kurulum paketi içine gömülebilir, fakat birkaç crossfire uygulaması çalıştırılacak bir cihaz göz önüne alındığında, Booster'ın ayrı ve tek bir defa kurulumu daha başarılı olur ve daha az hafıza alanı işgal eder. Uygulama cihaza kopyalanır ve çalıştırılır. (Şekil-12 Uygulamanın Hedef Cihaza Taşınması.)³⁰



Şekil-10 Uygulamanın Hedef Cihaza Taşınması.

³⁰ Özüoölmez, Kıvanç. Crossfire ile .NET'te Symbian Uygulaması. Makale. <http://mobilnedir.com>. 14.06.2005.

7. SONUÇ

Mobil'in kelime karşılığı hareket eden, gezicidir. Kablolara bağlı kalınmadan ve sürekli hareket halinde olunan bir dünyada mobil cihaz olarak ilk önce telsizler ve çağrı cihazları çıktı. Daha sonra cep telefonları mobil dünyaya girerken yanında akıllı ajandalar, palm'lar ve cep bilgisayarları gelişimlerini sürdürdüler. Zamanla fiyatı ve ağırlığı azalan dizüstü bilgisayarlar mobil dünyaya giren gelişmiş ama hala istenenden ağır ve büyük boyutlu araçlar olurken bütün bunları içine alan gelişmiş cep telefonları kullanıma sunuldu.

Gelişmiş cep bilgisayar ve cep telefonları sesli/mesajlı iletişim kurulmasını sağlarken aynı zamanda üzerlerinde bulunan işletim sistemi sayesinde bir cep bilgisayarı işlevi ile veri iletişimini de sağlar.

Yakın gelecekte iki tip mobil cihazın daha fazla önem kazanacağı düşünülmektedir. Tablet bilgisayarlar ve 3G destekli cep telefonları. Tablet bilgisayarlar, dizüstü bilgisayarların evrimleşmiş bir üst modeli, cihazda tamamen mobil teknoloji kullanılacaktır. Bunda dikkat edilmesi gereken hususlar cihaz küçüldükçe ekranın da küçülerek çözünürlük ve görüntü sorunlarının ortaya çıkması, bir diğeri klavyenin de küçülerek bilgi girişinin yavaşlaması ve zorlaşmasıdır. Ancak son zamanlarda alınan sertifikalara göre cep bilgisayarlarından bir mercek ile düz bir satha yansıtılacak sanal klavye üzerinde yapılacak veri girme işlemlerini sensörleri vasıtasıyla algılayarak fiziki bir klavye olmadan veri girişini sağlayabilecek cep bilgisayarları geliştirililiyor. Bu cihazlarda zamanla işletim sistemleri masa üstü bilgisayarlarıyla aynı özelliklere sahip olacak veya aynı olacaktır.

3G destekli cep telefonları ve mobil bilgisayarlar gibi gelişmiş işletim sistemleri ve özellikleri olan cihazlar ile kısa vadede araçta 128 Kbit, hareketli 384 Kbit, sabit bir sisteme bağlandığında 2 Mbit hıza ulaşılması hedeflenmektedir.

Daha ileri zamanlarda tüm dünyada 4G (tüm iletişimin IP üzerinden çalışacağı sistemler) destekli mobil cihazların çıkmasıyla çok daha esnek, hızlı ve verimli sistemlere ulaşılması düşünülmektedir.

Günümüzde mobil cihazlarda iki önemli altyapı sorunu yaşanmaktadır. 3G sorunu (üçüncü nesil mobil iletişim altyapısını sağlayan ve cep telefonları üzerinden 2Mbit ile 8 Mbit

arası iletişimi sağlayacak olan 3G altyapısının yaygınlaşmamış olması) ve pil sürelerinin yetersizliği. Özellikle tablet bilgisayarlarda en fazla 5–6 saate kadar çıkabilen pil ömrünün hala yetersiz kalmasıdır. Bu iki sorunun çözümü ve fiyatların makul düzeylere çekilebilmesi oranında mobil cihazlarda yaygınlaşmanın giderek daha büyük bir ivmeyle artacağı değerlendirilmektedir.³¹

Mobil cihazların daha yaygın, etkin ve kesintisiz kullanılabilmesi için önümüzdeki yıllarda olabilecek en büyük gelişme kablosuz elektriğin kullanılabilmesi ile kendi kendini sürekli tekrar doldurabilen akıllı pillerin geliştirilmesidir.

Önceki bölümlerde en fazla kullanılan işletim sistemleri ve bunların üzerinde çalıştırılan mobil program geliştirme ortamları incelenmiştir.

Mobil geliştirme ortamlarından birisi Microsoft Embedded Visual Tools ürünü. Visual Basic ve C++ dilleri ile özel embedded sınıf kütüphaneleri kullanılarak yazılım geliştirilir.

Özellikle cep telefonları tarafında Nokia firmasının cep telefonlarında kullandığı Symbian adlı işletim sistemi üzerinde yazılım geliştirmek için kullanılan programlama dili ise Visual C++ 6.0.

Palm cihazlarında ise Palm OS işletim sistemi üzerinde C konvansiyonu, Java ve Visual Basic programlama dilleri kullanılarak uygulamalar geliştirilir. Ancak Palm OS işletim sisteminde üretilen cihazlardaki donanım ve yazılım genişlemelerinden dolayı sorunlar ortaya çıkmaya başlayınca son ürünlerinde Palm firması Windows Mobile 5.0 işletim sistemini kullanmıştır. Zamanla tamamen işletim sistemini değiştirebileceği düşünülebilir.

Diğer bir geliştirme ortamı ise Java platformudur. Asıl adı J2ME olan bu yazılım geliştirme platformunda Java dili kullanılır ve mobil cihazlara özel sınıflar kullanılarak uygulama geliştirilebilir. Bu dilde en temel sorun sınıfların yetersizliğidir.

Günümüzün en popüler mobil yazılım geliştirme ortamlarından biri olan Microsoft .NET Microsoft'un altyapı olarak kullandığı .NET Framework adlı çalışma altyapısı mobil cihazlar için de özelleştirilerek .NET Compact Framework altyapı teknolojisi

³¹ Çankaya, Mehmet Nuri. **Mobil İnternet Fırsatları**. Makale. BYTE Türkiye Dergisi. Şubat 2005. <http://www.nuricankaya.com>.

oluşturulmuştur. En temel özelliği oldukça geniş bir sınıf kütüphanesine sahip olmasıdır. Bu sayede mobil uygulama geliştirme birçok programcının alışık olduğu ortak geliştirme platformu Visual Studio .NET kullanılarak gerçekleştirilir. Visual Studio .NET mobil uygulama geliştirmek için gerekli olan emülatörleri de kendi içinde sunar.

Farklı mobil cihazlar üzerinde yapılan uygulamaların nasıl çalıştığını görebilmek için her marka her model mobil cihaza sahip olmak gerekmez. İnternette ücretsiz olarak indirilecek mobil simülatör ve emülatörler kullanılarak bu cihazlar üzerinde testler yapılması mümkündür. Simülatörler var olan işletim sistemi üzerinde çalışan birer programdır ve mobil cihazları sadece görsel olarak simüle eder. Emülatörler ise kendi sanal işletim sistemlerini varolan işletim sistemi üzerinde çalıştırarak birebir aynı ortamın oluşmasını sağlar. Sanal PC gibi bir program olarak düşünülebilir.³²

Sonuç olarak mobil cihazların cep bilgisayarları ve cep telefonları olarak iki yönlü gelişmeye devam edeceği, zaman içinde iki özelliği de içinde barındıran, tüm iletişim ve veri aktarımını geliştirmiş, kablosuz teknolojileri üzerinden geniş bant ve yüksek hızda yapacak tek bir cihazda birleşecekleri değerlendirilmektedir.

İşletim sistemleri ise, donanım üreticilerinin istekleri ve kullanıcıların geliştirme teklifleri doğrultusunda, tüm mobil cihazlarda küçük modifikasyonlar sonrası çalışacak şekilde gelişecektir.

³² Çankaya, Mehmet Nuri. **Mobil İnternet Fırsatları**. Makale. BYTE Türkiye Dergisi. Şubat 2005. <http://www.nuricankaya.com>.

KAYNAKÇA

Wigley, Andy & Oxburgh, Peter. **Building .NET Applications For Mobile Devices.** Microsoft Pres. 2002.

<http://www.xml.com/pub/a/2000/%2009/20/wireless/imode.html>

Baydemir, Eren. **Mobil Web Uygulamaları.** Makale. <http://mobilnedir.com>. 2006.

<http://tr.wikipedia.org/> **İşletim sistemi.** Vikipedi Mikrossoft Internet Explorer. Türkçe sayfalar.

Tasker, Martin. **Professional Symbian Programming Mobile Solutions on the EPOC Platform.** 2004.

<http://www.dell.com>

Dell Inspiron 6400/E1505. **Owner's Manual Specifications.** sf 151–157.

<http://www.motorola.com>

Çölkesen, Rifat ve Örencik, Bülent. **Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri.** İstanbul. Papatya Yayıncılık. 2003, sf.246.

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>. Wi-Fi-Vikipedi Mikrossoft Internet Explorer. İngilizce sayfalar.

<http://tr.wikipedia.org/wiki/infrared>, Infrared-Vikipedi Mikrossoft Internet Explorer, İngilizce sayfalar.

Yorulmaz, Metin. **Mobil Uygulama Geliştirirken Dikkat Edilecek Hususlar.** Makale. www.mobilnedir.com, 2006.

Üçoluk, Göktürk. **Palm Nedir?** Makale, <http://www.antrak.org.tr/gazete/092000/gokturk.html>

Bahçeci, Çeliker. **Symbian Tarihçesine Bakalım.** Makale. <http://mobilnedir.com>. 14.06.2005.

Forum Nokia. **J2ME & Symbian OS, A Platform Comprasion.** Version 1.0 (Ocak 2003).

<http://windowsmobil.com>

İnan, Yüksel, Demirli, Nihat. **Windows Mobile Pocket PC 2003 & 5.0.** Palme Yayıncılık. 2006.

Erol, Ali. **Mobil Cihazlar ve J2ME.** Makale, <http://mobilnedir.com>. 24.07.2005.

Özüölmez, Kıvanç. **AppForge Crossfire.** Makale, <http://mobilnedir.com> 14.06.2005.

Özüölmez, Kıvanç. **Crossfire ile .NET'te Symbian Uygulaması.** Makale. <http://mobilnedir.com>. 14.06.2005.

Çankaya, Mehmet Nuri. **Mobil İnternet Fırsatları.** Makale. BYTE Türkiye Dergisi. Şubat 2005. <http://www.nuricankaya.com>.