

Purwadaria, Hadi K., I Wayan Budiastra, Suroso, I Wayan Astika, and D. R. Heldman. 2006. *Low Cost IT for Developing Countries, Chapter 9, pp. 501-523, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology. Edited by CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering; Volume Editor, Axel Munack. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE. Copyright American Society of Agricultural Engineers.*

Çevirmen: Kazım ÇARMAN

Çeviri Editörleri: Sefa TARHAN ve Mehmet Metin ÖZGÜVEN

## 9. Bölüm: Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Düşük Maliyetli Bilgi Teknolojileri

Yazarlar: H. K. Purwadaria, I W. Budiastra, Suroso, I W. Astika ve D. R. Heldman

Çevirmen: Kazım ÇARMAN

**Özet:** Gelişmekte olan ülkeler için düşük maliyetli bilgi sistemleri köylerdeki çiftçiler tarafından kolaylıkla erişilebilir olmalıdır. Maliyet daima faydalarla dengelenebilmelidir. Radyo ve TV bilginin yayılması için kullanılan iki yoldur. BT sistemlerinin örnekleri pek çok gelişmiş ülkede bulunmaktadır. Endonezya'da CD-ROM'lar ve videokasetler küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ) için uygun teknolojinin dağıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Başlıklar içerisinde tarım makineleri, tarımsal üretim sistemleri, su kültürü, hayvan yetiştirme, su ürünleri yetiştiriciliği ve besin işleme teknolojileri vardır. Diğer bir örnekte traktör ve tarım makineleri işlemlerinin optimum iş zamanını oluşturmak için kullanılan bilgisayar yazılımıdır.

Tarımda BT gelişmelerinin örnekleri beslenme çözümleri için kontrol sistemleri, düşük maliyetli görüntü analizi kullanarak ürün kalite ölçümü, tarımsal ürünlerin iç kalitesinin değerlendirilmesi için yakın kızılötesi ve ultrasonik sistemler, yağmura bağlı yüzey akışları tahmini için yapay sinir ağları, üretim ve hasat sonrası işlemlerin kontrolü, çay işleme için bulanık kontrol, fermantasyon süreç kontrolü için genetik algoritmalar ve havza optimizasyonu şeklinde listelenebilir.

Bu örnekler çoğu kimse için en yüksek faydayı sağlayacak şekilde tasarlanmış ve dolayısıyla gelişmekte olan ekonomik büyümeyi hızlandıracak ve toplum refahını arttıracaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Düşük maliyetli BT, Gelişmekte olan ülkeler, Bilgi sistemi, Endüstrileşmiş tarım, E-iş.

## 9.1 Giriş

*Yazar: H. K. Purwadaria*

*Çevirmen: Kazım ÇARMAN*

---

Bilgi ve iletişim teknolojileri hem gelişmekte hem de gelişmiş ülkelerde kişilerin toplum hayatına girmiş ve ekonomik büyüme için bir kilit faktör haline gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin ekonomik refahı artırma çabalarına rağmen, Çin ve Hindistan gibi ülkeler BT endüstrisinde oldukça fazla yol almışlardır. Düşük maliyetli BT birçok kişiye ulaşabildiğinden ve onlara yarar sağladığından öncelikli hale gelmiştir. Bundan dolayı, düşük maliyetli BT'nin mevcut kullanımı ilk önce tartışılacaktır, daha sonra tarımda endüstrileşmeyi destekleyen araştırmalar gösterilecek ve en sonunda gelişmiş BT'nin olası gelecek kullanımı anlatılacaktır. Şu anlaşılmalıdır ki, düşük maliyetli BT kriteri karşılaştırmalı tabanlı olacaktır çünkü maliyet devamlı olarak yarar karşı dengelenmelidir ve fiyatlar özellikle yeni bulunan teknolojilerin hızlarıyla bölgeden bölgeye veya zamanda zamana değişir. Birçok bilgisayar ve yongalar Çin, Hindistan ve bazı gelişmekte olan ülkelerde üretiliyor iken gelişmiş ülkelerde üretilen BT donanımları, gelişmekte olan ülkelerde yeni pazarlar bulmakta ve kabul görmektedir. Gelişmekte olan ülkeleri desteklemek için gelişmiş ülkelere transfer edilecek düşük maliyetli BT kısaca burada tartışılacaktır.

## 9.2 Bilgi Sistemlerinin Tarımda Mevcut Kullanımları

*Yazarlar: I W. Astika ve H. K. Purwadaria*

*Çevirmen: Kazım ÇARMAN*

---

Gelişmekte olan ülkelerde düşük maliyetli bir BT sistemi, geniş bir alanı kaplayarak köylerdeki çiftçilere erişebilecek şekilde olmalıdır. Telefon, TV ile birlikte radyoda bilginin yayılması için kullanılan alternatiflerden biridir. TV ve telefon yakın zamanda gittikçe daha fazla kullanılır hale gelmiştir. Radyo iletişimi kapsama alanının geniş olması üretim ve yayın maliyetlerinin ekonomik olmasından dolayı daha ucuzdur. Radyo izole topluluklara ulaşabilir ve okuma yazması olmayan kişiler tarafından kolaylıkla anlaşılabilir. Bununla beraber radyo bilginin etkin dağıtılması için güvenilir bir ortam değildir. TV'de olduğu gibi radyoda da radyo dinleyicilerinin çoğu eğlence programlarını tercih etmektedir. Yalnızca çok az bir kısmı önemli bilgilere bakmaktadırlar. Bilgisayar teknolojisi görece olarak daha düşük maliyetle kopyalanıp çoğaltılabilen, her yerden her an erişilebilecek tarımsal bilgiyi de içeren teknolojiyle topluma bilgi sağlama potansiyeline sahiptir. Bilgisayarla bütünleşmiş multimedya araçlarıyla bilgiler metin, resim ve ses olarak

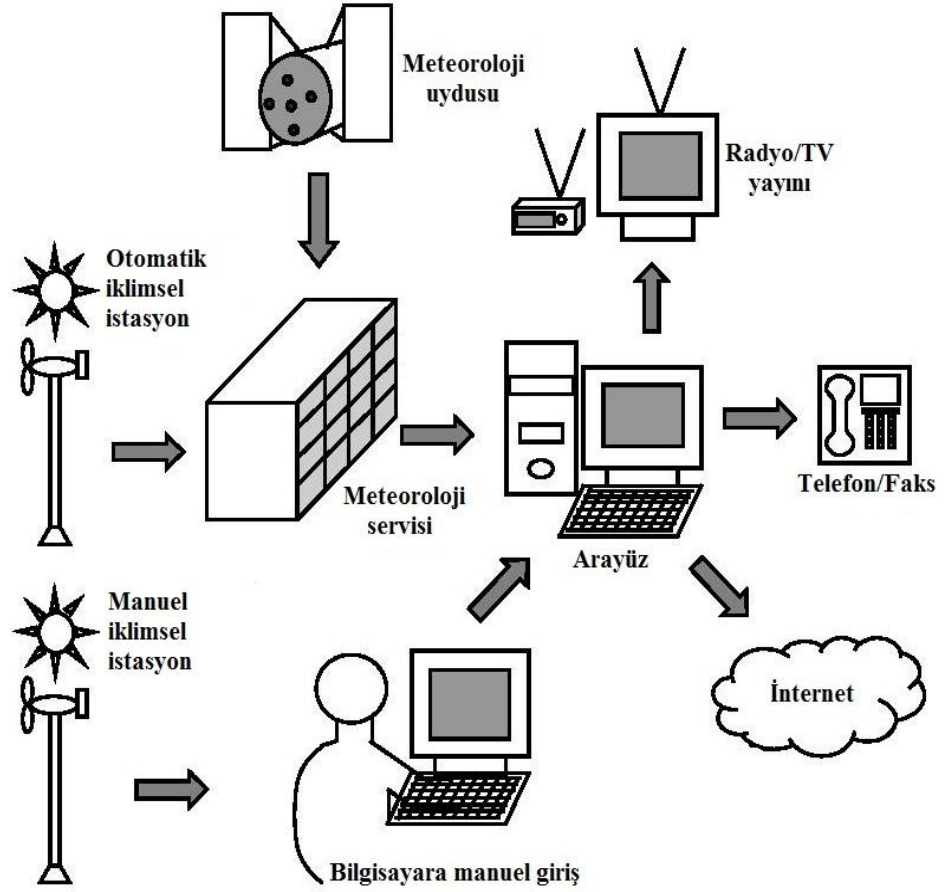
geliştirilebilir ve sunulabilir, böylece kitap, radyo ve TV'ye benzer olacaktır. Gelişmekte olan ülkelerde çoğu çiftçinin bir kişisel bilgisayarı olmadığı doğrudur, fakat PC ve internet servislerini göreceli olarak çiftçilerin kullanımına ucuz olarak sunan iletişim dükkânları (internet kafeler) kurularak bu problemin üstesinden gelinebilir. Bangladeş'te[1] geliştirilmiş *çok amaçlı telemerkez* (MPTC/ÇATM) veya internet kafeler birçok gelişmekte olan ülkede popüler hale gelmiş ve kırsal alanda yaşayanlara internet erişim imkanı veren tümleştirilmiş bilgi ve iletişim teknolojisi (BIT) servisleri sunmaktadır. Bu merkezler dünya çapında birçok farklı isimlerle anılmaktadır; Hindistan'da *Information Kiosks*, Tayland'da *Thai RuralNet*, Brezilya'da *Telecenters*, Endonezya'da *Warnet*, ve Arnavutluk'ta *Public Information Centers*. Örneğin Endonezya'da Warnet ticari olarak büyümüş ve bir saatlik maliyeti 3000Rp (0.33 ABD Doları) olacak şekilde ilçelerdeki kasaba merkezlerine yayılmıştır. Bu durumda gelişmekte olan ülkelerin hükümetleri kendileri internet sağlayıcısı olabilir ve telefon ağlarının en ücra kırsal bölgelere erişimini sağlayabilirler. Hindistan hükümeti, yerel ve uluslararası STK'lar özel firmalarla birlikte, ülke genelinde bilgiyi vatandaşlarına daha erişebilir bir hale getirmek için yüzlerce BIT projesini desteklemiştir. Birçok proje telemerkezler oluştururken, diğerleri e-devlet, uygulama yazılımları, video ve TV programları, uygulamaya yönelik eğitim geliştirmektedir. Bir telemerkez projesi internet ve video konferans ile çiftçileri tarım hakkında bilgilendirerek güçlendirmeyi amaçlamıştır. Her bir iletişim merkezi 25 km çapındaki bir alanda bulunan bütün köyleri kapsamaktadır. Bununla birlikte etkileşimli teknik CD'ler, görsel sunumlar ve VCD'ler kullanarak çiftçileri eğitebilmektedir. Çiftçiler aynı zamanda küresel ve ulusal pazar bilgilerine, meteorolojik verilere, afet yönetim tekniklerine ve zararlı/hastalık kontrol bilgisine erişebilmektedir. Eğitimli işsiz taşra gençleri kendi kiosklarını kendi köylerinde oluşturmaya ve hayatlarını bu yoldan kazanmaya teşvik edilmektedir. Kiosk sahiplerinin çiftçilerden toprak ve kazanç kayıt verilerinin basılması ve zararlı kontrolü ve teşhis servisleri karşılığında para almasına izin verilmektedir. Kiosk sahiplerinin; CD ve VCD gibi materyaller kullanarak çevrim dışı tarımsal eğitim vermesi, hükümet programları hakkında bilgi sağlama gibi hizmetleri bedava sağlamak zorundadır [2]. Hindistan'daki başka bir proje tarımsal bilginin birçok farklı eyaletteki çiftçilere kendi ana dilinde sağlanmasıdır. Bilgi web portal adresi [www.jfarmindia.com](http://www.jfarmindia.com)'da sunulmaktadır. 92 ürünün dahil edildiği 12 ürün kategorisini kapsamaktadır. Çiftçiler bitkisel üretim, tarım makineleri, bitki koruma ve işleme teknolojileri konuları arasından bilgiye erişebilirler [3]. Bir özel firma tarafından yürütülen proje kapsamında, [www.indiagriline.com](http://www.indiagriline.com) web sayfası hazırlanmış ve kırsal toplumun özel ihtiyaçlarının cevaplandırılması amaçlanmıştır. Gelecekte, web sayfasının tarımsal malların ve diğer endüstriyel ürünlerin ticareti, kontrat yönetim platformları, internet bankacılığı, internet perakendeciliği, en son haberler, özel işlemler, iletişim altyapısı ve internet danışmanlığı gibi diğer servisleri de sağlama beklenmektedir [4]. Thai RuralNet lider konumundaki yerel ve uluslararası

organizasyonlar desteği ile geliştirilmiştir. Kırsal bölge vatandaşlarının ihtiyaçlarını karşılamak için grafik tabanlı bir web sitesi tasarlanmış ve başarılı bir şekilde test edilmiştir. Bu hizmet kişilerin kırsala yönelik uygun bilgileri bulmalarını mümkün kılmıştır. Bu öncülüğün sonucu olarak Ratburi grup olarak isimlendirilen bir hedef grubu, zencefil fiyatlarında gerçek bir artış elde etmiştir (Amerikan Doları cinsinden 0.07'den 0.12'ye). Üç ildeki kırsal topluluklardan genç gönüllüler için temel bilgisayar becerileri kursu verilmiştir [5].

Tarımsal Bilgi Ağı (TBA), Tayland Tarım ve Tarım Kooperatifleri Bankasının (TTTKB) yüzlerce şubesinde sunulan bir internet portalıdır. Bu site; çiftçilerin, tarla görevlilerinin, politika yapıcıları ve hükümet görevlilerinin iletişim kurmasına ve kullanışlı ve uygun tarımsal bilgiye ulaşmasına olanak sağlamaktadır. TBA TTTKB tarafından tasarlanmış ve Tayland üzerinde 5 milyondan fazla çiftçi ailesine servis ve bilgi sağlar. Bu bilgiler içerisinde çeşitli yerlerdeki tarımsal malların fiyatları, tarımsal teknolojilerle alakalı bilgiler ve diğer başarılı çiftçiler tarafından kabul görmüş en iyi uygulamalar vardır. Bitkisel üretimi daha iyi planlamak için çiftçiler örneğin, mısır yetiştirmek için en iyi toprak tiplerinin bulunduğu yerleri veya son beş sene içerisinde kendi bölgelerinde hangi alanların kuraklıktan etkilendiğini öğrenmek isteyebilir. Çiftçilere ilaveten ağın potansiyel kullanıcıları TTTKB çalışanları, üyeleri ve müşterileri, tarımsal yayım uzmanları, hükümet ve diğer mali kurumlardır [6].

### **9.2.1 Radyo Yayınları Kullanarak Tarımsal Bilginin Yayılması**

Köylerde gelişmiş bir bilgi ağının olmadığı birçok gelişmekte olan ülkede radyo hâlihazırda hem genel hem de zirai konularda bilgi verilmesi için tek ortamdır. Devletin aktarma istasyonları toplum için aile planlaması programlarının yanı sıra çiftçiler için tarımsal yayım programları geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Honduras'taki bir durum çalışması yeni teknolojileri adapte etmesi konusunda radyo programları, eğitim ve ziyaretlerin yenilikçi çiftçileri motivasyonunda başarılı olduğunu göstermiştir [7]. Eğitim programları ve kişisel ziyaretler, radyodan daha etkin olmakla beraber aynı zaman sürecinde daha maliyetli olup daha az alanda gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1. Yarı-otomatik hava bilgi sistemi.

Endonezya’da radyo tarafından yayınlanan bir tarımsal yayım programı yayım uzmanlarının gözetiminde çiftçi grupları tarafından sıklıkla dinlenmektedir. Radyo programı süresince telefon erişimi olan çiftçiler tarafından sorulan soruların cevabını verecek bir danışman radyo istasyonunda bulunabilir. Böylelikle etkinliğin faydasını arttırılmak için program etkileşimli hale getirilebilir. Tarımsal malların pazar bilgileri Sanayi ve Ticaret Bölümü tarafından izlenebilir. Genellikle verilen bilgiler; pirinç, mısır, soya fasulyesi, manyok, meyve ve sebzeler; çay, kahve, kakao, kauçuk plakalar ve ham palmiye yağı gibi endüstriyel bitkisel ürünler hakkında günlük pazar fiyatları hakkındadır. Fiyatlar bölgeseldir ve her bir mal için maksimum ve minimum fiyatlar da duyurulmaktadır. Meteoroloji istasyonu tarafından kaydedilmiş meteorolojik veriler yayınlanmak üzere radyo istasyonuna transfer edilir. Meteorolojik bilgiler sistemi bir yarı otomatik sistem olarak Şekil 1’de gösterildiği gibi iyileştirilebilir. Günlük hava verileri meteoroloji istasyonları tarafından dijital olarak kaydedilebilir veya alternatif olarak bilgisayara elle girilebilir. İstasyonlardan elde edilen veriler mevcut bilgisayar ağı vasıtasıyla ulusal meteoroloji ajansı tarafından toplanıp uydulardan elde edilen verilerle birleştirilebilir. Ulusal meteoroloji ajansı ileriki günler için hava tahmini yaptıktan sonra gerçek ve tahmin

edilen hava durumlarının yayınlanması için radyo istasyonlarına göndermektedir. Aynı zamanda web sitesinden de ilan edilebilir ve bir telefon hattı üzerinden de gönderilebilir. Hindistan hükümeti ülkenin uzak bölgelerinde yaşayan halkın telefon erişimini sağlamak için bir kablosuz telefon projesi (radyo dalgalarını kullanarak) yürütmektedir. Kablosuz yerel ağda (WLL, Wireless in Local Loop) çalışan telefon ahizesi mektupların ve posta çeklerinin dağıtılması sırasında postacının yanında bulunur. Ahizeler en yakın kuleye 5 km mesafede çalışabilir. Kullanıcılar telefon servisi için ödeme yapmak zorundadır [8].

### **9.2.2 Bilgisayarlı Tarımsal Bilgi Sistemi**

#### ***CD-ROM ve Video Kaset***

Endonezya'da Araştırma ve Teknoloji Bakanlığı KOBİler için uygun teknoloji içeriği olan CD-ROM'lar üretmiştir. CD-ROM, bilgi dükkânları (Endonezya'da warintek olarak bilinen) programı çerçevesinde dağıtılan bilgi paketlerinden biridir. Warintekler; kişiler, öğrenciler, öğretim görevlileri ve profesyoneller tarafından kolayca erişilebilecek yerel kütüphanelere, üniversitelere, yerel hükümet ofisi binalarına yerleştirilmiştir. CD-ROM içeriğinde; tarım makineleri, farklı tarımsal ürünlerin yetiştirme sistemleri, tuzlu ve tatlı sularda su ürünleri yetiştiriciliği, hayvan yetiştiriciliği, su yönetimi ve sanitasyonu ve gıda işleme teknolojileri vardır. CD Microsoft Windows® altında gerekli bilginin çıktısını almaya izin veren HTML ya da PDF formatları kullanılarak kolayca çalıştırılabilir. Aynı bilgiye web üzerinden de ulaşılabilir.

CD-ROM kullanımına benzer olarak, Hindistan Milli Bilim ve Teknoloji Dairesi eğitim materyallerini saklamak için videokasetler kullanmaktadır. Daire girişimcilik eğitimi için bir dizi video programı dağıtmaktadır. Videolar görsel olarak ilgi çekici ve anlaşılması kolaydır. Materyaller gerçekçi durum çalışmalarıdır ve örnek gruplar üzerinde sahada test edilmiştir. Sunumlar grafiklerin ve işitsel görselliğin bir karışımıdır. Her başlık İngilizce dilinde 25-30 dakika sürelidir.

#### ***Telefon Hatları Vasıtasıyla Erişilen Etkileşimli Bilgi Sistemi***

Hali hazırda üretilen PC'lerdeki sesli cevap sistemi kullanıcılara telefon hatları üzerinden bilgiye erişim imkanı sağlamaktadır. Kullanıcıların telefon aracılığıyla telefon şirketlerinden aylık fatura bilgilerini öğrendiği sisteme benzer bir şekilde Tarımsal Bilgi Sistemi uygulanmıştır. Kullanıcılar verilen numarayı çevirerek bilgisayara erişir ve bilgisayarın verdiği komutlara uygun olarak daha fazla numara çevrilmesi istenir. Bu durum gerekli bilgiye ulaşmaya kadar devam eder. Endonezya'daki mango hasat sonrası işleme sistemi [10] ve çeltik hasat sonrası işleme [11] sistemleri örnek olarak verilebilir. Mango hasatı sonrası işleme sistemi, çeşitli mango türleri için hasat teknolojisi, ayırma, paketleme, saklama, hasat sonrası hastalıkları, ulaşım ve pazarlamayı içermektedir. Pirinç hasatı sonrası işleme sistemi en iyi hasat zamanını ve hasat, harman dövme, kurutma ve öğütme için gerekli tarım

makinelerini açıklamaktadır. BM Kalkınma Programı fonlarıyla Filipinler Çeltik Araştırma Enstitüsü (PhilRice) çiftçiler için çeltik tohum stoku üzerine SMS tabanlı bir bilgi sisteminin geliştirilmesi üzerine bir araştırma yürütmüştür. Cep telefonları ile tohum üreticileri ve tohum merkezleri birbirine bağlanmış ve gerçek zamanlı bir tohum stoklama sistemi paylaşılmaktadır. Sistem gelen veri ve istekleri işlemek için bir SMS sunucusuna ve raporlama için bir veri tabanına sahiptir.

### **Tarımsal Ürünlerin Pazarlanması için Bir Web Sitesi**

İnternet teknolojisi gelişmekte olan ülkelerde tarımsal mallar için web sitelerinin gelişmesi için önemli bir itici güç olmuştur. Web siteleri ya özel şirketler ya da hükümet tarafından geliştirilmektedir. Web siteleri e-ticarette olduğu gibi tarımsal malların alım satımını oluşturmayı hedeflemekle beraber e-pazar yerlerinde olduğu gibi hasat öncesi ve sonrası teknolojiler, haberler, tartışma forumları gibi bazı bilgi sayfaları da siteye eklenebilir. Kullanıcılar web sitesine erişim için bir bedel ödemezler, çünkü web sitesi gelirleri genellikle reklamdan kaynaklanmaktadır.

İnternette alışveriş ürünlerin kalite garantisi gibi bazı konularda kendine has sınırları olmakla beraber Endonezya'daki birkaç KOBİ e-işletme kurmuşlardır. Diğer taraftan, birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi bir bütünleştirilmiş iş ve teknoloji bilgi sitesi hala geliştirilmeyi beklemektedir.

Endonezya Ziraat Bakanlığı zirai malların satışı için [www.fintrac.com/indoag/promotion](http://www.fintrac.com/indoag/promotion) adlı web sitesini başlatmıştır. Ana menü içeriğinde fiyat bilgileri, hasat öncesi ve sonrası teknolojileri, pazarlama bilgileri, üretim istatistikleri, internet üzerinden işlemler, nerde ve nasıl iyi bir yatırım yapılır, ürün standardizasyonu ve zirai amaçlı ihracatçı ve ithalatçılar listelenmiştir. Hindistan hükümeti Süt Ürünleri Bilgi Sistemleri Kioskları adlı bir projeyi de hayata geçirmiştir. Proje kırsalda yaşayan süt üreticilerinin süt üretimini arttırmasına yardımcı olmak amacıyla veri analizi ve karar desteği sağlamaktadır. Proje iki parçadan oluşmaktadır; kırsal süt üreticileri topluluğu üzerinde çalışan bir uygulama ve bütün üyelerin ihtiyacı olan bilgi ve işlemlere hizmet eden bölge seviyesinde bir portaldır [13].

Çin'de tahmini olarak 2000'den fazla zirai amaçlı web sitesi bütün ülkeye yayılmış durumdadır. Bununla beraber, yalnızca birkaç web sitesinin uzun süre ayakta kalması beklenmektedir, çünkü birçok web sitesi uygulanabilir bir pazarlama mekanizmasına sahip değildir. Şu ana kadar ki deneyimlere göre bir BM Kalkınma Programı destekli Çin'in Shandong vilayeti için bir proje başlatılmıştır. Proje *Bir Bütünleşik BIT Servisleri* olarak adlandırılmış ve devletin çeşitli seviyelerinde temsil edilmiştir. Bölgeler, iller, ilçeler ve köyler bir araya getirilerek çiftçilerin pazarlama aktivitelerine yardım edilmektedir. Her seviyede farklı bilgi ve uygulama modülleri geliştirilmiştir. Ana çatı olarak kullanılan internete ek olarak, ilçe tarafından işletilen TV istasyonu, çağrı merkezi, telefon, cep telefonu ve köy tarafından işletilen yayınlar çiftçilerin ihtiyaçlarını gidermek için kullanılmaktadır [14].

### **9.2.3 Tarım için Karar Destek Sistemleri (KDS)**

#### ***Şekerkamışı Dikili Alanlarda Traktör ve Tarım Makinaları için Optimum İş Zamanlaması Oluşturma***

Şekerkamışı yetiştiriciliğinde traktör ve tarım makinelerinin iş zamanlamasının en uygun hale getirilmesi için bir bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir [15]. Optimizasyon programı; belirlenmiş bir iş için tarım makinelerini, kullanıcıları ve dikilen alanı ve zamanı birleştirmek için farklı alternatifleri kapsamaktadır. Optimum iş zamanlaması traktörün çalışmadığı zamanın azaltılmasıyla ve bütün işlerin zamanında tamamlanmasıyla karakterize edilir. Yazılım etkileşimli olarak Visual Basic 4.0 ile geliştirilmiştir. Program önceki hava koşullarını, yapılması gereken işlerin sayısını, operatörlerin, traktörlerin, tarım makinelerinin mevcut durumunu ve iş sırasını da göz önüne alır. Optimizasyon rastgele arama yöntemiyle gerçekleştirilir.

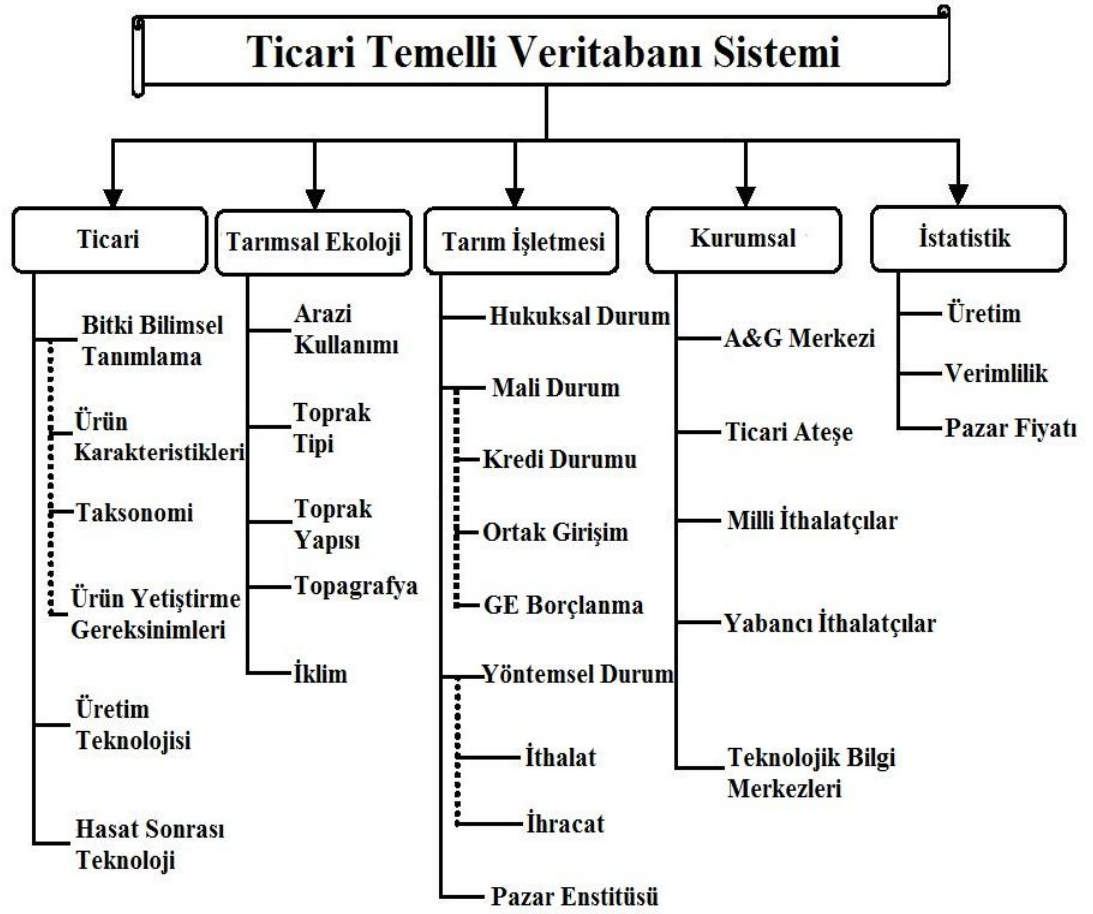
#### ***Traktör Arıza Tespiti için İnternet Tabanlı Uzman Sistem***

İnternet tabanlı bir uzman sistem el traktörlerinin arızalarının tespiti için tasarlanmıştır[16]. Arıza belirleme el traktörü üreticisi tarafından sağlanmış bir ağaç diyagramı tabanlıdır. Ağaç diyagramında açıklanan maddeler çeşitli alanları içeren bir tablo haline dönüştürülmüştür: (1) her bir dal için kimlikleme; (2) istek, cevap ve sonuç çıkarma için kodlar oluşturma; (3) dalın başlığı; (4) bir kullanıcı kılavuzundan oluşmaktadır. Arızayı belirlemek ve izlemek için veri tabanı bir program tarafından çağrılır. Uzman sistem aktif sunucu sayfalarını (ASP, Active Server Pages) destekleyen ticari bir web sunucusuna konmuştur.

#### ***Tarımsal İşletmeciliğin Gelişimi için Ürüne Özel Veritabanı Sistemi***

İki fonksiyonu olan bir KDS [17] sistemi geliştirilmiştir: tarımsal işletme gelişimi için gerekli veriyi sağlamak ve belirli bir yer için önceliklendirilmiş ticari malların belirlenmesinde karar almayı desteklemektedir. Veritabanı yapısı Şekil 2’de gösterilmiştir ve belirli bir bölgedeki önceliklendirilmiş ticari malın belirlenme prosedürü de Şekil 3’te gösterilmiştir. Veriler etkileşimli olarak uygun menülerden takip edilebilir. Kullanıcılar belirlenmiş bir ürünün botanik açıklamasını, bitki karakteristiklerini ve hasat sonrası işlemlerini öğrenmek için menüleri kullanabilir.





Şekil 2. Bir tarımsal işletmeyi gelişimini desteklemek için veritabanı yapısı.

Elli beş ürün veri tabanına programlanmıştır. Sistem Java adasındaki bir bölgeden alınan tarımsal ekoloji verilerini kapsar: arazi kullanımı, toprak tipi, toprak yapısı, topoğrafya ve hava koşulları ki bunlar ızgara yapıda mekansal veritabanı şeklinde organize edilmiştir. Belirli bir bölge için uygun tarımsal ürünü belirlemek için sistem çok kriterli karar analizi isimli bir yöntemle desteklenmiştir. Kullanıcı tarafından bir bölge girildiği zaman, sistem bölge için 10 adet uygun potansiyelde ürün listeleyecektir. Analiz için kullanılan kriterler; fiyatlandırma indeksi, üretim trendi, kâr indeksi, iş gücü bulunabilirliği ve endüstriyel kullanım olasılığıdır. Sistem daha sonra en son halini almış önceliklendirilmiş ürünleri tavsiye olarak sunmaktadır.

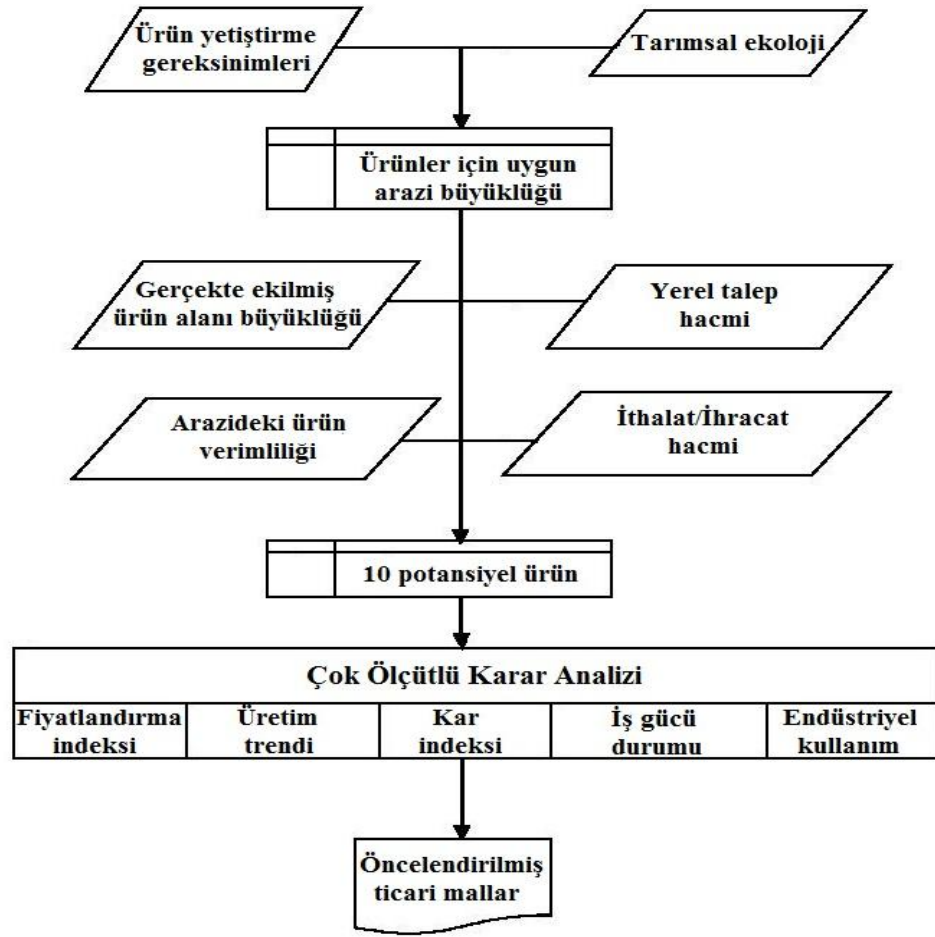
### 9.3 Endüstrileşmiş Tarım için BT Gelişimi

*Yazarlar: I W. Budiastara, Suraso ve D. R. Heldman*

*Çevirmen: Kazım ÇARMAN*

Temel olarak düşük maliyetli bir BT sistemi düşük bir performans gösterecektir. Ancak imalat teknolojisindeki hızlı gelişmeler ve ileri teknoloji talebi

bilgi teknolojilerini de kapsayan birçok ürünün öncesinden daha ucuz olmasını sağlamıştır. Kişisel bilgisayarlar veya transdüserler ve ara yüzler gibi birçok BT bileşeni de ucuzlamıştır.



Şekil 3. Belli bir bölge için önceliklendirilmiş ticari tarımsal ürünlerin seçimi prosedürü[17].

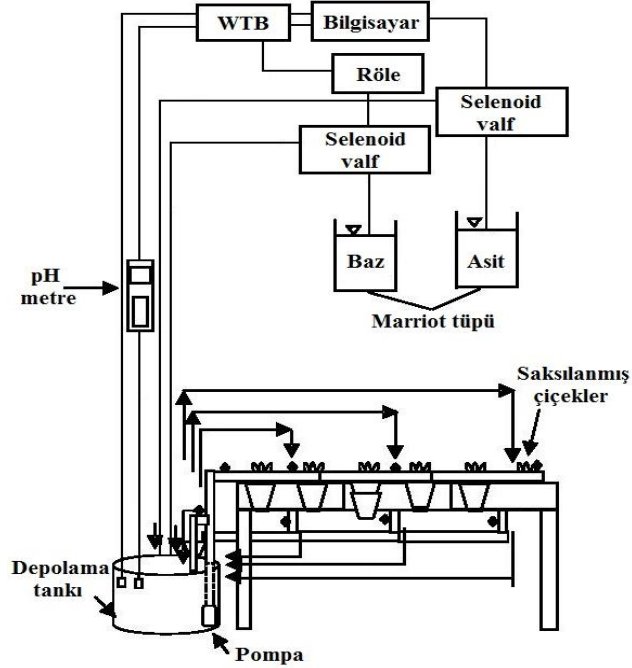
### 9.3.1 Tarımsal Üretim için BT Uygulamaları

#### *Besleyici Çözeltileri için bir pH Kontrol Sistemi*

Gelgit hidrofonik kültürlerde (Şekil 4) besleyici çözeltilerinin pH seviyesini tutturmak için bir bulanık tabanlı kontrol sistemi geliştirilmiş ve bir serada kullanılmıştır [18]. Yetiştirme kanalı her biri dört adet saksıya konulmuş çiçek içeren 6 bloktan oluşmaktadır. Besin çözeltisi yetiştirme tezgahına saksı tabanından itibaren 5 ila 10 cm üzerinde birikecek şekilde 10 dakikalığına akarak doldurur. Daha sonra tanka geri akar ve bir sonraki bloğu doldurmaya başlar. Deneyde kullanılan besin çözeltisinin akış hızı 2.4 l/dk olup kullanılan ölçme aparatı Hanna pH metredir (HI8710E). Güvenilirlik kontrolü sabit akış hızında Mariot tüpünden 0,4 M KOH ve 0,3 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> akışıyla yapılır. pH metrenin kalibrasyonu gerilim esasına göre PCL-812G arayüzü kullanılarak yapılmıştır. Sistemle bulanık mantık denetleyicisinin birleştirilmesi ayar noktasında pH'yı tutabilmektedir.

### Görüntü Analizi Uygulamaları

Tarımda görüntü işleme ve bilgisayar görsü uygulamaları uzaktan algılama, biyoüretim için çevresel şartların öngörülmesi, hassas tarım ve zirai ve gıda ürünlerinin kalite değerlendirmelerini içermektedir. Görüntü analizi; orman alanları, yerleşim yerleri, ekili alanlar ve balıkçılık bölgelerinin belirlenmesi ve ortaya çıkarılması için uzaktan algılama alanında çok fazlaca kullanılmıştır. Örneğin, İsfahandaki (İran) Zayandeh nehir havzasındaki sulak arazilerin tespiti [19] ve Brezilya'da Amazon bölgesinde arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıflandırılmasında[20]

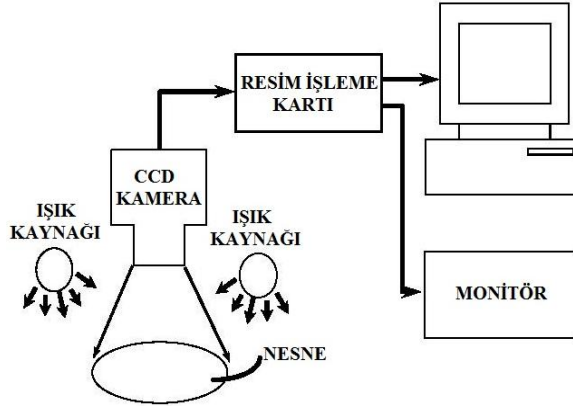


Şekil 4. Besleyici çözeltiler için pH kontrol sistemli bir gelgit sisteminin şematik diyagramı.

görüntü analizi kullanılmıştır. Hindistan'da balık avlanma bölgelerinin belirlenmesinde uydu veri analizi tabanlı görüntü işleme kullanılmıştır [21]. Görüntü analizi tarımsal araçlar için kılavuz sistemlerinde ve hassas tarımda uygulanmıştır [22]. Görüntü işleme uygulamalarına başka bir örnek ise Yunanistan'da zararlılarla mücadele kullanılan uzaktan teşhistir [23]. Zararlılarla mücadele için görüntü işleme üreticiler tarafından çekilen fotoğraflara ilaveten metin tabanlı mesaj değişimi ile zararlı teşhisinin olabildiğince erken bir evrede iken yapılması için üretici ve uzmanların internet yoluyla etkileşimine dayanan bir teşhis süreci otomasyonudur. Türkiye'de herbisit uygulamasının kontrolünde yabancı otlarla ayçiçeği bitkisini başarılı bir şekilde ayırmak için görüntü işleme sistemi ve yapay sinir ağı birlikte kullanılmıştır [24]. Benzer bir sistem başarılı bir şekilde buğdayın ürün kapsamı büyüklüğünü ölçmek [25], bağ üzümünün yaprak alanını ölçmek [26] ve serada biber bitkisi gelişimini ölçmek [27] için kullanılmıştır.

### 9.3.2 Tarımsal Ürünlerin Kalite Değerlendirmesi için BT Uygulamaları Görüntü İşleme Sistemleri

Tarımsal ürünlerin kalite değerlendirmesi için kullanılan düşük maliyetli görüntü işleme sistemi Şekil 5'te gösterilmiştir. Donanım sistemi bir aydınlatma kaynağı (tungsten lamba, Philips), ürün yüzeyinden yansıyan ışığı kaydetmek için bir CCD kamera (JVC TK 870 E) ve bir 486 PC'de daha fazla işlem yapmak amacı ile analog sinyali dijitale dönüştüren bir görüntü işleme kartından (Video Blaster Co.)



Şekil 5. Düşük maliyetli tipik bir resim işleme sistemi [19].

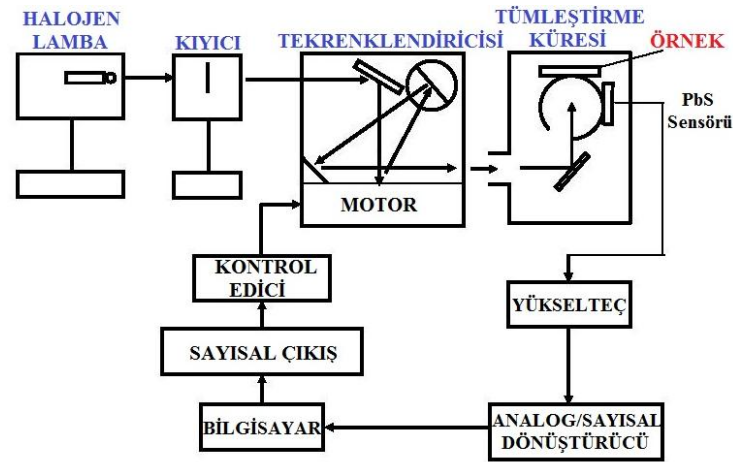
oluşmaktadır. CCD sensörü 512x512 piksel 256 ışık şiddeti seviyesi kapasitesinde görüntü kaydetme özelliğine sahip iken görüntü işleme kartı 640x480 piksel işleme kapasitesine sahiptir. Sistem, mangoların olgunluğunu ve boyutlarını belirlemek amacıyla başarılı bir şekilde kullanılmıştır [28]. Görüntü işleme için gerekli ortalama algılama süresi ürün başına 5 saniyedir. Görüntü işleme *Dendrobium Sonia* ve *Dendrobium 'Miss Singapore'* orkide çeşitleri için sap uzunluğu, toplam çiçek sayısı ve toplam çiçek gonca sayısı temel alınarak kalite derecelendirilmesi yapılmıştır [29]. Sistem aynı zamanda fiziksel eksikliklerden dolayı orkide taç yapraklarında ki anormallikleri ve böcek öldürücülerden meydana gelen renk bozulmalarını da tespit etmiştir.

Tarım ve gıda ürünlerinin değerlendirilmesinde görüntü analiz uygulamaları çevrimiçi tespit sistemleri için gerekli imkanları sağlamış ve gıdaların duyuşal özelliklerinin anlaşılmasını iyileştirmiştir. Slovenya'da büyüme sezonunda bir bahçedeki elma meyvesinin çapı ve sayısını tahmin için termal kameralı görüntü işleme algoritması geliştirilmiştir [30]. Yeşil bir çimenlik alanda yabancı otları belirlemek için bir gri skala tekdüzeliğini kullanan görüntü tanıma sistemi geliştirilmiştir. Gri skala tekdüzeliği, yabancı otların ve çimenin sahip olduğu benzer yeşil renklerden oluşan problemten etkilenmemiştir [31]. Sistem aynı zamanda yabancı otların yerini belirlemek için ağırlık merkezinin tam yerini tespit edecek morfolojik görüntü analizine izin vermektedir. Elma yüzey bozuklukları ve kirliliğinin tespitinde daha iyi multispektral yöntemleri seçmek için yüksek mekansal

çözünürlüğe sahip (0,5 ila 1 mm) hiperspektral görüntü sistemi bir araç olarak kullanılmıştır [32]. Patates ve elmaların çevrimiçi sınıflandırılması için makine görüşü sistemleri Tao ve ark. tarafından uygulanmıştır [33, 34]. Arham ve ark.[35] ve Damiri ve ark.[36] iki çeşit turunçgilin (*Citrus aurantifolia* Swingle ve *citrus medica*) gelişmişlik ve olgunluğunu görüntü işlemeyle hesaplayarak yapay sinir ağları kullanan bir algoritma geliştirmişlerdir. Et yumuşaklığının karakteristiği için tahribatsız, hızlı ve ekonomik bir metot geliştirilmiştir [38]. Ek olarak ekstrüde gıdaların geometrik, mekanik ve duysal özniteliklerinin belirlenmesi için görüntü analiz uygulamaları Gao ve ark. tarafından açıklanmıştır [39, 40].

### ***Yakın Kızılötesi (NIR, Near Infrared) Sistemler***

Tarımsal ürünlerin kimyasal kompozisyonunu ölçmek için kullanılan tipik bir yakın kızılötesi sistem (700 ila 2500nm) Şekli 6'da gösterilmiştir. Donanım sistemi; bir halojen lamba, ışık kısıyıcı, ızgara monokromatör, 60mm çaplı tümleştirme küresi, PbS sensörü, filtre, kitlemeli yükselteç ve AD dönüştürücü (PCL 812, PC Lab Card)'den oluşmaktadır. Optik sistem Japon Shimadzu Şirketi tarafından üretilmiştir. Dalga boyu taraması bilgisayarlı darbe motoru tarafından kontrol edilen bir step motorla yapılmıştır [41-43]. Sistem elmaların früktoz ve malik asiti içeriğini[41] ve mangoların sakaroz ve malik asit içeriğini [42, 43] başarılı bir şekilde ölçmüştür. NIR için gerekli ortalama algılama zamanı ürün başına 10 saniyedir. Benzer bir NIR sistemi kırmızı domates üzerindeki *Rhizopus* sporlarını belirlemek için kullanılmıştır. Sporsuz ve sporlu domatesler diskriminant analizi kullanılarak sırasıyla %81 ve %75 kesinlikle sınıflandırılmıştır. Yaklaşık olarak sporlu domateslerin %96'sı başarılı bir şekilde yapay sinir ağları yöntemiyle belirlenmiştir [44].

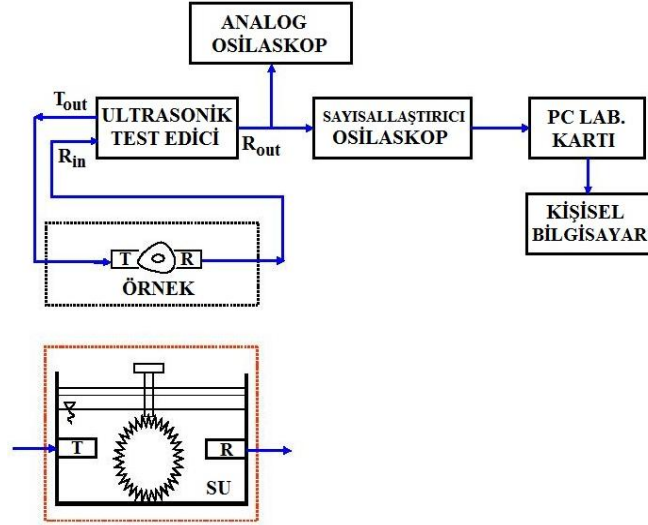


Şekil 6. Tarımsal ürünlerin kalitesinin belirlenmesi için yakın kızılötesi sistem [41-43].

### ***Ultrasonik Sistemler***

Tarımsal ürünlerin iç kalitesini ölçmek için düşük maliyetli bir ultrasonik sistem Şekil 7'de gösterilmiştir. Bütün durian meyvesi ve durian meyve pulpunda

ultrasonik dalgaların iletimini ölçmek için bir aparat tasarlanmıştır. Sistemin parçaları bir ultrasonik test edici (bir zamanlama akımı, puls jeneratörü, puls yükselticisi ve gerilim yükselticiden oluşur), bir verici transdüser T (Panametrics A 309S), bir alıcı transdüser R (Panametric V302), bir dijital osiloskop (HP 54201A, Hewlwt Packard), PCL 848A kullanan (PCLab Card) bir genel amaçlı ara yüz veriyolu (GPIB, General Purpose Interface Bus) ve bir kişisel bilgisayardır. Ultrasonik test edicinin fonksiyonu, ultrasonik dalgayı verici transdüserine göndermek ve bu dalgayı alıcı transdüseri ile almaktır. Durian meyvesinin sertliğini ve meyve bozukluklarını 50KHz'deki ultrasonik dalga gönderme karakteristiklerini esas alarak bu sistem tahrip etmeden tespit edebilmektedir [45, 46].



Şekil 7. Düşük maliyetli ultrasonik sistem [45, 46].

Radyometre ile birleştirilmiş ultrasonik algılama, kışık buğdayın yaprak alan indeksini ve filizlenme yoğunluğunu tahmin amacıyla uygulamaya konmuştur [47]. Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksinin (NDVI) değişim katsayısı ve radyometre/ultrasonik sensör yardımıyla elde edilen yükseklik ölçümlerinden türetilen bileşik bitki örtüsü indeksinin yeni bir formunun kombinasyonu kullanılarak filiz sayısı ve yaprak alan indeksi (LAI) doğru bir şekilde tahmin edilmiştir.

### ***Elektriksel Özellik Ölçüm Sistemleri***

Bir LRC devresini harekete geçiren ve temelde değişken frekanslı bir osilatör olan *Q metre* olarak isimlendirilen bir elektriksel özellik ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Üç adet temel fonksiyonel bloktan oluşmaktadır; kaynak, salınım yapan bileşenler (ürün probuna paralel olacak şekilde sabit endüktanslı ve değişken kapasitanslı) ve bir voltmetre. Osilatör tarafından sağlanan uygun bir frekans ve sabit gerilim veren bir kaynakla, LRC devresinin rezonansına kapasitör ayarlanır. Q metre

tarımsal ürünün iletkenliğini, güç faktörünü ve dielektrik sabitesini ölçebilir [48]. Sistem hububat, tohum ve biberin nem içeriğini ölçmek için kullanılmıştır.

### 9.3.3 Kontrollü Üretim ve Hasat Sonrası İşlemler için Yapay Sinir Ağları (YSA)

#### *Kontrollü Üretim için YSA*

Çili biberi yetiştirme kontrolü amacıyla bir YSA uygulama çalışması 1999'da gerçekleştirilmiştir[27]. Biber fidesindeki besin ve su durumunu bulmak için YSA kullanılmış, fideye sağlanması gerekli olan su ve besinlerin hesabını yapmakta YSA kullanılmıştır. YSA girişleri olarak biber fidesinin görüntü parametreleri (yükseklik, genişlik, alan, R[kırmızı], G[Yeşil] ve B[Mavi]) ve biber fidesinin yaşı kullanılmıştır. YSA çıkışları su ve besin durumudur.

#### *Hasat Sonrası İşlemler için YSA*

YSA'lar aynı zamanda tropik tarımsal ürünlerin hasat sonrası işlemleri içinde kullanılabilir. Rejo[49] çok katmanlı YSA kullanarak durian bitkisinde (*Durio zibethinus* Murr.) gelişmişlik ve olgunluk tabanlı bir sınıflama modeli geliştirmiştir. YSA girişleri durian meyvesinin tahribatsız karakteristikleri yani yoğunluk ve sıfır moment gücüdür. Çıkışlar ise gelişmişlik ve olgunluk seviyesidir. Sıfır moment gücü ultrasonik dalga ile ölçülen bir akustik karakteristikdir. Suyantohadi [50] YSA kullanarak mangoların (cv. *arumanis*) gelişmişlik seviyelerini belirleyen bir model geliştirmiştir. YSA girişleri mangonun iki renk değişkeni, meyve yoğunluğu, uzunluk ve kalınlıktır. YSA çıkışları ise ikili sayılarla temsil edilen mangoların gelişmişlik seviyesini belirleyen sayılardır.

Lanzone meyvesinin içindeki tohumların ağırlıklarının tahmin edilmesi için YSA uygulanmıştır [51]. YSA girişleri meyve ağırlığı, çapı ve geçirgenliğin yoğunluğa oranıdır (görünür ışığın meyve içerisinden geçebilme değerinin meyve referans geçirgenliğine oranı). Çıkışlar ise meyvenin içindeki tohumların ağırlığıdır.

Bir sinir ağı sınıflandırıcısı 2 ila 3 haftalık ayçiçeği filizleriyle benzer büyüklük, şekil ve renkteki yaygın dulavrat otu ayrıklarını ayırmak için kullanılmıştır [52]. Renkli görüntüler bir dijital kamera ile doğal güneş ışığında çekilmiştir. Geri yayımlı sinir ağları sınıflandırıcısının ihtiyacı olan özelliklerin çıkartılması ve görüntüleri iyileştirme için müteakip görüntü işleme işlemlerini azaltması bu çalışmanın özel amacı olmuştur. Farklı sayıda gizli katmanlı ve her birinde farklı sayıda nöronlu sinir ağları yapıları en iyi sınıflandırıcıyı bulmak amacıyla test edilmiştir. Ayrık otlarını ayçiçeğinden ayırt etmek için alınan 86 görüntüden, 82'sinde ayçiçeği ve ayrık otu görüntülerini ayırt etme başarıyla sağlanmıştır.

Meyve suyunun viskozitesini, sıcaklığın fonksiyonu olarak tahmin eden bir yapay sinir ağı modeli sunulmuştur [53]. Portakal, şeftali, armut, *Malus floribu* ve siyah kuş üzümü suyu çalışmada kullanılmıştır. Farklı yoğunluk (5° to 70°Brix) ve sıcaklık değerleri (30.7° to 71.7°C) için meyve sularına ait viskozite değerleri (1.53



to 3300 mPa s) literatürden alınmıştır. Model viskoziteyi, ortalama mutlak hata değeri 3.78 mPa s olacak şekilde tahmin edebilmiştir. YSA kullanarak viskoziteyi tahmin etme basit, kullanışlı ve doğru bir metot olduğu kanıtlanmıştır. Model konsantrasyon ve sıcaklık bağımlı viskozite değerlerinin gerektiği bir yer olan meyve işleme sırasında ısı transferi hesaplarına model eklenebilir. Bu aynı zamanda meyve suyunun arındırma maksatlı ince zar ile filtrelenmesi sırasında kütle transfer hesaplamalarında faydalı olabilecektir.

#### ***Yüzey Akışı Tahmini için YSA***

Durum uzayı sinir ağı (DUSA) olarak isimlendirilen bir özel dinamik sinir ağı, kısa dönemli yağmur yüzey akışlarını tahmin etmek amacıyla değiştirilmiştir [54]. Ağ durumlarının ve ağırlık matrisi rollerinin karşılıklı değişiminden geliştirilmiş yeni bir öğrenme metodu, DUSA eğitimi için uygulanmış ve yağmur yüzey akışlarını tahmin ederken ağın zamanla değişen bir modele dönüşmesine yardım etmiştir. Bir araştırma çalışması yüzey akış yolu çizgilerinin kısa ve dik olduğu Tayvan'ın Wu-Tu havzasında uygulanmıştır. 1966'dan 1997'ye kadar olan 47 olay DUSA ile tahmin edilmeye çalışılmış ve sonuçlar birçok değişik ölçüt ile geçerliliği denetlenmiştir. Model eğitimi süresi boyunca yeni öğrenme algoritmasının yakınsaması gösterilmiştir. Kısa dönemli yağmur yüzey akışlarının tahmininde kullanılan DUSA'nın performansları, özel dinamik yinelemeli sinir ağlarının hidrolojik tahminler için uygun olduğunu ortaya çıkarmıştır.

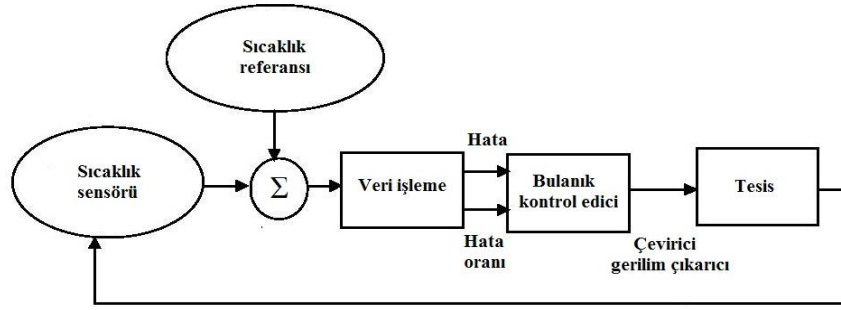
#### **9.3.4 İşleme Endüstrileri için Bulanık Kontrol**

##### ***Çay Soldurma Süreci için Bulanık Kontrol***

Çayın kalitesi çay işleme makinelerinin operatörlerinin tecrübelerine bağlıdır. Bulanık mantık çay işlemenin kontrolüne uygulanabilir. Temel olarak, siyah çay işleme aşağıdaki sırada bir dizi süreçten meydana gelmektedir; çay neminin kısmi uzaklaştırılması (soldurma); yaprakların küçük parçalara ayrıştırılması (kesme, kıvırma); kalitenin artırılması için açık havaya bırakma (oksitlenme veya mayalanma), nem almanın tamamlanması (kurutma veya kavurma); lif ayırma ile büyüklük boyutuna göre elemek (sınıflandırma). Soldurma oluğunda sıcaklık kontrol sürecinin karmaşıklığı kontrol edilecek tesisin matematik modeline dayanan analitik kontrol tasarım tekniklerinin uygulanmasını ve gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

Soldurma işlemindeki sıcaklık kontrolüne bulanık mantık yaklaşımı Endonezya Gambung Bölgesindeki Çay Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir [55]. Geliştirilmiş kontrol sisteminin girişleri sıcaklık hatası (soldurma odasındaki sıcaklık ile önceden belirlenmiş sıcaklık arasındaki fark) ve sıcak değişim hata oranından oluşur. Çay soldurma kontrol sisteminin ana parçaları; sensör, eyleyici (invertör), ADC (Analog-Dijital Dönüştürücü), DAC (Dijital-Analog Dönüştürücü) ve tesistir. Tesis soldurma odası, ısıtıcı ve üfleyiciden oluşmaktadır. Kontrol sisteminin blok diyagramı Şekil 8'de verilmiştir.





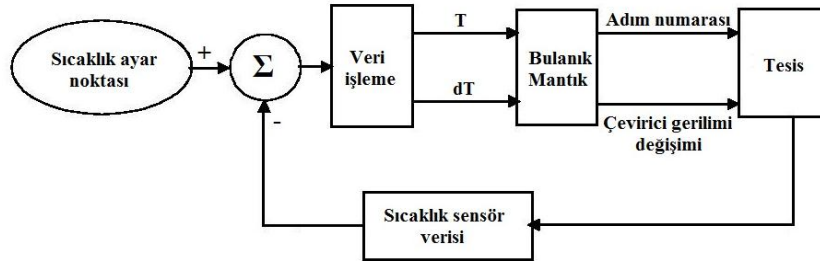
Şekil 8. Çay soldurma sıcaklığı için bulanık mantık kontrol sistemi.

### Çay Kıvrma Süreci için Bulanık Kontrol

Siyah çay işlemede yaprakların küçük parçalara ayrılması kıvrma, kesme, parçalama, yırtma gibi birçok farklı şekilde ifade edilir. Fakat temel gereksinim bir sonraki fermantasyon aşamasında havaya daha fazla yüzeyin temasını sağlamak için hücre parçalanması derecesiyle ifade edilen ebat küçültülmesidir.

Kıvrma işlemini yapan özel tip bir makineye *ortodoks makine* denir. Ortodoks makine bir yığın makinesidir. Ağırlığı belli olan soldurulmuş yaprak yığını, yüzeyi boyunca kabartı veya takoz bulunan genişçe yuvarlak bir masanın üzerine yerleştirilmiş olan silindirik bir besleme silosunun içerisine dökülür. Besleme silosu ve tabla birbirlerine göre eksantrik olarak hareket eder. Böylece silindirik besleme silosunun tabanındaki yapraklar kıvrılır, aşınır ve küçük parçacıklara ayrılır. Silindirik besleme silosunun içinin en üstü bir kapakla kapatılmıştır ki bu kapak aşağı doğru bir basınç uygular. Kıvrma süreci genellikle 20 ila 30 dakika arasındadır. Ortodoks makinesi tarafından üretilen çayın kalitesi, kıvrma işleminin basıncına ve hızına bağlı olan kıvrma süreci boyunca yaprağın sıcaklığına bağlıdır.

Bulanık Mantık Denetleyicisi (BMD) basınç kapaklı kıvrma makinesinde istenen sıcaklığı elde etmek için kullanılmıştır [56]. BMD, çok girişli çok çıkışlı bir denetleyici olarak tasarlanmıştır. Denetleyicinin girdileri sıcaklık hatasının değeri ve değişim oranıyken çıktıları ise invertör gerilim değişimleri ve adım motorundaki adım sayısı değişimleridir. Voltaj değişimleri kıvrma motorundaki devir sayısı değişimleri üretmek için bir kontrol sinyali sağlarken, adım motorunda adım sayısındaki değişimler basınç silindirinin pozisyonunun ayarlanması için bir kontrol sinyali üretir. Sistemin blok diyagramı Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Çay döndürme işlemi için bir bulanık mantık kontrol edici (FLC) blok diyagramı.

### 9.3.5 Biyokaynaklar ve Biyosüreçler için Genetik Algoritmalar

Görüntü işleme ve genetik algorithmadan oluşan özellik tabanlı yapay zekayla hesaplama ile plankton tanımlanmıştır [57]. Planktonun görüntüsü özellik sınırlarını elde etmek için Sobel yöntemi ile parçalara ayrılmıştır. Sonuç  $n \times n$  bir matris olup her bir matris elemanı 0 veya 1 değerli planktonun bir özelliğini temsil eder. Plankton özellikleri şekil tabanlı olarak hesaplanmıştır. Üç farklı geometrik şekil (daire, elips ve dikdörtgen) plankton için standart şekiller olarak kullanılmıştır. Şeklin kenarlara olan diyagonal uzaklıkları her bir geometrik şekil için özeldir. Her bir şekil için dört adet uzaklık vardır. Standart geometrik fonksiyon aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$F(s) = \sum d(i) \quad (1)$$

Burada  $F(s)$  standart geometrik fonksiyon ve  $d(i)$  bir standart geometri şeklinin diyagonal olarak kenarlara olan uzaklığıdır.

$F(m)$  sınıflandırılmakta olan planktonu temsil eden fonksiyon olsun. Buradan,

$$F(m) = \sum dp(i) \quad (2)$$

Burada  $dp(i)$  sınıflandırılan nesne şeklinin diyagonal olarak kenarlara olan uzaklığıdır. Sınıflandırma için  $F(m)$  ile  $F(s)$  karşılaştırılmıştır. Hata olarak isimlendirilen fark en yakın şekli aramak için kullanılır.

$$Er = |F(s) - F(m)| \quad (3)$$

Planktonun şeklini tanımlamak için kullanılan genetik algoritma aşağıda verilmiş olan bir seri döngüsel adıma bölünmüştür: (1) başlatma, bu fazda başlangıç potansiyel çözüm rastgele üretilir; (2) değerlendirme, popülasyonun her bir bireyi hatayı minimize etmek için değerlendirilir,  $\text{Min}(Er)$ ; (3) seçme ve çaprazlama ve (4) mutasyon.

### ***Fermantasyon Süreçleri için Genetik Algoritmalar***

Bir kesikli besleme işleminde *Saccharomyces cerevisiae*'nin büyümesi fermantasyon sürecinin karmaşık ve zamana bağlı olmasından dolayı doğrusal değildir. *S. cerevisiae*'nin büyümesi için dört değişkenli, iki girişli ve beş parametrelili bir doğrusal olmayan matematik model geliştirilmiştir [58]. Tanımlanmış değişkenler biyokütle konsantrasyonu, glikoz konsantrasyonu, ürün konsantrasyonu ve mayalanma ortamı hacmidir. Girişler besleme hızı ve besleme konsantrasyonudur. Modeldeki parametreler özel büyüme hızı ( $\mu_m$ ), doyma sabitesi/yarım hız sabitesi ( $ks$ ), ürün üretimi ( $Y_p$ ), biyokütle üretimi ( $Y_k$ ) ve ürün meydana gelme hızı ( $qp$ )'dır. Bu beş parametre genetik algoritma kullanılarak optimize edilir. Optimizasyonda performans ölçütü aşağıda verilmiş bir amaç fonksiyonu  $F$  (hata ölçütü) tarafından verilir:

$$F = \sum (Y_m - Y_d)^2 \quad (4)$$

Burada  $Y_m$  modelin çıkışı ve  $Y_d$  deneysel verinin çıktısıdır.

Aşağıdaki adımlar kullanılarak genetik algoritma MATLAB®'ta kodlanmıştır:

1. Belirli bir sayıda ve uzunlukta rastgele üretilen ilk popülasyon

2. Eşitlik 4'teki  $F$  amaç fonksiyonu kullanılarak her bir dizilimin uygunluğu hesaplanır.
3. Dizilimler bir olasılık yöntemi ile tekrar üretilir.
4. Belli bir çaprazlama olasılığı ile tekrar üretilmiş dizilimler arasındaki çaprazlama.
5. Önceden tanımlanan limitlere ulaşılan kadar adım 4 tekrarlanır.

### ***Su Havzası Optimizasyonu için Genetik Algoritmalar***

Genetik algoritmalar Orissa, Hindistan'daki Vamsadhara Nehri havzasındaki Kashinagar havzası için model parametrelerin tahmin edilmesi ve fonksiyon optimizasyonu için kullanılmıştır [59]. 1984 ile 1995 yılları arasında toplanan günlük yağış miktarı ve yüzey akış verileri, yüzey akış tahmin modelinin optimizasyonu ve geliştirilmesi için kullanılmıştır. Tahmin modeli doğada olduğu gibi süreçlerin doğrusal olmayan ve dinamik yapısını dikkate alarak geliştirilmiştir. Doğrusal olmayan yağmur yüzey akışlarının tahmin modeli tarafından verilen değerler, ölçülen değerlerin 1 ila 2 gün önündedir. Bu zaman problemi, korelasyon katsayısını %15 oranında iyileştirilmiş olan geriye doğru kaydırma operatörü tekniği kullanılarak düzeltilmiştir.

## **9.4 Gelişmiş BT'nin Gelecekteki Kullanımları**

*Yazar: H. K. Purwadaria*

*Çevirmen: Kazım ÇARMAN*

CBS; uzaktan algılama, radar ve bunların türevleri tarımın bazı alanlarında halihazırda kullanılmıştır. Birçok araştırmacı; uygun tarım alanları, su kaynakları ve ürün verimlilikleri ile ilgili ilerde yaşanabilecek kısıtlamalarla başa çıkabilmek için çiftlik verimliliğini arttırabilecek CBS'yi kullanmışlardır. Örneğin Tayland'ın Nakhon Ratchasima Bölgesindeki Kassava üretiminin gözlemlenmesi uzaktan algılama ve CBS kullanılarak değerlendirilmiştir [60]. Öncekilere ilaveten Kassava üretimini etkileyen diğer faktörler; toprak nemi, drenaj, organik madde içeriği ve verimlilik seviyesidir. Potansiyel toprak verimliliğinin belirlenmesi için uygun arazi sınıflandırması amacıyla faktörler değerlendirilmiştir.

Malaysiya Kedah Eyaletinde çeltik tarlalarındaki büyüme aşamalarının gözlenmesi, uzaydan çok verimli sentetik aralık radarı (SAR, Synthetic Aperture Radar) görüntüleri kullanılarak incelenmiş ve çeltiğin farklı büyüme aşamalarını tanımlamak ve ayırtmada faydalı olduğu bulunmuştur [61].

Çin Zhaoqing'de çeltik bitkisinin gelişiminin bir fonksiyonu olarak geri yansıma verilerini anlamada SAR ile desteklenmiş RADARSAT'ın kabiliyetleri değerlendirilmiştir [62]. İlk sonuçlar çeltik tarlasından geri yansıma değişiminin sabit

olmadığını göstermiş ve homojen olmayan yetiştirme şartlarından ve vejetatif gelişim aşamalarından etkilendiğini ortaya koymuştur. Anılan alandaki çeltik mahsulünün verimini tahmin etmek için RADARSAT görüntülemenin kullanılabilirliği üzerinde daha fazla çalışılması gerekmektedir.

Tayvan Tarımsal Araştırma Enstitüsü Wufeng'deki araştırmacılar, çeltik gelişimi deney modelini (yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak alanı indeksi, kuru yaprak ağırlığı ve topraküstü kuru ağırlığı) yansıma tayfının karakteristiklerinden oluşturmuşlardır. Çeltik gelişimi uygun dalga bantları seçildiğinde hem yerden hem uydudan başarılı bir şekilde gözlemlenmiş ve değerlendirilmiştir[63].

Sri Lanka'da CBS ve uzaktan algılama kullanılarak çay rekoltesi tahmin edilmiştir [64] Bu amaçla çay yaprak alanı indeksi (LAI, Leaf Area Indeks) farklı optik uzaktan algılama parametreleriyle ilişkilendirilmiş ve bu ilişki normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) olarak ifade edilmiştir. Uygun çay rekoltesi modeli; mevcut mekansal, meteorolojik ve agronomik değişkenler ve LAI değerleri gibi dikkate alınan değişkenlerin ağırlıklarını seçerek geliştirilmiştir.

Çevresel, sosyal, ekonomik ve coğrafik bilgilerin internet yoluyla sağlanması web CBS'nin kullanımını geliştirmiştir [65]. Bir CBS uygulaması ArcView kullanılarak geliştirilmiş, kolaylıkla XML'e dönüştürülmüş ve tematik haritalar üreten bir web sunucusuna yerleştirilmiştir. Tematik haritalar web tarayıcı penceresinde kullanıcı sorgulamalarını esas alarak kendi desenlerini interaktif olarak değiştirmişlerdir. Sistem tarafından üretilen tematik haritalara örnek olarak topraktaki azot ve mineral durumu verilebilir. Bu sistem geliştirilmiş ve Hindistan'ın Mahaboob Nagar bölgesinde denemeye başlanmıştır.

### **Kaynaklar**

1. Akbar, S. U. 2004. ICT and social transformation in rural Bangladesh. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.iimahd.ernet.in/egov/ifip/dec2004/dec2004.htm>.
2. Government of Maharashtra, India. 2005. Integrated wireless in local loop project: Maharashtra Tele-Centre. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.mssrf.org>.
3. Tractor and Farmer Equipments India Ltd. 2005. J-FarmIndia.Com Agricultural Information and Services. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.jfarmindia.com>.
4. EID Parry Enterprise. 2005. IndiaAgriline: Agricultural Information. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.agriline.com>.
5. The World Bank and UN ESCAP. 2005. About Thai Rural Net project. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.ThairuralNet.org>.
6. The ICT Development Group. 2005. Agricultural Information Network. Accessed on February 15, 2005, from [http://www.ictdevgroup.com/case\\_study.php?story=3](http://www.ictdevgroup.com/case_study.php?story=3).
7. Taylor, M. M. J. 1995. Evaluation of multimedia extension program in Honduras. Economic Development and Cultural Changes 43(4): 821-834.
8. Government of India. 2005. Grameen Sanchar Sewak Project. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.itforchange.net/ict4d/display/66>.

9. National Science and Technology Board of India. 2005. Information Dissemination. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.insteb.com>.
10. Tafzi, F. 1999. Pengembangan sistem informasi untuk penanganan pasca panen mangga (Development of information system for postharvest handling of mango). Master's thesis. Indonesia: Post Harvest Technology Study Program, Bogor Agricultural University.
11. Sahrial. 1999. Analisis dan rancangan sistem informasi untuk penanganan pascapanen padi (Analysis and design of information system for postharvest handling of paddy). Master's thesis. Indonesia: Post Harvest Technology Study Program, Bogor Agricultural University.
12. Asia Pacific Development Information Program of UNDP. 2005. Achieving Universal Access: Developing a Philippine Business Model and Government Interventions Strategies for Viable Community Telecenters in Rural Areas. Accessed on February 15, 2005, from <http://www.apdip.net/projects/ictrnd/2004/L62-ph/>.
13. National Dairy Development Board, India. 2005. Dairy Information System Kiosk Project (DISK). Accessed on February 15, 2005, from <http://www.iimahd.ernet.in/egov/disk.htm>.
14. Asia Pacific Development Information Program of UNDP. 2005. ICT Serving for Agriculture and Rural Development in an Prototype County. Accessed on February 15, 2005, from <http://hephaestus.apdip.net/projects/ictrnd/2002/china/>.
15. Astika, I W., R. Cahyoutomo, and F. X. Mulyantara. 2001. Development of computer software for optimum scheduling of farm machinery operations in a sugar cane plantation. Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications.
16. Solahudin, M., K. B. Seminar, and Y. Suharnoto. 2000. Internet-based expert system for diagnosing hand tractor troubles – Sistem pakar berbasis Internet untuk diagnosa kerusakan traktor tangan. Buletin Keteknikan Pertanian 14(2):118-127.
17. Pertiwi, S., C. Sutanto, M. Djojomartono, and A. Permana. 2000. Commodity based database system for agriculture and agribusiness development. Proc. 2nd Asian Conference for Information Technology in Agriculture.
18. Suhardiyanto, H., K. B. Seminar, Y. Chadirin, and B. I. Setiawan. 2001. Development of a pH control system for nutrient solution in ebb and flow hydroponic culture based on fuzzy logic. Proc. 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications.
19. Toomanian, N., A. S. M. Gieske, and M. Akbary. 2004. Irrigated area determination by NOAA-Landsat upscaling techniques, Zayandeh River Basin, Isfahan, Iran. *International J. Remote Sensing* 25(22): 4945-4960.
20. Lu, D., M. Batistella, E. Moran, and P. Mausel. 2004. Application of spectral mixture analysis to Amazonian land-use and land-cover classification. *International J. Remote Sensing* 25(23): 5345-5358.
21. Solanki, H. U., R. M. Dwivedi, S. R. Nayak, V. S. Somvanshi, D. K. Gulati, and S. K. Patnayak. 2003. Fishery forecast using OCM chlorophyll concentration and AVHRR SST: Validation results off Gujarat coast, India. *International J. Remote Sensing* 24(18): 3691-3700.
22. Han, S., Q. Zhang, B. Ni, and J. F. Reid. 2004. A guidance directrix approach to vision-based vehicle guidance systems. *Computers and Electronics in Agriculture* 43(3): 179-186.
23. Koumpourous, Y., Y. Mahaman, M. Maliappis, H. C. Passam, A. D. Sideridis, and V. Zorkadis. 2004. Image processing for distance diagnosis in pest management. *Computers and Electronics in Agriculture* 44(2): 121-132.

24. Kavdir, I. 2004. Discrimination of sunflower, weed and soil by artificial neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture* 44(2): 153-161.
25. Reyniers, M., E. Vrindts, and J. De Baerdemaeker. 2004. Optical measurement of crop cover for yield prediction of wheat. *Biosystems Engineering* 89(4): 383-395.
26. William III, L, and T. E. Martinson. 2004. Nondestructive leaf area estimation of 'Niagara' and 'DeChaunac' grapevines. *Scientia Horticulturae* 98(4): 493-499.
27. Suroso, I., D. M. Subrata, K. Soelistiadji, and J. Pitoyo. 2001. Development of chili growth control system using artificial neural network. *Proc. 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
28. Budiastira, I W., D. Saputra, and H. K. Purwadaria. 1995. Assessment on physical characteristics of mango cultivar gedong using image processing. *Proc. The Role of Agricultural Engineering to Support Agricultural Industrialization Era*.
29. Wahyono, A., H. K. Purwadaria, Suroso, and Irawati. 2003. Development of grading algorithm for *Dendrobium* orchid using image processing. *Proc. of the 21st ASEAN/3rd APEC Seminar on Postharvest Technology*.
30. Stanko, D., M. Lakota, and M. Hoevar. 2004. Estimation of number and diameter of apple fruits in an orchard during the growing season by thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 42(1): 31-43.
31. Ahmad, U., N. Kondo, S. Arima, M. Monta, and K. Mohri. 1998. Weed detection in lawn field based on gray scale uniformity. *Proc. of the 3rd International Conference on Advanced Mechatronics*.
32. Mehl, P. M., Y. R. Chen, M. S. Kim, and D. E. Chan. 2004. Development of hyperspectral imaging technique for the detection of apple surface defects and contaminations. *J. Food Engineering* 61(1): 67-72.
33. Tao, Y., C. T. Morrow, P. Heinemann, and H. J. Sommer. 1995. Fourier-based separation technique for shape grading of potatoes using machine vision. *Trans. ASAE* 38: 949-957.
34. Tao, Y., Z. Verghese, C. T. Morrow, J. H. Sommer, and P. Heinemann. 1995. Machine vision for color inspection of potatoes and apples. *Trans ASAE* 38: 1555-1561.
35. Arham, Z., U. Ahmad, and Suroso 2004. The evaluation of maturity and ripeness of the limonia using image processing and artificial neural network. *Jurnal Keteknikaan Pertanian* 18(3): 210-218.
36. Damiri, D. J., U. Ahmad, and Suroso. 2004. Identification of maturity and ripeness of the lime using image processing and artificial neural network. *Jurnal Keteknikaan Pertanian* 18(1): 48-60.
37. Park, B., K. C. Lawrence, W. R. Windham, and Y. R. Chen. 2002. Discriminant analysis of dual-wavelength spectral images for classifying poultry carcasses. *Computers and Electronics in Agriculture* 33(3): 219-232.
38. Tan, J. 2004. Meat quality evaluation by computer vision. *J. Food Eng.* 61: 27-35.
39. Gao, X. 1996. Analysis of expanded-food texture by image processing. Part. I. Geometric properties. Part II. Mechanical properties. *J. of Food Process Eng.* 19: 425-456.
40. Gao, X., J. Tan, P. Shatadal, and H. Heymann. 1999. Evaluating expanded-food sensory properties by image analysis. *J. Texture Studies* 30: 291-304.
41. Ikeda, Y., I W. Budiastira, and T. Nishizu. 1992. On predicting concentrations of individual sugars and malic acid of the fruits by near-infrared reflectancespectrometry. *Proc. of Advances on Agricultural Engineering and Technology, Vol. II*.
42. Purwadaria, H. K., I W. Budiastira, and D. Saputra. 1995. Near infraredreflectance testing to predict sucrose and malic acid concentrations of mangoes. *Proc. of Control Applications in Post-Harvest and Processing Technology*.

43. Saputra, D., I W. Budiastara, and H. K. Purwadaria. 1995. Classification of mango by near infrared diffuse reflectance. *Proc.of Food Processing Automation IV*.
44. Hahn, F., I. Lopez, and G. Hernandez. 2004. Spectral detection and neural network discrimination of *Rhizopus stolonifer* spores on red tomatoes. *BiosystemsEngineering* 89(1): 93-100.
45. Budiastara, I W., A. Trisnobudi, and H. K. Purwadaria. 1999. Ultrasound system for automation of internal quality evaluation of durian. *Proc. of the 14th World Congress IFAC, Vol. K*.
46. Haryanto, B., I W. Budiastara, H. K. Purwadaria, and A. Trisnobudi. 2001. Determination of acoustics properties of durian fruits. *Proc. of the 2nd IFACCIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
47. Scotford, I. M., and P. C. H. Miller. 2004. Estimating tiller density and leaf area index of winter wheat using spectral reflectance and ultrasonic sensing techniques. *Biosystems Engineering* 89(4): 395-409.
48. Harmen, and A. H. Tambunan. 2005. Penentuan sifat dielektrik pertanian (Determination of dielectric properties for agricultural products). *Jurnal Keteknikaan Pertanian* 18(3): 153-160.
49. Rejo, A., Suroso, I W. Budiastara, H. K. Purwadaria, S. Susanto, and Y. Y. Nazaruddin. 2001. Model for predicting and classifying durian fruit based on maturity and ripeness using neural network. *Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
50. Suyantohadi, A., G. T. Mulyati, W. Supartono, and T. F. Djafar. 2001. Identification of the maturity level of mango "Arumanis" using artificial neural network. *Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
51. Hendri, Suroso, H. K. Purwadaria, S. E. Widodo, and I W. Budiastara. 2001. Neural network application on non-destructive evaluation of lanzone using visible light. *Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
52. Kavdır, I. 2004. Discrimination of sunflower, weed and soil by artificial neural networks (abstract). *Computers and Electronics in Agriculture* 44 (2): 153-160. Accessed on February 16, 2005 from <http://www.sciencedirect.com/>.
53. Rai, P., G. Majumdar, S. DasGupta, and S. De. 2004. Prediction of the viscosity of clarified fruit juice using artificial neural network: a combined effect of concentration and temperature (abstract). *J. Food Engineering* 68(4): 527-533. Accessed on February 16, 2005 from <http://www.sciencedirect.com/>.
54. Pan, T. Y., and R. Y. Wang. 2004. State space neural networks for short term rainfall-runoff forecasting (abstract). *J. Hydrology* 297(1-4): 34-50. Accessed on February 16, 2005 from <http://www.sciencedirect.com/>.
55. Bambang, R., Fatih, and T. Abas. 2001. Intelligent temperature control in tea withering process using fuzzy logic: An experiment study. *Proc. of 2nd IFACCIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
56. Bambang, R., S. F. Mahbub, and T. Abas. 2001. Application of fuzzy logic control to tea rolling process. *Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
57. Purnomo, M. H., W. T. Sesulihatn, and O. Puspitorini. 2001. Plankton feature identification by genetic algorithm. *Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*.
58. Joelianto, E., R. Dwihandayani, and L. Ling. 2001. Parameter estimation using genetic algorithm for fed-batch growth of *Saccharomyces cerevisiae*. *Proc. of 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control on Agricultural Applications*.

59. Agrawal, R. K., and J. K. Singh. 2003. Application of a genetic algorithm in the development and optimisation of a non-linear dynamic runoff model. *Biosystems Engineering* 86(1): 87-95.
60. Eiumnoh, A., R. P. Shrestha, S. Baimoung, P. Kesawapitak, and A. Noomharm. 2005. Field prediction and potential monitoring of cassava production in Nakon Ratchasima. Accessed on February 18, 2005, from <http://www.GISdevelopment.net/agriculture/>.
61. Abubakar, S. B. B., and A. T. B. Shaari. 2005. SAR Backscatter response of various growth stages of wetland rice paddy in Malaysia. Accessed on February 18, 2005, from <http://www.GISdevelopment.net/agriculture/>.
62. Staple, G. C., and J. Hurley. 2005. Rice crop monitoring in China using RADARSAT SAR-Initial Results. Accessed on February 18, 2005, from <http://www.GISdevelopment.net/agriculture/>.
63. Yang, C. M., and M. R. Su. 2005. Modelling rice growth from characteristics of reflectance spectra. Accessed on February 18, 2005, from <http://www.GISdevelopment.net/agriculture/>.
64. Rajapakse, R. M. S. S., N. K. Tripathi, and K. Honda. 2005. Modelling tea (*Camellia* (L) O. Kuntze) yield using satellite derived (a), land use and meteorological data. Accessed on February 18, 2005, from <http://www.GISdevelopment.net/agriculture/>.
65. Veeranna, B., J. Jayachandra, and S. Gopi. 2005. Inter-active online mapping with XML for agriculture information system at district level. Accessed on February 18, 2005, from <http://www.GISdevelopment.net/agriculture/>.