

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yoldaş ERDOĞAN**

**TARIMSAL ÜRETİMDE ENERJİ GİRDİ ÇIKTI ANALİZLERİNDE  
KULLANILACAK İNTERNET TABANLI BİR YAZILIMIN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2009**

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TARIMSAL ÜRETİMDE ENERJİ GİRDİ ÇIKTI ANALİZLERİNDE  
KULLANILACAK İNTERNET TABANLI BİR YAZILIMIN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Yoldaş ERDOĞAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

**Bu tez 12/01/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle  
Kabul Edilmiştir.**

İmza..... İmza..... İmza.....

Yrd.Doç.Dr. Sait M. SAY Doç.Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK Yrd.Doç.Dr. Murad ÇANAKCI  
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tarım Makinaları Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.  
Proje No: ZF2007YL37

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TARIMSAL ÜRETİMDE ENERJİ GİRDİ ÇIKTI ANALİZLERİNDE  
KULLANILACAK İNTERNET TABANLI  
BİR YAZILIMIN GELİŞTİRİLMESİ**

**Yoldaş ERDOĞAN**

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Sait M. SAY  
Yıl: 2009, Sayfa: 73  
Jüri: Yrd.Doç.Dr. Sait M. SAY  
Doç.Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK  
Yrd.Doç.Dr. Murad ÇANAKCI

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılacak enerji analizleri, tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanıp gruplandırılmasında önemli bir yaklaşımdır. Son yıllardaki sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda bir tarımsal üretim projesinin değerlendirilmesinde ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte incelenmektedir. Başka bir açılımla, herhangi bir tarımsal üretim kolunda birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji eşdeğeri arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir gösterge ve bir kıyas değeri olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, bitkisel üretim için enerji girdi-çıktı analizlerinin yapılabileceği *AgrEN\_I/O v 1.0 Beta* isimli internet tabanlı bir yazılım geliştirilmiş, Çukurova Bölgesinde yetiştirilen 1. ürün mısır üretimi için yapılan hesaplamalarda kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Enerji girdi-çıktı analizi, bitkisel üretim, internet yazılımı

**ABSTRACT**  
MSc THESIS

**DEVELOPING AN INTERNET BASED SOFTWARE FOR THE ENERGY  
INPUT-OUTPUT ANALYSES IN CROP PRODUCTION**

**Yoldaş ERDOĞAN**

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor Assist.Prof.Dr. Sait M. SAY  
Yıl: 2009, Sayfa: 73  
Jury Assist.Prof.Dr. Sait M. SAY  
Assoc.Prof.Dr. H.Hüseyin ÖZTÜRK  
Assist.Prof.Dr. Murad ÇANAKCI

Energy analyses is a fundamental approach in defining and classifying the agricultural production systems in terms of energy consumption level. In recent years, economics, energy consumption and environmental awareness are all together essential considerations which refer the sustainable agriculture concept in evaluating the agricultural production projects. The ratio between energy consumption per unit agricultural production area and having equivalent crop energy from same field is a good indication for how much the production is profitable.

In this study, an internet based software, namely *AgrEN\_IO v 1. 0 Beta*, for energy input-output analyses for crop production was developed. Developed software was run for the first crop maize production in Çukurova region as an example.

**Key words** : Energy input-output analysis, crop production, internet software

## **TEŞEKKÜR**

Tez konumun seçiminden, son aşamasına kadar yardımlarını gördüğüm danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Sait M. SAY'a, tez süresince beni sabırla destekleyen anneme, babama, ablama, eşime ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Tarımsal Üretimin Önemi .....	2
1.3. Tarımda Verimliliğin ( <i>Etkinlik</i> ) Tanımı .....	5
1.4. Tarımsal Mekanizasyonun Tarımsal Üretim İçerisindeki Yeri ve Önemi.....	7
1.5. Tarımda Enerji Kullanımı .....	11
1.6. Tarımsal Bilişim Uygulamaları ve Önemi .....	14
1.7. Çalışmanın Önemi ve Amacı .....	16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	28
3.1. Materyal .....	28
3.1.1. Donanım ve Yazılım Özellikleri .....	28
3.1.2. Üretici Anketi.....	29
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Seçilen Bitkisel Üretim Kolu İçin Anket Uygulaması ve Değerlendirmesi .....	30
3.2.2. Örnek İşletmede İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi.....	30
3.2.3. Enerji Girdi-Çıktı Analizleri İçin Veri Tabanı Bilgileri.....	33
3.2.4. Enerji Etkinliği Hesaplamaları.....	37
3.2.5. WEB Tabanlı Yazılımın Geliştirilmesi .....	39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	42
4.1. Mısır Üretim Verileri ve Üretim Enerjisi Değerlendirmesi .....	42
4.2. WEB-Tabanlı Yazılıma ( <i>AgrEN_I/O v 1.0 Beta</i> ) Ait Ekran Çıktıları.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	57
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	64
EKLER .....	65

## **ÇİZELGELER DİZİNİ**

## **SAYFA**

Çizelge 1.1. Enerji Tüketiminin (BTEP) Sektörel Dağılımı .....	12
Çizelge 3.1. İnsan İşgücü İle Değişik Tarımsal İşlemlerin Yapılması Sırasında Gerçekleşen Enerji Tüketimi Değerleri (Öztürk ve Barut, 2005) .....	34
Çizelge 3.2. Kimyasal Gübrelerin Enerji Eşdeğerleri .....	36
Çizelge 3.3. Kimyasal İlaçların Enerji Eşdeğerleri .....	36
Çizelge 4.1. Birinci Ürün Mısırdaki Üretim İşlemleri .....	42
Çizelge 4.2. Birinci Ürün Mısır Üretiminde Kullanılan Makinelerin Özellikleri .....	44
Çizelge 4.3. Kullanılan Makinelere Ait Temel İşletmecilik Verileri .....	45
Çizelge 4.4. Gruplandırılmış Tarımsal Üretim İşlemlerine ve Farklı Enerji Tüketim Kategorilerine Göre Değerlendirme .....	46
Çizelge 4.5. Birinci Ürün Mısır Üretiminde Çıktı Enerji Eşdeğeri .....	46

## **ŞEKİLLER DİZİNİ**

## **SAYFA**

Şekil 1.1. Buğday üretim kapasitesi artışında tarım teknolojilerindeki gelişmelerin etkisi .....	8
Şekil 1.2. Sektörel enerji tüketiminin yıllara göre değişimi.....	12
Şekil 1.3. Sektörlere göre enerji tüketiminin yıllara göre oransal değişimi.....	13
Şekil 3.1. Üyelik işlemi ve üyelik kontrol algoritması.....	40
Şekil 3.2. Veri girişi-çıktıların saklanması sürecini gösteren algoritma .....	41
Şekil 4.1. Yönetim işleri ekranı .....	48
Şekil 4.2. Tanımlanan veya mevcut bir üretim işlemi altına veri tabanında bulunmayan bir alet-makinenin eklenmesi. ....	49
Şekil 4.3. Veri tabanına yeni traktörlerin eklenmesi .....	50
Şekil 4.4. Veri tabanına yeni materyal eklenmesi.....	51
Şekil 4.5. Ana veri giriş ekranı .....	52
Şekil 4.6. Üretim işlemi ve alet-makine seçim ekranı .....	53
Şekil 4.7. Enerji analizlerinde kullanılacak alet-makine verilerinin girileceği ekran.	54
Şekil 4.8. Sonuç ve rapor ekranı.....	55

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Genel

Nüfus artış hızı yüksek olan ülkelerin artan gıda gereksinimlerini karşılamak için ithalata yönelmeleri, dış ticaret açığı ve sonucunda oluşacak genel ekonomik dengesizliğe katkıda bulunmaktadır. Böyle bir gelişmenin önüne geçmek, en azından etkilerinin sınırlı kalmasını sağlamak için tarıma ve dolayısıyla gıda maddesi üretiminin artırılmasına özel önem verilmesi gerekmektedir. Bu ise ancak, her boyutta tarımsal işletmenin, mikro ve makro ekonomik gerçeklikler çerçevesinde üretim etkinliğinin artırılmasıyla başarılabilir. Üretim etkinliğinin artırılması amacıyla, yöresel ve ülkesel stratejik planlamalarla bağlantılı rasyonel önlem ve uygulamaların bir plan çerçevesinde uygulanması gerekmektedir. Tarımsal üretimle ilgili stratejik planlamaların yapılması aşamasında, ülkenin genel üretim yapısı, büyük ölçüde bu yapının dinamikleriyle şekillenecek olan ekonomik aktif nüfus ile ilişkili oransal istihdam artışı ve kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (GSMH) gibi refah göstergeleri, tarımın gelecekte ekonomik ağırlığının ne olması gerektiği konusuyla ilişkilendirilmek zorundadır.

Bununla birlikte, oluşturulacak ulusal tarım politikalarının, günümüzde küresel pazar anlayışı ilkeleriyle şekillenen dünya tarım ticareti de dikkate alındığında, ülkemizin üyesi olduğu uluslararası kuruluşlar ve bununla bağlantılı olarak dahil olunan ticaret anlaşmaları ile yükümlülük getiren uygulamalar çerçevesinde değerlendirme zorunluluğu bulunmaktadır. Özetle, kaynakları ve konumu gereği, Türkiye gibi bir ülke için ekonomik ve stratejik önemi bulunan tarımın, bütün bileşenleriyle çağın koşulları ve gereklerini dikkate alarak geleceğe hazırlanması yaşamsal önem taşımaktadır. Kuşkusuz başlangıç noktası, tarımsal üretimin bütün dallarında kullanılan her türlü kaynağın mevcut duruma kıyasla çok daha etkin kullanılmasını sağlayacak yöntem ve uygulamaların pratiğe aktarılma olanaklarının araştırılması olacaktır. Bu bağlamda; tarımsal üretim, enerji kullanımı (fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları), üretim ekonomisi ve çevresel duyarlılıkların

birlikte değerlendirilebildiği, uygulama koşullarının özelliklerini yansıtan doğru verilere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu verilerin elde edilmesinin bir yolu, bilişim teknolojilerinin tarımsal üretim alanına uyarlanması, yaygın kullanım olanaklarının oluşturulması ve arttırılmasıdır.

## 1.2. Tarımsal Üretimin Önemi

Türkiye’de Planlı Kalkınma döneminin başlangıç yılı olan 1963’den günümüze kadar geçen zamanda, tarım sektörünün gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) ve toplam ihracat içindeki payı kademeli olarak azalmaktadır. Cumhuriyetin ilk yıllarında milli ekonomide % 40 düzeylerinde ağırlığı bulunan tarım sektörünün GSMH içindeki payı, sabit fiyatlarla 1970’li yıllarda % 36, 1980 yılında % 25 düzeylerinde iken, 1990 yılında % 16, 2000 yılında, % 13,5 günümüzde ise %11’ler düzeyine gerilemiştir (Öztürk ve Barut, 2005; TKB, 2007). Bununla birlikte, bugün ülkemiz ekonomisinde tarım sektörünün payı, bütünleşmeye çalıştığımız ve küresel pazarda rekabet etmek zorunda olduğumuz gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında yüksek düzeydedir. Gelişmiş ülkelerde tarım sektörü katma değerinin, GSYİH içindeki payı çok düşüktür. Bu ülkelerde tarım sektörü katma değeri artmasına rağmen, GSYİH içindeki payı düşmektedir. Örneğin ABD, Almanya ve Yunanistan’da tarımın GSYİH içerisindeki payları sırasıyla; %1,9 %1,2 ve %9,5 dolaylarındadır. Bu değerlendirmeye birlikte tarım nüfusunun toplam nüfus içerisindeki oranı da önemli bir değerlendirme kriteridir. Avrupa Birliği üyesi ülkelerinde bu değer, %2-5 aralığında değişirken, ABD’de %2, ülkemizde ise %28,5 civarlarındadır. Ayrıca, ilerleyen bölümde üzerinde durulacağı gibi, tarımsal üretimde etkinlik artışı işletmeler bazında yeni yatırımların yapılabilme olanaklarıyla ilişkilidir. Bu açıdan bakıldığında, tarımda istihdam edilen kişi başına düşen tarımsal alan değeri de bir karşılaştırma düzlemi olarak dikkate alınabilir. Buna göre, Avrupa Birliği üyesi ülkelerde bu değer ortalama 6,9 ha, ABD’de 55 ha, ülkemizde ise 3 ha dolaylarındadır.

Görünen bu genel olumsuzluğa karşın tarım ülkemiz için;

- ülke nüfusunun beslenmesindeki önemi,
- nüfusun önemli bir bölümüne istihdam olanağı yaratması,
- sanayiye hammadde temini,
- ihracat yoluyla döviz temini dolayısıyla milli gelire olan katkısı,
- sanayi ürünlerine karşı talep yaratması,
- işgücü ve sermaye transferi

gibi konular bakımından ulusal ekonomi içerisindeki önemini hala korumaktadır (Çelik, 2000). Özetle, tarımsal üretim; gerek taşıdığı riskler gerekse ülkenin genel ekonomik yapısı içerisindeki yeri ve önemiyle, gelecekte ülke ekonomisinde alacağı yere ilişkin öngörülerle birlikte, özellikle kullanılan kaynakların etkinliğini arttırıcı yönde planlamaların yapılması ve önlemlerin alınması gereken bir üretim koludur.

Yukarıda sıralanan genel gerçeklerin yanı sıra, günümüz koşullarında tarımsal üretimde amaçlanan, kaliteli, çevreye ve insan sağlığına duyarlı, yüksek getirili bir şekilde üretim yapmak ve üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Yapısal farklılıkları ve kullanılan kaynakların çeşitliliği nedeniyle başarılı bir şekilde tarımsal üretim yapılabilmesi çok sayıda faktörün, işletme koşullarında en iyilenmesiyle mümkündür. Doğası gereği taşıdığı riskler nedeniyle tarımsal üretim, sürdürülebilirliği için bütün seçimlerin doğru bir şekilde yapılması gereken bir üretim koludur. Tarımsal üretimde verimlilik artış değerlendirmesi yapılırken, üretim risklerinin detaylı değerlendirilmesi bir zorunluluktur. Tarımsal üretimin taşıdığı riskler, genel hatlarıyla aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Peng, 1997);

- Üretim ve teknik riskler,
- Pazar ve fiyat riskleri,
- Teknolojik riskler,
- Yasal ve sosyal riskler,
- İnsan kaynağı riskleridir.

*Üretim ve teknik riskler*, kontrol altına alınamayan doğal nedenlere (*iklimsel faktörler, hastalık etmenleri vb*) bağlı olarak ürün veriminde oluşacak farklılıklarla ilişkilidir.

*Pazar ve fiyat riskleri*, yıldan yıla değişen ürün fiyatları ve pazar bulmadaki sıkıntılarla açıklanabilecek, özellikle dışa açık piyasalarda tüm üretim aktörlerinin ortak hareket alanında oluşan ve kontrol edilmesi güç değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Genel ekonomik yapıdaki istikrarsızlıkla ilişkili olan bu risk faktörünün olumsuz etkisi çoğu ülkelerde desteklemelerle azaltılmaya çalışılmaktadır.

*Teknolojik risk*, özellikle bilgi teknolojileri çağının ağırlıklı yaşandığı günümüzde, üretici yatırım mallarının, kısa sürede yeni teknolojik gelişmelerin etkisiyle üretim üzerindeki etkinliğinin azalmasıyla açıklanabilir. Tarım işletmesine yeni teknoloji transferi gelecekte beklenen üretim getirilerinin azalmasına neden olmaktadır.

*Yasal ve sosyal risk*, işletme dışı sermayeye olan bağlılık ile hükümetlerin destekleme politikalarında oluşabilecek olumsuz değişimlerle ilişkilidir. Özellikle gelişmiş ülkelerde insana ve çevreye duyarlı olmayan üretim koşullarından doğacak maddi kayıplar ve cezai yükümlülüklerde yasal ve sosyal risk grubunda değerlendirilmektedir.

*İnsan kaynağı riskleri*, işgücü güvenilirliği, işletme içerisindeki performans, yönetimle eşgüdümlü çalışma yeteneği ve sağlık durumundan kaynaklanan ve zamanlı işlerin tamamlanmasındaki aksaklıklar şeklinde özetlenebilir.

Önceki bölümde de vurgulandığı gibi, tarımsal üretimin arttırılmasında, tarım arazilerinin genişletilmesi yerine insan gücü, finansman, yeni teknoloji ve yeni girdi gibi mevcut kaynakların daha etkin kullanılarak birim alan veya hayvan başına verimin arttırılması gibi niteliksel artış önem kazanmaktadır. Tarım sektörünün ekonomik gelişmedeki katkılarının arttırılması, sektördeki verimlilik artışıyla mümkündür. Hemen her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de uygulanan tarım politikalarının genel amacı, tarımı ülke için her bakımdan daha verimli hale getirmektir.

### 1.3. Tarımda Verimliliğin (*Etkinlik*) Tanımı

Ülkemizde tarımda verimlilik konusunda birçok kurum ve kuruluşta çalışmalar yapılmıştır. Sektör, ülke, bölge ya da ürün bazında olan bu çalışmalarda verimlilik kavramı çok yönlü olarak incelenmiş ve verimlilik ölçümleri hakkında çeşitli yöntemler ortaya konulmuştur.

Verimlilik, bir ülkenin veya bir sektörün ekonomik anlamda büyüme ve gelişme düzeyinin saptanmasında en objektif ölçülerden birisi olarak kullanılmaktadır. Gerçek anlamda ekonomik büyüme ve gelişme, ülkede kullanılan kaynakları üretime dahil ederek ve halen kullanılan kaynakları ise daha verimli alanlara kaydırarak sağlanabilir. Bu da genel anlamda verimlilik artışını ifade etmektedir (Talim ve Çıkmın, 1975). Verimlilik dar tanımıyla, girdi-çıkı ilişkisi olarak ifade edilmektedir. Geniş anlamda verimlilik, üretime konulmuş üretim faktörlerinin sonucunda meydana gelen üretimle, bu faktörlerin birinin veya birden fazlasının arasındaki ilişkiyi ifade eder. Bu nedenle, üretilen mal ve hizmet miktarı ile bu mal ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran olarak tanımlanabilir. Ayrıca, verimliliğin üretim faktörlerinin üretimdeki etkinlik derecesini belirten bir kavram olduğu, bir randımandan ziyade herhangi bir faktörün üretebilme yeteneğini ortaya koyduğu ifade edilmektedir. Tarımda verimlilik, bir yandan işlenen alan, diğer taraftan işgücü ve sermaye birimlerine düşen çıktı miktarları arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır (Pirinççioğlu, 1988).

Verimlilik ölçümlerinin amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Çelik, 2000);

- Üretim sürecinde kaynakların ne derece etkin kullanıldığının ortaya konması,
- Üretim sistemi içerisinde faal olarak yer alan insan üretkenliğinin artırılması ve değerlendirilmesi,
- Üretime katılan bir diğer temel girdi olan sermayenin ve ara girdilerin kullanımını konularında alınacak kararlarda verimlilik göstergelerinden yararlanılması,

- Girdi fiyatları ile verimlilik arasındaki ilişkiden yararlanarak, maliyet-fiyat hareketleri ile verimlilik arasındaki bağlantıyı yorumlamak; öte yandan temel girdilerin ödüllendirilmeleri, dolayısıyla gelir dağılımı sorununun çözümünü aydınlatmaktadır.

Verimlilik ilk olarak endüstriyel üretim ile ilgili olarak düşünülmüş bir kavram olmakla birlikte, konu tarım açısından ele alındığında, bu kesimde verimlilik ölçümlerini önemli ölçüde zorlaştıran bazı özellikler hemen fark edilmektedir. Verimliliğin iki değişkeninin çıktı ve girdi olduğu daha önce belirtilmişti. Bu nedenle verimliliğin ölçülmesi sorunu tarımda çıktı ve girdinin ölçülmesi ile özdeş bulunmaktadır. Özellikle tarımsal üretimi ve dolayısıyla verimliliği etkileyen çok sayıda değişkenin varlığı ve bu değişkenlerin ortak bir değerle ifadesinin güçlüğü, verimlilik ölçümünü daha da zorlaştırmaktadır (Işıklı ve Işın, 1991).

Tarım sektöründe verimlilik genel olarak aşağıda sıralanan üretim unsurları üzerinden değerlendirilmektedir;

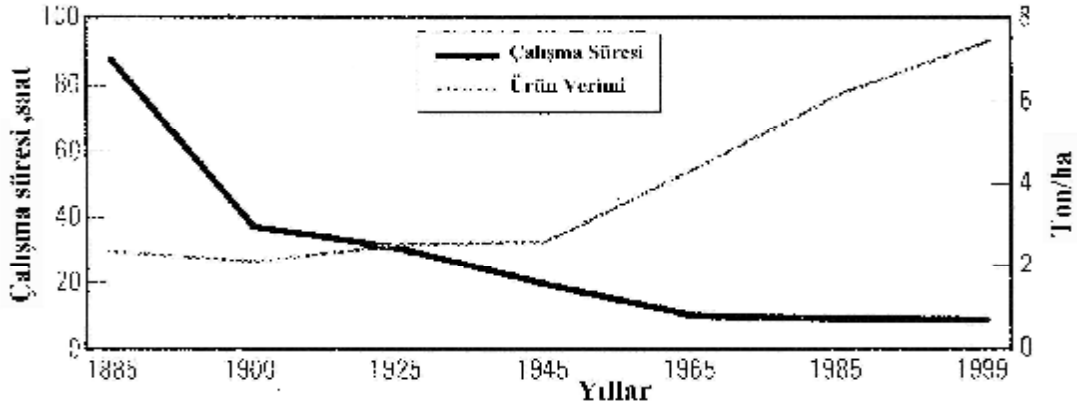
- Sulama, gübreleme, ilaçlama,
- Tohumluk kullanımı,
- İşgücü kullanımı,
- Alet-makine kullanımı,
- Toprak,
- Ürünlerin taşınması ve depolanması,
- Girdi fiyatları, ürün fiyatları ve ürünlerin pazarlanması,
- Vergi, teşvik, destekleme alımları,
- İşletme büyüklükleri, arazilerin parçalılık durumu, arazi mülkiyeti,
- Üreticilerin örgütlenme durumu ve sosyal yapı,
- Eğitim araştırma olanakları ile
- Toprak yapısı ve iklim durumu gibi birçok faktör serisinin etkisi altında bulunmaktadır (Çelik, 2000).

Özetle ifade etmek gerekirse; tarımsal üretimde verimlilik (etkinlik), üretim unsurlarının tümü üzerinden, işletme özellikleri ve ürün bazında yapılacak değerlendirmelerin, genel kabul görmüş etkinlik ölçüm yöntemleriyle çıktı üzerinden karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Bitkisel ve hayvansal üretimde, işlevselliği ve işletmenin karlılığını etkileyecek gider yükü bakımından ele alınması gereken önemli üretim unsurlarından birisi, tarımsal mekanizasyon uygulamalarıdır. İzleyen bölümde, daha sonra tarımsal üretimde verimlilik sorgulamasındaki önemine değinilecek olan tarımsal mekanizasyona ilişkin genel bilgiler verilmiştir.

#### 1.4. Tarımsal Mekanizasyonun Tarımsal Üretim İçerisindeki Yeri ve Önemi

Toprak-su kaynaklarının geliştirilmesi, sulama, gübreleme, tarımsal savaş, damızlık materyal kullanımı ve *tarımsal mekanizasyon*, birim alandan elde edilecek ürünün arttırılması için çevresel duyarlılığı da dikkate alarak eniyilenmesi gereken üretim teknolojileridir (Tezer ve Sabancı, 1997). Daha az işgücü ile daha kısa sürede (zamanlılık üretim miktarı ilişkisi) tarımsal işlemlerin tamamlanması amacıyla uygulanan “*Tarımsal Mekanizasyon*”un, üretim teknolojileri içerisinde ayrı bir yeri vardır. Tarımsal mekanizasyon diğer teknolojik uygulamaların etkinliğini arttırmak, çalışma koşullarını iyileştirmek ve ekonomikliği sağlamak açısından da önemli ve tamamlayıcı bir öğedir (Işık,1988). Diğer bir ifadeyle, tarımsal mekanizasyon, tüm üretim teknolojilerinin uygulanabilmesi ve söz konusu uygulamaların niteliğinin arttırılabilmesi için zorunlu ve gereklidir. Ayrıca yeni teknolojilerle birim alanda sağlanan yüksek nitelik ve nicelikli üretim, tarımsal mekanizasyon yardımıyla zamanında tamamlanabilir. O halde, her yeni teknolojinin ileri tarımsal mekanizasyon uygulamalarına gereksinme gösterdiği söylenebilir. *Diğer bir açıdan değerlendirildiğinde; gelişmiş ülkelerde tarımsal mekanizasyon, tarımsal üretim girdileri içerisinde en büyük enerji girdisini oluştururken, gelişmekte olan ülkelerde de gübreden sonra ikinci sırada yer almaktadır* (Gifford, 1986). İşletme giderleri açısından bakıldığında ise, tarımsal işletmelerde mekanizasyon düzeyindeki artışa bağlı olarak makina giderlerinin, sermaye ve toplam üretim giderleri içerisindeki oranının %50'lere ulaştığı bilinmektedir (Cross, 1998).

Tarım teknolojilerinin özellikle de tarım traktörleri ve ekipmanlarındaki gelişmelere paralel olarak üretim kapasitesindeki değişim buğday üretim örneğinde verilmiştir (Landers, 2000).



Şekil 1.1. Buğday üretim kapasitesi artışında tarım teknolojilerindeki gelişmelerin etkisi

Şekil 1.1 de görüleceği gibi, yaklaşık 115 yıllık süreç içerisinde birim alan için harcanan tarımsal faaliyet süresinde yaklaşık 9 katlık bir azalma meydana gelmiştir. Buna paralel olarak ürün verimi değerinde aynı dönem içerisinde yaklaşık 3 katlık bir artış elde edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre toplamda 27 katlık bir üretim etkinliği artışından söz edilebilmektedir.

İnsan işgücü ve mekanizasyon, teknolojik gelişmişlik düzeyiyle ilişkili olarak biri diğerinin yerini alan üretim girdileridir. Tarımsal nüfus ve işgücü azaldıkça üretimde insan işgücünün yerini mekanizasyon almakta, ayrıca üretim ve verimlilik değerleri artmakta, işletme ölçekleri büyümekte ve bütün bunlar bir yandan mekanizasyonu zorunlu hale getirirken, diğer yandan mekanizasyon yatırımı için gerekli kaynakları oluşturmaktadır (Evcim, 1979).

Bir tarımsal işletmenin toplam verimliliği üzerinde mekanizasyon uygulamalarının etkisi, rekabetçi üretim koşullarında işletmelerin faaliyetlerini istenen seviyede sürdürülebilmesi için, her üretim sezonu sonunda mutlaka bilimsel esaslara dayalı olarak değerlendirilmek zorundadır. Bu değerlendirmenin temel amaçlarından birisi, gerek aynı bölge sınırlarında, gerekse farklı ülkelerde, benzer

üretim kollarında üretim yapan işletmelerin mekanizasyon uygulama yoğunlukları ve etkinlikleri açısından karşılaştırılmalarıdır. Uygulama yoğunluğu ve sağlanan etkinliğin işletme kârlılığı üzerinde yarattığı farklılık işletme yöneticileri açısından oldukça önemlidir. Bu değerlendirmelere bağlı olarak tüm dünyada yaygın kabul görmüş mekanizasyon düzeyi göstergeleri bulunmaktadır. Tarımda mekanizasyon işlemleri, çoğunlukla traktörle çalıştırılan iş makineleri ile gerçekleştirildiğinden, mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde; traktör ve iş makineleri varlığını esas alan değerlendirmeler ağırlıklıdır. Bunun yanı sıra, son yıllarda artan çevre bilinci doğrultusunda, enerjinin çevreye zarar vermeyecek düzeyde etkin kullanılması gibi güncel yaklaşımlarda mekanizasyon düzeyi göstergeleri için bir yaklaşım oluşturmuştur. Aşağıda mekanizasyon düzeyi göstergeleri sıralanmıştır (Zeren, 1991; Anonim, 2000).

- Traktör başına alet/makina sayısı: Traktör başına düşen alet/makina sayısı arttıkça mekanizasyon düzeyinin arttığı kabul edilir. Son yıllarda, dünyada tarla trafiğini azaltmaya yönelik kombine aletlerin üretim ve kullanımındaki artışta dikkate alınarak değerlendirilmesi gereken bir göstergedir.
- Traktör başına alet/makina kütlesi (kg/traktör): Traktör başına düşen alet/makina kütlesi arttıkça mekanizasyon düzeyinin arttığı kabul edilir. Bu değerlendirme yapılırken, bilimsel esaslara uygun şekilde tasarlanmış ve üretilmiş alet/makinaların varlığı bir ön kabul olarak düşünülmelidir. Diğer bir ifadeyle, aynı ekonomik ömür periyodu için aynı işlevi yerine getirecek benzer özelliklerde, ancak kütleleri farklı iki tarım makinesinin, bu gösterge esas alınarak değerlendirilmesi doğru sonuç vermeyecektir.
- İşlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha): Birim işlenen alana düşen traktör gücü arttıkça mekanizasyon düzeyinin arttığı kabul edilir. Optimum değerlerin bulunabilmesi için, farklı üretim kolları ve farklı üretim alanı özellikleri için ayrı ayrı değerlendirmeler ve hesapların yapılması en ideal durumdur.

- 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör/1000): 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı arttıkça mekanizasyon düzeyinin arttığı kabul edilir. Bu şekildeki bir değerlendirme, üretim alanı büyüklüğü ve ürün desenine uygun kuyruk mili gücü büyüklüğünde traktörlerin doğru şekilde seçildiği düşüncesiyle birlikte düşünülmelidir.
- Traktöre düşen işlenen alan (ha/traktör) miktarı: Traktöre düşen işlenen alan miktarı azaldıkça mekanizasyon düzeyinin arttığı kabul edilir. Bu değerlendime için de yukarıda kullanılan ifadeler geçerlidir.
- Enerjinin ne derece etkin kullanıldığını belirtmek açısından, bir hektar alanda tarımsal üretim için tüketilen toplam enerji girdisinin, çıktı olarak alınan ana ürün ve yan ürünlerle birlikte enerji eşdeğeriyle karşılaştırılması: Artan üretim maliyetlerinden, doğal dengenin bozulması ve küresel ısınmaya kadar varan olumsuzlukların önemli bir bölümü, etkin olmayan enerji kullanımıyla ilişkilidir. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda, tarla ve bahçe tarımıyla sınırlı kalmayacak şekilde, tarımsal üretimin tüm alanlarında etkin bir şekilde tarımsal mekanizasyon göstergesi olarak değerlendirilme olasılığı oldukça yüksektir.

Bu noktada, üretimde kullanılan bütün kaynakların etkin kullanım yöntemleriyle en yüksek çıktıya dönüştürülmesi, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik için yaşamsal önem taşımaktadır. Tarımsal üretimin tamamı düşünüldüğünde, önemli bir enerji tüketim kaynağı olan tarımsal mekanizasyon uygulamalarıyla birlikte diğer enerji tüketim kaynakları da değerlendirilmek zorundadır. Ancak bu şekilde tarımsal üretimde etkinliğin artırılma olanakları konusunda ilerleme sağlanabilir.

### 1.5. Tarımda Enerji Kullanımı

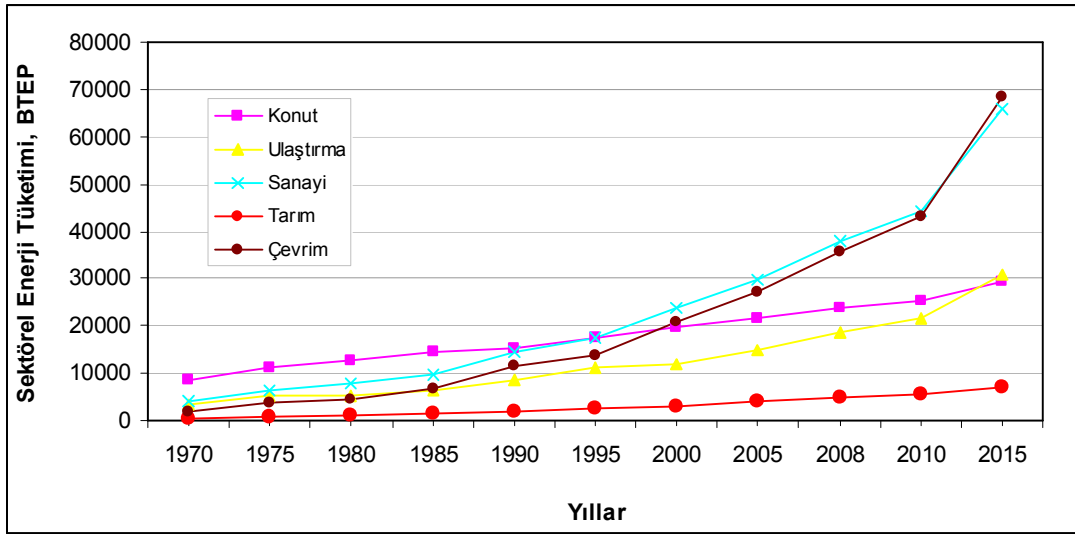
Enerji, yaşam döngüsünün devamı ve uygarlıkların gelişimi için büyük bir öneme sahiptir. Bununla bağlantılı olarak enerji, ulusal gelişim süreçlerinde belirleyici olan çeşitli üretim sektörlerine ait farklı boyutlardaki ekonomik faaliyetler için gereklidir.

Bütün sektörlerde enerji kullanımı, 1970'li yıllardan bu yana en çok önem verilen konulardan birisi olmuştur. Dünya genelindeki ülkeler, 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizlerinden sonra, enerji korunumuna ilişkin önlemlere yoğun olarak ilgi göstermeye başlamışlardır. Daha sonraları 1980'li yıllarda, esas olarak fosil yakıtların yanması sonucunda oluşan çevre kirliliğine önem verilmeye başlanmıştır. Son yıllarda; enerji kullanımı, sera gazı emisyonları ve bunların küresel iklim değişikliklerine olan potansiyel etkileri en çok tartışılan konulardan birisidir. Endüstri, ulaştırma, ticaret, konut ve **tarım** sektörlerinde enerji kullanımını azaltmanın en etkin yöntemlerinden birisi de, enerji kullanma etkinliğini artırmaktır. Günümüz endüstri dünyasında, enerji ve diğer kaynaklarının kullanımı önemli düzeye ulaşmıştır. Bu nedenle, bir taraftan doğal kaynakların temini azalmaya başlamış, diğer taraftan da çevre kirliliği gibi doğal ortama verilen zararlar artarak devam etmektedir. Bununla birlikte, enerji dönüşümüne ilişkin teknik iyileştirmeler yeterince etkin bir şekilde gerçekleştirilememektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, gelecekteki enerji üretim ve tüketim düzeylerinin belirlenebilmesi için; nüfus artışı, ekonomik üretkenlik, tüketici alışkanlıkları ve teknolojik gelişmeler gibi dikkate alınması gereken birçok etmen vardır. Enerji sektörüne ilişkin yönetim biçimleri, gelecekteki enerji üretim ve tüketim düzeyi ve dağılımında önemli rol oynayacaktır (Öztürk ve Barut, 2005).

Türkiye'de üretilen enerjinin daha çok hangi sektörlerde tüketildiği Çizelge 1.1'de ve Şekil 1.2'de verilmiştir. Şekil 1.3'de ise sektörler göre enerji tüketimi değerlerindeki oransal değişim incelenmiştir. Çizelge ve şekillerde 2015 yılına kadar sektörel enerji tüketim modellerinden yararlanılarak üretilmiş tahmini değerler de yer almaktadır (Say, 2004).

Çizelge 1.1. Enerji Tüketiminin (BTEP) Sektörel Dağılımı  
(Enerji İstatistikleri, 2003; Say, 2004)

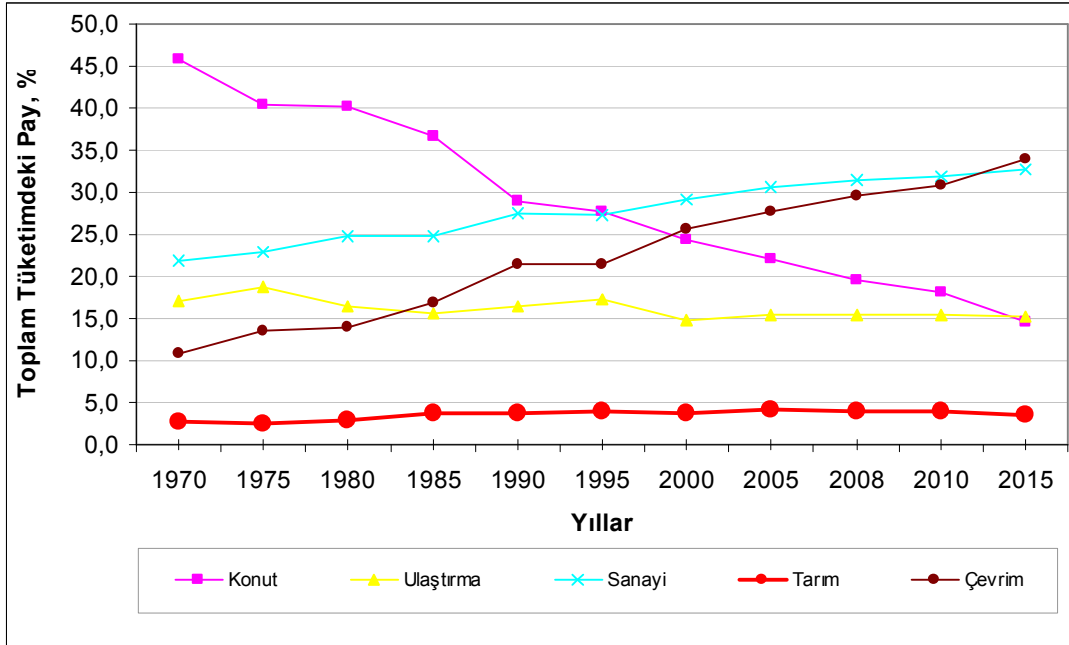
Yıl	Konut	Ulaştırma	Sanayi	Tarım	Çevrim	Toplam Enerji Tüketimi
1970	8656	3208	4122	510	2031	18872
1975	11098	5148	6286	695	3693	27437
1980	12833	5230	7955	963	4465	31973
1985	14438	6195	9779	1506	6669	39399
1990	15358	8723	14543	1956	11377	52987
1995	17596	11066	17372	2555	13702	63679
2000	19860	12007	23635	3073	20760	81251
2005	21516	15018	29927	4052	27010	97523
2008	23667	18624	37936	4816	35708	120751
2010	25219	21498	44434	5404	43013	139568
2015	29560	30773	65975	7208	68499	202015



Şekil 1.2. Sektörel enerji tüketiminin yıllara göre değişimi (Enerji İstatistikleri, 2003; Say, 2004)

Çizelge ve grafikten görüldüğü gibi; 1970 yılında 18872 BTEP olan toplam sektörel enerji tüketimi değerinin 2015 yılında 202015 BTEP olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Toplam enerji tüketimi içerisinde son yıllarda oransal olarak en büyük pay, sanayi sektöründe harcanan enerji olarak dikkat çekmektedir. 1970

yılında toplam enerji tüketimi içerisinde %21,4'lük paya sahip olan sanayi sektörünün, 2015 yılında payının %32,6 civarında olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 1.3. Sektörlere göre enerji tüketiminin yıllara göre oransal değişimi

Tarımın toplam enerji tüketimindeki payı 1970-2015 yılları aralığında sektörler arasında en düşük değer olarak gerçekleşmiş ve tahmin edilmiştir. Şekil 1.3'den görülebileceği gibi, tarımda enerji tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı 1970-2015 yılları arasında %2,5-%4,2 aralığında değişim göstermiştir. Tarım sektörüne ilişkin enerji tüketimi verileri alt kollara ayrıştırılmadan sunulan değerlerdir. Özellikle farklı işletmelerde yürütülen tarımsal faaliyetleri gruplandırarak, enerji tüketimi değerlerinin her grup için detaylı bir şekilde incelenmesi, enerji yönetimi konusunda oldukça önemlidir.

Tarımsal işletmelerde, üretim çeşidi ve ürün gruplarına göre, tüketilen enerjiye ait doğru ve yeterli derecede detaylı istatistiksel verilerin bulunması, tarımsal politikaların oluşturulması aşamasında oldukça yararlı olacaktır. Bu tip verilerin toplanması, derlenmesi ve işlenmesinde bilişim teknolojilerinden yararlanılması, zaman ve gider tasarrufu açısından son derece önemlidir.

### 1.6. Tarımsal Bilişim Uygulamaları ve Önemi

• Tarımsal üretimin herhangi bir kolunda üretim yapan üreticiler veya tarımsal üretime yeni girmeyi düşünenler için kuşkusuz yanıtlanması gereken birçok soru bulunmaktadır. Özellikle üretim koluna karar verilirken mevcut koşullar, yerel ve küresel ölçekte birçok açıdan detaylı bir şekilde değerlendirilmek zorundadır. Kârlı bir üretim için hangi üretim kolu veya kollarında faaliyet gösterilmesi gerektiği, tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde işletme özelliklerine en uygun yöntemlerin seçilmesi gibi temel yaklaşımlar bilimsel veriler ışığında yapılmalıdır. Amaçlanan doğrultuda bir tarımsal üretim için izlenmesi ve değerlendirilmesi gereken konular (Woods and Isaacs, 2000);

- Kârlılık,
- İstek ve öğrenme çabası,
- Üretimde kullanılacak her türlü kaynağın bilinmesi,
- Pazar koşullarının incelenmesi,
- Üretime ilişkin risk faktörlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- *Bilgi kaynaklarının doğru seçilmesi ve erişimi* şeklinde özetlenebilir.

Üretimin başlangıcından pazarlanmayı da içerisine alan aşamanın sonuna kadarki süreçte yukarıda sıralanan konuların birbiriyle bağlantılı şekilde ele alınması oldukça önemlidir. Her şeyden önce, tarımsal üretimin hangi ürünlerle sınırlı tutulacağı belirlenirken, geçmiş deneyimler ve/veya verilerden yararlanılma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu sayede üretim kârlılığı konusunda genel bir bilgi sahibi olmak mümkün olacaktır. Kârlılığın sorgulanması aşamasının ardından, üretimin her yönüyle planlanmasında, özellikle işletme sahibinin tecrübe ve bilgi eksikliklerinin bilinmesi ve bunları en doğru bilgi kanallarını kullanarak gidermesi önemli olmaktadır. Bu noktada, istek ve öğrenme çabası üreticide bulunması gereken genel özellikler olarak dikkat çekmektedir. Üretimde kullanılacak kaynakların ve işletme özelliklerine göre değişen kaynak kullanım kapasitesi ve şeklinin, üretimin gerekleri doğrultusunda ele alınması da oldukça önemli olan diğer bir konudur.

Özellikle üretim alanı ve işletme binalarından sonra en büyük gider yükünü oluşturan mekanizasyon yatırımlarının, işletme ihtiyaçlarına uyarlanmasında, piyasa ve bilimsel gerçekler dikkatlice ele alınmak zorundadır. Yukarıda bahsedildiği kapsamda, bir üretici için üretim koluna karar vermede ve başarılı bir üretim gerçekleştirmede önemli olduğu kadar, daha büyük ölçekte düşünüldüğünde, ülke tarımında politikalar oluşturmak amacıyla da kapsamlı ve gerçeği yansıtan veri tabanlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu tip veri tabanlarının oluşturulmasında bilişim teknolojilerinden yararlanılması tüm dünyada hızla gelişme gösteren bir konudur.

Bilişim teknolojilerinden yararlanırken, WEB teknolojisinin kullanımıyla, tarımsal bilgi sistemlerinden, farklı alanlardaki tarımsal problemlerin bilimsel, kurallara uygun ve etkin bir şekilde çözülmesinde yararlanmak mümkün olmaktadır (Ruixue, 2002).

Son yıllarda birçok araştırmacı, tarım işletmelerinde bilgisayar kullanımı ile işletmenin kârlılığı arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik araştırmalar yapmaktadır. Bu araştırmaların öncelikli çıkış noktası, tarımsal işletmelerde bilgisayar kullanım alanlarının belirlenmesidir. Nuthall (2004)'ın bildirdiğine göre, Yeni Zelandalı çiftçilerin bilgisayar satın alıp kullanma nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

- Girdi ve çıktılarının en uygun şekilde seçilmesi ve dolayısıyla kârlılığın artırılması,
- Vergi ayarlamaları ve bankalarla olan borç ilişkilerini düzenlemede harcanan zamanın azaltılması,
- Yönetimsel bilgilerin zamanında edinilmesiyle ilişkili olarak; planlama-gerçekleştirme-kontrol sürecinin etkin kontrolü,
- İnternet ağı üzerinden alım satım işlerinin kolay ve etkin organizasyonu ile danışmanlık ve muhasebe gibi hizmetlerin e-mail ile yürütülebilmesi,
- Üretimle ilgili diğer bütün paydaşlarla benzer platformu kullanarak etkin iletişimin mümkün olması.

Tarımsal bilişim, tarımsal üretim, araştırma vb. faaliyetlerden elde edilen bilginin toplanması, sınıflandırılması, depolanması, geri edinimi, analizi ve

yayınlanması işlemlerini konu edinen bir bilim dalıdır (Cebeci, 2003). Ülkemizde, tarımda bilgi ve iletişim teknolojileri (tarımsal bilişim) alanında son beş yıldan beri, özellikle elektronik kayıt sistemleri ve veritabanları başta olmak üzere bazı bilgi sistemi bileşenlerinin geliştirildiği ve e-devlet uygulamalarına geçiş gayretleri bakımından kayda değer bir hızlanma olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar ümit verici ve sevindirici olmakla birlikte, çalışmaların belirli bir plan ve/veya programlar çerçevesinde gerçekleştirilmemiş olması gelişmelerin düzensiz olduğunu göstermektedir (Zeren ve ark., 2006).

### 1.7. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Tarımsal üretim, gerek taşıdığı riskler gerekse ülkenin genel ekonomik yapısı içerisindeki yeri ve önemiyle, gelecekte ülke ekonomisinde alacağı yere ilişkin öngörülerle birlikte, özellikle kullanılan kaynakların etkinliğini arttırıcı yönde planlamaların yapılması ve önlemlerin alınması gereken bir üretim koludur. Günümüz koşullarında tarımsal üretimde amaçlanan, kaliteli, çevreye ve insan sağlığına duyarlı, yüksek getirili bir şekilde üretim yapmak ve üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Yapısal farklılıkları ve kullanılan kaynakların çeşitliliği nedeniyle, başarılı bir şekilde tarımsal üretim yapılabilmesi çok sayıda faktörün, işletme koşullarında en iyilenmesiyle mümkündür. Tarım sektörünün ekonomik gelişmedeki katkılarının artırılması, sektördeki verimlilik artışıyla mümkündür. Hemen her ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de uygulanan tarım politikalarının genel amacı, tarımı ülke için her bakımdan daha verimli hale getirmektir.

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılacak enerji analizleri tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanıp gruplandırılmasında önemli bir yaklaşımdır (Anonymous, 1999). Ayrıca, son yıllardaki sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda bir tarımsal üretim projesinin değerlendirilmesinde ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte incelenmektedir. Başka bir açıyla, herhangi bir tarımsal üretim kolunda birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji miktarı arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir gösterge ve bir kıyas

değeri olarak kullanılabilceğı gibi, çevresel duyarlılığın hızla arttığı günümüzde enerjinin etkin kullanımı açısından da önemli bir değerdir. Ayrıca, alternatif üretim teknikleri arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde birim alan başına maliyet ile birlikte göz önünde bulundurulması gereken önemli bir yaklaşımdır.

Tasarlanan tez kapsamında, tarımsal üretim sisteminde kullanılması olası girdilerin enerji karşılıklarının veri tabanında saklandığı, güncellendiği ve yine program içerisine yerleştirilen eşitlikler kullanılarak herhangi bir tarımsal üretim sistemine ait enerji girdi çıktı analizinin yapılabilceğı internet tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Ayrıca, geliştirilen yazılım kullanılarak Çukurova Bölgesi örneğinde 1. ürün mısır üretiminde enerji girdi-çıkta analizi, seçilen bir işletmeden elde edilen ve ölçülen işletmecilik değerleri dikkate alınarak yapılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılan enerji girdi-çıkıtı analizlerine ilişkin literatür taramalarından derlenen bilgiler aşağıda verilmiştir. Enerji girdi-çıkıtı analizlerine ilişkin literatür derlemesinin yanı sıra, tarımsal üretim ile ilgili geliştirilen WEB tabanlı yazılımlara ilişkin literatür bilgileri de ilerleyen bölümde sunulmuştur.

**Hetz (1992)** yaptığı bir çalışmada, Şili’de yetiştirilen önemli bazı ürünler için gerekli olan enerji gereksinimi ve etkinliğini belirlemiştir. Bu amaçla, 1984-1988 yılları arasında Şili’nin merkez güney bölgesinde, buğday, şekerpancarı, silajlık mısır, kuru fasulye, ayçiçeği ve patates üretim alanları üzerinde 233 üreticinin katılımıyla deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; kuru fasulye ve patates, sırasıyla 1200-1600 Mcal/ha ve 4890-7620 Mcal/ha enerji gereksinimi olduğu belirlenmiştir. Enerji etkinliği değerlerinin ise silajlık mısır için 12,6-17,5, yemeklik patates için ise 2,2-3,4 aralığında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda, bütün ürünler dikkate alındığında en büyük enerji tüketiminin %75’ten daha büyük bir payla yakıt ve gübre enerjileri toplamına ait olduğu bildirilmiştir.

**Singh ve ark. (1999)** yürüttükleri bir araştırmada, Hindistan’ın Pencap yöresinde, pamuk üretiminde enerji girdilerinin optimizasyonu konusunu incelemişler, toplam enerji girdileriyle verim farklılıkları arasındaki ilişkiyi matematiksel denklemlerle açıklanmaya çalışmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; tohum yatağı hazırlığı, sulama ve yabancı ot mücadelesi için harcanan enerjinin toplam enerji tüketimi içerisindeki payının %75 olduğu belirlenmiştir. Seçilen 4 farklı işletme büyüklüğü grubu için (<1 ha, 1-2 ha arası, 2-4 ha arası ve >4 ha) toplam enerji tüketim değerleri sırasıyla; 8 894, 10 393, 9 985 ve 11 342 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Pamuk üretiminde enerji oranı değerlerinin ortalama işletme büyüklüğüne bağlı olarak değişmekle birlikte, 9,8-12,0 (ort. 10,2) aralığında

değiştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, enerji girdilerindeki %1-3 oranındaki artışın pamuk verimini %6-8 arttırdığı saptanmış, pamuk verimindeki artışa neden olan en önemli enerji girdilerinin, toprak işleme, sulama ve ilaçlamayla ilgili olduğu saptanmıştır. Maksimum ve minimum makine kullanım enerji değerlerinin sırasıyla 309 MJ/ha (>4 ha işletme grubu) ve 192 MJ/ha (<1 ha işletme grubu) olduğu belirtilmiştir. İşletme büyüklüklerine göre değerlendirildiğinde, tohum kullanımından kaynaklanan enerji tüketimi değerleri arasında istatistiki önemde bir fark gözlenmediği de ayrıca vurgulanmıştır.

**Öztürk ve Barut (2005)**, Türkiye tarımında enerji kullanımı konulu çalışmalarında, 1990-2000 yılları arasındaki dönemde tarım sektöründe enerji kullanımını incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, dolaysız (*dizel yakıtı, elektrik*) ve dolaylı (*iş gücü, tarım alet ve makinaları, kimyasal gübre, tarımsal savaş ilaçları, sulama ve tohumluk üretimi*) enerji girdilerinin miktarları değerlendirilmiştir. Sonuçta, tarımda enerji kullanım etkinliğinin artırılabilmesi için gerekli değerlendirmeler yapılmış, Türkiye’de sektör bazında yapılan etütlerde teknolojik yenilemelere bağlı olarak yıllık tüketim bazında tarım sektöründen 17 600 TJ (0.4 MTEP) tasarruf sağlanmasının olanaklı görüldüğü bildirilmiştir.

**Gezer ve ark. (2003)** yürüttükleri bir araştırmada, Türkiye’de kayısı üretiminde enerji ve işgücü kullanımını araştırmışlardır. Dünya kurutulmuş kayısı pazarında Türkiye’nin %83’lük paya sahip olduğunun belirtildiği çalışmada, geleneksel yöntemlerle üretimi yapılan kayısıya ait enerji tüketim değerleri Malatya ili örneğinde incelenmiştir. Geleneksel yöntemlerle kayısı üretiminde; toplam enerji girdi miktarı, toplam enerji çıktı miktarı, enerji çıktı-girdi oranı ve net enerji oranı gibi hesaplamaların yapıldığı çalışma sonucunda yukarıda verilen sıraya göre, 22 341 MJ/ha, 75265 MJ/ha, 3,37 ve 2,37 değerleri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda ayrıca, yakıt girdisinin toplam enerji girdileri içerisinde en büyük paya sahip olduğu, yakıt girdisini, yapay ve doğal gübrelerin ve fungusitlerin izlediği ifade edilmiştir. Ayrıca, mekanizasyon düzeyinin düşük oluşuna bağlı olarak gübreleme, sulama ve hasat gibi işlemler nedeniyle işgücü enerjisinin de önemli bir yer tuttuğu

belirtilmiştir. Farklı üretim tekniklerinin uygulandığı kayısı üretimi verilerinin bulunmaması nedeniyle, toplam enerji tüketim değerleri üzerinden kıyaslama yapılamadığı da vurgulanmıştır.

**Özkan ve ark. (2004)** yaptıkları bir çalışmada, Antalya yöresinde sera ortamında yetiştirilen sebzeler için enerji girdi-çıkıtı analizleri yapmışlardır. Bu amaçla; domates, hıyar, patlıcan ve biber ürünlerinin seçildiği araştırmada, gerekli veriler 88 farklı işletmeden anket yoluyla toplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, seçilen dört ürün içerisinde en yoğun enerji kullanımının 134,77 GJ/ha lık değerle kabak üretiminde gerçekleştiği belirlenmiştir. Kabak üretimini sırasıyla, patlıcan ve biber üretiminde harcanan, 98,68 MJ/ha ve 80,25 MJ/ha lık değerler izlemiştir. Serada yetiştirilen domates, biber, hıyar ve patlıcan için enerji çıktı-girdi oranı değerleri ise sırasıyla; 1,26 0,99 0,76 ve 0,61 olarak tahmin edilmiştir. Çalışmanın diğer bir sonucuna göre, serada üretilen sebzelerde girdi kullanım yoğunluğunun artışının ürün verimini arttırmadığı belirtilmiştir. Ayrıca, girdi kullanım etkinliğinin yeni uygulamalarla artırılarak, toprak kirliliği ve küresel ısınma gibi sorunlara ek katkılarda bulunulmaması gerektiği ifade edilmiştir.

**Konak ve ark. (2004)** yaptıkları bir çalışmada, Konya koşullarında tane mısır üretiminde enerji bilançosunu incelemiştirlerdir. Bu amaçla, işletmede kullanılan alet-makine varlığı, ekonomik ömürleri, iş başarısı, yağ-yakıt tüketimleri ve makine ağırlıkları gibi temel veriler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, üretim girdileri içerisinde en yüksek payın gübre enerjisine ait olduğu, bunu sırasıyla tohum, alet-makine ve yağ-yakıt enerjilerinin izlediği belirlenmiştir. Çalışmada, benzer çalışmalardan farklı olarak, bölgede tane mısır üretiminde harcanan enerji kalemlerinin, ülkenin genel durumu ve dünyadaki bazı ülkelere göre kıyaslamaları da rakamsal olarak yer almıştır. Buna göre, bölgede %48,27 lik oranla önemli bir yer tutan gübre enerjisi girdisinin Türkiye’de %48,48, ABD’de ise %21 oranında tane mısır üretiminde pay sahibi olduğu belirtilmiştir. Tohum enerjisi girdisi üzerinden yapılan kıyaslamaya göre ise, bölgede belirlenen %18,18 lik değer ülkemiz genelinde %15,1, gelişmiş ülkelerde ise ortalama %7 civarında

olduğu ifade edilmiştir. Alet-makine enerjisi kullanımına göre, bölgede %10,49 lık pay, ülke genelinde %6,7, ABD’de ise %12,7 olduğu belirtilmiştir. Konya bölgesinde tane mısır tarımında belirlenen enerji çıktı-girdi oranı ise 3,68 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Türkiye genelinde 1990 yılı verilerine göre 3,66 olduğu belirtilen diğer bir konu olmuştur.

**Çanakçı ve ark (2005)** yaptıkları bir çalışmada; Türkiye’nin önemli tarımsal üretim merkezlerinden Antalya bölgesinde, buğday, pamuk, mısır ve susam olarak belirledikleri bazı tarla bitkileriyle, domates, kavun ve karpuz olarak seçtikleri bazı sebzelerin üretimine ait enerji girdi-çıkıtı analizleri yapmışlardır. Araştırmada kullanılan veriler, bölgesel özellikler dikkate alınarak, 9 farklı köyden toplam 102 üreticiden anket yoluyla elde edilmiştir. Üretim girdisi olarak enerji tüketim değerleri belirlenirken, doğrudan tarımsal işlemler ve mekanizasyonla ilişkili olarak (*DMET*) harcanan enerji değerleri ayrıca hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, domates üretimi için hesaplanan

17 629, 5 MJ/ha değeri, *DMET* girdilerinin en fazla olduğu üretim kolu olarak belirlenmiştir. Domates üretimini, 14 348,9 MJ/ha ile pamuk üretimi izlemiştir. Yine *DMET* ile ilgili olarak buğday üretiminde harcanan enerji girdisinin karşılığı ise 3735,4 MJ/ha olmuştur. *DMET* ile ilgili enerji gereksinimleri dikkate alındığında, en yüksek enerji tüketiminin, toplam içerisindeki %13,7-65,1 ve %26,3-40,4 lık paylarla tohum yatağı hazırlığı ve sulamada gerçekleştiği hesaplanmıştır. Buğday, pamuk, mısır, ikinci ürün susam, domates, kavun ve karpuz için hesaplanan özgül enerji tüketimi ve enerji oranı değerlerinin sırasıyla; 5,24 MJ/kg-2,8 11,24 MJ/kg-4,8 3,88 MJ/kg-3,8 16,21 MJ/kg-1,5 1,14 MJ/kg-0,7 0,98 MJ/kg-1,9 ve 0,97 MJ/kg-2,0 olduğu belirtilmiştir.

**Hatırlı ve ark. (2005)** yaptıkları bir çalışmada, 1975-2000 yılları arasında Türkiye tarımında, enerji girdileri ve formlarının çıktı üzerinde yarattığı etkiler araştırılmıştır. Hayvansal ürünler dışında seçilen 104 farklı ürünün çıktı düzeyleri tahıl eşdeğerleri üzerinden belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 1975 yılında 19,6 GJ/ha olan toplam enerji tüketiminin 2000 yılında 45,7 GJ/ha değerine

yükseldiği belirlenmiştir. Çıktı olarak toplam enerji değerlendirmesi yapıldığında 1975 yılında 27,1 GJ/ha değerinin 2000 yılında 39,1 GJ/ha olarak gerçekleştiği hesaplanmıştır. Enerji etkinliği göstergeleri, girdi-çıktı oranı gibi değerlerde azalmalar olduğu ifade edilmiştir. Araştırmanın diğer bir sonucu ise, yenilenemeyen, doğrudan ve dolaylı enerji formlarının çıktı düzeyi üzerinde olumlu etki yaptığı ayrıca, incelenen dönemde tarımda yenilenemeyen enerji kullanım miktarının oransal olarak artış gösterdiği belirtilmiştir. Etkin olmayan enerji kullanımının Türk tarımında çevresel problemlere ve küresel ısınmaya neden olacağı, karar vericilerin yeni politik yaklaşımlarla tarımda sürdürülebilirliğe ve etkin enerji kullanımına önem vermeleri gerektiği vurgulanan diğer konular olmuştur.

**Yılmaz ve ark. (2005)** yaptıkları bir çalışmada, pamuk üretiminde birim üretim alanı başına doğrudan ve dolaylı enerji kullanım değerleriyle, girdi maliyetlerini karşılaştırmışlardır. Bu değerlendirmeler yapılırken işletme boyutları da dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, 65 farklı üreticiden yüz yüze anket yöntemiyle toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, pamuk üretiminde toplam enerji tüketimi değerinin 49,73 GJ/ha olduğu, toplam enerji tüketimi içerisinde dizel yakıtından kaynaklanan enerji tüketiminin oransal olarak %31,1 olduğu belirlenmiştir. Enerji tüketimi yoğunluğunda dizel yakıtını gübre ve makine enerjisi izlemektedir. Enerji çıktı-girdi oranı ve enerji etkinliği değerleri üzerinden yapılan hesaplamalara göre ise sırasıyla 0,74 ve 0,06 kg/MJ değerleri elde edilmiştir. Maliyet hesapları sonuçlarına göre, bir kg pamuk tohumu başına elde edilen net kârın üretim maliyetlerini karşılamadığı belirlenmiştir. Araştırmada incelenen büyük boyutlu işletmelerde, enerji etkinliği ve ekonomik performans açısından daha başarılı olduğu araştırma sonuçlarında vurgulanan bir diğer konu olmuştur.

**Öztürk ve ark. (2006)**, yaptıkları bir çalışmada ikinci ürün mısır üretiminde dört farklı toprak işleme yöntemi için enerji girdi-çıktı analizleri yapmışlardır. Uygulamalar; anızda ve anızsız minimum toprak işleme ile yine anız üzerinde ve anızsız geleneksel toprak işleme uygulamaları olarak seçilmiştir. Çalışma kapsamında; ikinci ürün mısır üretiminde girdi olarak kullanılan makine,

gübre, tohum, sulama suyu, ve kimyasalların enerji eşdeğerleri üzerinden birim alan için tüketilen enerji miktarları hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, anızsız toprak yüzeyinde minimumum toprak işleme ( $MTI_{anızsız}$ ) uygulamasıyla, anızlı toprak yüzeyinde yapılan geleneksel toprak işleme ( $GTI_{anız}$ ) uygulamalarına kıyasla %53,7 oranında daha az makine ve yakıt enerjisi tüketildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, mısır üretiminde  $GTI_{anız}$  uygulamasında hesaplanan toplam enerji tüketim değerinin 20 608 MJ/ha,  $MTI_{anızsız}$  uygulamasıyla ise toplam enerji tüketimi değerinin 19 102 MJ/ha olduğu belirlenmiştir. Ürün verimi dikkate alınarak yapılan enerji çıktı/girdi oranı değerlendirmelerine göre;  $GTI_{anız}$  ve  $MTI_{anızsız}$  uygulamaları için sırasıyla 6,6 ve 7,6 değerleri elde edilmiştir. Araştırmanın diğer bir sonucuna göre, farklı toprak işleme uygulamalarının bitki sıklığını istatistiki anlamda etkilemediği, buna karşın ürün veriminin uygulama farklılığından istatistiki olarak etkilendiği bildirilmiştir.

**Hatırlı ve ark. (2006)** yürüttükleri bir çalışmada, Antalya ilinde serada domates üretiminde enerji kullanım durumu ile ürün verimi ve enerji girdileri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Veriler, yüz yüze anket çalışmalarından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tüketilen toplam enerjinin %34,35'inin dizel yakıtından, %27,59'unun gübrelerden, %16,01'inin elektrik tüketiminden, %10,19'unun kimyasal kullanımından %8,64'ünün ise işgücünden kaynaklandığı belirlenmiştir. Verilerin toplandığı işletmelerden elde edilen sonuçlara göre, ortalama ürün verimi ve enerji tüketimi değerlerinin sırasıyla 160 000 kg/ha ve 106716,2 MJ/ha olduğu saptanmıştır. Yine çalışmanın sonuçlarına göre; enerji çıktı-girdi oranı, özgül enerji tüketimi ve enerji etkinliği değerleri ise sırasıyla 1,2, 12380,3 MJ/ha ve 0,09 kg/MJ olarak hesaplanmıştır. Diğer bir sonuca göre, küçük boyutlu işletmelerin, çıktı-girdi oranı değerlendirmesine göre büyük boyutlu işletmelere kıyasla enerjiyi daha etkin kullandıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca, Türk seracılık sektörünün büyük oranda fosil kaynaklı yakıtlara bağlı olduğunu vurgulamışlardır

**Esengün ve ark. (2007)**, Tokat ilinde açık alanda domates üretiminde enerji girdi-çıkıtı ve gider analizi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Verilerin, 98 farklı üreticiden anket yoluyla toplandığı çalışmada, açık alanda domates yetiştiriciliğinde ortalama enerji tüketimi değerinin 96957,36 MJ/ha olduğu belirlenmiştir. Tüketilen toplam enerjinin %42 si dizel yakıtından, %38 ise gübre ve tarım makinalarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Domates üretiminde enerji çıktı-girdi oranı 0,80 enerji etkinliği değeri ise 1,00 kgMJ/ha olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda ayrıca, toplam enerji tüketiminin %76 sının yenilenemeyen enerji kaynaklarından karşılandığı belirtilmiştir. Bunun bir sonucu olarak, yoğun gübre kullanımının domates verimini önemli ölçüde arttırmasının yanı sıra, çevresel sorunlara neden olduğu, domates üretimi yapan bu işletmelerde ulusal kaynakların bozunmasına neden olacak uygulamalardan yeni üretim politikalarıyla kaçınılması gerektiği vurgulanmıştır.

**Esengün ve ark. (2007)**, Malatya ilinde kurutulmuş kayısı üretiminde, enerji girdi-çıkıtı miktarı üzerinden enerji kullanım etkinliğinin değerlendirildiği ve ekonomik analizlerin yapıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada kullanılan veriler, yüz yüze anket yöntemiyle 97 farklı üreticiden elde edilmiştir. Araştırma popülasyonunu oluşturan işletmeler, büyüklüklerine göre 0,1-3,0 ha (66 adet) ve 3,0 ha'dan büyük işletmeler (31 adet) olarak iki farklı gruba ayrılmıştır. İlk ve ikinci grup işletmelerde toplam enerji tüketimi değerlerinin sırasıyla, 28647, 03 MJ/ha ve 17884,72 MJ/ha olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, ilk grup işletmelerde enerji çıktı-girdi oranı ve enerji etkinliği değerlerinin sırasıyla 1,24 ve 0,24, ikinci grup işletmeler için aynı değerlerin yine sırasıyla 1,31 ve 0,25 olduğu hesaplanmıştır. Ekonomik analiz sonuçlarına göre, gelir-gider oranı değerlerinin birinci ve ikinci grup işletmeler için sırasıyla, 1,11 ve 1,19 net kâr değerlerinin ise yine sırasıyla 414,51 USD/ha ve 495,51 USD/ha olduğu hesaplanmıştır. Araştırmanın diğer bir sonucuna göre, her iki grup tarım işletmelerinde de toplam enerji giderlerinin 3/4'ünün yenilenemeyen enerji kaynaklarından 1/3'ünün ise yenilenebilir enerji kaynaklarından kaynaklandığı saptanmıştır. Bunlara ek olarak, çalışmanın sonuç bölümünde, kurutulmuş kayısı üretiminde, enerji tüketim

etkinliğinin arttırılmasına yönelik yayım hizmetlerinin geliştirilmesi gerektiği ve çevreci tarımsal uygulamalara yönelmesi gerektiği vurgulanmıştır.

**Khater ve ark. (2008)**, 2006-2007 üretim sezonunda farklı arpa verimi değerleri ve farklı toprak koşullarında; toprak işleme ve sulama uygulamalarının enerji tüketimine etkilerinin ortaya konulması amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Arpa üretiminde yararlanılan mekanizasyon düzeyinin toprak özelliklerinin ve arpa veriminin iyileştirilmesine katkısının olduğu belirlenen araştırma sonucunda, toplam enerji tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Arpa üretimi için seçilen beş farklı tarımsal mekanizasyon uygulaması için enerji tüketimi hesaplamaları yapılmıştır. Bunun sonucunda, alet-makine kullanım yoğunluğuna bağlı olarak 6 farklı uygulama için enerji tüketimi değerlerinin, toplam makine enerjisi kriteri dikkate alındığında; *509,61 MJ/ha* ile *1213,09 MJ/ha* değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; en düşük toplam makine enerjisi tüketimi değerinin, *509,61 MJ/ha* ile toprak işlemez, mekanik ekim ve mekanik hasat uygulamasına ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam makine enerjisi tüketimi değerinin ise; *1213,09 MJ/ha* ile çizelle toprak işleme (*iki kez*), tesviye, mekanik ekim ve mekanik hasattan oluşan uygulama kombinasyonuna ait olduğu saptanmıştır. Toplam makine enerjisi karşılaştırmasına ilaveten, arpa üretimi için seçilen 6 farklı uygulama için sulama enerjisi değerleri de hesaplanmıştır. Farklı toprak işleme uygulamalarının yakıt tüketimi, güç gereksinimi ve giderler üzerindeki etkisi de araştırma kapsamında incelenen diğer konular olmuştur.

Tarımsal alanda WEB tabanlı geliştirilen yazılımlara ilişkin bazı literatür derlemeleri aşağıda verilmiştir.

**Potter ve ark. (2000)** geliştirdikleri WEB tabanlı bir yazılımla, Kuzey Amerika'da ormanlık alanlarda büyük zararlara yol açan bir zararlı hakkında üreticileri yönlendirmek üzere bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Yazılımın kullanılmasıyla, söz konusu zararlının, özellikleri verilen bir ormanlık alandaki olumsuz etkilerinin tahminlenmesi amaçlanmıştır. Risk düzeyinin

sınıflandırılmasında, bugüne kadar yaşanmış bütün tecrübelerin bir toplamı olarak “*if-then*” kalıbına uygun sorgulamalarla sonuç elde edilmesi amaçlanmıştır.

**Jensen (2001)** yaptığı bir çalışmada, tarla bitkileri üretiminde önemli bir sorun olan çeşit seçimi konusunda farklı kaynaklardaki bilgileri bir WEB sayfasında toplamayı amaçlamıştır. Danimarka’da yetiştirilme olasılığı bulunan bütün tarla bitkilerine ilişkin güncel bilgilerin yer aldığı veri tabanından yararlanarak yetiştirilecek ürün hakkında verilecek kararların çok daha doğru olabileceği belirtilmiştir. Geliştirilen WEB tabanlı sistem, farklı düzey ve çeşitte bilgiye ihtiyaç duyan üretici ve tarım danışmanlarının kullanımına yönelik hazırlanmıştır. Basit yapılı olarak geliştirilen kullanıcı ara yüzü veri tabanına bağlantılı sorgulamalar için farklı teknik bilgi düzeyindeki kullanıcılar için uygun yapıda hazırlanmıştır. Sorgulamalar sonucunda, seçilmesi olası tarla bitkileri çeşitleri için karşılaştırmalı bilgilerin bulunduğu sonuç ekranı WEB tabanlı yazılımın diğer önemli bir özelliği olarak belirtilmiştir.

**Thomson ve Willoughby (2004)** geliştirdikleri WEB tabanlı bir uzman sistem yazılımıyla, çiftlik ormanlarında yılın farklı dönemlerinde bitki çeşidi ve yabancı ot durumuna bağlı olarak farklı herbisit seçimi ve uygulamalarının etkinliği konusu üzerinde durmuşlardır. Veri tabanına yerleştirilen her bir herbisit için farklı durumlar için uygunluğu bir indeks değeri üretilerek değerlendirilmektedir. Bu indeks değeri üretilirken, yabancı ot çeşidi, uygulama miktarı, seçilen herbisit çevreye olan etkileri ve maliyet değerlendirmesi birlikte yapılmıştır. Programda, bilgi tabanı, koşul değerlendirmesi, kullanıcı arayüzü gibi ana bölümler bulunmaktadır. Yazılım kapsamında, kullanıcı arayüzünden yararlanılarak, kullanıcı tarafından detaylı sorun tanımlaması yapılmakta, bilgi tabanında yer alan yabancı ot ve diğer detaylı bilgiler kullanılarak, farklı durumlar için farklı senaryoların üretildiği koşul değerlendirmesi bölümünden öneriler sunulmaktadır. Geliştirilen bu tip yazılımlar sayesinde, konu hakkında detaylı bilgiye sahip olmayan kişiler için oldukça faydalı ve uygulanabilir bilgi kümeleri elde edilebilmektedir.

**Ellis ve ark. (2005)** yaptıkları bir çalışmada, ABD'nin güneydoğusunda alan kullanım stratejileri içerisinde önemli bir alternatif olarak değerlendirilen tarımsal amaçlı orman planlamasına ilişkin WEB tabanlı bir yazılım geliştirmişlerdir. Arazi sahipleri ve yayım uzmanları için gerekli olan; ağaç ve çalı türlerine ve özel alanlar için coğrafik bilgi kümelerine ilişkin bilgiler yazılım içerisinde değerlendirilmiştir. Geliştirilen karar destek sistemiyle, seçilen bölge için topoğrafya, hidroloji, toprak ve alan kullanımı gibi yersel bilgilerle bağlantılı olarak uygun çeşitlerin uygun bölgeler için önerilmesini sağlayacak “*on-line*” erişimli bir sorgu mekanizması oluşturulmuştur. Sistemin güncelleştirmelerle bir planlama aracı olarak etkin bir şekilde kullanımının mümkün olduğu da vurgulanmıştır.

**Duan ve ark. (2005)** yürüttükleri bir araştırmada, WEB tabanlı uzman sistemlerin yararları ve sorunları konusu üzerinde durmuşlardır. Çalışma sonucunda yapılan saptamalara göre; internet veri tabanlarının kullanımının ve WEB tabanlı etkileşim ile büyük miktarlardaki bilgi kümelerinin saklanması için etkin bir yol olduğu belirtilmiştir. WEB tabanlı sistemlerin yaygınlaşıp doğru kararların uygulamaya aktarılmasında etkin bir araç olarak kullanılabilmesi için daha fazla sayıda bilgi mühendislerine ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir. İnternet erişim hızının, daha karmaşık uygulamalar için özellikle gelişmekte olan ülkelerde bir kısıt olduğu vurgulanmıştır. Bunlara ilaveten, uzman sistemlerin sınırlı esnek sorgulama yapısının ve bilgi tabanı kısıtları nedeniyle WEB tabanlı etkileşimli sorgulamalarla daha yararlı hale getirilebileceği bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Tez çalışmasında kullanılan materyaller;

- Geliştirilen WEB tabanlı yazılımın hazırlanmasında kullanılan programlama ve veri tabanı dilleri ile yazılımın üzerinde geliştirildiği donanım ve

- Enerji analizlerinde kullanılacak WEB tabanlı yazılımın test edilmesi ve tez içeriğinin zenginleştirilmesinde örnek uygulama olarak seçilen birinci ürün mısır üretimine ait bir işletmeden ölçülmüş ve sorgulanmış veri kümesidir.

##### 3.1.1. Donanım ve Yazılım Özellikleri

Yazılımın geliştirilmesinde kullanılan bilgisayar, Intel Core 2 Duo işlemcili, 1 GB RAM'i olan 80 GB hard diske sahip bir kişisel bilgisayardır. Kullanılan işletim sistemi, Microsoft firmasının ev ve ofis kullanıcıları için geliştirdiği Windows Vista Business işletim sistemidir. Aynı zamanda platformun istemci-sunucu tabanlı çalışması için gerekli olan *Internet Information Server* adlı WEB hizmet servisi de kurulmuştur.

İnternet ortamında, girilen verilerin farklı özelliklere göre sorgulanacağı ve yeni verilerin eklenebileceği söz konusu sayfanın tasarımında, HTML (Hyper Text Meta Language-*Zengin Metin İşaret Dili*) kodları ve ASP (Active Server Pages-*Etkin Sunucu Sayfaları*) teknolojisi kullanılmıştır. HTML, sayfanın çatısını oluşturmak, izleyiciye anlaşılır bir arayüz sunmak ve internet tarayıcılar tarafından düzenli bir şekilde görüntülenmesi sağlamak için kullanılan kodlar bütünü ifade etmektedir (Ginsburg and December, 1997). Kullanıcı arayüzü tasarlanırken, HTML'ye ek olarak, metin ve görünümle ilişkili format oluşturmada daha geniş seçeneklere sahip olan CSS (Cascading Style Sheets-*Basamaklı Stil Şablonları*) uygulamasından da yararlanılmıştır (Pekgöz, 2000).

Enerji analizleri için gerekli bütün verilerin saklandığı ve veri tabanında bulunmayan yeni verilerin yazılıma eklenmesi amacıyla, büyük ölçekli bir veri tabanı yönetim sistem yazılımı olarak sınıflandırılan ve bir Microsoft ürünü olan, etkileşimli

MS SQL Server 2005 adlı veri tabanı yazılımı kullanılmıştır. Veri tabanı ile bağlantılı olarak kullanıcı seçimleri doğrultusunda verilerin görüntülenmesi için kodlar, ASP teknolojisi içerisinde JavaScript ve C# programlama dilleriyle yazılmıştır (Demirkol, 2001).

Geliştirilen WEB tabanlı yazılım, gerek tasarlanma aşamasında, gerekse kullanımı aşamasında, Internet Explorer yazılımı üzerinde test edilmiştir. Ayrıca Netscape, Mozilla ve Opera gibi diğer popüler tarayıcılar ile de görünümü ve işlevselliği denenmiştir.

### 3.1.2. Üretici Anketi

Geliştirilen WEB tabanlı yazılımda örnek enerji analizi yapmak üzere, Adana yöresinde birinci ürün mısır yetiştiren üreticilerle yüz yüze görüşme yöntemine göre anket yapılmıştır. Sağlıklı veri alınabileceği düşünülen 30 üreticiden elde edilen veriler, örnek işletme seçiminde değerlendirilmiştir. Uygulanan Anket örneği, EK-1'de verilmiştir.

## 3.2. Yöntem

Tez kapsamında izlenen yöntemler ayrı başlıklar halinde değerlendirilmeden önce aşamaları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

1. Geliştirilecek WEB tabanlı yazılımın test edilmesi için örnek bitkisel üretim kolunun seçilmesi,
2. Seçilen bitkisel üretim koluna ait üretim işlemlerinin belirlenmesi amacıyla anket hazırlığı,
3. Hazırlanan anketin Adana yöresinde uygulanması,
4. Uygulanan ankette elde edilen verilerin gruplandırılarak derlenmesi,
5. WEB tabanlı yazılımın tasarımı ve geliştirilmesi,
6. Anket verilerinin WEB tabanlı yazılıma girilip enerji etkinliği hesaplanmalarının yapılması ve sonucun rapor haline getirilmesi.

### 3.2.1. Seçilen Bitkisel Üretim Kolu İçin Anket Uygulaması ve Değerlendirmesi

Yaygın üretimi ve yoğun girdi kullanımı nedeniyle Adana yöresinde birinci ürün mısır üretimi üzerine bir anket hazırlanmıştır. Adana yöresinde birinci ürün mısır yetiştiren üreticilere uygulanan anket kapsamında, işletmenin ve işletme sahibinin genel özelliklerinin yanı sıra, mısır üretim işlemleri detaylı olarak sorgulanmıştır. Hangi dönemde hangi işlemin kaç kez hangi ekipmanla uygulandığı, kullanılan traktör ve alet-makinelerin genel özellikleri, ayrıca işlem süresi, bu sürede harcanan yağ yakıt miktarı da belirlenen diğer parametreler olmuştur.

Ön çalışmayla üretim sezonundan önce görüşülen 30 adet işletme içerisinde, enerji analizlerinde gerekli olan işletmecilik parametrelerinin arazide ölçüm yoluyla belirlenebilmesi için tüm işletmeleri temsil edecek bir adet örnek işletme seçilmiştir. Seçilen örnek işletmenin, 30 farklı işletmede birinci ürün mısır üretimi için yıl boyunca uygulanan üretim işlemlerini temsil edecek özelliklerde olmasına dikkat edilmiştir. Bununla birlikte, yapılan incelemelerde, birinci ürün mısır üretiminde yıl boyunca yapılan üretim işlemleri arasında önemli farklılıklar olmadığı belirlenmiştir.

Geliştirilen WEB tabanlı yazılımda, enerji etkinlik analizlerinin yapılması amacıyla, sadece örnek işletmeden elde edilen veriler kullanılmıştır. Adana yöresinde birinci ürün mısır üretimi yapan ve anketle veri toplanan diğer işletmeler tez kapsamında hesaplama amacıyla kullanılmamıştır. Diğer bir ifadeyle, işletmeler arasında enerji tüketimi ve enerji etkinliği karşılaştırması amaçlanmamıştır.

WEB tabanlı yazılımda kullanılacak örnek işletmeye ait işletmecilik verileri, arazide ölçüm yoluyla belirlenmiştir. İşletmecilik verilerine ilişkin hesap yöntemleri izleyen bölümde verilmiştir.

### 3.2.2. Örnek İşletmede İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi

Birinci ürün mısır üretiminde, toprak hazırlığından hasat sonuna kadar geçen sürede, enerji girdi-çıkışı analizleri için gerekli verilerin elde edilmesine yönelik olarak ölçülen temel işletmecilik verileri; *tarla çalışma hızı (km/h, tarla etkinliği, gerçek alan kapasitesi (ha/h) ve yakıt tüketimi (l/ha)* değerleridir.

### 3.2.2.1. Tarla Çalışma Hızının Ölçülmesi

Bir makinanın tarla çalışma hızı, makinanın tarlada aktif çalışma periyodundaki ortalama hareket hızıdır. Bir tarım makinasının ortalama çalışma hızı, çalışma sırasında 20 saniyelik bir sürede alınan yolun tekrarlı olarak ölçülmesiyle veya 20-25 metrelik bir çalışma yolundaki hareket süresinin ölçülmesiyle belirlenebilir (Işık, 1988). Bu çalışmada, ortalama tarla çalışma hızları 25 metrelik mesafenin katedilme süresi kronometre ölçümleriyle 5 tekerrürlü olarak belirlenmiştir.

### 3.2.2.2. Tarla Etkinliğinin Ölçülmesi

Bir tarım makinasının gerçek alan kapasitesinin, teorik alan kapasitesine oranı olarak ifade edilen bu değer, tarladaki zaman kayıplarını ve makine genişliğinin tamamının kullanılma başarısızlığını içerir. Tarla etkinliği değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir (Işık, 1988).

$$e = \frac{T_a}{T_t} \quad (3.1)$$

Eşitlikte:

e : Tarla etkinliği değeri, *ondalık*,

T<sub>a</sub> : Birim alandaki aktif çalışma zamanı, *h/ha*,

T<sub>t</sub> : Birim alandaki toplam tarla çalışma zamanı, *h/ha*

Tarla çalışmalarında, tarla etkinliğinin belirlenebilmesi için eşitlikte yer alan bazı zaman ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Bu amaçla, birim alanda aktif çalışma zamanı (*makinanın toprak veya bitki içerisinde aktif olarak çalıştığı süre*) ve toplam tarla zamanının ölçülmesi yeterlidir. Ölçülen aktif çalışma zamanının tarla zamanına oranı, tarla etkinliği değerini vermektedir. Bu çalışmada, toplam tarla zamanı ve aktif çalışma zamanları her bir işlem için ayrı ayrı ölçülüp kaydedilmiş ve en az üç değerlerin ortalaması olarak tarla etkinliği değerleri hesaplanmıştır.

### 3.2.2.3. Gerçek Alan Kapasitesinin Hesaplanması

Birim zamanda yapılan iş miktarının ifade edilmesinde gerçek tarla kapasitesi değerinden yararlanılmaktadır. Enerji analizlerinde, işgücü gereksiniminin belirlenmesi içinde gerekli olan gerçek tarla kapasitesi değeri, yukarıda esasları açıklanan parametrelerin ve gerçek iş genişliği değerlerinin kullanılmasıyla aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Işık, 1988).

$$GAK = W \times S \times e \times 0,1 \quad (3.2)$$

Eşitlikte:

GAK : Gerçek alan kapasitesi, *ha/h*,

W : Kullanılan makinenin aktif iş genişliği, *m*,

S : Ortalama tarla çalışma hızı, *km/h*,

e : ortalama tarla etkinliği değeri, -

### 3.2.2.4. Yakıt Tüketimi Değerlerinin Belirlenmesi

Birinci ürün mısır üretiminde seçilen örnek işletmede uygulanan tarımsal işlemlerde harcanan yakıt enerjisinin hesaplanabilmesi için yakıt tüketimi değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, üretim yapılan arazi üzerinde 100 metrelik mesafe için en az 3 tekerrürlü olmak üzere traktör deposuna eksilen kadar yakıt ekleme yöntemiyle yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$YT = \frac{EksYM}{W \times 100} \times 10000 \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

YT : Birim alanda tüketilen yakıt miktarı, *l/ha*,

EksYM: Traktör deposundan eksilen yakıt miktarı, *l*,

100 : Ölçüm yapılan mesafe, *m*.

Hesaplamalarda dizel yakıt enerji eşdeğeri, 47,8 MJ/l alınmıştır (Öztürk ve ark., 2006).

### 3.2.3. Enerji Girdi-Çıktı Analizleri İçin Veri Tabanı Bilgileri

Tarımsal üretim işlemlerinde enerjinin etkin kullanımı, her türlü üretim kaynağından etkin yararlanılması dolayısıyla işletmenin ekonomik kazancı ve çevresel duyarlılıklar açısından oldukça önemlidir. Bitkisel üretimle uğraşan herhangi bir işletmede enerjinin ne derecede etkin kullanıldığını yorumlayabilmek için gerekli olan enerji etkinliği değerlerinin hesaplama esasları verilmeden önce, enerji içeriği karşılıklarıyla birlikte enerji tüketimine neden olan etmen ve uygulamalar kısaca özetlenmiştir.

Tarımda enerji kullanımı iki grupta incelenir (Öztürk ve Barut, 2005):

- 1) *Doğrudan enerji kullanımı*: elektrik, yakıt, yağ, kömür, petrol ürünleri, doğal gaz, biokütle vb enerji girdileri
- 2) *Dolaylı enerji kullanımı*: insan ve hayvan iş gücü, tarım alet ve makinaları, kimyasal gübre, tarımsal savaş ilaçları, sulama ve tohumluk üretimi için tüketilen enerji miktarı

#### 3.2.3.1. Tarımda Doğrudan Enerji Girdileri

Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen başlıca doğrudan enerji formları; elektrik, kömür, petrol ürünleri, doğal gaz ve biyokütle enerjisidir. Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen doğrudan enerjiler arasında, elektrik ve tarım alet ve makinalarında kullanılan yağ ve yakıt enerjisi değerleri önemli yer tutmakta ve yeterli doğrulukta belirlenebilmektedir. Çalışma kapsamında yakıt tüketim miktarının nasıl belirlendiği (3.3) eşitliğinde açıklanmıştır. Yağ tüketimi ise genel kabul görmüş aşağıdaki eşitlik kullanılarak tahmin edilmiştir. Hesaplamalarda yağın enerji eşdeğeri 42,5 MJ/l alınmıştır (Öztürk ve ark., 2006)

$$YağT = 0,004 \times Pt \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

YağT : Yağ tüketimi, l/h,

Pt : Kullanılan traktörün motor gücü, kW.

### 3.2.3.2. Tarımda Dolaylı Enerji Girdileri

#### 3.2.3.2.1 İnsan İşgücü

Tarımsal işlemlerde kullanılan insan işgücüne ilişkin enerji tüketiminin hesaplanmasında, çalışma süresi esas alınır. İnsan işgücü ile değişik tarımsal işlemlerin yapılması sırasında gerçekleşen enerji tüketimi değerlerinden bazıları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İnsan İşgücü İle Değişik Tarımsal İşlemlerin Yapılması Sırasında Gerçekleşen Enerji Tüketimi Değerleri (Uzmay, 1984)

Yapılan İş	Enerji Tüketimi (kJ/dakika)
Kazma veya kürekle çalışma	25.12
Sap bağlama	30.56
Sap taşıma	21.35
Sapı dövücüye yedirme	24.28
Bağlı sapı tarım arabasına yükleme	23.44
Pancarı tarım arabasına yükleme	23.44
Hayvan ile sürme	24.70
<b>Makina ile sürme</b>	<b>17.58</b>
Düz yolda yürüme (Hız = 5.5 km/h)	23.44
Tarlada yürüme (Hız = 5.3 km/h)	31.81
20 kg yükü omuzda taşıma	15.07
El ile çalışma	5.02
Çift kol ile çalışma	6.28-12.56
Vücut ile çalışma	10.26-48.14

Tarım makinalarını kullanan operatörlerin birim alan başına harcadıkları enerji hesaplanmadan önce birim alanda işlemin tamamlanması için harcadıkları süre basit bir dönüşümle belirlenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlik yazılabilir. Elde edilen dönüşüm Çizelge 3.1’de yer alan “makine ile sürme” karşılığı olan 17,58 kJ/dakika değeri ile çarpılmıştır. Sulama işçiliği için ise 27 MJ/ha enerji tüketim değeri alınmıştır (Konak ve ark., 2004)

$$B\check{C}S = \frac{1}{GTK} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

BÇS : Birim operatör çalışma süresi, h/ha,

GAK : Makinenin hesaplanan gerçek tarla kapasitesi, ha/h

### 3.2.3.2.2 Tarım Alet ve Makinaları

Tarımsal üretim işlemlerinde kullanılan farklı tarım alet ve makinalarının; üretim, onarım ve bakım işlemleri sırasında doğrudan ve dolaylı enerji tüketimi gerçekleşir. Çalışmada makine üretim enerjisinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Konak ve ark., 2004).

$$M\check{I}E = \frac{G \times E}{t \times GTK} \quad (3.6)$$

Eşitlikte;

MİE : Makine imalat enerjisi, *MJ/ha*,

G : Traktör veya ekipmanın kütlesi, *kg*,

E : Traktör veya makinenin imalatı için gerekli enerji, *MJ/kg*.

t : Kullanılan makinenin ekonomik ömrü, *saat*.

İmalat enerjisi hesaplamaları, işletmede kullanılan traktör ve makineler için ayrı ayrı yapılmıştır. (3.4.) eşitliğindeki E değeri, traktörler için *158,5 MJ/kg*, diğer makine ve ekipmanlar için *121,3 MJ/kg* olarak alınmıştır (Konak ve ark., 2004).

### 3.2.3.2.3 Tohumluk Enerjisi

Mısır tohumunun birim alan başına enerji eşdeğeri hesaplanırken *15,7 MJ/kg* değeri kullanılmıştır. Çıktı enerjisi olarak ise *14,7 MJ/kg* değeri dikkate alınmıştır (Çanakcı ve ark., 2005). Hasat edilen mısırın danesi dışında kalan diğer aksamlarına ait enerji eşdeğeri *3,8 MJ/kg* olarak alınmıştır (Öztürk ve ark., 2006).

### 3.2.3.2.4 Kimyasal Gübre Enerjisi

Tarımsal üretimde kullanılan kimyasal gübrelerin enerji eşdeğeri, gübre üretim işlemlerinde kullanılan bütün girdilerin enerji eşdeğerlerinden hesaplanmaktadır. Kimyasal gübrelerdeki saf maddenin üretimi için enerji tüketimi değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir (Singh, 1997; Çanakçı ve ark., 2005).

Çizelge 3.2. Kimyasal Gübrelerin Enerji Eşdeğerleri

<b>Kimyasal Gübreler</b>	<b>Enerji Eşdeğeri (MJ/kg)</b>
Azot	60.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.1
K <sub>2</sub> O	6.70
Üre	36.61

### 3.2.3.2.5 Kimyasal İlaç Enerjisi

Tarımsal savaş ilaçlarının enerji eşdeğeri, bu ilaçların üretimi sırasında tüketilen enerji değerlerinden oluşur. Kimyasal ilaçların üretimi için enerji tüketimi değerleri Çizelge 3.3’te verilmiştir (Öztürk ve Barut, 2005).

Çizelge 3.3. Kimyasal İlaçların Enerji Eşdeğerleri

<b>Kimyasal İlaçlar</b>	<b>Enerji Eş Değeri (MJ/kg)</b>
Herbisitler	238
İnsektisitler	199
Fungusitler	92

Bazı kaynaklarda, kimyasal ilaçların cinsine bağlı olarak farklılık gösteren eşdeğer enerji değerleri ihmal edilerek, ortalama bir değer olarak *120 MJ/kg* değerinin kullanıldığı bildirilmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan hesaplamalarda *120 MJ/kg* değeri kullanılmıştır.

### 3.2.3.2.6 Sulama Enerjisi

Tarımsal üretimde sulama işlemlerinde enerji tüketimi, doğrudan ve dolaylı enerji tüketimlerinden oluşur. Sulama motor ve pompalarının işletilmesinde kullanılan yakıt ve elektrik enerjisi, sulama işleminde doğrudan enerji tüketimini oluşturur. Sulamada dolaylı enerji girdisi, sulama işleminde kullanılan motor ve pompaların üretiminde tüketilen toplam enerji miktarıdır. Ayrıca, sulamayı kontrol eden işgücünün harcadığı enerji de bir diğer dolaylı enerji tüketim unsurudur. Çalışma kapsamında, sulama için herhangi bir enerji makinesinden yararlanılmamıştır. Bu nedenle sulama için harcanan toplam enerji değeri; işgücü ve sulama suyunun sahip olduğu enerji değeri olarak dikkate alınmıştır. Sulama suyu enerjisi  $0,63 MJ/m^3$  olarak alınmıştır (Konak ve ark.,2004; Öztürk ve Barut, 2005)

### 3.2.4. Enerji Etkinliği Hesaplamaları

Mühendislik yaklaşımlarla enerji etkinliğinin işletme bazında seçilen ürünler için hesaplanması, doğru bir kıyas ve sorgulama düzlemi yaratması açısından önemlidir. Enerji etkinliği değerlendirmesiyle, üretim kaynaklarının çıktıya dönüştürülmesinde sağlanan etkinlik sorgulanmış olmaktadır. Maliyet hesaplarıyla birlikte, enerji etkinliği değerlerinin incelenmesi, daha kârlı ve etkin bir üretim için yapılması gerekenler konusunda ipuçları sağlamaktadır. Diğer yandan, enerji etkinliğinin artırılması, enerji kaynaklarının çevresel etki değerlendirmesi açısından önemlidir. Daha az enerji kullanmak ve çevreye en düşük düzeyde zarar vermek için, sistem etkinliğinin artırılması gerekir. Enerji kaynaklarının kıtlığı ve dikkatsiz kullanılması sonucunda oluşan istenilmeyen yan etkiler, enerji tüketimini doğru bir şekilde planlanma ve dikkatli bir şekilde değerlendirmeyi gerektirmektedir.

Tez kapsamında değerlendirilen enerji kullanım etkinliği göstergeleri ve hesaplanma esasları aşağıda verilmiştir (Singh ve ark., 1999).

**3.2.4.1. Enerji Oranı**

En sık kullanılan enerji kullanım etkinliği ölçütü *enerji oranı* değeridir. Enerji oranı hesaplaması aşağıdaki eşitlik kullanılarak yapılmıştır.

$$EO = \frac{TEÇ}{TEG} \quad (3.7)$$

Eşitlikte:

EO : Enerji oranı, (-)

TEÇ : Birim üretim alanı başına toplam enerji çıktısı, MJ/ha

TEG : Birim üretim alanı başına toplam enerji girdisi, MJ/ha

**3.2.4.2. Özgül Enerji Değeri**

Enerji etkinliği değerlendirmesi yapılırken yararlanılan bir diğer ölçüt, *özellik enerji değeri*dir. Özellik enerji değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ÖED = \frac{TEG}{ÜV} \quad (3.8)$$

Eşitlikte:

ÖED : Özellik enerji değeri, MJ/kg

ÜV : Ürün verimi, kg/ha

**3.2.4.3. Enerji Üretkenliği Değeri**

Bir diğer enerji kullanım etkinliği ölçütü olan enerji üretkenliği değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$EÜ = \frac{ÜV}{TEG} \quad (3.9)$$

Eşitlikte:

EÜ : Enerji üretkenliği değeri, kg/MJ

#### 3.2.4.4. Net Enerji Kazanımı

Net enerji kazanımı değeri, birim alandan edilen ürünün enerji karşılığı ile aynı alan için harcanan toplam enerji girdisi arasındaki farkla ifade edilmektedir. Net enerji kazanımı değeri hesaplanırken aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$NEK = TEÇ - TEG \quad (3.9)$$

Eşitlikte:

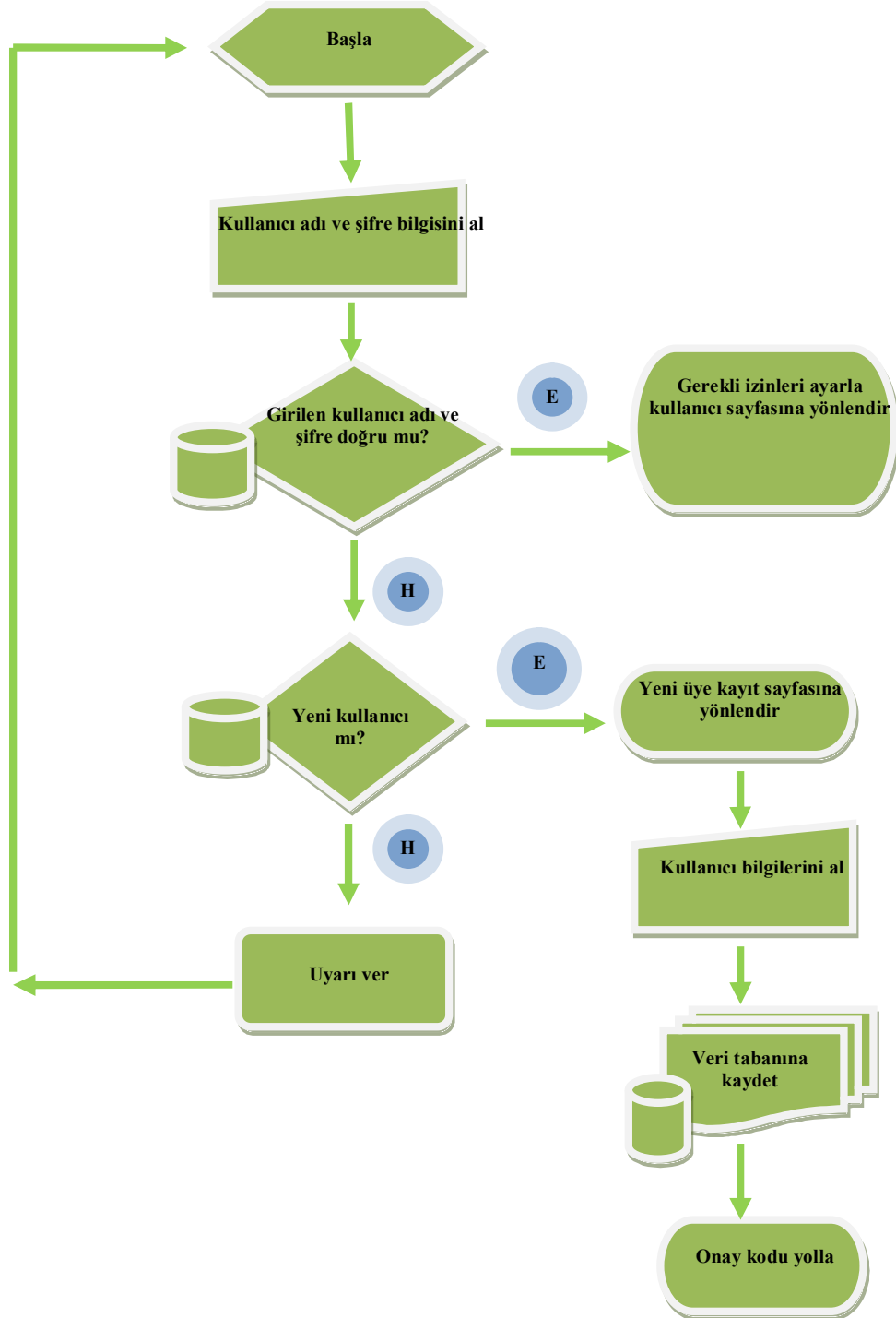
NEK : Net enerji kazanımı, MJ

#### 3.2.5. WEB Tabanlı Yazılımın Geliştirilmesi

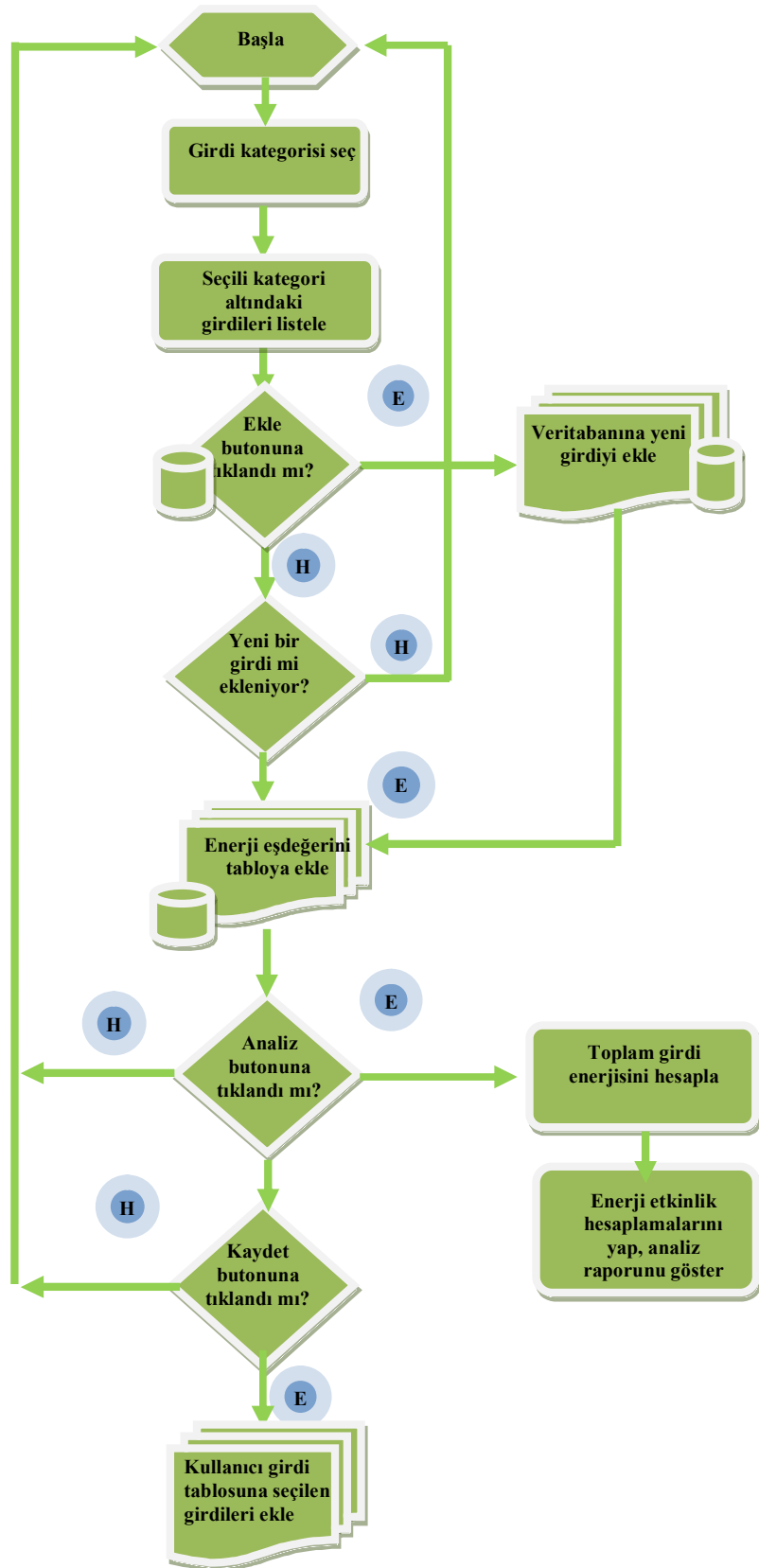
Tez kapsamında geliştirilen yazılım sadece bitkisel üretimde enerji analizlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Bunun yanında yeni modüller eklenerek örneğin, hayvansal üretimde enerji tüketimi uygulamalarına da uyarlanması mümkündür.

Yazılım içerisine, kullanıcının enerji analizlerini eksiksiz yapılabilmesi için gerekli veriler veri tabanı olarak eklenmiştir. Bunun yanı sıra, veri tabanında bulunmayan verilerin veya alternatif yeni verilerin kullanıcı tanımlı olarak eklenmesi mümkündür. Yazılımı kullanarak hesaplama yapacak her kullanıcı için ayrı bir alan tanımlaması yapılmaktadır. Ayrı bir alan tanımlanması ve sonuçta elde edilen verilerin depolanabilmesi ve diğer kullanıcılar tarafından görüntülenmesi, kullanıcının sisteme üye olması durumunda geçerlidir. Herhangi bir ürün için hesaplama yapıp sonuçları rapor halinde saklayan ve/veya çıktısını alan kullanıcı istemediği takdirde verileri diğer kullanıcılara sunulmamaktadır.

Programı kullanarak hesaplama yapabilmek için gerekli üyelik işlemini ve üyelik sorgulamasını gösteren algoritma Şekil 3.1 de verilmiştir. Analize başlamak için gereken bilgilerin tanımlanması, uygun olanların veri tabanından seçilmesi, bulunmayanların veri tabanına eklenmesi, enerji etkinlik hesaplarının yapılması ve sonuçların kaydedilip çıktısının alınması aşamaları yazılımı oluşturmaktadır. Buna ilişkin algoritma Şekil 3.2 de verilmiştir. Yazılımın çatısını oluşturan program kodları EK-2 de sunulmuştur. Bulgular ve Tartışma bölümünde yazılıma ait ekran çıktıları bütün aşamaları içerecek şekilde verilmiştir.



Şekil 3.1. Üyelik işlemi ve üyelik kontrol algoritması



Şekil 3.2. Veri girişi-çıktıların saklanması sürecini gösteren algoritma

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular ve tartışma bölümü iki ana bölüm altında yazılmıştır. Birinci bölümde, geliştirilen yazılımda hesaplama yapmak için örnek olarak seçilmiş birinci ürün mısır üretimine ilişkin genel sonuçlar ile üretim işlemleri ve çıktı için enerji eşdeğerleri verilmiştir. İkinci bölümde ise, örnek üretim değerlerinin yazılımda işlenmesi ve sonuç aşamaları ekran görüntüleriyle birlikte sunulmuştur.

##### 4.1. Mısır Üretim Verileri ve Üretim Enerjisi Değerlendirmesi

Seçilen işletme, Adana ili Yüreğir ilçesi Kürkcüler beldesinde yer alan 8 ha büyüklüğünde bir bitkisel üretim işletmesidir. İşletmede; buğday+ikinci ürün mısır+birinci ürün mısır+pamuk münavebe sistemi uygulanarak üretim yapılmaktadır. Çizelge 4.1’de birinci ürün mısır üretim işlemleri, işlemlerin gerçekleştirilmesinde kullanılan makineler ve işlem sayıları özetlenmiştir. Bütün tarımsal işlemler için kullanılan makinelerin çalıştırılmasında, 60 kW motor gücüne sahip 2001 model Massey Ferguson 286 traktör kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Birinci Ürün Mısırdaki Üretim İşlemleri

İşlem	Kullanılan Makine	İşlem Sayısı	İşlem Dönemi
Birincil toprak işleme	Kulaklı pulluk	1	Kasım
İkincil toprak işleme	Kültüvatör	3	Ocak-Şubat-Mart
Taban gübrelemesi	Sant. gübre dağ. mak.	1	Mart
Tohum yatağı hazırlığı	Tapan	3	Mart
Ekim	Pnömatik ekim mak.	1	Mart sonu
Çapalama	Çapa mak.	2	Nisan
İlaçlama	Pülverizatör	1	Mayıs
Üst Gübreleme	Gübreli çapa mak.	1	Mayıs
Sulama*	-	6	Haziran-Ağustos
Hasat	Biçerdöver	1	Eylül

\*: Sulama herhangi bir makine kullanılmadan kanaldan cazibeli akışla sulama işçisinin yönlendirmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.1 de görülebileceği gibi, birinci ürün mısır üretiminde Kasım aylarında derin toprak işlemeyle başlayan işlemler zinciri, yaklaşık 10 aylık bir

süreçten sonra, Eylül ayı içerisinde hasat işlemiyle sona ermektedir. Adana'nın bazı bölgelerinde, birinci ürün mısır üretiminden önceki bitkiye bağlı olarak, derin sürümden önce sap parçalama makinalarının kullanılması sözkonusudur.

Kulaklı pullukla derin sürümün ardından, sonbahar ve kış aylarının başında beklenen yağışların etkisiyle gevşeyen toprak yapısı, ekim için hazır hale getirilmek üzere, Ocak-Şubat ve Mart ayları içerisinde toprak yapısına ve iklimin elverişliliğine bağlı olarak, 2 veya 3 kez yaklaşık 10-15 cm işleme derinliğinde ikincil toprak işleme aletleriyle işlenmektedir. İkincil toprak işleme aleti olarak çoğunlukla kültüvator veya goble diskaro kullanılmaktadır. Yine toprak yapısı ve üreticinin makine parkındaki duruma göre, bir kez kültüvator yaklaşık 15-20 gün sonra ise bir kez de goble diskaroyla toprağın gevşetildiği uygulamalar da söz konusudur. Gevşetilen ve nispeten nemli toprağa, çoğunlukla santrifüjlü gübre dağıtma makinasıyla taban gübresi uygulanmasının ardından, çoğunlukla iklimsel etmenlere bağlı olarak Mart ayının ikinci yarısından itibaren pnömatik ekim makinasıyla hassas ekim işlemi gerçekleştirilmektedir. Ekim, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15-18 cm olacak şekilde yapılmaktadır. Ekim işleminden önce gübrelenen toprağın hafif bir şekilde tapanla bastırılması yaygın olarak karşılaşılan bir durumdur. Tapan çekme toprak yapısına bağlı olarak 2-4 kez gerçekleştirilen bir uygulamadır.

Ekim işleminin ardından, çoğunlukla Nisan ayının ortalarında, yabancı ota mücadele ve bitki köklerinin havalandırılması amacıyla, çapa makinası kullanılarak en az 2 kez sıra araları çapalanmaktadır. Yabancı ot yoğunluğuna bağlı olarak, yaklaşık 7-10 gün aralıklarla, 3 kez çapalamanın yapıldığı durumlara da rastlamak mümkündür.

Çoğunlukla Mayıs ayının ortalarından itibaren zararlılara karşı ilaçlama yapılmaktadır. Zararlı yoğunluğuna ve iklimsel faktörlere bağlı olarak, yaklaşık olarak 15 gün arayla, 2 ilaçlamanın yapıldığı durumlarda gözlenmiştir. Yine Mayıs ayı içerisinde, gübreli çapa makinası kullanılarak, yabancı ota mücadele ve üst gübreleme ihtiyacı karşılanmaktadır.

Haziran-Ağustos ayları arasında, toprak infiltrasyon özellikleri ve iklimsel etmenlere bağlı olarak ortalama 13 gün arayla 5 kez sulama yapılmaktadır. Sulama karık sulama şeklinde yapılabildiği gibi, yağmurlama başlıkları kullanılarak da

yapılabilmektedir. Suyun delikli borulardan sızdırılarak verildiği sulama sistemi de yararlanılan diğer bir sulama yöntemidir. Yaklaşık olarak Eylül ayı ortalarından itibaren biçerdöverle hasat yapılmakta ve ürün silolara kaldırılmaktadır. Ürünün taşınması ile ilgili bilgiler sağlıklı bir şekilde alınmadığından analizlerde nakliyeye ilişkin enerji tüketimi değerlerine yer verilmemiştir.

Çizelge 4.2 de örnek olarak seçilen işletmede tarımsal üretim işlemlerinde kullanılan makinelerin genel özellikleri özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Birinci Ürün Mısır Üretiminde Kullanılan Makinelerin Özellikleri

Kullanılan Makine	Ünite sayısı/ İş Genişliği,m	Kütle, kgf
Traktör	-	3000
Kulaklı pulluk	3 gövde / 1,05	280
Kültivatör	11 ayak / 2,40	245
Sant. gübre dağ. mak. (SGDM)	1 disk / 12	140
Tapan	- / 3	250
Pnömatik ekim mak.	4 sıra / 2,8	675
Çapa mak.	3*3=9 ü / 2,1	360
Pülverizatör	1000 l / 12,80	830
Gübreli çapa mak.	3 sıra / 2,1	350
Biçerdöver (NH TC 5070)	- / 4,5	8 520

Çizelge 4.3'te birinci ürün mısır üretiminde kullanılan makinelere ait olarak ölçülen ve hesaplanan temel işletmecilik verileri verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde, birim üretim alanı başına toplam yakıt tüketimi değerinin 90,9 l/ha olduğu belirlenmiştir. Toplam yakıt tüketimi içerisinde en büyük pay, 53,6 l/ha lık değerle (%59) **toprak işleme ve tohum yatağı** hazırlığına aittir. **Gübreleme ve bakım** işlemleri için harcanan yakıt tüketimi ise 21 l/ha dır (%23). **Hasatta** harcanan yakıt tüketiminin değeri, 9,9 l/ha (%11) olarak belirlenmiştir. **Ekim** için harcanan yakıt tüketimi miktarı 5,5 l/ha (%6), yalnızca bir kez sap kurduna karşı **insektisit uygulamasında** ise 0,9 l/ha lık (%1) yakıt tüketildiği hesaplanmıştır. Toplam yağ tüketimi değeri, 3,15 l/ha olarak hesaplanmıştır. Birim üretim alanı başına toplam işgücü ihtiyacı 12,02 h/ha olarak belirlenmiştir. İşgücü hesaplamalarında, makinenin çalıştırılmasında yararlanılan traktörü kullanan operatörün çalışma süresi toplamı dikkate alınmıştır. Çizelge 4.4'te tarımsal üretim

işlemleri gruplandırılmış ve birim alan başına enerji tüketimi farklı enerji kategorilerine ayrılarak özetlenmiştir. Çizelge 4.5'te ise ürün verimi üzerinden çıktı enerjisi değerlendirmesi verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde; örnek olarak seçilen işletme koşullarında, birinci ürün mısır üretimi için toplam **28 091 MJ/ha** lık enerji tüketiminin söz konusu olduğu görülmektedir. Toplam enerji tüketimi, bileşenlerine ayrılarak değerlendirildiğinde; enerji çeşidine göre en büyük payın **22 306,5 MJ/ha** lık değerle (%79,4) materyal enerjisine ait olduğu görülmektedir. Materyal enerjisinin toplam enerji içerisindeki payının bu denli yüksek olması doğrudan gübre kullanımıyla ilişkilidir. Toplam enerji içerisinde ikinci büyük pay, **4 474,6 MJ/ha** lık değerle (%16) yakıt-yağ enerjisine aittir. Yakıt-yağ enerji tüketimini sırasıyla, makine ve iş gücü enerjisi; **1242,6 MJ/ha** (%4,4) ve **67 MJ/ha** lık (%0,24) değerlerle izlemektedir.

Gruplandırılan üretim işlemlerine göre bir değerlendirme yapıldığında, toplam enerji tüketimi içerisinde **21 155,9 MJ/ha** lık değerle (%75,3) gübreleme ve bakım işlerinde harcanan enerjinin en büyük paya sahip olduğu belirlenmiştir. Toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığında harcanan enerji miktarı ise **2712,6 MJ/ha** (%9,7) olarak hesaplanmıştır. Sulama, hasat, ekim ve ilaçlama işlerinde harcanan enerji miktarı değerleri ise sırasıyla; **1566 MJ/ha** (%5,6), **982,5 MJ/ha** (%3,5), **736,4 MJ/ha** (%2,6) ve **447,23 MJ/ha** (%1,6) olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Kullanılan Makinelere Ait Temel İşletmecilik Verileri

Makine, (EÖ, h)*	İş gen., m	S, km/h	e	G-AK, ha/h	Birim YT, l/ha	Top. YT, l/ha	Top. YağT, l/ha	İş Gücü, h/ha
K. Pulluk, (2 500)	1,05	6,28±0,2	0,86±0,02	0,57	20±0,6	20	0,42	1,76
Kültürvator, (2 500)	2,40	6,18±0,3	0,82±0,02	1,23	7,2±0,4	21,6	0,59	2,45
SGDM, (1 200)	12	7,58±0,4	0,67±0,02	6,09	0,8±0,1	0,8	0,04	0,16
Tapan, (2 500)	3	9,06±0,2	0,86±0,01	2,34	2,4±0,2	12	0,51	2,14
Pnö. Ek. Mak. (1 200)	2,80	4,6 ±0,1	0,74±0,02	0,95	5,46±0,2	5,5	0,24	1,05
Çapa Mak. (2 000)	2,10	4,14±0,2	0,86±0,01	0,75	6,5±0,3	13	0,60	2,68
Pülverizatör (2 000)	12,80	7,32±0,3	0,74±0,02	6,93	0,85±0,2	0,9	0,03	0,14
Güb. Çapa Mak. (2 000)	2,10	5,04±0,2	0,76±0,01	0,80	7,2±0,2	7,2	0,28	1,24
Bıçerdöver (2 000)	4,5	4,14±0,2	0,74±0,02	1,38	9,9±0,7	9,9	0,44	0,73
				<b>TOPLAM</b>	<b>60,31</b>	<b>90,9</b>	<b>3,15</b>	<b>12,02</b>

\*:Ekonomik ömür. Ekonomik ömür değeri yıllık kullanım süresiyle değişmektedir. Çalışmada kullanılan değerler ortalamalardır (Evcim, 1996).

Çizelge 4.4. Gruplandırılmış Tarımsal Üretim İşlemlerine ve Farklı Enerji Tüketim Kategorilerine Göre Değerlendirme

Üretim İşlemi	Enerji Tüketim Bileşenleri, MJ/ha				TOPLAM
	İş Gücü Enerjisi	Makine Enerjisi	Yağ-Yakıt Enerjisi	Materyal Enerjisi	
TRAKTÖR	-	490,16	-	-	490,16
Toprak İşl. ve Tohum Yat. Haz.	6,69	79,23	2626,68	-	2712,59
Ekim	1,10	71,59	271,19	392,5	736,38
Gübreleme ve Bakım	4,29	104,71	1042,90	20 004	21155,90
İlaçlama	0,15	7,17	41,91	398	447,23
Hasat	0,76	489,77	491,92	-	982,45
Sulama	54,00	-	-	1512	1566,00
<b>TOPLAM</b>	<b>66,99</b>	<b>1242,63</b>	<b>4474,59</b>	<b>22 306,50</b>	<b>28 091</b>

Çizelge 4.5. Birinci Ürün Mısır Üretimde Çıktı Enerji Eşdeğeri

Verim, kg/ha	Birim Enerji Eşdeğeri, MJ/kg	Birim Alan Enerji Eşdeğeri, MJ/ha
<i>Dane</i>	14,7	132 300
<i>Diğer aksam</i>	3,8	187 416
<b>TOPLAM</b>		<b>319 716</b>

Birim üretim alanında harcanan toplam 28 091 MJ/ha enerji tüketimi değerine karşılık, 9000 kg/ha dane mısır verimi elde edilmiştir. Dane dışında kalan materyal verimi ise 49 320 kg/ha olarak belirlenmiştir. Dane verimine karşılık gelen enerji eşdeğeri toplam 132 300 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Diğer aksama ait enerji eşdeğeri karşılığı ise 187 416 MJ/ha olmuştur. Bununla birlikte, yöntem bölümünde eşitlikleriyle birlikte verilen enerji etkinliği değerleri izleyen bölümde geliştirilen yazılım ekran çıktıları içerisinde verilmiş ve tartışılmıştır.

#### 4.2. WEB-Tabanlı Yazılıma (*AgrEN\_I/O v 1.0 Beta*) Ait Ekran Çıktıları

Tarımın bitkisel üretim kolunda enerji girdi-çıktı analizleri için genel kabul görmüş farklı enerji etkinlik kriterlerine göre hesaplamaların yapıldığı yazılıma ait başlıca ekran çıktıları ve ekran çıktılarına ait bilgilendirme aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1-4.8). Öncelikle, enerji analizinin yapılacağı tarım koluna ait verilerin kullanıcı istekleri doğrultusunda düzenlenebileceği ekran görüntüleri verilmiştir. Şekil 4.1’de üye kullanıcıların erişebilecekleri ve yönetim işlerinin yapıldığı ekran çıktısı verilmiştir.



Ekran çıktısından da izlenebileceği gibi, **Yönetim İşleri** ekranında; kullanıcıların sistemi ne derece esnek bir şekilde kullanabileceklerinin tanımlandığı ROLLER sekmesi bulunmaktadır. Bu sekme seçildiğinde, üye kullanıcının yönetsel işleri yapabilmesi, diğer bir ifadeyle yönetici olarak atanması mümkün olmaktadır. Yönetici olarak atanmanın dışında yalnızca veri girişi, enerji analizi ve sisteme sonuçların kaydedilmesiyle sınırlı işlerin yapılmasına izin verilen sıradan kullanıcı tanımı yapılabilmektedir. Yönetici olarak atanmış herhangi bir kullanıcı, giriş ekranında tanımladığı üretim kolu için programda bulunmayan üretim işlemleri ve bu işlemlere ait yeni ve farklı ekipmanlara ilişkin eklentiler yapabilmektedir. Ayrıca, programın veri tabanında bulunmayan ve enerji analizi için gereksinim duyulan veri veya veri kümesi uygun alt kategori doğru tanımlanmak koşuluyla mevcut veri tabanına eklenebilmektedir.

Şekil 4.1. Yönetim işleri ekranı

Şekil 4.2’de programın hazırlanması aşamasında oluşturulan veri tabanlarında bulunmayan yeni bir üretim işlemi tanımlamasının ardından, bu yeni üretim işleminde kullanılacak ekipmanların veri tabanına eklenmesini gösteren ekran çıktısı verilmiştir.

**Tarımsal Üretimde Enerji Girdi Çıktı Analizi**  
Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü - Yüksek Lisans Tez - 2009 -

**1. Yönetim İşlemleri**

- Roller
- Yeni kullanıcı ekle
- Kullanıcı listesi
- Girdi kategorileri
- Üretim İşlem Kategorileri
- Ekim ve Dikim kategorileri
- Üretim koku kategorileri
- Materyal girdi kategorileri
- Birimler
- Materyal Enerji verileri
- Ekipman verileri
- Traktör verileri
- Yeni haber ekle
- Haber listesi

**Ekipman Değerleri**

Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı  
Ekim ve Dikim  
Gübreleme ve Bakım İşleri  
Sulama  
İlaçlama  
Hasat  
Nakliye

Ekim ve Dikim kategorisini seçtiniz

id	ekipmanAdı	ÜretimEnerjisi	EkonomikÖmürü
21	Kombine Tahıl Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
22	Üniversal Tahıl Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
23	Prizmatik Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
24	Pamuk Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
25	Ayçiçeği Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
26	Mısır Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
27	Arpa Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
28	Şeker Pancarı Ekim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
29	Şeker Pancarı Fide Dikim Makinası	121,30 MJ/kg	1200
30	Patates Dikim Makinası	121,30 MJ/kg	1200

Kategori : Ekim ve Dikim

Ekipman Tanımı :

Ekonomik Ömür :  h

Üretim Enerjisi : 121,3 MJ/kg

Üretim Enerjisi Traktör için 130,3 MJ/kg  
Diğer Ekipmanlar için 121,3 MJ/kg alınabilir.

Şekil 4.2. Tanımlanan veya mevcut bir üretim işlemi altında veri tabanında bulunmayan bir alet-makinenin eklenmesi.

Şekil 4.2 de görüldüğü gibi, Ekim-Dikim üretim işlemleri alt kategorisine ait veri tabanındaki ekipmanların görüntülenmesi yapılmıştır. Kullanıcı, buradaki ekipmanlara yenilerini eklemek, diğer bir ifadeyle veri tabanını kendisine uygun hale getirmek amacıyla, alt bölümdeki veri giriş bölümünden yeni veri girişi yapabilmektedir. Bu bölümden veri girişi yapılırken, ekipmanın genel bir tanımı, ekipmanın saat bazında tahmini ekonomik ömrü ve çoğunlukla literatürden alınan

şekliyle üretim enerjisi değerlerini girilmek zorundadır. Bu şekilde yeni veriler ekleyen kullanıcı, verilerinin başkaları tarafından kullanılması için yetki tanımlaması yapabilmektedir. Aksi takdirde, yaptığı analiz dolayısıyla kendisine ait verilerin saklandığı veri tabanı program tarafından kaydedilmekte ve başka kullanıcıların erişimine izin verilmemektedir. Ayrıca bu ekran üzerinden veri tabanında bulunan mevcut bilgilere ait düzenlemeler yapılabilmekte istenen veriler silinebilmektedir.

Şekil 4.3'te alet-makinelerin çalıştırılmasında kullanılan traktörlere ait veri girişinin yapıldığı ekran gösterilmiştir.

Şekil 4.3. Veri tabanına yeni traktörlerin eklenmesi

Şekilden de görülebileceği gibi enerji analizlerinin eksiksiz yapılabilmesi için traktörlere ilişkin olarak traktörün genel tanımı (marka model) gibi bilgilerin yanı sıra mutlaka bulunması gereken veriler; traktörün toplam kütlesi, üretim enerjisi değeri ve motor gücü değerleridir. Gerekli verilerin tamamlanmasının ardından Ekle butonuna tıklanmasıyla veriler veri tabanına eklenmektedir.

Yeni üretim işlemi, bu yeni üretim işlemine ait alet-makine özellikleri ve yeni traktör bilgilerinin eklenmesine ek olarak, programın oluşturulma aşamasında veri

tabanına eklenmeyen yeni bir materyal bilgisinin, yine *Yönetim İşleri* bölümünden programa dahil edilmesi mümkündür. Şekil 4.4 'te veri tabanına yeni materyallerin eklenmesine ilişkin ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.4. Veri tabanına yeni materyal eklenmesi

Şekil 4.3 den de izleneceği gibi, materyal girdi kategorileri içerisinde seçim yapılarak, yeni materyal eklenecek kategoriye, diğer bir ifadeyle ilgili veri tabanına bağlantı yapılmış olmaktadır. Burada örnek olarak materyal olarak mevcut veri tabanlarında bulunmayan yeni bir ilaç türüne ilişkin ekleme örnek olarak gösterilmiştir. Burada, ilacın kategorisi, birim enerji eşdeğeri, kullanılacak birim gibi verilerin girişi yapılmakta ardından mevcut veri tabanına eklenmektedir.

Şekil 4.5 te yapılacak enerji analizi için veri girişine başlanacak ana ekran görüntüsü verilmiştir. Analizlerde kullanılacak ve veri tabanında bulunan bütün veriler, bu ve ilgili seçimlerle dallanılan ekranlardan girilecektir. Ön veriler olarak çıktı sayfasında da genel bilgiler olarak sunulan ve üretimi genel hatlarıyla özetleyen

bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgiler; üretim kolu, toplam üretim alanı büyüklüğü, tahmini veya gerçekleşmiş ürün verimi, üretim yeri, toprak tipi gibi değerlerdir. Programın yazım aşamasında herhangi bir traktör verisi veri tabanına eklenmediğinden ana giriş sayfasında, kullanılan traktöre ilişkin genel bilgilerde istenmektedir. Buna karşın, Türkiye’de yaygın kullanılan traktörlere ilişkin geniş bir veri tabanının programa eklenmesi ve bu programdan kullanıcının seçim yapmasının sağlanması programın diğer versiyonlarında gerçekleştirilecektir.

Şekil 4.5. Ana veri giriş ekranı

Ön verilerin girişinin ardından, alet-makine seçiminin yapılmasını sağlayacak ekranlara ulaşabilmek için üretim işlemleri kategorilerinin seçilmesi gerekmektedir. Programın yazılması aşamasında üretim işlemleri, özellikle tarla bitkileri üretimi analizlerine yönelik olarak 2 farklı grup altında seçime olanak verecek şekilde hazırlanmıştır. Bu gruplandırmanın çeşitlendirilmesi ve farklı üretim kollarına yönelik olarak hazırlanması, kullanıcının yönetici olarak atanmasıyla mümkün

olmaktadır. Yönetici olarak atanan kullanıcının kendi üretim işlemleri için özelleştirdiği yeni menüyü yeni kullanıcıların yararlanması için yetkilendirebilmektedir.

Şekil 4.6'da üretim işleminin seçilmesinden sonra, üretim işlemleri seçim tablosunun alt kısmında veri tabanında bulunduğu şekliyle kullanılması olası alet-makineler listelenmektedir.

**Ön Veriler**

Üretim Kolu: 1. Ürün Mısır  
 Üretim Alanı: 90 [ha]  
 Üretim Miktarı: 9000.0 [kg/ha]  
 Üretim Yeri: Adana - Merkez  
 Toprak Tipi: HAMF  
 Traktör Modeli: 90 [MW]  
 Dünya:  
 Traktör Kütle: 3000 [kg]

**Ekipman Seçimi**

Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı  
 Ekim ve Dikim  
 Gübreleme ve Bakım İşleri  
 Sulama  
 İlaçlama  
 Hasat  
 Nakliye

Toprak İşleme  
 Tohum Yatağı Hazırlığı, Ekim ve Dikim  
 Gübreleme  
 Bakım  
 Sulama  
 İlaçlama  
 Hasat  
 Nakliye

**ÖNEMLİ NOT:** Aşağıdaki Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı Alet-Makinelerinden üretim işleminde kullandıklarınızın yanınca yer alan kutucuğa/kutucukları işaretleyerek EKLE butonuna tıklayınız

id	Ekipman Adı	Ekle
3	Dışlı Pultuk	<input type="checkbox"/>
2	Kulalı Pultuk	<input type="checkbox"/>
4	Döner Kulalı Pultuk	<input type="checkbox"/>
9	Çiğir	<input type="checkbox"/>
10	Dikiciden	<input type="checkbox"/>
11	Rotavale	<input type="checkbox"/>
12	Rotatörler	<input type="checkbox"/>
13	Gözet-dök	<input type="checkbox"/>
14	Külvatör	<input type="checkbox"/>
15	Dışlı Tırnak	<input type="checkbox"/>

**Adana/Merkez Bölgesinde 1 Ürün Mısır Üretiminde Enerji Bilançosu**

id	Ekipman Adı	İşlem
116	Kulalı Pultuk	Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı
117	Külvatör	Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı
118	Tapen	Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı
129	Pratik Ekim Makinesi	Ekim ve Dikim
130	Santrifüj Gübre Dağıtma Makinesi	Gübreleme ve Bakım İşleri
131	Çapa Makinesi	Gübreleme ve Bakım İşleri
132	Öbüneli Ara Çapa Makinesi	Gübreleme ve Bakım İşleri
133	Bıçaklı	Hasat
141	Tarla Pülverizatörü	İlaçlama

Toplam: 9 adet alet-makine seçtiniz

id	Materyal Girişi	İşlem
30	Mısır ( Tohum )	Ekim ve Dikim
51	Öre	Gübreleme ve Bakım İşleri
52	20-20	Gübreleme ve Bakım İşleri
57	Hızma Kürekle Çalışma	Sulama
55	Su	Sulama
56	İnsektisitler	İlaçlama

**ÖNEMLİ NOT:** Seçtiğiniz alet-makinelere ait temel işletmecilik verilerini girerek için alet-makine laminin yanındaki  işaretleyiniz.

Hesapla  
 Analizime Kaydet

Şekil 4.6. Üretim işlemi ve alet-makine seçim ekranı

Kullanılması olası alet-makinelerin içerisinde, üretim işleminde kullanılanlar işaretlendiğinde, işaretlenen alet-makineler ekranın sağ tarafında listelenmektedir. Şekil 4.7'de listelenen bu alet-makineler için enerji analizi hesaplamalarında kullanılacak verilerin girişine olanak sağlayan pencereler görülmektedir. Aşağıdaki şekilde birinci ürün mısır üretiminde; toprak işleme ve



Üretim Kolu :	1.Ürün Mısır
Üretim Yeri :	Adana,Merkez
Üretim Alanı :	80 ha
Toprak Tipi :	Orta-Ağır

## ENERJİ ETKİNLİK DEĞERLENDİRMESİ

Etkinlik Ölçütü	Değer	Birimi
Enerji Oranı	11,58	
Özgül Enerji Değeri	3,07	MJ/kg
Enerji Üretkenliği Değeri	0,33	kg/MJ
Net Enerji Kazanımı	292115,45	MJ



## Temel İşletmecilik Verileri

## Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı

Alet-Makine Adı	GAK (ha/h)	İşlem Sayısı	YT (l/ha)	Toplam YT (l/ha)	İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Toplam İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Uygulama Tarihi
Kulaklı Pulluk	0,57	1	20,00	20,00	1,76	1,76	08.01.2009
Kültüratör	1,22	3	7,20	21,60	0,82	2,47	08.01.2009
Tapan	2,34	5	2,40	12,00	0,43	2,14	08.01.2009

## Ekim ve Dikim

Alet-Makine Adı	GAK (ha/h)	İşlem Sayısı	YT (l/ha)	Toplam YT (l/ha)	İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Toplam İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Uygulama Tarihi
Pnömatik Ekim Makinası	0,95	1	5,46	5,46	1,05	1,05	08.01.2009

## Gübreleme ve Bakım İşleri

Alet-Makine Adı	GAK (ha/h)	İşlem Sayısı	YT (l/ha)	Toplam YT (l/ha)	İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Toplam İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Uygulama Tarihi
Santrifüj Gübre Dağıtma Makinası	6,09	1	0,80	0,80	0,16	0,16	08.01.2009
Çapa Makinası	0,75	2	6,50	13,00	1,34	2,67	08.01.2009
Gübreli Ara Çapa Makinası	0,80	1	7,20	7,20	1,24	1,24	08.01.2009

## Hasat

Alet-Makine Adı	GAK (ha/h)	İşlem Sayısı	YT (l/ha)	Toplam YT (l/ha)	İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Toplam İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Uygulama Tarihi
Bıçerdöver	1,38	1	9,90	9,90	0,73	0,73	09.01.2009

## İlaçlama

Alet-Makine Adı	GAK (ha/h)	İşlem Sayısı	YT (l/ha)	Toplam YT (l/ha)	İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Toplam İş Gücü Gereksinimi (h/ha)	Uygulama Tarihi
Tarla Pülverizatörü	6,93	1	0,85	0,85	0,14	0,14	08.01.2009

## ENERJİ BİLANÇOSU

## Girdiler

Üretim İşlemi	İş Gücü Enerjisi (Mj/ha)	Makina Enerjisi (Mj/ha)	Yağ-Yakıt Enerjisi (Mj/ha)	Materyal Enerjisi (Mj/ha)	Toplam (Mj/ha)
TRAKTOR		490,16			490,16
Toprak İşleme ve Tohum Yatağı Hazırlığı	6,69	79,23	2626,66	Null	2712,59
Ekim ve Dikim	1,10	71,59	271,19	392,50	738,38
Gübreleme ve Bakım İşleri	4,29	104,71	1042,90	20004,00	21155,90
Sulama	54,00	Null	Null	1512,00	1566,00
Hasat	0,76	489,77	491,92	Null	982,45
İlaçlama	0,15	7,17	41,91	398,00	447,23
TOPLAM	66,99	1242,83	4474,59	22306,50	28090,71

## Çıktılar

Ürün Verimi (kg/ha)	Enerji Eşdeğeri (Mj/ha)
9000,00	132300,00

Diğer Çıktı Verimi (kg/ha)	Enerji Eşdeğeri (Mj/ha)
49320,00	187416,00



PDF'e Çevir



Word'e Çevir

Şekil 4.8. Sonuç ve rapor ekranı

Şekil 4.8'den izlenebileceği gibi; örnek seçilen işletmeden alınan verilere göre birinci ürün mısır üretimine ait enerji oranı değeri **11,58** olarak belirlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı Adana yöresinde bu değerini kıyaslanabileceği benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat Antalya yöresinde yapılan ve birinci ürün mısır üzerinde benzer yaklaşım ve yöntemlerle yapılan bir çalışmanın sonucuna göre enerji oranı değeri **3,8** olarak hesaplanmıştır. Enerji oranı değerleri arasındaki büyük farklılık, özellikle toprak hazırlığı konusundaki işlem sayılarının farklılığından, toprak yapısından kaynaklanan nedenlere bağlı olan yakıt tüketimi artışından, traktör alet seçimindeki farklılıklardan ve ürün ile diğer aksamalara ait verim farklılıklarıyla açıklanabilir.

Biri alandan elde edilen dane verimi dikkate alınarak hesaplanan bir diğer enerji etkinliği parametresi olan özgül enerji değeri, çalışma kapsamında **3,07** olarak hesaplanmıştır. Enerji üretkenliği değeri ve net enerji kazanımı değerleri ise sırasıyla; **0,33 kg/MJ** ve **292115,5 MJ/ha** olarak hesaplanmıştır.

Sonuç-rapor ekranında, üretime ait genel bilgilerin yanı sıra, üretim işlemleri gruplarına ve her grubun altındaki alet-makinelere göre temel işletmecilik verileri tablolanamaktadır. Sonuç-rapor ekranında ayrıca, girdi çeşitlerine ve üretim işlemi gruplarına göre sınıflandırılmış şekilde **enerji bilançosu** tablosu görüntülenmektedir. Enerji bilançosu tablosu, girdiler ve çıktılar olmak üzere iki ana gruptan oluşmaktadır. Enerji etkinlik değerlendirmesinin yöntem bölümünde esasları açıklanan dört farklı şekilde hesaplaması ise sonuç-rapor ekranının son çıktı grubunu oluşturmaktadır. Bu sayfadayken raporun PDF dökümana dönüştürülmesi mümkündür. Ayrıca, sayfanın word belgesi içerisine eklenip kullanıcı tarafından yeniden şekillendirmesi olanaklı hale getirilmiştir.

Geliştirilen WEB-tabanlı yazılım incelendiği kadarıyla Dünya'da bir ilk olma özelliğine sahiptir. Yazılımın İngilizce versiyonunun da geliştirilmesi halinde yaygın bir kullanım alanı bulacağı düşünülmektedir. Son dönemde Çukurova Bölgesinde birinci ürün mısır üretimine ilişkin bir çalışmaya rastlanmadığından, enerji etkinliği değerlendirmesi dikkate alınarak bir karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında, mevcut haliyle daha çok tarımsal üretimin özellikle tarla bitkileri üretim kolu için enerji girdi çıktı analizlerinin yapılabildiği WEB-tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Yetkili kullanıcılar tarafından farklı üretim kolları için özelleştirilebilir özelliklerde olan bu yazılım içerisinde mevcut bulunan veri tabanlarının, kullanıcı sayısındaki artışa bağlı olarak kapsayıcılığının artacağı düşünülmektedir. Bu sayede sayısal ortamda, veri çekilebilen, veri eklenebilen, hesaplama yapılabilen ve yapılan analizlerin kaydedilebildiği böyle bir yazılımın kullanılmasıyla, sağlıklı ve bilimsel ilkelere dayalı değerlendirmelerin yapılması mümkün hale getirilmiştir.

Yazılımın çalışmasını kontrol etmek için birinci ürün mısır üretimi üzerinden enerji analizleri yapılmıştır. Buna göre, Adana yöresinde seçilen örnek işletmeden elde edilen verilere göre, birinci ürün mısırdaki enerji oranı değeri, **11,58** olarak belirlenmiştir. En büyük enerji tüketim değeri gübre kullanımıyla ilgili olarak oluşmuştur (*21132,38 MJ/ha*).

Üretimde kullanılan bütün kaynakların etkin kullanım yöntemleriyle en yüksek çıktıya dönüştürülmesi, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik için yaşamsal önem taşımaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan enerji türünün ve miktarının ayrıştırılarak kayıt altına alınıp yöresel farklılıklarla birlikte değerlendirilmesi, gelecekteki enerji tüketim tahminlemeleri yapılırken politika yapıcılar için yararlı veri kümeleri olacaktır.

Enerji tüketim değerlerinin belirlenmesi ve enerji etkinlik değerlendirmesi, enerji tasarrufu programları ve tarımsal üretimde kaynak kullanım etkinliğinin artırılması için oldukça önemlidir. Benzer üretim kollarında üretim yapan işletmelerin, kârlılıklarını ve enerjiyi kullanma etkinliklerini karşılaştırabilmek için enerji etkinliği kriterlerinden yararlanması mümkündür. Örneğin işletmede kullanılacak traktörlerin seçiminde bilimsel esaslara uygun seçilmesi yakıt tüketimi üzerinde karlılığı arttırıcı yönde olumlu etki yapacaktır. Traktör uygun seçilse bile toprak koşullarına göre traktör denge ağırlıklarının ve lastik basıncı ayarlaması yapılmadığı takdirde patinaj artacak dolayısıyla yakıt ve yağ tüketimini arttıracaktır.

Bunun yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal alanda kullanım oranlarına ilişkin somut değerlendirmeler ve süreç içerisindeki değişimin görülebilmesi için sayısal ortamda bu tip kayıtların toplanması son derece önemlidir.

Bu tip yazılımlarla, enerji etkinlik katsayılarının benzer özelliklerde işletmeler ve aynı ürün için farklılaşması durumu ve bu farklılığın kaynağı araştırılırken üretim işlemleri ve girdi kullanım yoğunluğunun karşılaştırılmasının yanı sıra hesaplamalarda kullanılan eşitlikler ve enerji eşdeğer katsayılarının tartışmaya açılması için bir ortam oluşturulmuş olmaktadır. Bu sayede, hesaplamalarda standardizasyona gidilme ve bunun sonucunda kıyaslamaların daha sağlıklı yapılabilmesi mümkün olacaktır.

Hassas tarım uygulamalarıyla özellikle birim üretim alanında gübre kullanımı değerlerinin düşürülmesinin dolayısıyla enerji etkinliğinin artırılması mümkündür. Bu nedenle, teknolojik gelişmelerin mümkün olduğu ölçülerde işletmelerde pratiğe aktarılması, diğer bir ifadeyle kârlılığı artırma olasılığı ve bunun maliyet gelir denklemini nasıl etkilediği belirlenebilecektir.

Geliştirilen yazılım sayesinde, enerji etkinliği hesaplama işlemleri klasik yöntemlere kıyasla çok daha kısa bir süre içerisinde gerçekleştirilebilecektir. Yazılımdan yararlanacak kişilerin normal kullanıcı veya yetkili kullanıcı olarak atanmaları yazılımı geliştiren kişilerle kurulacak iletişimin ardından belirlenecektir. Yetkili kullanıcı olarak sisteme giriş yapan birisi, tarımsal üretim işleminde kullanılacak üretim işlemlerini tanımlama, gerekli her türlü alet-makine ve girdiyi ekleme yetkisine sahip olmaktadır. Normal kullanıcılar ise, hazırlanmış olan veri tabanlarına göre gerekli seçimleri yaparak enerji etkinliği analizi yapabilmekte ve bunu kaydedebilmektedirler. Kullanıcının istemesi halinde, yazılımı kullanarak girilene bütün veriler diğer kullanıcıların erişimine kapatılmaktadır.

Yazılım Beta versiyon olduğundan kullanıcı tepki ve önerilerine göre her türlü güncelleme ve eklentiye uygun esnek bir mimaride tasarlanmıştır. Özetle; üreticiler, mühendisler ve araştırmacılar için kolay erişilebilir, özelleştirilebilir bir yazılım olarak geliştirilen *AgrEN\_I/O v 1.0 Beta* ile işletmelerin enerji kullanım etkinliği değerlendirmesi için derli toplu bir kıyas düzlemi oluşturulması amaçlanmıştır.

## **KAYNAKLAR**

- ANONİM, 2000.** Tarım Alet Ve Makinaları Sanayii Ve Rekabet Edebilirlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara 2000. 255 sayfa.
- ANONYMOUS, 2001.** Machinery Management Resources on Edoane. Doane's Agricultural Report Newsletter. Vol. 64 , No. 26, page:6.
- ANONYMOUS, 1999.** CIGR Handbook of Agriculture Engineering-Energy and Biomass Engineering,(vol 5). Published by ASAE. 365 pages.
- CEBECİ, Z., 2003.** Tarımsal Bilişim: Politikalar ve Yaklaşımlar. Akademik Bilişim Konferansı, Tarımsal Bilişim Politikaları Paneli, Adana.
- CROSS, T., 1998.** Machinery Cost Calculation Methods. Agr. Extension Service, The University of Tennessee, Inst. of Agriculture. AE&RD No.13, 8 pages.
- ÇANAKCI, M., M. TOPAKÇI, İ. AKINCI, A. ÖZMERZİ, 2005.** Energy Use Pattern of Some Field Crops and Vegetable Production: Case Study for Antalya Region, Turkey. Energy Conversion&Management, 46 (2005), 655-666.
- ÇELİK, N, 2000.** Tarımda Girdi Kullanımı ve Verimliliğe Etkisi. DPT Uzmanlık Tezleri, Yayın No: DPT: 2521. 154 sayfa.
- DEMİRKOL, Z., 2001.** ASP ile Web Programcılığı ve Elektronik Ticaret. 9. Basım. Pusula Yayıncılık, İstanbul. 407 Sayfa.
- DUAN, Y., J.S. EDWARDS, M.X. XU, 2005.** WEB-Based Expert Systems: Benefits and Challenges. Information and Management, 42 (2005), 799-811.
- ELLIS, E.A., P.K.R. NAIR, S.D. JESWANI, 2005.** Development of a WEB-Based Application for Agroforestry Planning and Tree Selection. Computers and Electronics in Agriculture 49 (2005), 129-1411.

- ENERJİ İSTATİSTİKLERİ 2003.** Türkiye 9. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Hazırlayan: M. Atlas, H. F. Özken, E. Çelebi, F. Aksoy, 14-27- 2003, Eylül, İstanbul.
- ESENGÜN, K., G. ERDAL, O. GÜNDÜZ, H. ERDAL, 2007.** An Economic Analysis and Energy Use in Stake-Tomato Production in Tokat Province of Turkey. *Renewable Energy*, 32 (2007), 1873-1881.
- ESENGÜN, K., O. GÜNDÜZ, G. ERDAL, 2007.** Input-Output Energy Analysis in Dry Apricot Production of Turkey. *Energy Conversion&Management*, 48 (2007), 592-598.
- EVCİM, Ü., 1979.** Tarımsal Mekanizasyon Sorunlarına Sistemsel Yaklaşım. Tarımsal Mekanizasyon Semineri-4. 21-23 Mayıs İzmir. Sayfa 20.1-20.14.
- EVCİM, Ü., 1996.** Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliği ve Planlama Dersi Veri Tabanı (Çoğaltma). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, İzmir. 42 sayfa.
- GEZER, İ., M. ACAROĞLU, H. HACISEFEROĞULLARI, 2003.** Use of Energy and Labour in Apricot Agriculture in Turkey. *Biomass&Bioenergy* 24 (2003), 215-219.
- GIFFORD, R.C., 1986.** Agricultural Mechanisation in Development: Guidelines for Strategy Formulation. *FAO Agricultural Services Bulletin*, No:45, FAO, Rome, 77s.
- GINSBURG, M., J. DECEMBER, 1997.** HTML, CGI, WRML, SGML, JAVA Unleashed. Sistem Yayıncılık, İstanbul. 900 sayfa.
- HATIRLI, S.E., B. ÖZKAN, C. FERT, 2005.** An Econometric Analysis of Energy Input-Output in Turkish Agriculture. *Renewable&Sustainable Energy Reviews*, 9 (2005), 608-623.

- HATIRLI, S.E., B. ÖZKAN, C. FERT, 2006.** Energy Inputs and Crop Yield Relationship in Greenhouse Tomato Production. *Renewable Energy*, 31 (2006), 427-438.
- HETZ, E.J., 1992.** Energy Utilization in Chilean Agriculture. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, Vol. 23 No.2, 52-56.
- İŞIK, A., 1988.** Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makina ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 210s.
- İŞIKLI E., Ş. İŞİN, 1991.** Son On Yılda Türkiye'de Tarım Sektörünün Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi, I. Verimlilik Kongresi, Bildiriler, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:5454, Ankara. 345 sayfa.
- JENSEN, A.L., 2001.** Building a WEB-Based Information System for Variety Selection in Field Crops-Objectives and Results. *Computers and Electronics in Agriculture* 32 (2001), 195-211.
- KHATER, I.M.M., M.M.A. HASSAN, B. YAŞAR, 2008.** Energy Consumed for Barley Production in the Reclaimed Lands of Egypt. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, Cilt:4 Sayı:2. Sayfa 171-178.
- KONAK, M., T. MARAKOĞLU, O. ÖZBEK, 2004.** Mısır Üretiminde Enerji Bilançosu. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(34), 28-30.
- LANDERS, A., 2000.** Resource Management: Farm Machinery-Selection, Investment and Management. Farming Press, United Kingdom, 151s.
- NUTHALL, P.L., 2004.** Case Studies of the Interactions Between Farm Profitability and Use of a Farm Computer. *Computers and Electronics in Agriculture* 42 (2004), 19-30.

- ÖZKAN, B., A. KÜRKLÜ, H. AKÇAÖZ, 2004.** An Input-Output Analysis in Greenhouse Vegetable Production: A Case Study for Antalya Region of Turkey. *Biomass & Bioenergy*, 26 (2004) 89-95.
- ÖZTÜRK, H.H., Z. B. BARUT, 2005.** Türkiye Tarımında Enerji Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği, Teknik Kongresi, Ankara. Sayfa 1253-1264.
- ÖZTÜRK, H.H., Z.B. BARUT, K. EKİNCİ, 2006.** Energy Analysis of the Tillage Systems in Second Crop Maize. *Journal of Sustainable Agriculture*. Volume 28, Number 3, pages 25-38.
- PEKGÖZ, N., 2000.** DHTML ve CSS. Pusula Yayıncılık, İstanbul. 491 sayfa.
- PENG, W., 1997.** Risk Analysis of Adopting Conservation Practices on a Representative Peanut-Cotton Farm in Virginia. MSc. Thesis, Agricultural and Applied Economics, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute, State University. 276 pages.
- PİRİNÇÇİOĞLU, N., 1988.** Tarım Sektöründe Verimlilik (1970-1985 Dönemi), MPM, Yayın No:365, Ankara.
- POTTER, W.D., X. DENG, J. LI, M. XU, Y. WEI, I. LAPPAS, M.J. TWERY, D.J. BENNETT, 2000.** A WEB-Based Expert System for Gypsy Moth Risk Assesment. *Computers and Electronics in Agriculture* 27 (2000), 95-105.
- RUIXUE, Z., 2002.** Study on Web-Based Agricultural Information System Development Method. *Proceedings of the Third Asian Conference for Information Technology in Agriculture, China*. 601-605 pp.
- SAY, P.N., 2004.** Stratejik Çevresel Değerlendirmenin Beş Yıllık Kalkınma Planları ve Enerji Sektörü Örneğinde Araştırılması ve Bir Uygulama Modelinin Geliştirilmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 175 s. Adana
- SINGH, G., 1997.** Energy Input in Agricultural Production in India. *IE(I) Journal-AG*, Vol 77, 29-36.

- SINGH, S., S. SINGH, C.J.S. PANNU, J. SINGH, 1999.** Energy Input and Yield Relations for Wheat in Different Agro-Climatic Zones of the Punjab. Applied Energy 63 (1999) 287-298.
- TALİM, M., A. ÇIKIN, 1975.** Tarımda Produktivite Kavramı ve Ölçülmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:250, Bornova.
- TEZER, E., A. SABANCI, 1997.** Tarımsal Mekanizasyon 1. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:44 Ders Kitapları Yayın No:A-7, Adana. 166 sayfa.
- THOMSON, A.J., I. WILLOUGHBY, 2004.** A WEB-Based Expert System for Advising on Herbicide Use in Great Britain. Computers and Electronics in Agriculture 42 (2004), 43-49.
- TKB, 2007.** <http://www.tarim.gov.tr/arayuz/9/icerik.asp?efl>
- UZMAY, İ. 1984.** Enerji Girdi Ve Çıktıları Esas Alınarak Türk Tarımının Veriminin Yıllara Göre Değişimi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Aralık 1984, İstanbul.
- WOODS, T., S. ISAACS, 2000.** PRIMER-Selecting New Enterprises for Your Farm. University of Kentucky, Cooperative Extension Service Publications. Extension No:00-13. 28 p.
- YILMAZ, İ., H. AKÇAÖZ, B. ÖZKAN, 2005.** An Analysis of Energy Use and Input Costs for Cotton Production in Turkey. Renewable Energy, 30 (2005), 145-155.
- ZEREN, Y., 1991.** Türkiye’de Traktör, Biçerdöver ve Tarım İş Makinaları İmalat Sanayinin Durumu ve Yönelimi (Çoğaltma). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü. 30 sayfa.
- ZEREN, Y., A. SABANCI, Z. CEBECİ, S. ÇETİNER, 2006.** Tarımda Teknoloji Kullanımı Çalıştayı, Sonuç Raporu. Ulusal Tarım Kurultayı Bildiri Kitabı. 15-17 Kasım 2006 Adana. Sayfa 258-263.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1976 yılında Sivas iline bağlı Şarkışla ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Antalya ve Mersin illerinde tamamladım. 2001 yılında Trakya Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği bölümünden mezun oldum. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Enformatik Bölümünde Okutman olarak görevlendirildim. 2006 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım.

## EKLER

**EK-1****BİRİNCİ ÜRÜN MISIR ÜRETİMİNDE ENERJİ TÜKETİM  
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ  
-ANKET FORMU-****A. GENEL BİLGİLER**

Üreticinin Adı Soyadı	
İl	
İlçe	
Tarih	
Anketör	

**B. ÜRETİCİ İLE İLGİLİ BİLGİLER**

Üreticinin Yaşı	
Eğitim Durumu	
Tarımda çalışan aile nüfusu	
Kaç yıldır tarımla uğraştığı	
Mısır tarımı yapılan arazi büyüklüğü, ha	

**C. ÜRETİM İŞLEMLERİ İLE İLGİLİ BİLGİLER**

Yapılan İşlem	Uyg. Sayısı	Tarih	Kullanılan Alet-Makine	İlerleme hızı, km/h	Süre, saat	Yakıt-Yağ tüketimi, l/h

**D. MATERYAL KULLANIM BİLGİLERİ**

Kullanılan Materyal	Cinsi	Uygulama Normu

**E. TRAKTÖR, ALET-MAKİNE VARLIĞI**

Çeşit Marka-Model	Tip	Yaş	Sayı

## EK-2

### GİRİŞ KATEGORİ MODÜLÜ

```
/*
Category Tree
Copyright (C) 2008 Yoldaş Erdoğan <yerdoğan@cu.edu.tr>
version 1.1
*/
using System;
using System.Data;
using System.Configuration;
using System.Web;
using System.Web.Security;
using System.Web.UI;
using System.Web.UI.WebControls;
using System.Web.UI.WebControls.WebParts;
using System.Web.UI.HtmlControls;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using System.Data.SqlClient;
using System.Data.Common;
/// <summary>
/// Summary description for Category
/// </summary>
public class Category
{
    private int _CategoryID;
    private string _CategoryName;
    private int _ParentID;
    private string _CategoryTableName;
    private string[] ctgTreeArray;
    private int arrayNewSize = 0;
    private string _error;
    private XmlDataSource _xmlDS;

    public int CategoryID
    {
        get { return _CategoryID; }
        set { _CategoryID = value; }
    }

    public string CategoryName
    {
        get { return _CategoryName; }
        set { _CategoryName = value; }
    }
}
```

```

public int ParentID
{
    get { return _ParentID; }
    set { _ParentID = value; }
}

public string CategoryTableName
{
    get { return _CategoryTableName; }
    set { _CategoryTableName = value; }
}

public XmlDataSource xmlDS
{
    get { return _xmlDS; }
    set { _xmlDS = value; }
}

public string error
{
    get { return _error; }
    set { _error = value; }
}

public Category()
{
}

public Category(string ctgTblName)
{
    CategoryTableName = ctgTblName;
}

public string GetCategoryNameFromID(string CategoryID)
{
    SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionStrin
g);
    conn.Open();
    SqlCommand cmd = conn.CreateCommand();
    cmd.CommandText = "SELECT CategoryID, CategoryName, ParentID FROM " +
CategoryTableName + " where CategoryID=" + CategoryID;
    cmd.CommandType = CommandType.Text;
    SqlDataReader reader = cmd.ExecuteReader();
    reader.Read();
    return reader["CategoryName"].ToString();
}

public string GetParentIDFromCategoryID(string CategoryID)
{
    SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionStrin
g);

```

```

        conn.Open();
        SqlCommand cmd = conn.CreateCommand();
        cmd.CommandText = "SELECT CategoryID, CategoryName, ParentID FROM " +
CategoryTableName + " where CategoryID=" + CategoryID;
        cmd.CommandType = CommandType.Text;
        SqlDataReader reader = cmd.ExecuteReader();
        reader.Read();
        return reader["ParentID"].ToString();
    }
    public bool hasChild(int CategoryID)
    {
        SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionStrin
g);
        conn.Open();
        SqlCommand cmd = conn.CreateCommand();
        cmd.CommandText = "SELECT CategoryID, CategoryName, ParentID FROM " +
CategoryTableName + " where ParentID=" + CategoryID;
        cmd.CommandType = CommandType.Text;
        SqlDataReader reader = cmd.ExecuteReader();
        reader.Read();
        if (reader.HasRows==false)
            return false;
        else
            return true;
    }
    private void CategoryTreeFromID(string CategoryID)
    {
        SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionStrin
g);
        string sqlselect = "select * from " + CategoryTableName + " where CategoryID=" +
CategoryID;
        conn.Open();
        SqlCommand comm = new SqlCommand(sqlselect, conn);
        SqlDataReader dr = comm.ExecuteReader();
        dr.Read();
        if (dr["ParentID"].ToString() == "")
        {
            arrayNewSize = ctgTreeArray.Length + 1;
            Array.Resize(ref ctgTreeArray, arrayNewSize);
            ctgTreeArray[arrayNewSize - 1] = dr["CategoryName"].ToString();
            return;
        }
        else
        {
            arrayNewSize = ctgTreeArray.Length + 1;
            Array.Resize(ref ctgTreeArray, arrayNewSize);
            ctgTreeArray[arrayNewSize - 1] = dr["CategoryName"].ToString();

```

```

        CategoryTreeFromID(dr["ParentID"].ToString());
    }
}
public string GetCategoryTree(string CategoryID)
{
    arrayNewSize = 0;
    Array.Resize(ref ctgTreeArray, arrayNewSize);
    Array.Clear(ctgTreeArray, 0, ctgTreeArray.Length);

    CategoryTreeFromID(CategoryID);

    Array.Reverse(ctgTreeArray);
    string tree = "";
    for (int i = 0; i < ctgTreeArray.Length; i++)
        tree += ctgTreeArray[i].ToString() + "> ";

    return (tree.Substring(0, tree.Length - 2));
}
private void CategorySubTreeFromID(string CategoryID)
{
    SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionStrin
g);
    string sqlselect = "select * from " + CategoryTableName + " where ParentID=" +
CategoryID;
    conn.Open();
    SqlCommand comm = new SqlCommand(sqlselect, conn);
    DataSet ds = new DataSet();
    SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(comm);
    da.Fill(ds);
    for (int i = 0; i < ds.Tables[0].Rows.Count; i++)
    {
        arrayNewSize = ctgTreeArray.Length + 1;
        Array.Resize(ref ctgTreeArray, arrayNewSize);
        ctgTreeArray[arrayNewSize - 1] =
ds.Tables[0].Rows[i]["CategoryName"].ToString();
        CategorySubTreeFromID(ds.Tables[0].Rows[i]["CategoryID"].ToString());
    }
}
public string GetCategorySubTree(string CategoryID)
{
    arrayNewSize = 0;
    Array.Resize(ref ctgTreeArray, arrayNewSize);
    Array.Clear(ctgTreeArray, 0, ctgTreeArray.Length);

    arrayNewSize = ctgTreeArray.Length + 1;
    Array.Resize(ref ctgTreeArray, arrayNewSize);
    ctgTreeArray[arrayNewSize - 1] = GetCategoryNameFromID(CategoryID);
}

```

```

CategorySubTreeFromID(CategoryID);

//Array.Reverse(ctgTreeArray);
string tree = "";
for (int i = 0; i < ctgTreeArray.Length; i++)
    tree += ctgTreeArray[i].ToString() + ",";
return (tree.Substring(0,tree.Length-1));
}
public bool Add()
{
    SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionString);
    conn.Open();
    SqlCommand comm = new SqlCommand();
    comm.Connection = conn;
    string insertSQL = "INSERT INTO [Enerji].[dbo].[" + CategoryTableName + " ]
([CategoryName] ,[ParentID])" +
        " VALUES (@CategoryName,@ParentID); SELECT
SCOPE_IDENTITY() ";
    comm.CommandText = insertSQL;
    comm.Parameters.Clear();
    comm.Parameters.AddWithValue("@CategoryName", CategoryName);
    if(ParentID!=0)
        comm.Parameters.AddWithValue("@ParentID", ParentID);
    else
        comm.Parameters.AddWithValue("@ParentID", DBNull.Value);
    try
    {
        CategoryID = Convert.ToInt32(comm.ExecuteScalar().ToString)    conn.Close();
        _error = " Yeni kayıt eklendi";
        return true;
    }
    catch (Exception e)
    {
        conn.Close();
        _error = " Kayıt eklenirken bir sorun oluştu
        return false;
    }
}
public bool UpdateCategory()
{
    string updateSQL = "UPDATE [Enerji].[dbo].[" + CategoryTableName + "]" +
        " SET [CategoryName] = @CategoryName ,[ParentID] = @ParentID
WHERE CategoryID=@CategoryID";
    SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionString);
    conn.Open();
    SqlCommand comm = new SqlCommand();
    comm.Connection = conn;
    comm.CommandText = updateSQL;

```

```

comm.Parameters.Clear();
comm.Parameters.AddWithValue("@CategoryName", CategoryName);
if (ParentID != 0)
    comm.Parameters.AddWithValue("@ParentID", ParentID);
else
    comm.Parameters.AddWithValue("@ParentID", DBNull.Value);
comm.Parameters.AddWithValue("@CategoryID", CategoryID);
try
{
    comm.ExecuteNonQuery();
    conn.Close();
    _error = " Kayıt düzelme işlemi yapıldı.";
    return true;
}
catch (Exception ex)
{
    conn.Close();
    _error = " Kayıt düzeltilirken bir sorun oluştu."; ;
    return false;
}
}
public bool DeleteCategory()
{
    if (hasChild(CategoryID) == false)
    {
        string deleteSQL = "DELETE FROM [" + CategoryTableName + " ] WHERE
CategoryID=@CategoryID";
        SqlConnection conn = new
SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionString);
        conn.Open();
        SqlCommand comm = new SqlCommand();
        comm.Connection = conn;
        comm.CommandText = deleteSQL;
        comm.Parameters.Clear();
        comm.Parameters.AddWithValue("@CategoryID", CategoryID);
        try
        {
            comm.ExecuteNonQuery();
            conn.Close();
            _error = " Kayıt silindi";
            return true;
        }
        catch
        {
            _error = " Kayıt silinirken bir hata oluştu";
            return false;
        }
    }
    else
    {

```

```

        _error = "Bu kategori alt kategorilere sahip. Önce alt kategorilerini siliniz";
        return false;
    }
}
public XmlDataSource BindMenuCategories()
{
    string connectionString =
ConfigurationManager.ConnectionStrings["EnerjiConnStr"].ConnectionString;
    string sqlQuery = string.Format("SELECT {0} FROM {1}", "CategoryID, ParentID,
CategoryName", CategoryTableName);
    DataSet dsCategories = new DataSet();

    //This is the datasource i use to load MenuItems
    XmlDataSource xmlDataSource = new XmlDataSource();
    //Create new connection
    using (SqlConnection connection = new SqlConnection(connectionString))
    {
        connection.Open();
        //Create new adapter
        using (SqlDataAdapter adapter = new SqlDataAdapter(sqlQuery, connectionString))
        {
            adapter.Fill(dsCategories);
        }
    }
    //Name the dataset and the datatable within the dataset.
    dsCategories.DataSetName = "Categories";
    dsCategories.Tables[0].TableName = "Category";
    //Create new data relation between the CategoryID and the ParentID
    DataRelation relation = new DataRelation("ParentToChild",
        dsCategories.Tables["Category"].Columns["CategoryID"],
        dsCategories.Tables["Category"].Columns["ParentID"],
        true
    );
    //Set this to true for nest child categories under parent categories
    relation.Nested = true;
    dsCategories.Relations.Add(relation);
    //Get the xml created by dataset with nested categories by relation
    xmlDataSource.Data = dsCategories.GetXml();
    //Reformat the xml from the dataset to feet menu xml format
    xmlDataSource.TransformFile = "XSLTFile1.xsl";
    //Tells the menu to start read all MenuItem under MenuItems
    xmlDataSource.XPath = "MenuItems/MenuItem";
    //Finally, bind the source to the Menu1 control
    xmlDataSource.EnableCaching = false;
    return xmlDataSource;
    // Menu1.DataSource = xmlDataSource;
    //Menu1.DataBind();
}
}

```