T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI İMALATINDA ENERJİ YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ender ÇAKAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANA BİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

2006
Tekirdağ

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI İMALATINDA ENERJİ YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ender ÇAKAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANA BİLİM DALI

Bu Tez 25/09/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Poyraz ÜLGER (Danışman)

.....
Prof. Dr. Bülent EKER

.....
Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU

.....
Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

.....
Yrd. Doç. Dr. Fatih KONUKÇU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TARIM MAKİNALARI İMALATINDA ENERJİ YÖNETİMİ

ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ender ÇAKAL
Malkara Meslek Yüksekokulu Öğretim Görevlisi

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER
2006, Sayfa :44

Dünya üzerinde enerji talebi sürekli artarken, enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Enerjinin faydalı bir şekilde kullanılması en önemli amaçtır. Bu nedenle tüm insanlık bu amaç doğrultusunda mümkün olan en iyi verimlilikte bir enerji programı düzenlemelidir.

Belli bir programa bağlı olmadan yürütülen basit işletme tedbirleriyle bazı kuruluşlarda %10'a varan oranlarda tasarruf sağlanabilmektedir. Geniş kapsamlı Enerji Yönetimi programının uygulanması ile enerji tasarrufu çalışmalarına süreklilik kazandırıldığı gibi, tasarruf oranı da %25'i aşabilir.

Bu çalışmada, tarım makinaları imalatı yapan işletmelerde Enerji yönetimi ile ilgili uygulamalar araştırılmıştır. Bu işletmelerde Enerji yönetiminin uygulanmadığı görülmüştür. Eğer enerji yönetim programı daha iyi uygulanırsa, enerji tasarrufu konusunda önemli başarılar elde edilebileceği ve bu önlemlerin işletme ekonomisine mali açıdan olumlu etkiler sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Enerji, Tarım Makinaları, Enerji Yönetimi, Enerji Etüdü, Enerji Tasarrufu, Verimlilik.

SUMMARY

Postgraduate Thesis

A STUDY ON ENERGY MANAGEMENT IN AGRICULTURAL MACHINERY PRODUCTION

Ender ÇAKAL

Trakya Universty
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Farm Machinery Department Section

Supervisor : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER
2006, Page: 44

Energy sources available in the world are consumed rapidly, while the energy demand has been and will continue to increase. Efficacious use of the energy is the foremost goal. Therefore, all araund the world, energy consumption program should be organized to achieve the best possible efficiency for this purpose.

It is possible to obtain up to 10 % savings in some of the institutions, with the help of simple executive measures, which are conducted without any program. Energy saving studies can gain a continuity and savings rate can exceed 25 % with the application of an extensive Energy Management program.

Practices related to the Energy Management in enterprises, which produce agricultural machinery, were investigated in this study. Apparently, an Energy Management is not applied in these enterprises. If the energy management program can be applied precisly, considerable successes can be realized in energy savings and these measures may have positive effects on the enterprises' economy.

Key Words : Energy, Farm Machinery, Energy Management, Energy Audit, Energy Saving, Efficiency.

İÇİNDEKİLER **Sayfa No**

ÇİZELGE DİZİNİ……. V
ŞEKİL DİZİNİ……. VI
1. GİRİŞ……. 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……. 3
2.1. Dünyada Enerji Tasarrufu İle İlgili Çalışmalar …. 3
2.2. Ülkemizde Enerji Tasarrufu İle İlgili Çalışmalar……. 4
2.3. Enerji Yönetimi İlgili Çalışmalar 6
2.4. Sanayide Enerji Yönetimi Sistemi İle İlgili Çalışmalar ……. 7
2.5. Enerji Taramasının Oluşturulması İle İlgili Çalışmalar ……. 8
2.6. Enerji Tüketim Standardının Tayini İle İlgili Çalışmalar ……. 9
2.7. Hedef Belirleme İle İlgili Çalışmalar …… 11
2.8. Spesifik Enerji Tüketimi (SET) İle İlgili Çalışmalar ……. 11
2.9. Tarımsal Üretimde Enerjinin Önemi İle İlgili Çalışmalar 12
3. MATERYAL VE YÖNTEM……. 14
3.1. Materyal……. 14
3.1.1. Enerji Taraması Yapılan İşletmeler…. 14
3.1.2. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Düzenleri Ve Cihazlar……. 14
3.2. Yöntem……. 14
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA …….. 16
4.1. İşletmelerin Kuruluş Yılları, Personel Bilgileri ve Anket Sonuçları…….. 16
4.2. Firma-1'e Ait Araştırma Sonuçları……. 17
4.2.1. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Sayıları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları…. 20
4.2.2. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları…….. 23
4.2.3. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makinelerinin Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Kümülatif Toplam Değerlerinin Bulunması Sonuçları……. 23
4.2.4. Spesifik Enerji Tüketim Değerleri (SET) Sonuçları ……. 25
4.2.5. Kompanzasyon İşlemi Sonuçları ……. 25
4.3. Firma-2'ye Ait Araştırma Sonuçları……. 27

4.3.1. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Sayıları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları…… 29
4.3.2. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları…….. 29
4.3.3. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Kümülatif Toplam Değerlerinin Bulunması Sonuçları……. 30
4.3.4. Spesifik Enerji Tüketim Değerleri (SET) Sonuçları……. 31
4.3.5. Kompanzasyon İşlemi Sonuçları…… 32
4.4. Firma-3'e Ait Araştırma Sonuçları……. 33
4.4.1. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Sayıları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları…….. 34
4.4.2. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları…….. 35
4.4.3. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Kümülatif Toplam Değerlerinin Bulunması Sonuçları……. 36
4.4.4. Spesifik enerji Tüketim Değerleri (SET) Sonuçları…….. 37
4.4.5. Kompanzasyon İşlemi Sonuçları…….. 37
5. ÖZET ve ÖNERİLER……..……. 38
6. KAYNAKLAR…… 41
7. ÖZGEÇMİŞ…….……..…….. 43
8. TEŞEKKÜR…….……..…..……. 44

ÇİZELGE DİZİNİ **Sayfa No**

Çizelge 4.1. İncelemesi yapılan işletmelerin kuruluş yılları, personel bilgileri ve enerji yönetimi ile ilgili anket sonuçları…….…… 16

Çizelge 4.2. Firma-1 aylara göre elektrik tüketim değerleri…….18

Çizelge 4.3. Firma-1'e ait 2005 yılı üretim-tüketim verileri…… 19

Çizelge 4.4. Regresyon doğrusu denkleminin bulunması için gerekli çizelge…… 20

Çizelge 4.5. Firma-1 Kümülatif toplam değerler tablosu…… 23

Çizelge 4.6. Firma-1'in 2005 yılı aktif ve endüktif güç tüketim oranları…… 26

Çizelge 4.7. Firma-2'ye ait 2005 yılı üretim-tüketim değerleri…….. 28

Çizelge 4.8. Firma-2'ye ait kümülatif değerler tablosu……30

Çizelge 4.9. Firma-2'ye ait aktif ve endüktif güç tüketim bilgileri……..32

Çizelge 4.10. Firma-3'e ait 2005 yılı üretim değerleri…….34

Çizelge 4.11. Firma-3'e ait kümülatif değerler tablosu…….. 36

Çizelge 5.1. Firmaların birim ürün için kullandığı enerji tutarı…….. 39

ŞEKİL DİZİNİ **Sayfa No**

Şekil 4.1. Firma-1 elektrik enerjisi tüketim değerleri……. 18

Şekil 4.2. Firma-1'in 2001-2005 yılları arası aylık elektrik tüketim ortalamaları…. 18

Şekil 4.3. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi…… 22

Şekil 4.4. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları arasındaki ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi…… 22

Şekil 4.5. Firma-1'e ait kümülatif toplam değerler grafiği…… 23

Şekil 4.6. Firma-1'in spesifik enerji tüketim değerleri……. 24

Şekil 4.7. Firma-2'nin 2001-2005 yılları arası elektrik tüketim değerleri…… 27

Şekil 4.8. Firma-2'nin 2001-2005 aylara göre elektrik tüketim ortalamaları…….. 27

Şekil 4.9. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi…… 29

Şekil 4.10. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi……. 30

Şekil 4.11. Firma-2'nin kümülatif toplam değerler grafiği……. 31

Şekil 4.12. Firma 2'nin spesifik enerji tüketim değerleri……... 32

Şekil 4.13. Firma-3'ün 2002-2005 yılları elektrik tüketim değerleri…….. 33

Şekil 4.14. Firma-3'ün 2002-2005 aylara göre elektrik tüketim ortalamaları…… 34

Şekil 4.15. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisinin regresyon doğrusu denklemi…… 35

Şekil 4.16. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi……..…… 35

Şekil 4.17. Firma-3'ün kümülatif toplam değerler grafiği……..……. 36

Şekil 4.18. Firma-3'ün spesifik enerji tüketim değerleri…….…… 37

Şekil 5.1. İncelemesi yapılan fabrikaların elektrik tüketim değerleri…….. 38

Şekil 5.2. İncelemesi yapılan fabrikaların tarım makinesi üretim değerleri…… 39

Şekil 5.3. Birim ürün başına harcanan elektrik tüketim değerleri……. 40

1. GİRİŞ

Enerjinin üretimi, çevrimi ve tüketimi çevreyi etkileyen sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle atmosfer, enerji kullanımı sonucu kirlenmekte ve özellikleri değişmektedir.

Önümüzdeki yıllarda dünyamızın petrol, kömür ve doğal gaz rezervlerinin azalacağı ve buna paralel olarak fiyatların hızla artacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Bu nedenlerle sahip olunan enerji kaynaklarının her alanda bilinçli bir şekilde kullanılması vazgeçilmez bir gerekliliktir. Birçok ülke alternatif enerji kaynakları üzerinde araştırmalar yapmaktadır. Böyle bir dünyada enerji yönetimi ve tasarruf çalışmaları ön plana çıkmaktadır.

Enerji verimliliği; enerjinin üretimi, iletimi ve dağıtımı alanında yapılan çalışmaların tümünü kapsamaktadır. Bir tarafta daha az maliyet ve daha az birincil kaynak kullanımıyla daha çok enerji üretimi yönünde çalışmalar sürerken, diğer tarafta aynı miktar enerji ile daha çok iş yapılması veya aynı miktar işin daha az enerji tüketilerek yapılması konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmekte, tedbirler geliştirilmekte, politika ve stratejiler üretilmektedir.

Enerji verimliliği çalışmaları,

- Isı, gaz, buhar, basınçlı hava, elektrik gibi çok değişik formlarda olabilen enerji kayıpları ile her çeşit atığın değerlendirilmesi veya geri kazanılması,
- Yeni teknolojileri kullanma yoluyla üretimi düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tüketiminin azaltılması,
- Bina mimarisi, dış yapı elemanları, cam ve ısıtma/aydınlatma sistemleri ekseninde yürütülen ısı yalıtım çalışmalarından akıllı bina uygulamaları,
- Belli limitlerin altında yakıt tüketen araçların üretimi için getirilen zorunluluklardan, toplu taşıma sistemleri,
- Buzdolabı, çamaşır makinesi, televizyon, fırın gibi ev aletlerinde uygulanan etiketleme yaklaşımları,
- Yeni tip enerji santrali teknolojileri, elektrik üretim, iletim, dağıtım süreçlerindeki kayıpların azaltılması,

- Enerji arz ve talep yönetimlerine kadar bir dizi uygulamayı içermektedir (Kavak, 2005).

Çoğu zaman basit önlemler ve davranış değişiklikleri ile enerji tasarrufu konusunda hatırı sayılır başarılar elde edilebilir ve bu önlemler işletme ekonomisine mali açıdan olumlu etki sağlar.

Bu çalışmada; genel hatlarıyla enerji verimliliğinin ne olduğu, hangi alanlarda ne tür uygulamalar yapılabildiği, dünyada ve Türkiye'de enerji tasarrufu faaliyetleri üzerinde durulmuş, daha sonra tarım makineleri imalatı yapan işletmelerde üretim ile enerji tüketiminin ilişkisi ortaya konmuştur. Enerji verimliliğinin arttırılması için uygulanması gereken genel yöntemler belirtilmiş ve örnek enerji yönetimi hesapları yapılmıştır.

Bu araştırma; Giriş, Önceki Çalışmalar, Materyal ve Yöntem, Araştırma Sonuçları ve Tartışma, Özet ve Öneriler olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. Ayrıca Kaynaklar, Teşekkür ve Özgeçmiş eklenmiştir. Yabancı dilde ve Türkçe özet eserin ilk kısmında verilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Dünyada Enerji Tasarrufu İle İlgili Çalışmalar

Sanayinin enerji kullanımını azaltma gereksinimi 1970'li yılların başında başlamıştır. Enerji verimliliği politikalarını tetikleyen en önemli faktör, 1970'li yıllarda başlayan enerji krizi ve buna bağlı gelişen petrol artışları olmuştur. Piyasalardaki sert rekabet, firmaları üretim maliyetlerini düşürmeye zorlamıştır. Yeni teknolojik gelişmeler eski teknolojiyle üretim yapan donanımların yerine daha az enerji tüketen makinelerin kullanılmasına öncülük etmiştir.

Dünyada, enerji verimliliği ile ilgili olarak en sıkı önlemlerin alındığı 1973-1985 yılları arasında çalışmaların yürütüldüğü ülkelerde gayri safi yurtiçi hasıla %32 civarında büyürken aynı dönemde enerji tüketimi artışı sadece %5 olmuştur. Bunun sonucunda birim gayri safi yurtiçi hasıla başına enerji tüketimi %25 civarında düşmüştür. Bunda ekonomideki yapısal değişikliklerin yanı sıra enerji verimliliğindeki, iyileştirmelerin etkisi de büyük olmuştur (Turan, 2006).

Enerji verimliliğinin artması, bu dönemde devletlerin kararlı politikaları yürürlülüğe koyması ve yüksek enerji fiyatlarının etkisi ile bu politikaların hayata geçirilmesinde halkın istekli davranmasından kaynaklanmıştır.

Bu dönemden sonra enerji verimliliği çalışmaları, düşük seyreden enerji fiyatları sebebiyle, bir durgunluk dönemine girmiştir. Son senelerde dünyada büyüyen atmosferik kirliliğin azaltılması için, mümkün olduğunca daha az enerji tüketilmesinin çözümlerden biri olduğu uluslar arası platformlarda vurgulanmaktadır. 1990'lı yıllarla birlikte enerji ve çevre politikaları içinde enerji verimliliği tekrar öncelik almaya başlamıştır (Turan, 2006).

Enerji tasarrufu çalışmalarında en etkin ve somut sonuç alan ülkelerden birisi ABD'dir. Bu ülkede son otuz yıl içerisinde enerji verimliliği yüksek teknolojiler kullanılarak enerji verimi önemli miktarda arttırılmıştır. 1973 yılından bugüne ekonomideki büyüme %126 oranında gerçekleştirilirken, aynı süre zarfında enerji kullanım oranındaki artış yalnızca %30 olmuştur (National Energy Policy, 2001).

Kullanılan enerji miktarı ekonomideki büyümeye paralel olsaydı, 2001 yılında tüketilen enerji miktarı 29 trilyon kWh yerine 50 trilyon kWh olacaktı (Kaya ve Güngör, 2002).

2.2. Ülkemizde Enerji Tasarrufu İle ilgili Çalışmalar

İlk planlı enerji tasarrufu çalışmaları Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. EİEİ Genel Müdürlüğü 1981 tarihinden bu yana sanayi kuruluşlarında enerjinin verimli kullanımı konusunda eğitim ve etüt çalışmaları yaparak sektöre hizmet vermektedir.

EİEİ bünyesinde, 1993 tarihli Bakanlık oluru ile oluşturulan Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (EİE/UETM), 1995 yılında yayınlanan *"Sanayide Enerji Verimliliği Yönetmeliğinin"* verdiği görevler doğrultusunda, gelişmiş ülkelerdeki enerji tasarrufu konularında faaliyet gösteren kuruluşlarla da ortak çalışmalar yaparak sektördeki yenilikler konusunda kendisini sürekli geliştirmektedir (Anonim, 2006).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 11 Kasım 1995 yılında "*Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler"* hakkında bir yönetmelik hazırlanmış olup 22460 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin amacı, enerji tüketimi yüksek olan sanayi sektörlerindeki (Yılda 2000 Ton Eşdeğer Petrol ve daha üzeri enerji kullanan sanayi kuruluşlarındaki) enerji verimliliğin arttırılması için gerekli düzenlemelerin sağlanmasıdır (Kedici, 1997).

Bu yönetmelik ile sanayi kuruluşlarındaki enerji verimliliğinin arttırılmasında uygulanacak genel hususlar olan,

- Enerji Tüketimlerinin hesaplanması,
- Enerji verimliliğini arttırıcı önlemlerin belirlenmesi,
- Enerji tasarrufu etütleri,
- Enerji tasarrufu planlarının hazırlanması ve
- Spesifik enerji tüketimlerinin izlenmesi ana başlıkları üzerinde durulmuştur. Ayrıca her kuruluşun kendi enerji yönetim sistemini oluşturması ve *Enerji Yöneticisi* atanmasının gerekliliği belirtilmiştir.

EİEİ tarafından sanayi sektörüne yönelik eğitim, etüt, yayın, danışmanlık gibi hizmetler verilmektedir. Ayrıca DİE ile işbirliği de yapılarak, sanayi enerji tüketiminin %90'lık kısmını teşkil eden 1000'in üzerinde işletme izlenmektedir. Bu işletmelerin 2000 TEP üzerinde enerji tüketmekte olanlarına ait enerji yöneticilerinin kayıtları, bir veri tabanı ile daha yakından takip edilmekte ve sürekli iletişim sağlanmaktadır.

Sanayide enerji verimliliği bilincini oluşturmak, enerji tasarrufu odaklarını ve miktarlarını tespit etmek ve fabrikalarda etkili bir enerji yönetimi kurulmasına yardımcı olmak amacıyla, EİEİ tarafından oluşturulan ekiplerce sanayi sektörüne yönelik olarak ön enerji etüdü seviyesinde çalışmalar yapılmaktadır. Özel olarak düzenlenmiş minibüsler ve portatif ölçüm cihazları sayesinde fabrikaların mevcut durumu ve enerji tasarrufu potansiyeli ile ilgili raporlar hazırlanarak fabrika yönetimine sunulmaktadır. İçi sınıf gibi düzenlenen Enerji Verimliliği Eğitim Araçları ile fabrika personeline enerji tasarrufu ile ilgili konularda yerinde ve kapsamlı eğitimler verilmektedir. Çalışanlar işyerlerinden fazla uzaklaştırılmadan her düzeydeki elamanın eğitime katılması sağlanmaktadır. Ayrıca sanayi kuruluşlarının enerji verimliliğini arttırmak üzere yönetmelik gereğince Enerji Yöneticisi kursları açılmaktadır (EİEİ, 2006).

Ülkemizde enerji tasarrufu ile ilgili 1995 yılında çıkan yönetmeliğin dışında henüz herhangi bir kanun bulunmamaktadır. Ancak çeşitli kamu, özel sektör ve üniversite temsilcilerini katılımlarından oluşan bir komisyon tarafından hazırlanan *Enerji Tasarrufu Kanunu Taslağına*[1] ilişkin çalışmalar sürdürülmektedir. Söz konusu kanun yürürlülüğe girdiği takdirde, sanayi bina, ulaşım vb. sektörlerde tüm kişi ve kuruluşların enerji tasarrufu konusunda gelişmiş ülkelerdeki düzeyde girişimler başlatması gerekecek ve enerji tasarrufu ile ilgili çalışmalar denetim altına alınarak verimliliğin arttırılması daha etkili olacaktır.

---

[1] http://www.eie.gov.tr/Enerji%20Verimliligi%20Kanun%20Tasarisi%20Taslagi.doc (10.03.2006)

Ülkemizde genel enerji ihtiyacının karşılanması için kullanılan enerji kaynaklarının başlıcaları taşkömürü, linyit, petrol ve akarsu gücüdür. Ülkemizin petrole aşırı bağımlılığı, yeterli öz kaynakların olmayışından değil, kaynakların kullanılır duruma sokulmayışındandır (Yavuzcan, 1978).

2.3. Enerji Yönetimi İlgili Çalışmalar

Enerji Tasarrufu, daha geniş anlamda enerji verimliliği, öncelikle insan, daha sonra teknik bir sorundur. Teknik sorunların çözümü için ise sistematik bir yaklaşım gerekir.

Enerji yönetimi, ürün kalitesinden, güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakârlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır. Enerji tasarrufu ise, enerjinin gereksiz kullanım sahalarını belirlemek ve bu israfı minimum düzeye indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için alınan önlemleri içerir. Enerji tasarrufu enerjiyi kullanmamak anlamına gelmez. Enerji tasarrufu enerji arz hizmetlerinin azaltılması veya kısıtlanması şeklinde de düşünülmemelidir (EİEİ/UETM, 1997).

Enerji yönetiminde ilk iş, şirketin ödediği enerji faturası ile enerji tüketen ekipmanlar ve üretim hattı arasında ilişki kurmaktır. Bu ilişkinin birçok yolu vardır. Fakat üst yönetimin katkı ve desteği olmadan başarı sağlanması mümkün değildir. Bu nedenle bir kuruluşta enerji tasarrufunun üst yönetim düzeyinden başlaması şarttır.

Üst yönetim enerji yönetimi konusunda yönlendirici olmasa bile teşvik edici, denetleyici ve son kararları veren organ olduğundan kuruluştaki enerji yönetimi çalışmalarının temel sorumlusudur.

Tüketim ve üretim arasındaki ilişkinin tespit edilmesi, verimliliği arttırıcı önlemlerin bulunarak uygulamaya geçirilmesi vb. işlerle uğraşan enerji yöneticisi, teknik konularda yardımcı olabilecek danışmanlara, fabrikadaki işçilere ve idari personelin yardımına ihtiyaç duyar.

2.4. Sanayide Enerji Yönetimi Sistemi İle İlgili Çalışmalar

Sanayide enerji tasarrufu sağlamak bilinçli bir enerji yönetimi programı geliştirmek ve uygulamak ile mümkündür. Enerji Yönetimi Sistemi ürün kalitesinden güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakârlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır.

Enerji yönetim sisteminin başarılı olması için 4 ana hedef vardır. Bunlar;

- Üretenin verimini artırmak (kazan, kompresör, vb.),
- Tüketicinin kullanımını azaltmak,
- Yüksek güç tüketilen noktaları sürekli kontrol altında tutmak ve
- Enerjiyi en ekonomik yoldan kullanmaktır.

Enerji yönetiminde ilk kural; işletmede enerjiyi üreten sistemleri, üretimin gereksinimlerini en uygun şekilde karşılamak amacıyla sürekli iyi durumda bulundurmaktır. Enerji yönetim sistemi kurmak için uygun ve iyi tasarlanmış bir yönetim yaklaşımı gereklidir. İyi organize olmuş enerji yönetim sistemine aşağıda açıklanan maddeler kılavuzluk yapar:

- Üst yönetimin katkı ve desteği,
- Tüm çalışanların katılımını sağlamak ve eğitim,
- Enerji muhasebesi, İzleme ve hedef oluşturma,
- Enerji tasarrufu etütleri ve fizibilite çalışmasının yapılması,
- Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi,
- İzleme ve hedef belirleme,
- Raporların iyileştirilmesi,
- Mühendislik, dizayn değişikliklerinin uygulanması ve
- Gerekli ekipmanların teminidir.

Enerji yönetim programını uygulamak için fabrikaların uygun bir yönetici ataması gereklidir. Enerji yöneticisinin görev, yetki ve sorumlulukları şunlardır:

- Fabrikadaki tüm enerji tüketim kayıtlarını, sayaç okuma ve enerji satın alımını takip etmek ve denetlemek, bunun için gerekli olan sayaç ve benzeri cihazların satın alınmasını ve montajını sağlamak üzere girişimlerde bulunmak,
- Spesifik Enerji Tüketim (SET) değerlerini tüm önemli üretim bölümleri için takip etmek üzere mevcut durum ve iyileştirme sonrası endeksleri geliştirmek
- Fabrika için mali avantaj sağlanması açıdan yakıt cinsini ve elektrik tarifesini değiştirme olanaklarını araştırmak ve enerji ikmal kesintisi halinde uygulanmak üzere muhtemel planlar hazırlamak,
- Yıllık enerji bütçelerini hazırlamak,
- Fabrika personeli donanım satıcıları ve dış danışmanlarla işbirliği yaparak enerji tasarrufu projelerini, proses değişiklikleri de dâhil olmak üzere geliştirmek, gerekli mali analizleri yaparak yönetimin bu konuda yatırım yapması için yeterli bilgiye sahip olmasını sağlamak,
- Makine ve tesislerin daha verimli olarak işletilmesi için verimlilik standartları oluşturmak,
- Enerji yönetim programı için fabrikadaki her kademe arasında iletişimi sağlamak, programa katılan tüm mühendis ve işçileri teşvik etmek için bilinçlendirme ve eğitim programları geliştirmek,
- Baca gazı emisyonlarını izleyerek sınır değerlerinin aşılmamasını sağlamak ve
- Sayaç ve benzeri cihazların periyodik olarak üç yılda bir ölçüm ve kalibrasyonlarının yapılmasını sağlamaktır.

Belli bir programa bağlı olmadan yürütülen çalışmalarda basit işletme tedbirleriyle bazı kuruluşlarda %10'a varan oranlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Geniş kapsamlı enerji yönetimi programlarının uygulanması ile enerji tasarrufu çalışmalarına süreklilik kazandırıldığı gibi tasarruf oranı da % 25'i aşabilir (Kedici, 1997).

2.5. Enerji Taramasının Oluşturulması İle İlgili Çalışmalar

Enerji tüketimi, birçok faktöre bağlı olarak haftadan haftaya veya aydan aya değişebilir. Bu faktörler,

- Spesifik Değişkenler ve

- Kontrol Edilebilir Değişkenler olmak üzere ikiye ayrılır.

Spesifik değişkenler; fabrikanın bir bölümünün üretim miktarına göre enerji ihtiyacını belirler. Enerji ihtiyacını belirlemek için kullanılan standart denklemlerde bu değişkenler kullanılır.

Kontrol edilebilir değişkenler ise; işletme uygulamaları, sistem kontrolü, üretim planlaması ve bakım standardı gibi enerji tüketimini en aza indirebilmek için yönetim tarafından planlanan değişkenlerdir.

Bir bölümün enerji tüketimini etkileyen parametreler,

- Ortam sıcaklığı,
- Çalışma sıcaklığı,
- Ürün tipi,
- Çalışma saatleri,
- Makine hızı ve
- Üretim miktarıdır (EİEİ/UETM, 1997).

2.6. Enerji Tüketim Standardının Tayini İle İlgili Çalışmalar

Veriler toplandıktan sonra her işletmenin, enerji tüketimi ile ilgili standart doğrusu belirlenmelidir. Bu standart doğru enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere (üretim, hava koşulları vs.) bağlı olduğunu gösteren bir doğru denklemidir. Enerji gereksinimini hesaplamakta kullanılabilir.

Standart denklem tipleri üçe ayrılır:

TİP 1 :E = a

Bu formülde,

E :Toplam enerji tüketimi (Kwh, Ton, Kcal vb. birimler kullanılabilir) ve

A :Üretim miktarı ne olursa olsun enerji tüketiminin aynı düzeyde kaldığı sabit sayıdır.

"E" Enerji tüketimi, "a" gibi bir sabit sayıya eşittir ve incelenen bölüm için spesifik değişkenler yoktur. Bu durumda o bölümün enerji tüketimi üretimden bağımsız olarak başlangıçta sabittir. Örneğin üretim miktarı ne olursa olsun (hatta hiç olmasa bile) üretim hatlarındaki cihazlar (makinalar, kompresörler, ısıtma ve soğutma işlemleri, aydınlatma gibi) sürekli maksimum kapasitede üretim yapılıyormuş gibi faal durumda tutulmaktadır. Dolayısıyla üretim ne olursa olsun enerji tüketimi sabit miktarda gerçekleşmektedir. Bu durumdaki standart denklem doğrusu; günlük, haftalık, aylık gibi mevcut geçmiş verilerden hesaplanan ortalama enerji tüketimidir (EİEİ/UETM, 1997).

TİP 2 :$E = a + b.P$

Bu formülde,

E :Toplam enerji tüketimi (Kwh, Ton, Kcal vb. birimler),

a :Üretim ile ilgisi olmayan eneri tüketim miktarını gösteren sabit,

P :Spesifik değişken (üretim vb.) ve

b :Spesifik değişkenin her bir birim artışına karşılık gelen enerji tüketim artışıdır.

Enerji tüketimi bir tek spesifik değişkene P'ye (üretime) bağlıdır. Bu doğru denkleminde a sabiti üretimle ilgisi olmayan enerji miktarıdır. Bina ısıtma, basınçlı hava, aydınlatma gibi, üretimin kesildiği zaman bile devrede olacak sistemlerin harcadığı, üretimle ilgisi olmayan enerji tüketimidir. "b" sabitesi spesifik değişkenin her bir birim artışına karşılık gelen enerji tüketim artışıdır ve doğrunun eğimidir.

TİP 3 :$E = a + b.P_1 + c.P_2 + d.P_3 + \ldots\ldots$

E :Toplam enerji tüketimi (Kwh, Ton, Kcal vb. birimler)

a :Üretim ile ilgisi olmayan eneri tüketimini gösteren sabit

P_1, P_2, P_3 :Spesifik değişkenler (üretim miktarı, hava koşulları vb.) ve

b, c, d :Spesifik değişkenin her bir birim artışına karşılık gelen enerji tüketim artışıdır.

Bu denklemde enerji tüketimi birden fazla değişkene bağlıdır. Bu spesifik değişkenler P1, P2, P3,… gibi üretim miktarı, hava koşulları, çalışma saatleri, aynı

bölümde üretilen çeşitli tip ürünler gibi çeşitli değişkenlerdir. Bu tür standart denklem grafik olarak gösterilemez ve birçok değişken karıştığı için izahı da zordur (EİEİ/UETM, 1997).

2.7. Hedef Belirleme İle İlgili Çalışmalar

Her bir bölüm için standart denklem belirlenirken aynı anda hedefte belirlenmelidir. Bu hedefte standartla aynı formda bir denklemdir. O bölümün performansındaki iyileşmeyi tanımlar.

Hedef denklem; en iyi geçmiş performansa dayalı olarak, standart denkleme göre basit bir yüzde indirimi yapılarak veya önceki tecrübeler değerlendirilerek tespit edilebilir (EİEİ/UETM, 1997).

2.8. Spesifik Enerji Tüketimi (SET) İle İlgili Çalışmalar

Spesifik enerji tüketimi, birim ürün başına kullanılan enerji olarak tanımlanabilir. Örneğin bir fabrikada enerji tüketimi Kwh ve spesifik değişken (üretim), Kg ile tarif ediliyorsa,

$$\text{Spesifik Enerji Tüketimi (SET)} = \frac{\text{Enerji Tüketimi (Kwh)}}{\text{Üretim (Kg)}}$$ olarak ifade edilir (EİEİ/UETM, 1997).

Performansın değerlendirilmesi, beklenen enerji kullanımı ile gerçek enerji tüketim değerlerinin düzenli olarak karşılaştırması ile yapılır. Bunu değerlendirmek için SET değerleri kullanılır. Bunlar özellikle çeşitli işletme koşullarının fabrika üretim performanslarına etkisini izleme açısından önemlidir. SET değerinin büyümesi kötü performansa enerji tüketiminin gereksiz yere artmasına işaret eder.

Rapor Dokümanları üzerinde gerçek, standart ve hedef SET'ler verilir. Bunlar sırası ile gerçek, standart ve hedef enerji alınarak, spesifik değişkenin gerçek değerine bölünerek hesap edilirler.

Spesifik enerji tüketimleri üretim düzeyine bağlı olarak önemli değişiklikler gösterirler.

$$SET = \frac{E}{P} = \frac{a + bP}{P} = \frac{a}{P} + b$$

Bu denklemde görüldüğü gibi üretim (P), çok yüksek olduğunda $\frac{a}{P}$ değeri çok küçük olur ve SET'in değeri b'ye yaklaşır. Fakat üretim düşük olursa P küçüleceği için üretime bağlı olmayan enerji tüketimi "a" çok önemli olur ve SET hızla artar (EİEİ/UETM, 1997).

2.9. Tarımsal Üretimde Enerjinin Önemi İle İlgili Çalışmalar

Bir yönden nüfus artışının arttırdığı beslenme sorunları, diğer yönden ekonomik nedenlerin ortaya çıkardığı verimlilik hesaplarının yanı sıra, tarım kesiminde yaşayanların yaşam koşullarını iyileştirme ve tarımı çağdaşlaştırma çabaları, tarımsal üretimde de enerjiyi, önemli girdilerin başına geçirmiştir. Diğer enerji türlerinden bilinen üstünlükleri nedeniyle çağdaş tarımda elektrik enerjisinin kullanımı, giderek artmıştır. Günümüzde tarımsal üretimle ilgili 400'den fazla dalda elektrik enerjisinden yararlanılmaktadır.

Enerji tasarrufuna ilişkin olarak çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan uygulamaya geçenlerine, içsel tarım kesiminden şu örnekler verilebilir:

- Sütten alınan ısıdan yararlanıp sıcak su hazırlanması,
- Isı pompasından yararlanılması ve
- Hayvan barınaklarından atılan ısı enerjisinin kısa yoldan kazanılmasıdır (Yavuzcan, 2006)

Tarımsal üretimde, üretimi destekleyen önemli girdilerin başında enerji gelir. Mekanizasyon yönünden etkin olan birim alanda tüketilen enerji düzeyi arttıkça birim alandaki toplam ürün miktarı da, artmaktadır.(Ülger, 1982)

Genel olarak, tarım ve hayvancılıkta girişimin, yatırımın ve işletmeciliğin türü ne olursa olsun, tercihleri etkileyen en önemli faktör maliyettir. Bu nedenle tarımsal mekanizasyonun amaçlarından biri de üretilen malın maliyetini azaltmak ve sektör içindeki bütün üreticilerin bundan yararlanmasını sağlamaktır (Kayişoğlu vd., 1997).

Maddi olanaksızlıklar içinde kıvranan küçük köylü işletmelerin modern teknik araçlardan yararlanabilmeleri için gereken koşulların araştırılması gerekir. Makineli tarımda kullanılan üretim araçları oldukça pahalıdır (Ülger vd., 1996).

Tarım makineleri imalatında da maliyetleri etkileyen en önemli unsurun hammadde olduğu düşünülürse, ikinci önemli faktör, enerji gereksinimleri olmaktadır. Ham maddelerin büyük çoğunluğunu metal malzemeler oluşturmakta ve bu ham maddelerin işlenmesi için kullanılan tüm enerji çeşitlerinin birim fiyatları artmaya devam etmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Enerji Taraması Yapılan İşletmeler

Araştırma, Tekirdağ'ın Malkara ve Hayrabolu ilçelerinde şu anda çalışmakta olan toplam üç firma üzerinde yürütülmüştür. Seçilen bu işletmeler değişik kullanım amaçlarına sahip tarımsal alet ve makine imalatı yaparak, faaliyet alanlarında bölgede söz sahibi olan üç büyük fabrika olarak görülmekte olduğundan tercih edilmişlerdir.

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Düzenleri ve Cihazlar

Çeşitli verilerin saptanabilmesi, hesapların yapılabilmesi, sonuçların çıkarılması, yazılı metin haline getirilmesi için, fabrikalara TREDAŞ tarafından monte edilmiş elektrik sarfiyatını aktif ve reaktif güç olarak ayrı ayrı ölçen elektrik sayaçlarından ve elektrik faturalarından faydalanılmıştır.

3.2. Yöntem

Araştırma, Tarım Makineleri imalatı yapan üç işletmede yürütülmüştür. Elektrik tüketim değerleri TREDAŞ faturalarından alınarak iki firmada son 5 yıl, bir firmada ise son 4 yıl incelenmiştir. Üretim miktarları ise sadece, 2005 yılı için işletmelerden elde edilen bilgiler doğrultusunda elde edilmiştir.

İncelemesi yapılan her üç işletmede de aynı bölümde değişik tipte ve türde çeşitli tarım makineleri yapıldığından spesifik değişkenler (ürün çeşitleri) birden fazladır. Bu spesifik değişkenlerin çok sayıda olması grafik çizimlerini ve analizleri zorlaştırdığından, iki değişik değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Birinci yöntemde ürünler tek bir çeşit gibi düşünülmüş, üretilen makine sayısı ile tüketilen enerji miktarı ilişkisi araştırılmış, ikinci yöntemde ise ürünlerin ağırlıkları ile tüketilen enerji miktarı ilişkisi araştırılmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.

Üretim ve tüketim değerlerindeki dalgalanmaların görülebilmesi için aylara göre üretim ve tüketim değerleri (elektrik, fuel-oil, kömür vb.) grafiğe geçirilmiştir. Bu grafik

ise bize üretime bağlı olan ve bağlı olmayan enerji tüketimleri hakkında bilgi sahibi olmamızı ve yorum yapmamızı sağlamıştır.

Firmalarda tarımsal makine üretim değerleri ile enerji tüketim değerlerinin ilişkilerini ortaya çıkarmak için korelasyon, regresyon hesabı ve kümülatif toplam değerler (CUSUM) grafik çizimleri yapılmıştır. Bu işlemlerde kullanılan formüller araştırma sonuçları bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Spesifik enerji tüketimi (birim ürün başına kullanılan enerji) hesabı yapılırken,

$$\text{Spesifik Enerji Tüketimi (SET)} = \frac{E}{P} = \frac{\text{Enerji Tüketimi (Kwh)}}{\text{Üretim (Kg)}}$$ Formülünden faydalanılmıştır (EİEİ/UETM, 1997).

Birim ürün için kullanılan enerji miktarı, her ay için hesaplanarak grafik üzerinde gösterilmiş, verimin aylara göre değişimi incelenmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 09.11.1995 tarihinde Resmi Gazetede 22458 sayı ile yayınladığı Elektrik Tarifeleri Yönetmeliğindeki, "*Reaktif enerjiyi ölçmek üzere gerekli ölçü aletlerini tesis eden aboneden, çektiği aktif enerjinin 0.33 (yüzde otuz üç) (dahil) katına kadar (endüktif) reaktif enerji bedeli alınmaz. Bu sınır aşılırsa, çekilen reaktif enerjinin tamamına reaktif enerji tarifesi uygulanmaktadır*." açıklaması doğrultusunda reaktif gücün aktif güce oranı aylık değerler halinde hesaplanmış ve % 33 oranını geçen aylar tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarının verildiği bu bölümde tarım makineleri imalatı yapan üç büyük işletmenin tanıtım bilgileri verilmiş, ayrıca üretim değerleri ile enerji tüketimlerinin değişimleri hakkında açıklama ve yorum getirilmeye çalışılmıştır.

4.1. İşletmelerin Kuruluş Yılları, Personel Bilgileri ve Anket Sonuçları

Çizelge 4.1. İncelemesi yapılan işletmelerin kuruluş yılları, personel bilgileri ve enerji yönetimi ile ilgili anket sonuçları

Fabrika Adı	**Firma.1**	**Firma.2**	**Firma.3**
Yerleşim Yeri	Malkara-TEKİRDAĞ	Malkara-TEKİRDAĞ	Hayrabolu-TEKİRDAĞ
Kuruluş Yılı	1947	1967	1987
Mühendis Sayısı	5	1	2
Teknisyen	3	-	2
Usta	8	1	7
İşçi	70	20	32
Çırak	4	1	-
İdari Personel	12	3	8
ENERJİ YÖNETİMİ ANKET SONUÇLARI			
Fabrikanızda enerji yönetimi programı uygulanıyor mu?	Hayır	Hayır	Hayır
Enerji yöneticisi belirlenmiş mi?	Hayır	Hayır	Hayır
Belirlenmiş ise kaç yıldır çalışıyor?	-	-	-
Enerji verimliliğini arttırma, enerji tüketimini azaltma yönünde bir çalışma var mı?	Hayır	Hayır	Hayır
Spesifik enerji tüketimi vb. değerler hesaplanıyor mu?	Hayır	Hayır	Hayır
Sonuçlar değerlendiriliyor mu?	Hayır	Hayır	Hayır

İncelemesi yapılan işletmelerin kuruluş yılları, personel bilgileri ve enerji yönetimi ile ilgili anket sonuçları Çizelge 4.1.'de görülmektedir.

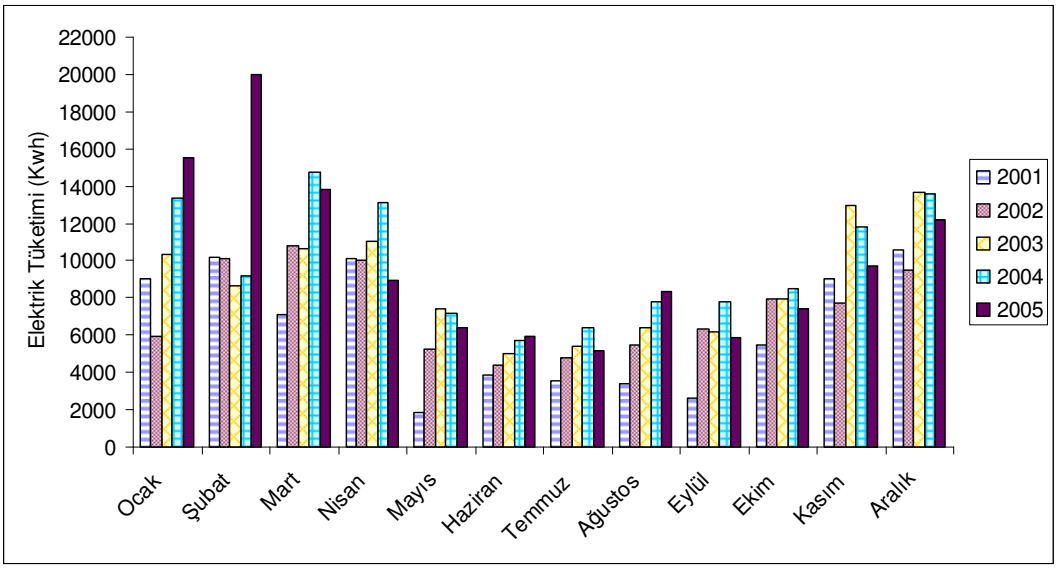
4.2. Firma-1'e Ait Araştırma Sonuçları

Enerji yönetimi araştırması yapılan işletmelerden Firma-1'de üretim için, elektrik enerjisinin dışında herhangi bir enerji türü kullanılmamaktadır. Aylara göre elektrik tüketim değerleri son 5 yılı kapsayacak şekilde Çizelge 4.2.'de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Firma-1 aylara göre elektrik tüketim değerleri

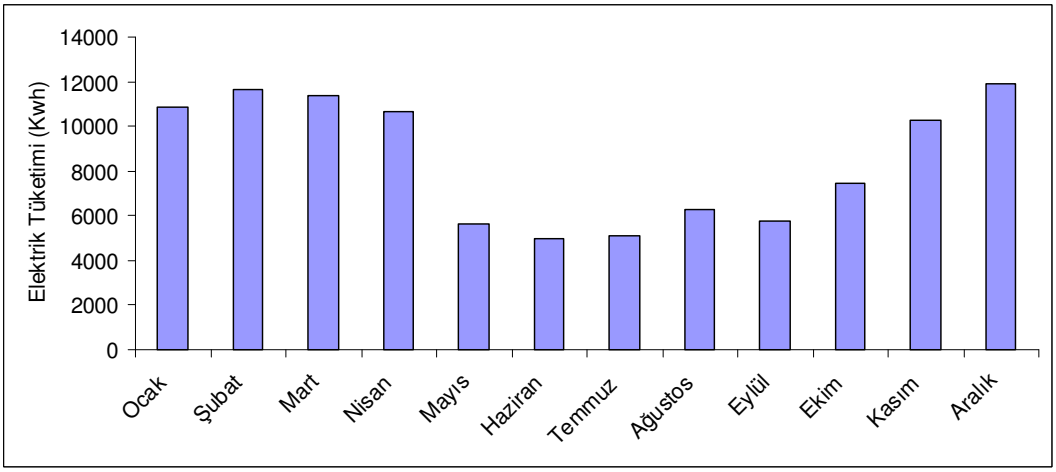
Dönem	Elektrik Enerjisi Tüketim Türü	Yıllar				
		2001	2002	2003	2004	2005
Ocak	Aktif (KWh)	9006	5958	10320	13388	15500
	Endüktif (KVArh)	466	832	1332	1414	1298
Şubat	Aktif (KWh)	10192	10074	8638	9170	20000
	Endüktif (KVArh)	1038	1872	1374	1042	718
Mart	Aktif (KWh)	7078	10780	10666	14726	13822
	Endüktif (KVArh)	1430	2536	1929	2376	2804
Nisan	Aktif (KWh)	10110	10026	11028	13142	8974
	Endüktif (KVArh)	2986	2114	2406	1792	3344
Mayıs	Aktif (KWh)	1870	5248	7428	7192	6424
	Endüktif (KVArh)	392	1734	2620	816	1570
Haziran	Aktif (KWh)	3870	4362	5040	5690	5966
	Endüktif (KVArh)	602	670	1482	508	2818
Temmuz	Aktif (KWh)	3570	4772	5438	6436	5194
	Endüktif (KVArh)	524	1284	1942	1048	1732
Ağustos	Aktif (KWh)	3390	5484	6380	7760	8310
	Endüktif (KVArh)	570	2360	2276	1846	3428
Eylül	Aktif (KWh)	2654	6312	6150	7818	5880
	Endüktif (KVArh)	630	3434	1234	746	2800
Ekim	Aktif (KWh)	5494	7940	7914	8502	7388
	Endüktif (KVArh)	1236	3896	882	1574	664
Kasım	Aktif (KWh)	9062	7734	13000	11844	9724
	Endüktif (KVArh)	1862	2842	1862	1064	4
Aralık	Aktif (KWh)	10570	9512	13680	13596	12228
	Endüktif (KVArh)	1148	2456	1680	1798	12

Firma-1'in elektrik enerjisi tüketim değerlerinin bulunmasından sonra, 2001-2005 yılları arası aktif güç elektrik enerjisi tüketimini gösteren grafik hazırlanmıştır (Şekil 4.1.). Bu grafikte fabrikanın 2001 yılından itibaren elektrik tüketiminin sürekli olarak arttığı görülmektedir.



Şekil 4.1. Firma-1 elektrik enerjisi tüketim değerleri

Firma-1'in, aylar bazında elektrik tüketimi 2001-2005 yıllarının ortalaması alınarak incelendiğinde ise en yüksek tüketimler sırasıyla aralık, şubat ve mart aylarında görülmektedir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Firma-1'in 2001-2005 yılları arası aylık elektrik tüketimi ortalamaları

Enerji tüketim değerleri ile üretim arasındaki ilişkinin bulunma çalışmalarının bir parçası olan üretim-tüketim değerleri de 2005 yılı için firma yetkilerinin verdiği bilgiler doğrultusunda aylık olarak bir tabloya dökülmüştür (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Firma-1'e ait 2005 yılı üretim-tüketim verileri

Ürün Adı	Makine Ağırlığı (Kg)	Aylık Üretilen Makine Sayıları (Adet)											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Kombine Ekim Makinesi	570	8			1	3	6	22	42	34	76	53	22
Süper Üniversal Ekim Makinesi	400		1	1	4		2		14	15	9	7	
Pnömatik Ekim Makinası	850	36	76	63	62	76	33		1				30
Süper Pnömatik Ekim Makinası	1300	6	8	11	6	1	1		3				
Çift Diskil Gübre Serpme	600	52	45	37	12	14	12	9	45	6	14	20	23
Tek Diskil Gübre Serpme	100	60				6							
Hidrolik Tip Goble Diskaro	540	3		1									
Çekilir Tip Goble Diskaro	950			2	2	1	7	3	11	8	5		2
Yaylı Ayaklı ve Dişli Döner Tırmık	600			6	5					1	7	3	1
Yaylı Çizel Pulluk	450		3	5	3		3			9	9	1	1
Çizel Pulluk	500						3			1			1
Otomatik Sulama Makinesi	800			2		5	3	3	5				
Sahte Lazer	1200	1					2				1		
Gübre Serpme Mibzeri	300				2								
Aylık Üretilen Top.Makine Sayısı (Adet)		**166**	**133**	**128**	**97**	**106**	**72**	**37**	**121**	**74**	**121**	**84**	**80**
Aylık Üretilen Top. Makine Ağırlığı (Kg)		**82980**	**103750**	**100340**	**76720**	**81560**	**55070**	**23190**	**75740**	**41730**	**69520**	**47260**	**55290**
Aylık Tüketilen Top. Elk. Enerjisi (Kwh)		**15500**	**19870**	**13822**	**8974**	**6424**	**5966**	**5194**	**8310**	**5880**	**7388**	**9724**	**12228**

4.2.1. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Sayıları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları

Bu metotta,

$Y = a + b.X$ doğru denkleminden faydalanılarak,

Y :Toplam enerji tüketimi (Kwh)

a :Üretim ile ilgisi olmayan enerji tüketim miktarını gösteren sabit

b :Regresyon katsayısı (Doğrunun eğimi) veya spesifik değişkenin her bir birim artışına karşılık gelen enerji tüketim artışı ve

X :Spesifik değişken, üretim miktarı (Adet/Ay) olarak alınmıştır (Turanlı, M., Güriş, S. 2005a).

Çizelge 4.4. Regresyon doğrusu denkleminin bulunması için gerekli çizelge

Dönem	Tüketim Y (Kwh)	Üretim X (Adet/Ay)	$x = X - \overline{X}$	$y = Y - \overline{Y}$	x^2	y^2	xy
Ocak	15500	166	64,417	5560	4150	30913600	358157
Şubat	19870	133	31,417	9930	987	98604900	311968
Mart	13822	128	26,417	3882	698	15069924	102550
Nisan	8974	97	-4,5833	-966	21	933156	4428
Mayıs	6424	106	4,4167	-3516	20	12362256	-15529
Haziran	5966	72	-29,583	-3974	875	15792676	117564
Temmuz	5194	37	-64,583	-4746	4171	22524516	306513
Ağustos	8310	121	19,417	-1630	377	2656900	-31649
Eylül	5880	74	-27,583	-4060	761	16483600	111988
Ekim	7388	121	19,417	-2552	377	6512704	-49551
Kasım	9724	84	-17,583	-216	309	46656	3798
Aralık	12228	80	-21,583	2288	466	5234944	-49383
TOPLAM	119280	1219	0	0	13211	227135832	1170852

Enerji tüketimi-üretilen tarım makinesi sayısı arasındaki ilişkinin regresyon doğrusu denklemi olarak ifade edilebilmesi için çizelge 4.4.'ten de faydalanarak aşağıdaki işlemler yapılır (Serper, 2004).

$$\text{Aritmatik ortalama } \overline{Y} = \frac{119280}{12} = 9940, \qquad \text{aritmatik ortalama } \overline{X} = \frac{1188}{12} = 101{,}583$$

$$b_{yx} = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{1170852}{13211} = 88{,}627612$$

$$a = \overline{Y} - b_{yx}.\overline{X} = 9940 - 88{,}627612 * 99 = 936{,}912$$

$$Y = b * X + a$$

$Y = 88{,}628.X + 936{,}91$ Regresyon doğrusu denklemi bulundu.

Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı arasındaki ilişkisinin derecesi olan, korelasyon katsayısı ortalamalardan farklar formülü kullanılarak hesaplandı (Turanlı, M., Güriş, S. 2005b).

$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = \frac{1096652}{\sqrt{13211 * 227135832}} = 0{,}675$ Sonucuna ulaşıldı. Korelasyon katsayısının alabileceği en küçük değer -1, en büyük değer ise +1 dir. Korelasyon katsayısının işareti pozitifse, enerji tüketim değerleri artarken (azalırken) üretilen tarım makinesi sayısının da arttığını (azaldığını) gösterir. Korelasyon katsayısının işareti negatifse, enerji tüketim değerleri artarken (azalırken) üretilen tarım makinesi sayısının azaldığını (arttığını) gösterir. Yani ters yönlü bir ilişki söz konusudur.

r = 0 olduğundaysa enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığı söylenebilir.

r 'nin +1'eşit olması, enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı arasında pozitif ve tam doğrusal bir ilişkinin varlığını ortaya koyar.

r 'nin -1'e eşit olmasıysa, enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı arasında negatif ve tam doğrusal bir ilişkiyi belirler. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı arasındaki ilişki kuvvetlendikçe ±1'e, zayıfladıkça da sıfıra yaklaşan bir korelasyon katsayısı elde edilir. (Serper, 2004).

Korelasyon katsayısının karesine eşit olan belirlilik katsayı ise,

$r^2 = 0{,}675^2 = 0{,}45$ Bulundu. Belirlilik katsayısının alabileceği en küçük ve en büyük değerler sıfırla artı birdir.

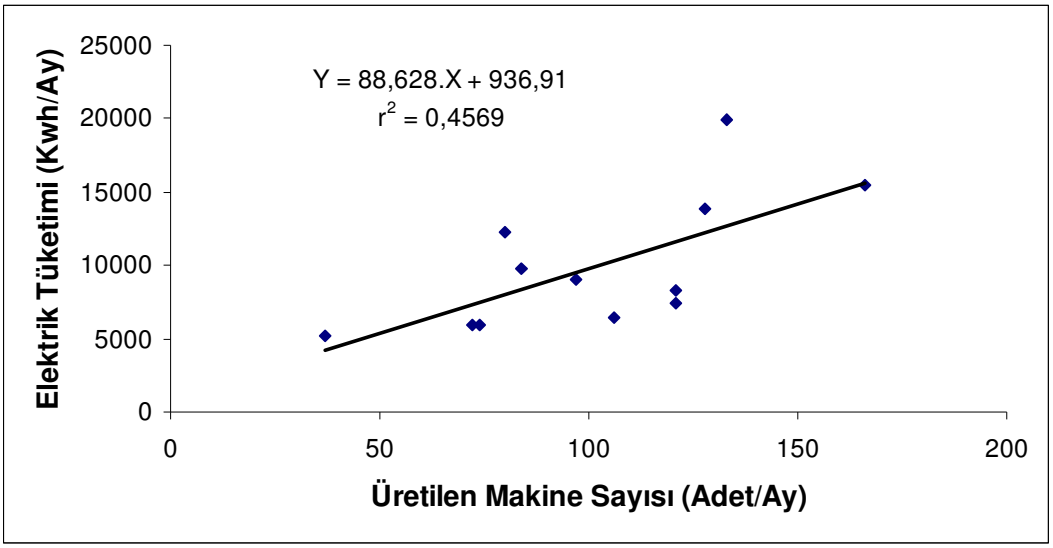
$0 \leq r^2 \leq 1$

Regresyon doğrusu, serpilme diyagramında noktalar arasından geçmektedir. Belirlilik katsayısı noktaların doğruya yakınlık derecesini gösterir. Fakat sadece şekle bakarak bunu görmek olası değildir. Bu nedenle, belirlilik katsayının sayısal olarak elde edilmesi gerekir.

r^2= 1 ise enerji tüketimdeki değişimin %100'ünün üretilen tarım makinesi sayısı tarafından açıklanabildiği kabul edilir ve serpilme diyagramında tüm noktalar regresyon doğrusu üzerindedir.

r^2 = 0 ise üretilen tarım makinesi sayısı, enerji tüketimindeki değişmeyi hiç açıklayamıyor demektir.

Bu sonuçlara göre Şekil 4.3. oluşturulmuştur.

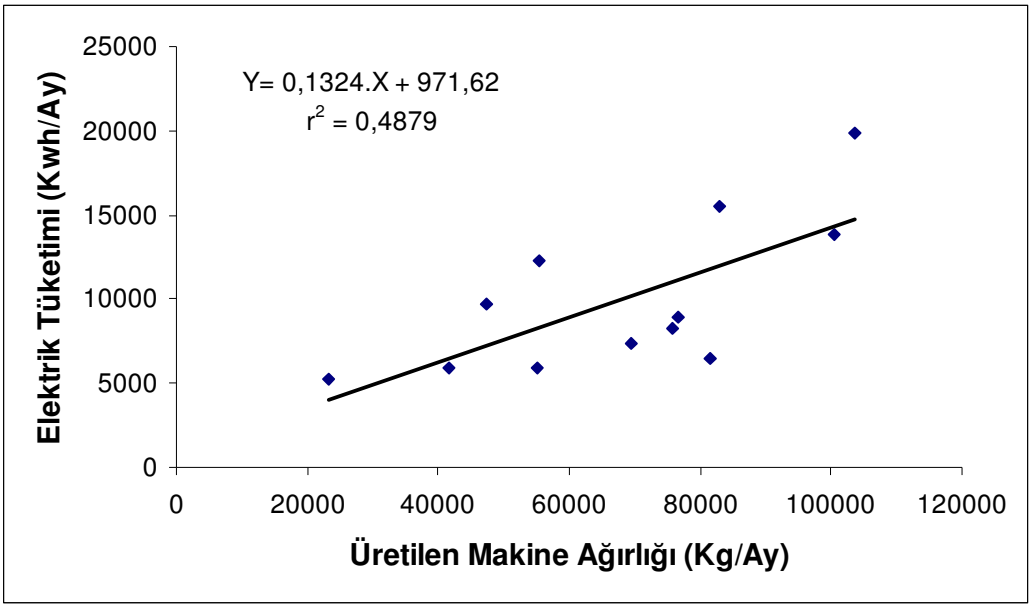


Şekil 4.3. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi

Belirlilik katsayısının 0,45 çıkması bize Firma-1'in 2005 yılındaki enerji tüketimi değişiminin % 45'inin üretilen tarım makinesi sayısı ile açıklanabildiğini, enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı arasındaki pozitif ve doğrusal ilişkinin derecesini göstermektedir.

4.2.2. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makinelerinin Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları

Çizelge 4.3.'teki verilerden faydalanılarak Firma-1'in enerji tüketim miktarı ile ürettiği tarım makinelerinin ağırlıkları arasındaki ilişkinin tespiti için regresyon analizi hesabı yapıldı ve Şekil 4.4. elde edildi.



Şekil 4.4. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları arasındaki ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi

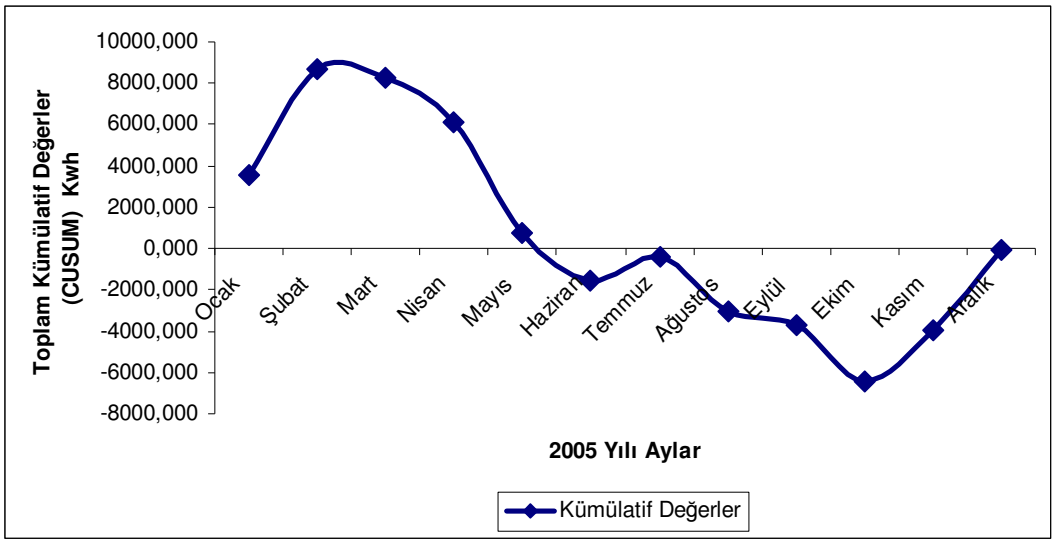
Firma-1'e ait enerji tüketimi-üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisi ile enerji tüketimi-üretilen tarım makineleri ağırlıkları ilişkisi, regresyon analizleri sonuçlarına bakarak bir karşılaştırma yapıldığında enerji tüketimi-üretilen tarım makinesi ağırlıkları ilişkisi biraz daha yüksek çıkmıştır.

4.2.3. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makinelerinin Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Kümülatif Toplam Değerlerinin Bulunması Sonuçları

Firma-1'e ait Çizelge 4.3.'teki enerji tüketim ve üretim değerleri ve 4.2.2.'deki bölümde hesaplanan $Y = 0{,}1324.X + 971{,}62$ regresyon denkleminden faydalanılarak kümülatif değerler Çizelgesi 4.5. ve kümülatif toplam değerler grafiği Şekil 4.5. hazırlanmıştır.

Çizelge 4.5. Firma-1 Kümülatif toplam değerler tablosu

Yıl:2005	Gerçek Üretim X (Kg)	Gerçek Tüketim Y (Kwh)	Teorik Tüketim Y = 0,1324.X + 971,62	Fark	CUSUM Değerleri
Ocak	82980	15500	11958,172	3541,828	3541,828
Şubat	103750	19870	14708,12	5161,880	8703,708
Mart	100340	13822	14256,636	-434,636	8269,072
Nisan	76720	8974	11129,348	-2155,348	6113,724
Mayıs	81560	6424	11770,164	-5346,164	767,560
Haziran	55070	5966	8262,888	-2296,888	-1529,328
Temmuz	23190	5194	4041,976	1152,024	-377,304
Ağustos	75740	8310	10999,596	-2689,596	-3066,900
Eylül	41730	5880	6496,672	-616,672	-3683,572
Ekim	69520	7388	10176,068	-2788,068	-6471,640
Kasım	47260	9724	7228,844	2495,156	-3976,484
Aralık	55290	12228	8292,016	3935,984	-40,500



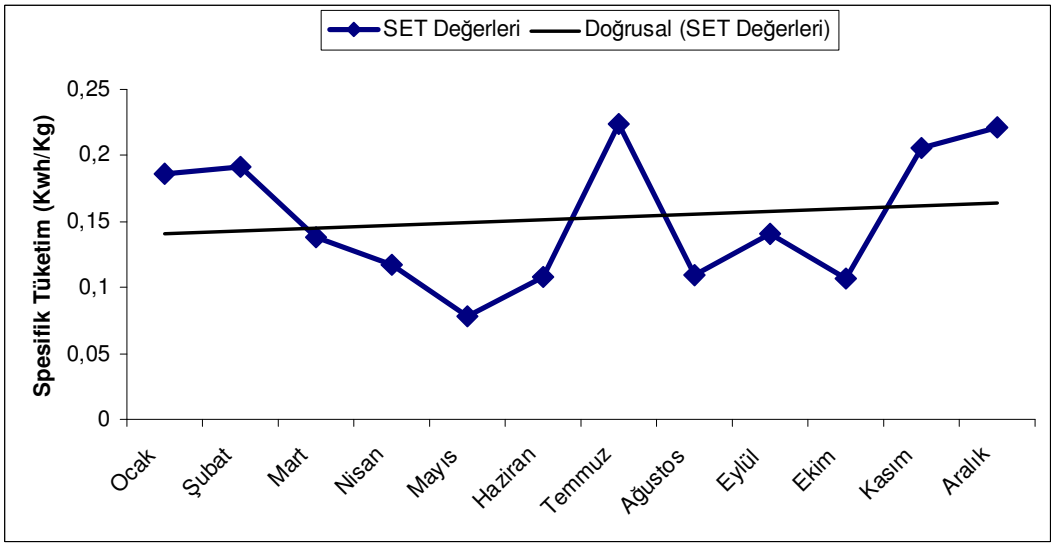
Şekil 4.5. Firma-1'e ait kümülatif toplam değerler grafiği

Bu grafik incelendiğinde 2005 yılı ocak, şubat ayları arası değerlerde eğim pozitif, ayrıca bu değerlerin pozitif bölgede oldukları görülmektedir ki bunlar verimin iyi olmadığı ayları göstermektedir. Mart ayından sonra değerler ve eğim aşağıya dönmekte, verimde iyileşme görülmekte ve bu durum temmuz ayındaki yükselme hariç kasım ayına kadar devam etmektedir. Sonra eğimde yükselme ve kötüleşme başlamaktadır.

4.2.4. Spesifik Enerji Tüketim Değerleri (SET) Sonuçları

Birim ürün başına kullanılan enerji tüketim değerleri,

$$\text{Spesifik Enerji Tüketimi (SET)} = \frac{E}{P} = \frac{\text{Enerji Tüketimi (Kwh)}}{\text{Üretim (Kg)}}$$ Formülü kullanılarak, 2005 yılı için aylık SET değerleri hesaplandı. Çıkan sonuçlarla Şekil 4.6. çizildi. Doğrusal SET değerleri olarak gösterilen düz çizginin altında kalan noktalar enerji kullanımındaki verimliliğin iyileştirildiğini göstermektedir. Ocak, şubat, temmuz, kasım ve aralık aylarındaki tüketim değerleri doğrunun üstünde kaldığından verimin düşük olduğu aylardır. Burada hedef birim ürün başına düşen enerji tüketimini (SET değerlerini) azaltarak, doğrusal SET değerleri çizgisinin aşağıya çekilmesidir.



Şekil 4.6. Firma-1'in spesifik enerji tüketim değerleri

4.2.5. Kompanzasyon İşlemi Sonuçları

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 09.11.1995 tarihinde Resmi Gazetede 22458 sayı ile yayınladığı Elektrik Tarifeleri Yönetmeliğine göre; reaktif enerjiyi ölçmek üzere gerekli ölçü aletlerini tesis eden aboneden, çektiği aktif enerjinin 0.33 (yüzde otuz üç) (dahil) katına kadar (endüktif) reaktif enerji bedeli alınmaz. Bu sınır aşılırsa, çekilen reaktif enerjinin tamamına reaktif enerji tarifesi uygulanmaktadır.

Yukarıdaki yönetmelik nedeniyle Firma-1 kompanzasyon panosu yaptırmış ve reaktif enerji tüketimini kontrol altına almaya çalışmıştır. Fakat 2005 yılı elektrik

faturaları incelendiğinde nisan, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları olmak üzere toplam 5 ay endüktif güç/aktif güç tüketim oranı, yönetmelikte belirtilen % 33 oranı aşmış (Çizelge 4.6.) bu da elektrik faturalarının cezalı ödenmesine neden olmuştur. 2001, 2002 ve 2003 yıllarında da bazı aylarda, fazla reaktif enerji tüketiminden dolayı cezalı faturalar bulunmaktadır.

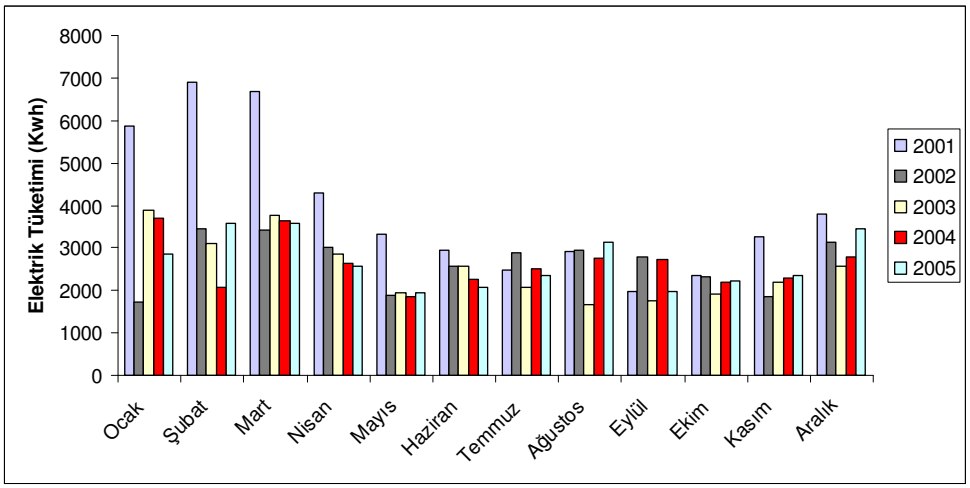
Çizelge 4.6. Firma-1'in 2005 yılı aktif ve endüktif güç tüketim oranları

2005 Yılı	Elektrik Enerjisi Tüketim Türü	Değer	% Endüktif/Aktif Oranı
Ocak	Aktif (KWh)	15500	8,37
	Endüktif (KVArh)	1298	
Şubat	Aktif (KWh)	19870	3,61
	Endüktif (KVArh)	718	
Mart	Aktif (KWh)	13822	20,29
	Endüktif (KVArh)	2804	
Nisan	Aktif (KWh)	8974	**37,26**
	Endüktif (KVArh)	3344	
Mayıs	Aktif (KWh)	6424	24,44
	Endüktif (KVArh)	1570	
Haziran	Aktif (KWh)	5966	**47,23**
	Endüktif (KVArh)	2818	
Temmuz	Aktif (KWh)	5194	**33,35**
	Endüktif (KVArh)	1732	
Ağustos	Aktif (KWh)	8310	**41,25**
	Endüktif (KVArh)	3428	
Eylül	Aktif (KWh)	5880	**47,62**
	Endüktif (KVArh)	2800	
Ekim	Aktif (KWh)	7388	8,99
	Endüktif (KVArh)	664	
Kasım	Aktif (KWh)	9724	0,04
	Endüktif (KVArh)	4	
Aralık	Aktif (KWh)	12228	0,10
	Endüktif (KVArh)	12	

Aktif ve reaktif enerji tüketimleri haftalık olarak izlenip, yönetmelikte belirtilen sınırı aşması durumunda kompanzasyon panosunda gerekli düzeltmeler yapılarak elektrik enerjisi tüketimi için ödenen para önemli miktarda azaltılabilir.

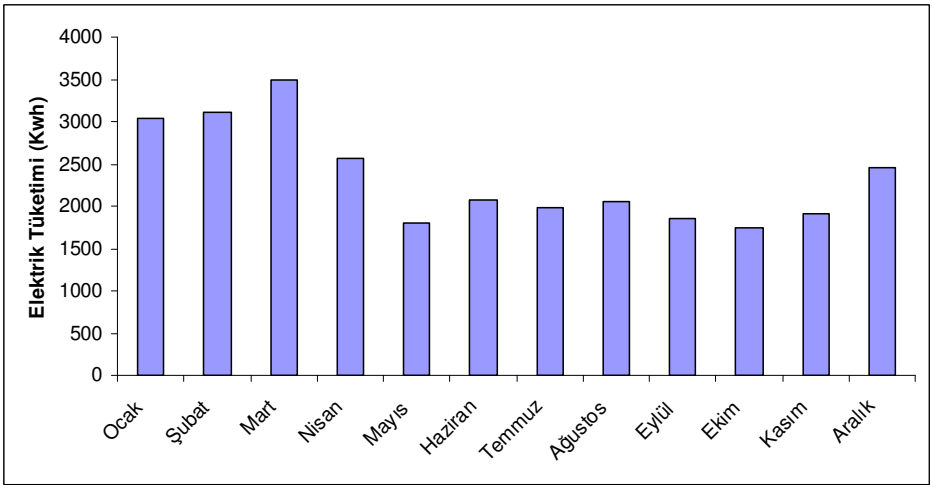
4.2.6. Firma-2'ye Ait Araştırma Sonuçları

Firma-2'de enerji türlerinden, sadece elektrik enerjisinden faydalanmaktadır. 2001-2005 yılları arası tüketilen elektrik enerji seviyeleri birbiri ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak aynı düzeylerde takip ettikleri belirlenmiştir. (Şekil 4.7.)



Şekil 4.7. Firma-2'nin 2001-2005 yılları arası elektrik tüketim değerleri

Bu fabrikanın, 2001-2005 yılları arası aylara göre elektrik tüketim ortalama değerleri (Şekil 4.8.) incelendiğinde ise elektrik tüketiminin en yoğun olduğu aylar sırası ile mart, şubat, ocak nisan ve aralık ayları olarak görülmektedir. Diğer aylardaki ortalama tüketim değerleri ise birbirine yakın olarak çıkmıştır.



Şekil 4.8. Firma-2'nin 2001-2005 yılları arası aylara göre elektrik tüketim ortalamaları

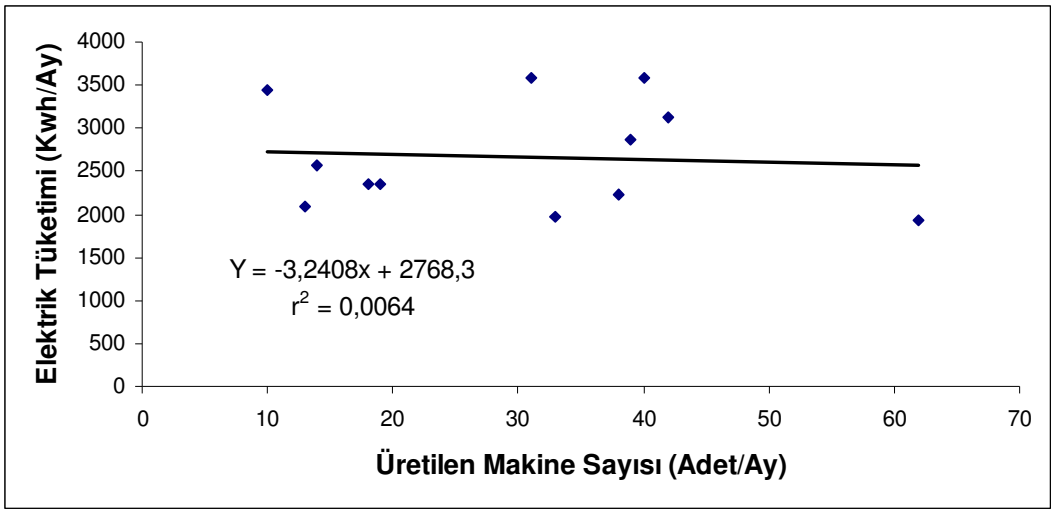
Çizelge 4.7. Firma-2'ye ait 2005 yılı üretim-tüketim değerleri

Ürün Adı	Makine Ağırlığı (Kg)	Aylık Üretilen Makine Sayısı											
		ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
Kombine Ekim Makinesi	600	3				1	2		8	12	27	18	9
Süper Üniversal Ekim Makinesi	450						8	10	16	15	11		
Pnömatik Ekim Makinası	540	17	24	19	9								
Çift Diskil Gübre Serpme	500	18	15	12	5			3	15	2			
Hidrolik Tip Goble Diskaro	1500					1	3	5	2	4			
Yaylı Ayaklı ve Dişli Döner Tırmık	535					40							
Yaylı Çizel Pulluk	495					20							1
Otomatik Sulama Makinesi	800	1	1					1	1				
Aylık Üretilen Makine Sayısı (Adet)		39	40	31	14	62	13	19	42	33	38	18	10
Aylık Üretilen Makine Ağırlığı (Kg)		20780	21260	16260	7360	33400	9300	14300	23300	20950	21150	10800	5895
Aylık Tüketilen Elektrik Enerjisi (Kwh)		2860	3576	3580	2558	1936	2084	2350	3126	1966	2220	2350	3450

İncelemesini yaptığımız firmanın 2005 yılı üretim-tüketim değerleri Çizelge 4.7.'de görülmektedir.

4.3.1. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Sayıları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları

Çizelge 4.7.'deki verilerden faydalanılarak Firma-2'nin enerji tüketimi ile ürettiği tarım makinesi sayısı ilişkisinin tespiti için regresyon analizi hesapları yapılmış ve Şekil 4.9. elde edilmiştir.

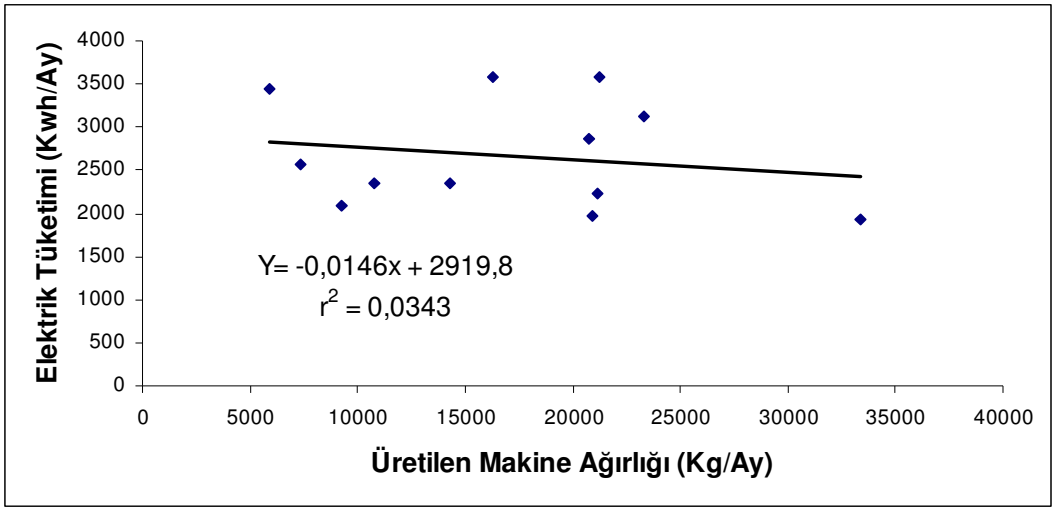


Şekil 4.9. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi

Firma-2'de tüketilen enerji ile üretilen tarım makinesi sayısı arasında kuvvetli bir ilişki bulunamamıştır. Enerji tüketimi, üretilen tarım makinesi sayısına bağlı olmadan değiştiği söylenebilir.

4.3.2. Firma-2'in 2005 Yılı Enerji Tüketimi İle Üretilen Tarım Makinelerinin Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları

Firma-2'nin 2005 yılı enerji tüketimi ile üretilen tarım makinelerinin ağırlıkları arasında bir ilişki olup olmadığının tespiti için regresyon analizi yapılmış ve Şekil 4.10. elde edilmiştir.



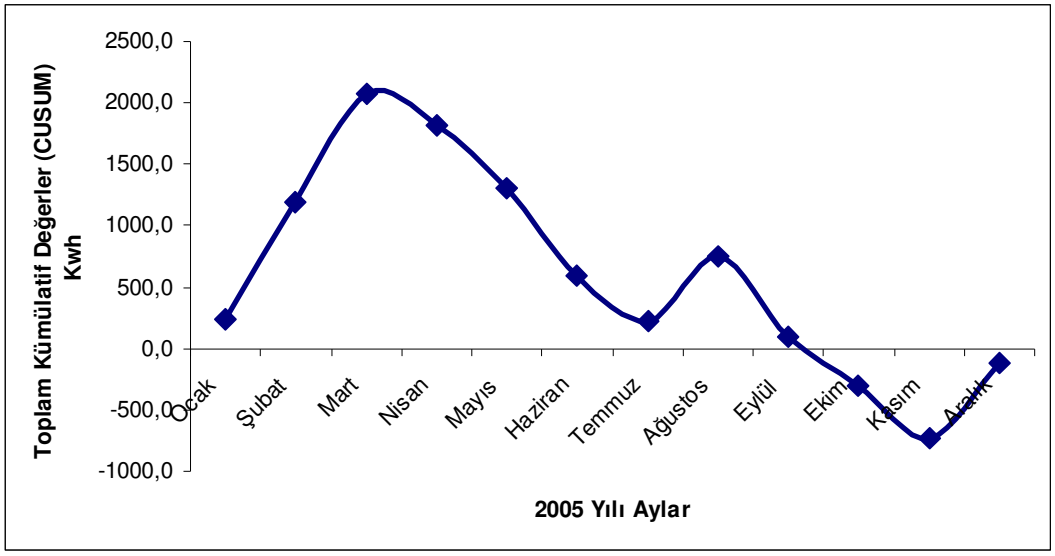
Şekil 4.10. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi

Firma-2'de tüketilen enerji ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları arasında da kuvvetli bir ilişki bulunamamıştır.

4.3.3. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Kümülatif Toplam Değerlerinin Bulunması Sonuçları

Çizelge 4.8. Firma-2'ye ait kümülatif değerler tablosu

Yıl:2005	Gerçek Üretim X (Kg)	Gerçek Tüketim Y (Kwh)	Teorik Tüketim Y=-0,014.X+2919,8	Fark	CUSUM Değerleri
Ocak	20780	2860	2628,88	231,1	231,1
Şubat	21260	3576	2622,16	953,8	1185,0
Mart	16260	3580	2692,16	887,8	2072,8
Nisan	7360	2558	2816,76	-258,8	1814,0
Mayıs	33400	1936	2452,2	-516,2	1297,8
Haziran	9300	2084	2789,6	-705,6	592,2
Temmuz	14300	2350	2719,6	-369,6	222,6
Ağustos	23300	3126	2593,6	532,4	755,0
Eylül	20950	1966	2626,5	-660,5	94,5
Ekim	21150	2220	2623,7	-403,7	-309,2
Kasım	10800	2350	2768,6	-418,6	-727,8
Aralık	5895	3450	2837,27	612,7	-115,0

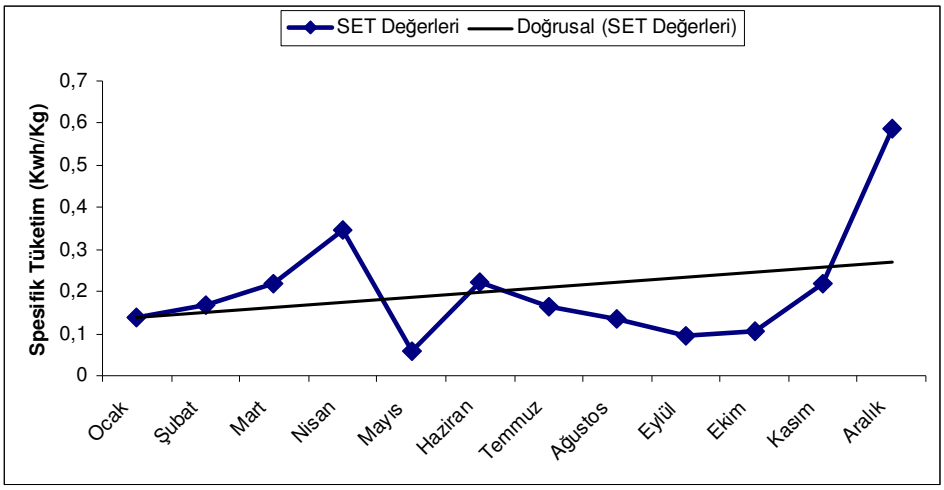


Şekil 4.11. Firma-2'nin kümülatif toplam değerler grafiği

Firma-2'de tüketilen elektrik enerjisi verileri ve üretilen tarım makinesi ağırlıklarına dayanılarak hazırlanan kümülatif değerler tablosundan (Çizelge 4.8.'den) faydalanarak kümülatif toplam değerler grafiği çizilmiştir (Şekil 4.11.). Bu grafik incelendiğinde 2005 yılında ocak, şubat, mart aylarında eğim pozitif; ayrıca bu değerlerin pozitif bölgede oldukları görülmektedir ki bunlar verimin iyi olmadığını göstermektedir.

4.3.4. Spesifik Enerji Tüketim Değerleri (SET) Sonuçları

Firma-2'nin 2005 yılı aylık üretim ve enerji tüketim değerleri kullanılarak spesifik enerji tüketim grafiği çizilmiştir (Şekil 4.12.). Bu grafikte doğrusal SET değerleri olarak gösterilen çizginin altında kalan noktalar enerji kullanımındaki verimliliğin iyileştirildiğini göstermektedir. Ocak şubat, mart, nisan, haziran ve aralık aylarına ait SET değerleri doğrunun üstünde kaldığından verimin düşük olduğu aylardır. Bu aylarda daha çok üretim yapılıp, enerji tüketimi de azaltılabilirse doğrusal SET çizgisi aşağıya çekilerek verimde artış sağlanabilir.



Şekil 4.12. Firma-2'nin spesifik enerji tüketim değerleri

4.3.5. Kompanzasyon İşlemi Sonuçları

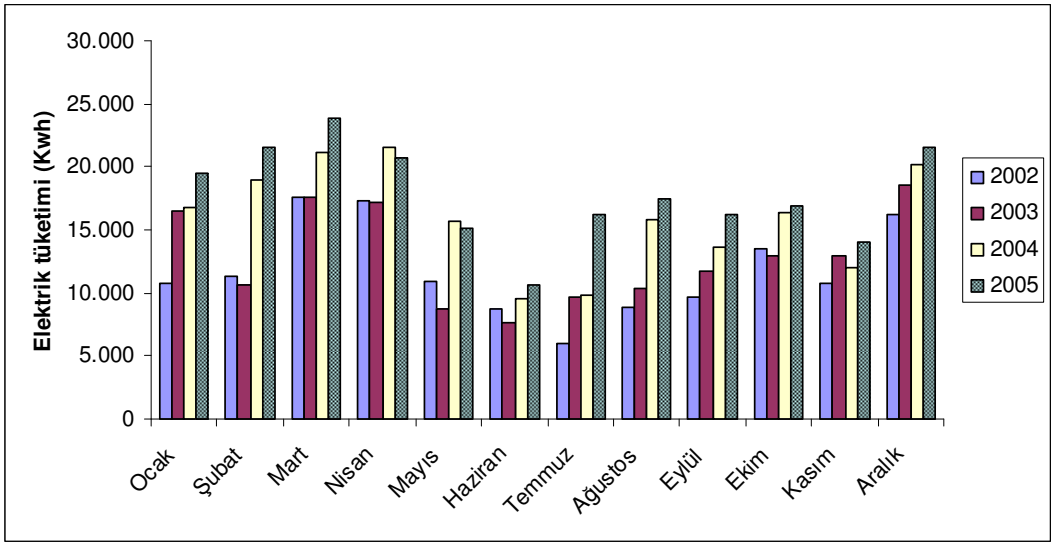
Çizelge 4.9. Firma-2'ye ait aktif ve endüktif güç tüketim bilgileri

DÖNEM	Elektrik Enerjisi Tüketim Türü	Tüketim Miktarları					% Endüktif/Aktif Oranı				
		2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
Ocak	AKTİF(KWh)	5856	1714	3884	3706	2860	30	17	28	**36**	13
	ENDÜKTİF (KVArh)	1768	284	1094	1348	358					
Şubat	AKTİF(KWh)	6890	3440	3120	2078	3576	26	32	28	10	10
	ENDÜKTİF (KVArh)	1774	1106	876	200	372					
Mart	AKTİF(KWh)	6674	3410	3770	3638	3580	28	25	20	10	0
	ENDÜKTİF (KVArh)	1852	852	746	368						
Nisan	AKTİF(KWh)	4294	3026	2856	2634	2558	**36**	27	18	11	0
	ENDÜKTİF (KVArh)	1526	820	508	288						
Mayıs	AKTİF(KWh)	3314	1890	1960	1854	1936	**36**	**38**	33	12	11
	ENDÜKTİF (KVArh)	1206	724	640	218	214					
Haziran	AKTİF(KWh)	2946	2564	2568	2270	2084	**37**	32	**36**	10	0
	ENDÜKTİF (KVArh)	1076	808	932	220						
Temmuz	AKTİF(KWh)	2476	2892	2058	2500	2350	**41**	32	**49**	9	0
	ENDÜKTİF (KVArh)	1018	926	1008	214						
Ağustos	AKTİF(KWh)	2924	2952	1656	2750	3126	**41**	**49**	**45**	8	11
	ENDÜKTİF (KVArh)	1198	1454	738	226	350					
Eylül	AKTİF(KWh)	1968	2792	1758	2736	1966	**44**	**40**	**36**	11	6
	ENDÜKTİF (KVArh)	864	1116	630	314	114					
Ekim	AKTİF(KWh)	2338	2312	1924	2186	2220	**63**	**36**	**40**	12	7
	ENDÜKTİF (KVArh)	1482	836	760	266	146					
Kasım	AKTİF(KWh)	3254	1850	2188	2284	2350	22	**34**	28	11	4
	ENDÜKTİF (KVArh)	716	628	620	250	86					
Aralık	AKTİF(KWh)	3796	3128	2580	2778	3450	14	20	30	15	3
	ENDÜKTİF (KVArh)	544	640	780	422	94					

Firma-2'nin endüktif/aktif enerji tüketim oranları son 5 yılı kapsayacak şekilde incelendiğinde toplam 18 ayda oranın % 33'ün üzerinde çıktığı, kompanzasyon işleminin başarısız olduğu ve elektrik faturalarının cezalı geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.).

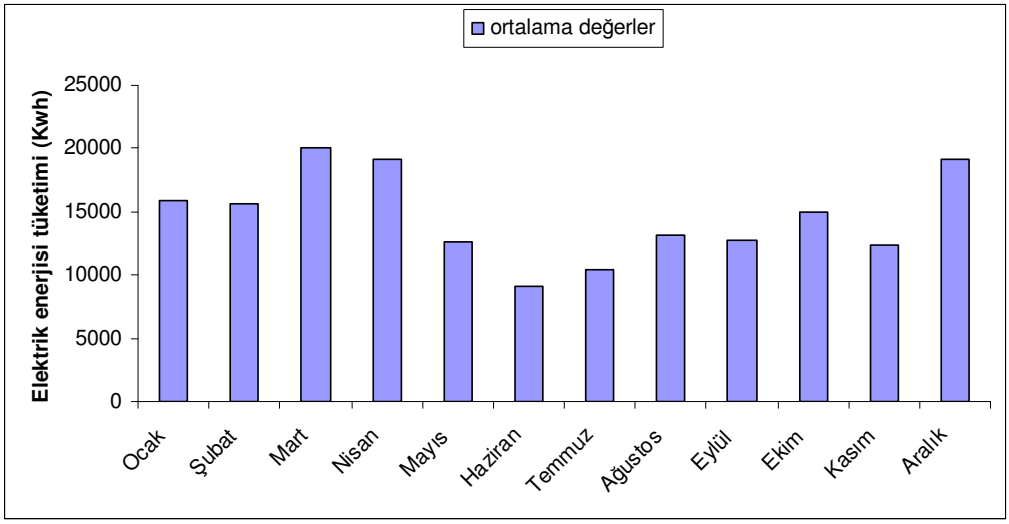
4.3. Firma-3'e Ait Araştırma Sonuçları

İncelemesi yapılan üçüncü fabrikada da tarım makinesi imalatında sadece elektrik enerjisinden faydalanılmaktadır. 2002-2005 yılları arası tüketilen elektrik enerjisi seviyeleri birbirleri ile kıyaslandığında her yıl tüketimde belli bir artış olduğu görülmektedir. (Şekil 4.13)



Şekil 4.13. Firma-3'ün 2002-2005 yılları arası elektrik tüketim değerleri

Firma-3'ün 2002-2005 yılları arası aylara göre elektrik tüketimi ortalama değerleri (Şekil 4.15.) incelendiğinde ise elektrik tüketiminin en yoğun olduğu aylar sırası ile mart, nisan, aralık ve ocak ayları olarak görülmektedir. Tüketimin en düşük olduğu aylar ise haziran ve temmuz aylarıdır.



Şekil 4.14. Firma-3'ün 2002-2005 aylara göre elektrik tüketim ortalamaları

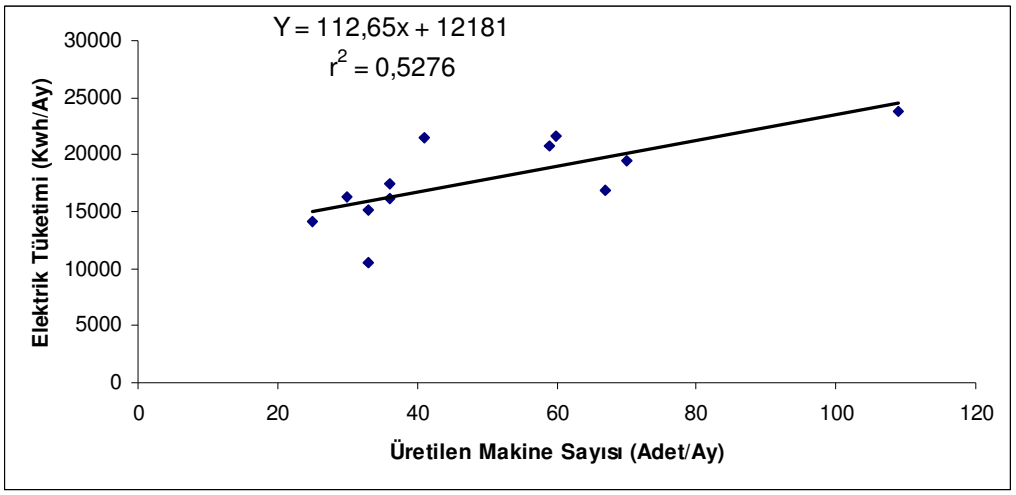
Fabrikanın 2005 yılı üretim-tüketim değerleri incelendiğinde en yüksek rakamlar mart ayında karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Firma-3'e ait 2005 yılı üretim değerleri

Ürün Adı	Makine ağırlığı Kg	Aylık Üretilen Makine Sayısı											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Üniversal	700				3		26	29	26	10	50	12	2
Pnömatik	1100	14	38	80	44	28			10	20		8	49
Gübre Serpme	300	55		26	10	5	3				11	3	6
Kültüvatör	850		3	3	2		3	7			6		3
Sulama	800	1					1					2	
Üretilen Mak.Sayısı (Adet)		70	41	109	59	33	33	36	36	30	67	25	60
Üretilen Mak.Ağırlığı (Kg)		32700	44350	98350	55200	32300	22450	26250	29200	29000	43400	19700	59650
Aylık Elk. Tüketimi (Kwh)		19466	21478	23821	20724	15102	10581	16187	17427	16295	16899	14076	21594

4.4.1. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Sayıları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları

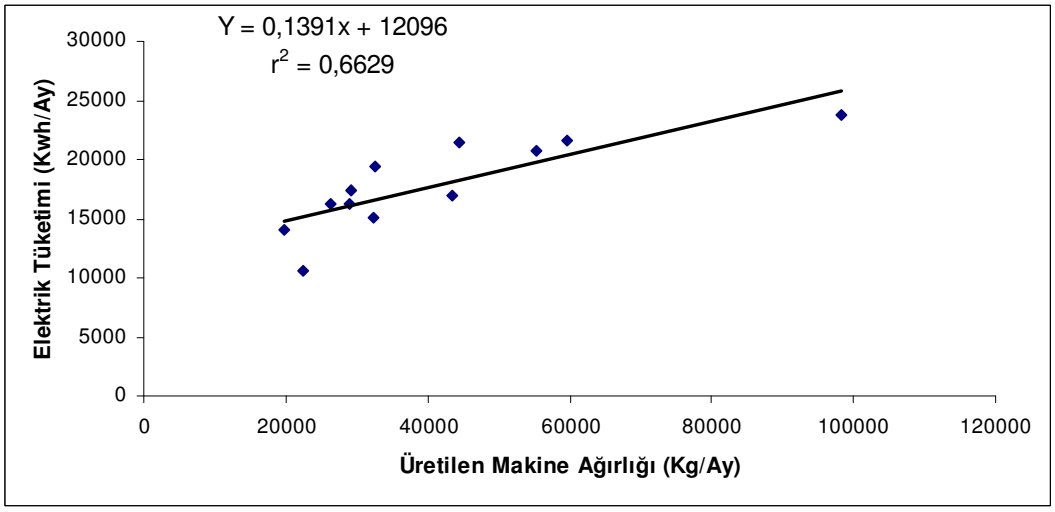
Çizelge 4.10.'daki verilerden faydalanılarak Firma-3'ün enerji tüketimi ile ürettiği tarım makinesi sayısı ilişkisinin tespiti için regresyon analizi hesapları yapılmış ve Şekil 4.16. elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi

4.4.2. Firma-3'ün 2005 Yılı Enerji Tüketimi İle Üretilen Tarım Makineleri Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi Hesaplama Sonuçları

Firma-3'ün 2005 yılı enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları arasındaki ilişki de incelenerek regresyon analizi yapılmıştır (Şekil 4.16).



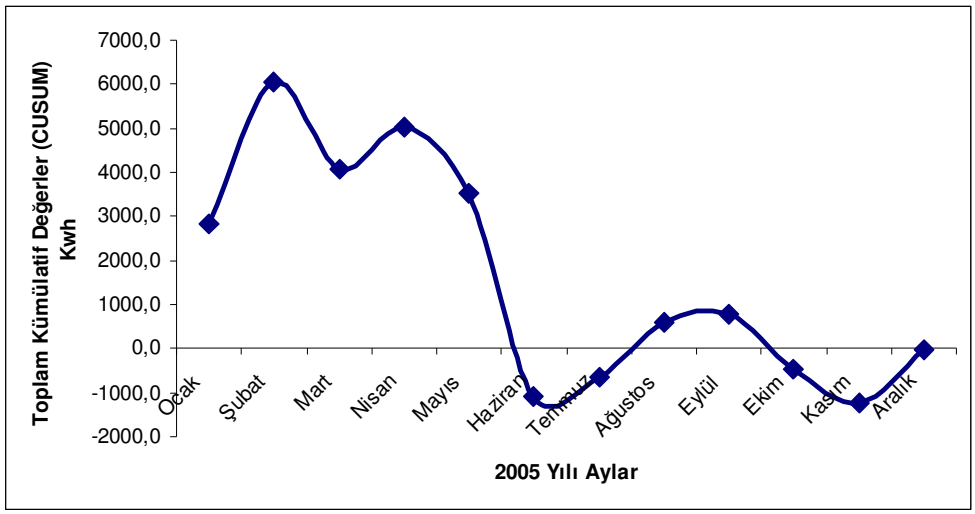
Şekil 4.16. Enerji tüketimi ile üretilen tarım makinesi ağırlıkları ilişkisinin regresyon doğrusu ve denklemi

Firma-3'te yapılan regresyon analizi hesaplarına göre tüketilen enerji-üretilen tarım makinesi ağırlıkları ilişkisi, tüketilen enerji-üretilen tarım makinesi sayısı ilişkisine göre daha yüksek çıkmıştır.

4.4.3. Enerji Tüketimi-Üretilen Tarım Makineleri Ağırlıkları Arasındaki İlişkinin Kümülatif Toplam Değerlerinin Bulunması Sonuçları

Çizelge 4.11. Firma-3'e ait kümülatif değerler tablosu

Yıl:2005	Gerçek Üretim X (Kg)	Gerçek Tüketim Y (Kwh)	Teorik Tüketim Y=0,1391.X+12096	Fark	CUSUM Değerleri
Ocak	32700	19466	16644,57	2821,4	2821,4
Şubat	44350	21478	18265,085	3212,9	6034,3
Mart	98350	23821	25776,485	-1955,5	4078,9
Nisan	55200	20724	19774,32	949,7	5028,5
Mayıs	32300	15102	16588,93	-1486,9	3541,6
Haziran	22450	10581	15218,795	-4637,8	-1096,2
Temmuz	26250	16187	15747,375	439,6	-656,6
Ağustos	29200	17427	16157,72	1269,3	612,7
Eylül	29000	16295	16129,9	165,1	777,8
Ekim	43400	16899	18132,94	-1233,9	-456,1
Kasım	19700	14076	14836,27	-760,3	-1216,4
Aralık	59650	21594	20393,315	1200,7	-15,7



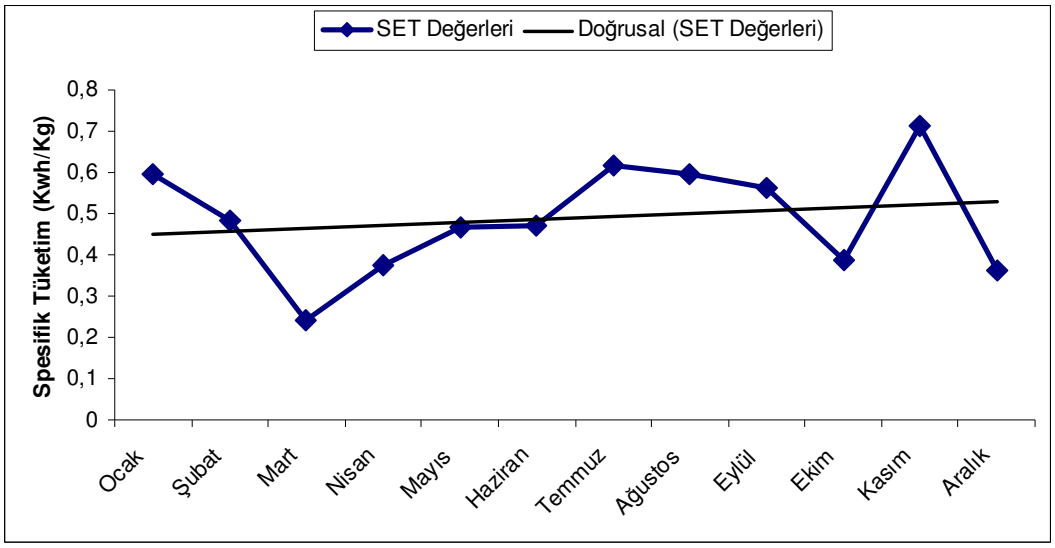
Şekil 4.17. Firma-3'ün kümülatif toplam değerler grafiği

Firma-3'de tüketilen elektrik enerjisi verileri ve üretilen tarım makinesi ağırlıklarına dayanılarak hazırlanan kümülatif değerler tablosundan (Çizelge 4.11.'den) faydalanarak kümülatif toplam değerler grafiği çizilmiştir (Şekil 4.17.). Bu grafik

üzerinde eğimin pozitif olduğu durumlar, ekonomik enerji kullanımı açısından verimsiz ayları, eğimin negatif olduğu durumlar ise verimli ayları göstermektedir.

4.4.4. Spesifik Enerji Tüketim Değerleri (SET) Sonuçları

Doğrusal SET değerleri olarak gösterilen çizginin altında kalan noktalar enerji kullanımındaki verimliliğin iyileştirildiğini göstermektedir(Şekil 4.18.). Şubat, mayıs, temmuz, ağustos, eylül, kasım aylarına ait SET değerleri doğrunun üstünde kaldığından verimin en düşük olduğu aylardır. Bu aylarda daha çok üretim yapılıp enerji tüketimi de azaltılabilirse doğrusal SET çizgisi aşağıya çekilerek verimde artış sağlanabilir.



Şekil 4.18. Firma-3'ün spesifik enerji tüketim değerleri

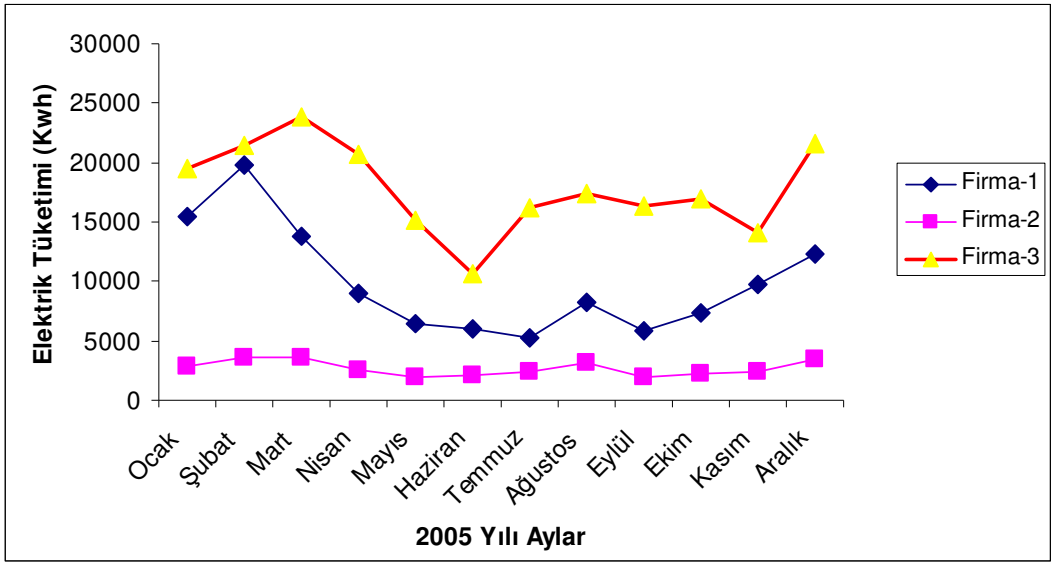
4.4.5. Kompanzasyon İşlemi Sonuçları

Firmanın 2005 yılı elektrik faturaları incelendiğinde toplam 3 ay kompanzasyon konusunda başarı sağlanamadığı tespit edilmiştir. Bu olumsuzluktan dolayı gereksiz yere reaktif güç tüketim parası ödenmiştir.

5. ÖZET ve ÖNERİLER

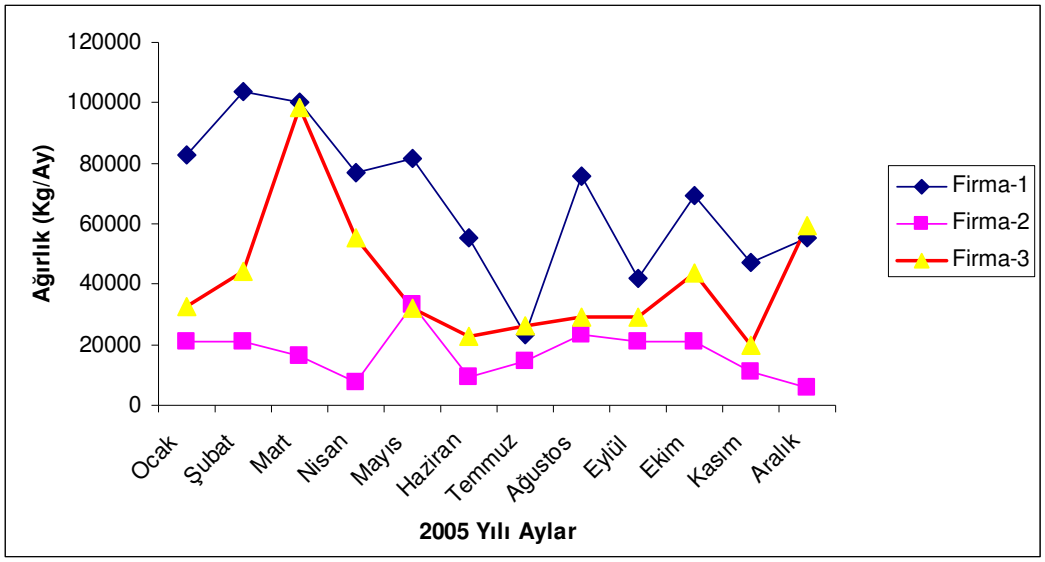
Bu çalışmada, Trakya Bölgesindeki tarım makinesi imalatı yapan üç büyük firmanın enerji tüketim durumu, üretim değerleri ve enerji yönetimi anlayışları üzerine bir araştırma yapılmıştır. İşletmelerin ürettikleri tarım makineleri sayıları ve ağırlıkları tespit edilmiş, bunlara karşılık gelen toplam enerji tüketim değerleri bulunmuştur. Sonuçlar, çizelgeler haline getirilmiş ve grafiksel dökümü çıkarılmıştır. Bu çizelge ve grafiklere ilişkin, yaygın olan formüllerden faydalanarak korelasyon ve regresyon hesapları, kümülatif değerler grafiği, birim ürün başına harcanan enerji tüketim hesapları yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda, araştırması yapılan üç firmadan ikisinde tüketilen enerji ile üretilen tarım makinelerinin ağırlıkları arasındaki ilişkinin belirlilik katsayısı r^2 değerinin 0,48'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üç firmada da enerji tüketimi ile üretilen makinelerin ağırlıkları arasındaki ilişki, enerji tüketimi-makine sayısı ilişkisinden biraz daha yüksek çıkmıştır.

İncelemesi yapılan firmaların 2005 yılı aylara göre elektrik tüketim değerleri incelendiğinde toplamda en yüksek tüketimi Firma-3'ün, en düşük tüketimi ise Firma-2'nin yaptığı sonucuna varılmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. İncelemesi yapılan fabrikaların elektrik tüketim değerleri

Fabrikaların 2005 yılı aylık tarım makinesi üretim değerleri tespit edilerek bir grafiğe döküldüğünde ilginç bir sonuçla karşılaşmıştır (Şekil 5.2.). Firma-3 toplam enerji tüketiminde en üst sırada olmasına rağmen üretim miktarında alt sırala düşmüştür.



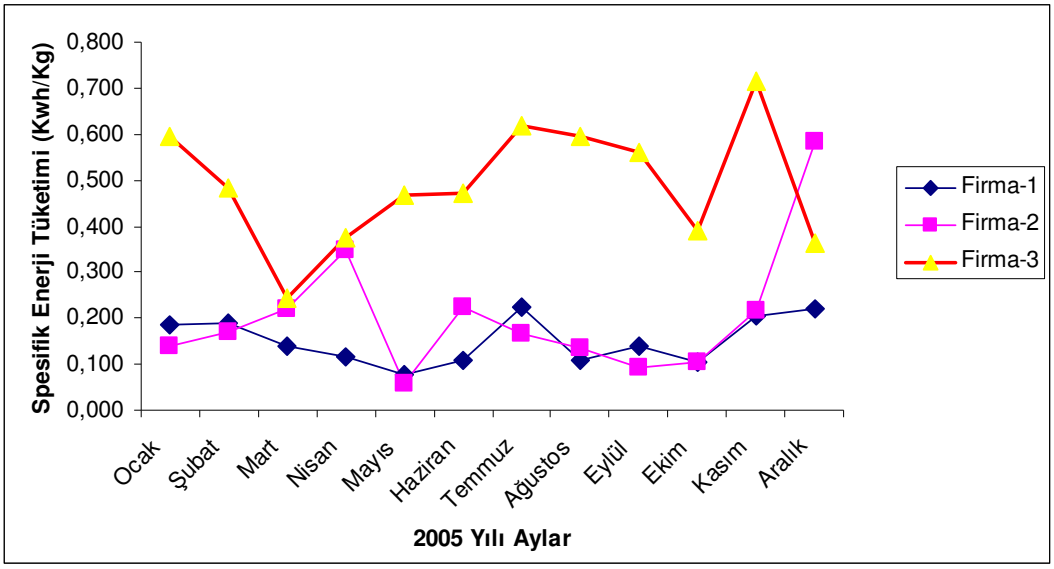
Şekil 5.2. İncelemesi yapılan fabrikaların tarım makinesi üretim değerleri

Üç firmanın 2005 yılı verilerine göre birim ürün başına harcadıkları enerji bedeli tespit edilmiş ve en yüksek değer Firma-3'te çıkmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Firmaların birim ürün için kullandığı enerji tutarı

Fabrika Adı	Üretilen Tarım Makine Ağırlığı (Ton)	Enerji Çeşidi	Enerji Tüketim Miktarı (Kwh)	Enerji Maliyeti (Kwh/YTL)	Yıllık Enerji Tüketim Maliyeti (YTL)	Birim Ürün İçin Maliyet (Ton/YTL)
Firma-1	813,15	Elektrik	119280	0,119	14.194,32	17,46
Firma-2	204,755	Elektrik	32056	0,119	3.814,66	18,63
Firma-3	492,55	Elektrik	213650	0,119	25.424,35	51,62

Birim ürün başına harcanan elektrik enerjisi tüketim miktarı (spesifik enerji tüketim SET değerleri) aylık değerler baz alınarak bir karşılaştırma yapıldığında da en yüksek SET değerleri Firma-3'te olmaktadır (Şekil 5.3.). Firma-1 ve Firma-2'nin SET değerleri ise birbirlerine oldukça yakın seviyelerde gözükmektedir.



Şekil 5.3. Birim ürün başına harcanan elektrik tüketim değerleri

Sonuç olarak, incelemesi yapılan tarım makineleri imalat sektörlerinde enerji yönetimi ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu firmalar tükettikleri enerji çeşitlerini, miktarlarını ve maliyetlerini izlememektedirler. Enerjinin verimli kullanılması için de herhangi bir projeleri bulunmamaktadır.

Enerji yönetimi çalışmalarında, daha az enerjinin tüketilmesi, enerjinin yüksek verimlilik ile kullanılması hedeflenmektedir. Bu hedefin gerçekleşebilmesi için, enerji tüketimi ile üretim ilişkisinin tespit edilmesi gerekir. Bu ilişkinin değişimi, regresyon analizi, standart doğru denkleminin ifade edilmesi, korelasyon katsayısı ve spesifik enerji tüketimi hesapları ile bulunabilir. Ayrıca standart doğru denkleminden faydalanarak üretim ve tüketimin birbirine karşı değişimleri teorik olarak hesap edilebilirken, kümülatif toplam değerler grafiği de çizilebilir. Bu uygulamalar sayesinde enerjinin verimli ve verimsiz kullanıldığı aylar ortaya çıkartılır. Verimsiz üretimin yapıldığı aylardaki olumsuzluklar bulunarak ortadan kaldırılırsa enerji tüketimi azaltılmış olur.

KAYNAKLAR

1. **ANONİM, 2006.** Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi İnternet Sayfası Duyuruları, http://www.eosb.org.tr/tr/duyurular.asp?id=30 (20.04.2006)

2. **EİEİ, 2006.** http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/uetm/calismalarimiz.html

3. **EİEİ/UETM, 1997.** Sanayide Enerji Yönetimi, 1997. cilt I, Elektrik İşleri Etüt İdaresi/Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi EİEİ/UETM, Ankara

4. **KAVAK, K., 2005.** Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayisinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, http://www.ekutup.dpt.gov.tr/sanayi/verimlil/kavakk/enerji.pdf

5. **KAYA, D., GÜNGÖR, C., 2002.** Sanayide Enerji Tasarruf Potansiyeli Modeli-I, Mühendis ve Makine, Kasım 2002, Sayı 514, http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2002/kasim/makale_sanayide_enerji.htm

6. **KAYIŞOĞLU, B,. 2005.** Elektrifikasyon Ders Notları T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Böl. Tekirdağ

7. **KAYIŞOĞLU, B., YILMAZ, A., GÖNÜLOL, E., 1997.** Kesif Yem Üretiminde Kullanılan Farklı Mekanizasyon Zincirleri İş Başarısı ve Enerji Maliyetlerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu. Bildiri, Sayfa: 352-357. 9-10 Ocak, Tekirdağ

8. **KEDİCİ, Ö., 1997.** Türk Sanayisinde Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması ve Sanayide Enerji Verimliliği Yönetmeliği, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi teskon'97, http://www.kongre.org/makine/teskon97/025/

10. **National Energy Policy. 2001.** Report of the National Energy Policy Development Group, U.S Goverment Printing Office, Washington, DC 20402-001, s.18, http:/www.broadbandc-span.org/reports/energy.pdf

11. **SERPER, ÖZER., 2000** Uygulamalı İstatistik II. 4. Baskı, Ezgi Kitabevi, Bursa.

12. **TURAN, S., 2006.** Sanayide Enerji Verimliliği. http://www.kto.org.tr /dosya/ rapor/enerji_verim.pdf (30.04.2006)

13. **TURANLI, M., GÜRÜŞ, S., 2005a.** Temel İstatistik, Der Yayınları, İstanbul 2005 s.514-517

14. **TURANLI, M., GÜRÜŞ, S., 2005b.** Temel İstatistik, Der Yayınları, İstanbul 2005 s.554

15. **ÜLGER, P., 1982.** Tarımsal Makinelerin İlkeleri ve Projeleme Esasları, Atatürk Ün. Yayın N.605, Ziraat Fak. Yayın N.280, Ders Kitapları Serisi N.43, s.5, Erzurum

16. **ÜLGER, P., GÜZEL, E., AKDEMİR, B., KAYIŞOĞLU, B., PINAR, Y., EKER, B., BAYHAN Y., 1996.** Tarımsal Makinelerin İlkeleri T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 29 Tekirdağ 1996 s.4

17. **YAVUZCAN, G., 1978.** Tarımsal Elektrifikasyon, Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları N. 677, Ders Kitabı N.207

18. **YAVUZCAN, G., 1994.** Tarımsal Elektrifikasyon 5. Baskı, Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları N. 1342, Ders Kitabı N.390

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Tekirdağ'ın Malkara ilçesinde doğmuşum. İlk ve orta öğrenimimi burada tamamladım.

Endüstri meslek liselerine giriş sınavları sonucunda Malkara Hüsniye Hanım Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümüne kayıt oldum. Bu okuldan mezun olduktan sonra 1991 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği bölümünde okumaya hak kazandım. Buradaki eğitimimi 1995 yılında tamamladım.

Milli Eğitim Bakanlığı öğretmen atama kuraları neticesinde Keşan/EDİRNE Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi'ne Elektrik Öğretmeni olarak atandım. 1998-1999 yılları arasında Lice/DİYARBAKIR bölgesinde yedek subay olarak askerlik görevimi tamamladım.

Trakya Üniversitesi tarafından açılan Öğretim Görevlisi Sınavını kazanarak 1999 yılı sonlarında Malkara Meslek Yüksekokulu Elektrik programında göreve başladım.

2003 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce açılan Yüksek Lisans Sınavı sonunda Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladım.

Evliyim ve 6 yaşında bir kızım var. Halen Namık Kemal Üniversitesi Malkara Meslek Yüksekokulu Elektrik Programı Öğretim Görevlisi olarak çalışmakta ve Yüksek Lisans eğitimimi sürdürmekteyim.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimimin başından itibaren birçok dersini aldığım, araştırmalarım sırasında da eleştiri ve bilgilendirmeleriyle çalışmalarımı yönlendiren, Danışman Hocam Prof. Dr. Poyraz ÜLGER'e, Yüksek Lisans Hocalarım Prof. Dr. Selçuk ARIN'a, Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR'e, Prof. Dr. Bülent EKER'e, üretim ve tüketim değerlerinin elde edilmesinde firma bilgilerini benimle paylaşan İrtemler Tarım Makineleri İmalat Fabrikasında görev yapan Mühendis Dilaver BİNGÖL'e, Muhasebe Şefi Cengiz AYDIN'a, Güngörler Tarım Makineleri İmalat İşletmesi Sahibi İsmail GÜNGÖR'e Mühendis Seyhun YABACI'ya, Mert-San Fabrikası Sahipleri Enver CÖMERT'e, Ziver CÖMERT'e, Gürkan CÖMERT'e ve mühendis Mine EREN'e, kaynak taramasında yardımcı olan Öğr. Gör. Engin GÜRFİLİZ'e, Öğr. Gör. Erhan KINALI'ya, eşim Şeyma ÇAKAL'a, yetişmem için her türlü imkânı veren, beni bu günlere getiren aileme, en derin saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunmayı, bir vefa borcu bilirim.

SAYGILARIMLA

Öğr. Gör. Ender ÇAKAL