GÜBRE SERPME MAKİNESİ İMALATINDA ZAMAN VE ENERJİ ANALİZİ

Umut BATIGÜCÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: Prof. Dr. Selçuk ARIN
2019

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜBRE SERPME MAKİNESİ İMALATINDA ZAMAN VE ENERJİ ANALİZİ

Umut BATIGÜCÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Selçuk ARIN

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Selçuk ARIN danışmanlığında, Umut BATIGÜCÜ tarafından hazırlanan "Gübre Serpme Makinesi İmalatında Kullanılan Tezgahlar ve Üretim Yöntemleri" isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Selçuk ARIN *İmza* :

Üye : *İmza* :

Üye : *İmza* :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdür

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÜBRE SERPME MAKİNESİ İMALATINDA ZAMAN VE ENERJİ ANALİZİ

Umut BATIGÜCÜ

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selçuk ARIN

Ulusal gelirimizin önemli bir bölümünü oluşturan tarım sektöründeki gelişmelerle birlikte, ekili alanlardaki verimi artırarak, hızla artan nüfusumuzun yeterli ve dengeli beslenebilmesini sağlamak gerekmektedir. Bu araştırmada, gübreleme işlemini en iyi şekilde yerine getirebilen Gübre Serpme Makinelerinin üretiminde kullanılan makineler ve bu makinelerde imal edilen parçalar incelenmiştir. Parçaların işlem aşamalarında harcanan süreler kronometre ile belirlenmiş ve makine tarafından kullanılan akım değeri ampermetre ile ölçülmüştür. Akım değerleri güç formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. İmalatta harcanan süre ve enerji değerleri; torna makineleri için min. 40 sn. süre ve 0,114 kWh. enerji ile max. 500 sn. süre ve 2,555 kWh. enerji, CNC freze'de min. 30 sn. süre ve 0,160 kWh. enerji ile max. 35 sn. ve 0,426 kWh. enerji, matkap makinesinde min. 15 sn. ve 0,011 kWh. enerji ile max. 40 sn. süre ve 0,046 kWh. enerji, şerit testere makinesinde min. 10 sn. süre ve 0,010 kWh. enerji ile max. 65 sn. süre ve 0,186 kWh. enerji, abkant pres'te min. 4 sn. süre ve 0,017 kWh. enerji ile max. 18 sn. süre ve 0,244 kWh. enerji, giyotin makas makinesinde min. 1 sn. ve 0,002 kWh. enerji ile max. 9 sn. süre ve 0,068 kWh. enerji, lazer kesim makinesinde min. 25 sn. süre ve 0,038 kWh. enerji ile max. 480 sn. süre ve 3,872 kWh. enerji, kaynak makinesinde ise min. 25 sn. süre ve 0,101 kWh. enerji ile max. 3500 sn. ve 12,638 kWh. enerji harcanmıştır. İmalatı yapılan tüm parçaların toplam işlem süresi 14496 sn. ve harcanan toplam enerji 62,421 kWh. olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Gübre serpme makinesi, üretim yöntemleri, imalat, zaman, enerji

2019, 66 sayfa

ABSTRACT

Master Thesis

TIME AND ENERGY ANALYSIS IN FERTILIZER SPREADER MANUFACTURING

Umut BATIGÜCÜ

Namik Kemal University
Institute of Natural and Applied Sciences
Biosystem Engineering Department of Biosystem Engineering

Advisor: Prof. Dr. Selçuk ARIN

Together with the developments in the agricultural sector, which constitutes an important part of our national income, it is necessary to increase the productivity in the cultivated areas and ensure that our rapidly growing population can be provided with adequate and balanced nutrition. In this research, the machines used in the production of fertilizer spreaders which can perform the fertilization process in the best way and the parts manufactured in these machines were examined. The time consumed during the processing of the parts was determined by a stopwatch and the current value used by the machine was measured with an ammeter. Flow values were calculated using power formulas. Time spent in manufacturing and energy values; for lathe machines min. 40 sec. time and 0,114 kWh. with energy max. 500 sec. time and 2,555 kWh. energy, min. 30 sec. time and 0.160 kWh. with energy max. 35 sec. and 0.426 kWh. energy, min. 15 sec. and 0.011 kWh. with energy max. 40 sec. time and 0.046 kWh. energy, min. 10 sec. time and 0.010 kWh. with energy max. 65 sec. time and 0,186 kWh. energy, press brakes min. 4 sec. time and 0.017 kWh. with energy max. 18 sec. time and 0.244 kWh. energy, min. 1 sec. and 0.002 kWh. with energy max. 9 sec. time and 0.068 kWh. energy, min. 25 sec. time and 0.038 kWh. with energy max. 480 sec. time and 3,872 kWh. energy, min. 25 sec. time and 0,101 kWh. with energy max. 3500 sec. and 12,638 kWh. energy was spent. Total processing time of all manufactured parts is 14496 sec. and the total energy spent is 62,421 kWh. It was found as.

Key words: Fertilizer spreader, production methods, manufacturing, time, energy

2019, 66 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
İÇİNDEKİLER iii
ÇİZELGE DİZİNİ v
ŞEKİL DİZİNİ vi
ÖNSÖZ viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 4
3. MATERYAL VE YÖNTEM 12
3.1. Materyal 12
3.1.1. İrtem tarım makineleri san. ve tic. ltd. şti. 12
3.1.2. İrtem tarım gübre serpme makinesi üretiminde imalatı yapılan parçalar 12
3.1.3. Talaşlı imalat yöntemleri 18
Tornalama 19
Frezeleme 21
Delme 22
Kesme 24
Taşlama 26
3.1.4. Talaşsız üretim yöntemleri 27
Abkant presler 27
Giyotin makas 30
Hidrolik boru kıvırma aparatı 31
3.1.5. Modern üretim yöntemleri 32
Lazer kesim 32
3.1.6. Kaynak yöntemleri 36
Oksi gaz kaynak yöntemi 37
Elektrik ark kaynak yöntemi 37
Gazaltı kaynak yöntemleri (MIG/MAG) 38
3.1.7. Montaj işlemleri 43
3.1.8. Kronometre 45

3.1.9. Ampermetre 45
3.2. Yöntem 46
3.2.1. İşlem süresi ölçümü 46
3.2.2. İşlenme zamanlarına göre harcanan elektriksel gücün hesaplanması 46
Alternatif akımda güç ve hesaplamalar 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 48
5. SONUÇ 61
6. KAYNAKLAR 62
ÖZGEÇMİŞ 66

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkemizde bulunan gübre dağıtma makinelerinin toplam sayıları 1
Çizelge 3.1. Torna makinelerinde işlenen parçalar 21
Çizelge 3.2. Matkap makinelerinde işlem gören parçalar 23
Çizelge 3.3. Şerit testere makinesinde kesilen parçaların listesi 25
Çizelge 3.4. Pres makinelerinde işlem gören parçalar..... 28
Çizelge 3.5. Giyotin makas makinesinde işlem gören parçalar..... 30
Çizelge 3.6. Lazer kesim makinelerinde kesim işlemi yapılan parçalar 34
Çizelge 3.7. Ergitmeli ve ergitmesiz kaynak yöntemleri 36
Çizelge 3.8. Kaynak ile birleştirilmiş parçalar 39
Çizelge 4.1. Torna makinelerinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri..... 49
Çizelge 4.2. Freze makinesinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri 49
Çizelge 4 3. Matkap makinelerinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri 49
Çizelge 4.4. Şerit testere makinelerinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri 50
Çizelge 4.5. Pres makinelerinde işlem gören parçalar ve işleme süreleri 51
Çizelge 4.6. Giyotin makas makinesinde işlem gören parçalar..... 52
Çizelge 4.7. Lazer kesim makinelerinde kesim işlemi yapılan parçalar 53
Çizelge 4.8. Torna makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç..... 54
Çizelge 4.9. Freze makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç 54
Çizelge 4.10. Matkap makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç . 55
Çizelge 4.11. Testere makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç . 55
Çizelge 4.12. Pres makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç 56
Çizelge 4.13. Giyotin makasta işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç..... 57
Çizelge 4.14. Lazer kesim makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve güç..... 58
Çizelge 4.15. Kaynak ile birleştirilmiş parçalar, işlem süresi ve harcanan enerji miktarları ... 59

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Tohumlu bir bitkinin yapısını oluşturan temel kısımlar 2
Şekil 1.2. Diskli gübre dağıtma makinesi 3
Şekil 1.3. Tek diskli gübre serpme makinesi 3
Şekil 1.4. Çift diskli çekilir tip gübre serpme makinesi 3
Şekil 3.1. Branda, ilave hazne ve gübre eleği montaj şeması 13
Şekil 3.2. Sandık şasesi montaj şeması 14
Şekil 3.3. Arka korkuluk borusu montaj şeması 14
Şekil 3.4. Şaseli sandık, şanzıman şase sacı ve muhafaza montaj şemaları 15
Şekil 3.5. Orta şanzıman montaj şeması 16
Şekil 3.6. Karıştırıcı sistemi ve akış ayar kolu montaj şemaları 16
Şekil 3.7. Çift diskli, asılır tip gübre serpme makinesi komple montaj resmi 17
Şekil 3.8. İmalat süreci 17
Şekil 3.9. Talaş oluşumunun şematik gösterilmesi 19
Şekil 3.10. Üniversal torna makinesi 20
Şekil 3.11. CNC torna makinesi 20
Şekil 3.12. CNC freze makinesi 22
Şekil 3.13. Sütunlu matkap makinesi 23
Şekil 3.14. Tepsi testere makinesi 24
Şekil 3.15. Yatay şerit testere makinesi 25
Şekil 3.16. Avuç içi taşlama makinesi 26
Şekil 3.17. Taşlama işleminin yapılışı 26
Şekil 3.18. CNC Kontrollü Abkant Pres 28
Şekil 3.19. Abkant pres makinesinde bükme işlemi 29
Şekil 3.20. Abkant pres makinesinde bükme işlemi tamamlanmış parçalar 29
Şekil 3.21. Rulo haldeki baklava bölmeli sac malzemesi 31
Şekil 3.22. Hidrolik boru kıvırma aparatı 31
Şekil 3.23. CO_2 lazer kesim makinesi 33
Şekil 3.24. Fiber lazer kesim makinesi 33
Şekil 3.25. CO_2 lazer kesim makinesinde kesilen parçaların ekran görüntüsü 35
Şekil 3.26. CO_2 lazer kesim işlemi 35
Şekil 3.27. Gaz ergitme kaynağı donanımı şeması 37
Şekil 3.28. Elektrik ark kaynağının yapılışı ve kullanılan ekipmanlar 38

Şekil 3.29. MIG/MAG kaynak yönteminin şematik görünüşü 39
Şekil 3.30. MIG/MAG kaynak makinesi 40
Şekil 3.31. Seri iş montaj kalıbı kullanılarak, punta kaynağının yapılması 40
Şekil 3.32. Seri iş montaj kalıbına alınan kısımların bitirme kaynaklarının yapılması 41
Şekil 3.33. Montaj kalıbında kaynaklanamayan bölgelerin kaynak işlemlerinin yapılması 41
Şekil 3.34. Yıkama tineri ile temizleme işlemi 42
Şekil 3.35. Astarlama işleminin yapılışı 42
Şekil 3.36. Boya kurutma fırınına yerleştirilen parça 42
Şekil 3.37. Şaseli sandık, şanzıman ve arka tekerlek montajı 43
Şekil 3.38. Karıştırıcı çarklar ve gübre dağıtıcı sistemin montaj işlemleri 43
Şekil 3.39. Hidrolik sistemin montaj işlemleri 44
Şekil 3.40. Stop lambaları, elek, branda ve ilave kısımlarının montaj işlemleri 44
Şekil 3.41. Montaj işlemleri tamamlanmış gübre serpme makineleri 44
Şekil 4.1. İmalatı yapılan makine parçalarının, imalatta kullanılan makinelere göre toplam işlem süreleri 60
Şekil 4.2. Kullanılan makinelerde harcanan toplam güç değerleri 60

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübesi ile her zaman destekleyen değerli hocam Prof. Dr. Selçuk ARIN'a üzerimdeki tüm emekleri için teşekkür ederim.

Değerli yorum ve önerileri için Prof. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN ve Doç. Dr. İlknur KORKUTAL'a teşekkür ederim.

İrtem Tarım Makinaları San. ve Tic. Ltd. Şti. işletmesine ve tüm teknik personeline, tez süresince beni yalnız bırakmayan eşime, aileme ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eylül 2019

Umut BATIGÜCÜ
Öğretim Görevlisi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AA : Anahtar ağzı
BB : Bombe başlı
CNC : Computer numerical control
CO_2 : Karbondioksit
CRS : Soğuk saclar
GK : Genel kullanım
ha : Hektar
kg : Kilogram
kW : Kilowaat
kWh : Kilowaat saat
lt : Litre
LP : Yapı çeliği
MAG : Metal aktif gaz
MIG : Metal pasif gaz
min : Minimum
mm : Milimetre
mm^2 : Milimetrekare
Nd-YAG : Katı hal lazerler
ST : Soğuk çekme
W/cm^2 : Titreşim şiddeti
µm : Mikrometre
Ø : Çap
sn : Saniye
min : Minumum
max : Maksimum

1. GİRİŞ

Dünya insan nüfusunun 2050 yılına kadar, 10 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir. Bu nüfusun ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için, tarım arazilerini daha verimli kullanmak gerekmektedir. Bu da yeni tarım teknolojilerinin kullanılması, genetik çalışmalar, yeterli sulama ve dengeli gübrelemenin yapılması ile mümkün olacaktır (Blanco 2011).

Bitkiler ihtiyaç duydukları çeşitli besin maddelerini, toprak üstü ve altı kısımları ile atmosferden ve topraktan sağlarlar. Sağlıklı gelişebilmek için, gereksinim duyduğu besin maddelerini yeteri kadar alamayan bitkide noksanlık belirtilerinin baş göstermesi ile elde edilecek ürün miktarında ve kalitesinde azalmalar meydana gelmektedir (Gelmez ve Müftüoğlu 2018).

Gübrelemenin amacı, yüksek miktarda ve kaliteli ürüne ulaşmaktır. Bunun için gübrelerin uygun zamanda, biçimde ve miktarda kullanılması gerekmektedir (Sağlam 2002).

Türkiye' de gübre tüketimi, uygulanan destek ve teşvikler sayesinde hızlı bir artış göstermekle birlikte özellikle son yıllarda artış hızı azalmıştır. Artan nüfus ve değişen beslenme alışkanlıkları tarımsal üretimi artırmayı zorunlu kılmaktadır. Tarımsal üretimi artırmak için gübre, kaliteli tohum ve gelişen teknolojileri kullanarak birim alandan elde edilen verimin arttırılması, üretim kayıplarının en aza indirilmesi, ekonomik üretim yapacak büyük çiftliklerin oluşturulması ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi ile mümkündür. (Eraslan ve ark. 2009).

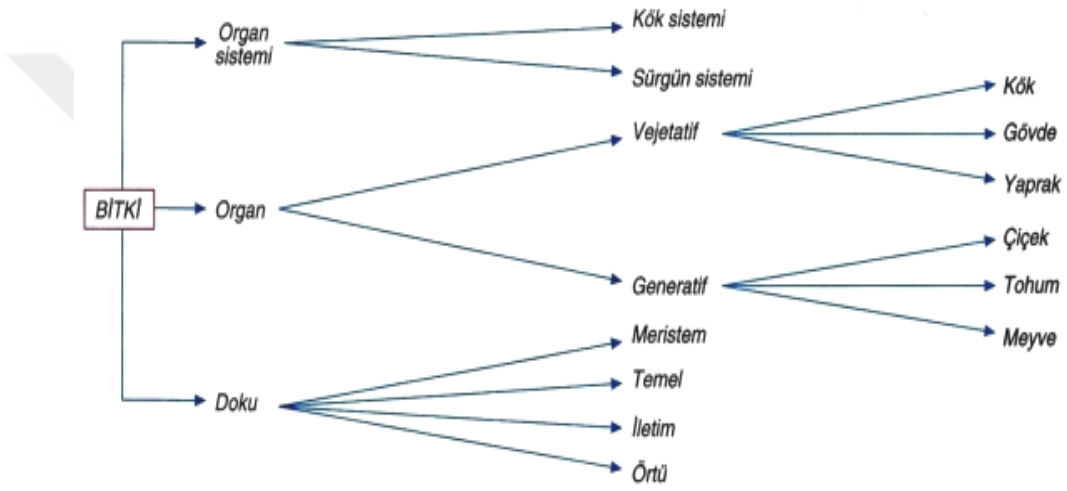
Mineral tipte gübrelerin toprağa diskli dağıtma makineleri ile serpilerek verilmesinin sebebi, satın alma bedellerinin uygun, üretiminin ve kullanımının kolay, iş verimliliğinin yüksek olmasıdır (Önal 1995).

Çizelge 1.1. Ülkemizde bulunan gübre dağıtma makinelerinin toplam sayıları (Anonim 2019a)

Satırlar			**Sütunlar**		
			Türkiye	**Tekirdağ**	**Hayrabolu**
Diğer Alet Ve Makineler	1150125. (Kimyevi Gübre Dağıtma Makinesi)	**2015**	399451	13595	3000
		2016	408737	13702	3030
		2017	419388	13726	3035
		2018	428545	13746	3035

Ülkemizde bulunan kimyevi gübre dağıtma makinesi sayıları, Genel, Tekirdağ ili ve Hayrabolu ilçesi olarak Çizelge 1.1'de gösterilmiştir. Burada 2015 yılından itibaren makine sayılarında genellikle artış gözlenmiştir.

Gübre dağıtma makinelerinin ana görevi, gübreyi ekili alana aynı oranda dağıtmaktır. Gübreleme fazla olursa bitkideki vejetatif organların (Şekil 1.1) artmasına, bitki tarafından kullanılmayan besinlerin sulama suyu veya yağmur ile topraktan süzülerek derinlerdeki taban sularına karışmasına sebep olur. Yetersiz gübreleme ise ürün verimini ve kalitesini azaltır (Ergüneş ve ark. 2009).



Şekil 1.1. Tohumlu bir bitkinin yapısını oluşturan temel kısımlar (Anonim 2019b)

Santrifüj (savurmalı) gübre dağıtma makinesi, aynı zaman da diskli gübre dağıtma makinesi olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.2). Bu makineler traktörlerdeki üç nokta askı sistemine bağlanır, traktör kuyruk milinden aldığı hareketi disk'e iletir ve disk üzerinde oluşan santrifüj kuvvet ile gübre serpme işlemini gerçekleştirir (Öztekin ve ark. 2006).

Ana yapı elemanları olarak konulacak gübre için üzerinde elek bulunan ve gerektiğinde üzeri branda ile kapatılabilen sandık bölümü bulunmaktadır. Sandığa kaynak ile birleştirilen ve traktöre üç noktadan bağlanacak olan şase kısmı, sandıkta bulunan gübreyi karıştıran ve düzgün akışını sağlayan karıştırıcı sistemi, buradan akan gübreyi etkin bir şekilde tarlaya serpilmesine yarayan döner disk sistemi, ışık sistemini taşıyan ve bariyer görevi gören koruyucu boru sistemi bulunmaktadır.

Şekil 1.2. Diskli gübre dağıtma makinesi (Anonim 2019c)

Uygulamada döner tek diskli (Şekil 1.3) ve döner çift diskli çekilir ve asılır tip dağıtıcılar (Şekil 1.4) en yaygın kullanılan santrifüj etkili makinelerdir (Ülger ve ark. 2002).

Şekil 1.3. Tek diskli gübre serpme makinesi (Anonim 2019d)

Şekil 1.4. Çift diskli çekilir tip gübre serpme makinesi (Anonim 2019e)

Bu araştırmada Tekirdağ İlinin Hayrabolu ilçesinde faaliyet gösteren İrtem Tarım Makinaları San. ve Tic. Ltd. Şti. işletmesinde üretilen çift diskli asılır tip gübre serpme makinesi incelenmiş, yapılan çalışmalar ve üretim aşamaları gözlenmiştir.

İmalatı yapılan makine parçalarının üretim aşamasında işlenme zamanları belirlenerek, parça adedi de hesaba katılarak, kullanılan makinelerde harcanan enerji sarfiyatları belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bagaber ve Yusoff (2019), Bu makalede, enerji ve maliyet modellemesinin entegrasyonu yoluyla sürdürülebilir bir kesim sürecini iyileştirme amaçlanmış. Çözüm, kesme hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliği, enerji, maliyet ve kalite süreçleri de dahil olmak üzere kesme parametrelerinin çok amaçlı optimizasyonuna dayanıyor. Modelleme yaklaşımı, doğrudan enerji ve dolaylı enerji tüketimi hesaplaması; enerji maliyeti, üretim işletme maliyeti, kesici takım maliyeti ve kesme sıvısı maliyeti (kuru ve ıslak) dahil olmak üzere tüm işleme aletleri için bir işleme maliyeti modeli. Kalite, yüzey pürüzlülüğü ile temsil edilir. Yanıt Yüzey Metodolojisi kullanılarak yapılan çok amaçlı optimizasyon, deneysel onay testleri yapılmadan önce Sıralanmamış Genetik Algoritma II ile karşılaştırılmış. Çok amaçlı optimizasyondan tasarruf edilen enerjinin% 9,2 olabileceği ve işleme maliyetinin % 4,6 oranında düşürülebileceği bulunmuş. Ayrıca, Genetik Algoritma II kullanan ikinci nesil optimizasyon sonuçları, Yanıt Yüzey Metodolojisi optimizasyonuna kıyasla% 70'den daha fazla bir gelişme göstermiş. İki doğrulama yöntemi optimum noktayı doğrulamış ve kuru kesim ıslak koşullara kıyasla daha düşük enerji ve uygun kalitede maliyet göstermiş. Bu çalışmada önerilen model, sürdürülebilir işleme ile entegre olması için işleme enerjisi, maliyeti ve çevre açısından etkili olduğu bulunmuş.

Namazcı (2019), endüstriyel tarımın çevreyi tahrip ederek, ekoloji, enerji, gıda ve küresel iklim alanlarında nasıl bir krize yol açtığını açıklamayı amaçlamış. Çalışmasında ilk olarak, endüstriyel tarım açıklanmış, endüstriyel tarımın tarımsal girdilerinden olan kimyasal gübre, pestisit, genetiği değiştirilmiş tohum, fosil yakıt ve sulamanın endüstriyel tarımla ilişkisine değinilmiş, sonrasında ise, endüstriyel tarım ve gıda güvenliği konusundan bahsetmiş. Daha sonra endüstriyel tarımsal girdilerden kimyasal gübrelerin, pestisitlerin, genetiği değiştirilmiş tohum, fosil yakıtların ve bilinçsiz sulamanın çevre kirliliğine etkileri açıklanmış. Son olarak ise, Türkiye'de tarımın endüstrileşmesi sürecine bakılmış ve Türkiye tarım sektöründeki küçülmenin sebepleri istatistiksel veriler çerçevesinde anlatılmıştır. Sonuç olarak endüstriyel tarım; yardımlaşmaya, bilgiye ve doğayı korumaya bağlı tarım sistemini, doğaya düşman, kimyasallara dayalı, endüstriyel bir sisteme dönüştürmüş, kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecek üretimi yapan köylülüktense sermaye ilişkilerinin üretimi belirlediği, fabrika tarımının egemen olduğu üretim şekline geçişi hızlandırmış, kimyasal gübre, pestisit, genetiği değiştirilmiş tohum, fosil yakıt ve sulama gibi tarımsal girdilerin kullanımını artırmış ve bu tarımsal girdilere çokuluslu şirketlerin hakim olmasını sağlamış.

Öztürk (2019), Endüstride; mazot, benzin, kimyasallar ve farklı tip yağların aktarılması için genellikle çeşitli tipte pozitif deplasmanlı dişli pompalar kullanılmaktadır. Dişli pompalar transfer setlerinde asenkron motordan güç alarak yakıt aktarımını sağlamaktadırlar. Bu işlem sırasında bir enerji sarfiyatında bulunmaktadırlar. Bu tip pompaların ortak özelliği, akaryakıtı, zemin seviyesinin altına yerleştirilen depodan emerek yüksek seviyelere çıkartabilmesidir. Pompalar endüstride harcanan enerji sarfiyatının önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar. Bu kapsamda yurt dışında üretim yapan bir dişli pompa, tersine mühendislik yöntemi ile modellenmiş. Elde edilen bu tasarımın imalatı diş içerisinde bulunan palet montajı yüzünden çok zordur. Üretim maliyetleri piyasada rekabet gücünü düşürmektedir. Bu yüzden yazarlar bu dişli geometrisini temel hareket analizi yöntemi ile geliştirerek yeni bir endüstriyel tasarım ortaya koymuşlar. Geliştirilen bu tasarım düşük enerji tüketimi ile maksimum miktarda yakıt transferi ve emiş gücüne sahip olduğu belirlenmiş. Günlük 100 ton kapasitesi olan bir akaryakıt transfer sisteminde belirlenen devir sayısında ve dişli tasarımı ile yıllık 3506 kWh enerji tasarrufu sağlanabilecekmiş. Anova Varyans analizi sonucunda, motor devir sayısındaki değişimlerinin, enerji tüketimi ve debi miktarını %94-95 oranında etkilediği gözlemlenmiş. Dişli pompa için ise minimum enerji tüketiminin, asenkron motorda 500-600 RPM aralığında olduğu belirlenmiştir.

Koçkaya (2018), çalışmasında tarım makineleri kullanıcılarının satın alma davranışlarını, yerli tarım makineleri imalatçılarının markalaşma olgusuna yaklaşımları ile markalaşma adına yürüttükleri faaliyetleri belirlemek amacı ile nitel ve nicel analiz teknikleri kullanmış. İlk olarak, yerli tarım makinesi üreten firmaların yönetici pozisyonunda görevli 22 görüşmeci ile yüz yüze mülakat gerçekleştirmiş. Alınan yanıtlar, nitel analiz tekniklerinden biri olan söylem analizi yöntemine uygun olarak kodlanmış ve kodlar çözümlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre, katılımcıların büyük çoğunluğunun erkek olduğu, yaş ortalamasının büyük olduğu ve birçoğunun lisans eğitimi aldığı görülmüş. Katılımcılar tarımın ekonomide önemli bir yere sahip olduğu bilincinde oldukları, ülkemiz tarımının daha iyi bir yere gelebilmesi için uygun politikalar geliştirilmesi gerektiğini ve tarımsal teşviklerin önemli olduğunu önemle belirtmişler. Firmaların makine üretimlerini yoğunlukla toprak işleme makineleri oluşturmaktadır. Görüşme yapılan işletmeler kendilerini kazanç/ciro açısından zayıf olarak değerlendirmiş. Katılımcılara göre, satın alma tercihinde marka önemli bir değişkendir ve markalaşmada kalite önemlidir. Görüşmecilerin büyük çoğunluğu markalaşmaya önem verdikleri halde dış pazara açılmak için gerekli finansal güce ve devlet desteğine sahip olmadıklarını belirtmişler.

Çalışmanın nicel analiz kısmında ise, tarım makinesi grubundan herhangi birini kullanan çiftçilere uygulanmak üzere bir anket formu hazırlanmış. Beş bölümden oluşan anket formunun ilk üç bölümünde nitel analizden elde edilen bulgular doğrultusunda çiftçilerin demografik bilgileri, makina kullanım düzeyleri ve tarımla ilgili görüşleri sorulmuş. Anketin dördüncü ve beşinci bölümü için çiftçilerin tarım makinesi satın almada marka seçimini etkileyen faktörler ve marka seçiminde satıcının ve tanıtımın etkisinin ölçüldüğü 5'li Likert tipi ölçek hazırlanmış. Anket uygulaması, Tükiye'nin her bölgesinde tarım makinası grubundan herhangi birini kullanan 730 çiftçi ile gerçekleştirilmiş.

Şirin (2018), İşletmelerin, ekonomik düzensizliklerle beraber giderek artan küresel rekabet ile başa çıkabilmeleri için, uluslararası alanda söz sahibi olmaları şarttır. Bu nedenle işletmelerin en önemli amaçları, faaliyetlerinde sürekliliği sağlamak ve kârlı bir şekilde büyüyebilmek şeklinde ifade edilebilir. Maliyet ölçümleme tekniklerinden biri olan sipariş maliyet yönteminin konveyör sistemi üretimi gerçekleştiren bir işletmeye uygulanabilirliği araştırılmış. Araştırma sonucunda işletmenin gider yerleri belirlenmiş, maliyetlerin dağılımı gerçekleştirilmiş ve böylece hangi gider yerlerinde ne kadar maliyetin ortaya çıktığı hesaplanmış. Ayrıca işletmenin sipariş maliyet yöntemi uygulayarak mamul hesaplaması yapması sonucunda işletmeye sağlayacağı faydalar belirlenmiş.

Daşcı (2017), Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan ve ileri teknoloji tarım alet ve makineleri kullanılan Muş Berce Alparslan Tarım İşletmesinin agro-ekonomik yapısının, tarımsal mekanizasyon düzeyinin ve enerji kullanım etkinliğinin belirlemeyi amaçlamıştır. İşletmede tarımsal üretimde kullanılan tarım alet ve makineleri içerisinde en yüksek iş başarısının gübre serpme makinesinde olduğunu ifade etmiştir. Enerji girdilerinde işletmenin toplam bitkisel üretimde enerji oranı 13,22 bulunmuştur. En yüksek enerji girdisi; %39,4 ile gübreleme enerjisi olduğu tespit edilmiştir. En düşük enerji girdisi insan işgücü olduğu; öte yandan işletmenin tüm üretiminin ortalama enerji etkinlik değeri 0.44 kg/MJ ve net enerji verimi ise 43189,9 Mega Joule (MJ) olarak hesaplanmıştır.

Fujishima ve ark. (2017), Küresel ısınma, dünyanın bugün karşı karşıya olduğu en önemli çevresel sorunlardan biridir. Enerji tüketimini azaltmak endüstriyel ortamlarda kritik öneme sahiptir. Takım tezgahları, fabrikalardaki tüm ekipmanların en yüksek enerji tüketim oranlarına sahiptir. Bu, küresel çevreyi korumak için takım tezgahı enerji tüketimini azaltmayı önemli kılmaktadır. Takım tezgahlarının enerji tüketimini azaltmanın bazı etkili yolları, bekleme moduna almak için gücün kapatılması ve döngü sürelerini kısaltılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada, enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik birkaç yaklaşım sunulmuş.

Kolar ve ark. (2016), Takım tezgahların da güç akışının simülasyonu, enerji verimli makinelerin gelecekteki gelişimi için olduğu kadar mevcut makinelerin, üretim sistemlerinin ve üretim işlemlerinin enerji optimizasyonunda da önemlidir. Bu çalışmada, CNC makinelerinin yardımcı ünitelerinin güç tüketimi tahmin modellerinin kurulmasına analitik bir yaklaşım önermektedir. Bu üniteler genellikle mevcut modellere dahil değildir. Geliştirilen model daha sonra modelin doğruluğunu kanıtlamak için gerçek 3 eksenli makinenin ölçümü ile karşılaştırılır. Sonuçlar, birimin plakasından teorik değer yerine her birimin gerçek tüketimini ayarlama ihtiyacını göstermektedir. Bu kalibrasyon olmadan, modellerde yanlışlık olabilir.

Tama ve ark. (2014), CNC Takım tezgahları, endüstrideki en önemli enerji cihazlarından biridir. Çalışma döngüleri içinde en büyük enerji tüketimi, kullanım aşamasında, amaçlarına hizmet ettiklerinde gerçekleşir. İşlemin bu aşamasında güç tüketimini tahmin etme olasılığı, geliştiricilerin enerji maliyetlerini düşürmelerini sağlayacaktır. Yapılan çalışmada kullanım aşamasında tüketilen enerjiyi hesaplama yöntemi, karakteristik iş parçasının işleme döngüsünün çok eksenli sistem tarafından simülasyonuna dayanır. Makinenin her hareketli parçası kütlesi, hacmi ve atalet momenti ile tanımlanmış. NC kodunun kullanılması takım yolu tarafından tanımlanmış. Simülasyonun çıktısı tüketilen mekanik enerjidir. Bu yaklaşım, bir karakteristik iş parçası üretmek için makinenin gerçekleştirmesi gereken toplam mekanik işin hesaplanmasına izin veriyormuş. Makine ömrünün kullanım aşamasında tüketilen toplam enerji maliyetinin hesaplanması ile veri elde etmek mümkün olmuş. Enerji optimizasyonu, makinenin geliştirilmesinde bir sonraki adımdır; bu simülasyondan elde edilen verilere dayanarak yaratılmış.

Korkmaz (2012) Konya Bölgesinde tarım makinaları imalat sanayisinin özelliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bölgede yer alan 93 firma ile anket çalışması yapılmış. Araştırma sonucunda, firmalar büyüklüklerine göre değerlendirildiğinde, yaklaşık %36'lık bölümünün mikro ölçekli firmalardan, %53'lük bölümünün küçük ölçekli firmalardan ve %11'lik bölümünün ise orta ölçekli firmalardan oluştuğu belirlenmiş. Bütün firmalar göz önüne alındığında, toplam 2,258 personelin istihdam edildiği, işletme başına mikro yapıdaki işletmelerde 5 personel, küçük ölçekli işletme grubunda 23 personel ve orta ölçekli işletme grubunda ise 96 personel düştüğü saptanmış. İşletme başına mühendis çalıştırma sayıları mikro ölçekli işletmelerde 0.06, küçük ölçekli işletmelerde 0.49 ve orta ölçekli işletmelerde ise 3 olarak belirlenmiş. Firmaların %29'unun yedek parça üretiminin olmadığı, %75'inin araştırma ve geliştirme biriminin olmadığı saptanmış.

Döngel (2010), ülkemizdeki tarım makineleri imalat sanayinin örneklemesi olarak Tekirdağ ilindeki üreticiler incelenmiş ve anket çalışmaları yapmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Tekirdağ ilindeki tarım makinesi üreticilerinin çoğunun otomasyon sistem kullanmadığı tespit edilmiştir. Genellikle geleneksel yöntemlerle üretim yapıldığından hurda kaynaklarını belli bir değerin altına çekemedikleri ortaya çıkmış ve bu durumla ilgili olarak çözüm yöntemleri ve önerilerde bulunmuştur.

Vardar ve ark. (2010), toplumlarda enerji, sosyal ve ekonomik kalkınmanın önemli girdilerinden biridir. Bu yönüyle enerji toplumun yaşam standardının yükseltilmesinde önemli rol oynar. Enerji ile sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması da mümkündür. 1 Ocak 2008 tarihinde uygulamaya giren reaktif güç oranları, işletmelerde reaktif güç kompanzasyonun önemini ve uygulamada en etkin tekniklerin kullanımını gerekli kılmıştır. Yapılan çalışmada, genel olarak enerji verimliliğinin ne anlama geldiği ve elektrik enerjisinde verimliliğin hangi alanlara uygulandığı anlatılmış. Enerji verimliliği, çalışma alanlarında önemli bir yere sahip olan reaktif güç katsayısının düzenlenmesinin kısa bir açıklaması yapılmış. Bu alanla ilgili basit çalışmalar sonucu yüksek kazançlar elde edilebileceği üzerine kamudan örnekler verilmiştir.

Cingöz (2008), Ekim makinelerinin yapısal organları, bu organların imalatında kullanılan malzemeler, standartlar ve deneyler bazında araştırılıp değerlendirilmesi ile kullanıcılara ve imalatçılara yönelik önerilerin getirilmesi amaçlanmış. Trakya Bölgesinde tarım makineleri imalatı yapan yerli üreticilerden rastgele yöntemle alınan sac, çelik döküm ve dökme demir malzemelerin Türk Standartları Enstitüsü'ne uygunlukları, çekme deneyi, sertlik deneyi ve kimyasal analiz deneyleri yapılarak araştırmıştır.

Akar (2007), Türkiye'de yılda, 1,1 milyar dolar gibi oldukça yüksek dışalım yaptığımız gübre ve gübrelemeyi inceleyerek, Trakya Bölgesinde ağırlıklı olarak üretilen buğday ve ayçiçeği tarımında, çiftçilerin gübre kullanımlarını ve gerekçelerini belirlemiştir. Analizde kullanmak üzere bölgede çeşitli üreticiler ile anket yapmıştır. Trakya Bölgesi'ndeki gübre kullanımının ekonomik analizini belirleyebilmek için Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan yararlanmıştır. Burada buğday için ölçeğe göre sabit getiri tespit edilmişken ayçiçeği için ölçeğe göre artan getiri olduğunu kaydetmiştir.

Çakal (2006), tarım makinaları imalatı yapan işletmelerde Enerji yönetimi ile ilgili uygulamalar araştırılmış. Bu işletmelerde Enerji yönetiminin uygulanmadığı görülmüş. Enerji yönetim programı uygulanmış olsaydı, enerji tasarrufu ile önemli başarılar elde edilebileceği ve işletme ekonomisine mali açıdan olumlu etkiler sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Özdemir (2006), Enerji sektörü, üreticiler ve tüketiciler için büyük öneme sahiptir. Türkiye istatistik Kurumu'nun belirli periyotta hazırladığı girdi-çıktı tabloları kullanılarak yapılan analizler sonucunda, enerji sektörünün son dönemde kilit sektör olduğu görülmüş. Türkiye enerji kullanımında dış ülkelere bağımlı ülkelerden biridir. Türkiye ekonomisinde kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için enerji kaynakları kullanımında dışa olan bağımlılığının azaltılıp, enerji sektörünün kilit sektör olma özelliği kullanılabilirse çok daha kolay olacağı sonucuna varmıştır.

Tekin (2005), klasik tip çift diskli bir mineral gübre dağıtma makinesi üzerinde yapılacak değişiklik ile "değişken düzeyli uygulama" yapılabilmesi için uygun donanım ve yazılım tasarımı, prototip geliştirilmesi ve test edilmesi, olası ekonomik ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda ticari olarak üretilmekte olan bir çift diskli mineral gübre dağıtma makinesinin temel organları materyal olarak alınmıştır.

Makinede yapılan değişikliklerden sonra, tasarlanan değişken düzeyli uygulama sistemi ile donatılmıştır. Prototipi üretilen makine tarlada işlem yapılırken üzerine yüklenen uygulama haritasına göre gübreleri değişken düzeyli uygulayabilmiştir.
Geleneksel yönteme göre daha az mineral gübre kullanmış; bu uygulama ile çiftçilerin gelirinin artacağını ve çevreye yapılan olumsuz etkilerin de azaltabileceğini belirtmiştir.

Yıldırım (1997), standart bir diskli gübre dağıtma makinesi deposunda değişik biçimdeki (kare, üçgen, trapez, uçları dikdörtgen ve kavisli kare) orifisler, farklı ebatlarda ve çift konumda kullanmıştır. Araştırmasında üre ve amonyum sülfat gübreleri 300, 540 ve 780 litre/dakika olmak üzere farklı karıştırıcı hızlarında denemiştir. Amonyum sülfat gübresi üre gübresine göre daha yüksek akış miktarına sahip olduğu görmüş ve depo tabanındakine göre elde edilen akış değerleri depo yan yüzeyinden elde edilen değerlerden daha fazla olduğunu tespit etmiştir. En büyük akış miktarları uçları kavisli kare biçimindekinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla kare, üçgen, trapez ve dikdörtgen olanlar izlemiştir. Yine araştırmasında amonyum sülfat gübresinin daha iyi bir akış düzgünlüğüne sahip olduğunu belirlemiştir. Depo tabanında olan da akış düzgünlüğü depo yan yüzeyindekine göre daha olumlu olmuş; orifis alanları büyüdükçe akış düzgünlüğü iyileşmiştir. 150 mm^2 alana sahip dikdörtgen olan da dengesiz bir akış elde etmiştir. Karıştırıcı hızlarının akış düzgünlüğü üzerindeki etkisini önemsiz bulmuştur. Bu araştırmada elde edilen ortalama varyasyon katsayısı değerleri genellikle çok iyi, iyi ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almıştır. En fazla varyasyon katsayısı değerinin de dikdörtgen orifiste olduğunu ortaya koymuştur.

Ferah (1993), Ege Bölgesinde imal edilen iki adet tek diskli bir adet çift diskli gübre dağıtma makinesinin konstrüksiyon sağlamlığını ve gübreyi tarlaya yeknesak dağıtabilme kapasitesini incelemiş, saptanan bulgulara göre iş verimi yeterli bulunmayan makineler üzerinde iyileştirme işlemleri yapmıştır. Denemelerde süper fosfat ve üre gübre çeşitleri kullanmış, fırlatma diski standart kuyruk mili devrinde çalıştırmıştır. Enine dağılım düzgünlüğünün ifadesinde varyasyon katsayısından yararlanmıştır. Deneme materyali iki adet tek diskli gübre dağıtma makinesi ve bir adet çift diskli gübre dağıtma makinesinden elde edilen dağılım düzgünlüklerini şu şekilde özetlemiştir: orijinal model olan çift diskli gübre dağıtma makinesinden istenilen performansın iyi olmadığını belirlemiştir. Fakat iyileştirme çalışmaları yapılmış çekiç kesen çift diskli gübre dağıtma makinesi ile oldukça düşük varyasyon katsayısı değerlerinde dağıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tek diskli gübre dağıtma makinesi ile %10 varyasyon katsayısının altında dağıtma işlemi yapmıştır.

Bu denemelerde Çekiç kesen tek diskli gübre dağıtma makinesi performansı, uygulanan çalışmalar ile iyileştirilmiştir. Fakat en iyi çapraz dağılım sonuçları bile; Tek diskli gübre dağıtma makinesinden elde edilen dağılım kadar iyi olmadığı sonucuna varmıştır.

Karagöz (1990), Trakya bölgesindeki pnömatik ekim makinesi imalatının durumunu tespit etmek amacıyla yapılan bu araştırmada, imalathanelerin çoğunluğunun Tekirdağ ilinde bulunması nedeniyle il bazında sınırlandırılmış. Tekirdağ il merkezi ve ilçelerinde bulunan imalathanelerde yapılan araştırma ile pnömatik ekim makinesini oluşturan parçalar belirlenmiş, her birinde uygulanan işlem aşamaları, imalatta kullanılan iş makinaları, işleme tekniği ve genel olarak imalat durumu saptanmaya çalışılmış.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Gübre serpme makinesi; çift diskli, hidrolik kumandalı, kuyruk milinden hareket alan hidrolik ve çekilir tip olmak üzere iki tipte üretim yapılan modern bir granül gübreleme makinesidir. Çiftçiler tarafından yaygın olarak kullanılan çift diskli asılır tip gübre serpme makinesinin üretim aşamaları incelenmiştir. İrtem tarım makineleri san. ve tic. ltd. şti. tarafından üretimi yapılan gübre serpme makinesi bu teze materyal olarak seçilmiştir.

3.1.1. İrtem tarım makineleri san. ve tic. ltd. şti.

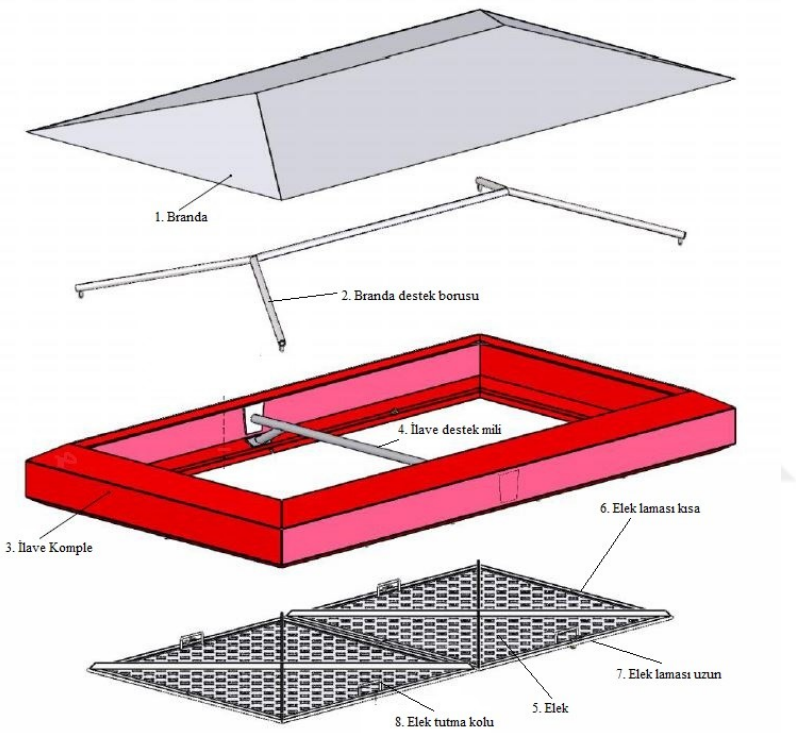
1967 yılında faaliyetlerine başlamış olan firma tarım makinelerinin üretimine ve bunların satışı faaliyetlerine devam etmektedir. 2005 yılında ikinci fabrikasını kurmuş olan İrtem Tarım yıllar ilerledikçe katma değeri yüksek, teknolojik ve hassasiyet gerektiren ürünleri bünyesine katmaya devam etmiştir. Bu ana kadar en bilinen ürünleri olan pnömatik hassas ekim makinesi ve şanzımanlı kombine üniversal ekim makinelerinin haricinde gübre serpme makineleri ve tamburlu sulama makinelerini de üretmeye ve çiftçilerin hizmetine sunmaya başlamıştır. 2012 yılında Hayrabolu Organize Sanayi bölgesindeki fabrikanın da faaliyete geçmesi ile birlikte bugün 3 fabrikada ve toplam 17.000 m2 kapalı alana 140 kişilik bir kadroya sahip bulunmaktadır. 2017 yılında ürün yelpazemiz ara çapalama, susam ekim makinesi ve anıza ekim makineleri ile birlikte yedi ana ürün grubunu kapsar hale gelmiştir (Anonim 2019f).

3.1.2. İrtem tarım gübre serpme makinesi üretiminde imalatı yapılan parçalar

Gübre serpme makinesine üretimine yukarıdan aşağıya doğru ele alındığında, Şekil 3.1'de gösterildiği gibi branda, branda çıtası, ilave hazne ve gübre eleği üretimi incelenmiştir. Burada branda destek borusu ve ilave destek mili 1 inç ölçülerinde boru malzeme, şerit testere makinesinde kesildikten sonra MIG/MAG kaynak makinesi ile kaynak yapılarak birleştirilir. İlave parça için CNC lazer kesim makinesinde daha önceden bilgisayarda ölçülerine göre tabakaya dizilmiş parçalar, 2 mm.lik genel kullanım sac tabakasından kesilir. Kesim işleminden sonra abkant pres makinesinde bükme işlemleri yapılır ve ek yerlerinden kaynak yapılarak birleştirilir.

Komple elek yapımında 20x05 mm. ölçülerinde lama malzeme, uçları açılı olacak şekilde testerede kesilir. Kesilen parçalar dört köşe olacak şekilde kaynak yapılarak çerçeve haline getirilir. Bu çerçevelerin iç kısmına 1,6x1000xRulo malzemeden oluşan 28x12 mm. baklava desenli genişletilmiş sac malzeme kesilerek yerine kaynatılır.

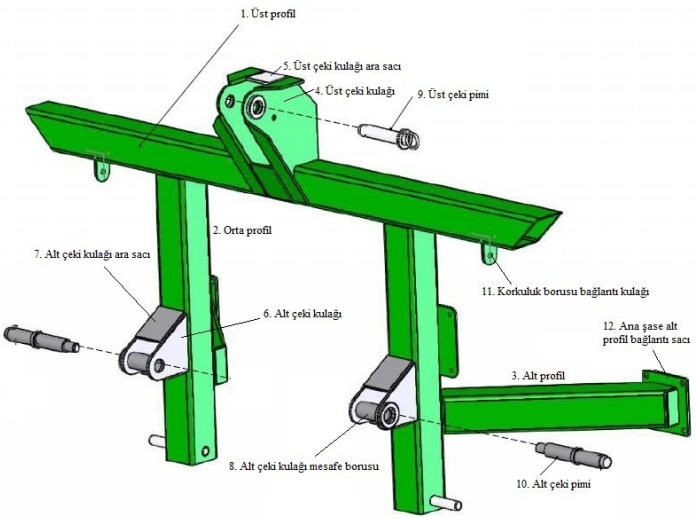
Elek tutma kolu için 6 mm. çapında transmisyon çeliği mil uygun ölçülerde tepsi testere makinesinde kesilir. Kesilen parçalar büküm işlemi yapılarak son haline getirilir. Daha sonra elek kenarlarına kaynak işlemi ile tutturulur.



Şekil 3.1. Branda, ilave hazne ve gübre eleği montaj şeması (Anonim 2019g)

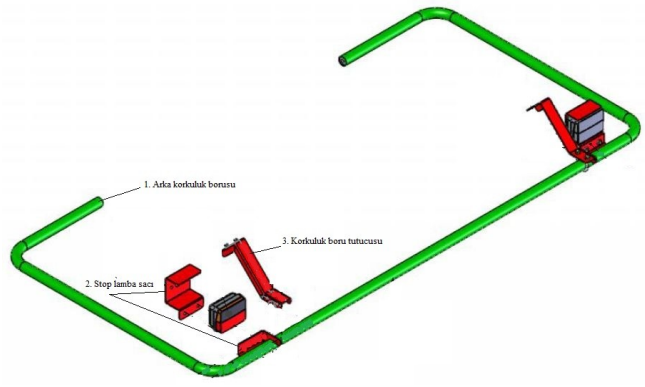
Hidrolik tip olarak imal edilen gübre serpme makineleri, üç nokta askı sistemi ile traktöre bağlanmaktadır. Gübre sandığının kaynak işlemi yapılarak birleştirildiği şase kısmı Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Şase de üst, orta ve alt profiller 80x80x4 mm.lik kutu profil malzeme uygun ölçülerde şerit testere makinesinde kesilir. CNC lazer kesim makinesinde 6 mm.lik sac tabaka kullanılarak üst, alt çeki kulakları, ana şase alt profil bağlantı sacı ve korkuluk borusu bağlantı kulağı kesilir. 5 mm.lik genel kullanım sacı kullanılarak üst ve alt çeki ara destek sacı giyotin makasta kesilir. 20 mm. çapındaki ön teker yatak pimi ile 1 inç genişliğinde alt çeki kulağı ara destek borusu şerit testerede kesilir.

Tüm parçalar seri iş montaj kalıbı kullanılarak terlerine yerleştirildikten sonra MIG/MAG kaynak makinesi ile puntalama işlemi yapılır ve kontrol edilir. Sonrasında komple kaynak işlemleri yapılarak, avuç içi taşlama makinesi ile kaynak yapılmış kısımlar taşlanarak düzeltilir. 25 mm çapında çelik malzemeden olan üst çeki pimi, 20 mm çapında alt çeki pimi ve ön teker yatak pimi testere de kesildikten sonra torna tezgahın da son şekli verilmektedir.

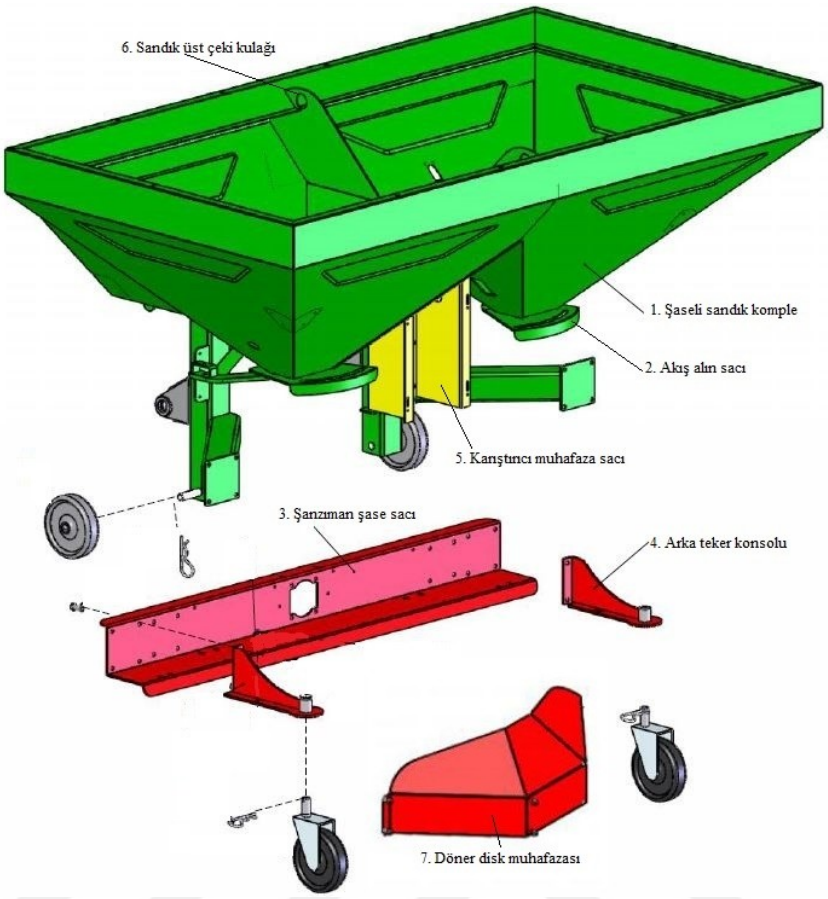


Şekil 3.2. Sandık şasesi montaj şeması (Anonim 2019h)

Lamba donanımlarının takıldığı arka korkuluk borusunun montaj şeması Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Korkuluk borusu imalatında 1 inç çapındaki boru şerit testerede kesilerek tasarıma uygun şekilde bükme işlemi yapılır. 3 mm. kalınlığındaki sac malzeme kullanılarak korkuluk boru tutucusu ve 2 mm.lik sac malzemeden stop lamba sacı CNC lazer kesim makinesinde kesilir. Sonrasında tasarıma uygun ölçülerde abkant pres makinesinde bükme işlemi yapılır.



Şekil 3.3. Arka korkuluk borusu montaj şeması (Anonim 2019ı)

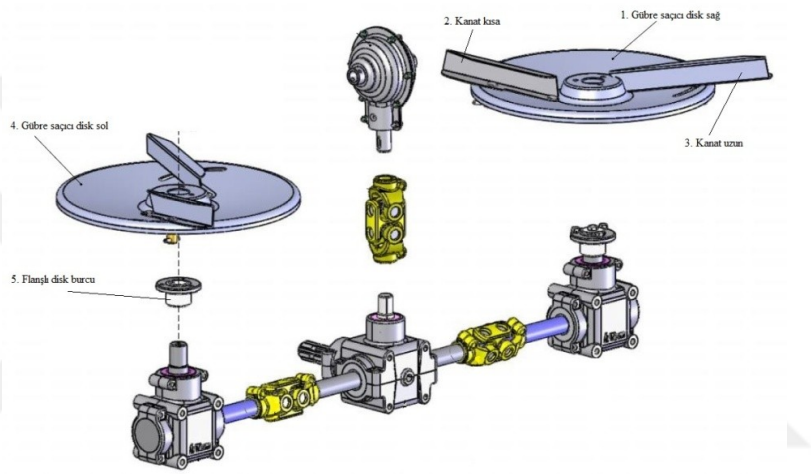


Şekil 3.4. Şaseli sandık, şanzıman şase sacı ve muhafaza montaj şemaları (Anonim 2019i)

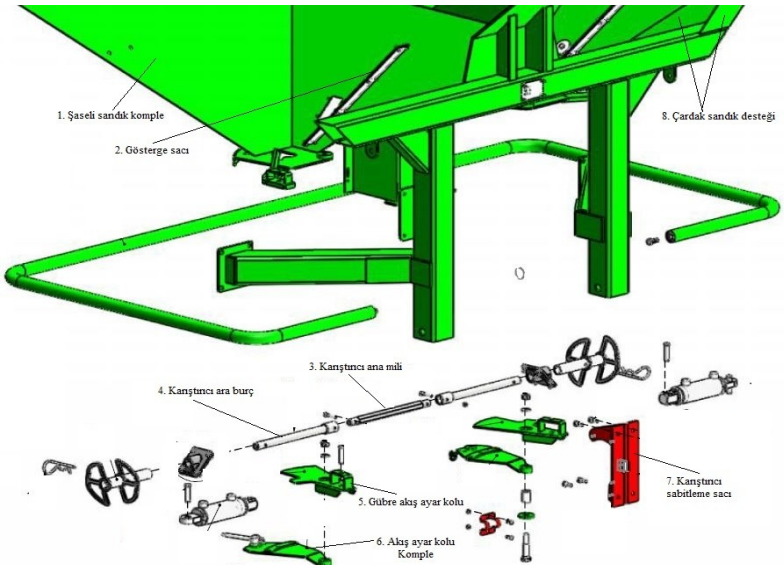
Şanzıman şase sacı, gübre sandığına kaynaklanmış şase, akış alın sacı ve döner disk muhafazasının montaj şemaları Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Gübre sandığı imalatı için 2mm genel kullanım sacı ön, arka, yan ve ara saclar olmak üzere CNC lazer kesim makinesinde kesilir. Kesilen parçaların ön, arka ve yan kısımlarına denk gelecek şekilde marka sembolü de olan çukur izleri pres tezgahında yapılmaktadır. Bu işlemlerden sonra parçalar uygun ölçülerde abkant pres makinesinde bükme işlemleri yapılır. Bükme işlemleri sonrasında parçalar kaynak yapılmak üzere kaynak makinelerinin bulunduğu kısma getirilir. Burada sandık imalatı için geliştirilmiş seri iş kalıbına yerleştirilirler ve karıştırıcı sistemini temsilen aradan geçirilen bir mil vasıtası ile kesim ve büküm işlemleri tamamlanmış karıştırıcı muhafazası ve çardak sandık desteği yerine takılır ve tüm parçalar kaynak makinesi ile puntalanır. Son kontrolleri yapılır. Herhangi bir ölçü sıkıntısı bulunmadığında bitirme kaynak işlemleri yapılarak bu bölgeler avuç içi taşlama makinesi ile taşlanarak yüzeyleri düzgün hale getirilir.

Taşlama işleminden sonra şaseli sandık yıkama tineri ile yıkanarak boyahaneye gönderilir. Önce astar atılır. Astar kuruduktan sonra kırmızı renge boyanarak kurutma fırınına sokulur. Burada kurutma işlemleri yapıldıktan sonra montaj kısmına gönderilir.

Şanzıman şase sacı, arka teker konsolu ve döner disk muhafazası 4 mm. genel kullanım sacından kesilerek bükme işlemleri yapılır. Bu parçalarda boyandıktan sonra montaj kısmına gönderilirler. Paslanmaz sac malzemeden kesilen gübre saçıcı diskler ile kısa ve uzun kanatlarda büküm işleminden sonra montaj kısmına gönderilirler. 30x20,2 mm. ölçülerindeki flanşlı disk burcu boru malzemeden torna makinesinde işlenmektedir (Şekil 3.5).

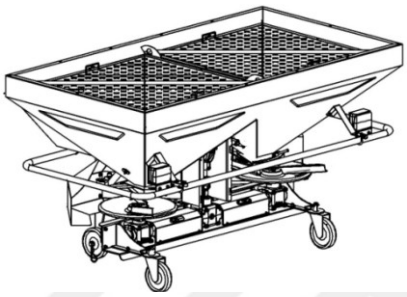


Şekil 3.5. Orta şanzıman montaj şeması (Anonim 2019j)



Şekil 3.6. Karıştırıcı sistemi ve akış ayar kolu montaj şemaları (Anonim 2019k)

CNC lazer kesim makinesinde 4 mm. kalınlığındaki sac malzemeden gübre akış sacları, karıştırıcı sabitleme sacı ve 2 mm. kalınlıktaki sacdan imal edilen gösterge sacı kesilir. Gösterge sacı hariç diğer parçalar için abkant pres makinesinde bükme işlemleri yapılır. Şekil 3.6'da akış ayar kolu ve karıştırıcı sistemin montaj şeması gösterilmiştir. 10 mm. çapındaki akış ayar kolu, AA19 (Altı köşe) malzemeden karıştırıcı ana mili, 50x38 mm. çaplarında karıştırıcı ara burcu şerit testerede uygun ölçülerde kesildikten sonra CNC torna makinesinde istenen ölçülere göre işlenmektedir. Şekil 3.7'de üretimi tamamlanmış gübre serpme makinesisin montaj resmi gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Çift diskli, asılır tip gübre serpme makinesi komple montaj resmi (Anonim 2019l)

Bu makinelerin üretiminde talaşlı ve talaşsız imalat, modern üretim yöntemleri ve çeşitli kaynak ve montaj yöntemleri kullanılmaktadır. Üretim aşamasında kullanılan makinelerin açıklamaları yapılmış, üretimi yapılan parçaların listeleri ve bazı parçaların imalat sürecindeki resimleri gösterilmiştir.

İmalat hem teknolojik hem de ekonomik yolla tanımlanabilir. Teknolojik olarak imalat; parça veya ürün elde etmek için verilen ham veya yarı mamul maddesinin görünümünü ve/veya geometrisini, özelliklerini değiştirmek amacıyla fiziksel ve kimyasal işlemlerin uygulanmasıdır. İmalat neredeyse her zaman birbiri ardı sıra işlemler takip edilerek yapılır (Şekil 3.8). Her işlem ile malzemenin istenilen şekle gelmesinde amaca biraz daha yaklaşılır. Ekonomik olarak ise imalat, bir veya daha fazla işlem ve/veya montaj işlemleri ile malzemeleri daha değerli ve kullanışlı maddeler haline dönüştürme işlemidir (Şahin 2000).

Şekil 3.8. İmalat süreci

İrtem tarım makinaları tarafından üretilen makineler için kullanılan bazı parçalar firmanın kendi tarafından üretilirken bazıları ise hazır olarak satın alınmaktadır. Bu çalışma kapsamında imalatı yapılan parçaların girdi ve çıktıları dikkate alınmıştır.

3.1.3. Talaşlı imalat yöntemleri

Metallerin talaş kaldırılarak işlenmesi temel bir imalat metodu olup makine imalat endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan metal biçimlendirme işlemidir. Talaşlı imalat işlemlerinin temellerini kesme teorileri teşkil eder.

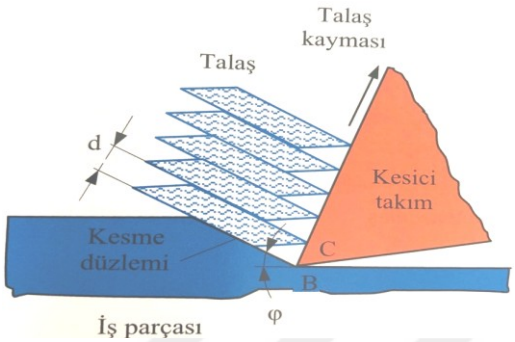
Talaşlı imalat, işleme şekli bakımından çok çeşitlidir. Bununla beraber istenen yüzey kalitesi ve ölçü tamlığını tek bir talaşlı imalat işlemiyle elde etmek mümkün değildir. Bu sebeple bazı makine parçalarına ardışık talaşlı imalat işlemleri uygulanmaktadır.

Talaş kaldırma işlemleri geleneksel ve geleneksel olmayan (Modern) olmak üzere iki grupta incelenebilir. Bunlar:

A. Geleneksel talaşlı imalat yöntemleri
- Vargelde işleme
- Planyada işleme
- Tornalama
- Frezeleme
- Delme
- Rayba çekme
- Kılavuz ve Pafta çekme
- Kesme (Metal testere ile)
- Taşlama
- Honlama
- Lepleme

B. Modern imalat yöntemleri
- Kimyasal işleme
- Elektro kimyasal işleme
- Mekanik işleme
- Termal işleme

Talaş kaldırma, çeşitli tezgahlarda değişik kesici takımlar kullanılarak iş parçası üzerinden fazla malzeme miktarının talaş şeklinde atılması işlemidir (Şekil 3.9). Döküm, dövme, haddeleme ve diğer metotlarla ön şekillendirmesi yapılmış metaller bu işlem sonunda istenen şekle, ölçüye ve yüzey kalitesine getirilmiş olur (Gavas ve ark. 2015).



Şekil 3.9. Talaş oluşumunun şematik gösterilmesi (Gavas ve ark. 2015)

Tornalama

Torna makinesi, ham haldeki bir iş parçasına düzgün dairesel hareket yaptırarak, torna kalemi ve değişik kesici takımlarla talaş kaldırmak suretiyle işi silindirik, konik veya küresel biçimlerde işlemek ve iş parçaları üzerine çeşitli vidalar açmak için yapılmış bir talaşlı üretim makinesidir.

Torna makineleri matkap ve vargel makineleri gibi, talaşlı üretim makineleri olmakla beraber, çalışma şekli bakımından onlardan daha farklı özellikler taşırlar. Vargellerde ve matkaplarda işlenmekte olan iş parçası sabit olup bir dönme veya gidiş geliş hareketi yapmaz. Fakat tornalarda iş parçası dönme hareketi yapar, kesme işlevini yapan kesici takım sabittir. Bu durum tornaları diğer talaşlı üretim makinelerinden ayıran en büyük özelliktir. Tornaların bir başka önemli özelliği de, soğutma suyu sistemlerinin olmasıdır.

Endüstriyel gelişmelere paralel olarak, günümüzde de birbirinden çok farklı çalışma özellikleri taşıyan çeşitli torna makineleri kullanılmaktadır. Bunun için tornalar yaptıkları işlerin özelliklerine göre genel olarak, üniversal tornalar ve özel tornalar olmak üzere iki gruba ayrılır.

Üniversal tornalar, silindirik ve konik biçimli iç ve dış yüzeylerin tornalanması, her türlü standart iç ve dış vidaların açılması, alın yüzeylerin tornalanması, eksantrik işlerin tornalanması ve çeşitli yayların sarılması gibi çok yönlü iş yapma kapasitesine sahip makinelerdir. İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan üniversal torna makinesi Şekil 3.10'da gösterilmiştir.

Üniversal tornalar genel üretim makineleridir. Çeşitli büyüklüklerde özdeş olmayan iş parçalarının yapımı için çok elverişlidir (Şahin 2001a).

Şekil 3.10. Üniversal torna makinesi

Özel tornalar, üniversal tornaların yaygınlaşmasından sonra, endüstrideki ihtiyaçlara göre geliştirilmişlerdir. CNC tornalarda özel torna çeşitlerindendir.

CNC sistemli torna, işin ölçülerine göre mikro elektronik işlemlerle hesaplama yaparak sonuçları bulan ve bu sonuçlara göre tornanın kumanda ve kontrolünü kendisi yapan torna demektir. İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan CNC torna makinesi Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Bu makineler ile kısa zamanda ve hassas ölçülerde garantili iş yapılır.

Şekil 3.11. CNC torna makinesi

Günümüzde endüstride zirveye çıkmış ülkelerde talaşlı üretim makineleri genel olarak CNC sistemli olarak yapılmaktadır. Bu makinelerde kesici takımlar ve işin hareketleri ya doğrudan doğruya bilgisayarla kumanda edilen elektrik motorları ile veya yine bilgisayarla kumanda edilen hidrolik pnömatik sistemlerle kumanda edilir (Şahin 2001b).

Gübre serpme makinesi üretiminde, torna makinelerinde imalatı yapılan parçalar Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

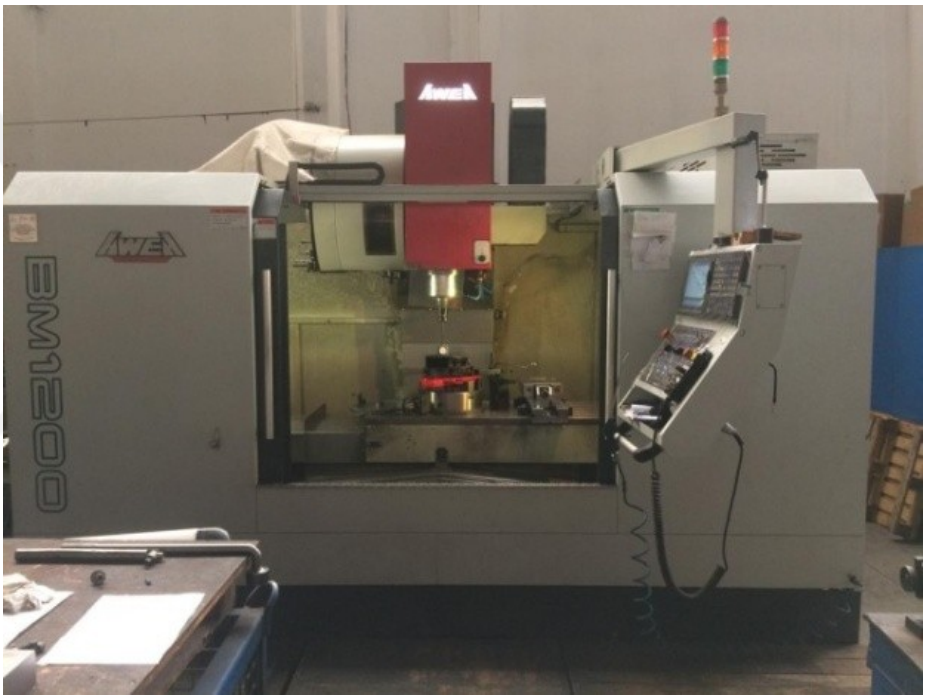
Çizelge 3.1. Torna makinelerinde işlenen parçalar

No	Parça Adı	Malzeme Cinsi	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet
1	Ön teker yatak pimi	ST 37	Ø20	2
2	Karıştırıcı ana mili	ST Ç1020	AA19 (Altı köşe)	1
3	Tohum ana mili stoplama burcu	Boru	Ø35x22,5	2
4	Karıştırıcı giriş mili	Ç1040	Ø30	1
5	Karıştırıcı çıkış mili	Ç1040	Ø40	1
6	Karıştırıcı ara burç	Boru	Ø50x Ø38	1
7	Karıştırıcı burcu	Boru	¾ inç	2
8	Gübre akış sacı burcu	Boru	Ø30x20,2	1
9	Gübre akış ayar kolu	Otomat çeliği	Ø10	2
10	Gübre akış ayar kolu topuzu	Otomat çeliği	Ø10	2
11	Akış ara burcu	Pirinç	Ø22	2
12	Elek sabitleme pimi	Otomat çeliği	Ø10	4
13	Alt çeki pimi	ST 37	Ø35	2

Frezeleme

Çevresinde birden fazla kesici uç bulunan aletlerle, iş parçaları üzerinden talaş kaldırarak biçim verme işlemlerine frezeleme adı verilir. Frezeleme işleminde kullanılan kesici takımlara ise freze denir. Bu kesicilerin bağlandıkları tezgahlara da freze tezgahı denir (İpekçioğlu 1984).

Günümüzde yaygın olarak dik işleme merkezi adı altında CNC freze makineleri de kullanılmaktadır. Bu makineler temel eksen hareketleri ile iş parçalarının üretiminde kullanılan, bilgisayar desteğinde çalışan makinelerdir. İş parçalarının boyuna ilerlemesi X ekseninde, enine ilerlemesi Y ekseninde ve dikey ilerleme Z ekseninde sağlanmaktadır. İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan CNC freze makinesi Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Bazı CNC freze makinelerin de eksen sayısı üçten fazla olabilir. Bu tip makinelerin kullanım alanlarının artmasıyla beraber maliyetleri artmaktadır (Gülesin ve ark. 2005). Gübre serpme makinesi imalatında her bir makine için, iki adet alt çeki pimi ve üst çeki pimi dik işleme merkezinde işlem görmektedir.



Şekil 3.12. CNC freze makinesi

Delme

Delik delme, iş parçasından talaş kaldıran bir kesici takımla silindirik delik açma yöntemlerinin tamamına verilen isimdir. Delik delme işlemi birçok yönden tornalama ve frezeleme işlemleri ile karşılaştırılabilir, fakat bu işlemde talaş oluşumu ve uzaklaştırılması çok daha önemlidir. Delik delme, dönme hareketi ile doğrusal ilerleme hareketinin birleşimi ile meydana gelmektedir. Delik derinleştikçe işlemin kontrolü ve talaşın uzaklaşması zorlaşır (Çakır 2010).

Delme işlemi için matkap denilen kesici uçların bir matkap makinesine bağlanması ve uygun kesme şartlarının ayarlanması gerekmektedir. İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan sütunlu matkap makinesi Şekil 3.13'te gösterilmiştir.

Şekil 3.13. Sütunlu matkap makinesi

Gübre serpme makinesi imalatında matkap makineleri kullanılarak üretimi yapılan parçaların listesi Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Matkap makinelerinde işlem gören parçalar

No	Parça Adı	Malzeme Cinsi	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet
1	Tohum ana mili stoplama burcu	Boru	Ø35x22,5	2
2	Karıştırıcı burcu	Boru	¾ inç	2
3	Gübre saçıcı diski sol	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
4	Disk kanat özel somunu	Pirinç	Ø18	2
5	Gübre saçıcı diski sağ	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
6	Akış ayar civatası	Otomat çeliği	Ø25	2
7	Elek sabitleme pimi	Otomat çeliği	Ø10	4
8	Alt çeki pimi	ST 37	Ø35	2

Kesme

Haddelerden geçirilerek kesitleri daire, çokgen, kare, dikdörtgen vb. biçim verilerek metrelerce boylarda üretilen gereçlerin, iş tezgahların da işlenebilmeleri için gerekli boylarda kesilmeleri gerekmektedir. Talaşlı kesme işleminde gereçlerin talaş kaldırarak kesilmesinde el testereleri ile seri üretimde zaman kazanabilmek için testere makineleri kullanılmaktadır. Özellikle alüminyumdan yapılmış köşebentleri, değişik kesitlerde üretilmiş boruları ve T biçimindeki gereçleri kesmek için tepsi testere makineleri kullanılmaktadır. İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan tepsi testere makinesi Şekil 3.14'te görülmektedir. Daire testere ile farklı açılarda kesme işlemi yapılabilmektedir.

Ayrıca metalleri kesmek için yatay şerit testere makineleri de kullanılmaktadır. Yatay şerit testere makinesi Şekil 3.15'de gösterilmiştir. Bu makinelerde soğutma suyu tertibatı bulunduğu için kesme işlemi sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Kesme işlemini yapan testere şeridinin hızı, kesilecek malzemenin özelliklerine göre değişik değerlerde ayarlanabilir. Sonsuz durumdaki testere şeridi kasnaklar üzerinde gezerek hareket ettirilir. Testere şeridini kesme olayının yapıldığı yerde destekleyip yönlendiren, şerit testere kayıtları bulunur (Çerik 2003).

Şekil 3.14. Tepsi testere makinesi

Şekil 3.15. Yatay şerit testere makinesi

Gübre serpme makinesi imalatında yatay şerit testere makinesinde kesilerek işlem gören parçaların listesi Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Şerit testere makinesinde kesilen parçaların listesi

No	Parça Adı	Malzeme Cinsi	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet
1	Ön teker yatak pimi	ST 37	Ø20	2
2	Ana şase üst profil	Profil	80x80x4	1
3	Ana şase dik profil	Profil	80x80x4	2
4	Ana şase alt açılı profil	Profil	80x80x4	2
5	Alt çeki mesafe borusu	Boru	25,4	2
6	Karıştırıcı mili	ST 37	Ø20	2
7	Üst çeki pimi	ST 37	Ø25	1
8	Gübre akış sacı burcu	Boru	Ø30x20,2	1
9	Gübre akış ayar kolu	Otomat çeliği	Ø10	2
10	Tepsi balans demiri	ST 37	Ø12	1
11	Arka korkuluk borusu	Boru	1inç	1
12	Elek sabitleme pimi	Otomat çeliği	Ø10	4
13	Alt çeki pimi	ST 37	Ø35	2
14	Elek laması kısa	Lama	20x5	4
15	Elek laması uzun	Lama	20x5	4

Taşlama

Metal üretim sektöründe avuç içi taşlama makinesi çok önemli bir makinedir. Doğru aşındırıcı ürünler ile kullanıldığında, manuel olarak işler daha kolay yapılabilmektedir.

Avuç içi taşlama makineleri küçüktür, kontrol edilmesi kolaydır ve dar alanlarda çalışabilirler. Şekil 3.16'da İrtem tarım makinaları fabrikasında kullanılan avuç içi taşlama makinesi gösterilmiştir. Avuç içi taşlama makineleri ile Kesme, çapak alma, ağır işlere yönelik taşlama, yüzey hazırlama, talaş kaldırma, kaynak dikişinin temizlenmesi ve polisaj gibi işler yapılabilmektedir.

Gübre serpme makinesi imalatında kaynak işlemleri tamamlandıktan sonra, bu makineler ile taşlanarak kaynak dikiş yerleri temizlenerek boya işlemine hazır hale getirilir. Şekil 3.17'de taşlama işleminin yapılışı gösterilmiştir.

Şekil 3.16. Avuç içi taşlama makinesi

Şekil 3.17. Taşlama işleminin yapılışı

3.1.4. Talaşsız üretim yöntemleri

Malzemelerde kalıcı şekil değişimi sağlayacak biçimde kuvvet uygulanarak yapılan şekillendirmeye "plastik şekil verme" veya "plastik deformasyon" adı verilir. Malzemelerin bu özelliklerinden yararlanılarak onları istenilen şekle getirmek mümkün olmaktadır. Bu yöntemle talaşlı üretim gerektiren yarı mamul parçalar üretildiği gibi, talaşlı üretim gerektirmeyen ve kullanıma hazır parçalar da üretilebilmektedir (Gavas ve ark. 2015).

Makaslarla gereçlerin kesilmesi ve pres makineleri ile bükme işlemleri sırasında talaş oluşmadığı için talaşsız üretim yöntemleri başlığı altında incelenmektedirler. Talaşsız şekillendirme yapan presler, metal endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kesme, basma ve çekme gibi işlemler pres tezgahlarına bağlanan kalıplar aracılığıyla yapılmaktadır. Presler ile uyumlu çalışan iyi tasarlanmış bağlama kalıpları kullanıldığında, özdeş ve seri olarak pek çok parça kısa zamanda ve düşük maliyetle üretilebilmektedir (Zengil 2004).

Abkant presler

Abkant büküm tezgahları ile yassı malzemeler, iki kalıp arasında basılarak şekil alır. Altta bulunan büyük kalıp dişi kalıp, üstteki ise erkek kalıptır. Farklı kalınlık ve boylarda malzeme bükümü için farklı tonajlarda ve genişliklerde üretilmektedirler. Abkant presler üst kalıp, alt kalıp, hidrolik eksenler, CNC kontrol ünitesi ve arka sac dayama gibi bölümlerden oluşurlar. Şekil 3.18'de İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan CNC kontrollü abkant pres görülmektedir. Üst kısımdaki erkek kalıbın alt kısımdaki dişi kalıp üzerinde bulunan yassı metal malzemeye hidrolik kuvvetle baskı uygulaması sonucu bükme işlemi gerçekleşir. Abkant preslerde bükülecek parçaların açınımı, arka dayama pozisyonları, bükme sıraları, bükme açıları için gerekli strok ve kalıplar ile bükülecek parçanın uyumluluğu, malzeme bilgileri tanımlanmak şartı ile kontrol ünitesi tarafından otomatik olarak yapılır (Aydemir 2017).

Şekil 3.18. CNC Kontrollü Abkant Pres

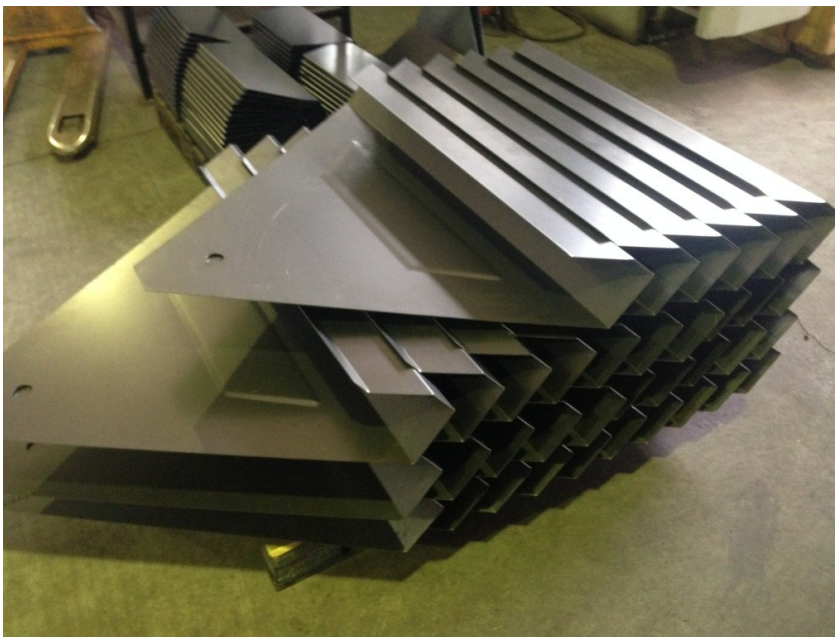
Gübre serpme makinesi imalatında abkant ve eksantrik pres makinelerinde işlem gören parçaların listesi Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Pres makinelerinde işlem gören parçalar

No	Parça Adı	Malzeme Cinsi	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet
1	Üst çeki kulağı sacı sağ	Sac LP	5x1500x3000	1
2	Üst çeki kulağı sacı sol	Sac LP	5x1500x3000	1
3	Sandık yan sacı	GK sacı	2	2
4	Sandık şase destek sacı sol	GK sacı	3	1
5	Sandık şase destek sacı sağ	GK sacı	3	1
6	Sandık ön sacı	GK sacı	2	1
7	Sandık ara sacı	GK sacı	2	1
8	Sandık ara sacı ort.	GK sacı	3	1
9	Karıştırıcı şasesi ana sacı	GK sacı	4	1
10	Çardak sandık desteği	Sac Siyah	6x1500x3000	1
11	Mafsal muhafazası	GK sacı	1,2	2
12	Karıştırıcı şasesi kapağı	GK sacı	2	1
13	Gübre akış sacı sol	GK sacı	4	1
14	Gübre akış sacı sağ	GK sacı	4	1
15	Gübre akış ayar sacı	GK sacı	4	1
16	Kısa kanat sol	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
17	Gübre saçıcı diski sol	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
18	Kısa kanat sağ	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
19	Gübre saçıcı diski sağ	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
20	Disk muhafazası sol	GK sacı	1,5	1
21	Disk muhafazası sağ	GK sacı	1,5	1
22	Gübre elek tutamağı	ST 37	Ø6	4
23	Elek yan sacı	GK sacı	2	8
24	Arka şanzıman şase sacı	Sac LP	5x1500x3000	1

Şekil 3.19. Abkant pres makinesinde bükme işlemi

Gübre serpme makine imalatında abkant pres makineleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 3.19'da abkant pres makinesinde gübre sandığı parçalarının büküm işlemi gösterilmiştir. Bükme işlemi tamamlanan parçalarda Şekil 3.20'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Abkant pres makinesinde bükme işlemi tamamlanmış parçalar

Giyotin makas

Kesilmesi zor olan metal sacların, koparılmak suretiyle işlem yapılmasına giyotin makas kesim adı verilir. Giyotin makaslardaki kesme işlemi, günlük hayatta kullandığımız makaslar ile aynı prensibe sahiptir. Giyotin makaslar iki bıçağa sahiptir. Bu bıçaklar sabit ve hareketli olarak ikiye ayrılır. Alt bıçak sabit dururken; üst bıçak hareket halindedir. Kesme yapan üst ve alt bıçaklar arasında boşluk bulunur. Bu boşluk, kesilecek sac malzemenin kalınlığına göre değişir.

Önceleri el ile kesim yapılan giyotin makaslar; günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte, bilgisayar sistemi ile kesim yapılır. Giyotin makas aslında bir tezgâhtır. Giyotin makasta kesim, işlem görecek iş parçasının verilerinin sisteme girilmesiyle gerçekleştirilir. İş parçasının ne kadar kalınlıkta ve ne şekilde kesileceği, bilgisayar sayım yönetime eklenir. Giyotin makasların kesme kapasitesi bu sebepten çok fazla değişiklik gösterir. Gösterilen değişikliğe bağlı olarak; üretim ölçüleri de değişir. Üretimin bu şekilde sistem içerisinde yapılması, standartlık sağlar. Böylece; hata olmadan seri şekilde kesim işlemi gerçekleştirilir (Anonim 2019m).

Çizelge 3.5. Giyotin makas makinesinde işlem gören parçalar

No	Parça Adı	Malzeme Cinsi	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet
1	Üst çeki kulağı ara sacı üst	Sac LP	5x1500x3000	1
2	Üst çeki kulağı ara sacı alt	Sac LP	5x1500x3000	1
3	Profil kapak sacı	GK sacı	3	4
4	Gübre akış alın sacı	GK sacı	4	2
5	Alt çeki destek sacı üst	Sac LP	5x1500x3000	2
6	Alt çeki destek sacı alt	Sac LP	5x1500x3000	2
7	Alt çeki pimi pulu	Sac Siyah	6x1500x3000	1
8	Sandık delik pulu iç	GK sacı	1,5	2
9	Sandık delik pulu dış	Sac LP	5x1500x3000	4
10	Gübre saçıcı disk tespit pulu	Sac LP	5x1500x3000	2
11	Piston bağlantı kulağı	Lama	25x5	1
12	Gübre akış ayar kolu pulu	Sac LP	5x1500x3000	1
13	Akış kolu civatası pulu	Sac Siyah	6x1500x3000	2
14	Elek sacı	Baklava sac	1,6x1000xRulo	2

Gübre serpme makinesi imalatında giyotin makas makineleri kullanılmaktadır. Bu makinelerde işlem gören parçalar Çizelge 3.5'da gösterilmiştir. Şekil 3.21'de gösterilmiş olan rulo halindeki baklava sac malzemesi de elek sacı yapımı için bu makinelerde kesilmektedir.

Şekil 3.21. Rulo haldeki baklava bölmeli sac malzemesi

Hidrolik boru kıvırma aparatı

Gübre serpme makinesi, arka korkuluk borusu parçasının yapımında kullanılan makinelerdir. Şekil 3.22'de İrtem tarım makinaları fabrikasında kullanılan hidrolik boru kıvırma aparatı gösterilmiştir. Hidrolik akışkan sıvı sayesinde kolaylıkla büküm işlemi yapılmaktadır.

Şekil 3.22. Hidrolik boru kıvırma aparatı

3.1.5. Modern üretim yöntemleri

Modern üretim yöntemleri geleneksel talaşlı imalat ile karşılaştırıldığında düşük talaş kaldırma oranına sahiptir. Ancak daha iyi ölçü hassasiyeti ve daha az kesilmiş yüzey altı hasarları elde edilir.

Çoğunlukla sert malzemelerin işlenmesinde ve geleneksel yöntemlerle talaşlı imalatın ve taşlama işlemlerinin yapılamaması hallerinde kullanılmaktadır.

Bu yöntemler genel olarak kimyasal işleme, mekanik işleme, elektrokimyasal işleme ve termal işleme olarak dört grupta toplanmaktadır. Termal işlemlere örnek olarak, lazer ile kesme işlemi verilebilir (Gavas ve ark. 2015).

Lazer kesim

Lazer teknolojisindeki gelişmeler, bu teknolojinin, alternatiflerini geride bırakarak, birçok endüstriyel alana uygulanabilmesine imkan tanımıştır. Lazer teknolojisinin sanayideki en büyük uygulama alanlarından birisi metal ve metal olmayan malzemeleri kesme işlemleridir. Lazerle kesim işleminde mekanik kesme kuvvetleri oluşmadığı için titreşimsiz ve hızlı bir operasyon yapılabilmektedir (Ürgüplü ve Köksal 2015).

Lazer ışını bildiğimiz ışıktan farklılık gösterir; belirli bir frekans, dalga boyu ve faza sahip fotonları vardır. Bu nedenle lazer ışınları sıradan ışığın aksine, çok yönlü, yüksek güç yoğunluğunda ve daha iyi odaklanma özelliğine sahip olabilirler. Lazer ışını yüksek yoğunluklu bir ışık olup 0,1…0,2 mm gibi dar bir alana odaklanabilir. Böylece lazer ışınının enerjisi çok küçük bir alana indirgenerek malzeme işleme için gerekli olan güç yoğunluğuna ulaşılabilir. Çelik malzemelerin imalatında en iyi sonuçlar için 107…108 W/cm^2 değerinde güç yoğunluğuna ihtiyaç duyulur. Bu kadar küçük bir noktaya bu değerde bir enerjiyi aktarmak için lazer kullanımı gerekir. Malzeme saniyeden kısa sürede ergitilebilir. Kesme işlemi lazer ışınına paralel gönderilen bir gaz ile de desteklenir. Metallerin kesilmesinde destek gazı olarak; nitrojen, hava veya oksijen kullanılır. Basınçlı gaz kesilen bölgeyi soğutarak aşırı ısınmış bölgenin sınırlandırılmasını da sağlar ve kesme işlemi sonrası ortaya çıkan cürufu da bölgeden uzaklaştırır. İstenilen kesme profili lazer ışını ile takip edilerek

kesme işlemi yapılır. Lazer ışını ve tezgâhın birbirine uygun hareketleri CNC kontrollü bir sistem ile sağlanır. Lazer ışını kullanılarak malzeme uzaklaştırma işlemi üç adımdan oluşur:

1. Eritme
2. Buharlaştırma
3. Kimyasal bozulma; malzemenin bozulması sonucu kimyasal bağlar kırılır.

Farklı tipleri olmasına rağmen uygulamada en çok kullanılan lazer tipleri Nd: YAG ve CO_2 lazerlerdir. CO_2 lazer kızılötesi bölgede 10 μm dalga boyuna sahip olup, ışın gücü fazla, verimliliği iyi ve ışın kalitesi yüksektir. İnce saçların yüksek hızda kesilmesi işlemi için çok uygundur. Şekil 3.23'te İrtem tarım makinaları fabrikasında bulunan CO_2 lazer kesim makinesi görülmektedir. Çizelge 3.6'da gübre serpme makinesi imalatında lazer kesim makinesi ile kesilen parçaların listesi gösterilmiştir. Günümüz de modern lazerle işleme makineleri arasına Şekil 3.24'te görülen fiber lazer kesim makineleri de girmeye başlamıştır (Çavdar ve Tanrısever 2013).

Şekil 3.23. CO_2 lazer kesim makinesi

Şekil 3.24. Fiber lazer kesim makinesi

Çizelge 3.6. Lazer kesim makinelerinde kesim işlemi yapılan parçalar

No	Parça Adı	Malzeme Cinsi	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet
1	Üst çeki kulağı sacı sağ	Sac LP	5x1500x3000	1
2	Üst çeki kulağı sacı sol	Sac LP	5x1500x3000	1
3	Sandık yan sacı	GK sacı	2	2
4	Sandık şase destek sacı sol	GK sacı	3	1
5	Sandık şase destek sacı sağ	GK sacı	3	1
6	Sandık ön sacı	GK sacı	2	1
7	Sandık iç destek sacı	GK sacı	4	2
8	Sandık ara sacı	GK sacı	2	1
9	Sandık ara sacı ort.	GK sacı	3	1
10	Profil şase bağlantı sacı	Sac LP	5x1500x3000	2
11	Karıştırıcı şasesi ana sacı	GK sacı	4	1
12	Gübre akış sacı	Sac LP	5x1500x3000	2
13	Disk muhafaza bağlantı sacı	Sac siyah	6x1500x3000	2
14	Ana şase alt profil bağlantı sacı	Sac siyah	6x1500x3000	2
15	Alt çeki kulağı	Sac siyah	6x1500x3000	4
16	Korkuluk tutucu sac sol	GK sacı	3	1
17	Korkuluk tutucu sac sağ	GK sacı	3	1
18	Stop lamba bağlama sacı sol	GK sacı	3	1
19	Stop lamba bağlama sacı sağ	GK sacı	3	1
20	Mafsal muhafazası	GK sacı	1,2	2
21	Gübre akış sacı sol	GK sacı	4	1
22	Gübre akış ayar sacı sol	GK sacı	4	1
23	Akış ayar ay sacı	GK sacı	4	1
24	Gübre akış ayar sacı	GK sacı	4	1
25	Gösterge sacı	GK sacı	2	1
26	Uzun kanat sol	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
27	Kısa kanat sol	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
28	Gübre saçıcı diski sol	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
29	Kısa kanat sağ	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
30	Uzun kanat sağ	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
31	Gübre saçıcı diski sağ	Paslanmaz sac	2x1250x2500	1
32	Disk muhafazası sol	GK sacı	1,5	1
33	Disk muhafazası sağ	GK sacı	1,5	1
34	Arka teker konsol taban sacı	Sac siyah	10x1500x3000	1
35	Arka teker konsol sacı sağ	Sac siyah	8x1500x3000	1
36	Arka teker konsol sacı sol	Sac siyah	8x1500x3000	1
37	Elek yan sacı	GK sacı	2	8
38	Arka şanzıman şase sacı	Sac LP	5x1500x3000	1

Şekil 3.25. CO_2 lazer kesim makinesinde kesilen parçaların ekran görüntüsü

Gübre serpme makinelerinin imalatında, abkant presler de olduğu gibi lazer kesim makineleri de yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu makinelerde kesim işleminden önce Şekil 3.25 'de gösterilen kesme şekilleri makinelere yüklenir. Bu işlemden sonra kesilecek olan sac malzemeler makineye yerleştirilerek kesim işlemi başlatılır (Şekil 3.26).

Şekil 3.26. CO_2 lazer kesim işlemi

3.1.6. Kaynak yöntemleri

Kaynaklı birleştirme metalik malzemelerde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Kaynaklı birleştirmeler döküm yöntemi ve perçinli birleştirme gibi yöntemlerle kıyaslandığında birçok önemli avantaja sahiptir. Bunlar;

a. Ağırlık ve işçilikten tasarruf edilir.
b. Perçine göre daha iyi sızdırmazlık sağlar.
c. Kaynaklı bağlantıların mukavemeti, perçinlilere göre daha yüksektir.
d. Ucuz ve kolay konstrüksiyonlar yapılabilmektedir.
e. Döküm yönteminde kullanılan model masrafı yoktur.
f. Döküm yöntemlerinde olduğu gibi ince parçaların üretilmesinde güçlük yaşanmaz.

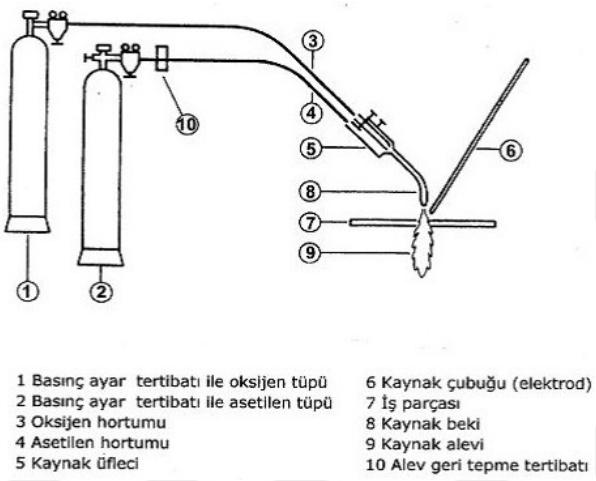
Kaynak yöntemleri genel olarak ergitmeli ve ergitmesiz kaynak yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Çizelge 3.7'de ergitmeli ve ergitmesiz kaynak yöntemleri gösterilmiştir. Burada üç numarada, koyu renkle gösterilmiş kaynak yöntemi gübre serpme makinesi imalatında kullanılan kaynak yöntemidir. Isı uygulandığında malzemelerde ergime meydana geliyorsa buna ergimeli kaynak yöntemleri ve ısı uygulandığında ergime meydana gelmiyorsa buna da ergitmesiz kaynak yöntemleri denilir (Gavas ve ark. 2015).

Çizelge 3.7. Ergitmeli ve ergitmesiz kaynak yöntemleri

Ergitmeli kaynak yöntemleri	Ergitmesiz kaynak yöntemleri
1. Oksi gaz kaynak yöntemi	**1.** Ultrasonik kaynak yöntemi
2. Elektrik ark kaynak yöntemi	**2.** Difüzyon kaynak yöntemi
3. Gazaltı kaynak yöntemleri ➢ TIG ➢ **MIG** ➢ MAG	**3.** Sürtünme kaynak yöntemi
	4. Patlatma kaynak yöntemi
4. Tozaltı kaynak yöntemi	
5. Elektron ışın kaynağı yöntemi	
6. Direnç kaynak yöntemi	
7. Termit kaynağı	
8. Plazma kaynağı	
9. Lazer kaynağı	

Oksi gaz kaynak yöntemi

Kaynak işlemi için gerekli olan ısının biri yanıcı, diğeri yakıcı olan gazların yakılmasıyla oluşan alevden yararlanılarak yapılan kaynak yöntemine "gaz ergitme kaynağı" adı verilir. Şekil 3.27'de gaz eritme kaynağı donanım şeması gösterilmiştir. Burada yakıcı olarak oksijen gazı kullanılır. Yanıcı olarak da asetilen, hidrojen, metan, propan, bütan ve propan-bütan karışımı gazları kullanılmaktadır (Çakır 2010a).



Şekil 3.27. Gaz ergitme kaynağı donanımı şeması (Anonim 2019n)

Bu yöntem ile parçaların kaynaklanacak yüzeyleri alev yardımı ile tavlanarak ergitilir. Kaynak işlemi sırasında gerektiğinde kaynak bölgesine ilave kaynak metali de katılabilmektedir. İşlem sonunda kaynaklanan bölge katılaşmaya bırakılarak bağlantı sağlanır.

Elektrik ark kaynak yöntemi

Elektrik akımının iş parçası ile örtülü elektrot arasından geçmesi ile bir ark meydana gelir. Metallerin ergitilebilmesi için ihtiyaç duyulan yüksek ısı bu ark ile sağlanır. Birleştirilecek olan iki parçanın arasındaki, bağlantının oluşturulacağı bölgede bulunan metal yüzey oluşan bu ısı etkisi ile ergir ve elektrotun özünden gelen ergimiş dolgu metali ile birlikte bir karışım oluşturur. Elektrot bunun yanı sıra gaz, metal buharı ve cüruf oluşturarak ergimiş kaynak banyosunun korunmasını sağlayan bir örtüde oluşturur. Şekil 3.28'de elektrik ark kaynağının yapılışı ve kullanılan ekipmanlar gösterilmiştir.

Bu sayede havada bulunan oksijen ve azot gibi elementler kaynak metali ile reaksiyona giremezler. Soğuma ve katılaşmanın ardından istenen birleştirme sağlanmış olur (Gavas ve ark. 2015).

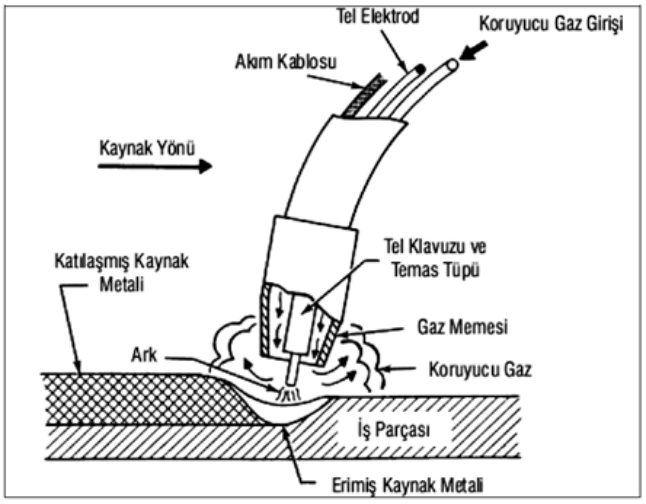
Şekil 3.28. Elektrik ark kaynağının yapılışı ve kullanılan ekipmanlar (Anonim 2019ö)

Gazaltı kaynak yöntemleri (MIG/MAG)

Bu yöntemde kaynak işlemi için gerekli ısı, sürekli iletilen ve eriyen bir tel elektrotla kaynak banyosu arasında oluşturulan ark ile elektrottan geçen kaynak akımının elektrotta oluşturduğu direnç ısıtması yolu ile üretilir. Elektrot çıplak bir tel olup, bir elektrot besleme tertibatı ile sabit bir hızla kaynak bölgesine ulaştırılır. Atmosfer kirlenmesine karşı kaynak bölgesine, bir gaz memesinden iletilen uygun bir gaz veya gaz karışımı gönderilerek bölgenin korunması sağlanır.

Eriyen metal elektrot ve soy gaz kullanımı nedeniyle yönteme MIG kaynağı adı verilmiştir. MIG VE MAG kaynağını birbirinden ayıran en önemli özellik MAG kaynağında koruyucu gaz olarak CO_2 kullanılmasıdır. Şekil 3.29'da MIG/MAG kaynağının yapılışı şematik olarak gösterilmiştir (Gavas ve ark. 2015).

Gübre serpme makinesi üretiminde Çizelge 3.8'de gösterilmiş parçalar kaynak yöntemleri kullanılarak birleştirilmişlerdir. Şekil 3.30'da İrtem tarım makinaları fabrikasında kullanılan MIG/MAG kaynak makinesi gösterilmiştir.



Şekil 3.29. MIG/MAG kaynak yönteminin şematik görünüşü (Anonim 2019p)

Çizelge 3.8. Kaynak ile birleştirilmiş parçalar

No	Parça Adı	Operasyon	Adet
1	Şaseli sandık (Komple)	Kaynak	1
2	Korkuluk boru tutucusu sol	Punta Kaynağı	1
3	Korkuluk boru tutucusu sağ	Punta Kaynağı	1
4	Karıştırıcı mili (Komple)	Punta Kaynağı	2
5	Üst çeki pimi (Komple)	Punta Kaynağı	1
6	Karıştırıcı (Komple)	Kaynak	2
7	Gübre akış kolu sol	Kaynak	1
8	Gübre akış kolu sağ	Kaynak	1
9	Gübre akış ayar kolu sağ	Kaynak	1
10	Gübre akış ayar kolu sol	Kaynak	1
11	Gübre saçıcı diski sol (Komple)	Punta Kaynağı	1
12	Gübre saçıcı diski sağ (Komple)	Punta Kaynağı	1
13	Arka teker konsolu sol	Punta Kaynağı	1
14	Arka teker konsolu sağ	Punta Kaynağı	1
15	Arka korkuluk (Komple)	Kaynak	1
16	Elek (Komple)	Kaynak	2

Şekil 3.30. MIG/MAG kaynak makinesi

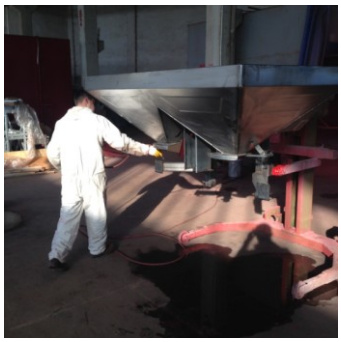
Gübre serpme makinesi üretiminde lazer kesim makinelerinde kesilen parçalar pres makinelerinde büküm işlemi yapılarak son şekillerine getirilirler. Bu aşamadan sonra seri iş montaj kalıpları kullanılarak parçalar kaynak işlemine hazır hale getirilir. Kaynak işlemi puntalama işlemleriyle başlar (Şekil 3.31). Puntalama işlemlerinden sonra herhangi bir problem yaşanmamış ise punta ile birleştirilmiş parçalara dikiş çekmek suretiyle son kaynak işlemleri yapılır (Şekil 3.32). Kalıba monteli olan makine parçaların ulaşılamayan bölgelerine, kalıptan ayırarak kaynak işlemleri yapılır (Şekil 3.33).

Şekil 3.31. Seri iş montaj kalıbı kullanılarak, punta kaynağının yapılması

Şekil 3.32. Seri iş montaj kalıbına alınan kısımların bitirme kaynaklarının yapılması

Şekil 3.33. Montaj kalıbında kaynaklanamayan bölgelerin kaynak işlemlerinin yapılması

Kaynak operasyonundan çıkan kısımlar avuç içi taşlama makinesi ile taşlanarak temizlenirler. Tüm taşlama işlemleri yapıldıktan sonra, makine parçaları boya standına bağlanır. Boya işlemine hazırlık olarak yıkama tineriyle yıkanarak toz, yağ, pas ve kirlerinden arındırılır (Şekil 3.34).

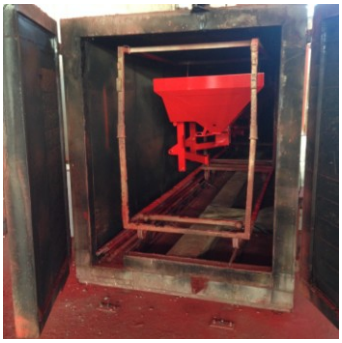


Şekil 3.34. Yıkama tineri ile temizleme işlemi

Temizleme işleminden sonra parçalar kurumaya bırakılır. Kurumuş parçalar boyanmak üzere boyahaneye alınırlar ve burada uygun kalıplar ile askıya alınırlar. Sırasıyla astar ve boya işlemine tabi tutulurlar (Şekil 3.35).

Şekil 3.35. Astarlama işleminin yapılışı

Boya işlemi sonunda, boya fırınına alınarak burada kurutulan parçalar ve hazır olarak alınan parçalar montaj işlemleri için montaj kısmına götürülüp, burada birleştirme işlemleri yapılarak makine üretimi tamamlanır. Boya fırınına yerleştirilmiş makine parçası Şekil 3.36'da gösterilmiştir.



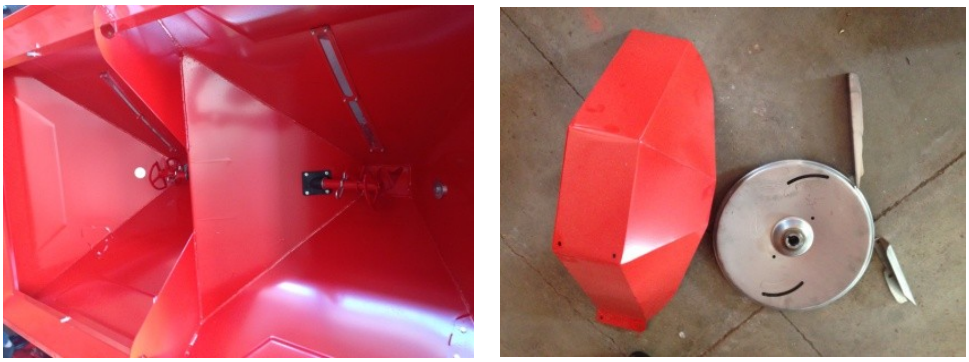
Şekil 3.36. Boya kurutma fırınına yerleştirilen parça

3.1.7. Montaj işlemleri

Fabrikada üretimi tamamlanmış parçalar ile dışarıdan hazır olarak alınmış parçalar montaj kısmında hazır olarak bulundurulmaktadır. Buradaki parçalar kullanılarak sırasıyla montaj işlemleri gerçekleştirilmektedir. Şaseli sandık, karıştırıcı muhafazası, şanzıman sacı ve muhafazası, yan ve orta şanzıman, karıştırıcı, ara şaftların ve karıştırıcı millerinin montaj aşamaları Şekil 3.37'de gösterilmektedir.

Şekil 3.37. Şaseli sandık, şanzıman ve arka tekerlek montajı

Karıştırıcı millerinin montaj yapılmasından sonra uç kısımları da takılır. Bu işlemlerden sonra gübre dağıtıcı sistemin parçaları montaj yapılır (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Karıştırıcı çarklar ve gübre dağıtıcı sistemin montaj işlemleri

Gübre serpme makinesinin ana kısımları birleştirildikten sonra hidrolik piston ve bağlantı sistemlerinin montaj işlemleri yapılmaktadır. Burada sistemin birleştirilmesinde kullanılan bağlantı elemanlarının diş kısımlarına, hidrolik yağın sızarak kaçak yapmaması için teflon bant sarılmaktadır (Şekil 3.39).

Şekil 3.39. Hidrolik sistemin montaj işlemleri

Hidrolik sistemin montaj işlemleri sonrasında stop lamba tesisatı, elek, branda ve ilavelerin montaj işlemlerine geçilmektedir (Şekil 3.40). Tüm işlemler tamamlandıktan sonra test cihazına bağlanan gübre serpme makinesi test edilir. Test işleminden başarı ile geçen makineler, satışa hazır halde fabrikadaki yerlerine konulurlar (Şekil 3.41).

Şekil 3.40. Stop lambaları, elek, branda ve ilave kısımlarının montaj işlemleri

Şekil 3.41. Montaj işlemleri tamamlanmış gübre serpme makineleri

3.1.8. Kronometre

Kronometre, veya süreölçer, çeşitli amaçlar doğrultusunda, aktif edildiği andan, devre dışı bırakıldığı ana kadar geçen süreyi ölçmeye yarayan sayaçtır. Kronometrelere birçok yerde görmek mümkündür; örneğin, spor müsabakalarını yöneten hakemler kronometrelere sahiptir, dalgıçlar da genellikle dalış sırasında, mekanik kronometreleri kullanırlar.

Mekanik kronometrelerde, genellikle iki buton bulunmaktadır. Üstte bulunan buton, kronometreyi başlatmak ve durdurmak için kullanılır. Diğer buton ise, kronometreyi sıfırlamak için kullanılır.

21. yüzyılda kronometrelere ulaşmak kolay olmuştur. Birçok saatin kronometre özelliği bulunmaktadır. Ayrıca, hem Android, hem de IOS işletim sistemine sahip telefonlar kronometre uygulamalarını bulundurmaktadır (Anonim 2019r).

3.1.9. Ampermetre

Bir hava hattının ya da motor devresinin akımını ölçmek için devrenin hattını kesmeden kullanılan ölçü aletine ampermetre denir. Pens ampermetre, dijital ampermetre ve analog ampermetre olarak imal edilir. Pens ampermetreler, akım ölçme işlemini daha kolay duruma getirmek için ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içerisinde birleştirilmesi ile meydana getirilmiş ölçü aletleridir. Pens ampermetrelerden bazıları primeri tek sipir olan trafo prensibine göre çalışırlar. Transformatörün demir nüvesini meydana getiren kısım hareketlidir ve açılır kapanır. Ölçme yapılacağı zaman aletteki basit kaldıraç düzeneği ile pensli ağız açılarak akım taşıyan iletken içeriye alınıp pens kapatılır.

Ölçüm cihazı olan pens ampermetrelerin çoğu alternatif akım ölçer. Ancak doğru akım ölçebilen pens ampermetreler de bulunur. Ayrıca tüketilen güç tespitini de yapan, bir fazlı veya 3 fazlı şebekelerdeki tüketilen güç değerlerini ve hatta bu hatlardaki kullanılan enerji miktarlarını da ölçebilen çok amaçlı pens ampermetreler mevcuttur.

Bir ampermetre akım ölçmek için seri bağlanırken, bir pens ampermetre devreye müdahale etmeden manyetik alan etkisi ile prob kullanmadan ölçüm yapar.

Pens ampermetrelere iki ayrı giriş kablosu ile harici bağlantı yaparak istenildiği zaman güvenli bir şekilde gerilim de ölçülebilir. Ölçülen gerilim değeri, akıma ait taksimattan okunabildiği gibi ayrı taksimatlı olanlar da vardır. Pens ampermetreler ile akım dışında direnç ölçümü, süreklilik testi gibi ölçümlerde yine bu cihazlar yardımıyla yapılabilir (Anonim 2019s).

3.2. Yöntem

3.2.1. İşlem süresi ölçümü

Gübre serpme makinesi üretimi için yapılan makine parçalarının imalat aşamaları incelenmiştir. Üretimde kullanılan makineler ve bu makinelerde imal edilen parçalar tespit edilmiş ve yapım süreleri kronometre ile ölçülmüştür. Parçalar ve imalat aşamasındaki süreleri çizelgeler halinde gösterilmiştir.

3.2.2. İşlenme zamanlarına göre harcanan elektriksel gücün hesaplanması

İmalatı yapılan gübre serpme makinesinin parçaları, fabrikada kullanılan makinelerde işlem görürken geçen sürelere göre harcanan güç, alternatif akım üzerinden değerlendirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Makinelerde elektrik 380 volt ve 3 faz olarak kullanılmaktadır.

Alternatif akımda güç ve hesaplamalar

Alternatif akımda güç aktif, reaktif ve görünür olmak üzere üçe ayrılır. Aktif güç işe yarayan güç olarak tanımlanır. Elektrikli cihazlarda en çok tüketilen güçtür. P harfi ile gösterilir. Birimi ise watt ’tır. Tek fazlı sistemlerde aşağıdaki formül ile bulunur.

$$P = U.I.\cos\varphi \qquad \textbf{(3.1)}$$

Üç fazlı sistemlerde de aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi \quad \textbf{(3.2)}$$

P : Aktif güç
$\sqrt{3}$: Üç faz
U : Voltaj
I : Akım
$\cos\varphi$: Güç faktörü

Reaktif güç işe yaramayan güç olarak ta tanımlanır. Ancak yaptığı iş önemlidir. Bobinli tüm cihazlar çalışabilmek için gerekli olan manyetik alanı şebekeden reaktif akım çekip tekrar göndererek oluştururlar. Q harfi ile gösterilir. Birimi var ‘dır.Görünür güç ise aktif güç ile reaktif gücün birleşiminden oluşur. Bobinli cihazların üzerlerine gücü genellikle görünür güç olarak yani voltamper cinsinden yazarlar. Ancak sistemin çektiği güçten akıma kadar her şey görünür güç ile değil, aktif güç değerleri ile hesaplanır. Formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$P = S.\cos\varphi \quad \textbf{(3.3)}$$

Burada güç faktörü değeri yaklaşık olarak 0,8 olarak alınacaktır. Uygulamada bu değer cihaz etiketlerinden alınmalıdır. Etiketlerde bulunmuyorsa uygun cihazlar ile ölçülmelidir (Anonim 2019ş).

Gübre serpme makinesi üretiminde imalatı yapılan parçalar, kronometre ile işlem süreleri ve ampermetre ile işlem anında şebekeden çekilen ortalama akım değerleri bulunup, güç formülü ile hesaplamaları yapılmıştır.

Güç formülünden bulunan değerin birimi watt ’tır. Bu değeri 1000 ‘e bölerek kW değeri bulunmuştur. Bu değer makinenin bir saatte harcadığı enerjidir. İş parçalarının işleme süreleri, saniye cinsinden doğru orantı kurularak her iş parçası ve adetleri için hesap yapılıp harcanan enerji miktarları kWh cinsinden bulunmuştur. Bu değerler kullanılan her makine için çizelgelerde gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

İrtem Tarım Makinaları San. ve Tic. Ltd. Şti. fabrikasında kullanılan makinelerin maksimum güçleri; lazer kesim makinesinde 57kW, CNC freze makinesinde 32kW, sütunlu matkap makinesinde 2,2kW, şerit testere makinesinde 3kW, CNC torna makinesinde 30kW, üniversal torna makinesinde 13kW, abkant pres makinesinde 18,5kW, giyotin makas makinesinde 22kW ve kaynak makinesinde 13kWatttır.

İşlem gören makine parçaları, tasarım özelliklerine göre farklı sürelerde üretilmektedir. Bu süreler işlem zamanlarında kronometre tutularak tespit edilmiştir. Bu süreler tespit edilirken takım değiştirme ve hazırlık zamanları göz önüne alınmamıştır.

İşlem süreleri tespit edilmiş makine parçalarının, amper cinsinden makinenin tükettiği akım değerleri ampermetre yardımı ile bulunmuştur. Bir iş parçası imal edilirken aynı makinede çeşitli işlemlerden geçirilmektedir. İş parçasında istenen yüzey kalitesi ve işlem süresine bağlı olarak verilen talaş derinlikleri, soğutma sıvısının varlığı, kesici takımın geometrisi ve işi yapan kişinin bilgi ve becerisine göre makineden çekilen akım değerleri değişiklik göstermektedir. Her parça için bu değerler göz önünde bulundurularak çıkan amper miktarları, tüm işlemler aynı beş parçada tekrarlanarak çıkan değerlerin ortalamaları alınıp, tek bir değer güç formülünde kullanılarak, her bir parça için harcanan enerji miktarları bulunmuştur.

Üniversal ve CNC torna makinelerinde imalatı yapılan makine parçalarının listesi ve yapım aşamasında geçen süreler Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Burada işleme zamanı en yüksek olan makine parçası 500 saniye ile karıştırıcı çıkış mili olmuştur. Bunu 400 saniye ile karıştırıcı giriş mili izlemiştir. Torna makinelerinde işleme zamanı en düşük makine parçası 40 saniye ile ön teker yatak pimi olmuştur.

Çizelge 4.1. Torna makinelerinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Ön teker yatak pimi	Üniversal	Ø20	2	40
2	Karıştırıcı ana mili	Üniversal	AA19 (Altı köşe)	1	85
3	Tohum ana mili stoplama burcu	CNC	Ø35x22,5	2	45
4	Karıştırıcı giriş mili	CNC	Ø30	1	400
5	Karıştırıcı çıkış mili	CNC	Ø40	1	500
6	Karıştırıcı ara burç	CNC	Ø50x Ø38	1	75
7	Karıştırıcı burcu	CNC	¾ inç	2	65
8	Gübre akış sacı burcu	CNC	Ø30x20,2	1	85
9	Gübre akış ayar kolu	Üniversal	Ø10	2	75
10	Gübre akış ayar kolu topuzu	CNC	Ø10	2	45
11	Akış ara burcu	CNC	Ø22	2	58
12	Elek sabitleme pimi	Üniversal	Ø10	4	63
13	Alt çeki pimi	CNC	Ø35	2	128

CNC freze makinesinde imalatı yapılan makine parçalarının listesi ve yapım aşamasında geçen süreler Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Burada iki parça işlem görmektedir ve bu parçalardan en yüksek işleme zamanı alt çeki pimi için 35 saniye olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Freze makinesinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Alt çeki pimi	CNC Freze	Ø35	2	35
2	Üst çeki pimi	CNC Freze	Ø25	1	30

Matkap makinesi kullanılarak imalatı yapılan makine parçalarının listesi ve imalat aşamasında geçen süreler Çizelge 4 3'de gösterilmiştir. Burada 40 saniye ile en uzun süreli işleme zamanı gübre saçıcı disklerin sağ ve sol kısımlarında olmuştur. En düşük 15 saniye işlem süresi ile üç adet parça üretildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4 3. Matkap makinelerinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Tohum ana mili stoplama burcu	Matkap	Ø35x22,5	2	18
2	Karıştırıcı burcu	Matkap	¾ inç	2	15
3	Gübre saçıcı diski sol	Matkap	2x1250x2500	1	40
4	Disk kanat özel somunu	Matkap	Ø18	2	33
5	Gübre saçıcı diski sağ	Matkap	2x1250x2500	1	40
6	Akış ayar civatası	Matkap	Ø25	2	27
7	Elek sabitleme pimi	Matkap	Ø10	4	15
8	Alt çeki pimi	Matkap	Ø35	2	15

Şerit testere makinesi kullanılarak kesme işlemi yapılan makine parçalarının listesi ve kesme esnasında geçen süreler Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Burada en uzun süre olarak 65 saniye de ana şase profil parçaları kesilmiştir. Bunu 38 saniye ile alt çeki pimi parçası takip etmiştir. En düşük kesilme zamanı da 10 saniye ile elek sabitleme piminde olmuştur.

Çizelge 4.4. Şerit testere makinelerinde üretilen makine parçalarının işlem süreleri

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Ön teker yatak pimi	Uzay 350 SF	Ø20	2	20
2	Ana şase üst profil	Uzay 350 SF	80x80x4	1	65
3	Ana şase dik profil	Uzay 350 SF	80x80x4	2	65
4	Ana şase alt açılı profil	Uzay 350 SF	80x80x4	2	65
5	Alt çeki mesafe borusu	Uzay 350 SF	25,4	2	23
6	Karıştırıcı mili	Uzay 350 SF	Ø20	2	20
7	Üst çeki pimi	Uzay 350 SF	Ø25	1	27
8	Gübre akış sacı burcu	Uzay 350 SF	Ø30x20,2	1	21
9	Gübre akış ayar kolu	Uzay 350 SF	Ø10	2	11
10	Tepsi balans demiri	Uzay 350 SF	Ø12	1	12
11	Arka korkuluk borusu	Uzay 350 SF	1inç	1	21
12	Elek sabitleme pimi	Uzay 350 SF	Ø10	4	10
13	Alt çeki pimi	Uzay 350 SF	Ø35	2	38
14	Elek laması kısa	Uzay 350 SF	20x5	4	23
15	Elek laması uzun	Uzay 350 SF	20x5	4	23

Pres makinelerinde işlem gören parçaların listesi ve işlem süreleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Burada 18 saniye ile bükülme zamanı en uzun olarak tespit edilen makine parçası disk muhafazası olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Pres makinelerinde işlem gören parçalar ve işleme süreleri

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Üst çeki kulağı sacı sağ-sol	MVD İnan	5x1500x3000	1	7
2	Sandık yan sacı	MVD İnan	2	2	14
3	Sandık şase destek sacı sağ-sol	MVD İnan	3	1	5
4	Sandık ön sacı	MVD İnan	2	1	14
5	Sandık ara sacı	MVD İnan	2	1	6
6	Sandık ara sacı ort.	MVD İnan	3	1	6
7	Karıştırıcı şasesi ana sacı	MVD İnan	4	1	12
8	Çardak sandık desteği	MVD İnan	6x1500x3000	1	10
9	Mafsal muhafazası	MVD İnan	1,2	2	8
10	Karıştırıcı şasesi kapağı	MVD İnan	2	1	7
11	Gübre akış sacı sol	MVD İnan	4	1	7
12	Gübre akış sacı sağ	MVD İnan	4	1	7
13	Gübre akış ayar sacı	MVD İnan	4	1	7
14	Kısa kanat sol	MVD İnan	2x1250x2500	1	4
15	Gübre saçıcı diski sol	MVD İnan	2x1250x2500	1	4
16	Kısa kanat sağ	MVD İnan	2x1250x2500	1	4
17	Gübre saçıcı diski sağ	MVD İnan	2x1250x2500	1	4
18	Disk muhafazası sol	MVD İnan	1,5	1	18
19	Disk muhafazası sağ	MVD İnan	1,5	1	18
20	Gübre elek tutamağı	MVD İnan	Ø6	4	6
21	Elek yan sacı	MVD İnan	2	8	4
22	Arka şanzıman şase sacı	MVD İnan	5x1500x3000	1	7

Giyotin makas makinesinde işlem gören parçalar Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Burada en uzun işlem süresi 9 saniye ile piston bağlantı kulağı üretimi olmuştur. Bunu 5 mm. sac malzemeden 8 saniyede yapılan üst çeki kulağı ara sacı takip etmiştir. En düşük işlem süresi sandık delik pulu üretiminde olmuştur.

Çizelge 4.6. Giyotin makas makinesinde işlem gören parçalar

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Üst çeki kulağı ara sacı üst	Giyotin Makas	5x1500x3000	1	8
2	Üst çeki kulağı ara sacı alt	Giyotin Makas	5x1500x3000	1	8
3	Profil kapak sacı	Giyotin Makas	3	4	6
4	Gübre akış alın sacı	Giyotin Makas	4	2	7
5	Alt çeki destek sacı üst	Giyotin Makas	5x1500x3000	2	8
6	Alt çeki destek sacı alt	Giyotin Makas	5x1500x3000	2	8
7	Alt çeki pimi pulu	Giyotin Makas	6x1500x3000	1	4
8	Sandık delik pulu iç	Giyotin Makas	1,5	2	1
9	Sandık delik pulu dış	Giyotin Makas	5x1500x3000	4	3
10	Gübre saçıcı disk tespit pulu	Giyotin Makas	5x1500x3000	2	3
11	Piston bağlantı kulağı	Giyotin Makas	25x5	1	9
12	Gübre akış ayar kolu pulu	Giyotin Makas	5x1500x3000	1	3
13	Akış kolu civatası pulu	Giyotin Makas	6x1500x3000	2	4
14	Elek sacı	Giyotin Makas	1,6x1000xRulo	2	7

Lazer kesim makinelerinde işlem gören parçaların listesi ve işlem süreleri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Bu makinelerde farklı türden 38 adet parça kesilmektedir. Tüm parça adetleri ile birlikte 55 adet parça kesimi yapılmaktadır. Bu parçalardan en uzun kesim süresine sahip olan parça 480 saniye ile sandık yan ve ön sacı olmuştur. En düşük kesme süresi ise 25 saniye ile kısa kanat sağ ve sol parçalarında olmuştur.

Çizelge 4.7. Lazer kesim makinelerinde kesim işlemi yapılan parçalar

No	Parça Adı	Kullanılan Makine	Kullanılan Malzeme Ölçüleri (mm)	Adet	İşlem Süresi (Saniye)
1	Üst çeki kulağı sacı sağ	Bystronic	5x1500x3000	1	150
2	Üst çeki kulağı sacı sol	Bystronic	5x1500x3000	1	150
3	Sandık yan sacı	Bystronic	2	2	480
4	Sandık şase destek sacı sol	Bystronic	3	1	120
5	Sandık şase destek sacı sağ	Bystronic	3	1	120
6	Sandık ön sacı	Bystronic	2	1	480
7	Sandık iç destek sacı	Bystronic	4	2	360
8	Sandık ara sacı	Bystronic	2	1	300
9	Sandık ara sacı ort.	Bystronic	3	1	330
10	Profil şase bağlantı sacı	Bystronic	5x1500x3000	2	110
11	Karıştırıcı şasesi ana sacı	Bystronic	4	1	310
12	Gübre akış sacı	Bystronic	5x1500x3000	2	115
13	Disk muhafaza bağlantı sacı	Bystronic	6x1500x3000	2	180
14	Ana şase alt profil bağlantı sacı	Bystronic	6x1500x3000	2	170
15	Alt çeki kulağı	Bystronic	6x1500x3000	4	210
16	Korkuluk tutucu sac sol	Bystronic	3	1	60
17	Korkuluk tutucu sac sağ	Bystronic	3	1	60
18	Stop lamba bağlama sacı sol	Bystronic	3	1	60
19	Stop lamba bağlama sacı sağ	Bystronic	3	1	50
20	Mafsal muhafazası	Bystronic	1,2	2	40
21	Gübre akış sacı sol	Bystronic	4	1	90
22	Gübre akış ayar sacı sol	Bystronic	4	1	90
23	Akış ayar ay sacı	Bystronic	4	1	90
24	Gübre akış ayar sacı	Bystronic	4	1	95
25	Gösterge sacı	Bystronic	2	1	35
26	Uzun kanat sol	Bystronic	2x1250x2500	1	45
27	Kısa kanat sol	Bystronic	2x1250x2500	1	25
28	Gübre saçıcı diski sol	Bystronic	2x1250x2500	1	70
29	Kısa kanat sağ	Bystronic	2x1250x2500	1	25
30	Uzun kanat sağ	Bystronic	2x1250x2500	1	45
31	Gübre saçıcı diski sağ	Bystronic	2x1250x2500	1	70
32	Disk muhafazası sol	Bystronic	1,5	1	100
33	Disk muhafazası sağ	Bystronic	1,5	1	100
34	Arka teker konsol taban sacı	Bystronic	10x1500x3000	1	240
35	Arka teker konsol sacı sağ	Bystronic	8x1500x3000	1	230
36	Arka teker konsol sacı sol	Bystronic	8x1500x3000	1	220
37	Elek yan sacı	Bystronic	2	8	130
38	Arka şanzıman şase sacı	Bystronic	5x1500x3000	1	170

İşlem süreleri tespit edilmiş makine parçalarının işleme zamanları da amper cinsinden harcanan enerji değerleri ampermetre yardımı ile bulunmuştur. Bu değerler güç formülünden hesaplanarak her bir parça için harcanan enerji miktarları bulunmuştur. Çizelge 4.8'de torna makinelerinde işlenen parçaların işlem süreleri, akım ve harcanan güç değerleri gösterilmiştir. Burada en yüksek enerji tüketimi 2,555 kWh ile karıştırıcı çıkış milinde olmuştur. En düşük enerji değeri ise ön teker yatak pimi parçasında olmuştur.

Freze makinelerinde işlem gören parçaların süreleri ve enerji değerleri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Burada en yüksek enerji değeri 0,426 kWh ile alt çeki pimi üretiminde olmuştur.

Çizelge 4.8. Torna makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç

No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Ön teker yatak pimi	2	40	10	5,2	0,114
2	Karıştırıcı ana mili	1	85	15	7,8	0,184
3	Tohum ana mili stop burcu	2	45	30	15,7	0,392
4	Karıştırıcı giriş mili	1	400	35	18,4	2,044
5	Karıştırıcı çıkış mili	1	500	35	18,4	2,555
6	Karıştırıcı ara burç	1	75	40	21	0,233
7	Karıştırıcı burcu	2	65	30	15,7	0,566
8	Gübre akış sacı burcu	1	85	30	15,7	0,370
9	Gübre akış ayar kolu	2	75	10	5,2	0,216
10	Gübre akış ayar kolu topuzu	2	45	25	13	0,324
11	Akış ara burcu	2	58	32	16,8	0,540
12	Elek sabitleme pimi	4	63	12	6,3	0,440
13	Alt çeki pimi	2	128	37	19,4	1,378
Torna makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**9,356**

Çizelge 4.9. Freze makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç

No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Alt çeki pimi	2	35	40	22	0,426
2	Üst çeki pimi	1	30	35	19,3	0,160
Freze makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**0,586**

Matkap makinesi kullanılarak imalatı yapılan makine parçalarının işleme süreleri ve enerji değerleri Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Bu makinelerde 8 farklı türde makine parçası işlenmektedir. Bu parçalardan en yüksek enerji tüketimi oluşturanı 0,046 kWh ile disk kanat özel somunu olmuştur. Bunu 0,038 kWh enerji tüketimi ile akış ayar civatası izlemiştir. En düşük enerji tüketim değeri sağ gübre saçıcı disk parçasında olmuştur.

Çizelge 4.10. Matkap makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç

No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Tohum ana mili stop burcu	2	18	4	2,1	0,020
2	Karıştırıcı burcu	2	15	3	1,5	0,012
3	Gübre saçıcı diski sol	1	40	3	1,5	0,016
4	Disk kanat özel somunu	2	33	5	2,6	0,046
5	Gübre saçıcı diski sağ	1	40	2	1	0,011
6	Akış ayar civatası	2	27	5	2,6	0,038
7	Elek sabitleme pimi	4	15	3	1,5	0,024
8	Alt çeki pimi	2	15	3	1,5	0,012
Matkap makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**0,179**

Şerit testere makinesi kullanılarak imalatı yapılan makine parçalarının işleme süreleri ve enerji değerleri Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Burada 0,186 kwh enerji tüketimi ile ana şase dik ve alt açılı profili parçalarının işlenmesi olmuştur. En düşük enerji tüketimi ise 0,010 ile tepsi balans demirinin kesilme işlemi olmuştur.

Çizelge 4.11. Testere makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç

No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Ön teker yatak pimi	2	20	8	4,2	0,046
2	Ana şase üst profil	1	65	10	5,2	0,093
3	Ana şase dik profil	2	65	10	5,2	0,186
4	Ana şase alt açılı profil	2	65	10	5,2	0,186
5	Alt çeki mesafe borusu	2	23	8	4,2	0,052
6	Karıştırıcı mili	2	20	6	3,1	0,034
7	Üst çeki pimi	1	27	8	4,2	0,031
8	Gübre akış sacı burcu	1	21	9	4,7	0,027
9	Gübre akış ayar kolu	2	11	5	2,6	0,014
10	Tepsi balans demiri	1	12	6	3,1	0,010
11	Arka korkuluk borusu	1	21	8	4,2	0,024
12	Elek sabitleme pimi	4	10	5	2,6	0,028
13	Alt çeki pimi	2	38	8	4,2	0,088
14	Elek laması kısa	4	23	7	3,6	0,092
15	Elek laması uzun	4	23	7	3,6	0,092
Testere makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**1,003**

Pres makinelerinde işlem gören parçaların işlem süreleri ve enerji değerleri Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Burada en yüksek enerji tüketimi 0,244 kWh ile gübre elek tutamağı parçasında olmuştur. En düşük 0,017 ile 4 adet farklı parçanın üretiminde olmuştur.

Çizelge 4.12. Pres makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç

No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem Süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Üst çeki kulağı sacı sağ	1	7	60	31,5	0,061
2	Üst çeki kulağı sacı sol	1	7	60	31,5	0,061
3	Sandık yan sacı	2	14	20	10,5	0,080
4	Sandık şase destek sacı sol	1	5	40	21	0,029
5	Sandık şase destek sacı sağ	1	5	40	21	0,029
6	Sandık ön sacı	1	14	30	15,7	0,061
7	Sandık ara sacı	1	6	30	15,7	0,026
8	Sandık ara sacı ort.	1	6	40	21	0,035
9	Karıştırıcı şasesi ana sacı	1	12	50	26,2	0,087
10	Çardak sandık desteği	1	10	70	36,8	0,102
11	Mafsal muhafazası	2	8	20	10,5	0,046
12	Karıştırıcı şasesi kapağı	1	7	30	15,7	0,030
13	Gübre akış sacı sol	1	7	50	26,2	0,050
14	Gübre akış sacı sağ	1	7	50	26,2	0,050
15	Gübre akış ayar sacı	1	7	50	26,2	0,050
16	Kısa kanat sol	1	4	30	15,7	0,017
17	Gübre saçıcı diski sol	1	4	30	15,7	0,017
18	Kısa kanat sağ	1	4	30	15,7	0,017
19	Gübre saçıcı diski sağ	1	4	30	15,7	0,017
20	Disk muhafazası sol	1	18	25	13,1	0,065
21	Disk muhafazası sağ	1	18	25	13,1	0,065
22	Gübre elek tutamağı	4	6	70	36,8	0,244
23	Elek yan sacı	8	4	30	15,7	0,136
24	Arka şanzıman şase sacı	1	7	60	31,5	0,061
Pres makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**1,436**

Giyotin makas makinesinde işlem gören parçaların işleme süreleri ve enerji değerleri de Çizelge 4.13'te gösterilmiştir. En yüksek enerji harcanan parça 0,068 kWh ile alt ve üst alt çeki destek sacı parçasında olmuştur. En düşük enerji tüketimi de 0,013 kWh ile gübre akış ayar kolu pulu parçasında olmuştur.

Çizelge 4.13. Giyotin makasta işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve harcanan güç

No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem Süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Üst çeki kulağı ara sacı üst	1	8	30	15,7	0,034
2	Üst çeki kulağı ara sacı alt	1	8	30	15,7	0,034
3	Profil kapak sacı	4	6	15	7,8	0,052
4	Gübre akış alın sacı	2	7	20	10,5	0,040
5	Alt çeki destek sacı üst	2	8	30	15,7	0,068
6	Alt çeki destek sacı alt	2	8	30	15,7	0,068
7	Alt çeki pimi pulu	1	4	40	21	0,023
8	Sandık delik pulu iç	2	1	8	4,2	0,002
9	Sandık delik pulu dış	4	3	30	15,7	0,052
10	Gübre saçıcı disk tespit pulu	2	3	30	15,7	0,026
11	Piston bağlantı kulağı	1	9	30	15,7	0,039
12	Gübre akış ayar kolu pulu	1	3	30	15,7	0,013
13	Akış kolu civatası pulu	2	4	40	21	0,046
14	Elek sacı	2	7	8	4,2	0,016
Giyotin makas makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**0,513**

Lazer kesim makinesi kullanılarak imalatı yapılan makine parçalarının işleme süreleri ve enerji değerleri Çizelge 4.14'de gösterilmiştir. Burada alt çeki kulağı parçasının kesilebilmesi için en yüksek değer olan 3,872 kWh enerji tüketimi gerekmektedir. Bunu 2,200 kWh ile sandık iç destek sacının kesilme işlemi izlemektedir. En düşük enerji tüketim değeri ise 0,038 kWh ile kısa kanat sağ ve sol parçalarının kesilme işlemi olmuştur.

Çizelge 4.14. Lazer kesim makinelerinde işlenen parçalar, işlem süreleri, akım ve güç

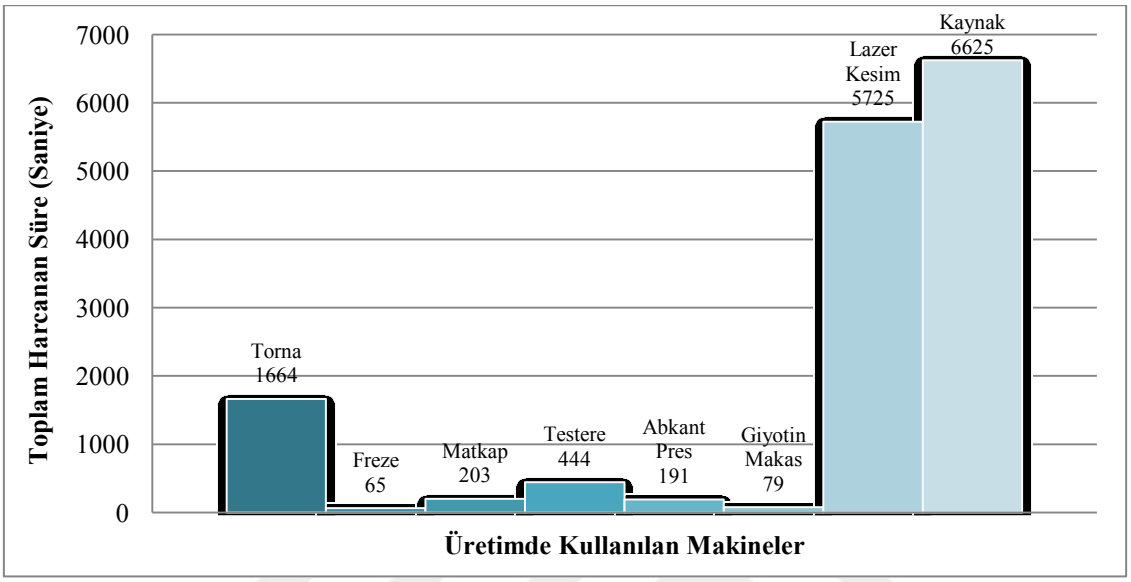
No	Parça Adı	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Ortalama Akım Değeri (Amper)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem Süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Üst çeki kulağı sacı sağ	1	150	25	13,8	0,575
2	Üst çeki kulağı sacı sol	1	150	25	13,8	0,575
3	Sandık yan sacı	2	480	10	5,5	1,466
4	Sandık şase destek sacı sol	1	120	15	8,3	0,276
5	Sandık şase destek sacı sağ	1	120	15	8,3	0,276
6	Sandık ön sacı	1	480	10	5,5	0,733
7	Sandık iç destek sacı	2	360	20	11	2,200
8	Sandık ara sacı	1	300	10	5,5	0,458
9	Sandık ara sacı ort.	1	330	15	8,3	0,760
10	Profil şase bağlantı sacı	2	110	25	13,8	0,842
11	Karıştırıcı şasesi ana sacı	1	310	20	11	0,947
12	Gübre akış sacı	2	115	25	13,8	0,880
13	Disk muhafaza bağlantı sacı	2	180	30	16,6	1,660
14	Ana şase alt profil bağlantı sacı	2	170	30	16,6	1,566
15	Alt çeki kulağı	4	210	30	16,6	3,872
16	Korkuluk tutucu sac sol	1	60	15	8,3	0,138
17	Korkuluk tutucu sac sağ	1	60	15	8,3	0,138
18	Stop lamba bağlama sacı sol	1	60	15	8,3	0,138
19	Stop lamba bağlama sacı sağ	1	50	15	8,3	0,115
20	Mafsal muhafazası	2	40	6	3,3	0,072
21	Gübre akış sacı sol	1	90	20	11	0,275
22	Gübre akış ayar sacı sol	1	90	20	11	0,275
23	Akış ayar ay sacı	1	90	20	11	0,275
24	Gübre akış ayar sacı	1	95	20	11	0,290
25	Gösterge sacı	1	35	10	5,5	0,053
26	Uzun kanat sol	1	45	10	5,5	0,068
27	Kısa kanat sol	1	25	10	5,5	0,038
28	Gübre saçıcı diski sol	1	70	10	5,5	0,106
29	Kısa kanat sağ	1	25	10	5,5	0,038
30	Uzun kanat sağ	1	45	10	5,5	0,068
31	Gübre saçıcı diski sağ	1	70	10	5,5	0,106
32	Disk muhafazası sol	1	100	8	4,4	0,122
33	Disk muhafazası sağ	1	100	8	4,4	0,122
34	Arka teker konsol taban sacı	1	240	38	21	1,400
35	Arka teker konsol sacı sağ	1	230	33	18,2	1,162
36	Arka teker konsol sacı sol	1	220	33	18,2	1,112
37	Elek yan sacı	8	130	10	5,5	1,584
38	Arka şanzıman şase sacı	1	170	25	13,8	0,651
Lazer kesim makinesinde işlenen parçalar için harcanan enerji toplamı						**25,432**

Kaynak makinesi kullanılarak birleştirme işlemi yapılan makine parçalarının işleme süreleri ve enerji değerleri Çizelge 4.15'de gösterilmiştir. Burada en yüksek enerji tüketimi 12,638 kWh ile komple şaseli sandık imalatında gerçekleşmiştir. En düşük tüketim ise 0,101 kWh ile sağ ve sol gübre saçıcı disk parçalarının birleştirilmesinde olmuştur.

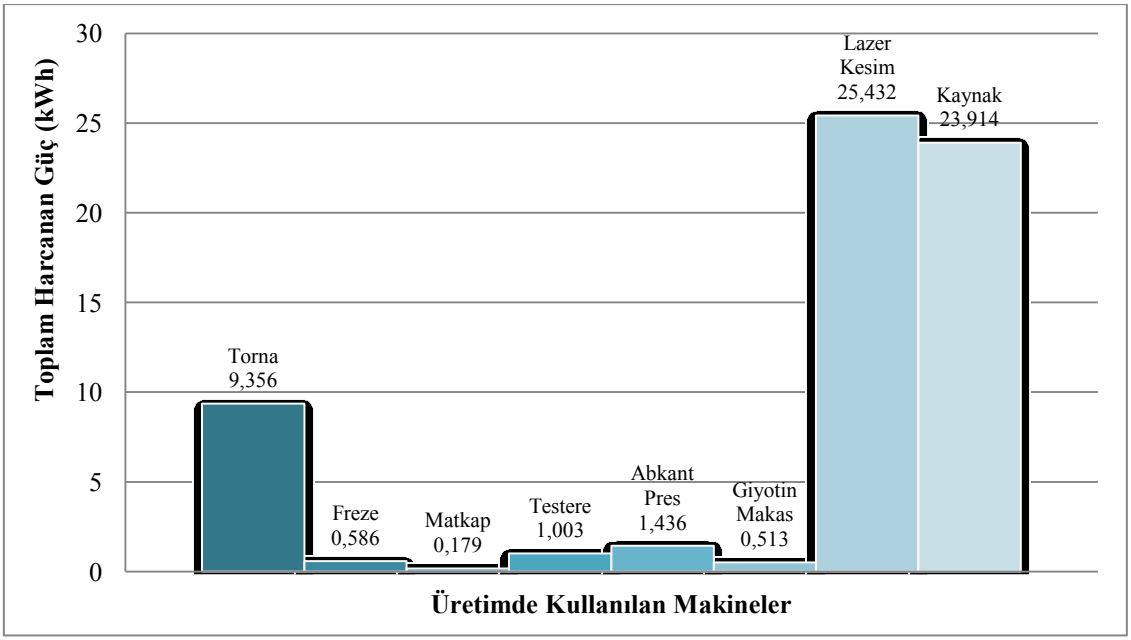
Çizelge 4.15. Kaynak ile birleştirilmiş parçalar, işlem süresi ve harcanan enerji miktarları

No	Parça Adı	Operasyon	Adet	İşlem Süresi (Saniye)	Harcanan Enerji (kWh)	İşlem Süresince Harcanan Enerji (kWh)
1	Şaseli sandık (Komple)	Kaynak	1	3500	13	12,638
2	Korkuluk boru tutucusu sol	Punta Kaynağı	1	65	13	0,234
3	Korkuluk boru tutucusu sağ	Punta Kaynağı	1	65	13	0,234
4	Karıştırıcı mili (Komple)	Punta Kaynağı	2	60	13	0,216
5	Üst çeki pimi (Komple)	Punta Kaynağı	1	25	13	0,090
6	Karıştırıcı (Komple)	Kaynak	2	468	13	1,690
7	Gübre akış kolu sol	Kaynak	1	87	13	0,314
8	Gübre akış kolu sağ	Kaynak	1	87	13	0,314
9	Gübre akış ayar kolu sağ	Kaynak	1	123	13	0,444
10	Gübre akış ayar kolu sol	Kaynak	1	123	13	0,444
11	Gübre saçıcı disk sol (Komple)	Punta Kaynağı	1	28	13	0,101
12	Gübre saçıcı disk sağ (Komple)	Punta Kaynağı	1	28	13	0,101
13	Arka teker konsolu sol	Punta Kaynağı	1	36	13	0,130
14	Arka teker konsolu sağ	Punta Kaynağı	1	36	13	0,130
15	Arka korkuluk (Komple)	Kaynak	1	134	13	0,483
16	Elek (Komple)	Kaynak	2	1760	13	6,355
Kaynak makinesi kullanılarak birleştirilen parçalar için harcanan enerji toplamı						23,914

Gübre serpme makinesi üretiminde imalatı yapılan makine parçalarının, imalatta kullanılan makinelere göre toplam işlem süreleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Her bir iş parçası için işlem süreleri dikkate alınarak güç hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalara göre kullanılan makinelerde harcanan toplam güç değerleri de Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İmalatı yapılan makine parçalarının, imalatta kullanılan makinelere göre toplam işlem süreleri



Şekil 4.2. Kullanılan makinelerde harcanan toplam güç değerleri

5. SONUÇ

Bu araştırmada Tekirdağ ilinin Hayrabolu ilçesinde bulunan, İrtem Tarım Makinaları San. ve Tic. Ltd. Şti. işletmesinde üretilen çift diskli asılır tip gübre serpme makinesinin üretim aşamaları; talaşlı ve talaşsız üretim, modern üretim yöntemleri, kaynak yöntemleri ve bu yöntemlerin uygulanmasında kullanılan torna, CNC freze, sütunlu matkap, şerit testere, abkant pres, giyotin makas, lazer kesim ve gaz altı kaynak makineleri ve bu makinelerde işlem gören parçalar detaylı bir şekilde incelenmiş. İşlem aşamalarında harcanan süreler ve makine tarafından harcanan güç değerleri tespit edilmiştir.

Gübre serpme makinesi imalatında; hidrolik kumanda elemanları, traktör tahrik mili, şaft, stop lambaları, tekerlekler, uyarıcı etiketler, branda ve standart montaj elemanlarından civata, pul, somun, kopilya, ve vida gibi parçalar hazır olarak satın alınmaktadır. Makinenin sandık, şase, elek, branda çıtası, korkuluk borusu, döner diskler ve koruyucuları, akış kontrol sistemi kolları, karıştırıcı sistemi ile koruyucu plakası, şanzıman plakası ve koruyucuları fabrikada imal edilmektedir.

Fabrikada bulunan ve gübre serpme makinesi parçalarının imalatında kullanılan makinelerde işlem gören parçalardan, minumum ve maksimum değerdekiler olmak üzere imalatta harcanan süre ve enerji değerleri; torna makineleri için min. 40 sn. süre ve 0,114 kWh. enerji ile max. 500 sn. süre ve 2,555 kWh. enerji, CNC freze makinesinde min. 30 sn. süre ve 0,160 kWh. enerji ile max. 35 sn. ve 0,426 kWh. enerji, sütunlu matkap makinesinde min. 15 sn. ve 0,011 kWh. enerji ile max. 40 sn. süre ve 0,046 kWh. enerji, şerit testere makinesinde min. 10 sn. süre ve 0,010 kWh. enerji ile max. 65 sn. süre ve 0,186 kWh. enerji, abkant pres makinesinde min. 4 sn. süre ve 0,017 kWh. enerji ile max. 18 sn. süre ve 0,244 kWh. enerji, giyotin makas makinesinde min. 1 sn. ve 0,002 kWh. enerji ile max. 9 sn. süre ve 0,068 kWh. enerji, lazer kesim makinesinde min. 25 sn. süre ve 0,038 kWh. enerji ile max. 480 sn. süre ve 3,872 kWh. enerji, kaynak makinesinde ise min. 25 sn. süre ve 0,101 kWh. enerji ile max. 3500 sn. ve 12,638 kWh. enerji harcanmıştır. İmalatı yapılan tüm parçaların toplam işlem süresi 14496 sn. ve harcanan toplam enerji ise 62,421 kWh. olarak bulunmuştur.

6. KAYNAKLAR

Akar G (2007). Trakya Bölgesinde Gübre Kullanımının Ekonomik Analizi. Y.Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Anonim (2019a). Hayrabolu, Tekirdağ ve Ülkemizde bulunan gübre dağıtma makineleri. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr (erişim tarihi: 09.09.2019)

Anonim (2019b). Tohumlu bir bitkinin yapısını oluşturan temel kısımlar. https://www.inploid.com/t/bitkilerin-anatomik-yapisi-nasildir/57203/ (erişim tarihi: 12.03.2019).

Anonim (2019c). Diskli gübre dağıtma makinası. http://www.irtem.com.tr/hidrolik-tip (erişim tarihi: 12.03.2019).

Anonim (2019d). Tek diskli gübre serpme makinesi. http://www.atestarim.com.tr/urun-detay.asp?id=653 (erişim tarihi: 12.03.2019).

Anonim (2019e). Çift diskli çekilir tip gübre serpme makinesi. http://agrohasat.com/tr-TR/urunler/117_2500-Lt-Cekilir-Tip-Gubre-Serpme-Makinesi (erişim tarihi: 12.03.2019).

Anonim (2019f). İrtem tarım makineleri san. ve tic. ltd. şti. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 04.09.1019).

Anonim (2019g). Branda, ilave hazne ve gübre eleği montaj şeması. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019h). Sandık şasesi montaj şeması. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019ı). Arka korkuluk borusu montaj şeması. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019i). Şaseli sandık, şanzıman şase sacı ve muhafaza montaj şemaları. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019j). Orta şanzıman montaj şeması. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019k). Karıştırıcı sistemi ve akış ayar kolu montaj şemaları. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019l). Çift diskli, asılır tip gübre serpme makinesi komple montaj resmi. www.irtem.com.tr (erişim tarihi: 02.10.2011).

Anonim (2019m). Giyotin makas. https://www.bilgesac.com/giyotin-kesim/ (erişim tarihi: 21.03.2019).

Anonim (2019n). Gaz ergitme kaynağı donanımı şeması. https://320volt.com/kaynak-nedir-kaynak-turleri/ (erişim tarihi: 12.04.2019).

Anonim (2019ö). Elektrik ark kaynağının yapılışı ve kullanılan ekipmanlar. https://slideplayer.biz.tr/slide/10274468/release/woothee (erişim tarihi: 16.04.2019).

Anonim (2019p). MIG/MAG kaynak yönteminin şematik görünüşü. http://www.mesanark.com/mig-mag-kayna-makinalari-hakkinda-teknik-bilgi.asp (erişim tarihi: 16.04.2019).

Anonim (2019r). Kronometre. https://www.notdefteri.net/kronometre-nedir-nasil-calisir-nerelerde-kullanilir/ (erişim tarihi: 28.08.2019)

Anonim (2019s). Ampermetre. https://otomasyonadair.com/2016/05/04/pens-ampermetre-nedir-nasil-calisir/ (erişim tarihi: 28.08.2019)

Anonim (2019ş). Alternatif akımda güç ve hesaplamaları. https://diyot.net/alternatif-akimda-guc-ve-hesaplamalari/ (erişim tarihi: 29.08.2019)

Aydemir F (2017). Abkant preslerde büküm parametrelerinin tespiti. Y. Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Bagaber SA, Yusoff AR (2019). Energy and cost integration for multi-objective optimisation in a sustainable turning process. Measurement, 136, 795-810.

Blanco M (2011). Supply of and access to key nutrients NPK for fertilizers for feeding the world in 2050. UPM, Madrid.

Cingöz S (2008). Tahıl ekim makineleri imalatında kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin karakteristik özelliklerinin saptanması. Y. Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Çakal E (2006). Tarım Makinaları İmalatında Enerji Yönetimi Üzerine Bir Araştırma. Y. Lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Çakır ME (2010a). Hidrojen gazı ile oksi-gaz kaynak tekniğinde kaynak yapılan çelik ve alüminyum levhaların birleştirme özelliklerinin incelenmesi. Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çakır MC (2010). Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri. Dora Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 349s Bursa.

Çavdar K, Tanrısever T (2013). Farklı malzemelerin lazerle kesilmesi. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 18(2): 79-99.

Çerik V (2003). Tesviyecilik Meslek Teknolojisi Cilt 1. Truva Matbaası, İstanbul, 22-23.

Daşcı O (2017). Muş-Berce Alparslan Tarım İşletmesinin Mekanizasyon Düzeyinin ve Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Döngel B (2010). Ülkemizdeki Tarım Makineleri İmalat Sanayinde Hurda Kaynakların Saptanması ve Değerlendirilmesi. Y. Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Eraslan F, İnal A, Güneş A, Erdal İ, Coşkan A (2009). Türkiye'de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta.

Ergüneş G, Tarhan S, Yardım MH, Kasap A, Demir F, Önal İ, Uçar T, Tekelioğlu O, Çalışır S, Yumak H, Yağcıoğlu A (2009). Tarım Makinaları. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 260s., Ankara.

Ferah M (1993). Yerli tip tek ve çift diskli gübre dağıtma makinaları üzerinde bir araştırma. Y. Lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Fujishima M, Shimanoe H, Mori M (2017). Reducing the Energy Consumption of Machine Tools. International Journal of Automation Technology, 11(4), 601-607.

Gavas M, Yaşar M, Aydın M, Altunpak Y (2015). Üretim Yöntemleri ve İmalat Teknolojileri. Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., 520s., Ankara.

Gelmez C, Müftüoğlu NM (2018). Farklı Kalsiyum Dozları ve Azotlu Gübrelerin Domateste Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Etkisi. Sciences, 4(2): 134-148.

Gülesin M, Güllü A, Avcı Ö, Akdoğan G (2005). Cnc Freze Tezgahlarının Programlanması (Fanuc). Asil yayın Dağıtım Ltd. Şti., 63s., Ankara.

İpekçioğlu N (1984). Frezeleme. Frezecilik, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1-2.

Karagöz S (1990). Tekirdağ İlinde Pnömatik Ekim Makinası İmalatında Kullanılan Tezgahlar ve İşlemler. Y. Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, Tekirdağ.

Koçkaya FA (2018). Yerli tarım makinalarında markalaşma ve satın alma davranışları üzerine bir çalışma: Türkiye örneği. Doktora Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.

Kolar M, Vyroubal J, Smolik J (2016). Analytical approach to establishment of predictive models of power consumption of machine tools' auxiliary units. Journal of Cleaner Production, 137, 361-369.

Korkmaz İ (2012). Konya da Bulunan Tarım Makineleri İmalat Sanayinin Özellikleri. Y. Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Namazcı G (2019). Endüstriyel tarım ve endüstriyel tarımsal uygulamaların çevreye etkileri. Y. Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

Önal İ (1995). Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 490, 557s., İzmir.

Özdemir A, Yüksel F (2006). Türkiye'de Enerji Sektörünün İleri ve Geri Bağlantı Etkileri. Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(2), 1-18.

Öztekin S, Barut Bereket Z, Bozdoğan AM, Barut A, Özcan MT, Güzel E, İnce A, Yıldız Y (2006). Tarım Makinaları 2. Nobel Kitapevi, 137s., Adana.

Öztürk B, Küçük Ö (2019). Enerji Tüketiminde Optimizasyon İçin Temel Hareket Analizi Kullanılarak Yeni Bir Pompa Dişlisinin Geliştirilmesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(1).

Sağlam MT (2002). Gübreler ve Gübreleme. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No. 149, 258s., Tekirdağ.

Şahin N (2001a). Tesviyecilik Meslek Teknolojisi I. Kozan Ofset, 214s., Ankara.

Şahin N (2001b). Tesviyecilik Meslek Teknolojisi I. Kozan Ofset, 218s., Ankara.

Şahin Y (2000). Talaş Kaldırma Prensipleri. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 3s, Ankara.

Şirin HB (2018). Endüstriyel makine imalatı yapan işletmelerde maliyet sisteminin oluşturulması ve bir uygulama. Y. Lisans Tezi, T.C. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Entitüsü, Karaman.

Tama J, Blecha P, Zahálka J, Tama Z (2014). Prediction method for electrical energy consumption of the machine tool in the usage stage. In Proceedings of the 16th International Conference on Mechatronics-Mechatronika 2014 (pp. 248-253). IEEE.

Tekin AB (2005). Değişken Düzeyli Uygulamaya Yönelik Mineral Gübre Dağıtma Makine Tasarımı Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.

Ülger P, Güzel E, Kayışoğlu B, Eker B, Akdemir B, Pınar Y, Bayhan Y, Sağlam C (2002). Tarım Makinaları İlkeleri. Fakülteler Matbaası, 152s., İstanbul.

Ürgüplü M, Köksal S (2015). Lazer ile Kesme İşlemlerinde Kesim Kalitesine Etki Eden Parametreler. 3rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science. Universidad Politecnica de Valencia, ISITES 3-5 June 2015, Valencia-Spain.

Vardar T, Çam E, Yalçın E (2010). Reaktif Güç Kompanzasyonu ile Enerji Verimliliği ve Kamu Kurumlarında Reaktif Güç Kompanzasyonu. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 2(2), 20-24.

Yıldırım Y (1997). Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal Özelliklerin ve İşletme Parametrelerinin Gübre Akışına Etkisi. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Zengil H (2004). Endüstride kullanılan preslerin uygulama alanlarının incelenmesi ve eğitim tipi hidrolik presin tasarımı. Y. Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Umut BATIGÜCÜ 03.08.1982 Ankara'da doğdu. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Talaşlı Üretim Öğretmenliği Bölümü'nden 2007 yılında mezun oldu. 2011 yılından bu yana Namık Kemal Üniversitesi Hayrabolu Meslek Yüksekokulu'nda Makine Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.