

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

**YEM BİTKİLERİ HASADINDA KULLANILAN FARKLI TİP**  
**TIRMIKLARIN GÜÇ VE YAKIT TÜKETİMLERİ, İŞ BAŞARILARI**  
**VE ÜRÜN KAYIPLARI YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI**  
**ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

76866  
76866

**İsmail ÖZTÜRK**

**Yönetici : Doç. Dr. Saim BASTABAN**

**Doktora Tezi**

## ÖZET

Yonca ve çayır otu hasadında biçim sonrası uygulanan namlu yapma işlemleri için kullanılan ot toplama tırmıklarının performanslarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, iki bitki için ayrı ayrı yapılan denemelerde 5 farklı tip tırmık kullanılmış ve biçimden sonra yüksek (%40-50), orta (%30-40) ve düşük (%20-30) olmak üzere üç farklı nem düzeyinde namlular yapılmıştır. Araştırmada, Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T), Çok amaçlı döner tırmık (D) ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B) olmak üzere 3 adet kuyruk milinden hareketli tırmıkla beraber Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ve Silindirik yan tırmık (S) gibi 2 adet çekilir tip tırmık kullanılmıştır. Yapılan işlemler sonunda tırmıkların neden oldukları kuru madde ve ham protein kayıpları, oluşturulan namlu profilleri, namludaki bitkinin kuruma süreci ve kuruma hızı ile birlikte tırmıkların iş başarıları, güç ve yakıt tüketimleri belirlenmiştir.

Aktif organları düşey eksen etrafında dönen T ve D tırmıkları iki bitkide de diğerlerine göre daha yoğun, dar kesitli ve namlu ekseni boyunca homojenliği bozulmayan namlular oluşturmuşlardır. Yonca ve çayır otunda farklı nemlerde yapılan namluların kuruma süresine tırmık tiplerinin etkilerinin olmadığı ve namlu yapma nemi ile bitkinin namludaki kuruma hızı arasında ters orantılı (logaritmik) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Kuru madde kayıpları, iki bitki için de, tırmık tipine ve namlu yapma nemine bağlı olarak çok önemli düzeyde ( $p < 0.01$ ) değişmiş fakat bu faktörlerin ham protein kaybına etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). T ve D tırmıkları için kuru madde kayıpları %1.31-15.76 sınırları içerisinde belirlenmiş bu değerler B, Y ve S tırmıkları için ise sırasıyla %2.51-11.83, %1.36-10.94, %1.73-11.64 arasında bulunmuştur. Denemelerde namlu yapma anındaki bitki nem içeriği azaldıkça, işlemler sonunda belirlenen kuru madde kayıpları yükselmiştir.

Efektif iş genişliklerinin fazla olması nedeniyle T tırmığı için 3.37 ha/h, D tırmığı için ise 1.78 ha/h olarak belirlenen efektif iş başarıları Y (1.51 ha/h), B (1.45 ha/h) ve S (1.36 ha/h) tırmıklarına göre yüksek bulunmuştur. T tırmığı için ortalama olarak 18.84 kW olarak belirlenen güç gereksinimi D tırmığından %7, B ve Y tırmıklarından %67, S tırmığından ise %87 oranında daha yüksek bulunmuştur. Namlu yapma işlemleri sırasında belirlenen yakıt tüketimi değerleri T tırmığı için ortalama olarak 10.4 l/h (3.08 l/ha), D tırmığı için 9.9 l/h (5.59 l/ha), B, Y ve S tırmıkları için ise sırasıyla 9.0 l/h (6.21 l/ha), 8.9 l/h (5.91 l/ha), 8.9 l/h (6.55 l/ha) olarak belirlenmiştir.

## SUMMARY

In order to compare the performances of rakes used for windrowing in the harvest of alfalfa and hay, five type rakes were used at field experiments performed separately for alfalfa and hay and therefore windrows were formed at three moisture levels: high level (40-50 %), medium level (30-40 %) and low level (20-30 %). The five rakes were Multiple unit rotary tedder (T), Universal rotary tedder (D), Chain-finger rake (B), Finger-wheel rake (Y) and Cylindrical-reel rake (S). The former three rakes are driven by p.t.o. and the others drawn by tractor. The factors investigated were the losses of dry matter and crude protein, profile of windrow, drying time and drying rate of windrow, field capacity of rake, fuel consumption and power requirement. The following conclusions were drawn from the results:

The T and D rakes of which active parts rotate around vertical axis, formed more compact, narrow cross-sectioned and longitudinally homogeneous windrows for each plant in comparison with the others. The drying time of windrows made at different moisture levels were not affected by the rake type for each plants and there was a logarithmic relation between the moisture level of windrowing and drying rate of plant during windrowing. The losses of dry matter varied significantly ( $p < 0.01$ ) with respect to the moisture level of windrowing and rake type, but the effects of these factors on the loss of crude protein were not significant statistically ( $p > 0.05$ ). The losses of dry matter were obtained as 1.31-15.76 % for T and D rakes, followed by the B, Y and S rakes as 2.51-11.83 %, 1.36- 10.94 % and 1.73-11.64 % respectively. While the moisture content within windrow manipulation decreased, the losses of dry matter determined at the end of process increased.

The effective field capacities of the T and D rakes (3.37 ha/h, 1.78 ha/h) had higher values than the Y (1.51 ha/h), B (1.45 ha/h) and S (1.36 ha/h) rakes due to high values of the effective working widths of the T and D rakes. The average power requirement for the T rake was obtained to be by 18.84 kW which was higher 7% than that of the D rake, 67% than those of the B and Y rakes, 87% than that of S. The fuel average values of fuel consumption determined within windrowing process were 10.4 l/h (3.08 l/ha) for the T rake, 9.9 l/h (5.59 l/ha) for the D rake, 9.0 l/h (6.21 l/ha), 8.9 l/h (5.91 l/ha) and 8.9 l/h (6.55 l/ha) for the B, Y and S rakes respectively.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yürütülmesinde ilgi, yardım ve teşvikleri nedeniyle Sayın Hocam Doç. Dr. Saim BASTABAN'a, değerli görüş ve önerilerinin yanında araştırmanın planlama aşamalarındaki katkılarından dolayı Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Nihat TURGUT'a, gerek denemelerin yürütülmesi gerekse tezin hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocalarım Doç. Dr. Mazhar KARA, Doç. Dr. İbrahim ÖZSERT ve Doç. Dr. Yücel ERKMEN'e, araştırmada kullanılan alet ve ekipmanların hazırlanmasındaki gayretlerinin yanı sıra denemeler süresince yardımlarından dolayı bölümümüz atölyesi çalışanlarına içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca, araştırmada kullanılan bilgisayar destekli ölçüm setinin kurulmasında yardımını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hasan EFEOĞLU'na, araştırma projesinin yürütülmesine maddi destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu'na, çalışmanın başlangıcından son şeklini alıncaya kadar emeği geçen herkese ve doktora çalışmalarım süresince bana destek olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

**Ocak - 1998**

**İsmail ÖZTÜRK**



**İÇİNDEKİLER**

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>SUMMARY</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>KISALTMALAR VE SİMGELER</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	34
2.1. Materyal .....	34
2.1.1. Araştırma Bölgesinin Tarımsal Yapısı .....	34
2.1.2. Bitki .....	38
2.1.3. Araştırma Materyali Olarak Seçilen Ot Toplama Tırmıkları .....	39
2.1.3.1. Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık .....	40
2.1.3.2. Çok Amaçlı Döner Tırmık .....	42
2.1.3.3. Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık .....	43
2.1.3.4. Yıldız Çarklı Yan Tırmık .....	45
2.1.3.5. Silindirik Yan Tırmık .....	46

	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1.4. Araştırmada Kullanılan Biçme Makinası .....	48
2.1.5. Araştırmada Güç Kaynağı Olarak Kullanılan Traktör .....	49
2.2. Yöntem .....	50
2.2.1. Denemelerin Düzenlenmesi ve Yürütülmesi .....	50
2.2.2. Denemelerde Uygulanan Ölçme Yöntemleri .....	51
2.2.2.1. Elektronik Ölçme ve Kayıt Sistemi .....	51
2.2.2.2. İklim Verilerinin Belirlenmesi .....	55
2.2.2.3. Bitki Nem Miktarlarının Belirlenmesi .....	56
2.2.2.4. Namlu Profillerinin Çıkarılması .....	58
2.2.2.5. Bitkinin Namludaki Kuruma Hızının Belirlenmesi .....	60
2.2.2.6. Kuru Madde Kayıplarının Belirlenmesi .....	61
2.2.2.7. Ham Protein Kayıplarının Belirlenmesi .....	63
2.2.2.8. Tırmıkların Efektif İş Genişliklerinin Belirlenmesi .....	64
2.2.2.9. Tırmıklarla Çalışma Anındaki İlerleme Hızının Belirlenmesi .....	65
2.2.2.10. Tarlada Çalışma Sırasındaki Bazı Zaman Dilimlerinin Belirlenmesi .....	66
2.2.2.11. Tırmıklarla Namlu Yapımı Sırasındaki Efektif İş Başarılarının Belirlenmesi .....	67
2.2.2.12. Çeki Kuvveti ve Çeki Gücünün Belirlenmesi .....	67
2.2.2.13. Kuyruk Mili Devri, Dönme Momenti ve Kuyruk Mili Gücünün Belirlenmesi .....	68

	<b><u>Sayfa</u></b>
2.2.2.14. Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi .....	69
<b>3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>71</b>
3.1. Yonca ve Çayır Otunda Tırmıklama Mekanizasyonu İle İlgili Sonuçlar .....	71
3.1.1. Namlu Yapma İşlemleri Sırasındaki Bitki Nem İçerikleri .....	71
3.1.2. Namlu Profillerine İlişkin Sonuçlar .....	74
3.1.3. Bitkinin Namludaki Kuruma Sürecine İlişkin Sonuçlar .....	78
3.1.4. Bitkinin Namludaki Kuruma Hızına İlişkin Sonuçlar .....	89
3.1.5. Kuru Madde Kayıplarına İlişkin Sonuçlar .....	98
3.1.6. Ham Protein Kayıplarına İlişkin Sonuçlar .....	106
3.2. Araştırmada Kullanılan Değişik Tip Tırmıkların İş Başarıları, Güç ve Yakıt Tüketimleri İle İlgili Sonuçlar .....	112
3.2.1. Efektif İş Genişliği, Çalışma Hızı ve İş Başarılarına İlişkin Sonuçlar .....	112
3.2.2. Güç Tüketimlerine İlişkin Sonuçlar .....	118
3.2.2.1. Çeki Kuvveti ve Çeki Gücü Gereksinimine İlişkin Sonuçlar .....	118
3.2.2.2. Kuyruk Mili Gücü Gereksinimine İlişkin Sonuçlar .....	124
3.2.2.3. Toplam Güç Tüketimine İlişkin Sonuçlar .....	131
3.2.3. Yakıt Tüketimlerine İlişkin Sonuçlar .....	138
<b>4. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER .....</b>	<b>143</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>157</b>

**KISALTMALAR VE SİMGELER**

<u>SİMGE</u>	<u>AÇIKLAMA</u>
T	: Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık
D	: Çok Amaçlı Döner Tırmık
B	: Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık
Y	: Yıldız Çarklı Yan Tırmık
S	: Silindirik Yan Tırmık
N1	: Namlu yapma nemi seviyesi, Yüksek nem (%40-50)
N2	: Namlu yapma nemi seviyesi, Orta nem (%30-40)
N3	: Namlu yapma nemi seviyesi, Düşük nem (%20-30)
y.a.	: Yaş ağırlık esasına göre nem içeriği
k.a.	: Kuru ağırlık esasına göre nem içeriği

## 1. GİRİŞ

Hayvan beslemede kullanılan yemler " Kesif Yemler " ve " Kaba Yemler " olmak üzere iki ana grup altında toplanmaktadır. Ham selülozu düşük, sindirilebilir besin maddeleri yüksek olan kesif yemler ya küspe ve fabrika yemi gibi endüstri yan ürünleri ya da arpa, yulaf, mısır taneleri gibi tarla ziraatı artıklarıdır. Kaba yemler ise ham selülozu yüksek, sindirilebilir besin maddeleri düşük olan yemlerdir. Otobur çiftlik hayvanlarının kaba yem ihtiyaçlarının karşılandığı önemli kaynaklardan ilki doğal bitki örtülerine sahip olan " Çayır - Mer'a ve Yaylalar ", ikincisi tarla ziraatı içinde yetiştirilen yonca, korunga, fiğ, mısır, bezelye ve burçak gibi " Yem Bitkileri " ve üçüncüsü ise tarla ziraatı artıkları olan " Saman ve Kesler "dir.

Özellikle geviş getiren hayvanlarda kaba yemlerin önemi çok büyüktür. Bu hayvanlar sindirim sistemlerinin özelliği nedeniyle kaba yemlerden daha iyi yararlanabilmektedirler. Nitekim hayvancılığı oldukça ileri olan ABD'de ekstansif olarak yapılan süt sığırcılığında hayvanların tükettiği besin maddelerinin 2/3' si kaba yemlerden ve üretilen sütün yarısı da mer'a otundan gelmektedir. Et üretiminde ise sığırlara yedirilen yemin %80' i, koyunların yediği yemin ise %95' i kaba yemdir (Altın, 1991). Ülkemizde ise kaba yem kullanımına ilişkin sorunlar önemli boyutlardadır. Hayvan beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak tahıl samanının kullanılması besin değeri dikkate alındığında samanı en pahalı yem durumuna sokmaktadır. Ayrıca yıllık yağışlara bağlı olarak saman üretimi büyük dalgalanmalar göstermekte ve bazı yıllarda fiyatı anormal düzeye çıkmaktadır. Ülke genelinde nitelikli kaba yem üretiminin yetersiz oluşu ise, saman gibi niteliksiz ve pahalı yemlere olan bağımlılığı artırmaktadır.

Yem bitkileri tarımının varlığı ve genişliği bir ülkenin hayvansal üretimini etkileyen faktörlerin başında yer almaktadır. Bu tarım kolu, hayvancılığın

gelişmesine ve hayvansal ürün üretiminin maksimum düzeye ulaşmasına etkisi bakımından hayvan beslenmesinde ve sağlığında özel bir yere ve öneme sahiptir. Ayrıca yem bitkileri, bir yandan topraktaki bitki besin maddelerinin kaynağını oluştururken, diğer yandan toprak ıslahında ve erozyon kontrolünde rol oynayarak toprak verimliliğini artırmaktadır. Yem bitkileri türlerinin botanik, biyolojik ve ekolojik bakımlardan belirli niteliklere sahip oluşları, onlara münavebe bitkisi olarak ta büyük üstünlük kazandırmaktadır.

Yem bitkileri tarımının, toprağı organik maddelerce zenginleştirdiğı, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzelttiğı, erozyonu önleyerek doğayı koruduğı, drenaja yardımcı olduğı, toprak yorgunluğunu gidererek zararlılarla savaşta rol oynadığı, tarım işletmesinde doğal ve ekonomik risklerden doğabilecek zararları önlediğı dikkate alınırsa bu tarım kolunun tarımsal üretimdeki yeri ve önemi daha iyi anlaşılabilir (Gençkan, 1983).

Günümüzde insanların beslenme düzeyi milletlerin bir tür gelişmişlik düzeyini göstermekte, ileri ülkelerde hayvansal, gelişmekte ve geri kalmış ülkelerde ise bitkisel ürünler fertlerin beslenmesinde daha önemli bir yer tutmaktadır. Gelişmiş ülkelerde tarım sektörü içerisinde hayvancılığın payı %50-60' ı aşmasına rağmen ülkemizde bu pay yaklaşık olarak tarım sektörünün %25' ini oluşturmaktadır (Baraz, 1992; Hacımüezzın, 1996). Bu oranın düşüklüğü ülke halkının hayvansal protein yönünden yetersiz beslendiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Ülkemizde fertlerin beslenmesi daha ziyade enerji sağlayan ve karbonhidratlarca daha zengin tahıllara dayanmaktadır. Bunda millet olarak ekmeğe karşı aşırı istekliliğimizin yanında hayvansal gıda maddeleri üretimimizin çok sınırlı olmasının da payı büyüktür.

Avrupa'da fert başına en fazla hayvana sahip ülkelerden biri olmamız itibariyle hayvan sayısının fazlalığına (Altın, 1992; Ünal, 1996) karşın üretimin düşüklüğünü iki nedene bağlamak mümkündür. Bunlardan ilki ırk olarak düşük

verimli oluşları, ikincisi ise yeteri kadar ve kaliteli yemlerle beslenemeyişleridir. Yapılan bir çok araştırma hayvanlarımızın ırk olarak çok düşük verimli olmadıklarını (Yarkın, 1961; Uçarcı, 1961), iyi bir bakım ve besleme ile bunların verimlerinin 2-3 misli artırılabilceğini ortaya koymuştur (Özen vd., 1993). Bu durumda hayvansal ürün üretimimizdeki açığın kapatılmasında dikkatlerin çoğunun hayvanlarımızın en önemli besin kaynağını teşkil eden yem bitkileri üretimi üzerinde yoğunlaştırılması gerektiği açıkça belirginlik kazanmaktadır.

Yem bitkileri üretim masrafları hayvansal üretimin en önemli girdilerindedir. Besi sığırcılığında hayvan dışındaki üretim girdilerinden %70-80 kadarını yem masrafı oluşturmaktadır (Kaya, 1992; Akbaş ve Alçiçek, 1996; Emsen, 1992). Bir başka araştırmaya göre ise toplam girdilerin %60-70' ini yemler teşkil etmekte (Büyükşahin, 1992; Saner, 1993), masrafların %40' ı makina kullanım masrafı olup bu oran bazı işletmelerde %60' a yaklaşmaktadır (Arın vd., 1992). Ülkemizde entansif besicilik büyük ölçüde işletme dışından satın alınan yemlere dayalı olarak yapılmaktadır (Kaya, 1992). Bu durumda yem fiyatlarındaki dengesiz artışlar besicileri anında olumsuz yönde etkileyeceğinden bu yol işletme için pahalı ve güvencesiz bir yoldur. Bu nedenle bir hayvancılık işletmesinde kendi gereksinimi olan kaba yem miktarını karşılayacak kadar yem bitkilerinin üretilmesi temel amaç olmalıdır.

Ülkelerin ulusal ekonomilerinde hayati bir önem taşıyan yem bitkileri tarımı, tarımsal yapının adeta bel kemiğini teşkil ederek, gerek bitkisel gerekse hayvansal üretim bakımından tarımın bütün kolları arasında denge kurma rolü oynamaktadır. Yem bitkileri tarımının tarımsal yapı içerisindeki yerinin önemini ve gereğini bilen ülkelerde toplam ekili alanların %25-60' ı yem bitkileri üretimine ayrılırken (Kaya, 1992 ; Ülger vd., 1992 ; Emsen, 1992; Baysal vd., 1995; Tosun, 1996), ülkemizde 23 684 000 hektarlık tarla arazisinin 581 255 hektarında yem bitkileri (fiğ, burçak, yonca ve korunga) ekimi yapılmakta ve bu alanın tarla tarımı içerisindeki ekiliş oranının %2.45 gibi çok düşük düzeyde

bulunduğu dikkati çekmektedir (Anon., 1996a). Ülkemizde toplam 21 745 000 ha çayır-mer'a arazisi (mer'a 21 101 000 ha, çayır 644 000 ha) bulunmakta (Anon., 1996b) ve ortalama kuru ot verimleri 585 kg/ha (Baysal vd., 1995) olan bu alanlardan yılda 12 720 825 ton kuru ot elde edilmektedir. Tarla tarımı içerisinde yapılan yem bitkileri ekiminden ise 2 759 935 ton kuru ot üretilmektedir (Anon., 1996a).

Ülkemizde yerli sığır, melez sığır, kültür sığır, manda, koyun ve keçiden oluşan küçükbaş ve büyükbaş hayvanların toplam sayısı 70 165 030 adettir (Anon., 1996a). Bu hayvanların günlük kaba yem ihtiyacı her 100 kg canlı ağırlıkları için 1.76 kg kuru ot olacağı (Sevgican, 1985) dikkate alınır ve ülkemiz mevcut hayvan varlığının kaba yem ihtiyacı yalnızca kuru ottan karşılanacağı düşünülürse, günlük 120 874 ton, yıllık ise 44 119 010 ton kuru otun üretilmesi gerekmektedir. Çayır-mer'a alanlarından ve tarla tarımı içerisinde yapılan yem bitkileri üretiminden toplam 15 480 760 ton kuru ot elde edilmekte, bu miktar hayvanlarımızın yaşama payı olarak ihtiyaç duydukları kuru ot miktarından düşüldüğünde 28 638 250 ton kaba yem açığımızın bulunduğu ortaya çıkmaktadır.

Gerçek yem alanlarının bugünkü üretimleri maalesef hayvanlarımızın beslenme ihtiyacını karşılamaktan çok uzaktır. Ayrıca son yıllarda yurt dışından yapılan ithalatlar ve etkinliği artan suni tohumlama uygulamaları ile sayıları önemli boyutlara ulaşan kültür ırkı ve melezi hayvanların beslenmesi için giderek artan oranda kaliteli, bol ve ucuz kaba yemlere ihtiyaç olduğu da bilinen bir gerçektir. Çayır-mer'a alanlarının genel arazimiz içerisindeki oranı %16.08 olup bazı ülke oranlarından (Avusturya %26.01, Fransa %25.18, Avustralya %58.76, Arjantin %51.84) çok daha düşük seviyededir (Eser vd., 1997). Bununla birlikte bugünkü durumda yaklaşık 22 milyon hektar olarak gösterilen çayır-mer'a alanlarından karakterini korumakta olan bunun sadece 1/3'ü kadardır (Tosun, 1997). Bu durumda hayvanlarımızın yaşama payındaki bu yem açığının



kapatılmasında, mevcut çayır ve mer'a alanlarımızın ıslah edilerek amenajman kurallarına uygun bir şekilde korunması ve ot verimini artırıcı tedbirlerin uygulanması tek başına yeterli olmayacaktır. Bu açık bir yandan tarla tarımı içerisinde yem bitkileri ekiliş oranının en azından %10'a (Baysal vd., 1995), uzun vadede ise 10 kat artırılarak %25 oranına yükseltilmesiyle (Tosun, 1996), diğer yandan da mevcut yapı içerisindeki yem bitkileri üretiminde ve biçilmek suretiyle kullanılan çayır alanlarında kuru madde ve besin değeri kayıplarının azaltılarak nitel ve nicel olarak daha kaliteli yem üretim yöntemlerinin uygulanmasıyla kapatılabilecektir. İleri sanayi ve tarım ülkelerinde büyük gelişmelerin sağlandığı ve uygulama için çeşitli seçeneklerin ortaya çıkarıldığı bir saha olan yem bitkileri üretimi ülkemizde de araştırmalara dayalı bilinçli seçimlerin yapılması koşuluyla büyük yararlar sağlayacaktır.

İnsan beslenmesinde, ülke ekonomisinde ve tarım sektörü içerisinde önemli bir yere sahip olan hayvansal üretimin gerçek yerini alabilmesi, kaba yem üretimine verilecek değer yanında bu üretimin değişik safhalarında uygulanacak modern tarım tekniklerine de büyük ölçüde bağlıdır.

Hayvansal üretimin önemi ve gerekliliği, kaba yemlerin de bu üretimin vazgeçilmez ögesi oluşu, ayrıca uygun işletmecilikle iyi bir gelir sağlanabilmesi, tüm güçlüklerine karşın yem bitkileri üretimini önemli kılmıştır. Yem bitkileri üretiminin artırılması ve kalitesinin yükseltilmesi gübreleme, sulama, elit tohumluk kullanımı ve zararlılarla daha etkin bir şekilde savaşma gibi kültürel uygulamaların yanı sıra hasat ve hasat sonrası işlemler sırasında uygulanacak mekanizasyon yöntemlerine de büyük ölçüde bağlıdır. Uygun alet ve makina ile yapılacak bir mekanizasyon uygulaması yem kayıplarını azaltarak toplam üretimi artırdığı gibi, üretim sırasındaki tarımsal işlemlerin zamanında, hızlı, kolay, kaliteli ve daha ekonomik olarak gerçekleştirilmesini de sağlayacaktır.

Yem bitkileri yetişme periyodu içerisinde otlatılarak veya biçimden hemen sonra yeşil durumda tüketime halinde yem kalitesinden ve veriminden önemli kayıplara uğratılmaksızın hayvanlara iletilmiş olurlar. Ancak doğal evre Şartlarının bütün bir yıl boyunca sürekli olarak hasada hazır yem bitkileri üretimine imkan vermemesi, bu Őekildeki tüketimleri sınırlı kılmakta ve rasyonel hayvan besleme için sürekli olarak belirli düzeyde kaba yem sağlamasının gerekliliği, yem bitkilerinin saklanarak tüketilmelerini gerektirmektedir.

Bitkideki yapısal özölme işlemini denetim altında bulundurmak, bitkinin yem değerini ve verimini olanaklar ölçüsünde korumak amacıyla iki tip saklama yöntemi kullanılmaktadır (Evcim, 1982). Bunlardan ilki bitkinin kimyasal özölme ve mikroorganizma hareketlerinin duracağı nem düzeyine kadar kurutulması, diğeri ise yüksek nemde depolayarak metabolik aktivitelerin oluşturulması ve bunlar sonucunda ortaya çıkacak asitler veya diğer kimyasal ürünler yardımıyla silaj Şeklinde saklanması. Birbirine göre farklı teknolojiler gerektiren ve mekanizasyon uygulamalarında da önemli ölçüde değişiklik gösteren bu iki yöntemden silaj, daha çok hava Şartları kurutma için elverişli olmayan bölgelerde uygulama alanı bulmaktadır. Kurutma ise silaj yönteminin gelişmekte olduğu ülkelerde bile büyük oranda uygulanan en yaygın saklama yöntemidir (Klinner, 1973). Bu yöntem yem bitkilerinin en az nicelik ve nitelik kayıpları ve düşük maliyetler ile değişik yöntemler uygulayarak, saklama için güvenli nem düzeyine kadar kurutulması Şeklinde tanımlanabilmektedir (Evcim, 1982).

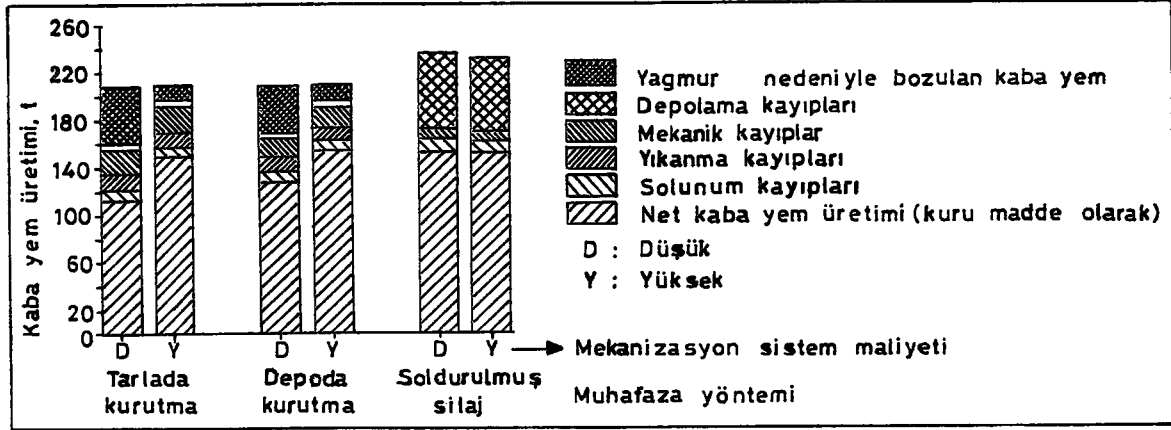
Balyalama için güvenli nem düzeyine kadar kurutmanın uygulamada üç Şekli görülmektedir. Bunlardan ilki, bitkinin balyalama nemine kadar tamamen tarlada kuruması, ikincisi belirli bir düzeye kadar tarlada daha sonra kapalı yerde yapay kurutma (depoda kurutma), üçüncüsü ise yapay olarak hızla bitkinin tüm suyunu alma. Otun balyalama için güvenli nem düzeyi olarak bilinen %20-25 oranına (Meyer ve Jones, 1962; Barrington ve Bruhn, 1970;

Klinner, 1973; Dale, et al., 1978; Rotz, et al., 1987) kadar tarlada kurumaya bırakılması uygun iklim koşullarında uygulanabilen, en az yatırım gerektiren ve en ucuz yöntemdir (Goss, et al., 1964; Stetson, et al., 1969; Mears ve Roberts, 1970; Evcim, 1982). Bu özellikleri nedeniyle de ilk adımda ülkemizde uygulanabilirliği en fazla olan yöntem durumundadır.

Klinner' e (1973) göre, zamana ve sıcaklığa bağlı olmak üzere biçilmiş materyalin tarla yüzeyinde kuruma süresince solunum kayıpları toplam kuru madde miktarının %3' ü kadardır. Uygun olmayan hava şartlarında bu değer %10 veya daha fazla da olabilmektedir. Aynı araştırmada, %70 nemde silaj için hasat edilen çayır otunda tarla kayıpları %6, depolama kayıpları %19-22 ve toplam kayıplar %25-28 olurken, kuru ot için %25 nemde hasat etme durumunda ise tarla kayıpları %21, depolama kayıpları %4 ve toplam kayıplar %25 olmuştur. Kuru ot için %15 nemde hasatta ise tarla kayıpları %27, depolama kayıpları %3 ve toplam kayıplar %30 olarak bulunmuştur. McGechan (1990) ise, değişik muhafaza yöntemlerini karşılaştırma açısından, bu yöntemlerin uygulaması sırasında belirlenen kuru madde kayıp miktarlarını Şekil 1.1' de olduğu gibi ifade etmiştir. Yapılan bu çalışmaların sonuçlarından da anlaşılacağı gibi otun balyalama nemine kadar tarlada kurumaya bırakılması sırasında tarla kayıplarının yüksek, depolama kayıplarının düşük, silaj için hasat edilmesi sırasında ise tarla kayıpları düşük fakat depolama kayıpları yüksek bulunmakta, sonuçta iki yöntem arasında toplam kayıplar yönünden büyük farklar olmamaktadır.

Bir çok araştırmacı kaba yem üretimi sırasında oluşan kayıpları, besin değerinde yapısal çözümler nedeniyle ortaya çıkan nitel kayıplar (kuruma süresince oluşan solunum kayıpları, yağmurdan dolayı oluşan yıkanma kayıpları, depolama süresince oluşan kayıplar, vb.) ve bitki-makina ilişkisinden kaynaklanan nicel kayıplar (biçme, şartlandırma, havalandırma, namlu yapma, namlu çevirme, toplama, balyalama, taşıma sırasında oluşan kayıplar) olarak

incelemişlerdir (Rice, 1966; Rees, 1982; Savoie, et al., 1982; Bölükoğlu ve Arın, 1982; Macdonald ve Clark, 1987; McGechan, 1989; Rotz, 1995).



Şekil 1.1. Muhafaza yöntemlerine göre kaba yem üretimi ve kayıplar (McGechan, 1990).

Bu kısa inceleme de göstermiştir ki; kaba yem üretim sistemi, birbirleri arasında büyük etkileşim olan bir ardışıklı işlemler dizisidir. Ayrıca çok yönlü etkilerin bulunması ve kuruma gibi önemli bir olgunun meteorolojik etmenlere açık olması konuyu daha da karmaşık yapmaktadır. Bu sebeple, gerek nitel ve nicel kayıplarla birlikte güç gereksinimini, gerekse kuruma olgusunu daha net irdeleyebilmek için ilk önce işlemlerin yalnız başına incelenmesi ve bunu takiben yapılacak çalışmalarla konuya sistemsel bir boyut kazandırılması uygun olabilecektir.

Yeşil yem bitkilerinin tamamen tarlada kurumaya bırakılması suretiyle yapılan kaba yem üretimi sırasında uygulanan yöntemlere ve kullanılan makinalara bağlı olarak toplam kayıpların %40-50 oranına yaklaşması (Bender, 1947; Davis, et al., 1951; Kurtz ve Bilanski, 1968; Barrington ve Bruhn, 1970; Savoie, et al., 1982; Bölükoğlu ve Arın, 1982) araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla, bu üretimin değişik safhalarında ortaya çıkacak kayıpların

belirlenmesi ve kayıpları azaltıcı yöntem ve uygulamaların seçimini gerekli kılmıştır.

Kaba yem üretim sisteminin biçim ile balyalama arasındaki mekanizasyon uygulamalarından biri olan namlu yapma işlemi, mekanik uygulamalar içermesi nedeniyle kayıplar, makina ve insan gücü gerektirmesi sebebiyle de maliyet üzerine doğrudan etki yapmaktadır. Ayrıca değişik tırmıklarla yapılan farklı yapıdaki namluların kuruma olgusu üzerine olumlu veya olumsuz etkisi ve kuruma hızı ile olan ilişkisinden dolayı da kayıplar ve maliyet üzerine dolaylı etkileri söz konusudur. Bu işlem süresince materyal balyalama zamanına kadar tarlada her türlü olumsuz etkilere açık şekilde bekletilmek durumundadır. Bu ise önceden kestirilmesi güç meteorolojik etkenlerin olumsuz gelişmesinin doğuracağı riskin diğer hasat yöntemlerinde olduğundan daha fazla olmasına yol açmaktadır. Büyük nicelik ve nitelik kayıplarına neden olabilecek bu riski azaltmak, kuruma zamanının kısaltılmasına bağlı olup, kuruma olayının iyi bilinmesi ve mekanizasyon işlemlerinin en az kayıp oluşturabilecek yönde seçilmesiyle gerçekleştirilebilir. Bu nedenle namlu yapma sırasında işlem ve olgular arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve elde edilen sonuçlar yardımıyla yöntem etkinliği ve yararlılığının ortaya koyulması gerekmektedir.

Bu bilgilerin ışığı altında araştırmada; yonca ve çayır otunun tarla şartlarında kuruması ve balyalamaya hazır hale getirilmesi işlemi olan tırmıklama mekanizasyonu konu olarak seçilmiş, tırmıklarla farklı nemlerde yapılan namluların kayıplar, kuruma ve güç tüketimlerine etkilerinin belirlenmesi ana hedef olarak öngörülmüştür. Bu amaçla gerek çekilir tip gerekse kuyruk milinden hareketli beş değişik tip tırmıkla, yonca ve çayır otunda üç farklı nemde namlu yapımı sırasında işlemlerin kuru madde kaybı, ham protein kaybı, namlu formu ve kuruma hızı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bunlara ek olarak tırmıkların güç gereksinimleri, yakıt tüketimleri, ilerleme hızları ve iş başarıları belirlenmiş ve bunlar arasındaki ilişkiler üzerinde de durulmuştur.

Biçilmiş yeşil yem bitkisinin tarladaki kuruma süreci, büyük ölçüde iklim koşullarına bağlı olmasına rağmen bitkinin kuruma davranışı; biçim anındaki olgunluk döneminden, yaprak/sap oranından, bitkiye kuruma süresince yapılan mekanik muamelelerden (Murdock ve Bare, 1963; Dervede, 1979; Jones ve Harris, 1980; Savoie, et al., 1984; Rotz ve Chen, 1985; Savoie, 1988; Pattey, et al., 1988; Grisso, et al., 1989; Davis, et al., 1989; Shearer, et al., 1989; Savoie ve Beauregard, 1990), ve bitki hücrelerinden suyun uzaklaşmasında önemli bir faktör olan namlu şekli ve yoğunluğundan (Pederson ve Buchele, 1960; Mears ve Roberts, 1970; Firth ve Leshem, 1976; Evcim, 1982; Wilman ve Owen, 1982; Rotz ve Sprott, 1984; Lamond, et al., 1985; Rotz ve Chen, 1985; Spencer, et al., 1985a, 1985b; Lamond, et al., 1989;) etkilenmektedir.

Bitkinin tarladaki kuruma hızının belirlenmesi, yem bitkileri hasadı konusunda yapılan çalışmaların en önemli bölümlerinden birini oluşturmakta ve kuruma hızı, kuruma zamanına bağlı olarak bitki nem miktarındaki değişim şeklinde ifade edilmektedir. Bu konuda yapılan bir çok çalışmada yaprakların saplardan daha hızlı kuruduğu (Mears ve Roberts, 1970; Firth ve Leshem, 1976; Harris ve Tulberg, 1980; Owen ve Wilman, 1983; Chung ve Verma, 1986), geniş ve seyrek namluların, dar ve sık namlulara göre daha hızlı kuruduğu (Wilman ve Owen, 1982, Pattey, et al., 1988), kuruma hızının bitki türleri içerisinde (Klinner ve Shepperson, 1975; Owen ve Wilman, 1983) ve bitki türleri arasındaki genetik varyasyonla değiştiği belirtilmiştir (Jones ve Prickett, 1981; Owen ve Wilman, 1983). Ayrıca Jones ve Harris (1980), baklagillerin çayır otundan daha yavaş kurduğunu, Thomas, et al. (1981), çayır otunun yoncadan daha hızlı kurduğunu, Wieghart, et al. (1983) ise olgun yoncanın, gelişme çağındaki yoncaya göre daha hızlı kurduğunu vurgulamışlardır.

Savoie, et al. (1984), ilk gelişme dönemindeki dört farklı bitki olgunluğunda yapılan biçim tarihlerinin ve tırmıklarla oluşturulan namlu genişliklerinin otun tarla şartlarındaki kuruma hızına etkilerini araştırmışlardır. Araştırma



sonuçlarına göre olgunlaşmış bitki, biçimden sonra geniş las halinde tarla yüzeyine bırakıldığında nem içeriğinin %40 neme düşmesi için tırmıklarla oluşturulan dar namluya göre daha az zamana (yarım gün) ihtiyaç duyulmuştur. Fakat geniş las, olgunlaşmış bitki ve yağmurlu hava şartlarında kayıplar yönünden avantajlı olmamıştır. Namlu yapmaya ek olarak tırmıklarla yapılacak havalandırma uygulamaları yağmurla ıslanmış namlulardaki nemin uzaklaştırılmasında oldukça yararlı olmuştur.

Dinler ve Karaaslan (1982), biçme sonucu tarla yüzeyine bırakılan materyalin şekli (las şekli) veya tırmıklarla oluşturulan namlu şeklinin kurumada önemli olduğunu ve tarla yüzeyine yayılmış namlunun buharlaşma için daha geniş bir yüzey oluşturduğundan dolayı daha hızlı kurduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu durumda yağmur, çiy ve hava sıcaklığının olumsuz etkisi ve yaprakların saplardan daha çabuk kuruyup dökülmesi sonucu önemli kayıpların ortaya çıktığı vurgulanmıştır (Kumar, et al., 1980). Ayrıca bazı araştırmalarda, biçimden sonra tırmıklarla yapılan namlunun yoğunluğu ve homojenliğinin balyalama sırasındaki kayıplara etkili olduğu belirtilmiştir (Whitney, 1966; Bledsoe, et al., 1973).

Pattey, et al. (1988), ot tırmıklarının, kuruma zamanını kısaltmak suretiyle hava şartlarından dolayı oluşan riski azalttığını ifade etmişlerdir. Araştırmada kuruma hızı olarak ifade edilen kuruma hızı katsayısı; kurumanın başlangıcındaki nem içeriği ( $M_0$ , g su/g kuru madde), kuruma sonundaki nem içeriği ( $M$ , g su/g kuru madde) ve kuruma süresinden ( $t$ , saat) yararlanılarak  $k = -\ln(M/M_0) / t$  eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır. Bu katsayının yüksek bulunması belirli neme daha kısa kuruma süresinde erişildiğini, düşük bulunması ise aynı neme daha uzun sürede erişildiğini göstermektedir. Araştırmada mekanik uygulamaların biçim tarihi ve ürün çeşidine göre kurutma yönünden aynı etkiye sahip oldukları ve geniş namlular için belirlenen kuruma hızının dar namlulara göre %18 daha

yüksek olduğu belirtilmiştir. Yonca ve çayır kelp kuyruğu arasında oluşturulan namluların kuruma duyarlılıkları açısından bir fark bulunamamıştır.

Savoie ve Beauregard (1990), havalandırma ve namlu ters çevirmenin kuruma hızına etkisinin ifade edildiği iki model geliştirerek bu modellerin hassasiyetini çevresel parametreler için test etmişlerdir. Kuruma hızı, kuruma hızı katsayısı ile ifade edilmiş ve iklim değişkenleri olarak; güneş ışınımı, havanın kuru ve yaş termometre sıcaklığı, rüzgar hızı, çevresel etmenler olarak ta; anız üzerindeki namlu yoğunluğu, biçme anındaki başlangıç nem içeriği ve namluya uygulanan muameleler sırasındaki bitki nem içeriği alınmıştır. Model, kurumanın ilk gününde, biçim anındaki nem içeriği ve oluşturulan namlu yoğunluğunun kurumaya etkili olduğunu ve bunların artmasıyla kurumanın yavaşladığını göstermiştir. Ayrıca oluşturulan geniş namluların kuruma hızları dar namlulara göre %19-24 arasında daha fazla bulunmuştur.

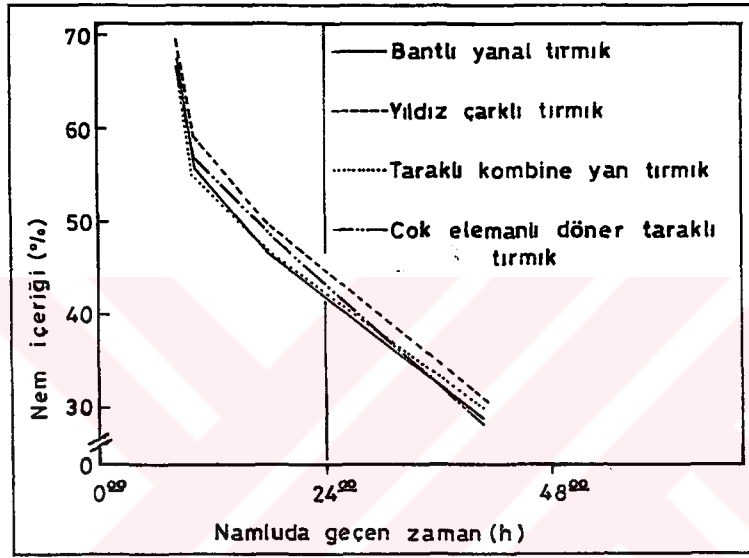
Shearer, et al. (1992), yoncada namlu yapma işlemlerinin kuruma hızı ve ot kalitesine etkilerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında, tarla şartlarında 5 farklı kurutma uygulamasını karşılaştırmışlardır. Bu uygulamalar; biçimden sonra yoncanın 1 m genişlikteki las halinde işleme tabi tutulmadan bırakılması, lasın %40 nemde ters çevrilmesi, lasın %40 nemde tırmıkla namlu yapımı, lasın %40 nemde ters çevrilmesi suretiyle namlu yapımı ve lasın %40 nemde ters çevrilmesi ve daha sonra %25 nemde namlu yapılması işlemlerini içermektedir. Araştırma sonuçlarına göre biçilmiş yoncanın geniş las halinde tarla yüzeyinde bırakılması, tırmıklarla dar namlu haline getirilmesinden daha fazla kuruma hızını artırmıştır. Bu uygulama haricindeki işlemler arasında kuruma hızına etkileri yönünden fark bulunamamıştır. Kuruma hızının, kuruma hızı katsayısı ile ifade edildiği bu çalışmada, işlemler besin değeri yönünden karşılaştırıldığında ham protein ve ham selüloz içerikleri yönünden de hiçbir fark bulunamamıştır.



Ülger (1979), yoncanın biçimden sonra Erzurum ovası iklim koşullarında en uygun balyalama nem oranı olan %20 nem oranına erişebilme süresini belirlemeye çalışmıştır. Araştırmada yoncanın açık hava koşullarında kurummasına etkili faktörler olarak, hava sıcaklığı, toprak üstü sıcaklığı, nisbi nem, ortalama rüzgar hızı, yağış miktarı, güneşlenme müddeti ve güneşlenme şiddeti alınmıştır. Bölgede ürünün geceleyin absorbe etmiş olduğu nem miktarının, kuruma süresini etkilemediği, bu nedenle yoncanın biçimden sonra tırmıkla karıştırma, alt üst etme ve namlu haline getirme işlemleri uygulandığında biçimin ertesi günü yoncanın nem oranının balyalama sınırına erişebildiği belirtilmektedir. Raymond (1978), biçilen materyalin balyalama nemine ulaşıncaya kadar las halinde kalması, daha sonra ise namlu yapılarak balyalamaya başlanmasının kuruma açısından ideal olacağını, ayrıca bu süre zarfında gerektiği taktirde çevirme ve havalandırmanın yapılabileceğini belirtmiştir. İki veya daha fazla namlunun bir araya getirilmesi sırasında ise kuruma hızının yavaşladığı görülmüştür.

Smith, et al. (1988), namludaki otun tarlada kuruması üzerine bir model oluşturmak amacıyla yaptıkları çalışmada, model ile tarla denemeleri arasında karşılaştırmalı testler yapmışlardır. Sonuçlar modelin hem yayılmış ot için hem de namlu için hassas olduğunu göstermiştir. Biçimden sonra tarla yüzeyine yayılmış otun kuruması ile namlu haline getirilmiş otun kuruması arasında farkın olduğunu ifade eden araştırmacılar, bu iki durumdaki kuruma hızlarının farklı olacağını savunarak, yayılmış otun gün boyunca namluya göre daha hızlı kurduğunu fakat gece kuruma hızının azaldığını, hatta materyalin nem absorbe ettiğini belirtmiş, bunun için de gece, biçilmiş materyallerin namlu haline getirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Evcim'e (1991) göre ise, yem bitkilerinin biçimden sonra tarla yüzeyinde kurumasının hızlandırılması, temel olarak bağıl nemin düşük olduğu zamanlarda materyalin havalandırılması ve yayılması, bağıl nemin yüksek olduğu zamanlarda ise tersine namlu haline getirilerek, havadan nem almasının önlenmesi ile sağlanmaktadır.

Wieneke ve Claus (1964), aynı amacı gerçekleştiren değişik yapılara sahip tırmıkların performanslarını araştıran çalışmaların sonuçlarını, kendi araştırma sonuçları ile birlikte sistematik olarak özetlemiştir. Ayrıca kuruma hızı için belirlenmiş %5 dolaylarındaki küçük farkların, tırmıkların etkileri açısından ayrıcalık için kesin yargı imkanı vermediği ifade edilmiştir. Glasow (1963) ise bu farkların kuruma süresince değişmezliğini koruduğunu belirtmiş ve değişik tırmıkların namlu kurumasına etkilerini grafik olarak vermiştir (Şekil 1.2).



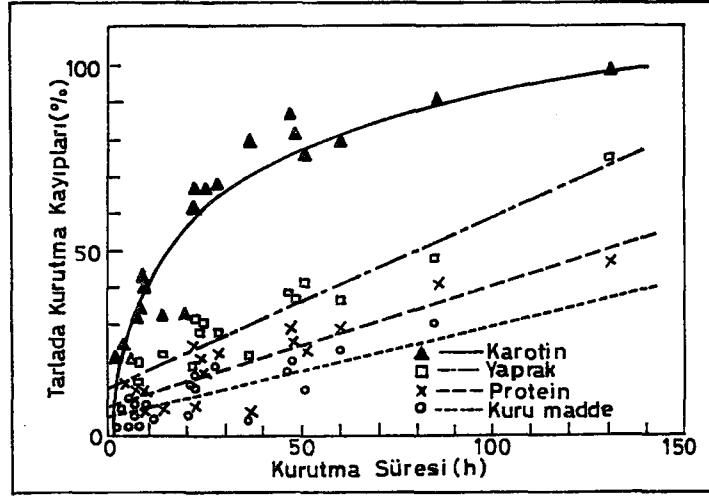
Şekil 1.2. Değişik tırmıkların namlu kurumasına etkileri (Glasow, 1963).

Biçilmiş bitkinin balyalama nemine kadar belirli bir süre tarlada bırakılması süresince, sonuçta elde olunacak yemin niceliği ve niteliği açısından önemli kayıplar söz konusu olacaktır. Biyolojik ve mekanik olmak üzere iki temel nedenden kaynaklanan kuru madde ve besin değeri kayıplarının belirlenmesi birçok araştırmaya konu olmuş, kayıpların en aza indirilmesi, yem bitkisi hasat yöntemlerinin önemli ortak amaçlarından biri olarak kabul edilmiştir. Bu amacı gerçekleştirme olanaklarının başında hızlı ve dengeli bir kurumanın sağlanması gelmekte, böylece kısa sürede bitki hücrelerinin kuruyarak ölmeleri sağlanarak solunum kayıpları azaltılmakta (Evcim, 1991) ve tarlanın bir an önce boşaltılarak bir sonraki üretime yararlı duruma sokulması sağlanmaktadır.

Yem bitkileri hasadında biçim ile balyalama arasındaki işlemler sırasında oluşan kayıplar, kullanılan tırmığın tipi, teknik özellikleri ve ilerleme hızına (Hundtoft, 1964; Friesen, 1978; Dale, et al., 1978; Buckmaster, 1993), materyalin biçildiği yerden namluya kadar kat ettiği uzaklığa (ot yolu), sürüklenme hızına ve tırmık parmaklarının çevre hızına (Eliott, 1950; Giles ve Routh, 1951; Bainer, et al., 1965; Bölükoğlu ve Arın, 1982), bitki çeşidi ve işlem anındaki nem içeriğine (Klinner, 1976; Friesen, 1978; Dale, et al., 1978; Feldman ve Lievers, 1978; Savoie, 1988; McGechan, 1989; Savoie ve Beauregard, 1989; Buckmaster, 1993;), bitki olgunluğuna (Klinner, 1976; Savoie, et al., 1984; Savoie, 1988;), verime (Klinner, 1976; Friesen, 1978; Rotz ve Abrams, 1988; Buckmaster, 1993), biçim sayısına (Klinner, 1976; Koegel, et al., 1985) ve hava şartlarına (Klinner, 1976; McGechan, 1989) göre değişebilmektedir. Ayrıca bu konuda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda tırmıklarla yapılan farklı işlemlerin (namlu yapma, ters çevirme, havalandırma, toplama, vb.) sonunda oluşan kayıpların da farklı olduğu belirtilmektedir.

Chancellor (1964), biçilen yoncanın açık hava şartlarında kurtulması süresince oluşan tarla kayıplarının büyüklüğünü belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında süreye bağlı olarak kayıp artışını saptamış ve sonuçları grafikte ifade etmiştir (Şekil 1.3). Sonuçlara göre, bekleme süresine bağlı olarak karotin kaybı, kurumanın başlangıcında çok hızlı, daha sonraları azalan bir hızla artış göstermekte, protein, kuru madde ve yaprak kayıpları ise zamana bağlı olarak doğrusal artış sergilemektedir.

Savoie, et al., (1990), otun kalitesi ve kuruması üzerine namlu ters çevirmenin ve çevre şartlarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, otun tarladaki kuruma süresince başlangıç ve bitiş arasındaki ham protein miktarları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Araştırmacılar tarladaki otun kuruması üzerine çevre, hasat işlemleri ve ürünün kendisi olmak üzere üç grup faktörün etki ettiğini belirtmişlerdir. Çevre faktörünün; hava sıcaklığı ve nemi,



Şekil 1.3. Bekleme süresinin fonksiyonu olarak tarla kayıplarının büyüklüğü (Chancellor, 1964).

rüzgar hızı, güneşlenme ve toprak nemi gibi iklim özelliklerini, hasat işlemlerinin ise; biçme ve şartlandırma, namlu yapma, havalandırma amacıyla ot namlularının hareket ettirilmesi, kurumuş otun ters çevrilmesi, tırmıklama, kaldırma ve balyalama işlemlerini içerdiği belirtilmiş, ürünün nem içeriği, olgunluk derecesi ve verimi de ürün açısından kurumaya etkili faktörler arasında yer aldığı ifade edilmiştir. Araştırmada aynı faktörlerin hasat edilen otun kalitesine de etkili olduğu belirtilmiş ve otun kalitesindeki azalma uzun süre tarlada bekletilmesine bağlanmıştır.

Namlu çevirici bir tırmıkla yanal hareketli tırmığın tarla performanslarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bir araştırmada; işlemlerden sonra kuru madde kayıpları arasındaki farklar, ürünün tarlada kuruması süresince nem kayıpları, namlu yapma ve ters çevirme uygulamaları sırasında ortaya çıkan kayıplardaki yaprak/gövde oranları belirlenmiştir (Garthe, et al., 1988). Sonuçta işlemler arasında kuruma hızı yönünden bir fark bulunamamıştır. Ürün kalitesinin karşılaştırılmasında ham protein miktarı dikkate alınmış ve bu yönden de istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Savoie, et al., (1982), yoncada biçim ve balyalama arasında tarla kayıpları ve kuruma süresini azaltmak için kullanılan makina sistemlerinin yeterliliğini belirlemek amacıyla tarla çalışmaları yapmışlardır. Dört biçme makinası üç şartlandırma makinası ve yanıl hareketli tırmık ile döner namlu tırmığı olmak üzere iki tırmıkla oluşturulan 24 makina kombinasyonunu, birinci ve ikinci biçim için altı tekerrürlü olarak denemişlerdir. İki tırmık arasında kuruma hızı yönünden fark bulunamamış fakat yanıl hareketli tırmık döner tırmığa göre daha az kayıp oluşturmuştur. Kuru madde kayıpları biçim için 10-50 kg/ha, şartlandırma için 20-30 kg/ha ve tırmıklama için 50-80 kg/ha civarında bulunmuştur. Yaklaşık olarak ikinci biçimde tırmıklarla yapılan havalandırma işlemi sırasında ortalama %4.7 kuru madde kaybı olmuş, bu oran yanıl hareketli tırmık için %4.3, döner namlu tırmığı için ise %5.6 olarak bulunmuştur. Kuru madde kayıplarının bütün uygulamalarda oldukça düşük değerlerde bulunması araştırmacılar tarafından işlemlerin yüksek nemlerde yapılmasına bağlanmış ve de kayıpların sadece mekanik kayıpları içerdiği ifade edilmiştir.

Goss, et al. (1964), biçme, şartlandırma ve namlu yapma özelliklerine sahip kendi yürür bir namlu tırmığı ile ayrı ayrı biçme ve tırmıklama işlemleri yapabilen makinaları üç farklı tarihte biçilmiş otta kuruma hızı ve otun besin değeri içeriği yönünden karşılaştırmışlardır. Tırmıklama ile balya yapımı arasında en az bir gün kalacak şekilde biçimden 2 veya 4 gün sonra bu makinalarla yapılan namlularda, toplam kuruma zamanı yönünden bir fark bulunamamıştır. Biçme ve namlu yapma esnasındaki tarla kayıpları bütün durumlarda ortalama olarak verimin %1' inden daha düşük olmuştur.

Feldman ve Lievers (1978) tarafından hasat makina ve ekipmanlarının, kuru ot ve hayvan yeminin nicelik ve kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada, hasattan sonra yapılacak işlemlerin karar verilmesi aşamasında en önemli parametrenin nem içeriği olduğu vurgulanmış ve emniyetli bir depolama için tabii veya suni kurutmanın materyalin nem içeriğini

yaş ağırlık esasına göre %20'nin altına düşürmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu araştırmada nem içeriğine bağlı olarak değişik sistemlerin kullanılmasında kalite ve miktar arasında çelişkili bir ilişkinin mevcut olduğu gözlenmiştir. Ürüne tarlada uygulanan işlemler sırasında nem içeriği ile tarla kayıpları arasında ters ilişki olmasına rağmen, depolama sırasındaki nem içeriği ile depolama kayıpları arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu belirtilmiş, bunun için de hasat işlemleri sırasında yüksek nemi, depolama için uygun sınırlara düşürmeyi öngören sistem kombinasyonunun ideal bir sistem olabileceği savunulmuştur. Araştırmada sistemlerin mukayesesi sırasında materyalin kuruma hızı, hasat işlemleri sırasındaki tarla kayıpları, depolama kayıpları, besin değeri kayıpları ve besleme denemeleriyle ortaya çıkarılan otun gerçek besin değerleri parametre olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kuruma hızına mekanik muamelelerden ziyade hava şartları daha çok etkili olmuştur. Araştırmada yüksek nem seviyelerinde makina tipleri ve nem seviyeleri arasında tarla kayıpları yönünden farkın olmadığı belirtilmiş, ayrıca düşük nem içeriklerinde toplanmış kuru madde miktarlarının yüksek neme göre %10 daha az olduğu ve bu sonucun kullanılan makina tiplerine göre değişmediği ifade edilmiştir.

Dobie, et al. (1963), yaptıkları çalışmada hasat sistemleri ve hasat yöntemlerinin kuruma hızı, ot verimi, otun kalitesi ve besleme değerine etkilerini belirlemeye ve sistemler arasındaki farkları ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmada eğik tamburlu tırmık kullanılmış ve bu tırmık ile 8 km/h ilerleme hızında yapılan namluların işlemden iki gün sonraki nem içeriği, namlu yapılmamış materyale göre %2 daha fazla bulunmuştur. Ayrıca geniş namlular ile dar namlular arasında kuruma zamanı yönünden çok az farkın olduğu ve otun çok fazla kurumasından sonra tırmıkla yapılan işlemler sırasında kuru madde kayıplarının %25'e kadar artabileceği belirtilmiştir.

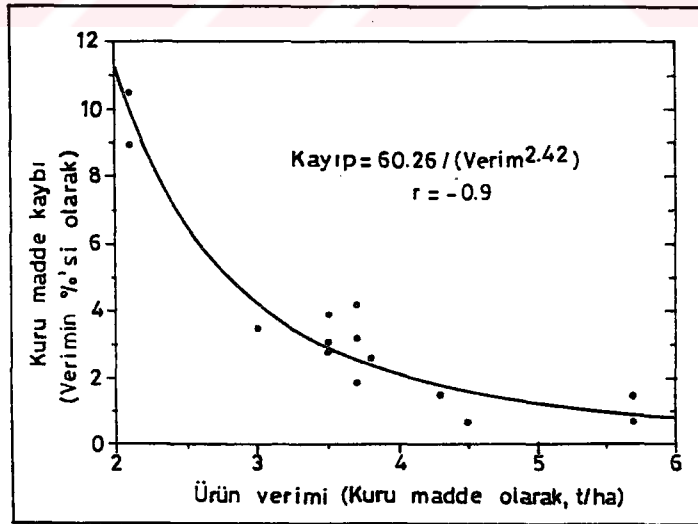


Barrington ve Bruhn (1970), tarafından kaba yem hasat makinalarının tarladaki kuruma hızı ve hasat kayıplarına olan etkileri üzerine yapılan çalışmada, değişik uygulamaların kuruma hızına etkileri, işlemden sonra geçen zamana bağlı olarak materyaldeki nem içeriği değişimiyle ifade edilmiştir. Hiçbir muamele yapılmamış materyalin 69 saatlik kuruma periyodu sonundaki nem içeriği %71 olmasına rağmen, geç biçilmiş materyalde uygulamalardan 72 saat sonra balyalama için uygun nem (%20) sınırına ulaşıldığı belirtilmiştir. Şartlandırılmış materyalin namlu haline getirilmesinin haricindeki tüm şartlandırma işlemleri kuruma hızını artırmıştır. Aynı çalışmada döner tırmıklar kullanıldığında yoncanın tarladaki kurma süresinin azaldığı fakat bu işlem sırasında kuru madde kayıplarının arttığı tespit edilmiş ve bu kayıplar ortalama olarak %19 bulunmuştur.

Buckmaster (1993), tırmıklarla yapılan işlemler sırasındaki bitki nem içeriği, tırmık tipi ve verimin bir fonksiyonu olarak, kuru madde ve ham protein oranlarını belirlemek için lineer olmayan bir model geliştirmiştir. Tırmıklarla yapılan işlemler sırasındaki kalite düşüşünün öncelikle yaprak kayıplarının bir sonucu olduğu ve bu sonucun da ham protein oranındaki düşüşe bağlı olduğu belirtilmiştir. Ortalama %26.3 nemde tırmıklarla yapılan işlemler için kuru madde kayıpları %3.5-26.8 arasında ortalama %10 olarak bulunmuştur. Farklı yıllarda tekrarlanan bu deneme sonuçlarına göre yıl, biçim sayısı ve tırmıkların işlem anındaki ilerleme hızı kayıplara etkili olmamıştır. Kayıplara etkili faktörler ise verim, tırmık tipi ve bitki nem içeriği olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kaybolan materyaldeki ham protein oranı %11.9-25.4 arasında ve ortalama %20.4 olarak bulunmuş ve bu değerler işlem anındaki bitki nem içeriği arttıkça azalmıştır. Ham protein kaybına yıl, biçim sayısı, tırmık tipi, verim ve tırmık hızı istatistiksel olarak etkili olmamıştır. Ham protein kayıpları %4.3-26.5 arasında ve ortalama olarak %10.9 olarak belirlenmiş ve %35'ten düşük nemlerde yapılan işlemler için ortalama %16.6 olan ham protein

kayıpları, %35' den yüksek nemlerde %7.1 oranında azalmıştır. Ham protein kayıpları kuru madde kayıplarına göre %3.1 puan daha fazla bulunmuştur.

Rotz ve Abrams (1988), yoncanın hasat ve depolanması sırasında ve iki işlem arasında yapılan makina uygulamalarıyla meydana gelen kuru madde kayıplarını ve ürün kalitesindeki değişimi belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada tarla kuruma kayıpları, yağmur yağmaması halinde %8-19 arasında ortalama olarak %3.2 olurken, yağmur yağması durumunda %3-34 arasında ortalama %11.2 olmuştur. Tarlada kuruma esnasında çözülmeden dolayı protein azalması olmakta ve yağmurla az da olsa protein kaybı vuku bulmaktadır. Biçilmiş yoncanın bir namluya toplanması işlemi sırasında tırmıklardan kaynaklanan büyük kayıplar ortaya çıkmaktadır. Araştırmada paralel çubuklu tırmıkla, 5.1 km/h ilerleme hızında, %35-45 nemdeki yoncanın namlu yapımı sırasında oluşan kuru madde kayıpları ile ürün verimi arasında ters orantılı bir ilişki bulunmuştur (Şekil 1.4). Yoncada verim kayıpları tırmıklama için %3.5, namlunun ters çevrilmesi işlemi için ise %0.8 olarak bulunmuştur. İlk tırmıklama sırasında hazmedilebilir kuru madde kayıpları %3.7

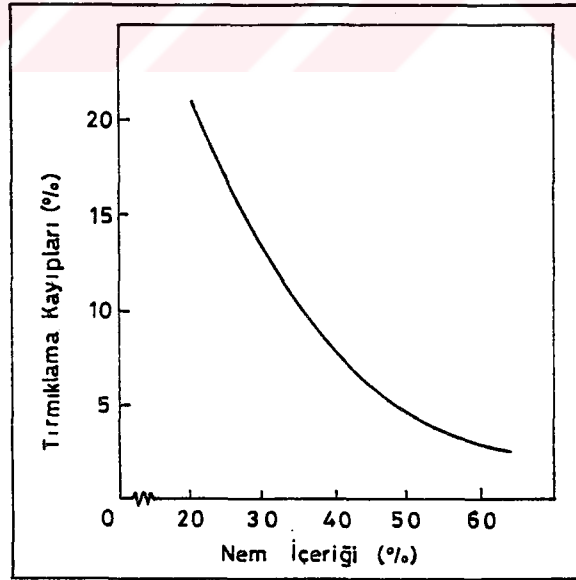


Şekil 1.4. Yoncanın namlu yapımı sırasında ürün verimi ile kuru madde kaybı arasındaki ilişki (Rotz ve Abrams, 1988)



ve ham protein kayıpları %3.8 olmuştur. Ortalama olarak toplam protein kaybı, kuru madde kaybıyla benzerlik göstermek suretiyle %6.6 olarak bulunmuştur. Ayrıca protein kaybının otun nem içeriğiyle ilişkili olmadığı vurgulanmıştır.

Hundtoft (1964), kuru ot hasat işlemlerinin kuruma hızı ve kayıplara etkilerini araştırmış, çalışmasında biçme ve ezme işlemi uygulanan materyalin %50 nemde, zincir bantlı yan tırmık, eğik tamburlu tırmık ve yıldız çarklı tırmık kullanılarak toplanması sonunda tırmıklama kayıpları %2-3 olmuş ve tırmıklar arasında bir fark bulunamamıştır. Aynı işlemler vurmali biçme makinasından sonra yapıldığında kayıplar %7-8 , otun tarladaki kuruması sırasında yağmura maruz kalması durumunda ise %14-15 civarında bulunmuştur. Farklı hızlarda, vurmali biçme makinasıyla biçme, tırmıklarla toplama ve balya yapma işlemleri sonunda belirlenen toplam kayıplar yönünden bir fark olmamasına rağmen, farklı hızlardaki biçme kayıpları ve farklı hızlardaki tırmıklama ve balyalama kayıpları arasında fark görülmüştür. Ayrıca yoncada toplama anındaki nem içeriğine bağlı olarak kayıpların değişimi Şekil 1.5' deki gibi ifade edilmiştir.



Şekil 1.5. Yoncada tırmıklarla toplama anındaki nem içeriğine bağlı olarak dökülme kayıpları (Hundtoft, 1964).

Bulgurlu (1980) ve Tosun ve Altın' a (1981) göre, biçilen yeşil yem bitkilerinin tarlada kurummasını sağlamak amacıyla tırmıklarla yapılan alt-üst etme, yayma ve namlu yapma gibi mekanik işlemler sırasında oluşan kuru madde kayıpları %2.5-35.0 arasında değişebilmektedir (Bastaban, 1982). Rees (1982) ise, ot hazırlama sırasında kuru madde kayıplarına neden olan işlemlerle ilgili değişik çalışmaların sonuçlarını özet halinde sunmuş ve ot hazırlama işlemleri sırasında oluşan toplam kuru madde kayıplarının %18-30 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

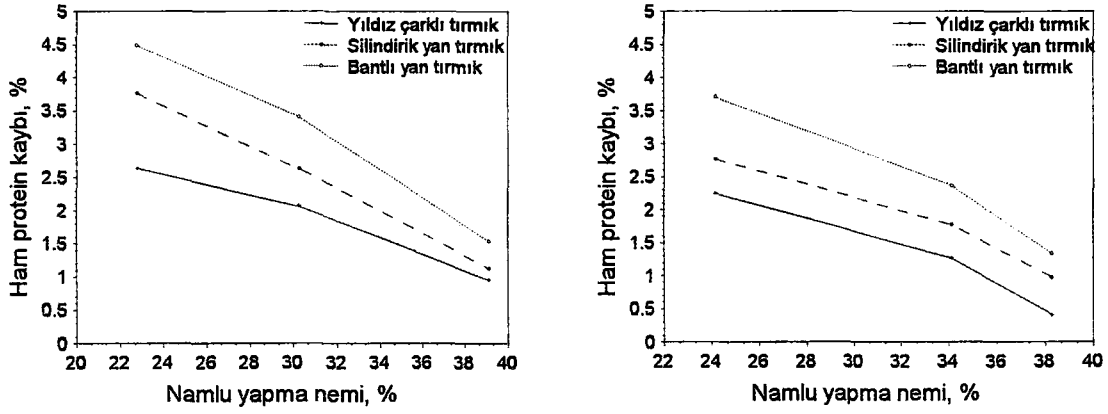
Klinner (1975a), yaptığı bir çalışmada, biçim ile balyalama arasında yapılan işlemler sırasında çayır otunda kuru madde kaybı %8.1-28.7 sınırları arasında ortalama %19.1, yoncada ise %24.2-54.5 sınırları arasında ortalama %38.9 olarak bulunmuş, bu değerler Klinner (1975b) tarafından yapılan bir başka çalışmada da belirtilmiştir.

Bender (1947) ve Davis, et al. (1951) tarafından yapılan araştırmalarda yoncanın biçiminden sonra silindirik yan tırmıkla namlu yapıp, nem oranı %25 iken balyalanması halinde maksimum kuru madde kayıpları (%36.0) olduğu saptanmış, yoncanın kuruması sırasında yağmurla ıslanması durumunda ise kayıpların %50' ye kadar çıktığı belirtilmiştir (Bastaban, 1982).

Tarlada biçim ve balyalama arasında, balyaların depolanması sırasında ve biçimden beslemeye kadar ortaya çıkan kuru madde ve besin değeri kayıplarının araştırıldığı bir çalışmada; balyalama kayıpları hariç, ortalama olarak kuru madde kaybı %13.7, ham protein kaybı %9.0, ham selüloz kaybı %10.4, hazmedilebilir organik madde kayıpları %18.3 ve hazmedilebilir ham protein kayıpları ise %17.2 olarak bulunmuştur. Bu kayıpların, toplam tarla kayıpların 2/3' sini oluşturduğu, geri kalan 1/3'lük kaybın ise balyalama sırasında meydana geldiği saptanmıştır (Rickaby, 1972).

Friesen' e (1978) göre, biçilmiş materyalin, tarlada kurumasını kolaylaştırmak amacıyla tırmıklanması, namlu yapılması ve namluların çevrilmesi sırasında oluşan kayıp miktarı, tırmık tipine, işlem anındaki nem içeriğine, verime ve bitki türüne bağlıdır. Yaptığı çalışmada kuru madde kaybını benzer nemlerde tırmıklanan çayır otu için %10-15, yonca için ise %15-25 arasında bulmuştur. Aynı çalışmada yanal hareketli tırmıklar için kuru madde kaybı %5-11, yıldız çarklı tırmıklar için ise %0-12 sınırları içerisinde bulunmuştur. Ayrıca %40 nemde tırmıklamada düşük kayıplar, %28 nemde tırmıklamada ise yüksek kayıplar görülmüştür (Macdonald ve Clark, 1987).

Bastaban (1982), yoncada biçim ve biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına olan etkilerini araştırmıştır. Araştırmada biçim sonrası işlemler için, çekilir tip silindirik yan tırmık, kuyruk milinden hareketli yaylı parmaklı bantlı yan tırmık ve asılır tip, hareketini yerden alan yıldız çarklı tırmık kullanılmış, bunlar kuru madde ve ham protein kayıpları bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toplam kuru madde kayıpları, tamburlu döner biçme makinasıyla biçilen ve yıldız çarklı tırmıkla namlu yapılan ve daha sonra balyalanan parsellerde 27.37 kg/da ile en az, makaslama kesme düzenli biçme makinasıyla biçilen ve yaylı parmaklı bantlı yan tırmıkla namlu yapıldıktan sonra balyalanan parsellerde ise 34.32 kg/da ile en yüksek kuru madde kaybını oluşturmuştur. Namlu yapımı sırasında ortalama en yüksek ham protein kaybı %22.75, nem oranında yaylı parmaklı bantlı yan tırmıkla oluşturulan namlularda %4.49, en az kayıp ise %38.26 nem oranında yıldız çarklı tırmıkla oluşturulan namlularda %4.1 olarak bulunmuştur (Şekil 1.6). Ayrıca namlu yapma ve balyalama nemi azaldıkça yoncada kuru madde ve ham protein kayıp oranlarında önemli ölçüde yükselme olduğu vurgulanmıştır.



Şekil 1.6. Yoncada değişik nemlerde namlu yapımı sırasında oluşan ham protein kayıpları (Bastaban, 1982)

Evcim (1982) yaptığı araştırmada, biçilmiş materyalin tamamen tarlada kurumasını öngören yonca hasat sisteminin, en önemli kesimini oluşturan kuruma olgusunun hava koşulları ile olan temel ilişkileri ve değişik biçim, biçim sonrası işlemlerin bu olguya etkilerinin belirlenmesini ana hedef olarak amaçlamıştır. Bu amaçla farklı çalışma kurallarına dayalı üç temel tip çayır biçme makinası bir şartlandırma etkili biçme-ezme makinası ve yıldız çarklı yan tırmık ile silindirik yan tırmık olmak üzere iki tip tırmık kullanılmıştır. Bu makinalarla oluşturulan sistemlerin kuruma hızı, kuru madde verimleri, kuru otun niteliği üzerindeki etkileri araştırılmış, bunlara ek olarak biçme makinalarının güç gereksinimleri ve ilerleme hızı ile güç tüketimi, anız yüksekliği ve namlu formu arasındaki ilişkiler üzerinde de durulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, biçme-ezme makinasının kullanıldığı sistemler hariç, saatlik nem kaybı iki tamburlu döner bıçaklı biçme makinasıyla biçilen materyalin silindiril yan tırmıkla alt üst edilmesi durumunda %1.73 ile en az, dört diskli döner bıçaklı biçme makinasıyla biçilen materyalin balyalama öncesi toplamaya kadar hiçbir uygulama yapılmaksızın bırakılması durumunda ise %2.73 ile en fazla olmuştur. Sonuçlar kuru madde kaybı yönünden incelendiğinde, en az kuru madde kaybı %9.4 ile iki tamburlu döner bıçaklı

biçme makinası ardından, materyalin silindirik yan tırmıkla alt üst edilmesi durumunda, en fazla ise %28.6 ile parmaklı biçme makinası ile biçilen materyalin hiç bir işlem yapılmaksızın balyalama öncesine kadar tarlada bırakılması durumunda ortaya çıkmıştır. Ham protein kaybı ise %9.5 ile en az parmaklı biçme makinasından sonra biçilen materyalin yıldız çarklı yan tırmıkla namlu yapılması durumunda, en fazla olarak da %26.6 ile dört diskli döner bıçaklı biçme makinası ardından, yıldız çarklı yan tırmıkla namlu yapılması işlemi sırasında bulunmuştur.

Klinner (1976), kuru ot için uygulanan mekanik ve kimyasal muameleler sırasında oluşan kuru madde kayıplarının, ürün çeşidine, olgunluğuna, bitki nemine, verimine, işlem zamanına ve iklimsel faktörlere bağlı olduğunu belirtmiş, ayrıca kuruma süresince oluşan solunumun, biçim sonrası uygulanan farklı işlemlerin ve bu işlemlerin uygulama sıklığının, yağmur miktarı ve sıklığının, ürünün fiziksel durumunun ve çözülebilir madde içeriğinin de kayıplara etkili olduğu vurgulanmıştır. Silaj yapmak amacıyla %70 nemin üzerinde hasat edilen çayır otu için tarla kayıpları %6, %60-70 nemde hasat sonunda %8 ve %50 nemde ise %13 olarak bulunmuştur. Biçilmiş materyalin depoda kurutulması amacıyla %30-45 nemde hasat edilmesi sonunda kayıplar %17 olmuştur. Ayrıca tamamen tarlada kurutma amacıyla çayır otunun %25 nemde hasat edilmesi sırasında %22, %15 nemde hasatta ise %27'lik kuru madde kaybının olduğu belirtilmiştir. Ayrıca namlunun toprak yüzey nemine temas etmesini önleyerek, kuruma için hava akımlarının oluşmasına yol açabilecek bir ızgara vazifesi gören anız yüksekliğinin ve homojenliğinin kuruma hızı üzerinde önemli etkisi olduğunu ifade etmiştir.

Spencer, et al. (1990), biçilmiş materyale tırmıklarla yapılacak muamele sayısı ile nem kaybı arasında lineer bir ilişki belirlemiş, kovaryete olarak kabul edilen başlangıç nem içeriği ve muamele sayısının kuruma hızına etkisini

istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. Araştırmada biçimden sonra uygulanan farklı işlemler için kuru madde kayıpları %8-17.4 arasında bulunmuştur.

McGechan (1989), yem bitkilerinin hasadı sırasında, tarlada uygulanan işlemler süresince ortaya çıkan kayıpları konu alan araştırmaları özetle sunmuştur. Araştırma sonuçlarını solunum kayıpları, yıkanma kayıpları ve mekanik kayıplar olmak üzere üç kategoride analiz ederek sonuçları karşılaştırmıştır. Namlu yapma, balyalama ve hasat sırasındaki işlemlerden dolayı oluşan mekanik kayıpları, dökülme ve toplama kayıpları olmak üzere iki ana başlık altında incelemiştir.

Banthien (1970), vurmali biçme makinasıyla biçilen çayır otuna %46 nemde tırmıklarla yapılan işlemler sonucunda kayıpların %5.3, ikinci kez %31 nemde işlemin tekrar edilmesi durumunda ise ilâveten %16.6'lık kuru madde kaybının olduğunu ve bu işlemler sırasında yoncada tüm kuru maddenin %30' una varabilen oranda yaprak kaybının olabileceğini belirtmiştir. Benzer bir çalışmada Beckhoff (1967), vurmali biçme makinasından sonra tırmıklarla yapılan işlemleri sırasında %12-55, parmaklı biçme makinalarından sonra ise %2-30 arasında kuru madde kaybının olduğunu belirtmiştir (McGechan, 1989).

Overvest'e (1977) göre, çayır otunun tarlada kuruması sırasında nemin %50'nin altına düşmesi durumunda, namluların çevrilmesi işleminde oluşan mekanik kayıplar, yayılmış materyalin havalandırılması sırasında oluşan kayıplara göre daha az olmakta, bu sebeple kurumanın son aşamalarında biçilen materyalin namlu olarak korunmasının gerekli olduğu vurgulanmaktadır (McGechan, 1989).

Koegel, et al. (1985), yonca hasadı sırasında çeşitli aşamalarda kullanılan makinaların kayıplara etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, ilk biçim sırasındaki kayıplar, ikinci ve üçüncü biçime göre oldukça az

bulunmuştur. Biçme, şartlandırma ve tırmıklama kayıpları toplam tarla kayıplarının %50' sini oluşturduğu ifade edilen araştırmada, yıldız çarklı tırmık %50 nemde kullanılmış ve yonca için kuru madde kayıpları %6.1 ile %27.1 arasında, ortalama olarak %15.7 bulunmuştur.

Beckhoff (1965), yonca namlularının değişik nem düzeylerinde kurumaya bırakılması, kurumayı hızlandırmak için günde birkaç defa çevrilmesi ve namlu yapılmasında oluşan kayıpları saptamak amacıyla yaptığı çalışmada, toplam kuru madde kayıplarının %4.4-26.8, ham protein kayıplarının %12.3-34.9, hazmedilebilir protein kayıplarının ise %27.0-45.6 arasında olduğunu belirlemiştir (Bastaban, 1982). Aynı çalışmada ot tırmığıyla her alt-üst etme işlemi için kitlede %5-6 oranında yaprak kaybının kaçınılmaz olduğu vurgulanmıştır (Tuncer, 1980).

Dale, et al. (1978), tarafından yonca hasat kayıpları için bir model oluşturmak amacıyla yapılan bu çalışmada modele, hava şartlarını içeren bilgiler, bitki çeşidi, nem ve farklı makina sistemleri dahil edilmiştir. Geliştirilen simulasyon modelinde hasat sırasında saat başına kuru madde kaybı hesaplanmaya çalışılmıştır. Model solunum süreci, biçme, tırmıklama ve balyalama işlemleri için kayıp eşitlikleri içermektedir. Kayıpların miktarına etki eden faktörler; güneş ışığı, rüzgar hızı, bitki yoğunluğu ve buharlaşma basıncı açığı gibi çevresel faktörler yanında makina, bitki çeşidi, nem içeriği ve çalışma hızı olarak alınmıştır. Tırmıklama kayıpları; yaprakların toplam ağırlığı, nem, tür, makina, ilerleme hızı, şartlandırma ve kayıp faktörleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Tırmıklar ile yapılan işlemler sırasında kontrol edilmesi gereken en önemli faktörün nem olduğunun belirtildiği bu araştırmada bitki gövdesi üzerinde yaprakları tutan sapların çabuk kurduğu ve oldukça kolay kırıldığı bundan dolayı da yapılan küçük mekanik muamelelerle bile kırılarak kayıpları artırdığı ifade edilmiştir. Tırmıklama işleminin hızlandırılması kayıpları yükseltmesine rağmen, 10 km/h'lık bir kritik hızdan sonra kayıplarda bir artışın olmadığı



belirtilmiştir. Araştırmada yıldız çarklı yan tırmıkla %60, %50, %44, %40, %30 ve %25 nemlerde yapılan işlemler sonunda bulunan kuru madde kayıpları sırasıyla %2.0, %2.5, %2.5, %3.1, %8.6 ve %12.2 olmuş, taraklı tırmıklarla %44 nemde oluşturulan namlularda ise kayıplar %3-3.5 arasında bulunmuştur

Hundtoft (1965), yem bitkileri hasat sistemi içerisinde kullanılan değişik yöntemlerin kuruma hızı ve kayıplara etkilerini ortaya koymaya çalışmıştır. Araştırmada eğik tamburlu tırmık ile %46 nemde namlu yapılması sırasında %7.5, %40 nemde %5.0, %28 nemde ise %11.2'lik yaprak kaybı oluşmuştur. Aynı sırayla toplam kuru madde kayıplar ise %16.1, %9.9 ve %20.1 olarak bulunmuştur. Yıldız çarklı tırmıkta %46, %40 ve %28 nemlerde sırasıyla %0.6, %0.1 ve %12.7'lik yaprak kaybı, %9.3, %5.6 ve %22.6'lık toplam kayıp oluşmuştur.

Wieneke' ye (1972) göre, yan tırmıkların yüksek çevre hızlarına sahip iş organları bitkiye çarptığında dökülme şeklinde kayıplara sebep olmakta, yerden hareketli yıldız çarklı tırmıkta ortalama %7-10 düzeyinde olan bu kayıplar nem oranı %30' un altına düştüğünde artmaktadır (Specht, 1969; Holt ve Lectenbeg, 1976; Evcim, 1982). Özellikle bitkinin işlem anındaki nem oranından ve hava sıcaklığından etkilenen bu kayıplar kuyruk milinden hareketli tırmıklarda daha da fazla olabilmektedir (Barrington ve Bruhn, 1970; Savoie, et al., 1982; Rotz, 1993).

Bölükoğlu ve Arın (1982), yoncada hasat kayıpları ve kaybı dikkate alarak makina seçimi üzerine yaptıkları çalışmada, hasat kayıpları; biçme kayıpları, dökülme ve ovalanma kayıpları, fermantasyon kayıpları, yağmur ve güneşin neden olduğu kayıplar olarak sınıflandırılmıştır. Yonca için tırmıklama işleminin nem oranı %40' a yaklaştığında bitirilmesi gerektiğinin vurgulandığı bu çalışmada, ortaya çıkan kayıpların bitki nem oranına, yoncanın biçildiği yerden namluya kadar sürüklendiği uzaklığa, ortalama sürüklenme hızına, tırmığın



yoncaya etkili olan hareketli organlarının çevre hızına ve ivmesine bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Araştırmaya göre kayıpların oranı %35' e çıkabildiği gibi %7-10 düzeyine kadar da düşebilmektedir. Kumar, et al. (1980) ise, yoncada materyal nemi ve hava sıcaklığının dökülme kayıplarına etkilerini incelemiş ve bunları modelle ifade etmiştir.

Kepner, et al. (1972), tırmıklama yeteneklerinin geliştirilmesinde veya karşılaştırılmasında göz önünde bulundurulması gereken etkenleri aşağıdaki gibi sıralamışlardır;

- Solma ve dökülme nedeniyle oluşan yaprak kayıpları,
- Tarla yüzeyinde toplanamadan kalan ot kayıpları,
- Namluların içerisine karışan, taş, toprak ve süprüntüler,
- Namluların sürekliliği ve düzgünlüğü.

Giles ve Routh (1951), silindirik tamburlu, eğik tambur başlı ve yıldız çarklı tırmıkların tarla performanslarını karşılaştırmak amacıyla, soya fasulyesi ve yonca tarlalarında, ortalama 7.7-9.5 km/h ilerleme hızlarında yaptıkları deneylerde, yıldız çarklı tip tırmığın kullanılması durumunda oluşan yaprak kaybı (%3.7), diğer iki tip tırmığın sebep olduğu kayıplardan (%17.4-17.9) önemli derece daha az bulunmuştur.

Bainer, et al. (1965), silindirik tamburlu, eğik tambur başlı ve yıldız çarklı tırmıkların hız vektörleri ve tırmıklama etkilerinin teorik karşılaştırmalarını yapmak için Giles ve Routh (1951) tarafından bu üç tip tırmık için denenmiş ve rapor edilmiş ölçüleri kullanmak suretiyle hesaplamalar yapmışlardır. Karşılaştırılan tırmıklar arasında silindirik tamburlu tipte teorik ot yolu diğerlerinden daha uzun bulunmuştur. Ayrıca aynı tırmıkta mutlak parmak hızının ortalama ot hızına oranı diğer iki tipte olduğundan daha yüksek olmuştur. Gerek teorik ot yolunun uzun olması, gerekse tırmık parmaklarının ota daha kuvvetli çarpmasının ifadesi olan hız oranının yüksek bulunmasının

kayıplar yönünden arzu edilmeyen iki özellik olduğu vurgulanmıştır. Eğik tambur başlı tırmıkta ot yolu en kısa, fakat ortalama ot hızı en yüksek bulunmuştur. Tırmıklar içerisinde kayıplara etkisi yönünden en iyi sonuç yıldız çarklı tırmık için elde edilmiş, bu tırmık için ortalama ot hızı ve hız oranı en düşük, ot yolu ise oldukça küçük bulunmuştur.

Biçilmiş materyale tırmıklarla yapılacak muameleler sırasında kayıpların az olması kadar iş başarısının yüksek, iş gücü ve maliyetin düşük olması da arzu edilmektedir. Bu amaçla kullanılan tırmıkların iş başarılarına, iş genişlikleri, çalışma hızı, bitkinin durumu, tarla koşulları ve makinanın teknik özellikleri etkili olmaktadır (Eliott, 1950; Specht, 1969)

Ot hasat makinalarının verim ve masraf yönünden değerlendirildiği bir araştırmada; 1 biçme makinası 4 tip biçme-şartlandırma makinası 3 tip ot tırmığı, 2 tip balya makinası 4 değişik taşıyıcı ve 2 depolama yöntemi, kapasite, işçilik ihtiyacı, yakıt gereksinimi, traktör ihtiyacı, kuru madde kaybı ve toplam maliyet yönünden karşılaştırılmıştır. Tırmık olarak paralel çubuklu, yıldız çarklı ve döner tırmıklar kullanılmıştır. Kullanılan tırmıklar içerisinde paralel çubuklu tırmıkta %3, yıldız çarklı tırmıkta %5 ve döner tırmıklarda ise %10 kayıp belirlenmiştir. Kullanılan tırmıkların üçünün de iş kapasitesi 1.78 ha/h, iş gücü ihtiyaçları ise 1 ton ürün için 0.19 h olarak belirlenmiştir. Kullanılan makinalar arasında en az yakıt gereksinimi 1 ton ürün için 0.58 litre ile tırmıklarda olup bu değer ortalama olarak üç tırmık için de değişmemektedir. Tırmıklar 20 BG'lük traktör ihtiyacı ile en az güç gereksinimi duyan makinalardır (Rotz, 1993).

Ülger (1977) yaptığı bir araştırmada; kaba yem olarak kullanılan yonca, korunga ve çayır otunun biçiminde, tarlada silaj yapılmasında, açık hava koşullarında kurutulmasında, toplanmasında, balyalanmasında ve taşınmasında Erzurum yöresi için mekanizasyon sorunlarını saptayarak, çözüm olanaklarını araştırmayı ve bölge koşullarında yem miktarı ve kalitesini

artıran, işgücü ve maliyeti en az duruma indirebilen yöntem ve makinaları belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada, biçmede 4, toplama ve tırmıklamada 5, silaj yapımında 1, balyalamada 7 ve taşımada 3 olmak üzere toplam 20 mekanizasyon kademesi denemeye alınmıştır. Denemeler yem bitkileri hasat devresi içerisinde yürütülerek her mekanizasyon kademesi için kullanılan alet ve makinaların çalışma özellikleri, çalışma hızları, zamandan yararlanma oranları, iş başarıları, işgücü tüketimleri ve maliyet verileri saptanmıştır. Ayrıca bölgede yeşil yem bitkilerinin açık hava koşullarında kurumaya bırakılarak balyalama için en uygun nem oranına (%20-25) gelebilme süreleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yem bitkilerinin biçiminden sonra toplama ve karıştırma sırasında el tırmığı yerine traktörle çekilen yanal hareketli tırmık kullanıldığında insan işgücünde %97.30 kazanç sağlanmış ve bu tırmığın ortalama 6.67 km/h ilerleme hızındaki iş başarısı 1.56 ha/h olarak bulunmuştur. Ayrıca bu tırmıkla yoncada 1.42 ha/h, korungada 1.60 ha/h ve çayır otunda 1.66 ha/h'lık iş başarısı elde edilmiştir. Çalışma sonunda, bölge şartlarına göre yeşil yemin tarlada, açık hava koşullarında az kayıpla ve kısa sürede kurutulabileceği vurgulanmıştır.

Rotz ve Muhtar (1992), yanal hareketli tırmıkların döner tırmıklara göre daha az güç gerektirdiğini belirterek, bu tırmıklar için tarladaki ilerleme hızına bağlı olarak güç gereksinimlerinin ifade edildiği bir eşitlik kullanmıştır. Bu eşitliğe göre, döner tırmıklarda birim iş genişliği başına güç gereksinimi 3.4-6.0 kW/m olarak verilmiş ve bu değerlerin %30-50' sinin tırmık mekanizmasını harekete geçirmek için kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca, havalandırma yapan tırmıklarda bu değerlerin 2.8-4.4 kW/m olduğu ifade edilmiştir. 5-10 km/h'lık bir hızda, 2.4 metrelik iş genişliği için yanal hareketli tırmıkların güç gereksinimi ise birim iş genişliği başına 0.15-0.38 kW/m olarak belirtilmiştir. Rotz ve Muhtar'ın (1992) bildirdiğine göre, Hunt (1983) benzer bir çalışmada yanal hareketli tırmıklar için bu değerleri 0.5-0.6 kW/m olarak vermiştir.

Evcim' in (1982) DLG raporları sonuçlarından bildirdiğine göre, yaklaşık 450 kg ağırlığındaki, yerden hareketli, 6 yıldız çarklı tırmığın çeki kuvveti gereksinimi 100-300 kp (0.98-2.94 kN) arasında değişmektedir. Ayrıca bu tırmığın pratikte erişebileceği ortalama 8-10 km/h ilerleme hızında en fazla 1.5-1.9 ha/h, ortalama olarak ta 1.4 ha/h'lık bir iş başarısına sahip olduğu ifade edilmektedir. Kadayıfçılar ve Yavuzcan (1969) tarafından, ot aktarma işinde iş genişliği 2.0-2.5 m olan tırmıklar kullanıldığında, gerek duyulan gücün 4-6 BG olacağı ve 1.65 ha/h iş başarısı elde edileceği bildirilmektedir.

Ülger ve Bastaban (1982), yonca hasadında biçim sonrası uygulanan toplama ve namlu yapma işlemlerinde el tırmığı, traktörle çekilen ot tırmığı (Beygir tarağı), yıldız çarklı yanal tırmık, zincir bantlı yanal tırmık ve silindirik tamburlu yanal hareketli tırmık kullanmış, bunların tarla koşullarındaki etkin çalışma genişlikleri, çalışma hızları, yakıt tüketimleri, günlük çalışma zaman etüdü, tarlada namlu haline getirilen yonca miktarı, iş başarısı, işçilik ve maliyet yönünden karşılaştırmalarını yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yoncanın biçimden sonra karıştırılması ve balyalama için namlu haline getirilmesinde en uygun tırmık, silindirik tamburlu yanal tırmık olarak bulunmuştur. Yıldız çarklı, zincir bantlı ve silindirik tamburlu yanal tırmık sırasına göre çalışma hızları; 7.16, 7.12 ve 7.02 km/h, iş başarıları; 1.57, 1.45 ve 1.71 ha/h, çalışma zamanı etkinliği ise aynı sırayla %90.77, %91.20 ve %90.65 olmuştur.

Arın (1982), kaba yem bitkilerinden yonca üretiminin hakim olduğu çeşitli büyüklükteki tarım işletmelerinde tarla verimi, ürünün su ve kuru madde oranı, yılda biçim sayısı gibi etmenlerin altında makina kullanım masrafına dayanarak işletmeye en az masrafla yonca hasat eden makina setlerini ortaya koymaya çalışmıştır. Tırmıkların düşük nemlerde dökülmeden dolayı yaprak kayıplarına sebep olduğu ve bu kayıpların miktarı; otun biçildiği yerden namluya kadar sürüklendiği uzaklık, ortalama sürüklenme hızı, ot hareket halinde iken tırmığın

yüksek çevre hızına sahip organlarının çarpması veya ivmelendirmesi ve yavaşlatması gibi faktörlerin etkisine göre değiştiği belirtilmiştir. Araştırmada biçim ve balyalama arasındaki işlemler için yıldız çarklı ot tırmığı ve silindirik yan tırmık kullanılmıştır. Hasat makinaları arasında en az masrafın yıldız çarklı tırmık için yapıldığı belirlenmiştir. Araştırmada MF-135 traktörü ile kullanılan yıldız çarklı tırmık için iş başarısı 1.03 ha/h, yakıt tüketimi ise 1.54 l/h, aynı traktörle kullanılan silindirik yan tırmık için iş başarısı 1.3 ha/h, yakıt tüketimi de 1.74 l/h olarak bulunmuştur. Aynı araştırmada MF-178 traktörü ile kullanılan yıldız çarklı tırmık için iş başarısı ve yakıt tüketimi sırasıyla 1.05 ha/h, 1.66 l/h, silindirik yan tırmık için ise 1.36 ha/h ve 1.79 l/h olmuştur.



## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

Bu bölümde, namlu yapma işlemlerine ilişkin mekanizasyon denemelerinin yürütüldüğü araştırma bölgesinin tarımsal yapısı hakkında genel bilgiler verilmiş, ayrıca yem bitkileri içerisinde yonca ve çayır otunun materyal bitki olarak seçilme nedenleri açıklanmıştır. Daha sonra ise, biçim ve balyalama arasındaki periyotta yonca ve çayır otunun namlu yapılması amacıyla materyal olarak kullanılan ot toplama tırmıklarının önemli özellikleri verilmiştir.

#### 2.1.1. Araştırma Bölgesinin Tarımsal Yapısı

Erzurum, ortalama 1396 m yüksekliğe sahip olan Doğu Anadolu Bölgesinin 1869 m ile en yüksek rakımına sahip ilidir. Anadolu'nun kuzeydoğusunda yer alan Erzurum, Artvin, Kars, Ağrı ve Erzincan'ın da içerisinde bulunduğu 5. Tarımsal Bölge'nin (Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi) en gelişmiş şehri olup, Türkiye'nin %3.2'sini kaplayan 2.5 milyon hektar alanıyla da bölgenin en fazla alana sahip bir ilidir.

Türkiye'nin yıllık sıcaklık ortalaması en düşük illerinden biri olan Erzurum'da şiddetli bir karasal ve yüksek yayla iklimi hakimdir. Kışlar uzun ve sert, yazlar ise sıcak ve kısa geçmektedir. Yıllık sıcaklık ortalaması 5.9 °C olup, önemli bölümü (%40) nisan, mayıs ve haziran aylarında düşen yağış ortalaması ise 500 mm'nin altındadır. Yörede en kurak ay ağustos ayıdır. Bölge için yem bitkileri mekanizasyonu açısından önemli olan meteorolojik değerler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Erzurum ilinde tarımsal alanların yükseltisinin fazla, bitki yetiştirme döneminin kısa ve iklim gibi doğal koşulların olumsuz olması ve bölge için bitkisel üretimin

Tablo 2.1. Erzurum iline ait 1985-1996 yılları arası ve uzun yıllar ortalaması olarak meteorolojik değerler (Anon., 1996c).

Meteorolojik Değerler	Aylar												Yıllık (1)	Yıllık (2)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ortalama sıcaklık (°C)	-9.9	-10.2	-3.7	5.1	10.6	14.5	19.0	19.1	13.9	7.2	-1.2	-7.4	4.8	5.9
En yüksek sıcaklık ortalaması (°C)	-4.5	-3.5	1.9	12.0	17.3	21.9	26.8	27.6	23.2	15.1	5.1	-2.2	11.7	11.5
En düşük sıcaklık ortalaması (°C)	-16.0	-16.1	-9.1	-0.6	3.3	6.0	10.0	9.5	4.2	0.1	-6.4	-11.9	-2.3	0.5
En yüksek sıcaklık (°C)	6.0	6.3	15.4	22.5	27.2	30.1	34.1	34.6	30.3	25.0	17.8	11.2	34.6	34.6
En düşük sıcaklık (°C)	-34.6	-37.0	-32.2	-12.7	-5.3	-0.8	-1.8	-1.1	-6.8	-12.6	-28.0	-35.0	-37.0	-37.0
Ortalama nisbi nem (%)	79.5	79.1	76.7	68.0	63.7	60.6	56.6	53.3	54.8	67.6	77.5	81.5	68.2	64
Ortalama toplam yağış (mm)	19.0	23.9	24.2	48.2	56.1	39.8	23.6	11.6	18.5	48.8	34.9	31.3	379.9	444.8
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	2.2	2.3	2.5	3.4	3.3	2.8	3.7	3.3	2.8	2.4	2.0	2.0	2.7	2.4
Ortalama buhar basıncı (mBar)	2.6	2.7	3.9	6.0	8.0	9.9	12.2	11.2	8.2	11.2	4.6	3.3	7.0	6.2
Ortalama toprak üstü min. sıcaklık (°C)	-15.9	-16.1	-10.6	-1.5	1.3	4.3	8.0	7.1	3.1	-2.0	-7.7	-13.2	-3.6	-3.6
Ortalama güneşlenme süresi (h)	2.7	3.5	5.0	6.2	7.8	9.8	11.1	10.5	8.9	6.2	3.7	2.0	2354	2500
Ort. güneş ışınımı şiddeti (cal/cm <sup>2</sup> ·gün) *	222.9	333.9	370.2	402.0	541.3	594.0	578.2	534.0	345.5	314.5	275.5	148.8	388.4	480.0
Ortalama buharlaşma (mm)	-	-	-	-	127.1	159.0	226.3	223.2	147.0	18.6	-	-	901.2	1059

(1) 1985-1996 yılları arası yıllık meteorolojik değerler

(2) Uzun yıllar yıllık ortalaması meteorolojik değerler

\* 1996 yılına ait aylık ortalamalar



karlı olmaması (Yavuz vd., 1996) nedeniyle hayvansal üretim bitkisel üretime göre daha çok ön plana çıkmıştır. Fakat mer'aların temmuz ayı sonlarına doğru kuruyarak yem kalitesini önemli derecede kaybetmesi nedeniyle bölgede yaz aylarında tamamen mer'a ya dayalı hayvancılık yapmak pek mümkün olmamaktadır (Koç ve Gökkuş, 1996). Bu nedenle, yaz aylarında ortaya çıkan kaba yem açığı ile birlikte sekiz aylık kış periyodunda hayvanları ahır ve ağıllarda beslemek için de çok önemli bir miktarda kaba yeme ihtiyaç duyulmaktadır (Serin vd., 1991).

Yapılan bir araştırmada Erzurum'un da içerisinde bulunduğu 5. Tarımsal Bölge (Kuzeydoğu) için yem bitkileri üretiminin diğer tarla bitkilerine göre daha karlı olduğu ve buna bağlı olarak yıllara göre yem bitkileri ekim alanlarının arttığı belirtilmiştir (Yavuz vd., 1996). Buna rağmen Kuzeydoğu bölgesi BBHB' ne (Büyük baş hayvan birimi) düşen ekili alanda 0.7 dekar ile beşinci sırada yer almaktadır. Tarla tarımı içerisinde yapılan yeşil ot üretiminde ilk, kuru ot üretiminde ise ikinci sırada yer alan Kuzeydoğu bölgesi içerisinde, gerek BBHB'ne düşen alan (0.78 da) yönünden, gerekse yeşil ot üretimi (1071.0 kg/BBHB) ile Erzurum ilk sırada, kuru ot (317.7 kg/BBHB) üretiminde ise ikinci sırada yer almaktadır (Anon., 1993). Bölge çayır ve mer'a alanları yönünden Güneydoğu bölgesinden sonra ikinci sırada yer almasına karşın, bu alanlardan elde edilen kuru ot miktarıyla ilk sırada yer almaktadır (Baysal vd., 1995).

Erzurum ilindeki mevcut çayır-mer'a alanlarından 1 073 923 ton, tarla tarımı içinde yapılan yem bitkileri üretiminden ise 143 612 ton kuru ot elde edilmektedir (Anon., 1995). Bölgede hayvanların 7-8 ay mer'aya çıkmayıp içeride beslendiği ve BBHB'ne günlük ortalama 10 kg kaba yem gerekli olduğu dikkate alınırsa (Yavuz vd., 1996), 450 078 BBHB'ne (1 BBHB=500 kg canlı ağırlığa sahip inek) sahip olan Erzurum ili için kaba yem açığının 425 250 ton olduğu anlaşılabilmektedir. Yem bitkileri üretiminin karlılığından dolayı yıllara göre ekim alanlarında ortaya çıkan artışın bölge için yem açığını kapatacak

seviyede olmaması, yem bitkileri üretimi ile birlikte üretimin değişik aşamalarında ortaya çıkan kayıpları azaltıcı önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Yem bitkileri yetiştiriciliğinin durumunu ifade etmek amacıyla Erzurum ili arazi varlığının kullanım alanlarına göre dağılımı Tablo 2.2'de, tarım alanlarının yetiştirilen bitkiye göre dağılımı ise Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.2. Erzurum ili arazi varlığı ve kullanım alanlarına göre dağılımı  
(Anon., 1995)

Arazinin kullanım biçimi	Arazi miktarı (ha)	Toplam arazi içindeki payı (%)	Tarım arazisi içindeki payı (%)
Tarım amaçlı kullanılabilir alan	393 668.00	15.71	100.00
Tarım amaçlı kullanılan alan	293 514.22	11.70	74.55
Ekilen alan	217 739.00	3.68	55.31
Nadasa bırakılan alan	73 972.00	2.95	18.79
Meyve bahçeleri alanı	1 048.50	0.04	0.26
Sebze bahçeleri alanı	754.72	0.03	0.19
<b>Çayır-mer'a alanları</b>	<b>1 680 631.00</b>	<b>67.05</b>	-
Orman, koru ve fundalıklar	210 680.00	8.40	-
Sanayi tesisleri ve iskan alanları	22 727.00	0.91	-
Kullanılmayan arazi	198 894.00	7.93	-
Toplam alan	2 506 600.00	100.00	-

Tablo 2.3. Erzurum ili tarım alanlarının yetiştirilen bitkiye göre dağılımı  
(Anon., 1995)

Arazinin kullanım biçimi	Ekiliş alanı (ha)	Ekiliş alanı içindeki payı (%)
Tarla bitkileri ekiliş alanı	217 739	100.00
Tahıl-hububat	162 744	74.74
Baklagil	2 653	1.22
Sınai bitkileri	6 531	3.00
Yağlı tohumlar	2 972	1.36
Yumru tohumlar	10 504	4.3
<b>Yem bitkileri</b>	<b>32 335</b>	<b>14.85</b>
<b>Yonca</b>	<b>15 641</b>	<b>48.37</b>
Korunga	9 187	28.41
Fiğ	7 507	23.22

### 2.1.2. Bitki

Araştırmada yonca ve çayır otu materyal bitki olarak seçilmiştir. Yonca, yüksek verimi ve biyolojik değerinin yanı sıra hayvan beslemede önemli protein kaynağı olması, geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması, ekim sistemlerinde kendisinden sonra gelen mahsulün verimini artırması, bazı çeşitlerinin olatmaya dayanıklı olması, bazı buğdaygillerle karışım oluşturabilmesi, uzun ömürlü ve biçim sayısının yüksek olması nedeniyle ülkemizde en fazla tarımı yapılan yem bitkilerinden biridir.

Ülkemiz yem bitkileri ekim alanının (fiğ, burçak, yonca, korunga) %39.4'lük kısmında ekimi yapılan yonca, tarla arazilerinde ekili olan yem bitkilerinden üretilen yeşil otun %74.3'ünü, kuru otun da %68.5'ini oluşturmaktadır (Anon., 1996a). Erzurum'un da içinde bulunduğu Kuzeydoğu Tarım Bölgesi ekilen yem bitkileri alanı açısından %7.9'luk paya sahiptir (Anon., 1993). Bölge şehirleri içerisinde yem bitkileri ekim alanı yönünden %34.6 ile Erzurum'un ilk sırayı alması ve yem bitkileri üretimi için ayrılan alanın %48.4'ünde yonca ekiminin yapılması araştırmada materyal bitki olarak yoncanın seçilmesini gerekli kılmıştır (Anon., 1995).

Türkiye'deki kaba yem kaynağı olan doğal vejetasyon alanının %3'ü ot biçmek suretiyle yararlanılan çayırlardan, %97'si ise hayvan olatmak suretiyle yararlanılan mer'alardan oluşmaktadır (Tosun, 1996). Ülkemiz çayırlarının %47.2'si, çayır ve mer'a alanları toplamının ise %41'i Doğu Anadolu Bölgesinde bulunmakta, bölge çayır ve mer'a alanlarının ise %8.7'si Erzurum'da yer almaktadır. Hayvanların protein ihtiyaçlarının %70'e yakını, enerji ihtiyaçlarının ise %60' dan fazlasını sağlayan çayır-mer'a alanlarının (Emsen, 1992; Özen vd., 1993; Okatan ve Yüksek, 1997) Erzurum için toplam arazi içerisindeki payının %67.05'i bulması ayrıca bitki kompozisyonu içerisinde yem

değeri olarak mer'alarda ve çayırlarda iyi otlar sınıfına giren bitki türlerinin bulunması nedeniyle çayır otu ikinci bitki olarak seçilmiştir.

Deneme alanı olarak seçilen çayırların bitki kompozisyonu içerisinde mer'alarda iyi otlar, çayırlarda ise orta kalite otlar sınıfına giren çayır salkım otu (*Poa pratensis*), mer'alar için iyi otlar sınıfına giren çayır tilki kuyruğu (*Alopecurus pratensis*), çayırlar için iyi otlar sınıfına giren Çayır üçgülü (*Trifolium pratense*), Ak üçgül (*Trifolium repens*), Melez üçgül (*Trifolium hybridum*), Tek yıllık yonca (*Medicago polymorpha*) ve orta kalite otlar sınıfına giren Tarla ayrığı (*Agropyron repens*) ile fena otlar sınıfına giren Çayır arpası (*Hordeum nodosum*) gibi türler (Özen vd., 1993; Gökkuş ve Koç, 1996) bulunmaktadır. Materyal bitki olarak seçilen yonca ve çayır otunun besin madde kompozisyonu Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4. Yonca ve çayır otunun besin madde kompozisyonu (Turhan, 1973; Serin ve Tan, 1996)

	Ham Protein	Ham Selüloz	Ham Yağ	Ham Kül	THBM *
Yonca	17.1-25.06	26.44-36.11	1.7	10.0-15.56	50.62-58.0
Çayır otu	7.18-14.46	29.63-43.15	1.84-3.23	9.29-15.37	50.0-69.0

\* THBM : Toplam hazmolunabilir besin maddeleri

### 2.1.3. Araştırma Materyali Olarak Seçilen Ot Toplama Tırmıkları

Ot toplama tırmıkları, kaba yem üretimi sırasında kullanılan makinalar içerisinde önemli bir yere sahiptir. Biçilerek tarlaya bırakılmış yeşil otun namlu yapılması, otun kısa sürede ve düzenli olarak kurumasının sağlanması amacıyla yayılması ve alt-üst edilmesi gibi işlemleri yapan bu tırmıklar, kullanım şekillerine, yapısal özelliklerine, çalışma prensiplerine ve işlevlerine göre değişik adlar alabilmektedir. Özellikle yem bitkileri üretimi açısından gelişmiş tarım ülkelerinde imalatı yapılan ve yaygın olarak kullanılan değişik tip kuyruk

milinden hareketli tırmıkların bulunmasına rağmen, ülkemizde 1996 verilerine göre mevcut 56 914 adet ot tırmağının (%3'ü Erzurum'da) hemen hemen tamamı çekilir tip yıldız çarklı tırmıklardan oluşmaktadır. Mevcut duruma göre tırmıklar, kaba yem üretiminin değişik aşamalarında kullanılan diğer makinalar arasında sayısal olarak ilk sırada yer almaktadır.

Araştırmada, bölge itibariyle kullanımına rastlanmamış, Çok elemanlı döner taraklı tırmık, Çok amaçlı döner tırmık ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık gibi kuyruk milinden hareketli tırmıklarla birlikte, çekilir tip tırmıklardan yöre çiftçileri tarafından da yaygın olarak kullanılan Yıldız çarklı yan tırmık ve Atatürk Üniversitesi İşletme Müdürlüğü arazilerinde kullanılan Silindirik yan tırmık olmak üzere 5 değişik tip tırmık materyal olarak kullanılmıştır.

### **2.1.3.1. Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)**

Hareketini traktör kuyruk milinden alan ve traktörün hidrolik kaldırma sistemine üç noktadan bağlanan asma tip, 4 rotorlu bir döner tırmıktır. Tırmağın şekli Şekil 2.1'de, tırmağa ait teknik özellikler ise Tablo 2.5'te verilmiştir. Tırmık yatay düzlemde dönen 4 dairesel göbek sacı çevresine civatalarla bağlanmış lama demirlerinden oluşmaktadır. Lama demirleri ucuna yer düzlemine göre düşey pozisyonda çalışabilecek şekilde birer çift parmak monte edilmiştir. Parmakların namlu yapma ve yayma olarak iki pozisyonda ayarlanması mümkündür. Her bir rotor birer taşıyıcı tekerlek üzerinde hareket etmektedir. Bu tekerlekler ile rotor ünitelerinin yere olan mesafeleri ayarlanabilmektedir.

Sol ve sağ uçlardaki iki rotor diğerlerine mafsallı olarak bağlanmış olup, yol durumunda dik konuma getirilmek suretiyle sabitlenebilmektedir. Bu iki rotorun yol ve iş konumuna getirilmesi traktör hidroliği ile yapılabildiği gibi elle de yapılabilmektedir. Tırmık çatısı, üç nokta asma düzeni çatısına dörtgen şase profille bağlanmış olup, çatı bir mesnet ayağına sahiptir. Rotorlar iş genişliği

boyunca arazi engebelerine uyabilecek şekilde serbest hareket edebilmektedir. Hareket iletimi, traktör kuyruk mili ve kardan mili aracılığıyla tırmık çatısının orta noktasından ana tahrik miline, buradan da istavroz dişlileri ve boru içerisindeki bir mil aracılığıyla sağ ve soldaki rotora iletilmektedir. Çalışma anında her iki rotor arkasında oluşturulan iki namlunun düzgünlüğü, çatıya monte edilmiş namlu perdeleriyle sağlanmaktadır.



Şekil 2.1. Çok elemanlı döner taraklı tırmık

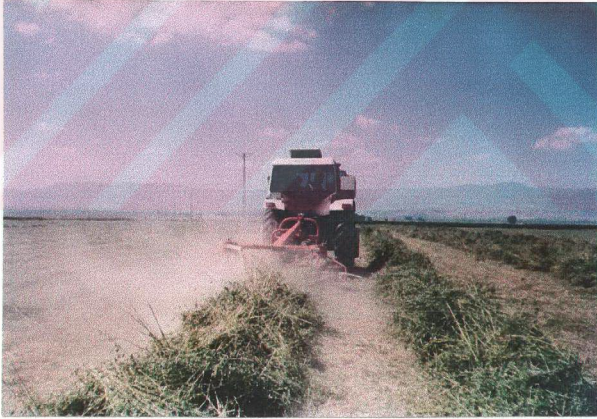
Tablo 2.5. Çok elemanlı döner taraklı tırmığın teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
İş genişliği, mm	5500
Kuyruk mili devri, min <sup>-1</sup>	540
Rotor sayısı, adet	4
Göbek sacı çapı, mm	700
Parmakların dönme anında oluşturduğu dairenin çapı, mm	1420
Her bir rotordaki parmak sayısı, adet	8 çift
Parmak çapı, mm	9
Taşıyıcı tekerlek sayısı, adet	4
Traktöre bağlantı şekli	Kategori ' I ' veya ' II '



### 2.1.3.2. Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)

Hareketini traktör kuyruk milinden alan ve traktörün hidrolik kaldırma sistemine üç noktadan bağlanan, asma tip, iki rotorlu bir döner tırmıktır (Şekil 2.2). Tırmık yatay düzlemde dönen iki rotor çemberi üzerine dizilmiş yaylı parmaklardan oluşmaktadır. Rotorlar 83 mm çapında bir boru ile birbirine irtibatlanmış olup iki rotor arasındaki hareket iletimi bu boru içerisinden yapılmaktadır. Boru orta noktasından iki civata ile üç nokta asma düzeni çatısına dörtgen bir şase profille bağlanmıştır. Parmaklar rotor çemberine yaylı ve mafsallı olarak bağlanmış olup, dönme esnasında, merkezkaç etki ile dışarı doğru açılarak iş konumuna gelmektedir. Çalışma esnasında yatay düzlemde dönen parmakların rotor çemberi üzerindeki yerlerinde, namlu yapma ve yayma olarak iki pozisyonda ayarlanması mümkündür.



Şekil 2.2. Çok amaçlı döner tırmık

Hareket iletimi traktör kuyruk milinden, kardan mili aracılığıyla sağdaki rotorun ana tahrik miline, oradan istavroz dişlileri ve bir mil ile diğer rotora iletilmektedir. Rotor çemberleri birer taşıyıcı tekerlek üzerinde hareket



etmektedir. Bu tekerlekler ile rotor çemberinin yer düzlemine olan mesafesi ayarlanabilmektedir. Rotorlar arasında oluşan namlunun düzgünlüğü, rotor çatılarına monte edilmiş iki namlu perdesi ile sağlanmakta ve bunlar oluşturulacak namlu genişliğine göre ayarlanabilmektedir. Ayrıca dörtgen şase profil üzerinde, biçilmiş materyalin iki ünite arasında çarpışmasını önleyen ve materyali iki rotora eşit olarak bölen bir ayırıcı bulunmaktadır. Üç nokta asma çatısı üzerinde ise bir mesnet ayağı vardır. Tırmığa ait teknik özellikler Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6. Çok amaçlı döner tırmığın teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
İş genişliği, mm	3000
Kuyruk mili devri, d/dk	350-540
Rotor sayısı, adet	2
Rotor çemberi çapı, mm	980
Parmakların açılma anında oluşturduğu dairenin çapı, mm	1500
Her bir rotordaki parmak sayısı, adet	10 çift
Parmak çapı, mm	9
Taşıyıcı tekerlek sayısı, adet	2
Tekerlek ölçüleri, cm	15x6.00-6 4PR
Traktöre bağlantı şekli	Kategori 'I' veya 'II'

### 2.1.3.3. Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)

Hareketini traktör kuyruk milinden alan ve traktörün hidrolik kaldırma sistemine üç noktadan bağlanan asma tip bir yan tırmıktır (Şekil 2.3). Tırmık çatısı biri önde, ikisi arkada olan üç adet denge tekerleği üzerine bağlanmıştır. Öndeki tekerlek iş durumunda yukarı kaldırılıp bir pim ile sabitleşirken, arkadakiler yöneltgen teker olarak yere temas ederek dönmektedir.

Toplama işini gören tırmık parmakları, birbirine paralel ve ilerleme yönüne dik olarak dönen iki banda bağlı paletler üzerine dizilmiştir. Kuyruk milinden gelen hareket bir kayış-kasnak düzeniyle bantlara iletilmektedir. Bant üzerinde dönen parmakların yerden yükseklikleri, tırmık çatısının, bağlı olduğu arka iki tekerlek kolları üzerinde aşağı-yukarı hareket ettirilmesiyle ayarlanabilmektedir. Namlu, parmakların biçilmiş materyali sağdan sola doğru iterek, tırmık çatısına bağlı bir perde arasında biriktirmesiyle oluşturulmaktadır. Tırmığa ait teknik özellikler Tablo 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık

Tablo 2.7. Yaylı parmaklı bantlı yan tırmığın teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
İş genişliği, mm	2000
Bant sayısı, adet	2
Palet sayısı, adet	11
Her paletteki parmak sayısı, adet	2 çift
Parmak çapı, mm	6
Denge tekerleği sayısı, adet	3
Traktöre bağlantı şekli	Kategori ' I ' veya ' II '

#### 2.1.3.4. Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)

Denemelerde kullanılan yıldız çarklı tırmık, yerden hareket alan, traktörün hidrolik kaldırma sistemine üç noktadan bağlanan asma tip bir yan tırmıktır (Şekil 2.4). Tırmık çatısı biri ana, diğer ikisi yan çatı olmak üzere üç ayrı dirseklili çatıdan oluşmaktadır. Her üç çatı bağlantı yerlerinden kendi eksenleri etrafında dönebilecek şekilde birbirlerine birer flanş ile bağlanmış olup, konumlarının muhafazası pim ve tespit mandalları yardımıyla sağlanabilmektedir. Ayrıca dirseklili ana çatı 90 mm çapında bir boru ile üç nokta asma düzeni çatısına mafsallı olarak bağlanmıştır.



Şekil 2.4. Yıldız çarklı yan tırmık

Tırmığın namlu yapma, namlu yayma, alt-üst etme gibi değişik işlemleri yapabilmesi için her yıldız çarkın çatı ile olan bağlantısı bozulmadan sadece çatıların birbirlerine göre konumları değiştirilebilmektedir. Her çatı kendi eksenleri etrafında 180 derece çevrilip tespit mandalları ve pimler ile kilitleme yapılabilmektedir. Tırmığın üç nokta asma düzeninde dördü iş, biri yol konumu ayar deliği ve bir tespit pimi bulunan bağlama çatısıyla çatıların birbirlerine göre

konumları değiştirilmeden makinanın yön açısı dolayısıyla iş genişliği değiştirilebilmektedir. Üç nokta asma düzeni çatısında ayrıca bir mesnet ayağı vardır.

Tırmığın esas iş organı olan yıldız çarklar " S " formunda elastik çelik parmaklarla donatılmıştır. Parmaklardan her dört tanesi civata+somun ve lama demiri yardımıyla göbek sacına sabit olarak bağlanmıştır. Her yıldız çark serbest dönebilecek şekilde rulmanlarla çatıya yataklandırılmıştır. İş süresince tüm yıldız çarkların aynı seviyede çalışabilmesi için tırmık çatısının uzunlamasına ve enine yatay ayarları traktörün üst ve yan bağlantı kolları yardımıyla yapılabilmektedir. Yıldız çarklı yan tırmığa ait teknik özellikler Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8. Yıldız çarklı yan tırmığın teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
İş genişliği, mm	2600
Yıldız çark sayısı, adet	4
Yıldız çarkın çapı, mm	1440
Her bir yıldız çarktaki parmak sayısı,adet	40
Parmak çapı, mm	7
Göbek sacı çapı, mm	300
Traktöre bağlantı şekli	Kategori ' I ' veya ' II '

### 2.1.3.5. Silindirik Yan Tırmık (S)

Traktörle çekilir tip bir yan tırmıktır (Şekil 2.5). Tırmık çatısı önde iki ve arkada iki olmak üzere 4 tekerlek üzerine yerleştirilmiştir. Arka iki tekerlek yöneltgen vazifesi görmektedir. Tırmığın toplama işini gören parmaklar kirişler üzerine monte edilmiştir. Bu kirişler, hareketini ön sağ tekerlekten bir dişli kutusu sistemiyle alan dört köşe bir toplayıcı dolabı oluşturmaktadır. Tırmık hareket yönüyle 47 derecelik sabit bir açı yapmaktadır.





Şekil 2.5. Silindirik yan tırmık

Tırmık, iş ve yol durumunu ayarlayabilmek için dolabın yere göre seviyesini değiştirebilen bir düzeneğe sahiptir. Ayrıca, yol durumunda ön sağ tekerlekten tırmık mekanizmasına olan hareket iletimi bir düzenek yardımıyla kesilebilmektedir. Silindirik yan tırmığa ait teknik özellikler Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9. Silindirik yan tırmığın teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
İş genişliği, mm	2200
Parmakların bulunduğu kiriş sayısı, adet	4
Bir kirişteki yaylı parmak sayısı, adet	16 çift
Parmak çapı, mm	6
Tekerlek sayısı, adet	4
Ön tekerleklerin ölçüsü, inch	4.0 - 36
Ön tekerleklerin çapı, mm	1130
Yöneltilen tekerleklerin çapı, mm	430
Yön açısı, derece	47 <sup>0</sup>
Traktöre bağlantı şekli	Çeki kancası

#### 2.1.4. Araştırmada Kullanılan Biçme Makinası

Araştırmada gerek yonca gerekse çayır otu için bütün parsellerdeki biçme işlemini tamburlu tip biçme makinasıyla yapılmıştır (Şekil 2.6). İki tamburlu döner bıçaklı biçme makinasının biçme düzeni, disk biçimindeki üniteler üzerine yerleştirilmiş bıçak yapraklarından oluşmaktadır. Disklere bağlı olan miller hareketini " V " kayışıyla traktör kuyruk milinden almaktadır. Bu makinarya ait bazı teknik özellikler Tablo 2.10'da verilmiştir.



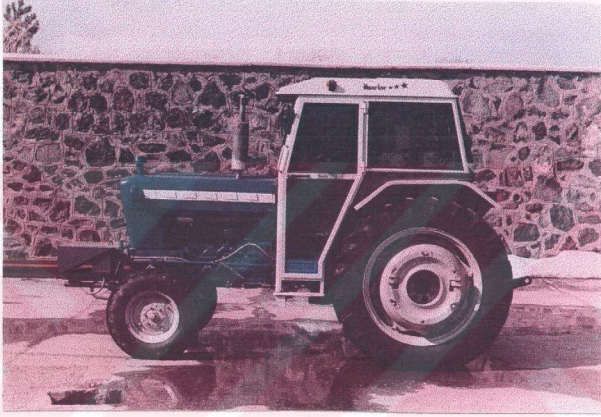
Şekil 2.6. Tamburlu, döner bıçaklı biçme makinası

Tablo 2.10. Tamburlu döner bıçaklı biçme makinasının teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
Efektif iş genişliği, mm	1450
Kuyruk mili devri, d/dk	540
Disk devri, d/dk	1920
Her bir diskteki bıçak adedi	3
Birinci kademe tahrik	4 adet " V " kayışı
İkinci kademe tahrik	Gresli dişli kutusu
Traktöre bağlantı şekli	Kategori ' I ' veya ' II '

### 2.1.5. Araştırmada Güç Kaynağı Olarak Kullanılan Traktör

Araştırma materyali olarak seçilen tırmıklar için güç kaynağı olarak Ford 5000 traktörü (Şekil 2..7) kullanılmıştır. Bu traktöre ait teknik özellikler Tablo 2.11'de verilmiştir.



Şekil 2.7. Tırmıklar için güç kaynağı olarak kullanılan traktör

Tablo 2.11. Güç kaynağı olarak kullanılan traktörün teknik özellikleri (Anon., 1975)

Teknik Özellikler	
Modeli	5000 Dsl.
Motor silindir çapı ve stroku, cm	11.2 x 10.7
Motor silindir sayısı, adet	4
Motor silindir hacmi, cm <sup>3</sup>	4195
Motor devri, min <sup>-1</sup>	2100
Motor sıkıştırma oranı	1/16.5
2100 min <sup>-1</sup> 'lık motor devri için	
Maksimum güç, kW	49.4
Traktör kuyruk mili devri, min <sup>-1</sup>	597
Yakıt tüketimi, l/h	19.76
540 min <sup>-1</sup> 'lık standart kuyruk mili devri için	
Maksimum güç, kW	47.2
Motor devri, min <sup>-1</sup>	1901
Yakıt tüketimi, l/h	18.16
%50 yüklenme ve 7.8 km/h hız için	
Geliştirebileceği çeki gücü, kW	25.6
Yakıt tüketimi, l/h	13.17



## 2.2. YÖNTEM

### 2.2.1. Denemelerin Düzenlenmesi ve Yürütülmesi

Deneme alanı, Erzurum ovası içerisinde yer alan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği arazilerinde, 4 numaralı sulama kuyusu çevresindeki yonca ve çayır otu yetiştirilen alanlardan seçilmiştir. Denemeler yonca ve çayır otu için ayrı ayrı olmak üzere bölünmüş parseller düzenlenmesinde, şans bloklarına göre 3 blokta yürütülmüştür (Evcim, 1982; Akbulut, 1996). Materyal olarak seçilen ot toplama tırmıkları ana, 3 farklı namlu yapma nemi ise alt parsellere dağıtılmak üzere deneme alanları, 5 x 3 bölünmüş parseller deney tertibine göre 3 blok olarak 45 parsel bölünmüştür. Parseller her işlem için genişliği 15 m, uzunluğu 50 m olacak şekilde standart olarak düzenlenmiştir.

Denemeler, 1996 yılı hasat mevsiminde, yonca için 2-5 Temmuz, çayır otu için ise 12-15 Temmuz tarihleri arasında yapılmış ve denemeler süresince havanın nisbi nemi ve sıcaklığı kaydedilmiştir. Yonca ve çayır otunun tamburlu tip döner bıçaklı biçme makinasıyla biçiminden sonra tırmıklarla, ortalama %40-50 (N1), %30-40 (N2) ve %20-30 (N3) nem seviyelerinde (Hundtoft, 1964; Specht, 1969; Rotz ve Sprott, 1984; Rotz, 1993) namlu yapılmıştır. Beş tırmık için de ortalama çalışma hızı sınırları içerisinde yer alan 7 km/h'lık ilerleme hızında kullanılan tırmıkların, mekanizasyon açısından etkinliğini ortaya koymak amacıyla güç tüketimleri ve iş başarıları belirlenmiştir. Ayrıca namlu yapma işlemleri sırasında oluşan kuru madde ve ham protein kayıpları saptanmış ve oluşturulan namlularda deneme süresince nem tayini yapılmak suretiyle kuruma hızı belirlenmiştir.

Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deney Tertibine göre (Evcim, 1982; Yıldız ve Bircan, 1994) yürütülen denemeler sonunda yonca ve çayır otu için ayrı ayrı olmak üzere (Akbulut, 1997), incelenen özelliklere etkili olan faktörlerin belirlenmesinde varyans analizi, etkisi önemli olan faktörlerin hangi

seviyelerinin birbirinden farklı olduğunu belirlemek için ise Duncan ve LSD çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1994).

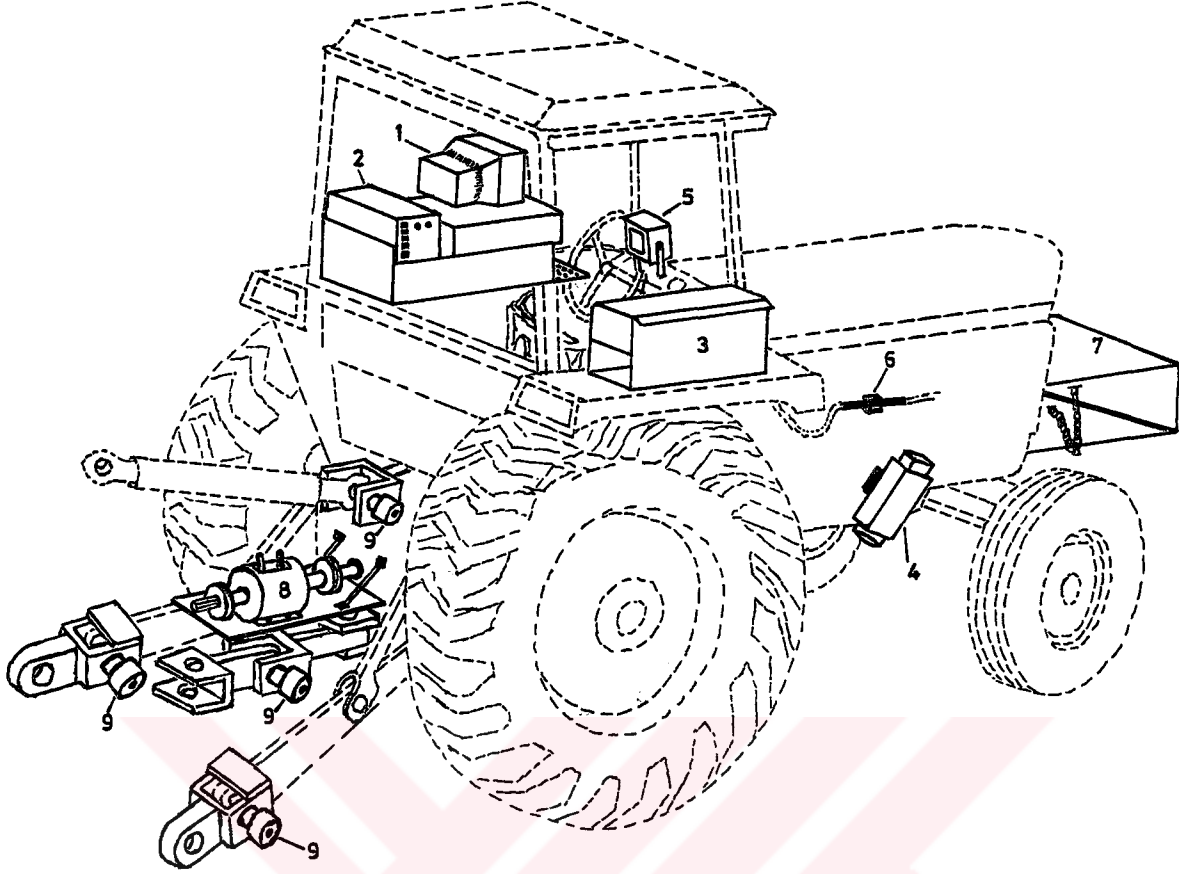
## **2.2.2. Denemelerde Uygulanan Ölçme Yöntemleri**

### **2.2.2.1. Elektronik Ölçme ve Kayıt Sistemi**

Tırmıklarla namlu yapma işlemleri sırasında ilerleme hızı, yakıt tüketimi, çeki kuvveti, kuyruk mili devri ve kuyruk mili momentinin belirlenmesi amacıyla, güç kaynağı olarak kullanılan traktör, montaj ve bağlantıları Tarım Makinaları Bölümü laboratuvar imkanlarıyla yapılan, elektronik ölçme ve kayıt sistemi ile donatılmıştır (Bastaban, 1994). Bu sistem; kişisel bilgisayar, datalogger, iki sıvı akü ile beslenen kesintisiz güç kaynağı, hız radarı sensörü, hız radarı monitörü, iki adet yakıt sensörü, torkmetre ve 4 adet kuvvet sensöründen oluşmaktadır (Şekil 2.8).

Kişisel bilgisayar, 286 mikroişlemciye sahip olup, VGA renkli monitörü, klavyesi ve mouse ile birlikte traktör kabini içerisine yerleştirilmiştir. Bilgisayarda, Labtech Notebook / LE paket programı kullanılmıştır. Bu programla, sensörlerden alınan bilgilerin anında eş zamanlı olarak, istenilen özelliklere göre matematiksel ve istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulması, hard diske veya diskete kaydedilmesi aynı zamanda da ekranda görüntülenmesi sağlanabilmektedir.

Çalışma öncesi hazır hale getirilen ve sisteme bağlı her sensör için 10 saniye süresince, saniyede 10 değer kaydedecek şekilde ayarlanan programın çalışması, traktörün istenilen ilerleme hızına ulaşmasıyla başlatılmaktadır. Ayrıca programa eklenen eşitlikler yardımıyla kayıt süresince istenildiği takdirde sensörlerden gelen verileri matematiksel işlemlere tabi tutarak kaydetmek te mümkündür.



1- Kişisel bilgisayar  
2- Datalogger  
3- Kesintisiz güç kaynağı

4- Hız radarı sensörü  
5- Hız radarı monitörü  
6- Yakıt sensörü

7- İki adet sıvı akü  
8- Torkmetre  
9- Kuvvet sensörleri

Şekil 2.8. Güç tüketimi ölçüm sistemi elemanları ve traktöre bağlantı durumu

Bilgisayar anakartı (mainboard) üzerine, programla uyumlu çalışabilen ve datalogger ile hard disk arasında irtibat sağlayan, yüksek performanslı ve çok fonksiyonlu özelliklere sahip PCL-812 PG veri kazanç kartı yerleştirilmiştir. Programlanabilir özellikteki bu kart 30 kHz gibi yüksek bir frekansta algılama hızına, 16 analog giriş, 2 analog çıkış, 16 bit'lik dijital giriş ve çıkış kanalları ile birlikte 3 sayıcı kanala sahiptir. Kart 37 pinli "D" tipi bir konnektör ile datalogger'a bağlıdır.

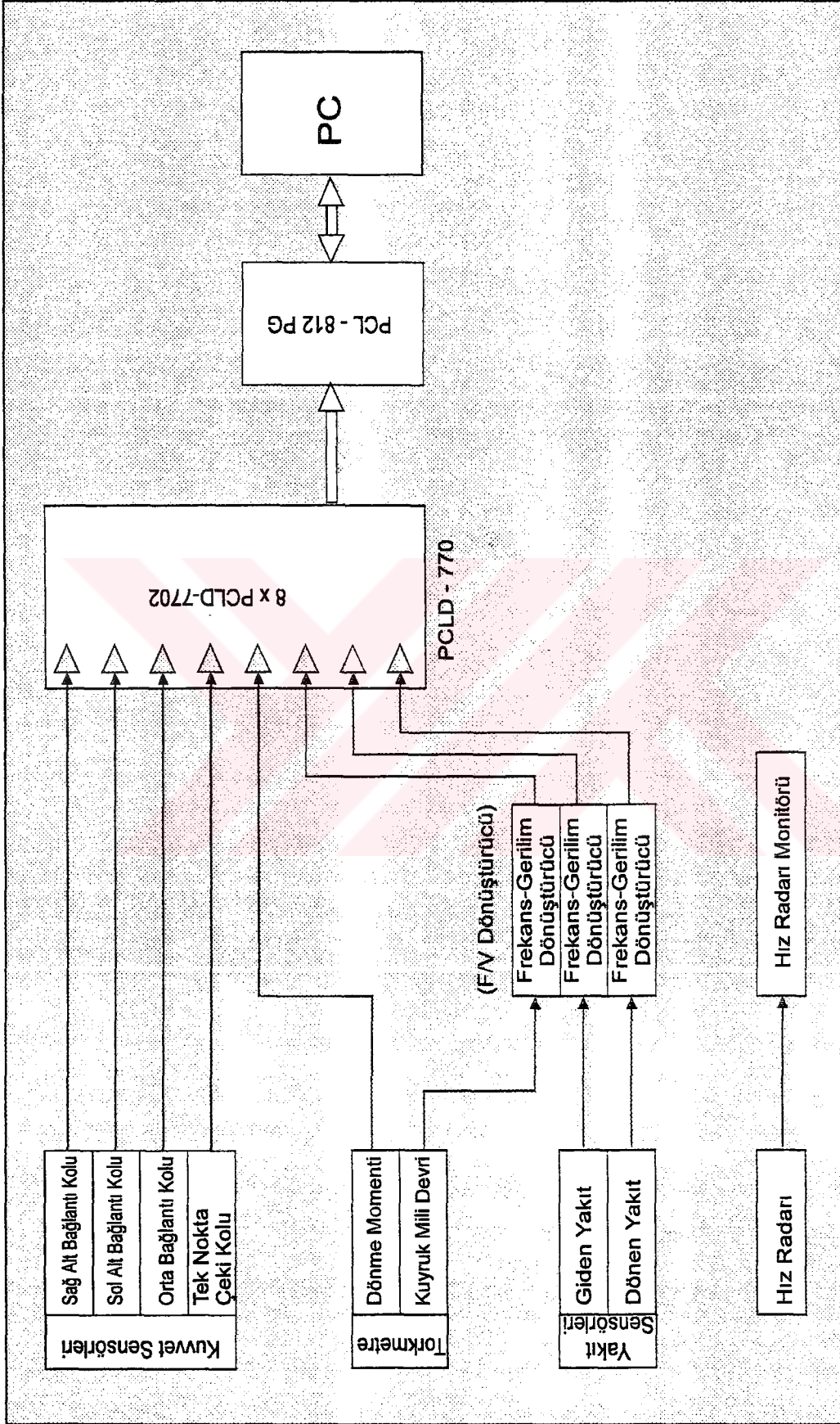
Datalogger, ölçme sensörlerinin çalışması için gerekli olan düşük gerilimi sağlayan 8 kanallı PCLD-770 sinyal kartı ile bu kartın her kanalına ayrı ayrı

takılan ve ölçme sensörlerinden gelen sinyalleri yükseltmek amacıyla kullanılan PCLD-7702 amplifikatörlerden (yükselteç) oluşmaktadır. PCL-812 PG veri kazanç kartı, PCLD-770 sinyal kartı ve PCLD-7702 amplifikatörler Advantech Co., Ltd. tarafından üretilmiştir.

Ölçme sistemi ve bilgisayarın çalışması için gerekli olan 220 Volt'luk gerilim, traktör üzerine yerleştirilmiş, kesintisiz güç kaynağı tarafından sağlanmaktadır. GESS firmasının üretimi olan güç kaynağına ait teknik özellikler Tablo 2.12'de, traktör ve traktörle çalışan alet ve makinaların tarla şartlarındaki güç ve yakıt tüketimlerini belirlemek amacıyla kurulan kompütürize edilmiş ölçüm sisteminin blok diyagramı ise Şekil 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.12. Kesintisiz güç kaynağının teknik özellikleri

Teknik Özellikler	
Modeli	KGK-400
Gücü (sürekli), VA	400
Çıkış gerilimi, VAC	220 ± %1
Çıkış frekansı, Hz	50 ± %0.5
Verimi, %	≥ 85
Koruması	Kısa devre, aşırı akım ve aşırı gerilim elektronik korumalı
Akü tipi	Harici sıvı akü
Akü adedi	2 adet 12 V
Akünün amper-saati, Ah	180 Ah
Tam şarjlı ve 200 W'lık güçte çalışma süresi, h	20
Ağırlığı, kg	20
Boyutları (derinlik x genişlik x yükseklik), mm	350 x 150 x 300
Çalışma ortamı sıcaklığı, °C	-10 / +40
Çalışma ortamı bağıl nemi, %	≤ 90
Çalışma Uyarıları	
Işıklı uyarılar	Çıkış normal, akü zayıf, aşırı yük, şebeke normal ve KGK açık
Sesli uyarılar	Kesintide 30 saniyede bir, akü bitiminde ise sürekli
Bargraf gösterge	Yük yüzdesi ve akü seviyesi ışıklı sıra gösterge
Ön panel denetim	Dokunmatik açma-kapama anahtarı



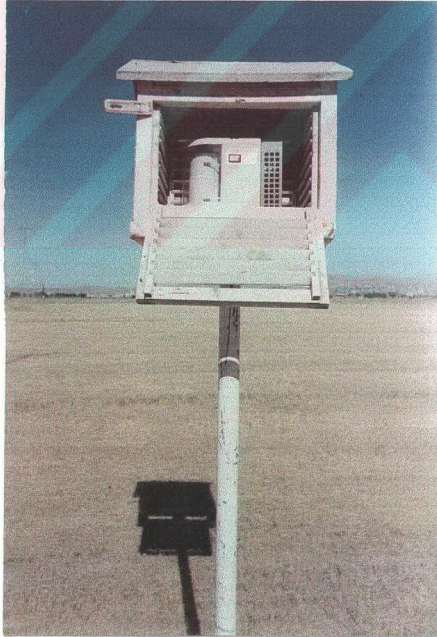
Şekil 2.9. Kompüterize edilmiş güç tüketimi ölçüm sistemi blok diyagramı.



Yukarıda tanıtımı yapılan ölçme sistemine veri akışını sağlayan hız radarı, yakıt sensörü, torkmetre ve kuvvet sensörlerine ait özellikler, bu sensörlerin kullanıldığı ölçme yöntemleri içerisinde verilmiştir.

#### 2.2.2.2. İklim Verilerinin Belirlenmesi

Denemelerin yürütüldüğü tarihlerde, deneme alanına bir rasat kulübesi (Şekil 2.10) kurulmuş, kulübeye yerleştirilen Termohigrograf ile havanın nisbi nemi ve sıcaklığı deneme süresince kaydedilmiştir. Kayıt imkanının bulunmadığı diğer iklim verileri ise Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Rasat İstasyonu ve Köyhizmetleri Genel Müdürlüğü Erzurum Araştırma Enstitüsü Rasat İstasyonundan temin edilmiştir.



Şekil 2.10. Deneme alanına kurulan rasat kulübesi

### 2.2.2.3. Bitki Nem Miktarlarının Belirlenmesi

Yonca ve çayır otunda biçim öncesi ve biçimden hemen sonraki bitki neminin fazla olduğu periyotta alınan örneklerden nem miktarının belirlenmesinde fırında kurutma yöntemi uygulanmıştır. Kağıt torbalar içerisinde laboratuara getirilen örnekler tartıldıktan sonra 103 °C'de 24 h kurutulmuş, aşağıdaki eşitlik yardımıyla yaş ağırlık esasına göre nem miktarları belirlenmiştir (Anon, 1992).

$$N_y = \frac{A_y - A_k}{A_y} \cdot 100$$

Eşitlikte;

$N_y$  : Yaş ağırlık esasına göre nem miktarı, %

$A_y$  : Bitki örneğinin yaş ağırlığı, g

$A_k$  : Bitki örneğinin kuru ağırlığı, g

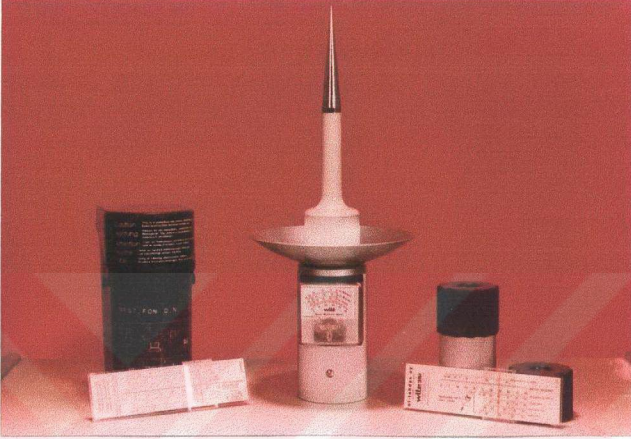
olarak ifade edilmiştir.

Biçimden sonra tarlada kurumaya bırakılan bitkinin namlu yapılmasına karar verme aşamasında ve namlu yapıldıktan sonra, bitkinin namludaki kuruma süresi, kuruma hızı ve kuru madde verimlerinin belirlenmesinde belirli aralıklarla nem tayininin yapılması gerekmektedir. Laboratuvarın deneme alanına uzak olması ve sonuç için 24 h gibi uzun bir süreye ihtiyaç duyulması nedeniyle nem tayini için fırında kurutma yönteminin kullanımı güç olmaktadır. Bu nedenle bitkinin nem miktarını belirlemek amacıyla %10-70 ölçüm aralığına sahip bir nem ölçer kullanılmıştır (Şekil 2.11). Kullanılan nem ölçere ait teknik özellikler Tablo 2.13'de verilmiştir.

Bitkinin namludaki kuruma süresi ve kuruma hızını belirlemek amacıyla tırmıklarla namlu yapımı sırasında ve namlu yapıldıktan 2, 4, 6, 22, 24, 26 ve



28 saat sonra olmak üzere ikişer saat aralıklarla nem ölçümleri yapılmıştır (Rotz, et al., 1987; Garthe, et al., 1988; Hall, 1964).



Şekil 2.11. Bitkinin nem tayini için kullanılan nem ölçer

Tablo 2.13. Nem ölçere ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	
Model	Wile-35 Nem ölçer
Ölçüm kapsamı	Bütün taneli ürünler, tohumlar, yeşil ot, balyalanmış ot ve silaj
Ölçüm aralığı	Silindirde ölçümde %10-60
	Plastik kovada ölçümde %10-70
	Balyada ölçümde %10-50
Gösterge tipi	Analog gösterge
Güç gereksinimi	9 Volt'luk standart pil
Ağırlığı, kg	1.2
Boyutları, mm	182x120x80 (YükseklikXGenişlikXDerinlik)
Ortam sıcaklığı, °C	15-25
Aksesuarları	Ot sondası, sıcaklık kompenzasyon kartı, ölçüm cetveli, taşıma çantası

Nem ölçümleri için 10 litre'lik plastik bir kova kullanılmış ve bitki örnekleri kova içersine tamamen doldurularak, üstten bastırılmak suretiyle sıkıştırılmıştır.

Daha sonra ot sondası örnek içerisine batırılarak sonda diskinin örnekle sıklıkla temas etmesi sağlanmış ve gösterge skalasından okuma yapılmıştır. Okunan değer, ölçüm cetvelindeki "Kovada lm" için taksimatlandırılmış skaladan yaş ağırlık esasına göre % nem değerine çevrilmiştir.

#### 2.2.2.4. Namlu Profillerinin çıkarılması

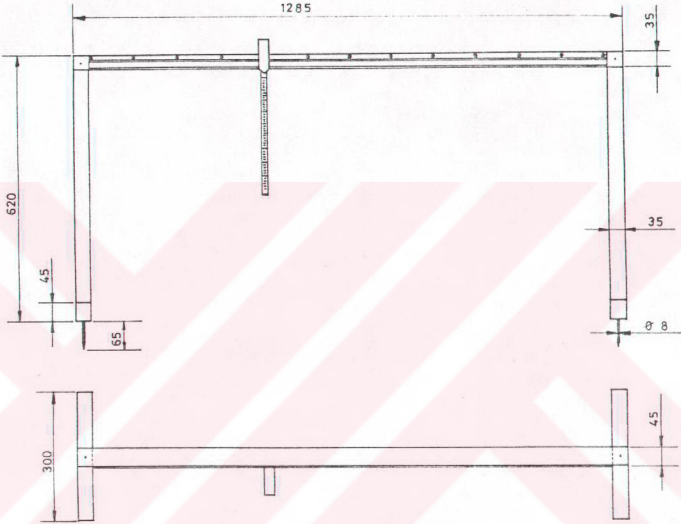
Denemelerde kullanılan tırmıklarla oluşturulan namluların profil ölçümlerinde Şekil 2.12' de görülen, dikdörtgen kesitli tahta profilden yapılmış bir profilograf aleti kullanılmıştır.



Şekil 2.12. Namlu profilograf aleti

Aletin, yatay pozisyonda duran tahta profilinin n yüzüne, ölçüm aralıklarını belirlemede yararlanılan bir l Őeridi yerleştirilmiştir. Tahta profilin aynı yüzüne, namlunun enine kesiti boyunca, namlu st yüzeyi ile tahta profilin alt yüzeyi arasındaki mesafeyi ölçmek amacıyla kullanılan Şerit metrenin, kolayca hareket edebileği bir kızak yerleştirilmiştir. Kullanılan Şerit metre aynı zamanda aletin ölçüm öncesi tesviye edilmesine yarayan bir su dzecine

sahiptir. Ayrıca ölçüm anında aletin hareket etmemesi için ayaklarına, toprağa kolayca batabilecek şekilde, sivrileştirilmiş demir çubuklar takılmıştır. Tarım Makinaları Bölümü Atölyesinde yaptırılan bu alete ait teknik ölçüler Şekil 2.13' te gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Profilograf aletine ait teknik ölçüler

Profilograf aleti namlyu içine alacak şekilde ve namlu eksenine dik olarak yerleştirilmiş ve şerit metre ile namluların enine kesiti boyunca 10'ar cm aralıklarla ölçüm yapılmıştır. Ölçülen değerler, ölçme konumundaki profilograf aletin yüksekliğinden çıkarılarak enine kesit boyunca namlu yükseklikleri bulunmuş, ve bu değerlerden yararlanılarak namlu kesit profilleri çıkarılmıştır (Lamond, et al., 1985; Evcim, 1982; Bastaban, 1982). Namlu profilleri kuruma hızı değerleriyle birlikte incelenerek, farklı tırmıkların oluşturdukları namlu profillerinin kurumaya etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

### 2.2.2.5. Bitkinin Namludaki Kuruma Hızının Belirlenmesi

Bitkinin namludaki kuruma hızı, kuruma zamanına bağlı olarak bitki nem miktarındaki değişimin göstergesi olan kuruma hızı katsayısı ile ifade edilmiş ve bu değer kurumunun başlangıcındaki nem içeriği, kuruma sonundaki nem içeriği ve kuruma süresinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Rotz ve Chen, 1985; Rotz, et al., 1987; Pattey, et al., 1988; Savoie ve Beauregard, 1990; Shearer, et al., 1992).

$$k = - \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{M}{M_0}\right)$$

Eşitlikte;

k : Kuruma hızı katsayısı, h<sup>-1</sup>

t : Namludaki kuruma süresi, h

M: Kuruma sonundaki nem içeriği, % (k.a.)

M<sub>0</sub>: Kuruma başlangıcındaki nem içeriği, % (k.a.) olarak ifade edilmiştir.

Kuruma hızı katsayısının hesaplanmasında kullanılan nem değerleri kuru ağırlık esasına göre olması gerektiğinden, nem ölçer ile yaş ağırlık esasına göre belirlenen değerler aşağıdaki eşitlik kullanılmak suretiyle kuru ağırlığa çevrilmiştir (Evcim, 1982).

$$N_k = \frac{N_y}{100 - N_y} \cdot 100$$

Eşitlikte;

N<sub>k</sub>: Kuru ağırlık esasına göre nem miktarı, %

N<sub>y</sub>: Yaş ağırlık esasına göre nem miktarı, %

olarak ifade edilmiştir.

Kısa kuruma periyodu olarak 4 saat, uzun kuruma periyodu olarak ta 24 saatlik kuruma sonundaki nem ölçüm değerleri kullanılmak üzere belirlenen kuruma hızı katsayısı, yüksek bulunması halinde belirli neme daha kısa kuruma süresinde erişildiğini (kuruma hızı yüksek), düşük bulunması halinde ise aynı neme daha uzun sürede erişildiğini (kuruma hızı düşük) ifade etmektedir.

### 2.2.2.6. Kuru Madde Kayıplarının Belirlenmesi

Tırmıklarla yapılacak namlu yapma işlemlerinden önce Tamburlu biçme makinasıyla biçilerek las halinde tarla yüzeyine bırakılmış materyalin 10 m uzunluğundaki kısmının yaş ağırlığı tartılmış ve tartılan materyalden alınan örneklerin nem ve kuru madde miktarları nem ölçer yardımıyla belirlenmiştir. Her parsel için işlem öncesi kuru madde verimleri ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Serin, 1991; Gökkuş, 1990).

$$V_{ökm} = \frac{A_y \cdot K_m \cdot 100}{b_e \cdot L}$$

Eşitlikte;

$V_{ökm}$  : İşlem öncesi kuru madde verimi, kg/ha

$A_y$  : L uzunluğundaki las' ın yaş ağırlığı, kg

$K_m$  : Las' tan alınan örneğin kuru madde miktarı, %

$b_e$  : Biçme makinasının efektif iş genişliği, m

L : Tartılan las uzunluğu, m

İşlem sonrası kuru madde verimlerinin hesaplanması için, tırmıklarla oluşturulan namluların 10 m uzunluğundaki bir kısmı tartılarak yaş ağırlık ve tartılan kısımdan alınan örneklerle nem ve kuru madde miktarları belirlenmiştir. Namlu yapımından sonraki parsel kuru madde verimleri ise tırmıkların efektif iş genişlikleri değerlerinden de yararlanılmak üzere aşağıdaki eşitlikler



kullanılarak hesaplanmıştır (Rice, 1966; Evcim, 1982; Rotz ve Abrams, 1988; Spencer, et al., 1990).

Yıldız çarklı tırmık, Silindirik yan tırmık ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık için;

$$V_{km} = \frac{A_y \cdot K_m \cdot 100}{2 \cdot b_e \cdot L}$$

Çok amaçlı döner tırmık için;

$$V_{km} = \frac{A_y \cdot K_m \cdot 100}{b_e \cdot L}$$

Çok elemanlı döner taraklı tırmık için ise;

$$V_{km} = \frac{A_y \cdot K_m \cdot 200}{b_e \cdot L}$$

eşitlikleri kullanılmıştır.

Bu eşitliklerde;

$V_{km}$  : İşlem sonrası kuru madde verimi, kg/ha

$A_y$  : L uzunluğundaki namlunun yaş ağırlığı, kg

$K_m$  : Namludan alınan örneğin kuru madde miktarı, %

$b_e$  : Kullanılan tırmığın efektif iş genişliği, m

L : Tartılan namlu uzunluğu, m

Her parsel için tırmıklarla namlu yapmadan önce belirlenen işlem öncesi kuru madde verimleriyle ( $V_{ökm}$ ), namlu yaptıktan sonra belirlenen işlem sonrası kuru madde verimleri ( $V_{km}$ ) arasındaki fark tırmıkların neden olduğu kuru madde kaybı olarak dikkate alınmış (Hundtoft, 1965; Rotz ve Abrams, 1988;



Evcim, 1982) ve % değeri ( $K_{km}$ ) ve bu değerler aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$K_{km} = \frac{V_{ökm} - V_{km}}{V_{ökm}} \cdot 100$$

### 2.2.2.7. Ham Protein Kayıplarının Belirlenmesi

Ham protein analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yem Kalite Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Namlu yapılmadan önce ve namlu yapıldıktan sonra alınan bitki örnekleri etiketlenmiş kağıt torbalar içerisinde laboratuvara getirilmiş ve torbaların ağzı açık olacak şekilde 70 °C'ye ayarlı kurutma dolabına konularak 2-3 gün bekletilmiştir. Kurutulan örnekler değirmende öğütülerek küçük naylon poşetlere konulmuş ve tekrar etiketlenmişlerdir. Öğütülmüş örneklerin ham protein içeriklerini tayin için ilk önce örneklerin ihtiva ettiği azot oranları Mikro Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kaçar, 1972). Belirlenen asit miktarına göre, örneğin toplam azot oranı, aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır;

$$N = \frac{(T - B) \cdot 140 \cdot n}{S}$$

Eşitlikte;

N : Toplam azot oranı, %

T : Örneğin titrasyonunda kullanılan 0.1 normalitedeki  $H_2 SO_4$  miktarı, ml

B : Örneksiz titrasyonda kullanılan 0.1 normalitedeki  $H_2 SO_4$  miktarı (0.1 ml).

n : Standart asidin normalitesi (1.4114 N).

S : Analiz edilen örnek ağırlığı, mg

Herbir örneğin toplam azot oranı belirlendikten sonra bu değerler 6.25 katsayısı ile çarpılmak suretiyle ham protein oranları (%HP) hesaplanmıştır (Speeding, 1971; Özen vd., 1993).

$$\%HP = \%N \cdot 6.25$$

Namlu yapmadan önce ve sonra bitkiden alınan örneklerle belirlenen ham protein oranları arasındaki farklar, tırmıkların namlu yapımı sırasında neden oldukları ham protein kayıpları olarak dikkate alınmıştır (Ülger, 1977; Bastaban, 1982).

#### 2.2.2.8. Tırmıkların Efektif İş Genişliklerinin Belirlenmesi

Yıldız çarklı tırmık, Silindirik yan tırmık ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık çalışma sırasında parsel boyunca bir gidiş-dönüş sonunda tek namlu yapacak şekilde çalıştırılmıştır. Çok amaçlı döner tırmık parsel boyunca bir gidiş sonunda tek namlu, Çok elemanlı döner taraklı tırmık ise bir gidişte çift namlu yapabilmektedir. Namlu oluşturma açısından tırmıklar için belirtilen bu farklar nedeniyle efektif iş genişliklerinin belirlenmesinde de farklı yöntemler uygulanmıştır.

Tırmıklarla namlu yapımından sonra, Yıldız çarklı tırmık, Silindirik yan tırmık ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık için efektif iş genişlikleri, yan yana bulunan namlulardan birinci ile altıncı namlu arasındaki uzaklık ölçülmek suretiyle, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Turgut, 1976).

$$b_e = 0.1 \cdot R$$

Eşitlikte;  $b_e$  : Tırmığın efektif iş genişliği, m

$R$  : Birinci namlu ile altıncı namlu arasındaki mesafe, m olarak ifade edilmiştir.

Çok amaçlı döner tırmık ve Çok elemanlı döner taraklı tırmığın efektif iş genişliklerinin belirlenmesinde, tırmıkların çalışma doğrultusuna dik yönde namlu yapma işlemine başladıkları nokta ile işlemin bitirildiği nokta arasındaki mesafe ölçülmüş ve bu mesafede oluşturulan namlu sayısından yararlanılarak aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Ülger, 1977; Özcan, 1986).

Çok amaçlı döner tırmık için;  $b_e = \frac{L}{n}$

Çok elemanlı döner taraklı tırmık için;  $b_e = \frac{L}{n/2}$

Eşitliklerde;

$b_e$  : Tırmığın efektif iş genişliği, m

L : Namlu yapma işleminin bitirildiği tarla genişliği, m

n : Tarlanın L genişliği mesafesinde yapılan namlu sayısı, adet olarak ifade edilmiştir.

Yukarıda açıklanan yöntemlerle belirlenen efektif iş genişlikleri, tırmıkların efektif iş başarılarının hesaplanmasında ve parsel kuru madde verimlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

#### **2.2.2.9. Tırmıklarla Çalışma Anındaki İlerleme Hızının Belirlenmesi**

Ot toplama tırmıkları için güç kaynağı olarak kullanılan traktörün, sürücü tarafından kontrollü olarak, istenilen ilerleme hızlarında kullanılmasını sağlamak amacıyla DICKEY-John firmasının üretimi olan DJCMS100 çok amaçlı monitör ve DJRVS II hız radarı sensörü kullanılmıştır (Bastaban, 1994).

Hız radarı sensörü 12 V DC gerilimle beslenmektedir. Sensör yerden yüksekliği 60 cm ve yatayla 35° açı yapacak şekilde, ön ve arka tekerlek arasında, traktör gövdesine monte edilmiştir (Şekil 2.8). Hız monitörü ise traktör sürücüsünün

rahatlıkla görüp kontrol edebileceği şekilde direksiyon simidinin ön kısmındaki kabin konsoluna monte edilmiştir. İlerleme hızı 1/10 km/h duyarlıklı olarak monitörden kontrol edilebilmektedir

#### **2.2.2.10. Tarlada Çalışma Sırasındaki Bazı Zaman Dilimlerinin Belirlenmesi**

Tırmıkların namlu yapma işlemleri sırasındaki alan iş verimlerini değerlendirmek için, tarlada parsel başından sonuna kadar namlu yapma süresince bir gidişte geçen esas zaman ve işlem tekniğine uygun olarak bir esas zamandan diğerine geçiş sırasında tırmıkların iş yapmadan dönüş yaptığı sırada harcanan dönme zamanı belirlenmiştir (Turgut, 1976; Ülger, 1977; Özcan, 1986). Esas zamanın belirlenmesinde, deneme planı hazırlanırken, üç blokta aynı muameleye tabi tutulacak parseller ardı ardına getirilmek suretiyle (Akbulut, 1996), 150 m'lik standart parsel boyunda ölçüm yapılmıştır .

Zaman dilimleri dijital göstergeli bir kronometre vasıtasıyla belirlenmiş, gerek yonca gerekse çayır otu denemelerinde tırmıklarla uygulanan her işlem için 6 tekerrürlü olarak ölçüm yapılmıştır. Ölçümler çalışma süresince traktör üzerinden yapılmış olup, hareket sırasında parsel başı ve sonunun fark edilmesi açısından bu noktalara birer adet jalon dikilmiştir. Tarla denemeleri sırasında ölçülen zaman dilimleri yardımıyla, parsel boyunca bir gidiş ve parsel sonundaki bir dönüş için efektif çalışma zamanı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$EÇZ = t_e + t_d$$

Eşitlikte;

EÇZ : Bir gidiş ve bir dönüş için efektif çalışma zamanı, min

$t_e$  : Esas zaman, min

$t_d$  : Dönme zamanı, min

olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.2.11. Tırmıklarla Namlu Yapımı Sırasındaki Efektif İş Başarılarının Belirlenmesi

Tırmıkların iş başarıları efektif iş başarısı olarak ifade edilmiş ve bir parseldeki biçilmiş materyalin namlu yapılması sırasındaki efektif çalışma zamanı dikkate alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Turgut, 1976; Ülger, 1977; Bal, 1989).

$$F_g = \frac{0.006 \cdot L \cdot b_e}{E\check{C}Z}$$

Eşitlikte;

$F_g$  : Efektif iş başarısı, ha/h

$L$  : Parsel boyu, m

$b_e$  : Tırmığın efektif iş genişliği, m

$E\check{C}Z$  : Bir gidiş ve bir dönüş için efektif çalışma zamanı, min

olarak ifade edilmiştir. Ayrıca tırmıkların birim iş genişliğine karşılık gelen iş başarıları hesaplanmış, tırmıkların karşılaştırılmasında bu değerlerden de yararlanılmıştır.

### 2.2.2.12. Çeki Kuvveti ve Çeki Gücünün Belirlenmesi

Çeki kuvveti, strengeler kullanılmak suretiyle, özel olarak yurt dışında imal edilmiş, 68 kN kapasiteli kuvvet sensörleri ile ölçülmüştür (Bastaban, 1994). Asılır tip tırmıklar için çeki kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan 3 kuvvet sensöründen ikisi, alt bağlantı kollarına flanşlar yardımıyla bağlanmış, üçüncü sensör ise traktör gövdesine bağlanan orta kol milinin genişletilmiş yuvasına yerleştirilmiştir (Şekil 2.8). Çekilir tip silindirik yan tırmık için çeki kuvvetinin belirlenmesinde ise, traktör çeki demirine flanş yardımıyla bağlanan bir adet kuvvet sensörü kullanılmıştır (Şekil 2.8). Kuvvet sensörleri, bağlantı noktalarında, yatay düzleme göre yukarı ve aşağı olmak üzere 20' şer derecelik

açılarla sınırlanan yüzeylerine (toplam 40°'lik) uygulanan sabit kuvvetlere, eşit duyarlılıkla cevap vermektedir.

Çalışma süresince asılır tip tırmıklar için üç nokta bağlantı kollarına bağlanan sensörlerden alınan değerler ayrı ayrı ve program aracılığıyla eş zamanlı olarak toplamları alınmak suretiyle bilgisayara kaydedilmiştir. Asılır tip tırmıklar için üç kuvvet sensöründen alınan değerlerin toplamı, çekilir tip tırmık için ise çeki demirine bağlı tek bir sensörden alınan değerler toplam çeki kuvveti olarak değerlendirilmiştir.

Çeki kuvveti olarak bilgisayara kaydedilen değerlerden;

$$N_{\text{ç}} = \frac{P_{\text{ç}} \cdot V}{3.6}$$

eşitliği kullanılmak suretiyle çeki gücü değerleri hesaplanmıştır.

Eşitlikte;

$N_{\text{ç}}$  : Çeki gücü, kW

$P_{\text{ç}}$  : Çeki kuvveti, kN

$V$  : İlerleme hızı, km/h olarak ifade edilmektedir.

### 2.2.2.13. Kuyruk Mili Devri, Dönme Momenti ve Kuyruk Mili Gücünün Belirlenmesi

Kuyruk milinden hareketli tırmıklarla çalışma anında traktör kuyruk milindeki dönme momenti ve devrin belirlenmesinde EATON firmasının üretimi olan 110 kgm kapasiteli kuyruk mili torkmetresi kullanılmıştır (Bastaban, 1994). Traktörün arkasında kuyruk mili çıkışının olduğu bölgede, gövdeye bağlanmış bir sehpa üzerine monte edilen torkmetre, gerek kuyruk miline gerekse tırmıklara hareket iletimini sağlayan kardan miline birer adaptör ile bağlanarak çalıştırılmıştır (Şekil 2.8).



Çalışma süresince torkmetreden bilgisayara aktarılan dönme momenti ve devir değerleri program aracılığıyla eş zamanlı olarak kaydedilmiştir. Ayrıca programa eklenen;

$$N_m = \frac{M_d \cdot n}{9550}$$

eşitliği yardımıyla, kayıt anında herbir ölçüm için hesaplanan kuyruk mili gücü değerleri de eş zamanlı olarak bilgisayara kaydedilmiştir.

Eşitlikte;

$N_m$  : Kuyruk mili gücü, kW

$M_d$  : Kuyruk mili dönme momenti, Nm

$n$  : Kuyruk mili devri,  $\text{min}^{-1}$  olarak ifade edilmektedir.

#### 2.2.2.14. Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi

Tarla şartlarındaki çalışma anında traktörün net yakıt tüketiminin belirlenmesinde 1/36 ml hassasiyetle ölçüm yapabilen ve OMEGA firmasının üretimi olan 2 adet akış sensörü kullanılmıştır (Bastaban, 1994). Bu sensörlere ait teknik özellikler Tablo 2.14'te verilmiştir.

Sensörlerden birisi, yakıt pompasından enjektöre giden ana boru hattına monte edilmiş ve bu sensörle traktörün tırmıklarla birlikte aktif çalışması sırasında tüketilen yakıt miktarı ölçülmüştür (Şekil 2.8). Yakıt deposuna geri dönüş hattına monte edilen diğer sensör ise enjektörlerden depoya geri dönen yakıtı ölçmek için kullanılmıştır. İki sensörden  $\text{cm}^3/\text{s}$  olarak bilgisayara aktarılan değerler aynı zamanda bilgisayara yüklü program aracılığıyla farklarının alınması ve 3.6 katsayısı ile çarpılması suretiyle  $\text{l/h}$  e dönüştürülmüş net yakıt tüketimi olarak ta kaydedilmiştir.

Tablo 2.14. Yakıt sensörlerine ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	
Modeli	FTB601
Akış sınırları, l/min	0.1-2
Sinyal faktörü, pulses/l	36000
Doğruluk oranı	± %1
Akışkan için viskozite sınırları, cs	1-15
Çalışma basıncı (79.4 °C için)	150 PSIG
Çalışma ortamı sıcaklığı, °C	-40 ile +85 °C
Güç kaynağı	5-18 V DC 6-33 mA
Çıkış sinyali şekli	Kare dalga

### 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarının açıklandığı bu bölümde tırmıkların iş yetenekleri ve güç tüketimlerinin yorumuna açıklık kazandırabilecek olan yonca ve çayır otu bitkisine ait tırmıklama mekanizasyonu ile ilgili bulgular öncelikle verilmiş, bu sonuçların açıklanması ve irdelenmesinden sonra tırmıkların iş başarıları, güç ve yakıt tüketimlerine ilişkin sonuçlar karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

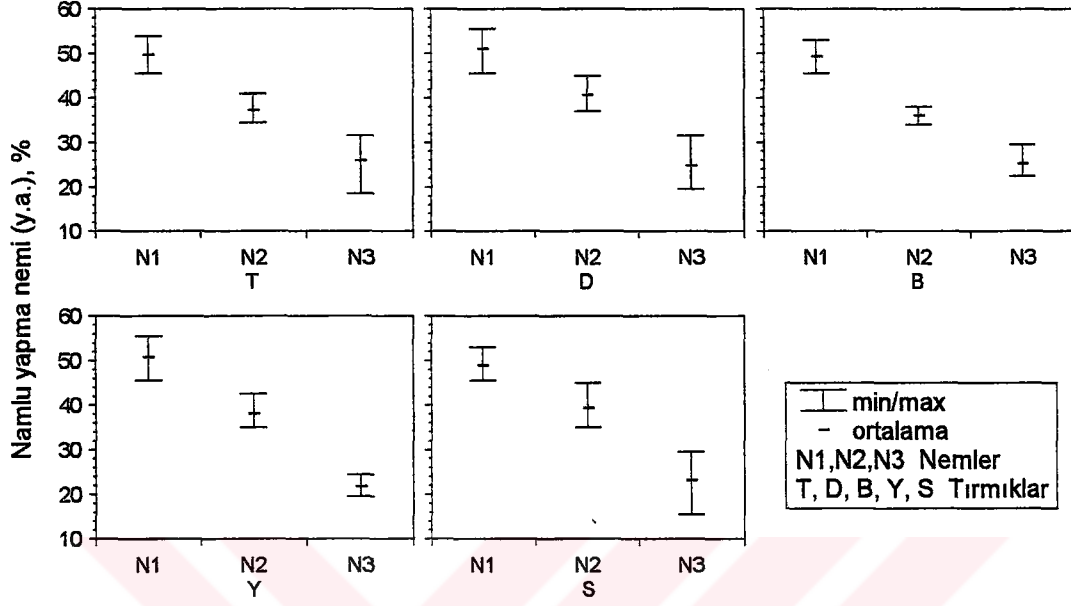
#### 3.1. Yonca ve Çayır Otunda Tırmıklama Mekanizasyonu İle İlgili Sonuçlar

##### 3.1.1. Namlu Yapma İşlemleri Sırasındaki Bitki Nem İçerikleri

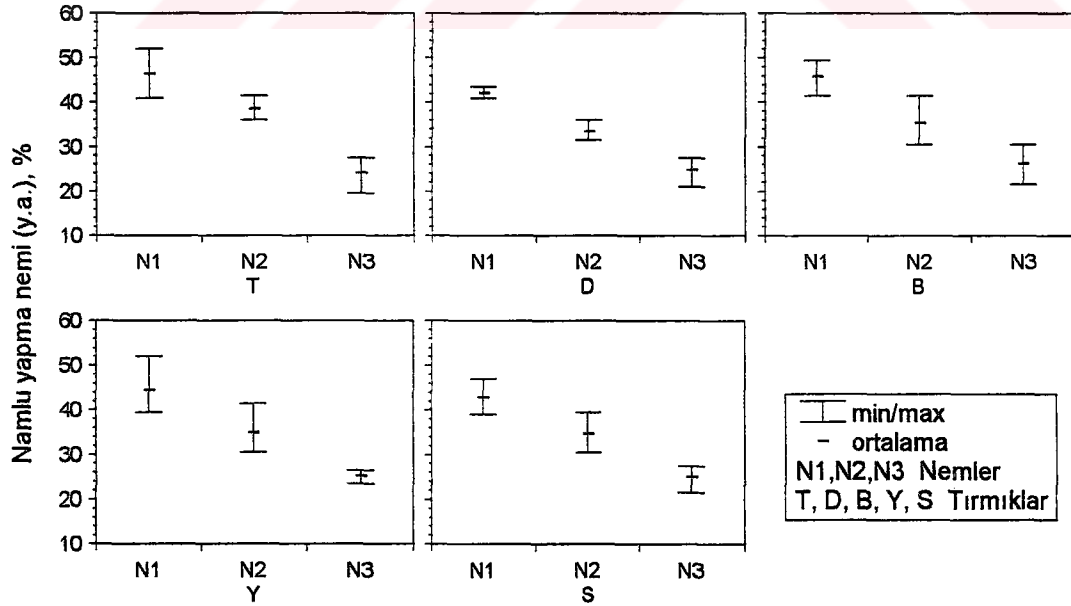
Yonca ve çayır otu için ayrı ayrı olmak üzere yürütülen denemeler sırasında tırmıklarla namlu yapma işlemleri yüksek (N1), orta (N2) ve düşük (N3) olmak üzere üç farklı nem düzeyinde yapılmış ve işlemlerin başlangıcında her nem düzeyi için belirlenmiş maksimum, minimum ve ortalama nem değerleri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de verilmiştir. Ayrıca her bir tırmık için üç farklı nem seviyesini ifade eden ortalama nem değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları da Tablo 3.1'de verilmiştir.

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 incelendiğinde, gerek yonca gerekse çayır otunda farklı tırmıklarla yapılan namlular için işlem öncesi belirlenen nem içerikleri aynı nem seviyeleri arasında benzerlik göstermektedir. Yonca için yüksek nem seviyesinde (N1) namlu yapımında başlangıç nem içeriği ortalama %50.08, orta nem seviyesinde (N2) %38.40, düşük nem seviyesinde (N3) ise %24.27 olarak belirlenmiştir. Bu değerler çayır otu için sırasıyla %44.45, %35.48 ve %25.18 olmuştur.

Farklı tırmıklarda aynı nem seviyeleri için belirlenen nem değerlerinin karşılaştırılması sonucu, yoncada farklı tırmıkların aynı nem seviyeleri arasında



Şekil 3.1. Yoncada farklı tırmıklarla namlu yapımı sırasında belirlenen nem içerikleri.



Şekil 3.2. Çayır otunda farklı tırmıklarla namlu yapımı sırasında belirlenen nem içerikleri.

namlu yapma sırasındaki başlangıç nem içerikleri yönünden istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Tablo 3.1). Çayır otunda ise sadece Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T) ile Çok amaçlı döner namlu tırmığı (D) arasında N1 ve N2 seviye ortalamaları birbirine göre farklı bulunmuş, bu değerler ile diğer ortalamalar arasında ise nem seviyeleri açısından istatistiksel olarak önemli farklar olmamıştır.

Tablo 3.1. Farklı tırmıklar ile namlu yapma işlemi başlangıcında belirlenen ortalama bitki nem içeriklerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Namlu yapma nemi	Nem içeriği (y.a.), %	
		Yonca	Çayır otu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	Yüksek nem (N1)	49.83 a ✓	46.58 a
	Orta nem (N2)	37.33 b	38.58 c
	Düşük nem (N3)	26.00 c	24.17 e
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	Yüksek nem (N1)	51.17 a	42.25 b
	Orta nem (N2)	40.83 b	33.50 d
	Düşük nem (N3)	24.83 c	24.92 e
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	Yüksek nem (N1)	49.50 a	46.00 ab
	Orta nem (N2)	36.17 b	35.50 cd
	Düşük nem (N3)	25.33 c	26.33 e
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	Yüksek nem (N1)	50.83 a	44.50 ab
	Orta nem (N2)	38.25 b	35.00 cd
	Düşük nem (N3)	21.83 c	25.33 e
Silindirik Yan Tırmık (S)	Yüksek nem (N1)	49.08 a	42.92 ab
	Orta nem (N2)	39.42 b	34.83 cd
	Düşük nem (N3)	23.33 c	25.17 e
LSD (0.01)		4.70	3.59

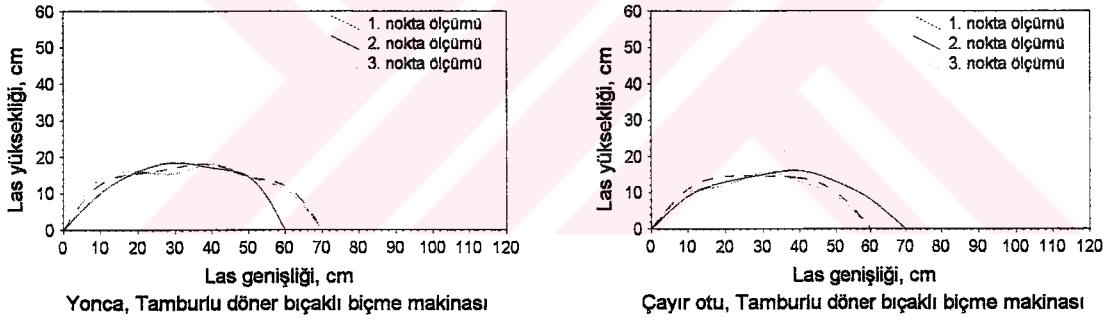
✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir (P<0.01).

Yonca ve çayır otunun farklı tırmıklarla namlu yapımı sırasında başlangıç nem içeriğini belirlemek amacıyla ölçülen nem değerleri, denemelerin planlanması aşamasındaki N1 için %40-50, N2 için %30-40 ve N3 için %20-30 sınırları içerisinde belirtilen değerlere uygunluk göstermiştir. Denemelerde elde edilen tüm sonuçlar beş değişik tip tırmık ve belirtilen bu üç nem seviyesine göre analiz edilmiştir.

### 3.1.2. Namlu Profillerine İlişkin Sonuçlar

Biçme makinasının işlem sırasında arkasında bırakmış olduğu las'ın ve tırmıklarla üç farklı nemde yapılan namluların profilleri, profilograf aleti ile ölçülmüş, her bir las ve namlu için üç ayrı noktadan yapılan ölçmelerde elde edilen değerlerden yararlanılarak çizilen profiller Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da özet halinde verilmiştir.

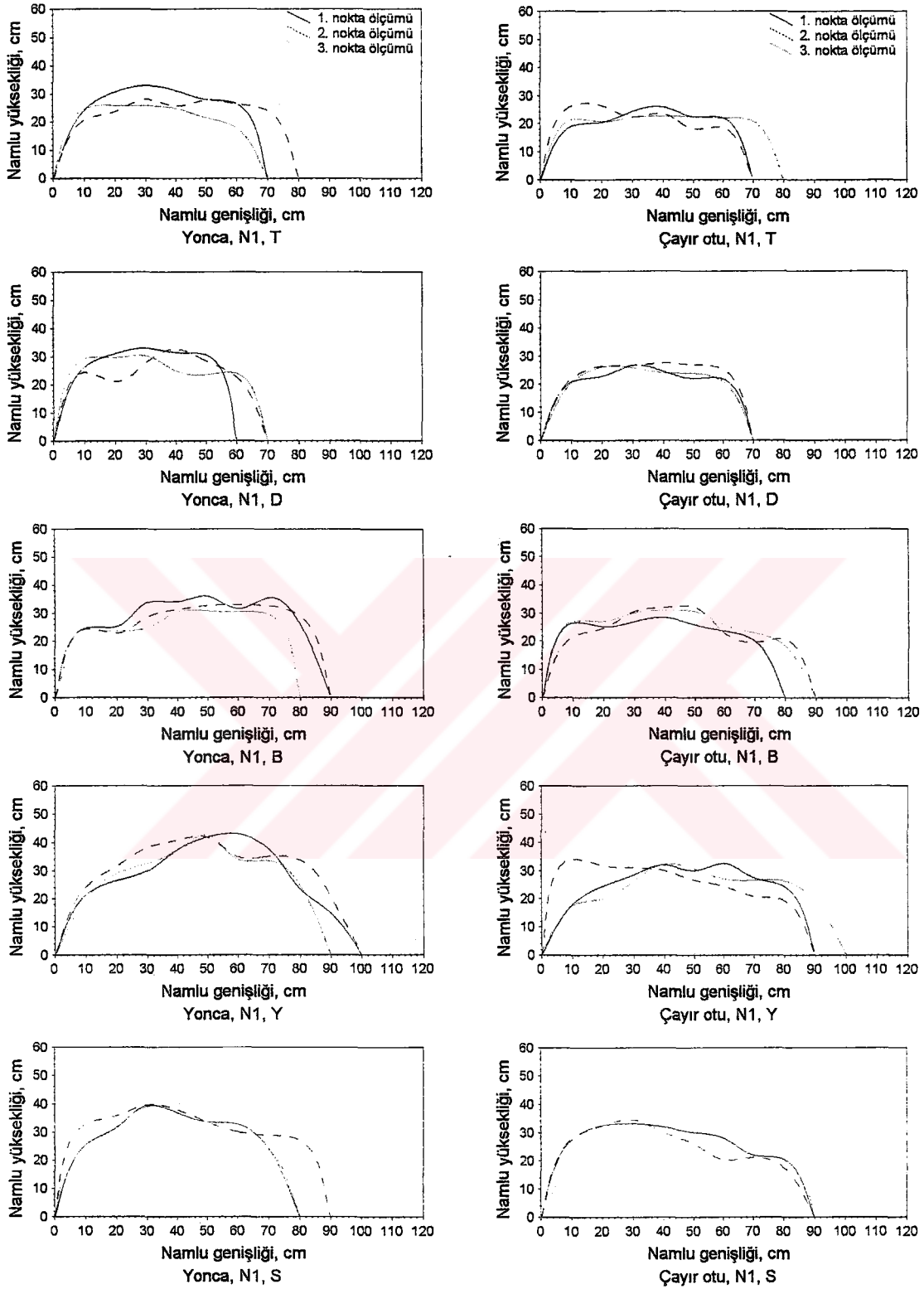
Gerek yonca gerekse çayır otu denemelerinde, namlu yapma işlemleri sırasında kullanılan tırmıkların iş kaliteleri yönünden karşılaştırmalarını daha belirgin olarak yapabilmek için biçme işlemi, sadece tamburlu döner bıçaklı biçme makinası ile yapılmıştır. Şekil 3.3'ten de görüldüğü gibi biçme makinası arkasında dar kesitli ve yoğun bir las bırakmıştır. Bu profil, biçilen materyalin tamburlar arasından geçerken belirli ölçüde sıkıştırılmasından oluşmaktadır.



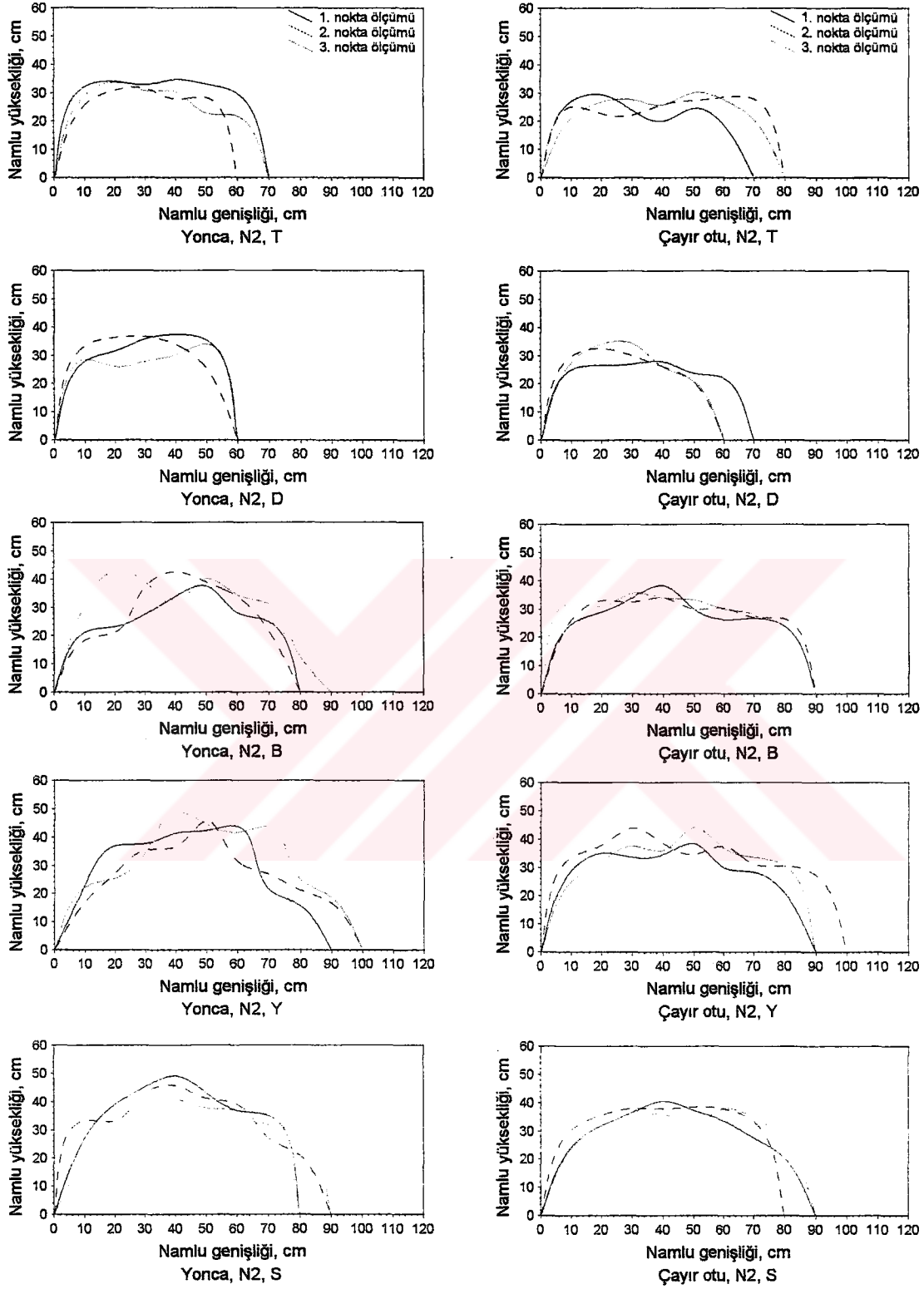
Şekil 3.3. Biçme makinasının yonca ve çayır otunda oluşturduğu las profilleri

Biçimden sonra yüksek nemde (N1) oluşturulan namlu profilleri (Şekil 3.4) incelendiğinde, bir gidişte iki las'ı birleştirmek suretiyle tek namlu haline getirebilen Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T) ve Çok amaçlı döner tırmığın (D) oluşturdukları namluların daha yoğun, düzenli ve dar kesitli oldukları görülmektedir. Bu tırmıklarda namluların dar kesitli ve namlu ekseni boyunca düzenli ve homojen olması, tırmıkların arkasında bulunan ve materyalin dağılmasını engelleyen deflektörler yardımıyla sağlanmaktadır. Ayrıca namluların sadece iki las'tan oluşmaları da diğerlerine göre enine kesit alanlarının daha küçük olmasına neden olmaktadır.

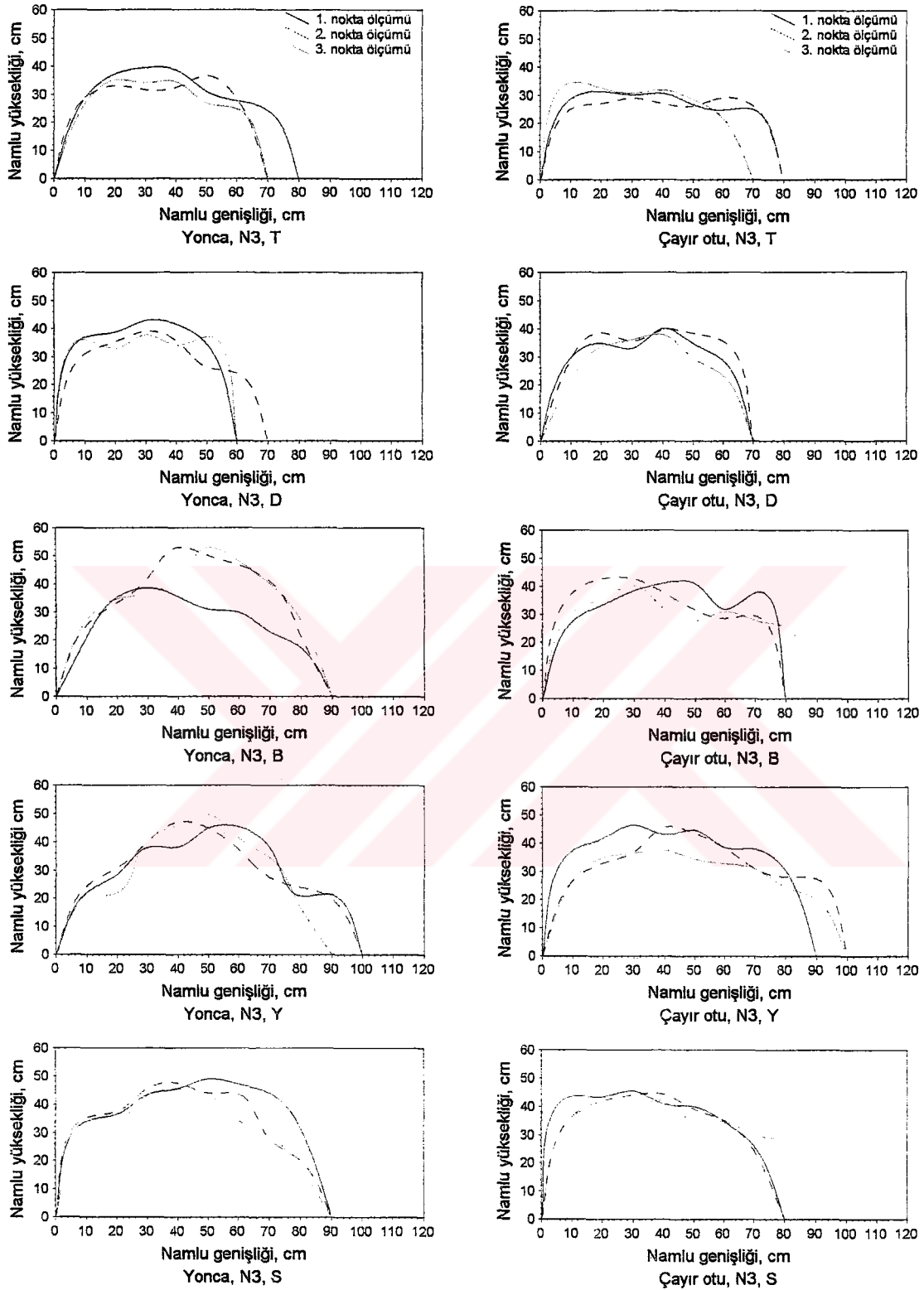




Şekil 3.4. Yonca ve çayır otunda yüksek nemde (N1) oluşturulan namlu profilleri  
(T:Çok elemanlı döner taraçlı tırmık, D:Çok amaçlı döner tırmık, B:Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık, Y:Yıldız çarklı yan tırmık, S:Silindirik yan tırmık)



Şekil 3.5. Yonca ve çayır otunda orta nemde (N2) oluşturulan namlu profilleri  
(T:Çok elemanlı döner taraklı tırmık, D:Çok amaçlı döner tırmık, B:Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık, Y:Yıldız çarklı yan tırmık, S:Silindirik yan tırmık)



Şekil 3.6. Yonca ve çayır otunda düşük nemde (N3) oluşturulan namlu profilleri (T:Çok elemanlı döner taraklı tırmık, D:Çok amaçlı döner tırmık, B:Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık, Y:Yıldız çarklı yan tırmık, S:Silindirik yan tırmık)

Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B), Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ve Silindirik yan tırmık (S) ile bir gidiş-geliş sonunda dört las'ın tek namluda toplanması sonucu daha geniş yüzeyli namlular oluşmaktadır. Ayrıca bu tırmıklarla oluşturulan namlularda namlu ekseni boyunca homojenliğin sağlanamadığı gözlenmiştir. Bu üç tırmık içerisinde en düzgün yüzeye sahip ve yoğun namlular Silindirik yan tırmıkla oluşturulmuştur.

Orta (N2) ve düşük nemde (N3) oluşturulan namlulara ait profiller incelendiğinde (Şekil 3.5, Şekil 3.6), yüksek neme göre namlu ekseni boyunca düzgünlüğün ve homojenliğin bozulduğu fakat bu olumsuzluğun T ve D tırmıklarında fazla belirgin olmadığı saptanmıştır. Ayrıca düşük nemlerde yapılan namluların (Şekil 3.6) beş tırmık için de daha gevşek ve kabarık olduğu gözlenmiştir. Özellikle sap ve yan dallanmalar nedeniyle yonca ile düşük nemlerde oluşturulan namlular çayır otuna göre daha düzensiz ve kabarık olduğu görülmüştür. B, Y ve S tırmıklarında daha fazla belirgin olan bu durum, arkasında namlu düzenleyici deflektörler bulunan T ve D tırmıklarının oluşturduğu namlularda fark edilmemektedir.

### **3.1.3. Bitkinin Namludaki Kuruma Sürecine İlişkin Sonuçlar**

Yonca ve çayır otunun namlu yapıldıktan sonra açık hava koşullarında kurumaya bırakılması süresince, kurumaya etkili olabilecek tüm meteorolojik değerler Tablo 3.2'de özetlenmiş, yonca ve çayır otu denemeleri süresince termohigrograf ile belirlenen hava sıcaklığı ve nisbi nem ilişkisini gösteren kayıt grafikleri ise Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de verilmiştir. Farklı tırmıklarla yüksek, düşük ve orta nemlerde yapılan namluların kuruma sürecine ilişkin grafikler Şekil 3.9, Şekil 3.11, Şekil 3.13, Şekil 3.15, Şekil 3.17 ve Şekil 3.19'da, namluların kurumasına direkt etkili olabilecek hava sıcaklığı ve nisbi nem değerlerinin kuruma süresince değişimi ise Şekil 3.10, Şekil 3.12, Şekil 3.14, Şekil 3.16, Şekil 3.18 ve Şekil 3.20'de verilmiştir.

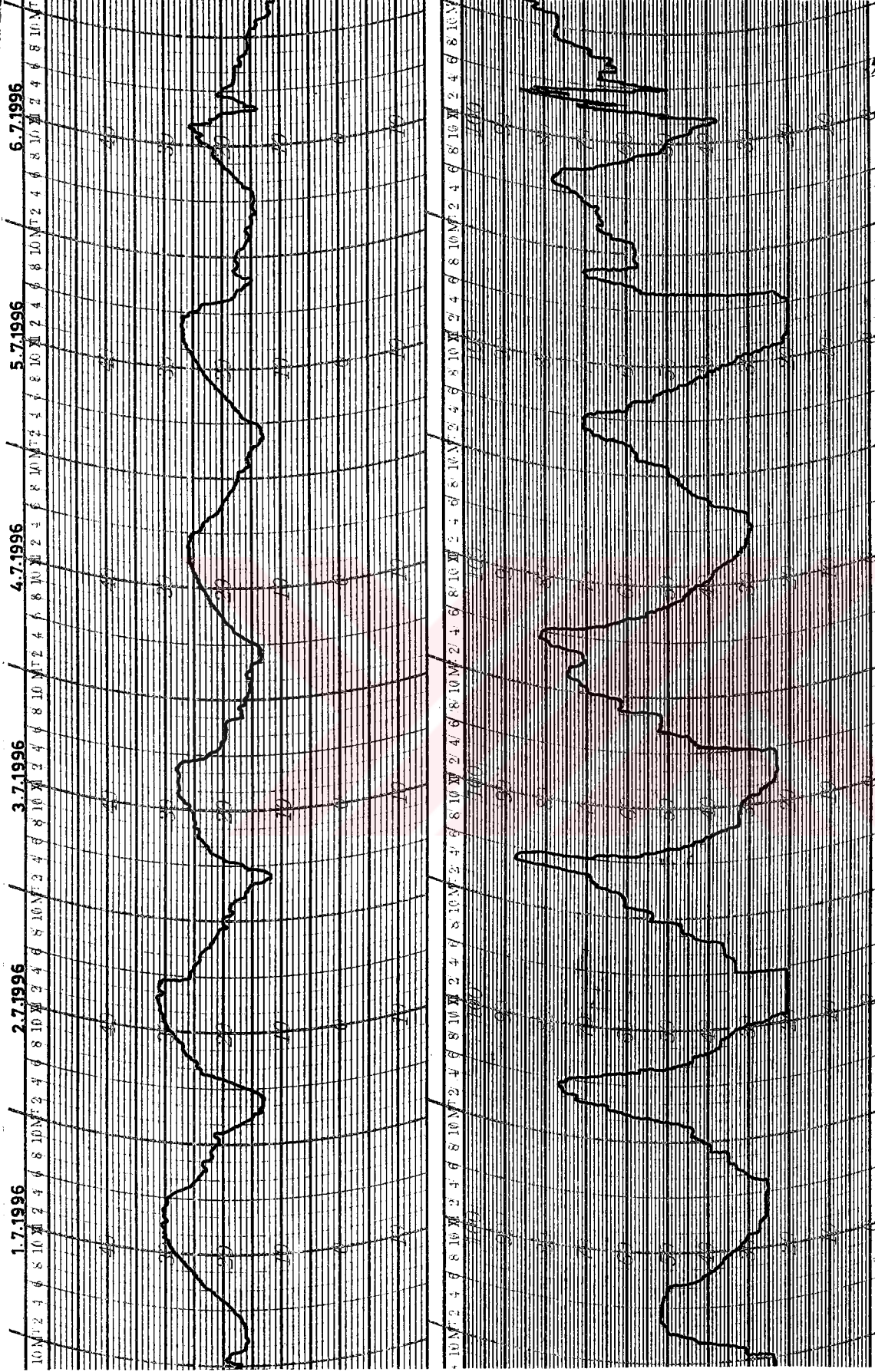
Tablo 3.2 Denemelerin yapıldığı tarihlere ilişkin meteorolojik değerler.

Meteorolojik Değerler	Tarla denemelerinin yapıldığı tarih : Temmuz 1996																												
	Yonca denemelerinin yapıldığı günler								Çayır otu denemelerinin yapıldığı günler																				
	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Ortalama sıcaklık (°C) **	19.8	17.2	21.6	22.4	19.6	19.6	21.8	22.2	23.0	22.4	20.7	21.8	22.2	23.0	22.4	23.2	20.7	21.8	22.2	23.0	22.4	23.2	20.7	21.8	22.2	23.0	22.4	23.2	20.7
En yüksek sıcaklık (°C) ***	30.0	31.0	28.0	26.0	27.0	25.0	28.4	25.0	25.0	25.5	28.0	28.4	25.0	25.0	25.5	29.0	28.0	28.4	25.0	25.0	25.5	29.0	28.0	28.4	25.0	25.0	25.5	29.0	28.0
En düşük sıcaklık (°C) ***	16.0	13.0	12.0	13.5	13.0	14.5	10.4	12.0	12.5	13.5	15.0	10.4	12.0	12.5	13.5	14.6	15.0	10.4	12.0	12.5	13.5	14.6	15.0	10.4	12.0	12.5	13.5	14.6	15.0
Ortalama nisbi nem (%) **	41.3	43.3	45.7	47.7	54.3	57.0	49.3	47.7	47.3	43.7	49.7	49.3	47.7	47.3	43.7	37.3	49.7	49.3	47.7	47.3	43.7	37.3	49.7	49.3	47.7	47.3	43.7	37.3	49.7
En yüksek nisbi nem (%) ***	52.0	77.0	87.5	81.5	70.5	85.5	89.2	72.5	69.0	70.0	85.3	89.2	72.5	69.0	70.0	67.5	85.3	89.2	72.5	69.0	70.0	67.5	85.3	89.2	72.5	69.0	70.0	67.5	85.3
En düşük nisbi nem (%) ***	25.0	20.5	23.0	29.0	20.0	38.0	12.6	22.5	28.0	27.0	13.1	12.6	22.5	28.0	27.0	10.5	13.1	12.6	22.5	28.0	27.0	10.5	13.1	12.6	22.5	28.0	27.0	10.5	13.1
Ortalama toplam yağış (mm) **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama rüzgar hızı (m/s) *	0.7	1.4	1.0	1.2	1.1	1.1	0.7	1.5	1.4	1.2	1.8	0.7	1.5	1.4	1.2	1.2	1.8	0.7	1.5	1.4	1.2	1.2	1.8	0.7	1.5	1.4	1.2	1.2	1.8
Ortalama toprak sıcaklığı (5 cm) (°C) *	26.1	26.4	28.1	27.1	26.6	27.1	24.8	27.1	27.5	28.1	28.4	24.8	27.1	27.5	28.1	28.5	28.4	24.8	27.1	27.5	28.1	28.5	28.4	24.8	27.1	27.5	28.1	28.5	28.4
Ort. güneş ışınımı şiddeti (cal/cm <sup>2</sup> .gün) *	685.8	718.5	671.1	686.7	475.9	670.9	611.1	667.7	617.5	682.5	641.2	611.1	667.7	617.5	682.5	670.8	641.2	611.1	667.7	617.5	682.5	670.8	641.2	611.1	667.7	617.5	682.5	670.8	641.2

\* Köyhizmetleri Genel Müdürlüğü Erzurum Araştırma Enstitüsü Rasat İstasyonu verileri.

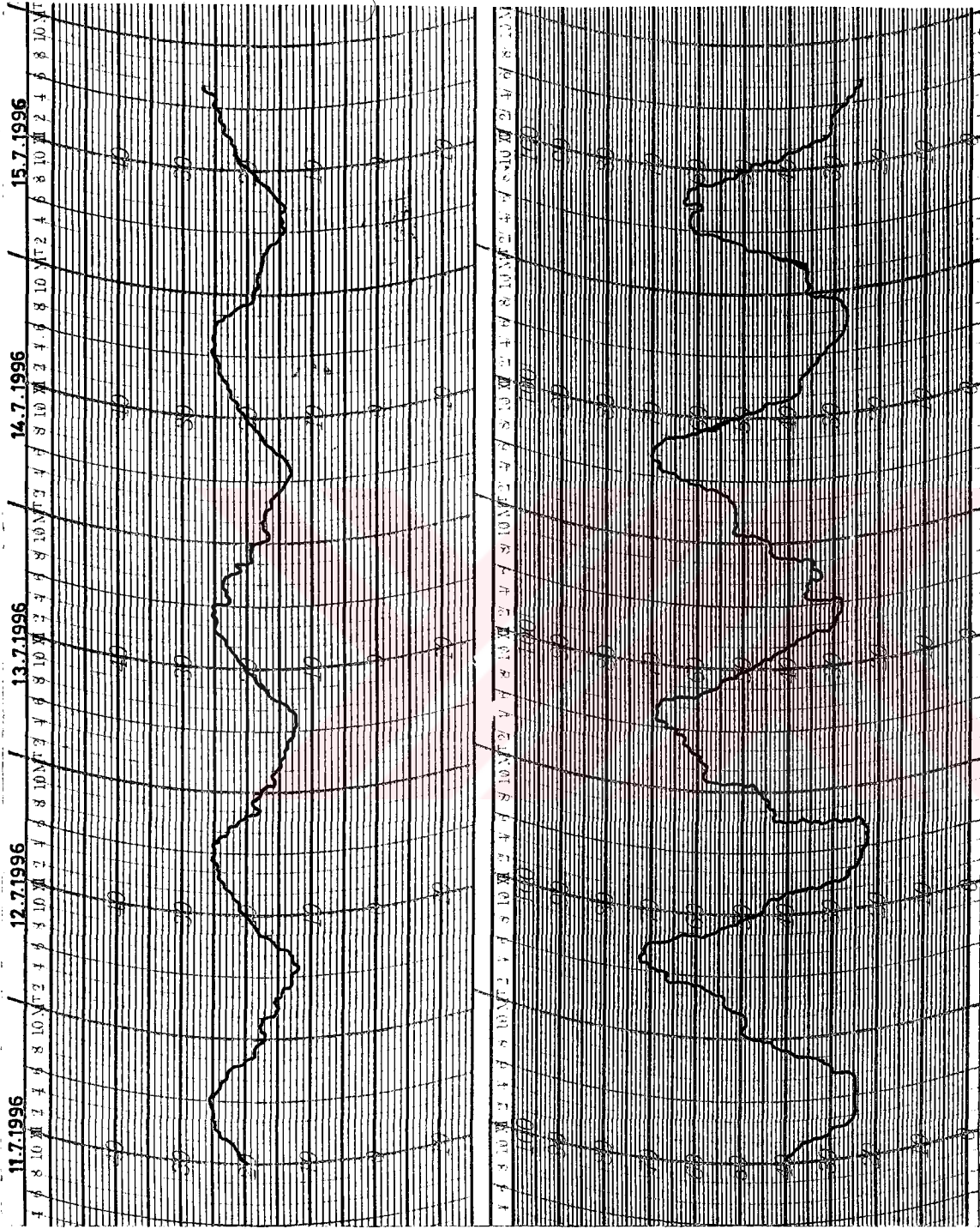
\*\* Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Rasat İstasyonu verileri

\*\*\* Termohigrograf ile deneme alanlarında belirlenen veriler

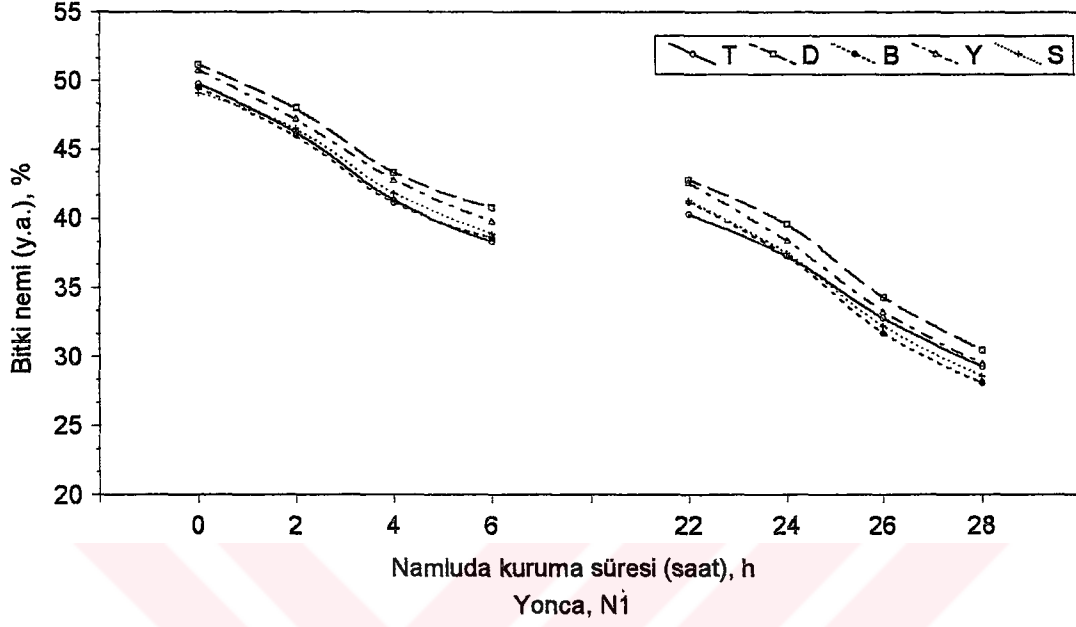


Şekil 3.7. Yonca denemeleri süresince Termohigrograf ile ölçülen sıcaklık ve nisbi nem değerlerine ilişkin kayıt grafiği

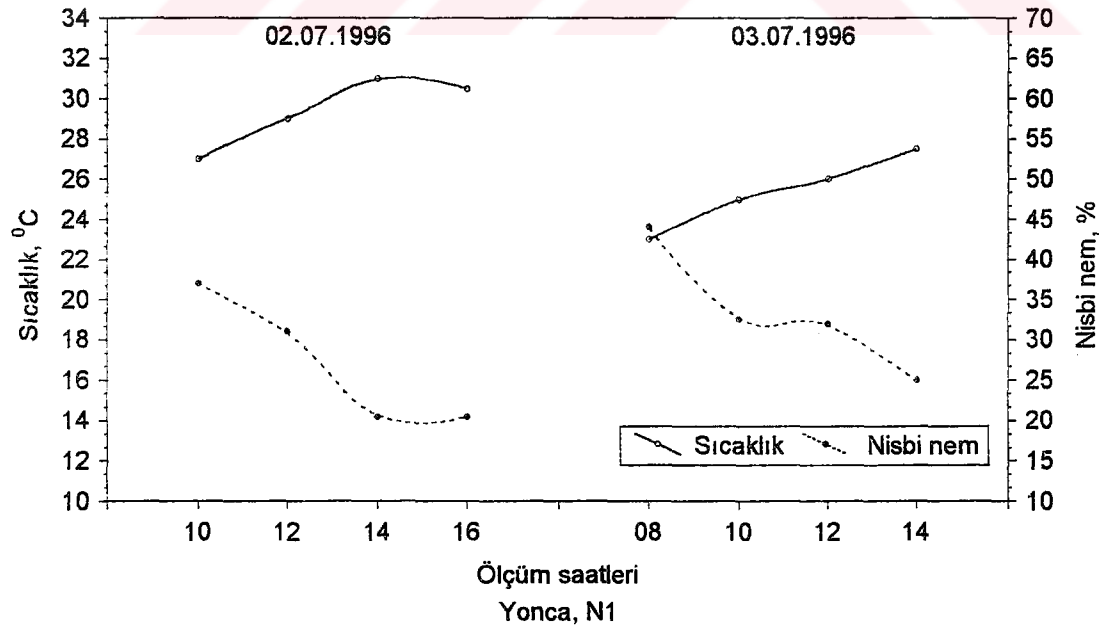




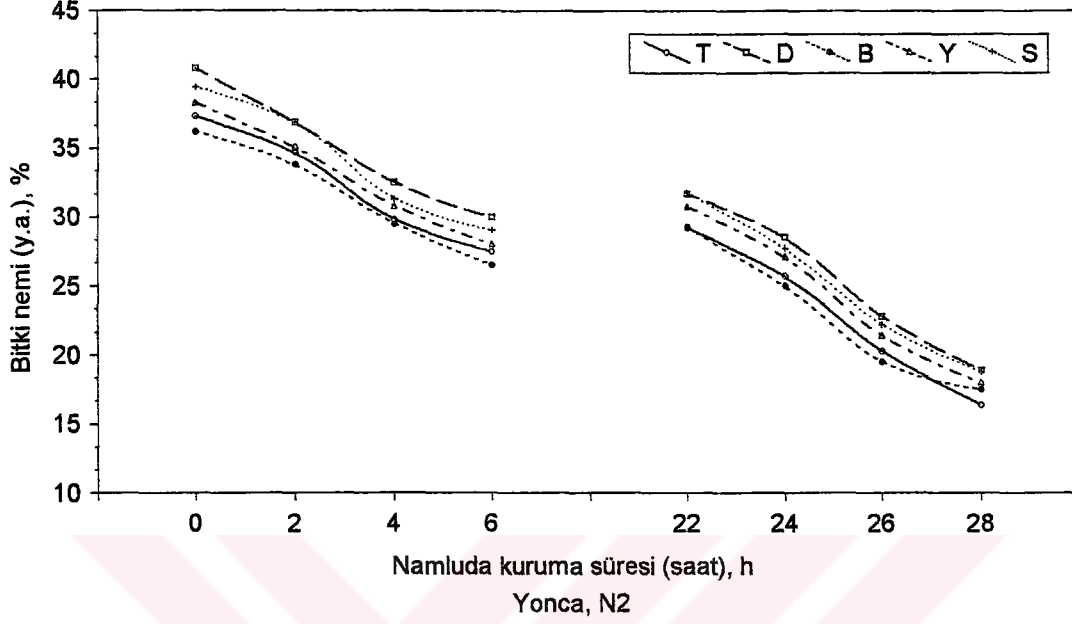
Şekil 3.8. Çayır otu denemeleri süresince Termohigrograf ile ölçülen sıcaklık ve nisbi nem değerlerine ilişkin kayıt grafiği



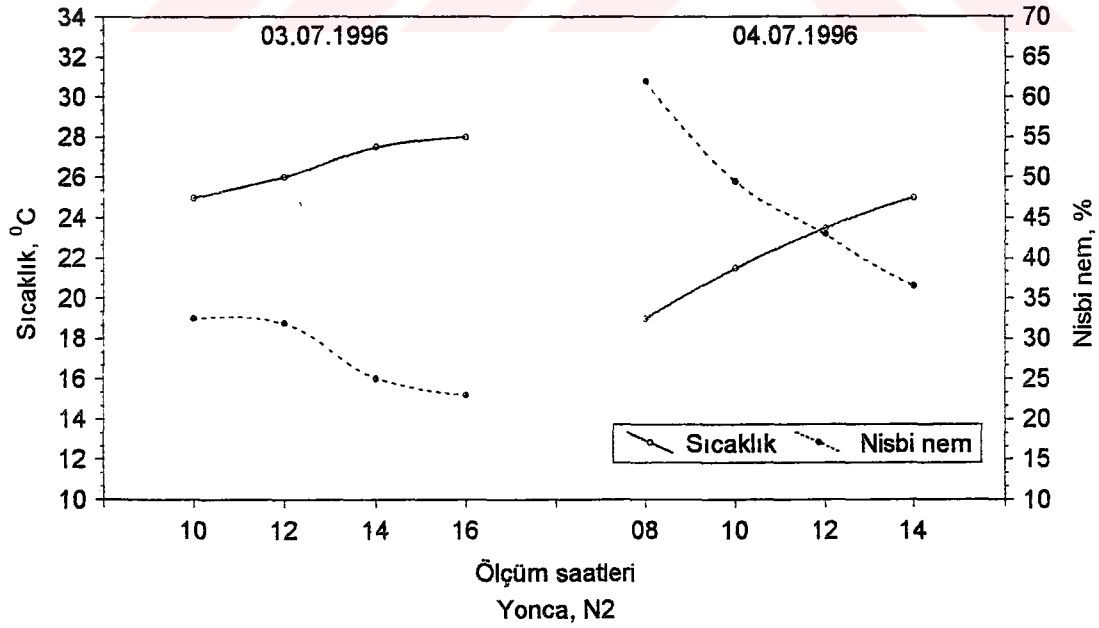
Şekil 3.9. Yoncada farklı tırmıklarla yüksek (N1) nemde yapılan namluların kuruma süreci.



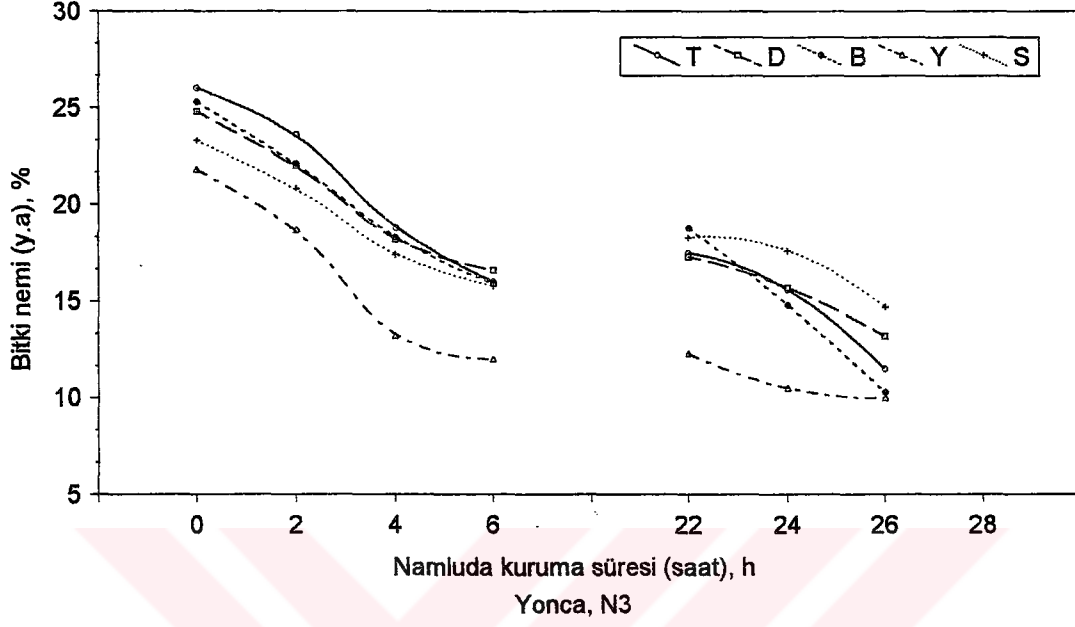
Şekil 3.10. Yoncada yüksek nemde yapılan namluların kuruma süresince hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişki



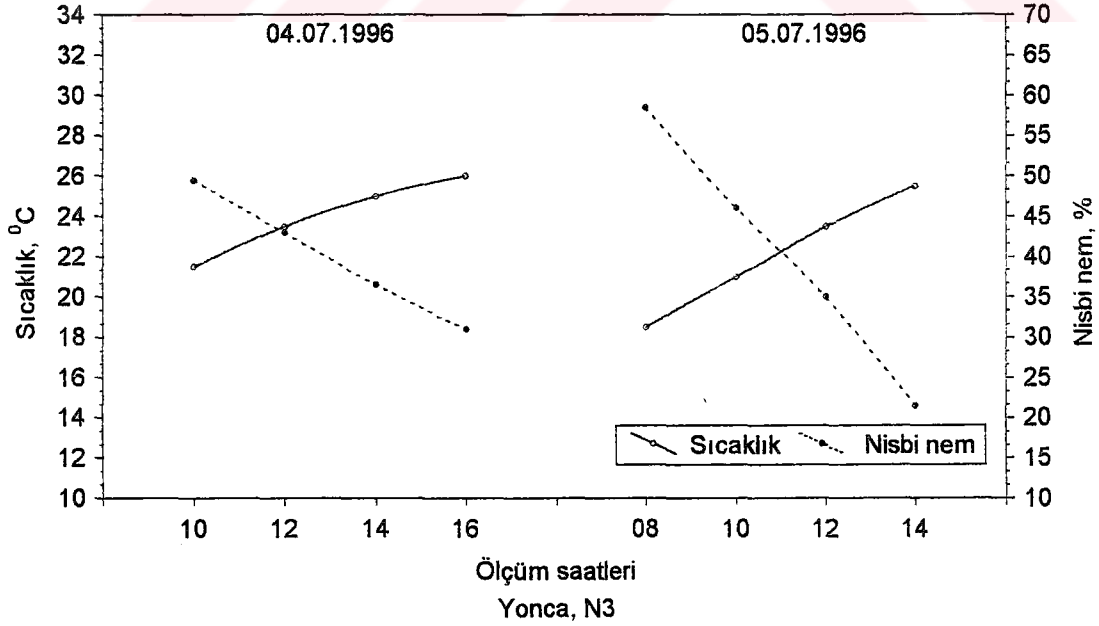
Şekil 3.11. Yoncada farklı tırmıklarla orta (N2) nemde yapılan namluların kuruma süreci.



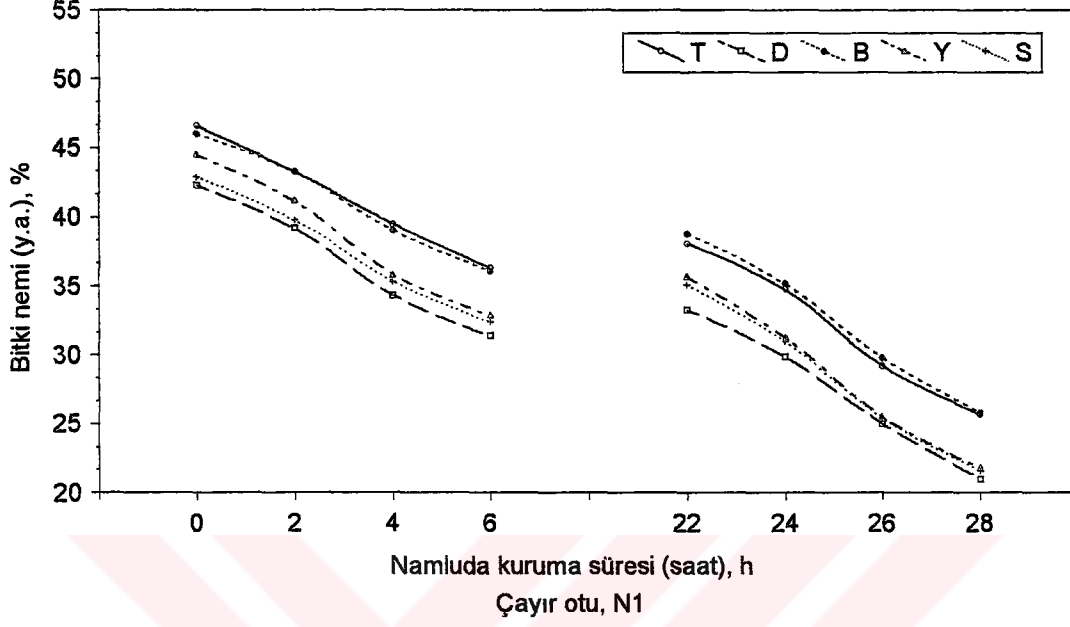
Şekil 3.12. Yoncada orta nemde yapılan namluların kuruma süresince hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişki



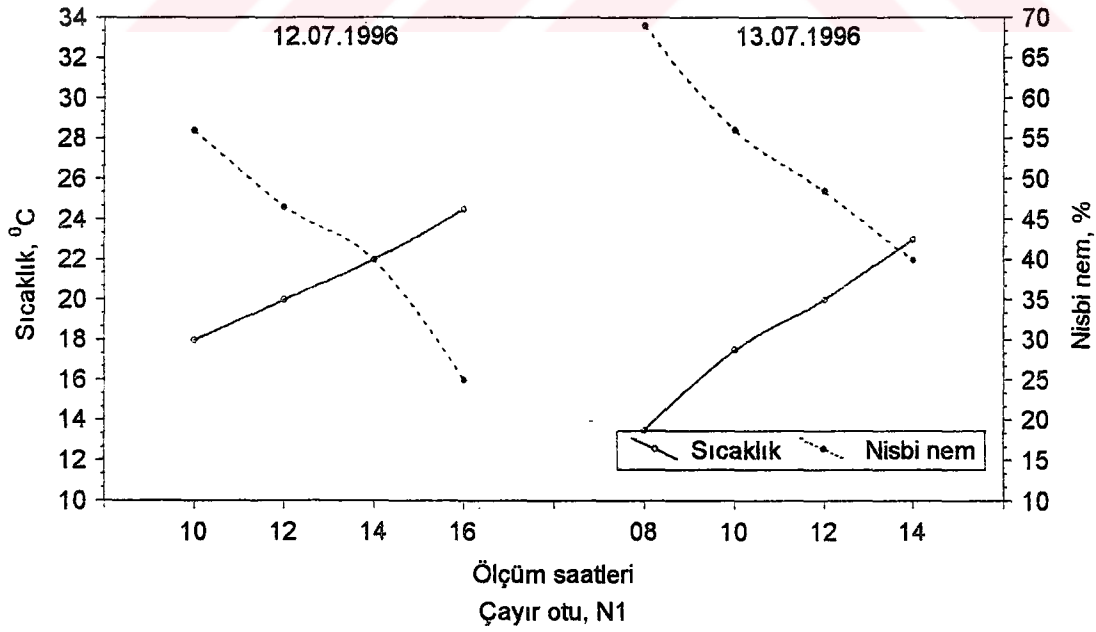
Şekil 3.13. Yoncada farklı tırmıklarla düşük (N3) nemde yapılan namluların kuruma süreci.



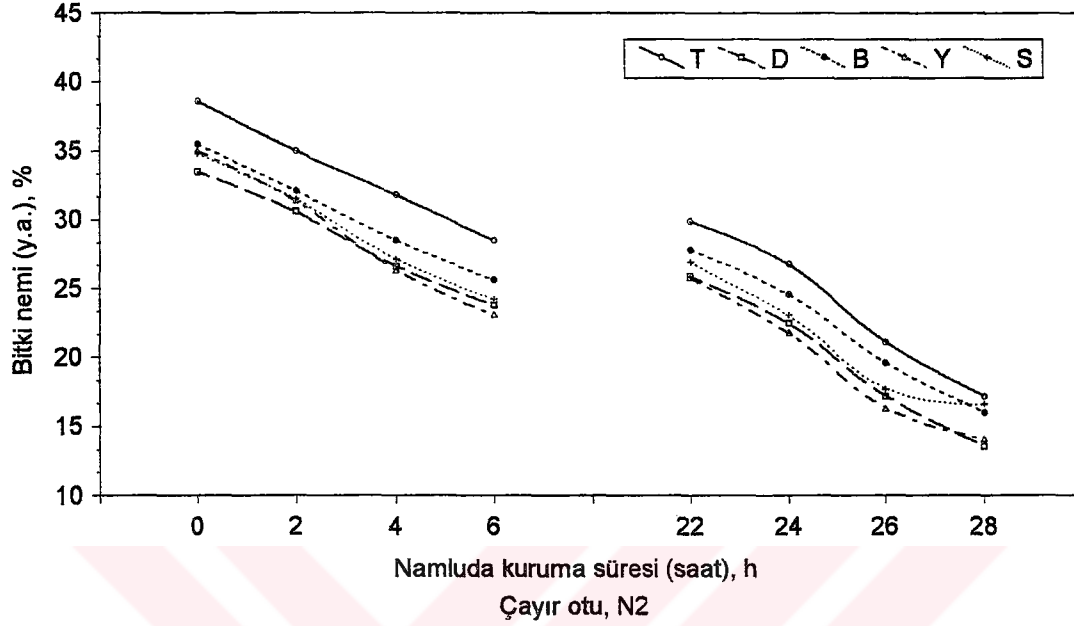
Şekil 3.14. Yoncada düşük nemde yapılan namluların kuruma süresince hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişki



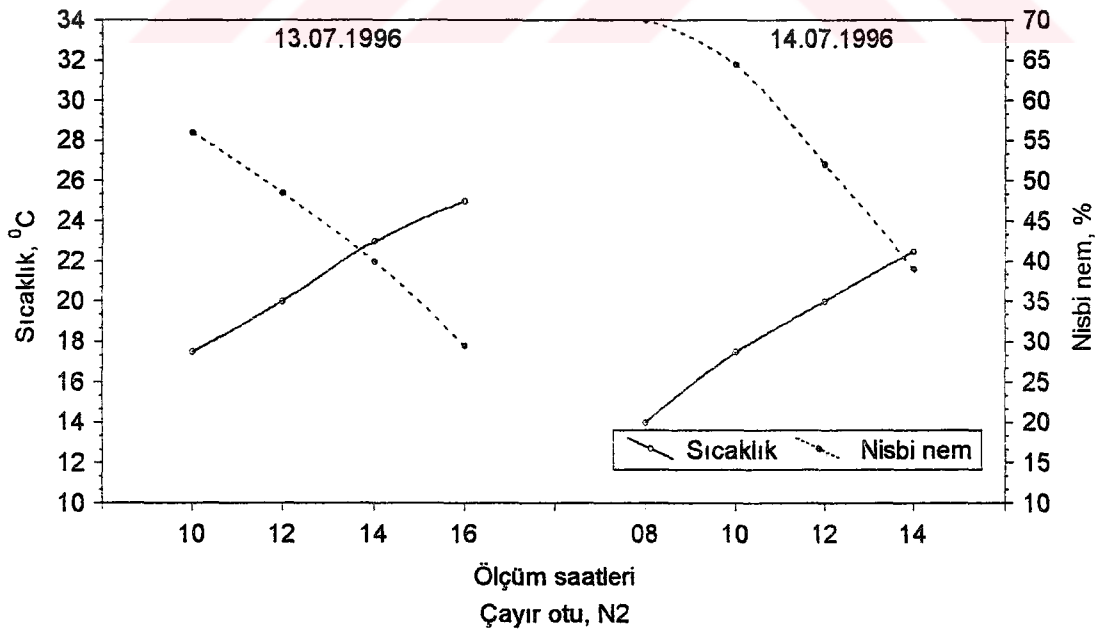
Şekil 3.15. Çayır otunda farklı tırmıklarla yüksek (N1) nemde yapılan namluların kuruma süreci.



Şekil 3.16. Çayır otunda yüksek nemde yapılan namluların kuruma süresince hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişki

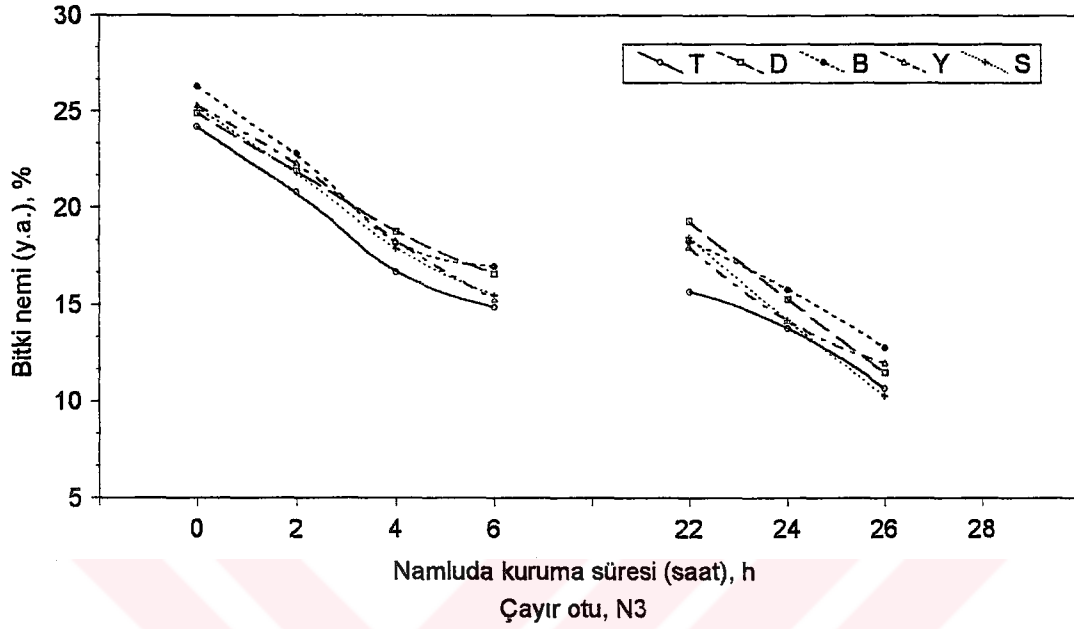


Şekil 3.17. Çayır otunda farklı tirmiklarla orta (N2) nemde yapılan namluların kuruma süreci.

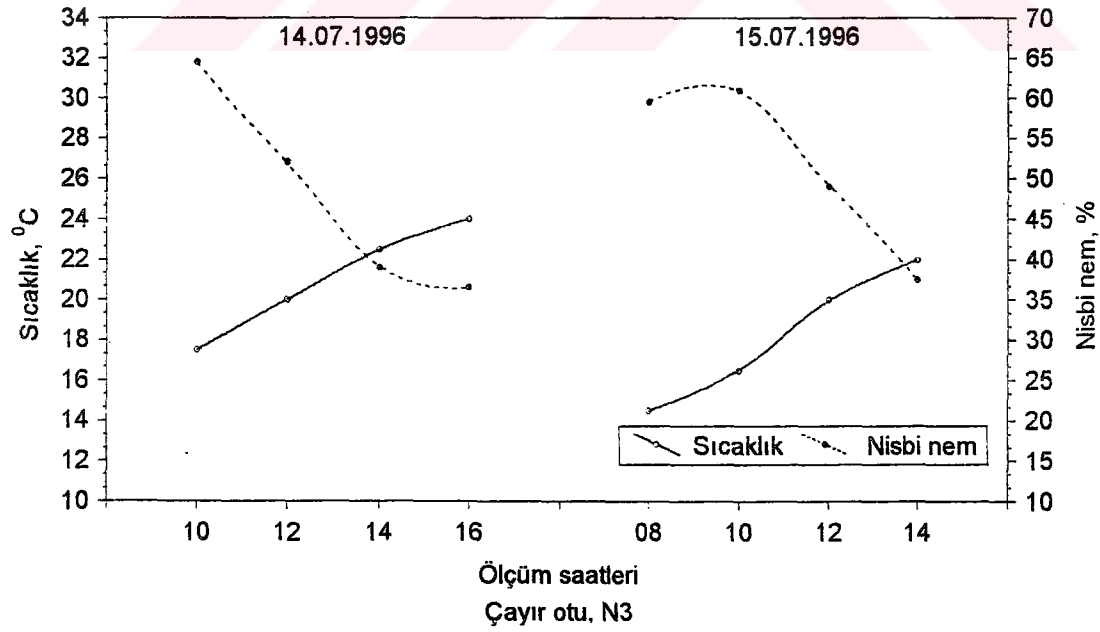


Şekil 3.18. Çayır otunda orta nemde yapılan namluların kuruma süresince hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişki





Şekil 3.19. Çayır otunda farklı tirmiklarla düşük (N3) nemde yapılan namluların kuruma süreci.



Şekil 3.20. Çayır otunda düşük nemde yapılan namluların kuruma süresince hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişki

Namluların kuruma sürecine ilişkin grafikler ve kuruma süresince deneme alanlarında belirlenen hava sıcaklığı ve nisbi nem arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler genel olarak incelendiğinde, gerek yonca gerekse çayır otunda farklı nemlerde oluşturulan namluların kuruma süresine tırmıkların etkilerinin olmadığı ve hava sıcaklığı-nisbi nem değerlerinin ölçüm yapılan saatler için çok büyük değişimler göstermediği belirlenmiş, bu nedenlerle kuruma eğrileri arasındaki farkların kuruma süresince değişmezliğini koruduğu saptanmıştır. Bu sonuç bazı araştırmacıların buldukları sonuçlara göre benzerlik göstermiştir (Wieneke ve Claus, 1964; Glasow, 1963).

Yonca denemeleri sırasında ortalama %50.1 nemde (N1) yapılan namlular 28 h sonra ortalama %29.2 nem oranına erişmiştir. Bu denemeler sırasında en hızlı kuruma, Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B) ile yapılan namlularda görülmüş, %49.5 nemde yapılan bu namlular 28 saatlik kuruma sonunda %28.1 nem oranına düşmüştür (Şekil 3.9). Çayır otunda yüksek nem (N1) denemeleri sırasında ortalama %44.5 nemde yapılan namlular 28 saatlik kuruma periyodu sonunda ortalama %23.2 nem oranına erişmiş, bu denemelerde ise Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ile %44.5 nemde yapılan namlular hızlı bir kuruma göstererek 28 h sonra %21.8 nem oranına düşmüştür (Şekil 3.15).

Yüksek nemlerde (N1) yapılan denemeler sonunda yonca namlularının ikinci gün sonunda (28 h sonra) bile balyalama için güvenli nem düzeyi olan %20-25 neme ulaşamadıkları belirlenmiş, çayır otunda ise yoncaya göre nem düşüşünün daha hızlı olduğu ve %23.2 nem oranına düşen namlularda balyalama işleminin yapılabileceği görülmüştür.

Orta nemde (N2) yapılan yonca denemelerinde beş farklı tırmıkla ortalama %38.4 nemde oluşturulan namlular 26 h sonra ortalama %21.2 nem oranına düşerek balyalama nemine ulaşmıştır (Şekil 3.11). Çayır otunda ortalama

%35.5 nemde yapılan namlular ise 24 h sonra %23.8, 26 h sonra ise ortalama %18.4 nem oranına düşmüştür (Şekil 3.17).

Yonca ve çayır otunda beş tırmık için de düşük nemde (N3) yapılan namlular yoncada %21.4, çayır otunda ise ortalama %21.9 neme düşerek aynı gün balyalama nemine erişmişlerdir (Şekil 3.13, Şekil 3.19). Bu sonuca göre düşük nemde yapılan namluların ardından balyalamanın hemen başlatılması da mümkün olabilmektedir.

Genelde geniş yüzeyli ve dağınık namlu yapan Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B) ve Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ile yapılan namluların daha hızlı kurduğu görülmüş ayrıca bütün namluların geceleyin ortalama %70-80'e kadar artan nisbi nemden (Şekil 3.7, Şekil 3.8) dolayı nem absorbe ettikleri anlaşılmıştır. Oluşturulan namluların ilk günkü son nem ölçümü ile ikinci günkü ilk ölçümü arasında ortalama %2.15'lik nem artışı belirlenmiş, gece boyunca absorbe edilen bu nem miktarı da kuruma süresini etkilememiştir (Ülger, 1979). Yapılan tüm denemelerde de çayır otunun yoncaya göre balyalama nemine daha kısa sürede ulaştığı belirlenmiştir (Wieghart, et al., 1983). Yoncada yaprak/sap oranının doğal olarak çayır otuna göre daha fazla olması kurummasını yavaşlattığı gibi, yonca denemelerinin yapıldığı tarihlerde özellikle geceleyin havadaki nisbi nemin %80'in üzerine çıkması da (Şekil 3.7) kuruma süresinin uzamasına neden olmuştur.

#### **3.1.4. Bitkinin Namludaki Kuruma Hızına İlişkin Sonuçlar**

Yonca ve çayır otu denemelerinde ayrı ayrı olmak üzere, dört saatlik kısa ve yirmi dört saatlik uzun kuruma periyotları sonunda belirlenen kuruma hızı katsayıları, varyans analizine tabi tutularak bitkinin namludaki kuruma hızına etkili faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, Tablo 3.3'te dört saatlik, Tablo 3.4'te ise yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda hesaplanan kuruma

hızına ilişkin varyans analizi sonuçları verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, kuruma hızına etkisi çok önemli bulunan namlu yapma nemine ilişkin LSD çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise dört saatlik periyot için Tablo 3.5, yirmi dört saatlik periyot için Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.3. Dört saatlik kuruma periyodu sonundaki kuruma hızlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	4	0.0047	0.0012	1.47	0.228
	Nem	2	0.0190	0.0095	11.85	0.000 **
	Blok	2	0.0023	0.0012	1.46	0.243
	Tırmık x Nem	8	0.0108	0.0013	1.68	0.130
	Tırmık x Blok	8	0.0081	0.0010	1.27	0.284
	Nem x Blok	4	0.0014	0.0003	0.43	0.786
	TırmıkxNemxBlok	16	0.0109	0.0007	0.85	0.626
	Hata	45	0.0361	0.0008		
	Genel	89	0.0934			

Çayırotu	Tırmık	4	0.0022	0.0005	0.72	0.580
	Nem	2	0.0139	0.0070	9.26	0.000 **
	Blok	2	0.0019	0.0009	1.26	0.292
	Tırmık x Nem	8	0.0070	0.0009	1.17	0.339
	Tırmık x Blok	8	0.0031	0.0004	0.51	0.842
	Nem x Blok	4	0.0031	0.0008	1.04	0.398
	TırmıkxNemxBlok	16	0.0049	0.0003	0.41	0.973
	Hata	45	0.0338	0.0008		
	Genel	89	0.0698			

\*\* : (P<0.01) %99 olasılık düzeyinde önemli

Yonca ve çayır otunda farklı tırmıklarla üç nem seviyesinde yapılan namluların, dört ve yirmi dört saatlik kuruma periyotları sonunda kuruma hızı yönünden karşılaştırılması ve istatistiksel anlamda önemli olmayan ve bu nedenle sonuçlara yansımayan bazı farkların daha iyi görünebilmesi için kuruma hızı katsayılarını içeren grafikler Şekil 3.21, Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24'te verilmiştir. Ayrıca namlu yapma anındaki bitki nem içeriğine bağlı olarak kuruma hızı değişimini ifade eden regresyon eğrileri ve regresyon eşitlikleri de Şekil 3.25, Şekil 3.26, Şekil 3.27 ve Şekil 3.28'de özetlenmiştir.

Tablo 3.4. Yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonundaki kuruma hızlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	4	0.00024	0.00006	2.32	0.074
	Nem	2	0.00094	0.00047	18.48	0.000 **
	Blok	2	0.00003	0.00002	0.64	0.532
	Tırmık x Nem	8	0.00035	0.00004	1.71	0.126
	Tırmık x Blok	8	0.00017	0.00002	0.82	0.591
	Nem x Blok	4	0.00010	0.00003	1.03	0.405
	TırmıkxNemxBlok	16	0.00025	0.00002	0.62	0.845
	Hata	45	0.00099	0.00003		
	Genel	89				

Çayırotu	Tırmık	4	0.00018	0.00005	2.05	0.104
	Nem	2	0.00089	0.00045	19.74	0.000 **
	Blok	2	0.00002	0.00001	0.55	0.579
	Tırmık x Nem	8	0.00013	0.00002	0.73	0.666
	Tırmık x Blok	8	0.00024	0.00003	1.33	0.256
	Nem x Blok	4	0.00019	0.00005	2.14	0.092
	TırmıkxNemxBlok	16	0.00033	0.00002	0.92	0.552
	Hata	45	0.00097	0.00002		
	Genel	89				

\*\* : (P<0.01) %99 olasılık düzeyinde önemli

Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'teki varyans analizi sonuçları incelendiğinde gerek yonca gerekse çayır otunda dört ve yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda bitkinin namludaki kuruma hızının tırmık tipine bağlı olarak değişmediği (Wieneke ve Claus, 1964), namlu yapma neminin ise hem yonca hem de çayır otunda iki kuruma periyodu için de kuruma hızına etkisinin çok önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir (Savoie ve Beauregard, 1990).

Tablo 3.5. Farklı nemlerde yapılan namlular için dört saatlik kuruma periyodu sonunda belirlenen kuruma hızlarına ilişkin LSD testi sonuçları

Namlu yapma anındaki bitki nem seviyeleri			Kuruma hızı katsayısı, h <sup>-1</sup>	
			Yonca	Çayırotu
Yüksek nem	(%40 - %50)	(N1)	0.081 b ✓	0.081 b
Orta nem	(%30 - %40)	(N2)	0.085 b	0.088 b
Düşük nem	(%20 - %30)	(N3)	0.114 a	0.110 a
LSD (0.01)			0.0196	0.0196

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir (P<0.01).

Tablo 3.6. Farklı nemlerde yapılan namlular için yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda belirlenen kuruma hızlarına ilişkin LSD testi sonuçları

Namlu yapma anındaki bitki nem seviyeleri			Kuruma hızı katsayısı, h <sup>-1</sup>	
			Yonca	Çayırotu
Yüksek nem	(%40 - %50)	(N1)	0.0206 b ✓	0.0213 b
Orta nem	(%30 - %40)	(N2)	0.0224 b	0.0241 b
Düşük nem	(%20 - %30)	(N3)	0.0290 a	0.0292 a
LSD (0.01)			0.0038	0.0031

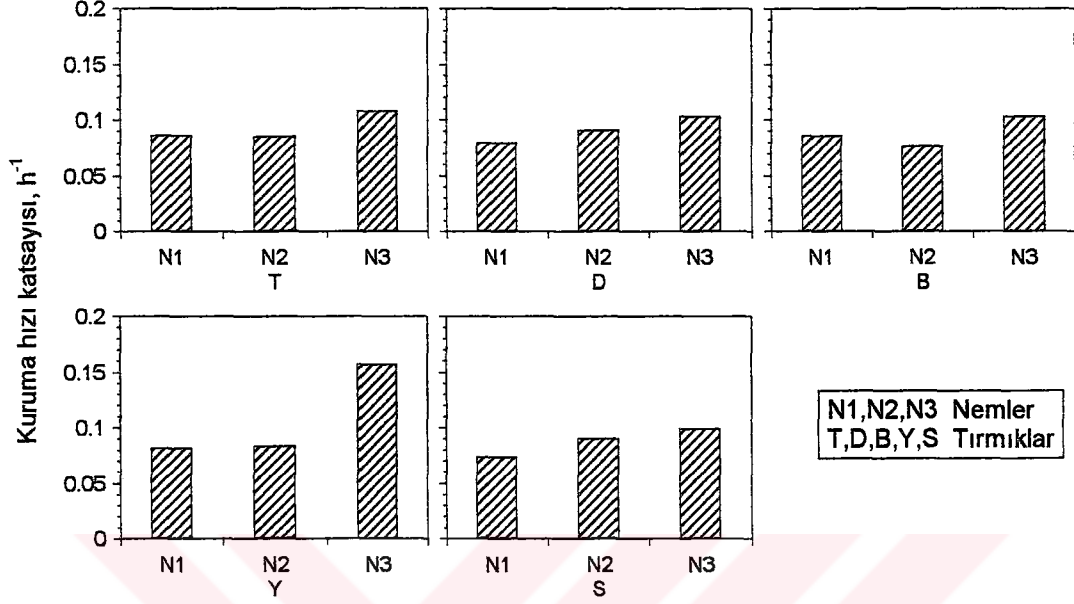
✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir (P<0.01).

Kuruma hızına etkisi çok önemli bulunan namlu yapma neminin, seviyeleri arasındaki farkın belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçlarına (Tablo 3.5, Tablo 3.6) göre, yüksek (N1) ve orta (N2) nem seviyelerinde yapılan namlular arasında kuruma hızı yönünden bir farkın olmadığı, ancak düşük (N3) nem seviyesinde yapılan namluların kuruma hızının daha yüksek olduğu ve bu nem seviyesi ile N1 ve N2 seviyeleri arasında istatistiksel olarak çok önemli farkın olduğu saptanmıştır. Hem yonca hem de çayır otu için düşük nemlerde yapılan namluların belirli neme daha kısa sürede eriştiği anlaşılmaktadır (Savoie ve Beauregard, 1990).

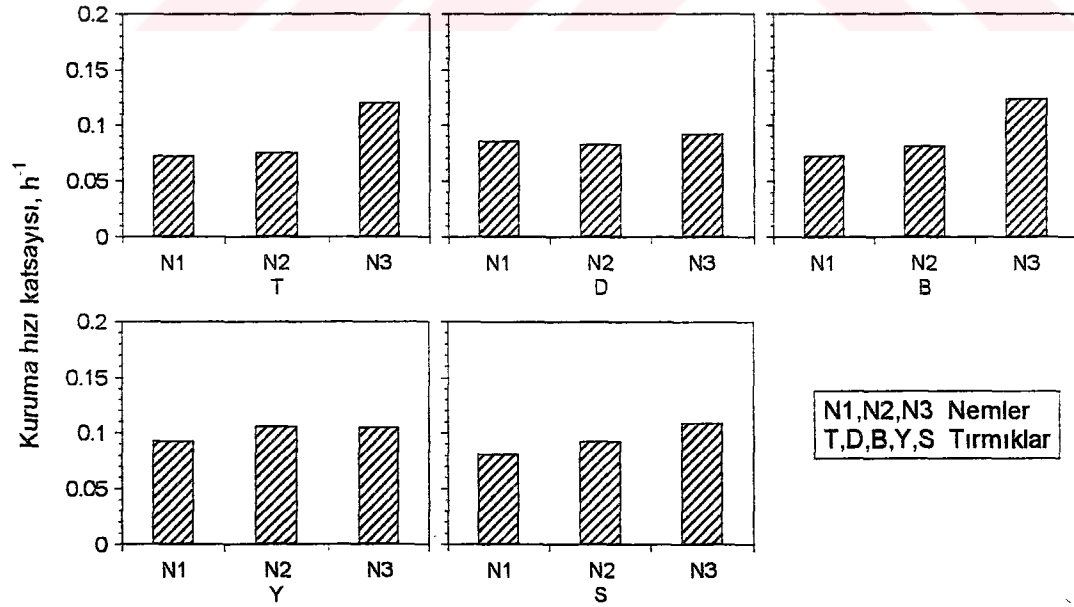
Yoncada düşük nem seviyesinde yapılan namluların kuruma hızı dört saatlik kuruma süresi sonunda yüksek neme göre %41, orta nem seviyesinde yapılan namlulara göre ise %34 oranında artmıştır. Çayır otunda aynı şartlar için bu artışlar sırasıyla %36 ve %25 oranlarında olmuştur (Tablo 3.5). Yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda ise, yonca için düşük nem seviyesinde yapılan namluların kuruma hızları, yüksek ve orta nem seviyelerine göre sırasıyla %41 ve %29 oranlarında, çayır otunda da aynı sırayla %37 ve %17 oranlarında artmıştır (Tablo 3.6).

Farklı tırmıklarla oluşturulan namlu profillerinin (Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6) ve bu namlular için tarladaki kuruma süresince belirlenen kuruma eğrileri arasında çok belirgin bir farkın olmayışı, tırmıkların kuruma hızına etkilerini önemsiz kılmış, kuruma hızları arasındaki küçük farklarda tırmıkların etkileri

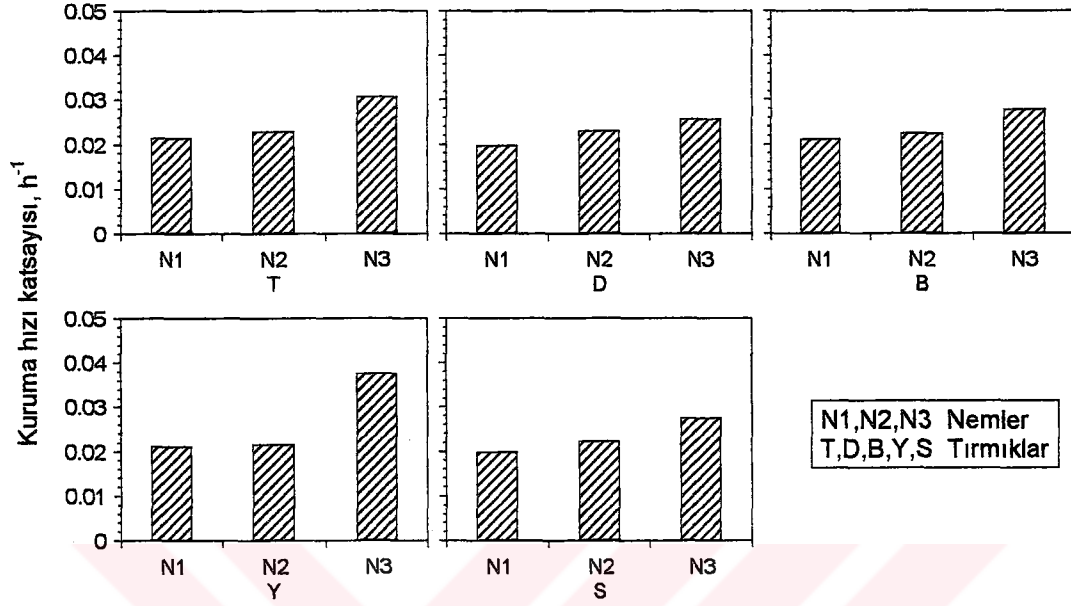




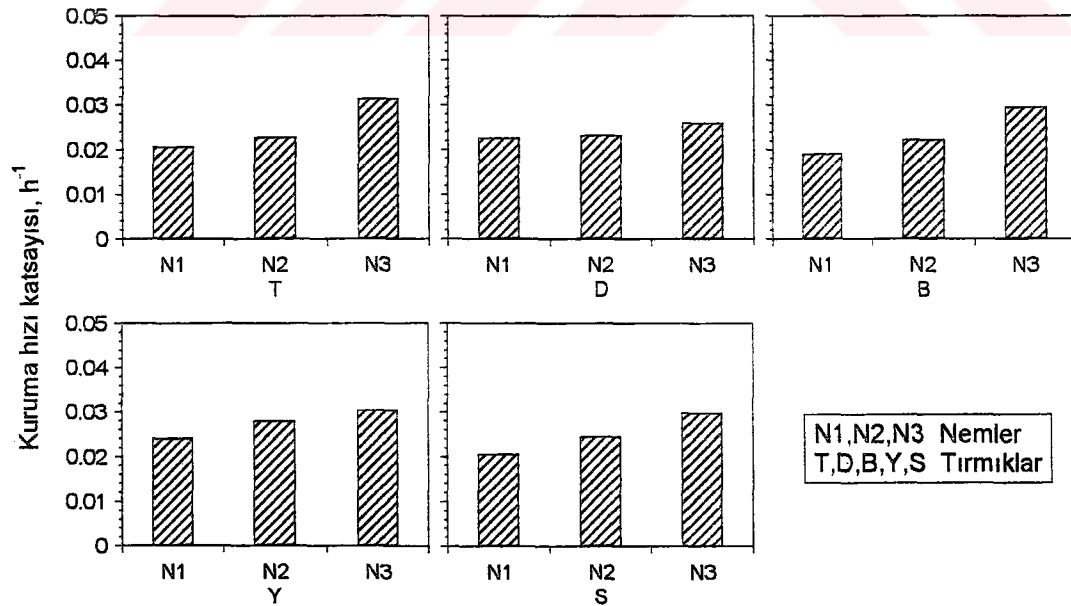
Şekil 3.21. Yoncada dört saatlik kuruma periyodu sonundaki ortalama kuruma hızları



Şekil 3.22. Çayır otunda dört saatlik kuruma periyodu sonundaki ortalama kuruma hızları



Şekil 3.23. Yoncada yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonundaki ortalama kuruma hızları



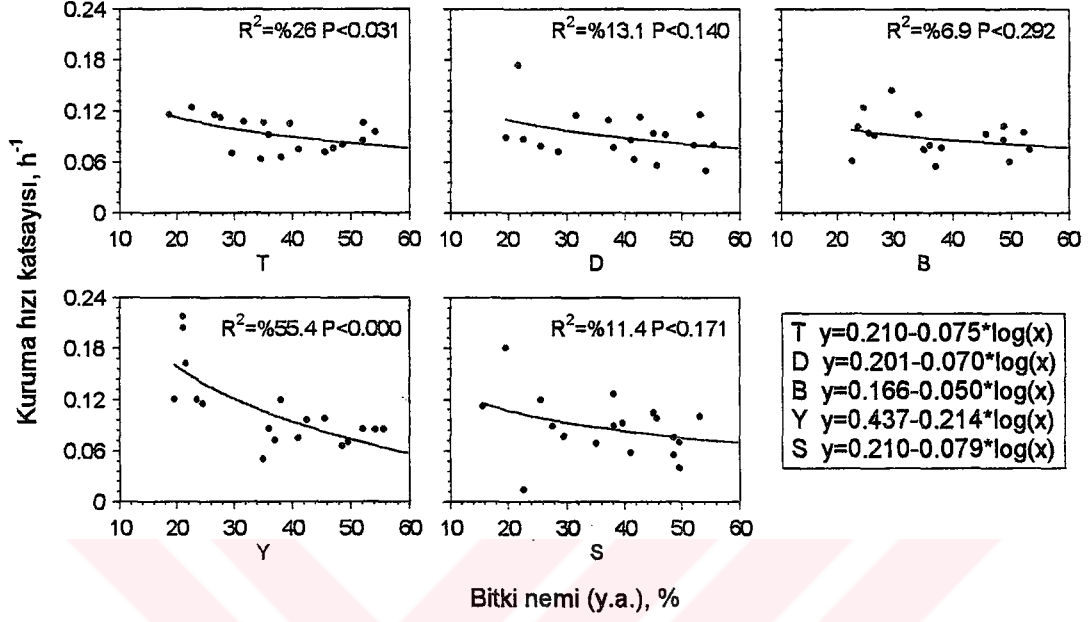
Şekil 3.24. Çayır otunda yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonundaki ortalama kuruma hızları

açısından ayrıcalık için kesin bir yargı imkanı vermemiştir. Buna rağmen Şekil 3.21, Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24 incelendiğinde, diğer tırmıklara göre daha geniş yüzeyli ve düzensiz namlu profilleri oluşturan Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ile yapılan namlular için üç nem seviyesi ortalamaları olarak belirlenen kuruma hızı katsayıları dört saatlik kuruma periyodu için yoncada  $0.107 \text{ h}^{-1}$ , çayır otunda  $0.101 \text{ h}^{-1}$ , yirmi dört saatlik periyot için ise yoncada  $0.0265 \text{ h}^{-1}$ , çayır otunda da  $0.0275 \text{ h}^{-1}$  değerleriyle diğer tırmıklardan yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bu tırmıkla iki bitki için de oluşturulan namluların kuruma hızı diğerlerine göre daha yüksek bulunmuş, dolayısıyla bu namlular balyalama için güvenli nem seviyesine daha kısa sürede erişebilmişlerdir.

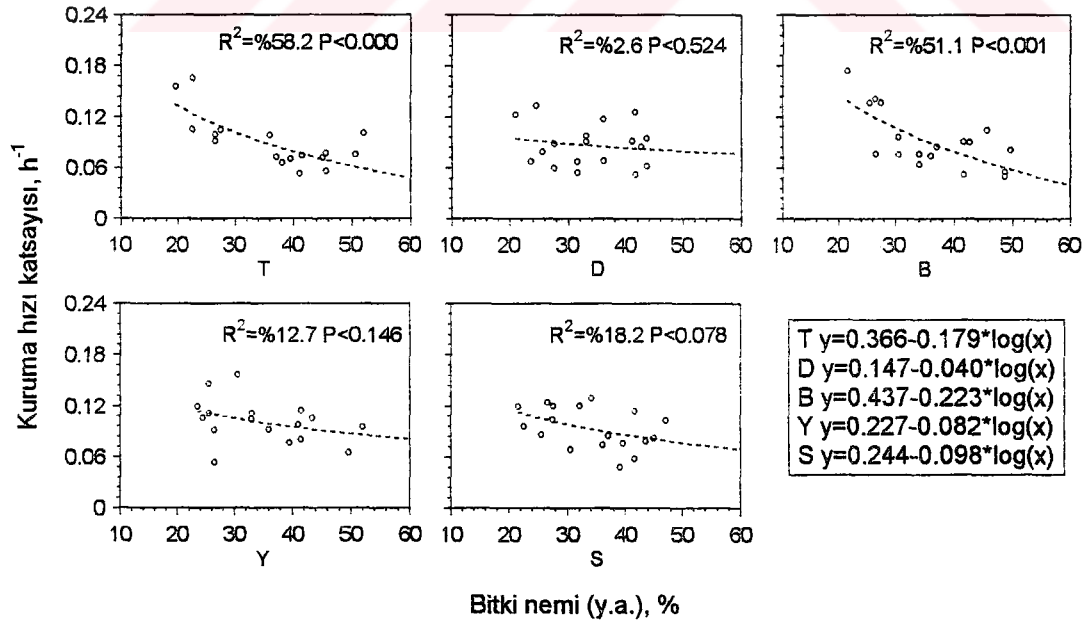
Dört saatlik kuruma periyodu için Yıldız çarklı yan tırmıkla yapılan namluların kuruma hızları diğer tırmıklarla oluşturulan namlulara göre yoncada %19, çayır otunda ise %12 artmış, bu artış yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda ise yonca ve çayır otunda aynı olmak üzere %14 civarında bulunmuştur.

Tırmıklar ve nem seviyeleri ayrı ayrı olmak üzere incelendiğinde (Şekil 3.21, Şekil 3.22, Şekil 3.23, Şekil 3.24), yoncada dört saatlik kuruma periyodu sonunda belirlenen kuruma hızı katsayılarına göre Yıldız çarklı yan tırmıkla (Y) düşük nem (N3) seviyesinde yapılan namlularda kuruma hızı en yüksek ( $0.157 \text{ h}^{-1}$ ) bulunmuştur (Şekil 3.21). Çayır otunda ise Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B) ile aynı nem seviyesinde yapılan namlularda  $0.124 \text{ h}^{-1}$  ile en yüksek kuruma hızı elde edilmiştir (Şekil 3.22).

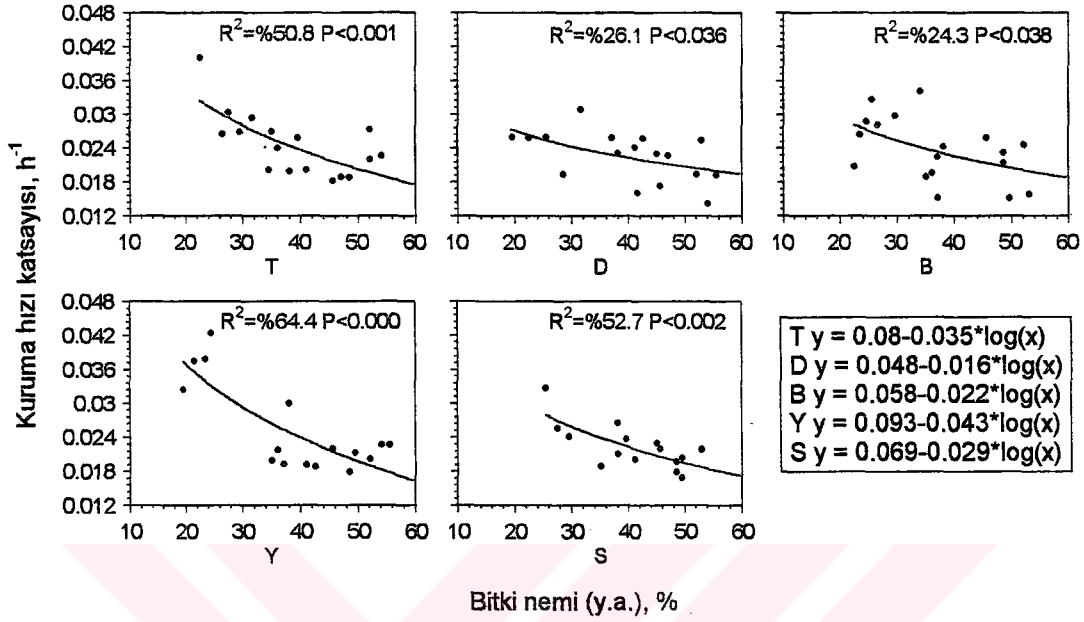
yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda yoncada yine Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ile düşük nem (N3) seviyesinde yapılan namlularda  $0.0367 \text{ h}^{-1}$  değeri ile en yüksek kuruma hızı elde edilmiştir (Şekil 3.23). Çayır otunda da Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T) ile düşük nemde (N3) yapılan namlularda kuruma hızı katsayısı  $0.0313 \text{ h}^{-1}$ , Yıldız çarklı yan tırmıkla ise yine aynı nem seviyesinde  $0.0304 \text{ h}^{-1}$  değerleriyle en yüksek kuruma hızları belirlenmiştir.



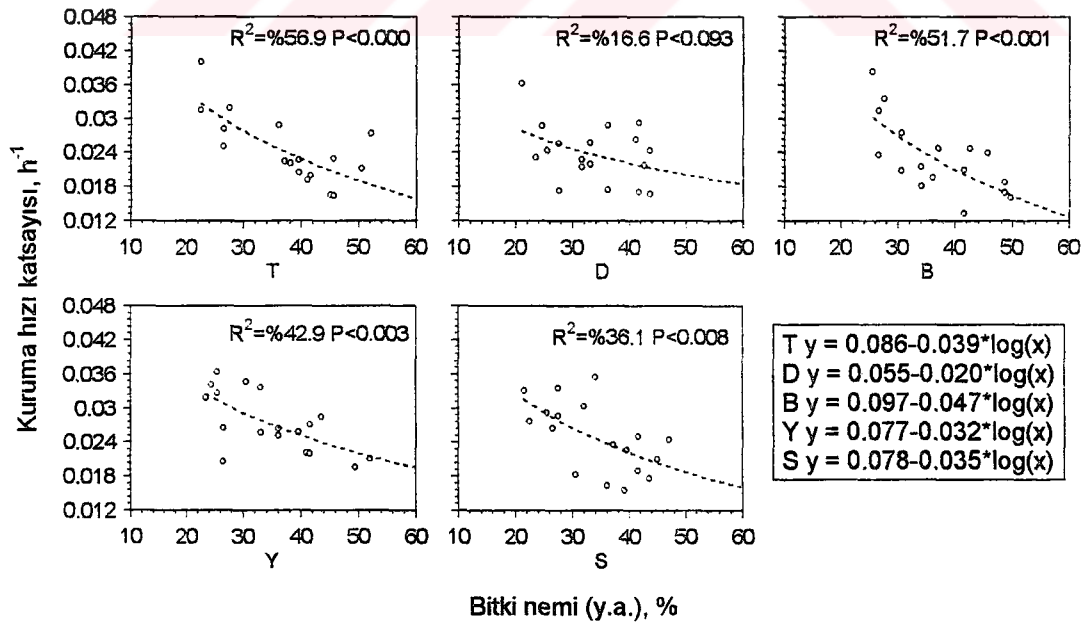
Şekil 3.25. Yoncada dört saatlik kuruma periyodu sonunda kuruma hızının namlu yapma nemine bağlı olarak değişimi



Şekil 3.26. Çayır otunda dört saatlik kuruma periyodu sonunda kuruma hızının namlu yapma nemine bağlı olarak değişimi



Şekil 3.27. Yoncada yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda kuruma hızının namlu yapma nemine bağlı olarak değişimi



Şekil 3.28. Çayır otunda yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda kuruma hızının namlu yapma nemine bağlı olarak değişimi

Gerek yonca gerekse çayır otu denemeleri sırasında tırmıklarla oluşturulan namlularda yapılan ölçümler sonunda namlu yapma nemi ile bitkinin namludaki kuruma hızı arasında ters orantılı (logaritmik) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.25, Şekil 3.26, Şekil 3.27, Şekil 3.28). Bu ilişki bazı grafiklerde gerek regresyonun önemsizliği ( $p>0.01$ ), gerekse  $R^2$  değerinin küçüklüğü açısından çok belirgin olmamasına rağmen (Şekil 3.25, Şekil 3.26), grafiklerin çoğunda bu iki faktör arasında böyle bir ilişkinin varlığı görülmektedir (Şekil 3.27, Şekil 3.28).

Yoncada dört saatlik kuruma periyodu için belirlenen kuruma hızları ile namlu yapma nemi arasındaki ilişkinin ifade edildiği grafiklerde Yıldız çarklı yan tırmık (Y) için elde edilen değerlere göre ilişki çok önemli ( $p<0.000$ ) bulunmuştur (Şekil 3.25). Çayır otunda ise Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T) ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B) için ilişki çok önemli bulunmuş ve iki regresyon eşitliği için de  $R^2$  %50'nin üzerinde olmuştur (Şekil 3.26).

Genelde namlu yapma nemi ile kuruma hız arasındaki ilişki yirmi dört saatlik kuruma periyodunda, dört saatlik periyoda göre daha belirgin olarak saptanmıştır (Şekil 3.27, Şekil 3.28). Yirmi dört saatlik kuruma periyodu sonunda belirlenen kuruma hızı katsayılarına göre yoncada Yıldız çarklı yan tırmık (Y), Silindirik yan tırmık (S) ve Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T) ile yapılan namlularda namlu yapma nemi ile kuruma hızı arasındaki ilişki çok önemli ( $p<0.01$ ),  $R^2$  değerleri ise %50'nin üzerinde bulunmuştur (Şekil 3.27). Çayır otunda ise Çok amaçlı döner namlu tırmığı (D) hariç diğer tırmıklar için bu ilişki çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur (Şekil 3.28)

### **3.1.5. Kuru Madde Kayıplarına İlişkin Sonuçlar**

Namlu yapma işlemleri sırasında tırmıkların kuru madde kayıpları üzerine olan etkileri, tümüyle mekanik işlemler sonucunda meydana gelen kayıpların az



veya çok olmasından kaynaklandığı gibi, bu işlemlerin yapıldığı andaki bitki nem içeriğinin de payı oldukça büyüktür. Bu tür etkileri daha açık görebilmek amacıyla, yonca ve çayır otu için ayrı ayrı yapılan denemeler sonunda yöntem bölümünde belirtilen şekilde tespit edilerek değerlendirilen kuru madde kayıplarına ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3.7'de verilmiştir. Ayrıca kuru madde kayıplarına etkisi istatistiksel olarak çok önemli olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farkları belirlemek için Duncan ve LSD çoklu karşılaştırma testleri yapılmış ve testlere ilişkin sonuçlar Tablo 3.8 ve Tablo 3.9'da sunulmuştur.

Tablo 3.7. Kuru madde kayıplarına ilişkin varyans analizi sonuçları.

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	4	203.728	50.932	21.84	0.000 **
	Nem	2	430.560	215.280	92.33	0.000 **
	Blok	2	7.647	3.823	1.64	0.205
	Tırmık x Nem	8	37.607	4.701	2.02	0.066
	Tırmık x Blok	8	17.430	2.179	0.93	0.498
	Nem x Blok	4	10.281	2.570	1.10	0.367
	TırmıkxNemxBlok	16	15.042	0.940	0.40	0.975
	Hata	45	104.919	2.332		
	Genel	89	827.213			

Çayırotu	Tırmık	4	107.078	26.769	14.05	0.000 **
	Nem	2	443.168	221.584	116.31	0.000 **
	Blok	2	1.817	0.908	0.48	0.624
	Tırmık x Nem	8	89.275	11.159	5.86	0.000 **
	Tırmık x Blok	8	10.633	1.329	0.70	0.692
	Nem x Blok	4	0.473	0.118	0.06	0.993
	TırmıkxNemxBlok	16	13.828	0.864	0.45	0.956
	Hata	45	85.728	1.905		
	Genel	89	751.998			

\*\* : (P<0.01) %99 olasılık düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçlarına göre gerek yonca gerekse çayır otunda kuru madde kayıpları, tırmık ve namlu yapma nemine bağlı olarak çok önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) değişmiştir (Buckmaster, 1993; Friesen, 1978; Dale, et al., 1978, Hundtoft, 1964). Tırmık x nem interaksyonu ise çayır otunda çok önemli ( $p<0.01$ ), yoncada ise önemsiz ( $p>0.05$ ) bulunmuştur.

İki denemede de (yonca ve çayır otu) kuru madde kayıplarına etkisi çok önemli bulunan tırmık tipleri içerisinde en yüksek değerlere kuyruk milinden hareketli tırmıklarda rastlanmıştır (Savoie, et al., 1982; Barrington ve Bruhn, 1970; Rotz, 1993) (Tablo 3.8). Bu sonuçta kuyruk milinden hareketli tırmıkların, diğerlerine göre yüksek çevre hızına sahip hareketli organlarının, işlem anında bitkiye çarpmasıyla dökülmelere neden olmasının payı büyüktür (Giles ve Routh, 1951; Bainer, et al., 1965; Bölükoğlu ve Arın, 1982; Elliott, 1950). Özellikle yaprak/sap oranı çayır otuna göre fazla olan yoncada, bu tip tırmıklarla yapılan namlular için belirlenen kuru madde kayıpları oldukça yüksek bulunmuştur (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Farklı tip tırmıkların kuru madde kayıplarına etkilerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Kuru madde kayıpları, %	
	Yonca	Çayırotu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	9.76 a ✓	5.86 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	9.17 a	6.55 a
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	6.98 b	5.59 a
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	5.99 b	3.58 b
Silindirik Yan Tırmık (S)	6.49 b	4.24 b
LSD (0.01)	1.37	1.24

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Yonca denemelerinde, kuyruk milinden hareketli T ve D tırmığının kuru madde kayıplarına etkileri birbirine göre farksız, diğer tırmıklara (B, Y, S) göre ise istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ( $p < 0.01$ ) farklı bulunmuştur. B, Y ve S tırmıkları arasında ise kuru madde kayıplarına etkileri yönünden istatistiksel olarak fark olmamıştır. Fakat kuyruk milinden hareket alarak çalışan yaylı parmaklara sahip B tırmığı Y ve S tırmıklarına göre daha fazla kayba neden olmuştur. Çayır otu denemelerinde de yoncada olduğu gibi kuyruk milinden hareketli üç tırmığın (T, D, B) kayıplara etkisi diğer iki tırmığa (Y, S) göre istatistiksel olarak farklı bulunmuş, bu iki gruptaki tırmıklar kendi aralarında ise benzer etki göstermişlerdir (Tablo 3.8).

Yonca denemeleri sırasında en yüksek kayıp değeri T tırmığı ile yapılan namlularda belirlenmiş (%9.76), bu tırmık aynı denemede %5.99 ile en az kayba neden olan Y tırmığına göre %63 daha fazla kayıp oluşturmuştur. Çayır otu denemelerinde de en fazla kayıp D tırmığı ile yapılan namlular için belirlenmiş, bu değer de aynı denemede en az kayıp oluşturan Y tırmığına göre %83 daha fazla olmuştur (Tablo 3.8)

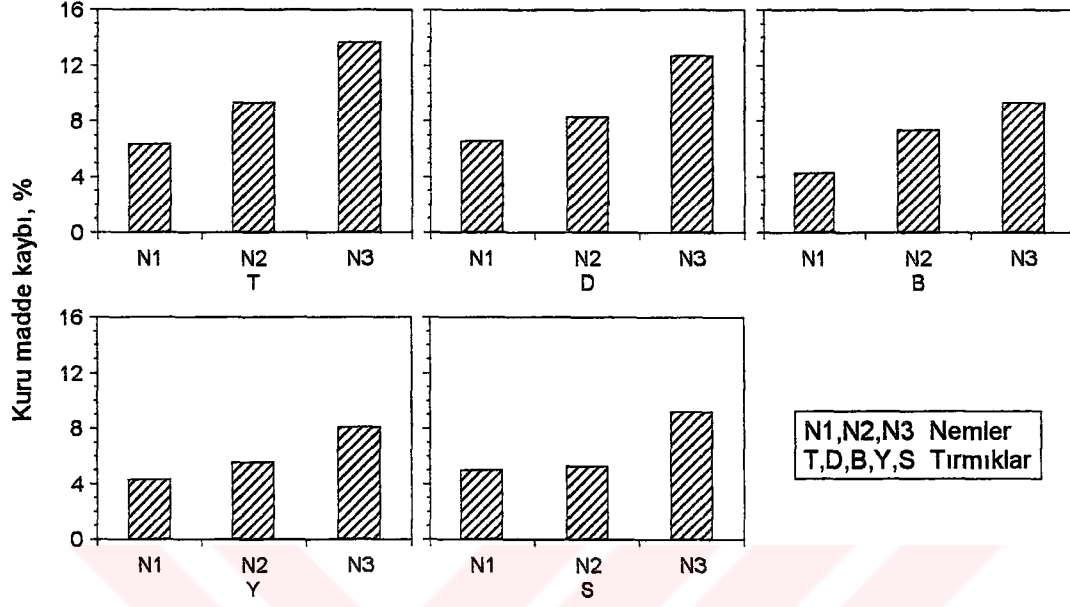
Hem yonca hem de çayır otu denemelerinde üç farklı namlu yapma nemi seviyesi için belirlenen kuru madde kayıpları arasında istatistiksel olarak çok önemli farklar ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Yoncada düşük nemde (N3) yapılan namlularda belirlenen kuru madde kayıpları, yüksek neme (N1) göre %100, orta neme (N2) göre ise %48 daha fazla olmuştur. Çayır otunda ise bu artış oranları sırasıyla %189 ve %80 olarak bulunmuştur (Tablo 3.9). Bu sonuçlar da gösteriyor ki namlu yapma anındaki bitki nem içeriği azaldıkça kuru madde kayıpları hızlı bir şekilde artmaktadır (Feldman ve Lievers, 1978; Hundtoft, 1964; Bastaban, 1982; Macdonald ve Clark, 1987).

Tablo 3.9. Farklı nemlerde yapılan namlular için belirlenen kuru madde kayıplarına ilişkin LSD testi sonuçları

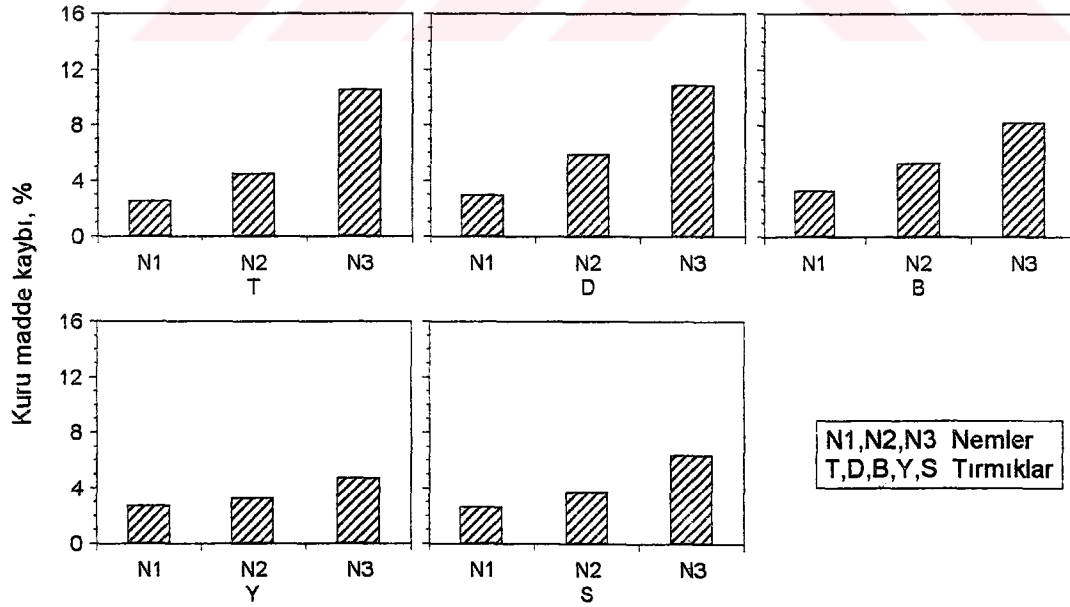
Namlu yapma anındaki bitki nem seviyeleri			Kuru madde kayıpları, %	
			Yonca	Çayırotu
Yüksek nem	(%40 - %50)	(N1)	5.30 c ✓	2.82 c
Orta nem	(%30 - %40)	(N2)	7.16 b	4.53 b
Düşük nem	(%20 - %30)	(N3)	10.58 a	8.15 a
LSD (0.01)			1.06	0.96

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Deneme sonuçlarına göre her bir tırmıkta üç farklı nem seviyesi için ortalama kuru madde kayıplarını içeren grafikler Şekil 3.29 ve Şekil 3.30'da verilmiş ve istatistiksel açıdan önemli olmayan bazı farklar bu grafikler yardımı ile açıklanmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.29. Yoncada tırmıklarla üç farklı nem seviyesinde yapılan namlularda belirlenen kuru madde kayıpları



Şekil 3.30. Çayır otunda tırmıklarla üç farklı nem seviyesinde yapılan namlularda belirlenen kuru madde kayıpları

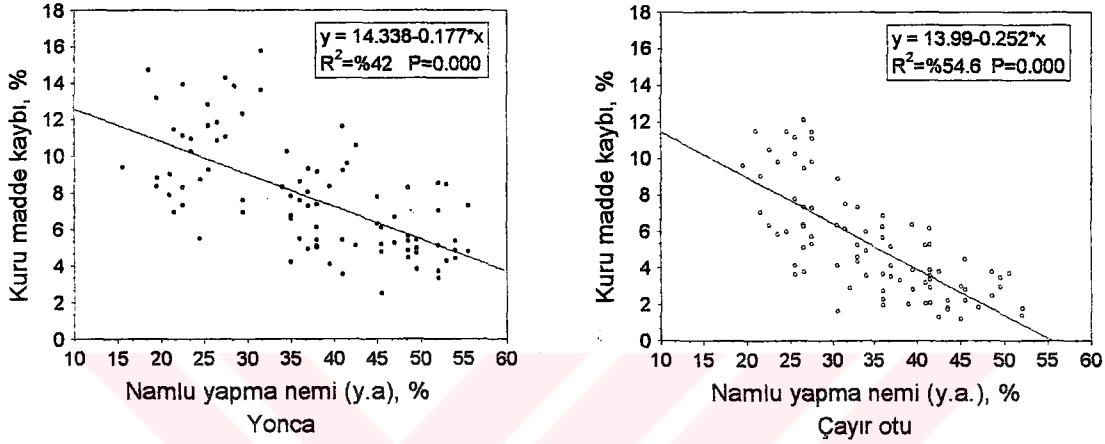
Çayır otu denemesi sonucunda tırmık ile namlu yapma nemi arasındaki interaksiyonun önemli bulunması (Tablo 3.7), tırmıkların değişik nem seviyelerinde oluşturdukları namlular için belirlenen kuru madde kayıpları arasındaki farkın, her tırmık için aynı olmadığını göstermektedir. Bu denemede Y tırmağı ile yüksek nemde %2.72, orta nemde %3.29, düşük nemde ise %4.73 oranında kuru madde kaybı oluşmuş ve bu değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Ayrıca Şekil 3.29 ve Şekil 3.30 incelendiğinde, yoncada Y ve S, çayır otunda ise T, B, Y ve S tırmıkları ile yüksek (N1) ve orta (N2) nemlerde yapılan namlular için belirlenen kuru madde kayıpları arasında belirgin bir farkın olmadığı görülmektedir.

Gerek yonca gerekse çayır otunda her tırmık için düşük nemde (N3) yapılan namlularda tespit edilen kuru madde kayıplarının, yüksek neme göre çok fazla artmış olması, tırmık tipleri arasında kuru madde kayıplarına etkileri yönünden belirlenen farklarda, bitki nem içeriğinin de etkisinin oldukça fazla olduğunu göstermektedir (Şekil 3.29, Şekil 3.30).

Tüm tırmık ortalamaları için yonca da yüksek nemde yapılan namlularda belirlenen kuru madde kayıpları çayırotuna göre aynı nem seviyesi için %88, orta neme göre %58, düşük neme göre ise %30 daha fazla olmuştur. Üç nem seviyesi ortalaması olarak T tırmağı için yoncada belirlenen kuru madde kayıpları çayır otuna göre %67 daha fazla olmuş, bu oran D, B, Y ve S tırmıkları için sırasıyla %40, %25, %67 ve %53 olarak bulunmuştur (Şekil 3.29, Şekil 3.30). Genelde yonca için belirlenen kuru madde kayıplarının çayır otuna göre fazla olması, bu konuda yapılmış daha önceki çalışmaların (Macdonald ve Clark, 1987; Savoie, 1988) sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Yonca ve çayır otu denemeleri ayrı ayrı değerlendirilerek namlu yapma işlemleri sırasındaki nem içeriğine bağlı olarak kuru madde kayıplarındaki değişimi en iyi şekilde ifade eden ilişki belirlenmiş, bu ilişkilere ait regresyon

eğrileri ve bu eğrilere ait denklemler Şekil 3.31'de özetlenmiştir. Genel olarak verilen bu eğrilerin haricinde iki bitkide ayrı ayrı olmak üzere her tırmık için bu ilişkiyi gösteren grafikler ve bunlara ait regresyon denklemleri de Şekil 3.32 ve Şekil 3.33'te verilmiştir.

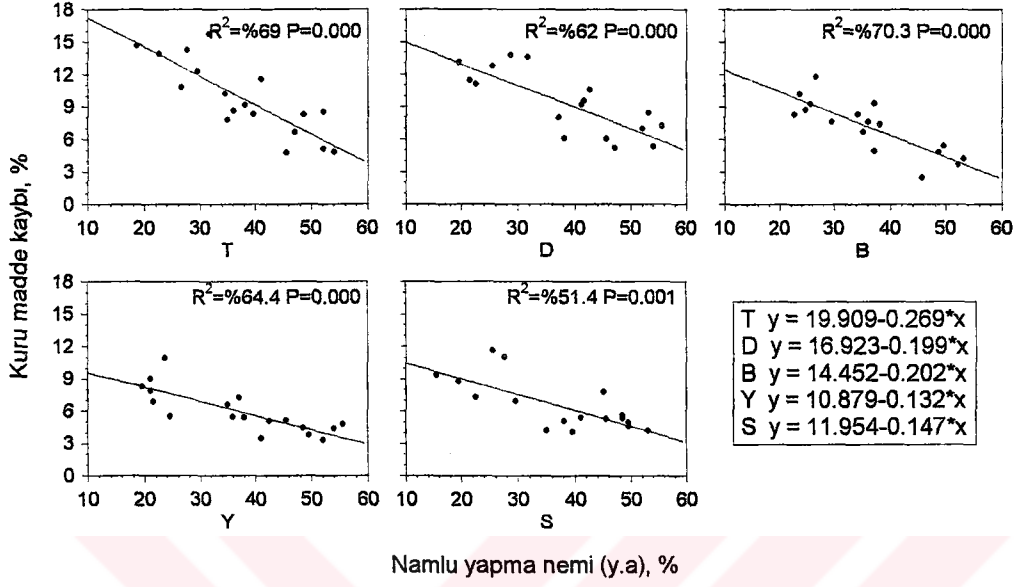


Şekil 3.31. Yonca ve çayır otunda namlu yapma nemi ile kuru madde kaybı arasındaki ilişki

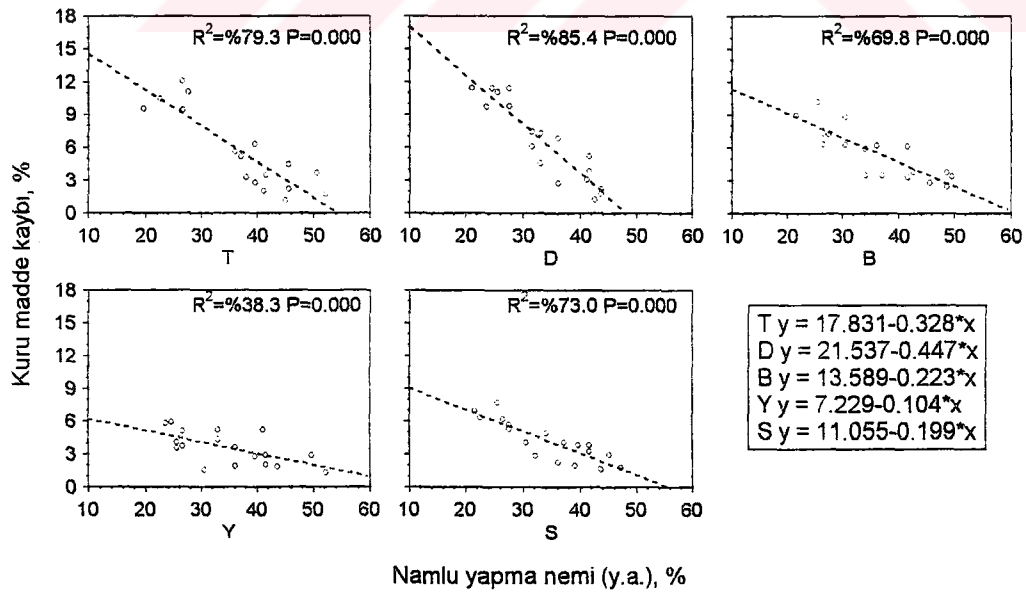
Yonca ve çayır otunda yapılan tüm işlemler için namlu yapma nemi ile kuru madde kaybı arasında yapılan regresyon analizi sonucu bu iki faktörün doğrusal olarak ters orantılı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüş (Şekil 3.31) ve bu ilişki iki bitkide de istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Namlu yapma anındaki bitki nem içeriği azaldıkça, tırmıklarla yapılan işlemler sonunda belirlenen kuru madde kayıpları yükselmiştir (Buckmaster, 1993; Koegel, et al., 1985; Bastaban, 1982) (Şekil 3.31).

Namlu yapma nemi ile kuru madde kaybı arasındaki ilişki her bir tırmık için incelendiğinde (Şekil 3.32, Şekil 3.33) iki bitkide de tırmıklar için belirlenen ortalama kuru madde kayıpları namlu yapma neminin azalmasıyla ters orantılı olarak yükselmiştir. Belirlenen bu ilişki her tırmık için istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuş, ayrıca bu iki faktör arasında böyle bir ilişkinin varlığının ifadesi olan  $R^2$  değerleri de oldukça yüksek bulunmuştur.





Şekil 3.32. Yoncada her bir tırmık için namlu yapma nemi ile kuru madde kaybı arasındaki ilişki



Şekil 3.33. Çayır otunda her bir tırmık için namlu yapma nemi ile kuru madde kaybı arasındaki ilişki

### 3.1.6. Ham Protein Kayıplarına İlişkin Sonuçlar

Farklı tırmıklarla üç nem seviyesinde yapılan namlu yapma işlemlerinin yonca ve çayır otunda oluşturduğu besin değeri kayıplarını belirleyebilmek amacıyla ham protein analizleri yapılmış ve elde edilen değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir. Ayrıca yonca ve çayır otu için her bir tırmığa ait ortalama ham protein kayıplarını içeren Duncan testi sonuçları Tablo 3.11'de, nem seviyeleri için ortalama değerleri içeren LSD testi sonuçları ise Tablo 3.12'de özetlenmiştir.

Tablo 3.10. Ham protein kayıplarına ilişkin varyans analizi sonuçları.

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	4	19.348	4.837	0.91	0.464
	Nem	2	21.907	10.954	2.07	0.138
	Blok	2	2.077	1.038	0.20	0.822
	Tırmık x Nem	8	2.288	0.286	0.05	1.000
	Tırmık x Blok	8	29.315	3.664	0.69	0.696
	Nem x Blok	4	1.439	0.360	0.07	0.991
	TırmıkxNemxBlok	16	60.024	3.752	0.71	0.770
	Hata	45	238.072	5.290		
	Genel	89	374.470			

Çayırotu	Tırmık	4	5.052	1.263	0.64	0.639
	Nem	2	9.638	4.819	2.43	0.099
	Blok	2	0.141	0.071	0.04	0.965
	Tırmık x Nem	8	1.670	0.209	0.11	0.999
	Tırmık x Blok	8	33.486	4.186	2.11	0.054
	Nem x Blok	4	26.687	6.672	3.37	0.017 *
	TırmıkxNemxBlok	16	56.808	3.551	1.79	0.063
	Hata	45	89.219	1.983		
	Genel	89	222.701			

\* : (P<0.05) %95 olasılık düzeyinde önemli

Ham protein analizleri sonucu belirlenen değerlerden yararlanılarak, yonca ve çayır otu için ayrı ayrı olmak üzere yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, iki bitki için de ham protein kaybına etkileri yönünden tırmık tipleri ve namlu yapma anındaki bitki nem içerikleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). İki bitki içinde farklı tırmıklarla yüksek, orta ve düşük nemlerde yapılan namlularda belirlenen ham protein değerlerine ait ortalamalar

birbirinden farksız bulunmuştur (Buckmaster, 1993; Garthe, et al., 1988) (Tablo 3.10).

Tablo 3.11 incelendiğinde, iki bitki için de ham protein kaybına etkisi önemsiz bulunan tırmık tiplerinin neden olduğu kayıplar arasında istatistiksel açıdan önemsiz olsa da farkların olduğu görülmektedir. Kuyruk milinden hareketli tamburlar üzerine dizilmiş yaylı parmakların düşey eksen etrafında dönerek

Tablo 3.11. Farklı tip tırmıkların ham protein kayıplarına etkilerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Ham protein kayıpları, %	
	Yonca	Çayırotu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	4.12 a ✓	2.43 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	4.35 a	2.27 a
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	3.37 a	2.09 a
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	3.19 a	1.76 a
Silindirik Yan Tırmık (S)	3.37 a	1.93 a
LSD (0.05)	1.54	0.95

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.05$ ).

bitkiye çarpmak suretiyle namlu oluşturan T ve D tırmıkları, iki bitki içinde en yüksek ham protein kaybına neden olmuştur. Yoncada %4.35 ham protein kaybına neden olan D tırmığı, aynı bitkide en az kayba (%3.19) neden olan Y tırmığına göre %36 daha fazla kayıp oluşturmuştur. Çayır otunda ise, en yüksek kayıp %2.43 ile T tırmığında belirlenmiş, bu değer de Y tırmığı için belirlenen %1.76 kayba göre %38 daha fazla bulunmuştur. Genelde B, Y ve S tırmıkları arasında fark görülmemiş, iki bitkide de B ve S tırmıkları için ham protein kaybı yönünden birbirine çok yakın değerler bulunmuştur (Tablo 3.11).

Namlu yapma anındaki bitki nem içeriğinin ham protein kaybına etkisi, yapılan varyans analizi sonucu önemsiz bulunmasına rağmen (Tablo 3.10), üç farklı nem seviyesi için yapılan LSD çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre yüksek nem (N1) için belirlenen ortalama ham protein değeri ile düşük nem (N3) için

belirlenen değer arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 3.12).

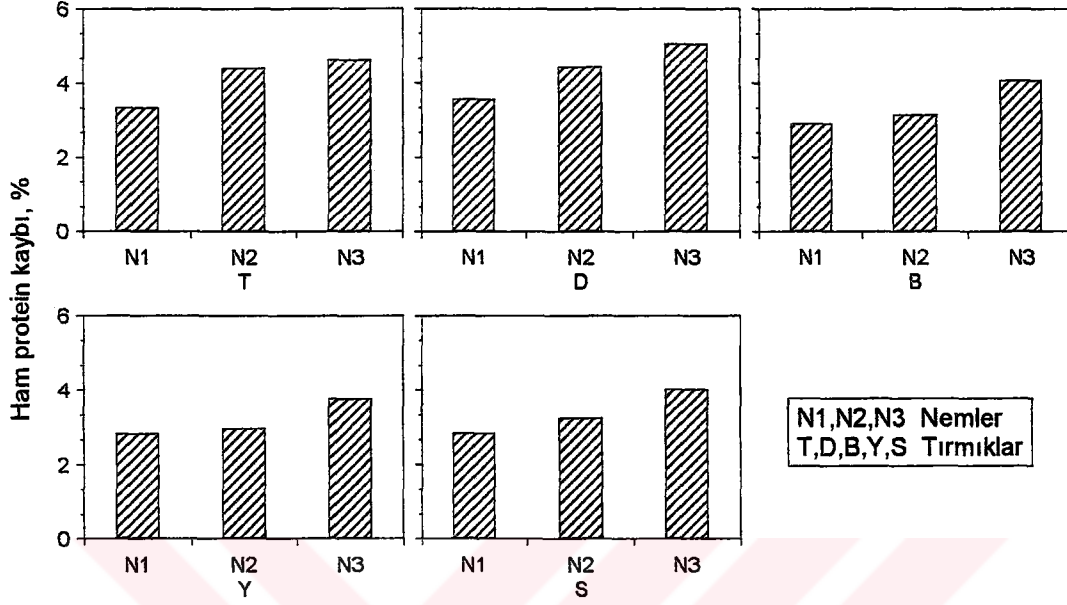
Tablo 3.12. Farklı nemlerde yapılan namlular için belirlenen ham protein kayıplarına ilişkin LSD testi sonuçları

Namlu yapma anındaki bitki nem seviyeleri			Ham protein kayıpları, %	
			Yonca	Çayırotu
Yüksek nem	(%40 - %50)	(N1)	3.09 b ✓	1.64 b
Orta nem	(%30 - %40)	(N2)	3.64 ab	2.25 ab
Düşük nem	(%20 - %30)	(N3)	4.30 a	2.39 a
LSD (0.05)			1.196	0.732

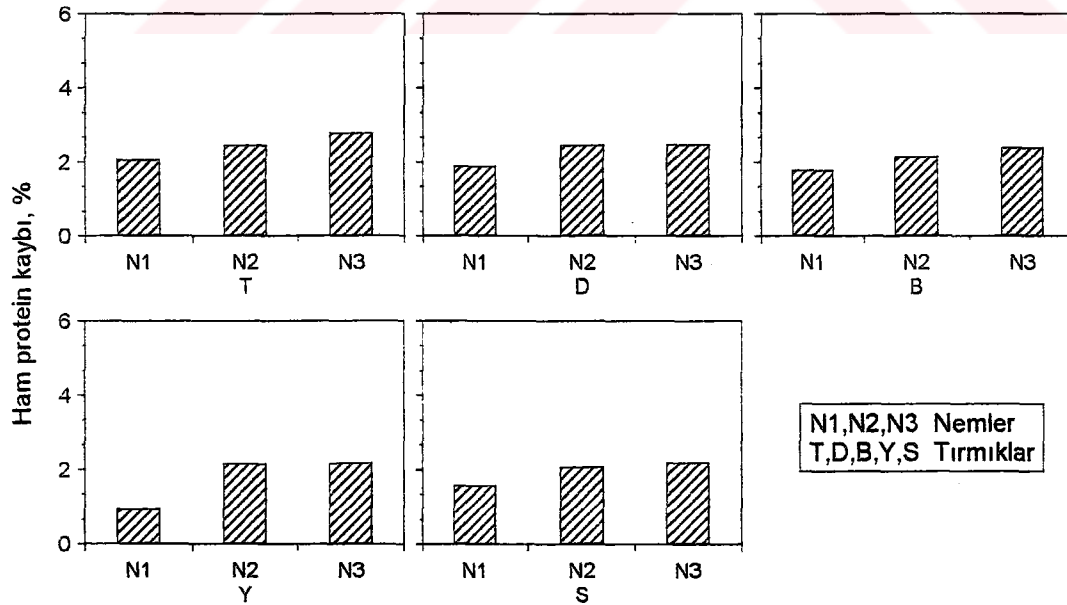
✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.05$ ).

N1 ile N2 ve N2 ile N3 arasında ise fark görülmemiştir. Yapılan LSD çoklu karşılaştırma testi iki bitki için de aynı sonucu vermiştir (Tablo 3.12). Varyans analizi sonucu, nem faktörünün ham protein kaybına etkisinin önemsiz bulunmasına rağmen LSD testi sonucuna göre nem faktörünün seviyeleri arasında farkın bulunması, bu faktörün N1 ve N3 seviyelerindeki ortalama ham protein kayıp değerleri arasındaki %1.21'lik farkın, LSD testi karşılaştırma değerine (1.196) çok yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Çayır otu için de N1 ve N2 seviyelerindeki ortalama kayıp değerleri arasındaki fark %0.75 olmuş, bu bitki için LSD karşılaştırma değeri ise 0.73 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.12).

İstatistiksel anlamda önemli olmayan ve bu nedenle sonuçlara yansımayan bazı farkların daha iyi görülebilmesi için, her bir tırmığın üç farklı nem seviyesinde oluşturduğu namlularda belirlenen ortalama ham protein değerlerini içeren sütun grafikler Şekil 3.34 ve Şekil 3.35'te verilmiştir. Ayrıca yonca ve çayır otu için ayrı ayrı olmak üzere, namlu yapma anındaki nem içeriğine bağlı olarak ham protein kaybındaki değişimi ifade etmek amacıyla Şekil 3.36 düzenlenmiştir.



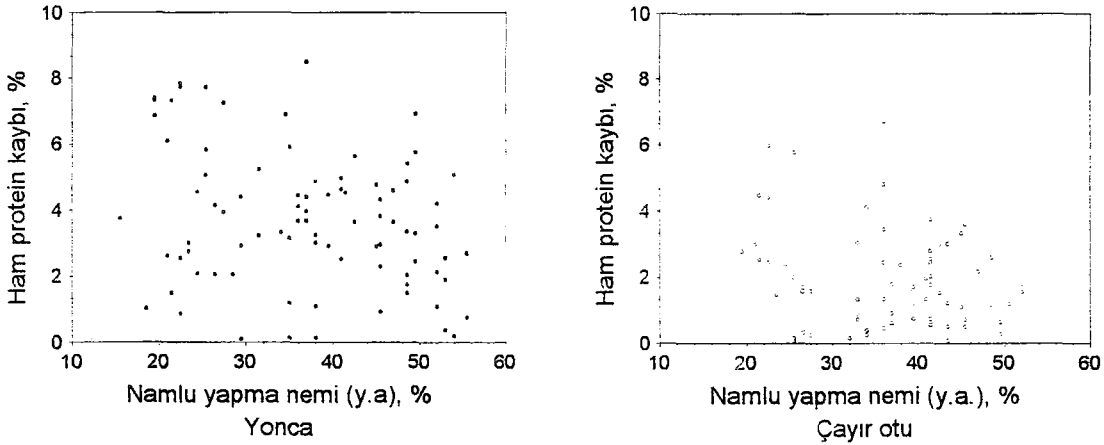
Şekil 3.34. Yoncada, tırmıklarla üç farklı nem seviyesinde yapılan namlularda belirlenen ham protein kayıpları



Şekil 3.35. Çayır otunda tırmıklarla üç farklı nem seviyesinde yapılan namlularda belirlenen ham protein kayıpları

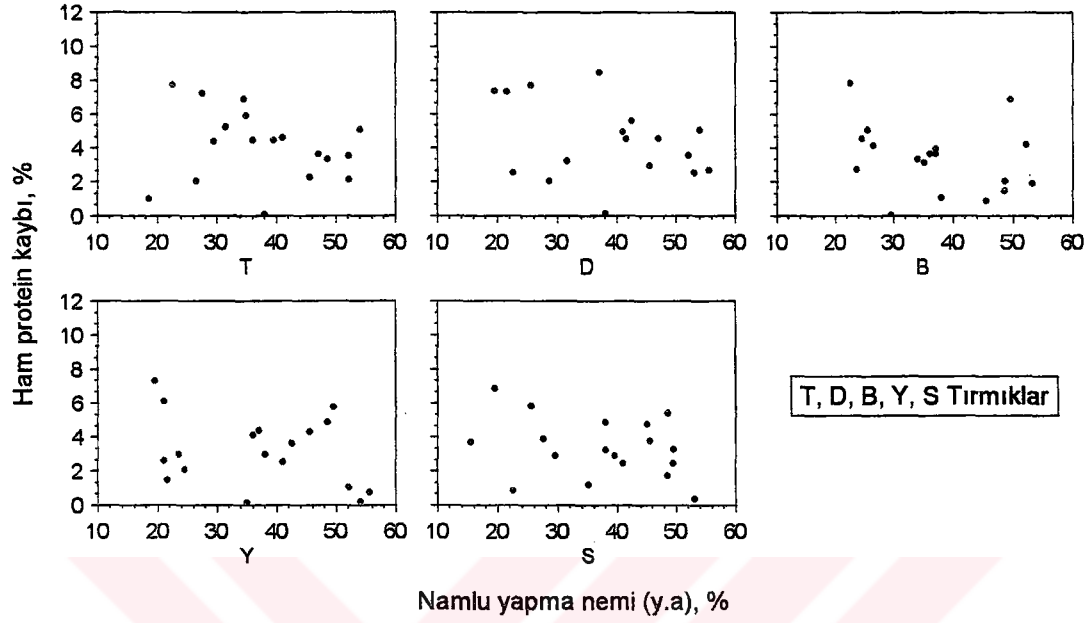
Deneme sonuçlarına göre iki bitkide de düşük nemlerde oluşturulan namlularda ham protein kayıpları artmıştır (Buckmaster, 1993; Bastaban, 1982). Ayrıca gerek tırmık tipleri gerekse üç farklı namlu yapma nemi için yoncada belirlenen ortalama ham protein kayıp değerleri çayır otuna göre daha fazla bulunmuştur (Şekil 3.34, Şekil 3.35). Bu da ham protein oranı en fazla yapraklarında bulunan yoncada, yaprakların sapa göre hızlı nem kaybı sonucu kurumması ve namlu yapma işlemleri sırasında kolayca dökülmesinin sonucu olmuştur.

Şekil 3.34 ve Şekil 3.35'e göre namlu yapma anındaki bitki nem içeriği düştükçe ham protein kaybında bir artışın olduğu görülse de bu iki faktör arasında yapılan regresyon analizleri sonunda önemli ( $p < 0.01$ ) sayılabilecek bir ilişki bulunamamıştır. Şekil 3.36'daki yonca ve çayır otu için ayrı ayrı verilen grafiklerdeki değerlerin dağılımı da bu iki faktör arasında bir ilişkinin belirlenemediğini göstermektedir. Ayrıca Şekil 3.37 ve Şekil 3.38'de yonca ve çayır otu denemelerinde namlu yapma anındaki bitki nem içeriğine bağlı olarak ham protein kayıp değerlerinin dağılımı her bir tırmık için ayrı ayrı gösterilmiş, bu grafiklerde de iki faktör arasında bir ilişki görülememiştir.

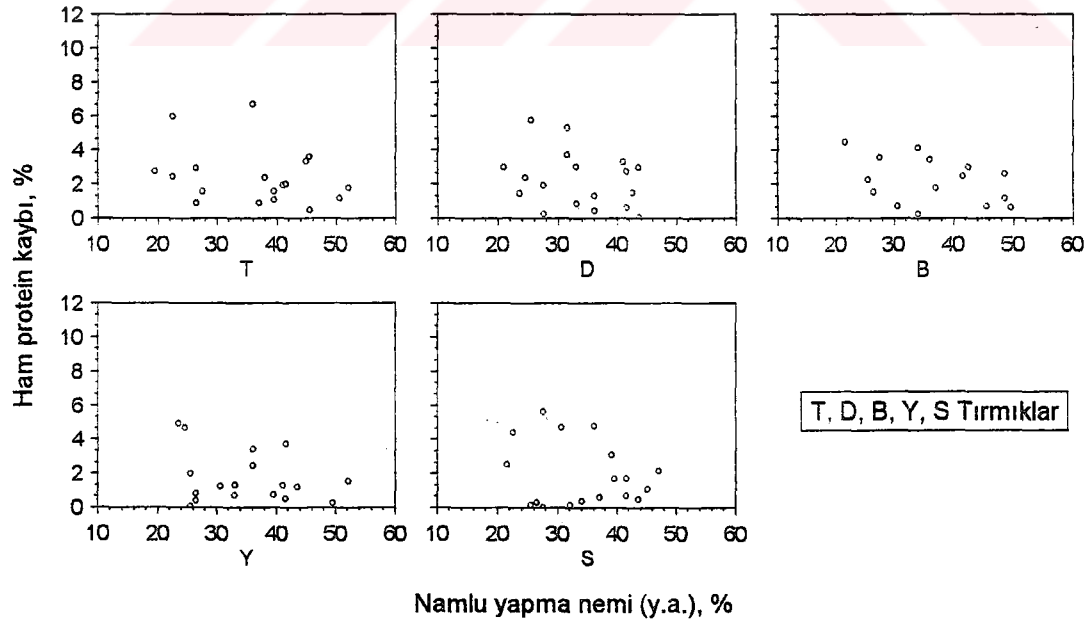


Şekil 3.36. Yonca ve çayır otunda namlu yapma nemi ile ham protein kaybı arasındaki ilişki





Şekil 3.37. Yoncada her bir tırmık için namlu yapma nemi ile ham protein kaybı arasındaki ilişki



Şekil 3.38. Çayır otunda her bir tırmık için namlu yapma nemi ile ham protein kaybı arasındaki ilişki

## **3.2. Araştırmada Kullanılan Değişik Tip Tırmıkların İş Başarıları, Güç ve Yakıt Tüketimleri İle İlgili Sonuçlar**

### **3.2.1. Efektif İş Genişliği, Çalışma Hızı ve İş Başarılarına İlişkin Sonuçlar**

Yonca ve çayır otu için farklı tırmıklarla üç nem seviyesinde yapılan her bir namlu yapma işleminin için tarlada ölçülen esas zaman, dönme zamanı, efektif iş genişliği, ortalama çalışma hızı ve bu verilerden yararlanılarak hesaplanan efektif iş başarısı değerleri Tablo 3.13'te verilmiştir.

Çalışma sırasında ölçülen zaman dilimlerinden esas zaman, tırmıkların parsel boyunca iş yaparak bir gidişte harcadığı zaman, dönme zamanı ise, işlem tekniğine uyarak bir esas zamandan diğerine geçiş sırasında tırmıkların iş yapmadan dönüş yaptığı sırada harcanan zaman olarak belirlenmiştir. Esas zaman ve dönme zamanı olarak belirlenen zaman dilimleri genelde iki bitkide de benzer değerler olmasına rağmen, Silindirik yan tırmık (S) için bu iki zaman dilimi diğer tırmıklara göre yüksek bulunmuştur (Tablo 3.13). Bu tırmığın çekilir tip olması ve genel uzunluğu nedeniyle parsel sonundaki dönmelerin zaman alması bu sonuca neden olarak gösterilebilir.

Efektif iş genişliği değerleri yöntem bölümünde açıklandığı şekilde ölçülmüş ve elde edilen değerlere göre B ve S tırmıkları hariç diğer tırmıkların kuramsal iş genişliklerini aktif olarak kullanamadıkları belirlenmiştir. Bir gidişte namlu yapabilen T ve D tırmıklarının kuramsal iş genişliklerini aktif olarak kullanma oranları oldukça yüksek bulunmuş ve bu değerler T için %99, D tırmığı için ise %97 olarak belirlenmiştir.

Bir gidiş ve geliş sonunda namlu oluşturan yan tırmıklardan Y tırmığı için iş genişliğini aktif olarak kullanma oranı %94 olarak bulunmuş, B ve S tırmıkları için ise belirlenen efektif iş genişlikleri, bu tırmıkların kuramsal iş genişliklerinden daha fazla olmuştur. Yan tırmıklar için belirlenen bu sonuçlar

Tablo 3.13. Namlu yapma işlemleri sırasında belirlenen esas zaman, dönme zamanı, iş genişliği, çalışma hızı ve iş başarısı değerleri

TIRMİK	NEM	Esas zaman min		Dönme zamanı min		Efektif iş genişliği m		Ort. çalışma hızı km/h		Efektif iş başarısı ha/h		Ef. iş baş. ha/h/m
		Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	
T	N1	1.17	1.23	0.18	0.25	5.44	5.48	7.74	7.33	3.69	3.35	
	N2	1.22	1.23	0.25	0.30	5.47	5.46	7.42	7.34	3.39	3.23	
	N3	1.24	1.23	0.26	0.29	5.50	5.51	7.29	7.30	3.31	3.25	
	Bitki ort.	1.21	1.23	0.23	0.28	5.47	5.48	7.48	7.32	3.46	3.28	
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.22</b>		<b>0.26</b>		<b>5.48</b>		<b>7.40</b>		<b>3.37</b>		<b>0.62</b>
D	N1	1.20	1.20	0.28	0.22	2.87	2.87	7.53	7.51	1.78	1.85	
	N2	1.33	1.28	0.29	0.27	2.91	2.89	6.79	7.02	1.63	1.70	
	N3	1.20	1.22	0.22	0.21	2.92	2.96	7.49	7.39	1.84	1.84	
	Bitki ort.	1.24	1.23	0.26	0.23	2.90	2.94	7.27	7.31	1.75	1.80	
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.24</b>		<b>0.25</b>		<b>2.92</b>		<b>7.29</b>		<b>1.78</b>		<b>0.61</b>
B	N1	1.19	1.19	0.20	0.19	2.30	2.20	7.55	7.55	1.46	1.47	
	N2	1.19	1.20	0.22	0.20	2.22	2.27	7.56	7.51	1.44	1.45	
	N3	1.18	1.23	0.21	0.19	2.27	2.25	7.64	7.35	1.46	1.43	
	Bitki ort.	1.19	1.21	0.21	0.19	2.26	2.24	7.58	7.47	1.45	1.45	
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.20</b>		<b>0.20</b>		<b>2.25</b>		<b>7.53</b>		<b>1.45</b>		<b>0.64</b>
Y	N1	1.20	1.22	0.21	0.30	2.40	2.55	7.49	7.45	1.57	1.46	
	N2	1.23	1.23	0.16	0.25	2.37	2.43	7.32	7.30	1.59	1.49	
	N3	1.27	1.26	0.24	0.22	2.47	2.49	7.11	7.15	1.47	1.50	
	Bitki ort.	1.24	1.24	0.20	0.25	2.41	2.49	7.31	7.30	1.54	1.48	
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.24</b>		<b>0.23</b>		<b>2.45</b>		<b>7.31</b>		<b>1.51</b>		<b>0.62</b>
S	N1	1.22	1.29	0.38	0.25	2.45	2.45	7.39	6.99	1.38	1.42	
	N2	1.24	1.29	0.39	0.34	2.37	2.47	7.26	6.98	1.35	1.35	
	N3	1.31	1.34	0.36	0.29	2.42	2.39	6.87	6.74	1.31	1.34	
	Bitki ort.	1.26	1.31	0.38	0.30	2.41	2.44	7.17	6.91	1.35	1.37	
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.29</b>		<b>0.34</b>		<b>2.43</b>		<b>7.04</b>		<b>1.36</b>		<b>0.56</b>

tek bir namlu oluşturmak için gidiş ve geliş sırasında yapılan dümenleme hatalarından dolayı toplanan materyalin tam olarak birleştirilememesinden ve de belirlenen iş genişliği değerinin namlu genişliğini de içermesinden kaynaklanmıştır. Y ile yapılan namlularda, gidiş sırasında toplanan alan ile gelişte toplanan alanın üst üste binmesi bu tırmık için iş genişliğini aktif olarak kullanma oranını düşürmüştür. B ve S tırmıklarında ise gidiş ve geliş sonunda tek bir namlu olarak toplanan materyalin altında tırmık parmaklarının dokunmadığı bir alanın bulunması ve bu alanın iş genişliğine dahil edilmesi kuramsal iş genişliğine göre efektif iş genişliğini artırmıştır (Tablo 3.13).

Tırmıklar arasında gerek bitkiye yönelik etkileri yönünden (kuru madde ve ham protein kayıpları) gerekse güç ve yakıt tüketimlerine etkileri yönünden sağlıklı bir karşılaştırma yapılabilmesi için çalışma hızının sabit olması gerekmektedir. Bu amaçla tarla denemeleri sırasında, tırmıkların yapısal özelliklerinin yanı sıra tarla ve bitki koşullarına da bağlı kalarak namlu yapma işlemleri için önerilen hız sınırları (Kanafojski ve Karwowski' ye (1976) göre 6-8 km/h) içerisinde olacak şekilde 7 km/h'lik optimum bir çalışma hızı belirlenmiş ve bu hız değeri çalışma süresince traktörün hız monitöründen sabit tutulmaya çalışılmıştır. Fakat efektif iş başarısının hesaplanmasında bu hız değeri yerine, tırmıklarla namlu yapma işlemleri sırasında parsel boyunu kat etme zamanı ve parsel boyundan yararlanılarak belirlenen ortalama hız değerleri kullanılmıştır. Tarla denemeleri sırasındaki gerçek çalışma hızlarını ifade eden bu değerler Tablo 3.13'te verilmiştir.

Tırmıklarla yapılan çalışmalar sırasında belirlenen hız değerleri arasında farkın olup olmadığının kontrolü için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.14'te sunulmuştur. Bu sonuçlara göre tırmıklarla yapılan çalışmalar sırasında belirlenen ortalama çalışma hızları arasında çok büyük farkların olmadığı ve çeki kancasıyla tek noktadan çekilir tip olan S tırmığının uzunluğunun fazla olması nedeniyle diğerlerine göre biraz daha yavaş çalışıldığı görülmüştür.

Ayrıca parsel boyunu kat etme zamanından (esas zaman) hareketle belirlenen çalışma hızı değerleri, bazı parsellerdeki su kanalları ve engebeler nedeniyle ortalamaların altına düşmüştür (Tablo 3.14).

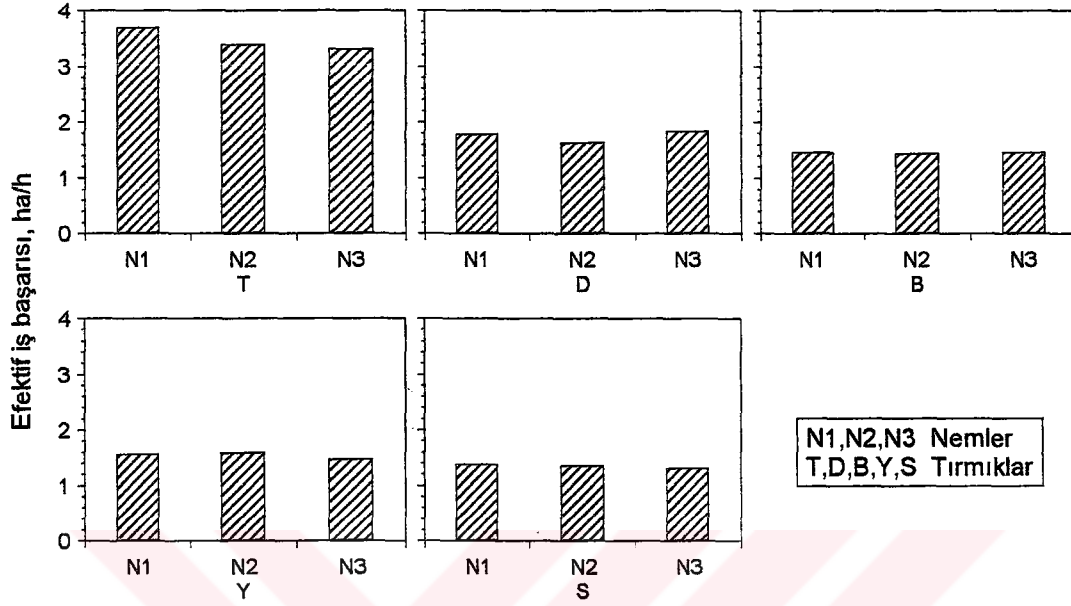
Tablo 3.14. Farklı tırmıklar ile üç nemde namlu yapma sırasında belirlenen ortalama çalışma hızlarına ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Namlu yapma nemi	Ort. çalışma hızı, km/h	
		Yonca	Çayır otu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	Yüksek nem (N1)	7.74 a ✓	7.33 abc
	Orta nem (N2)	7.42 abc	7.34 abc
	Düşük nem (N3)	7.29 bc	7.30 abc
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	Yüksek nem (N1)	7.53 abc	7.51 ab
	Orta nem (N2)	6.79 e	7.02 bcd
	Düşük nem (N3)	7.49 abc	7.39 abc
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	Yüksek nem (N1)	7.55 abc	7.55 a
	Orta nem (N2)	7.56 ab	7.51 ab
	Düşük nem (N3)	7.64 ab	7.35 abc
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	Yüksek nem (N1)	7.49 abc	7.45 abc
	Orta nem (N2)	7.32 abc	7.30 abc
	Düşük nem (N3)	7.11 cde	7.15 abcd
Silindirik Yan Tırmık (S)	Yüksek nem (N1)	7.39 abc	6.99 cd
	Orta nem (N2)	7.26 bcd	6.98 cd
	Düşük nem (N3)	6.87 de	6.74 d
<b>LSD (0.01)</b>		<b>0.38</b>	<b>0.43</b>

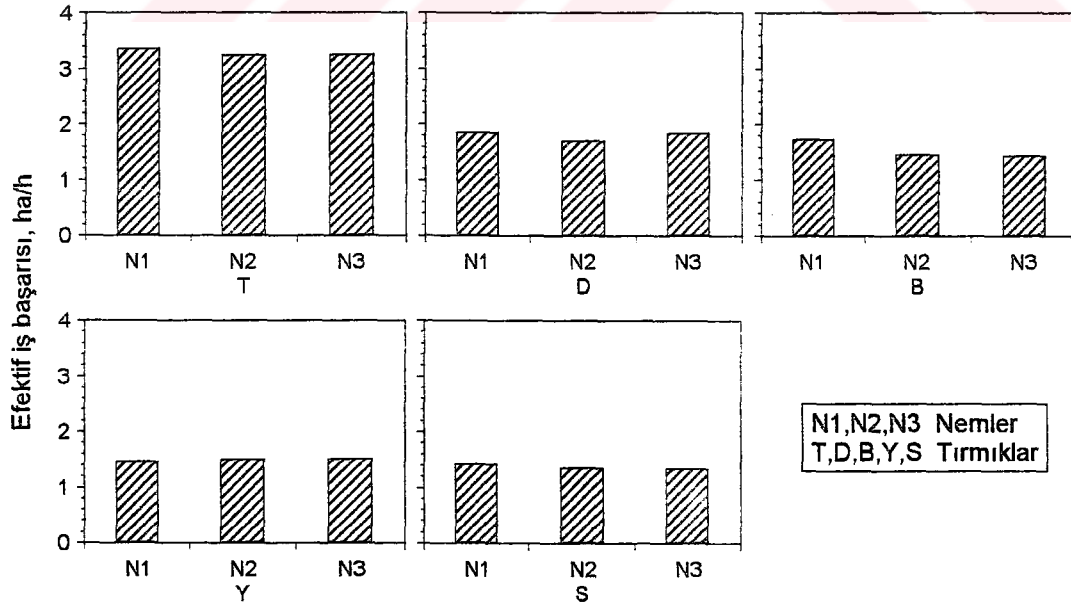
✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Tırmıkların efektif iş genişliği ve ortalama çalışma hızına bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösteren efektif iş başarısı sonuçlarına göre en yüksek değer T tırmığı ile 3.37 ha/h olarak bulunmuştur. D, Y ve B tırmıkları için iş başarıları sırasıyla 1.78 ha/h, 1.51 ha/h ve 1.45 ha/h olarak belirlenirken, efektif iş başarısı en düşük tırmık 1.36 ha/h ile S tırmığı olmuştur (Tablo 3.13).

Tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapma işlemleri sırasında her bir işlem için belirlenen ortalama efektif iş başarısı değerleri Şekil 3.39 ve Şekil 3.40' da sütun grafik halinde verilmiştir. Şekiller incelendiğinde her bir tırmığın üç nem seviyesinde yaptıkları namlu işlemleri için belirlenen iş başarısı değerleri arasında farkların olmadığı görülmektedir.



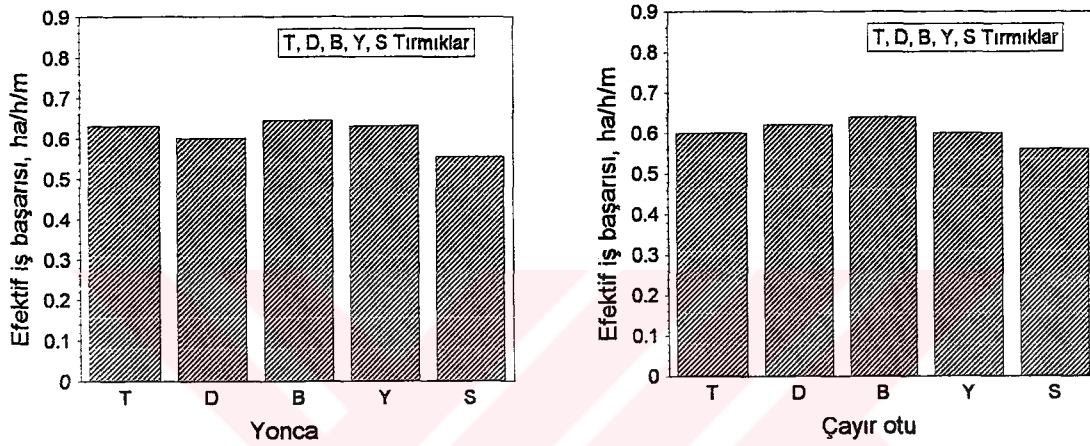
Şekil 3.39. Yoncada üç farklı nem seviyesinde namlu yapma işlemleri sırasında tırmıklar için belirlenen efektif iş başarıları.



Şekil 3.40. Çayır otunda üç farklı nem seviyesinde namlu yapma işlemleri sırasında tırmıklar için belirlenen efektif iş başarıları.



Farklı iş genişliklerine sahip tırmıkların, iş başarıları yönünden karşılaştırılmasında, tırmıkların birim efektif işlenişlikleri başına düşen efektif iş başarıları değerlerinin kullanılması daha doğru olacaktır. Tablo 3.13'te son sütunda iki bitki için belirlenen değerlerin ortalaması olarak verilen bu değerler aynı zamanda Şekil 3.41'de yonca ve çayır otunda ayrı ayrı olmak üzere her bir tırmık için sütun grafikler halinde gösterilmiştir.



Şekil 3.41. Yonca ve çayır otunda namlu yapımı sırasında tırmıklar için birim efektif iş genişlikleri başına belirlenen efektif iş başarıları.

T, D, B ve Y tırmıklarının birim iş genişliği başına düşen efektif iş başarıları ortalama olarak birbirine çok yakın bulunmuştur (Şekil 3.41). Bu tırmıklar arasında birim iş genişliği başına en yüksek iş başarılarını 0.64 ha/h ile B tırmığı sağlamış, bu sonuçta, bu tırmığın denemeler sırasında belirlenen ortalama çalışma hızının diğer tırmıklara göre yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Tırmıklar içerisinde en düşük değer 0.55 ha/h/m ile S tırmığı için yoncada yapılan işlemlerde elde edilmiştir (Şekil 3.41). İki bitki için belirlenen ortalama değeri 0.56 ha/h/m olan bu tırmığın çekilir tip olması nedeniyle esas zaman ve parsel sonundaki dönme zamanı değerlerinin diğerlerine göre fazla olması iş başarılarını düşürmüştür (Tablo 3.13).

### 3.2.2. Güç Tüketimlerine İlişkin Sonuçlar

#### 3.2.2.1. Çeki Kuvveti ve Çeki Gücü Gereksinimine İlişkin Sonuçlar

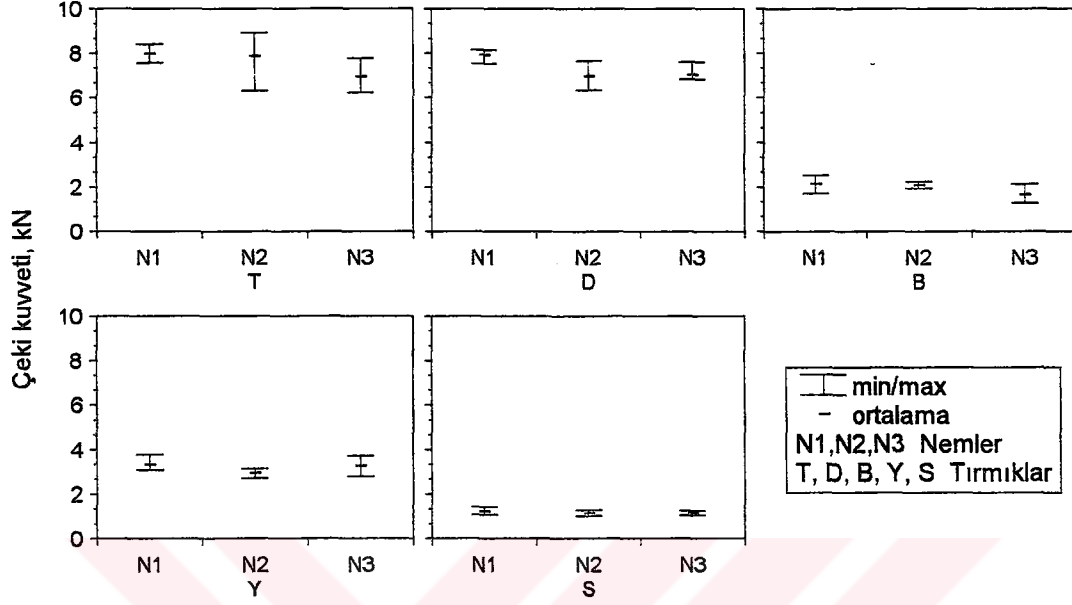
Denemelerde kullanılan farklı tip tırmıklar için belirlenen çeki kuvveti ve çeki gücü gereksinimleriyle birlikte tırmıkların birim efektif iş genişlikleri başına gereksinim duyulan çeki kuvveti ve çeki gücü değerleri de Tablo 3.15'te özetlenmiştir. Ayrıca tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapma işlemleri sırasında belirlenen minimum, maksimum ve ortalama çeki kuvveti değerlerini ifade eden grafikler yonca denemeleri için Şekil 3.42, çayır otu denemeleri için ise Şekil 3.43'te verilmiştir.

Tablo 3.15'teki değerlere göre yonca ve çayır otu için yapılan denemeler sonunda T tırmağı için belirlenen çeki kuvveti gereksinimi ortalama 7.22 kN değeri ile en yüksek bulunmuştur. Diğer tırmıkların gereksinim duydukları çeki kuvveti değerleri ise büyüklük sırasına göre D tırmağı için 6.67 kN, Y tırmağı için 3.07 kN, B tırmağı için 1.89 kN ve S tırmağı için 1.21 kN olarak belirlenmiştir.

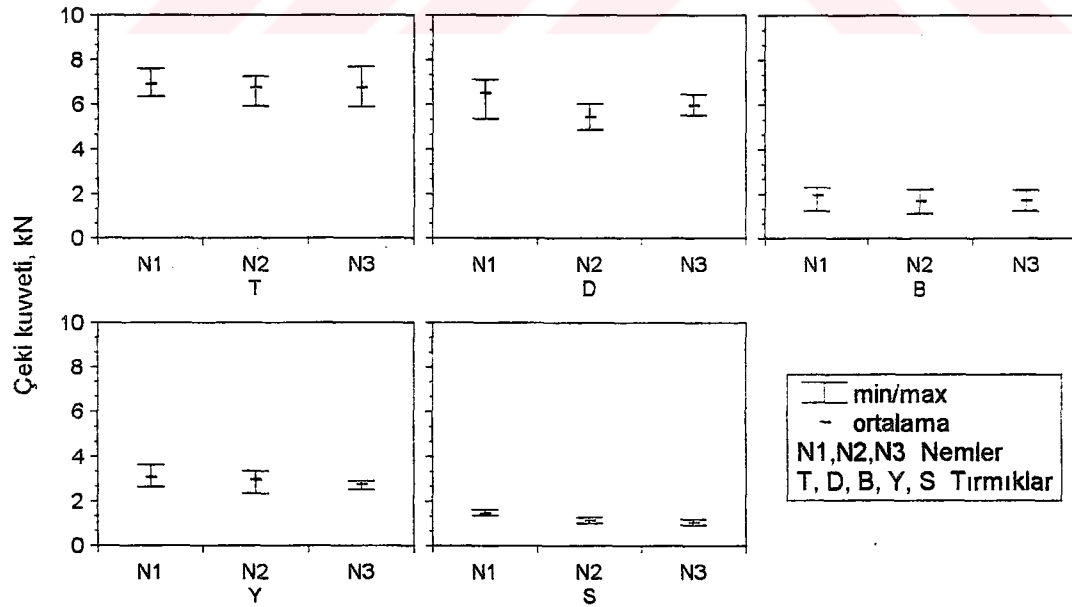
Yonca denemeleri sonunda en yüksek çeki kuvveti değeri (8.94 kN) T tırmağı ile orta nemde (N2) namlu yapımı sırasında belirlenmiştir. En küçük değer ise 1.03 kN ile S tırmağı ile orta ve düşük nemde yapılan işlemler için belirlenmiştir (Şekil 3.42). Çayır otu denemelerinde ise T tırmağı ile düşük nemde yapılan namlu işlemleri sırasında en yüksek (7.70 kN) çeki kuvveti ölçülmüş, aynı denemede en düşük değer ise 0.93 kN olarak S tırmağı ile düşük nemlerde yapılan işlemler için bulunmuştur (Şekil 3.43). Maksimum ve minimum değerler açısından durum böyle iken, ortalama çeki kuvveti değerleri açısından gerek yoncada gerekse çayır otunda bütün tırmıklar için yüksek nemlerde yapılan namlularda çeki kuvveti gereksinimleri orta ve düşük neme göre daha fazla bulunmuştur (Şekil 3.42, Şekil 3.43).

Tablo 3.15. Tirmiklarla namlu yapma işlemleri sırasında belirlenen çeki kuvveti ve çeki gücü değerleri

TIRMIK	NEM	Çeki kuvveti kN		Çeki kuv. /Efe. iş gen. kN/m		Çeki gücü kW		Çeki gücü/Efe. iş gen. kW/m	
		Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu
T	N1	8.01	6.93	1.46	1.27	17.19	14.12	3.14	2.58
	N2	7.89	6.76	1.44	1.23	16.28	13.79	2.97	2.52
	N3	6.98	6.75	1.27	1.23	14.14	13.71	3.58	2.50
	Bitki ort.	7.62	6.82	1.39	1.24	15.87	13.88	2.90	2.53
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>7.22</b>		<b>1.32</b>		<b>14.88</b>		<b>2.72</b>	
D	N1	7.95	6.54	2.72	2.24	16.62	13.62	5.69	4.66
	N2	7.00	5.47	2.40	1.87	13.22	10.64	4.53	3.65
	N3	7.06	5.98	2.42	2.05	14.68	12.29	5.03	4.21
	Bitki ort.	7.34	6.00	2.51	2.05	14.84	12.18	5.08	4.17
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>6.67</b>		<b>2.28</b>		<b>13.51</b>		<b>4.63</b>	
B	N1	2.13	1.97	0.95	0.88	4.47	4.14	1.99	1.84
	N2	2.09	1.72	0.93	0.76	4.38	3.57	1.95	1.59
	N3	1.69	1.75	0.75	0.78	3.58	3.58	1.59	1.59
	Bitki ort.	1.97	1.81	0.87	0.81	4.14	3.76	1.84	1.67
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.89</b>		<b>0.84</b>		<b>3.95</b>		<b>1.76</b>	
Y	N1	3.33	3.11	1.36	1.27	6.93	6.42	2.83	2.62
	N2	2.95	2.98	1.20	1.21	6.00	6.04	2.45	2.46
	N3	3.26	2.77	1.33	1.13	6.44	5.49	2.63	2.24
	Bitki ort.	3.18	2.95	1.30	1.20	6.45	5.98	2.63	2.44
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>3.07</b>		<b>1.25</b>		<b>6.22</b>		<b>2.54</b>	
S	N1	1.24	1.48	0.51	0.61	2.53	2.88	1.04	1.18
	N2	1.15	1.17	0.47	0.48	2.32	2.27	0.95	0.93
	N3	1.15	1.07	0.47	0.44	2.19	2.01	0.90	0.83
	Bitki ort.	1.18	1.24	0.48	0.51	2.35	2.39	0.97	0.98
	<b>Tirmik ort.</b>	<b>1.21</b>		<b>0.50</b>		<b>2.37</b>		<b>0.98</b>	

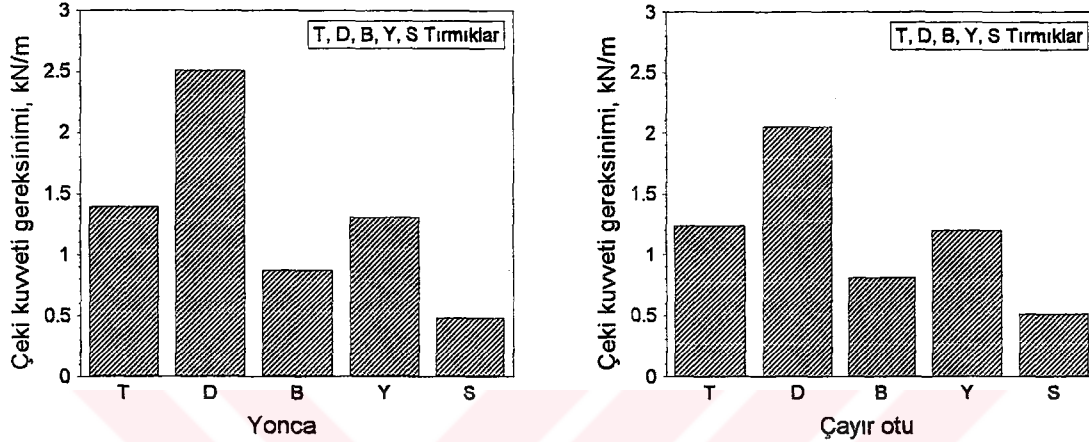


Şekil 3.42. Yoncada tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen maksimum, minimum ve ortalama çeki kuvveti değerleri



Şekil 3.43. Çayır otunda tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen maksimum, minimum ve ortalama çeki kuvveti değerleri

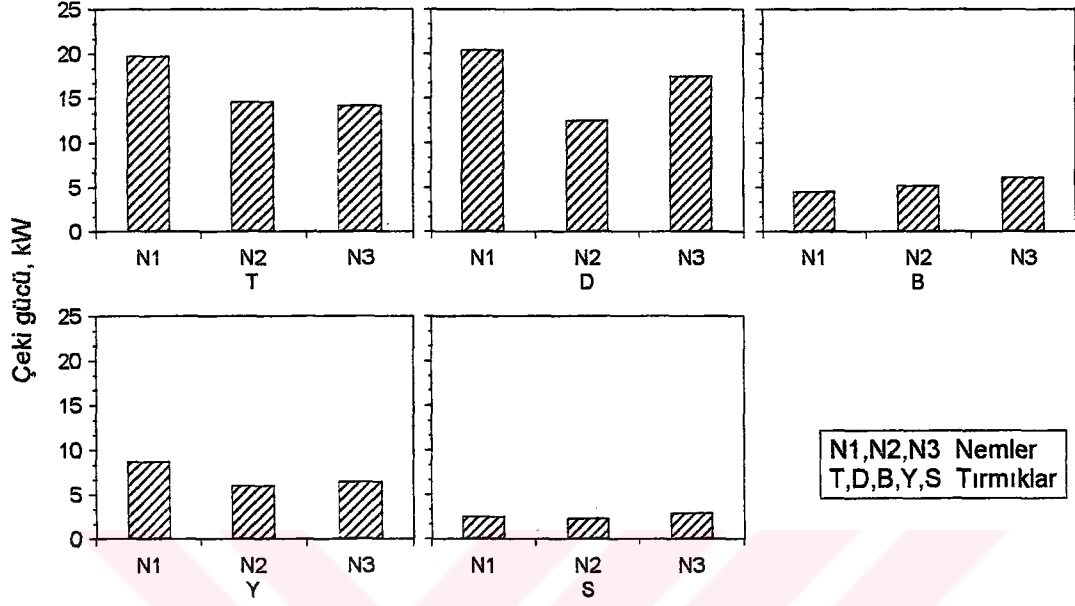
Tırmıkların birim iş genişlikleri başına çeki kuvveti gereksinimleri Şekil 3.44'te gösterilmiştir. Çeki kuvveti gereksinimi yönünden en yüksek değerler T tırmağı için belirlenmiş olsa da bu tırmağın efektif iş genişliğinin diğer tırmıklara göre fazla olması birim iş genişliği başına çeki kuvveti gereksinimini düşürmüştür.



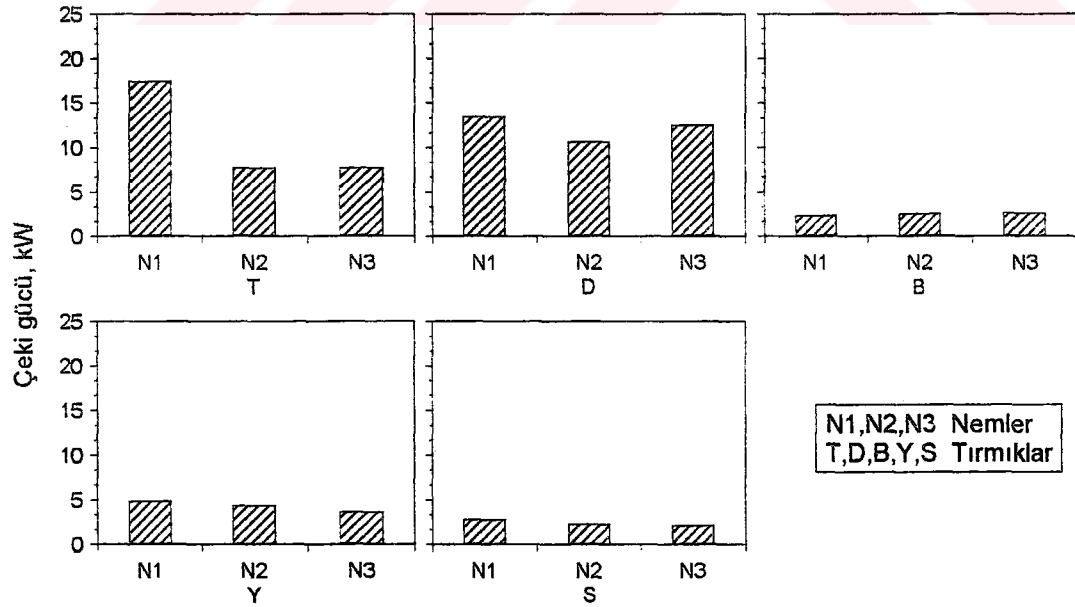
Şekil 3.44. Yonca ve çayır otunda namlu yapımı sırasında tırmıklar için, birim efektif iş genişlikleri başına belirlenen çeki kuvveti gereksinimleri.

Gerek yonca gerekse çayır otu denemelerinde birim iş genişliği başına belirlenen çeki kuvveti değerleri içerisinde en yüksek değerler D tırmağı için bulunmuştur (Şekil 3.44). D tırmağında iki bitki ortalaması olarak birim iş genişliği için ortalama 2.28 kN'luk bir çeki kuvveti gereksinimi belirlenmiş, bu tırmağı ortalama 1.32 kN/m ile T tırmağı izlemiştir. Y, B ve S tırmıkları için ise iki bitki ortalaması olarak sırasıyla 1.25, 0.84 ve 0.50 kN/m değerleri elde edilmiştir (Tablo 3.15). Şekil 3.44'e göre en yüksek değer (2.51 kN/m) D tırmağı ile, en düşük değer (0.48 kN/m) ise S tırmağı ile yoncada yapılan denemeler sırasında belirlenmiştir. S tırmağında iki bitki için elde edilen değerler arasında fark yok denecek kadar azdır.

Yonca ve çayır otu denemeleri sırasında belirlenen çeki kuvveti ve ortalama çalışma hızı değerlerinden yararlanılarak her işlem için hesaplanan çeki gücü gereksinimleri Şekil 3.45 ve Şekil 3.46'da grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 3.45. Yoncada farklı nemlerde namlu yapımı sırasında tırmıklar için belirlenen ortalama çeki gücü gereksinimleri.

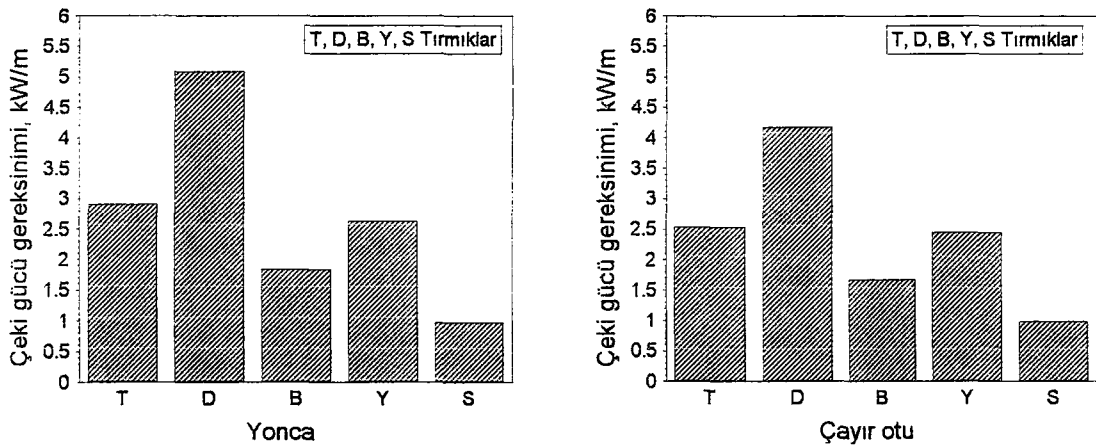


Şekil 3.46. Çayır otunda farklı nemlerde namlu yapımı sırasında tırmıklar için belirlenen ortalama çeki gücü gereksinimleri.



Tırmıkların iş genişliklerinin, yapısal özelliklerinin, tiplerinin ve çalışma prensiplerinin farklı olması gereksinim duydukları çeki gücü değerleri arasında da farkların olmasına neden olmuştur. Yoncada ve çayır otunda aynı paralellikte olmak üzere en yüksek çeki gücü gereksinimleri T ve D tırmığı için belirlenmiş, en düşük değer ise çeki kuvveti sonuçlarında da olduğu gibi S tırmığı için bulunmuştur (Şekil 3.45, Şekil 3.46)

Tırmıkların, birim iş genişlikleri başına düşen çeki gücü gereksinimleri için bu bölümün başında Tablo 3.15'te verilen değerler grafiğe dökülerek Şekil 3.47 düzenlenmiştir. Şekil incelendiğinde çeki gücü gereksinimi yüksek olmasına rağmen iş genişliğinin küçük olması D tırmığı için yoncada 5.08 kW/m, çayır otunda ise 4.17 kW/m gibi yüksek değerlerin bulunmasına neden olmuştur. Diğer tırmıklarda yonca ve çayır otu için belirlenen değerler birbirine yakın bulunmuş, bunlar içerisinde en düşük değerler ise ortalama 0.98 kW/m ile S tırmığı için belirlenmiştir. T tırmığı iki bitki ortalaması olarak 2.72 kW/m'lik bir çeki gücü gereksinimine ihtiyaç duyarken, Y tırmığı için bu değer 2.54, B tırmığı için ise 1.76 kW/m olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.47. Yonca ve çayır otunda namli yapımı sırasında tırmıklar için, birim efektif iş genişlikleri başına belirlenen çeki gücü gereksinimleri.

### 3.2.2.2. Kuyruk Mili Gücü Gereksinimine İlişkin Sonuçlar

Gerek yonca gerekse çayır otu için yapılan tarla denemelerinde namlu yapma işlemleri için kullanılan tırmıklar içerisinde Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T), Çok amaçlı döner tırmık (D) ve Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B) traktörün üç nokta bağlantı düzenine bağlanmak suretiyle hareketlerini kuyruk milinden alarak çalışmaktadırlar. Bu nedenle bu üç tırmığa ait güç gereksinimlerinin belirlenmesinde kuyruk mili gücünün de dikkate alınması gerekmektedir. Bu amaçla yonca ve çayır otu denemelerinde her nem seviyesi için yapılan namlu işlemleri sırasında belirlenen ortalama kuyruk mili devri, kuyruk mili momenti ve bu değerlerden yararlanılarak hesaplanan kuyruk mili gücü değerleri Tablo 3.16'da sunulmuştur.

Tablo 3.16. Tırmıklarla namlu yapma işlemleri sırasında belirlenen kuyruk mili devri, kuyruk mili momenti ve kuyruk mili gücü değerleri.

TIRMİK	NEM	Kuyruk mili devri min <sup>-1</sup>		Kuyruk mili momenti Nm		Kuyruk mili gücü kW	
		Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu	Yonca	Çayır otu
T	N1	558	555	81.44	66.30	4.76	3.85
	N2	537	548	70.61	70.73	3.98	4.06
	N3	528	554	60.23	66.04	3.33	3.83
Bitki ort.		541	552	70.76	67.69	4.02	3.91
<b>Tırmık ort.</b>		<b>547</b>		<b>69.23</b>		<b>3.97</b>	
D	N1	548	555	62.93	67.14	3.64	3.90
	N2	552	541	78.72	71.47	4.55	4.05
	N3	556	541	75.84	66.93	4.41	3.79
Bitki ort.		552	546	72.50	68.51	4.20	3.91
<b>Tırmık ort.</b>		<b>549</b>		<b>70.51</b>		<b>4.06</b>	
B	N1	550	546	31.96	38.47	1.84	2.20
	N2	559	550	39.94	38.15	2.34	2.20
	N3	550	542	43.61	40.20	2.51	2.28
Bitki ort.		553	546	38.50	38.94	2.23	2.23
<b>Tırmık ort.</b>		<b>550</b>		<b>38.72</b>		<b>2.23</b>	

T, D ve B tırmıkları ile yapılan denemelerde kuyruk mili devri 540 min<sup>-1</sup> 'de sabit tutulmaya çalışılmasına rağmen torkmetre aracılığı ile bilgisayara kaydedilen ortalama değerlere göre üç tırmıkta 540 min<sup>-1</sup> 'nin üzerinde çalıştırılmıştır. T için 547, D için 549 ve B için 550 min<sup>-1</sup> olarak belirlenen bu değerlere ilişkin LSD

çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre tırmıklar için belirlenen ortalama kuyruk mili devirleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Her bir tırmıkla farklı nem seviyelerinde namlu yapımı sırasında belirlenen kuyruk mili devirlerine ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.17. Farklı tırmıklar ile üç nemde namlu yapımı sırasında belirlenen ortalama kuyruk mili devrine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Namlu yapma nemi	Kuyruk mili devri, min <sup>-1</sup>	
		Yonca	Çayır otu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	Yüksek nem (N1)	558 a ✓	555 a
	Orta nem (N2)	537 ab	548 a
	Düşük nem (N3)	528 b	554 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	Yüksek nem (N1)	548 ab	555 a
	Orta nem (N2)	552 a	541 a
	Düşük nem (N3)	556 a	541 a
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	Yüksek nem (N1)	550 ab	546 a
	Orta nem (N2)	559 a	550 a
	Düşük nem (N3)	550 ab	542 a
LSD (0.01)		20.94	23.94

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir (P<0.01).

Duncan testi sonuçlarına göre çayır otunda yapılan denemelerde tırmıklar için belirlenen ortalama kuyruk mili devirleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmazken, yonca denemesinde T tırmığı ile düşük nemde yapılan işlemlerde belirlenen 528 min<sup>-1</sup> 'lık kuyruk mili devri, aynı tırmıkta yüksek ve orta nem için, D tırmığında orta ve düşük nem için ve B tırmığında orta nem için belirlenen değerlere göre farklı bulunmuştur.

Çalışmalar sırasında T ve D tırmıkları için belirlenen kuyruk mili momenti değerleri B tırmığına göre farklı bulunurken, farklı nemlerde yapılan namlular için bu değerlerin değişiminin önemsiz olduğu belirlenmiştir. İki bitkide yapılan namlu işlemleri sırasında T ve D tırmıkları için kuyruk mili momenti değerleri sırasıyla ortalama 69.23 ve 70.51 Nm olarak belirlenmiş, B tırmığı için ise bu değer 38.72 Nm olmuştur (Tablo 3.16). T ve D tırmıklarında traktör kuyruk milinden alınan hareket 90 derece çevrilerek düşey eksen etrafında dönen tamburlara iletilmekte, bu nedenle de kuyruk mili daha fazla burulmaya maruz

kalmaktadır. Ayrıca T ve D tırmıklarının iş genişliklerinin fazla olması ve çalışma anında kuyruk milinden alınan hareketin iş genişlikleri boyunca iletilmesi bu tırmıklar için belirlenen kuyruk mili momenti değerlerinin B tırmığına göre daha fazla olmasına neden olmuştur.

İki bitki için yapılan denemeler süresince kuyruk milinden hareket alan tırmıklar (T, D, B) için belirlenen kuyruk mili momenti değerlerine ilişkin varyans analizi yapılmış ve tırmıklarla farklı nemlerde yapılan işlemleri içeren ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3.18'de verilmiştir.

Tablo 3.18. Farklı tırmıklar ile üç nemde namlu yapımı sırasında belirlenen ortalama kuyruk mili momentine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Namlu yapma nemi	Kuyruk mili momenti, Nm	
		Yonca	Çayır otu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	Yüksek nem (N1)	81.44 a ✓	66.30 a
	Orta nem (N2)	70.61 abc	70.73 a
	Düşük nem (N3)	60.23 cd	66.04 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	Yüksek nem (N1)	62.93 bc	67.14 a
	Orta nem (N2)	78.72 ab	71.47 a
	Düşük nem (N3)	75.84 abc	66.93 a
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	Yüksek nem (N1)	31.96 e	38.47 b
	Orta nem (N2)	39.94 e	38.15 b
	Düşük nem (N3)	43.61 de	40.20 b
LSD (0.01)		17.19	11.43

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Tablo 3.18'e göre genel olarak yonca ve çayır otunda her bir tırmık için farklı nemlerde yapılan işlemlerde belirlenen kuyruk mili momenti değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Özellikle çayır otunda T ve D tırmıkları için üç nem seviyesinde de istatistiksel olarak farklı olmayan ve birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Yoncada ise sadece T tırmığı için düşük nemde, D için ise yüksek nemde yapılan işlemler sırasında belirlenen kuyruk mili momenti değerleri diğerlerine göre düşük bulunmuştur. Genel duruma göre farklı bulunan bu sonucun, namlu yapma anındaki bitki nem içeriğinden ziyade çalışma sırasındaki kuyruk mili momentinin değişimine etkili olabilecek diğer

faktörlerden (kuyruk mili devri, namlu yapılacak materyal yoğunluğu vb.) kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Devir ve moment değerleri yardımıyla hesaplanan kuyruk mili gücü değerlerinin değişimine etkili faktörleri belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.19'da verilmiştir.

Tablo 3.19. Kuyruk mili gücü değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	2	42.8123	21.4061	50.53	0.000 **
	Nem	2	0.5266	0.2633	0.62	0.545
	Blok	2	2.0000	1.0000	2.36	0.114
	Tırmık x Nem	4	9.9788	2.4947	5.89	0.002 **
	Tırmık x Blok	4	3.8801	0.9700	2.29	0.086
	Nem x Blok	4	1.0017	0.2504	0.59	0.672
	TırmıkxNemxBlok	8	3.4889	0.4361	1.03	0.439
	Hata	27	11.4390	0.4237		
	Genel	53	75.1273			
Çayırotu	Tırmık	2	34.1309	17.0654	112.88	0.000 **
	Nem	2	0.1870	0.0935	0.62	0.546
	Blok	2	0.3598	0.1799	1.19	0.320
	Tırmık x Nem	4	0.2348	0.0587	0.39	0.815
	Tırmık x Blok	4	1.3321	0.3330	0.20	0.095
	Nem x Blok	4	1.8542	0.4636	3.07	0.033 *
	TırmıkxNemxBlok	8	3.0478	0.3810	2.52	0.034 *
	Hata	27	4.0820	0.1512		
	Genel	53	45.2286			

\*\* : (P<0.01) %99 olasılık düzeyinde önemli

\* : (P<0.05) %95 olasılık düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçlarına göre denemelerde belirlenen kuyruk mili gücü değerlerinin değişimine tırmıkların etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuş, namlu yapma işlemleri sırasındaki farklı nem seviyelerinin etkisi ise önemsiz ( $p>0.05$ ) olmuştur (Tablo 3.19). Yoncada her bir tırmık için farklı nem seviyelerinde yaptıkları işlemlerde belirlenen kuyruk mili gücü değerleri arasındaki farkların üç tırmığa göre de değişmesine rağmen çayır otunda bu farkların her tırmık için aynı bulunması tırmık ile nem interaksiyonunu önemsiz ( $p>0.05$ ) kılmıştır.

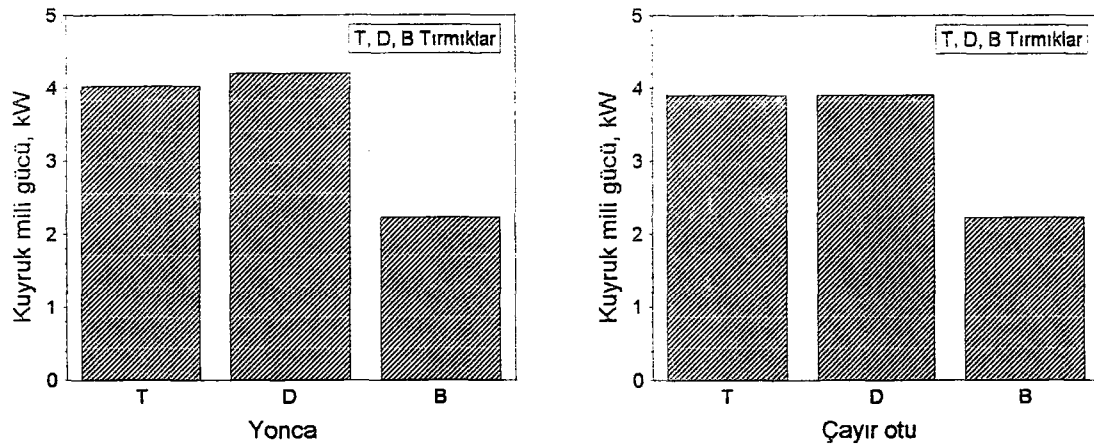
Tablo 3.20'de tırmıkların kuyruk mili gücü gereksinimlerine ilişkin Duncan testi sonuçları verilmiş, bu sonuçlara göre T ve D tırmıkları için belirlenen kuyruk mili gücü gereksinimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, bu iki tırmıkla B tırmığı arasında çok önemli düzeyde fark bulunmuştur.

Tablo 3.20. Farklı tip tırmıkların kuyruk mili gücü gereksinimlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Kuyruk mili gücü, kW	
	Yonca	Çayırotu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	4.02 a ✓	3.91 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	4.20 a	3.91 a
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	2.23 b	2.23 b
LSD (0.01)	0.60	0.36

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Beklenildiği gibi T tırmığında düşey düzlem etrafında dönen dört tambura, D tırmığında ise iki tambura hareket verilerek iş yapılabilmesi bu tırmıklar için gerekli kuyruk mili gücünün B tırmığına göre daha fazla olmasına neden olmuştur. D tırmığında hareket iki tambura iletilmesine rağmen kuyruk mili gücünün T tırmığına göre eşit bulunması, bu tırmıkta iki tambur etrafına dizili yaylı parmakların merkezkaç kuvvetiyle açılarak iş görebilmesi için fazla güç gereksinimi duymalarından kaynaklanmaktadır. T tırmığında ise parmaklar tamburlara sabit olarak bağlanmışlardır. T, D ve B tırmıklarına ait ortalama kuyruk mili gücü gereksinimleri Şekil 3.48'de verilmiştir.



Şekil 3.48. Yonca ve çayır otunda tırmıklar için belirlenen ortalama kuyruk mili gücü gereksinimleri.



Üç farklı nem seviyesinde yapılan işlemler için belirlenen ortalama kuyruk mili gücü gereksinimlerine ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3.21'de, bu değerleri ifade eden grafikler ise Şekil 3.49 ve Şekil 3.50'de verilmiştir.

Tablo 3.21. Farklı tırmıklar ile üç nemde namlu yapımı sırasında belirlenen ortalama kuyruk mili gücüne ilişkin Duncan testi sonuçları.

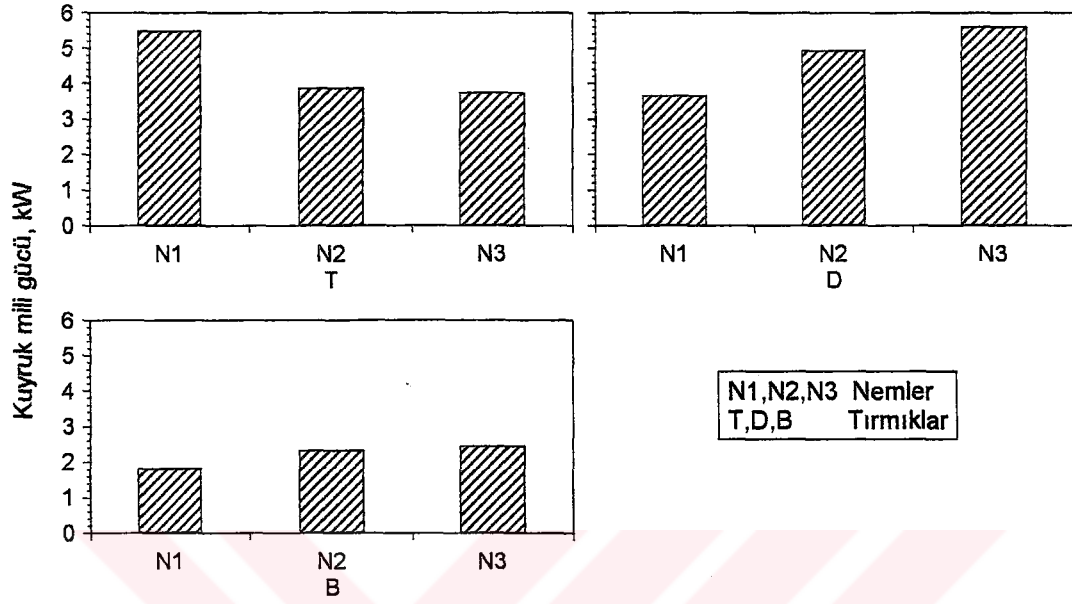
Tırmıklar	Namlu yapma nemi	Kuyruk mili gücü, kW	
		Yonca	Çayır otu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	Yüksek nem (N1)	4.76 a ✓	3.85 a
	Orta nem (N2)	3.98 abc	4.06 a
	Düşük nem (N3)	3.33 cd	3.83 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	Yüksek nem (N1)	3.64 bc	3.90 a
	Orta nem (N2)	4.55 ab	4.05 a
	Düşük nem (N3)	4.41 ab	3.79 a
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	Yüksek nem (N1)	1.84 e	2.20 b
	Orta nem (N2)	2.34 de	2.20 b
	Düşük nem (N3)	2.51 de	2.28 b
LSD (0.01)		1.04	0.62

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

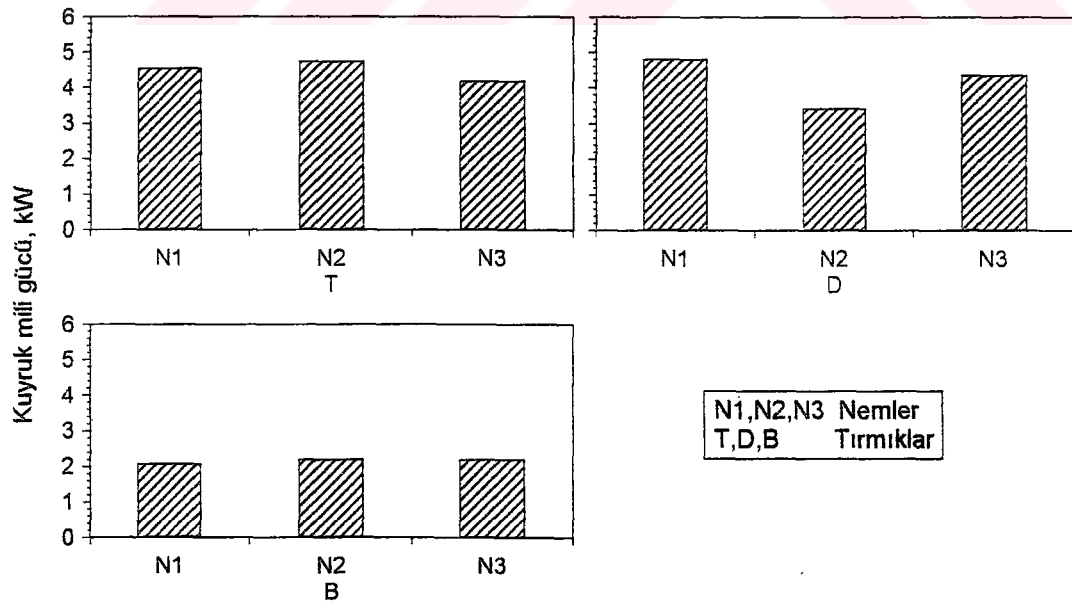
Tırmık ile nem interaksyonuna ait Duncan testi sonuçlarına göre yoncada T tırmığı için yüksek ve orta nem seviyelerinde belirlenen kuyruk mili gücü gereksinimleri arasındaki fark önemsiz bulunmuş, aynı tırmıkta düşük nem seviyesinde belirlenen 3.33 kW'lık kuyruk mili gücü değeri orta neme göre farksız olurken yüksek neme göre oldukça düşük çıkmıştır.

Çayır otunda T ve D tırmıkları için üç nem seviyesinde yapılan işlemler sırasında belirlenen kuyruk mili gücü gereksinimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olurken, yoncada belirlenen değerler arasında bazı farkların bulunması bu bitkide namluyu oluşturan materyal yoğunluğunun çayır otuna göre fazla olmasına bağlanabilir. D tırmığı için farklı nem seviyelerinde belirlenen kuyruk mili gücü değerleri arasındaki farklar iki bitkide de önemsiz bulunmuş, B tırmığı için de aynı sonuç elde edilmiştir (Şekil 3.49 ve Şekil 3.50).





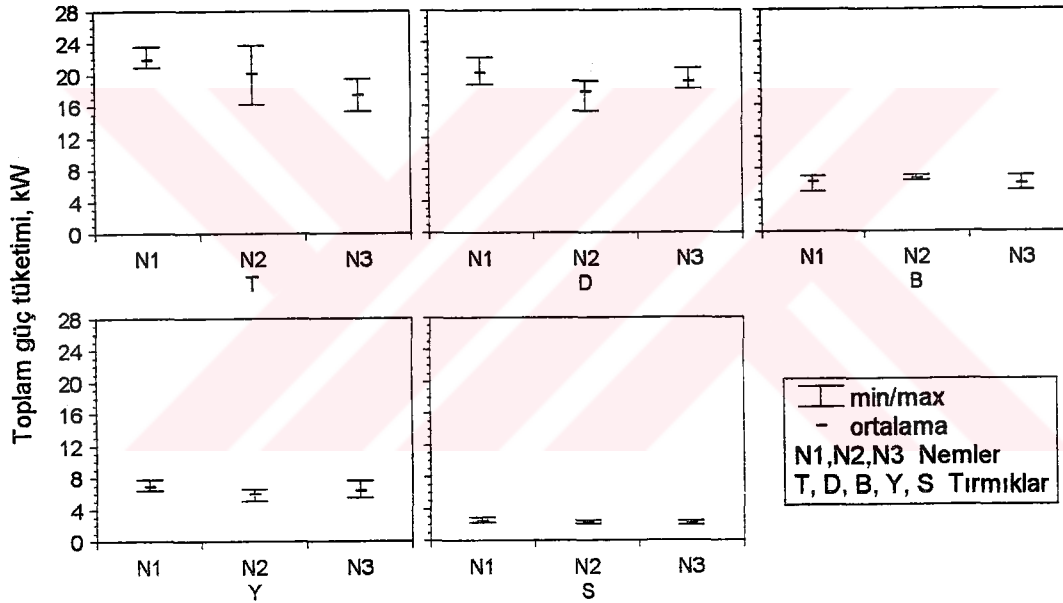
Şekil 3.49. Yoncada tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı için belirlenen kuyruk mili gücü gereksinimleri.



Şekil 3.50. Çayır otunda tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı için belirlenen kuyruk mili gücü gereksinimleri.

### 3.2.2.3. Toplam Güç Tüketimine İlişkin Sonuçlar

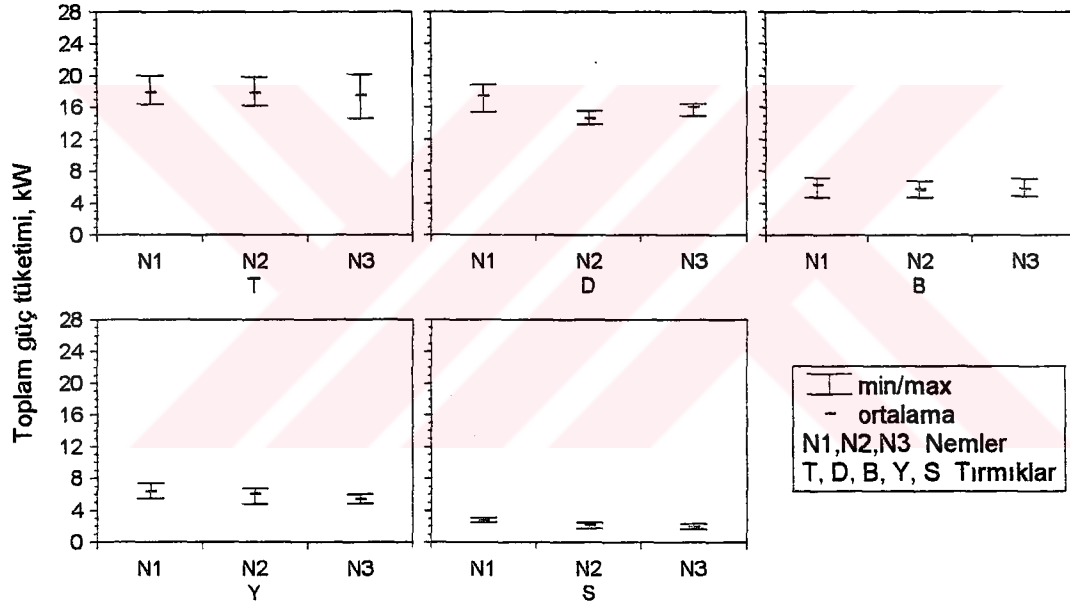
Denemelerde tırmıklar için belirlenen çeki gücü ve kuyruk mili gücü değerlerinin toplamı olarak alınan toplam güç tüketimi değerlerine ilişkin maksimum, minimum ve ortalama değerleri içeren grafikler Şekil 3.51 ve Şekil 3.52'de, bu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları ise Tablo 3.22'de verilmiştir. Ayrıca toplam güç tüketimine etkisi önemli bulunan faktörlere ait Duncan ve LSD çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 3.23, Tablo 3.24 ve Tablo 3.25'te verilmiştir.



Şekil 3.51. Yoncada tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen maksimum, minimum ve ortalama güç tüketimi değerleri

Toplam güç tüketimi değerleri içerisinde en yüksek değerler beklenildiği gibi, çeki gücü ve kuyruk mili gücü gereksinimi diğer tırmıklara göre daha fazla olan T ve D tırmıklarında belirlenmiştir (Şekil 3.51, Şekil 3.52). Bu sonuç hareketli organları düşey eksen etrafında döner çalışan döner tırmıkların (T ve D) yanal hareketli tırmıklara (B, Y ve S) göre daha fazla güç gerektirdiğini

göstermiştir (Rotz ve Muhtar, 1992). Ayrıca bu tırmıkların minimum ve maksimum değerleri arasındaki farklar da diğer tırmıklara göre daha fazla bulunmuştur. Yoncada T tırmığı ile orta nemde yapılan işlemler için belirlenen ortalama güç tüketimi değeri 23.75 kW ile en yüksek değere ulaşırken, aynı tırmıkta en küçük değer ise çayır otu denemelerinde 14.55 kW ile düşük nemde belirlenmiştir. D tırmığı ile yapılan çalışmalarda ise en büyük güç tüketimi yoncada yüksek nemde 22.11 kW, en küçük değer ise çayır otunda orta nemde yapılan namlularda 13.87 kW olarak belirlenmiştir (Şekil 3.51, Şekil 3.52).



Şekil 3.52. Çayır otunda tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen maksimum, minimum ve ortalama güç tüketimi değerleri.

Y tırmığı için çeki gücü gereksiniminin B tırmığına göre fazla olması, B tırmığının da Y tırmığından fazla olarak kuyruk mili gücü gerektirmesi bu iki tırmığın güç tüketimlerinin birbirine yakın değerlerde bulunmasına neden olmuştur. Toplam güç tüketimi yönünden en küçük değerler ise S tırmığında belirlenmiştir (Şekil 3.51, Şekil 3.52).

Şekil 3.51 ve Şekil 3.52 birlikte genel olarak incelendiğinde her bir tırmık için en yüksek güç tüketiminin yonca ile yapılan denemeler için belirlendiği görülmektedir. Yoncada, çayır otuna göre verimin fazla olması, dolayısıyla tarla yüzeyindeki materyal yoğunluğunun namlu yapma anında tırmıkların hareketli parmakları arasında tıkanmaya neden olması az da olsa güç tüketimini artırmıştır.

Tablo 3.22. Toplam güç tüketimi değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	4	4690.57	1172.64	690.27	0.000 **
	Nem	2	28.98	14.49	8.53	0.001 **
	Blok	2	3.77	1.89	1.11	0.338
	Tırmık x Nem	8	55.30	6.91	4.07	0.001 **
	Tırmık x Blok	8	4.55	0.57	0.33	0.948
	Nem x Blok	4	2.13	0.53	0.31	0.867
	TırmıkxNemxBlok	16	11.27	0.70	0.41	0.971
	Hata	45	76.45	1.70		
	Genel	89	4873.02			
Çayırotu	Tırmık	4	3373.393	843.348	730.49	0.000 **
	Nem	2	15.112	7.556	6.54	0.003 **
	Blok	2	1.606	0.803	0.70	0.504
	Tırmık x Nem	8	15.645	1.956	1.69	0.126
	Tırmık x Blok	8	6.860	0.857	0.74	0.654
	Nem x Blok	4	5.366	1.341	1.16	0.340
	TırmıkxNemxBlok	16	8.940	0.559	0.48	0.942
	Hata	45	51.952	1.154		
	Genel	89	3478.874			

\*\* : (P<0.01) %99 olasılık düzeyinde önemli

\* : (P<0.05) %95 olasılık düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçlarına göre denemeler sonunda tırmık ve namlu yapma nem seviyelerinin toplam güç tüketimlerinin değişimine etkileri çok önemli bulunmuştur (Tablo 3.22. Yoncada tırmık ile nem interaksiyonunun önemli bulunması, tırmıklar için farklı nemlerde yapılan namlu işlemleri sırasında belirlenen güç tüketimleri arasındaki farkın her tırmık için aynı olmadığını göstermektedir. Bu interaksiyonun güç tüketimine etkisi çayır otu denemeleri için önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.23. Farklı tip tırmıkların güç tüketimlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Toplam güç tüketimi, kW	
	Yonca	Çayırotu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	19.89 a ✓	17.79 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	19.04 a	16.10 b
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	6.37 b	5.99 c
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	6.45 b	5.98 c
Silindirik Yan Tırmık (S)	2.35 c	2.39 d
LSD (0.01)	1.17	0.96

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Yoncada T tırmığı için ortalama güç tüketimi 19.89 kW, D tırmığı için ise 19.04 kW olarak belirlenmiş ve bu iki değer arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 3.23). Çayır otunda ise bu iki tırmık arasındaki fark önemli bulunmasına rağmen, güç tüketimleri arasındaki farkın LSD karşılaştırma değerine çok yakın olduğu belirlenmiştir. B ve Y tırmıkları ise güç tüketimleri yönünden iki bitki için de farksız bulunmuştur. Güç tüketimi en az olan S tırmığı için yoncada ortalama 2.35 kW, çayır otunda ise 2.39 kW'lık güç tüketimi belirlenmiştir (Tablo 3.23).

Yonca ve çayır otunda farklı nem seviyeleri için beş tırmığın ortalaması olarak belirlenen güç tüketimi değerlerinin karşılaştırıldığı LSD testi sonuçlarına göre orta ve düşük nemlerde yapılan işlemler için belirlenen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yüksek nemde yapılan işlemlerde ise güç tüketimi ortalama olarak diğer iki nem seviyesine göre farklı bulunmuştur. Tablo 3.24'te de görüldüğü gibi bu farklar LSD karşılaştırma değerine çok yakındır.

Tablo 3.24. Farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen toplam güç tüketimi değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Namlu yapma anındaki bitki nem seviyeleri	Toplam güç tüketimi, kW	
	Yonca	Çayırotu
Yüksek nem (%40 - %50) (N1)	11.60 a ✓	10.23 a
Orta nem (%30 - %40) (N2)	10.61 b	9.32 b
Düşük nem (%20 - %30) (N3)	10.26 b	9.40 b
LSD (0.01)	0.91	0.75

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

İki bitkide de B, Y ve S tırmıkları ile üç farklı nem seviyesinde yapılan işlemler için belirlenen güç tüketimi değerlerine nem seviyelerinin etkisi önemsiz bulunurken, B ve Y tırmıklarının toplam güç tüketimleri birbirlerine göre farksız bulunmuştur. T tırmığında üç nem seviyesi için belirlenen güç tüketimleri arasında fark olmamış fakat aynı tırmıkla yoncada yapılan işlemlerde düşük nemde, orta ve yüksek neme göre daha az güç tüketimi belirlenmiştir. D tırmığında ise iki bitkide de namlu yapma anındaki nem seviyelerinin etkisi belirgin olmamıştır (Tablo 3.25).

Tablo 3.25. Farklı tırmıklar ile üç nemde namlu yapımı sırasında belirlenen toplam güç tüketimi değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

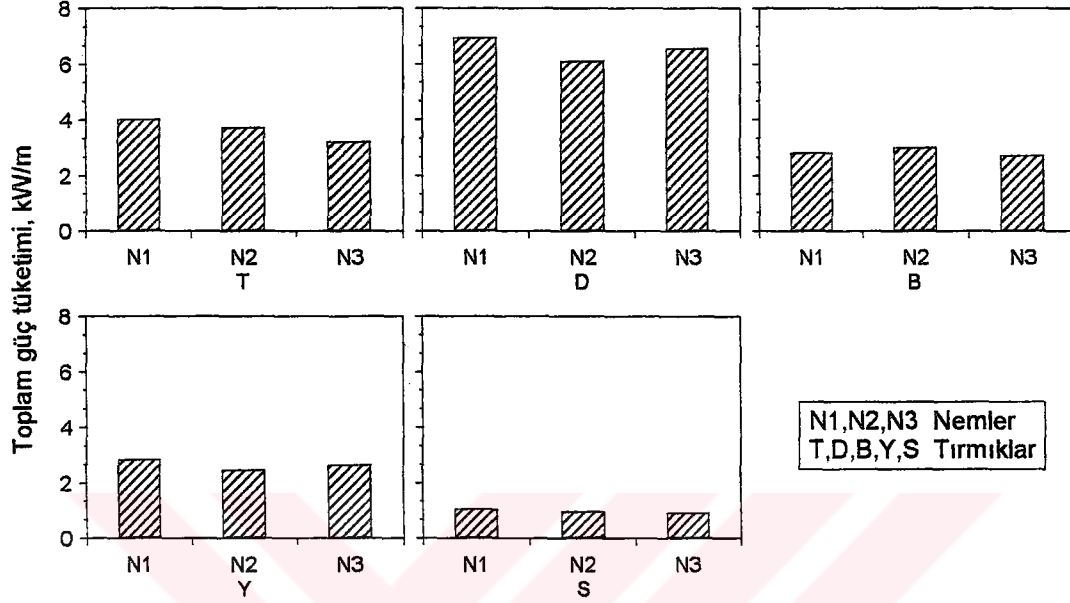
Tırmıklar	Namlu yapma nem	Toplam güç tüketimi, kW	
		Yonca	Çayır otu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	Yüksek nem (N1)	21.95 a ✓	17.97 a
	Orta nem (N2)	20.26 ab	17.85 ab
	Düşük nem (N3)	17.47 c	17.54 ab
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	Yüksek nem (N1)	20.26 ab	17.52 ab
	Orta nem (N2)	17.77 c	14.69 c
	Düşük nem (N3)	19.09 bc	16.07 bc
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	Yüksek nem (N1)	6.31 d	6.34 d
	Orta nem (N2)	6.72 d	5.37 d
	Düşük nem (N3)	6.09 d	5.86 d
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	Yüksek nem (N1)	6.93 d	6.42 d
	Orta nem (N2)	6.00 d	6.04 d
	Düşük nem (N3)	6.44 d	5.49 d
Silindirik Yan Tırmık (S)	Yüksek nem (N1)	2.53 e	2.88 e
	Orta nem (N2)	2.32 e	2.27 e
	Düşük nem (N3)	2.19 e	2.01 e
LSD (0.01)		2.03	1.67

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir (P<0.01).

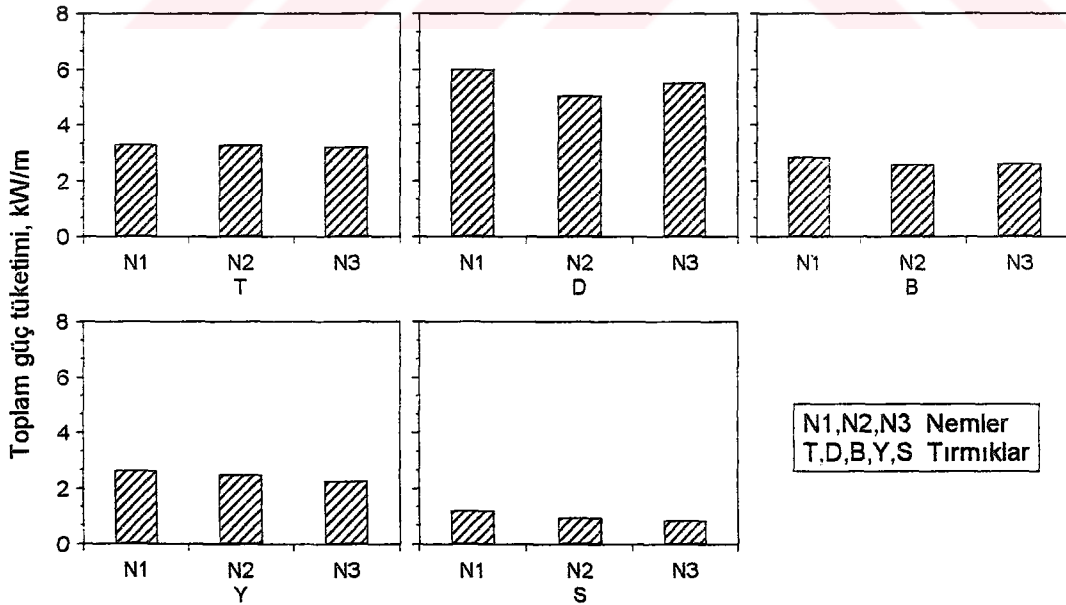
Tırmıkların iş genişliklerinin birbirlerine göre farklı olması bunların güç tüketimleri yönünden karşılaştırılmasında birim efektif iş genişlikleri başına düşen değerlerin kullanılmasının daha uygun olacağı sonucunu doğurmuştur. Bu amaçla tırmıkların birim iş genişliğine düşen güç tüketim değerleri her nem seviyesi için ayrı ayrı olmak üzere grafikler halinde Şekil 3.53 ve Şekil 3.54'te verilmiş, ayrıca yonca ve çayır otunda yapılan tüm deneme sonuçlarının



ortalaması olarak tırmıkların birim iş genişlikleri başına düşen toplam güç tüketimleri ise Şekil 3.55'te sunulmuştur.



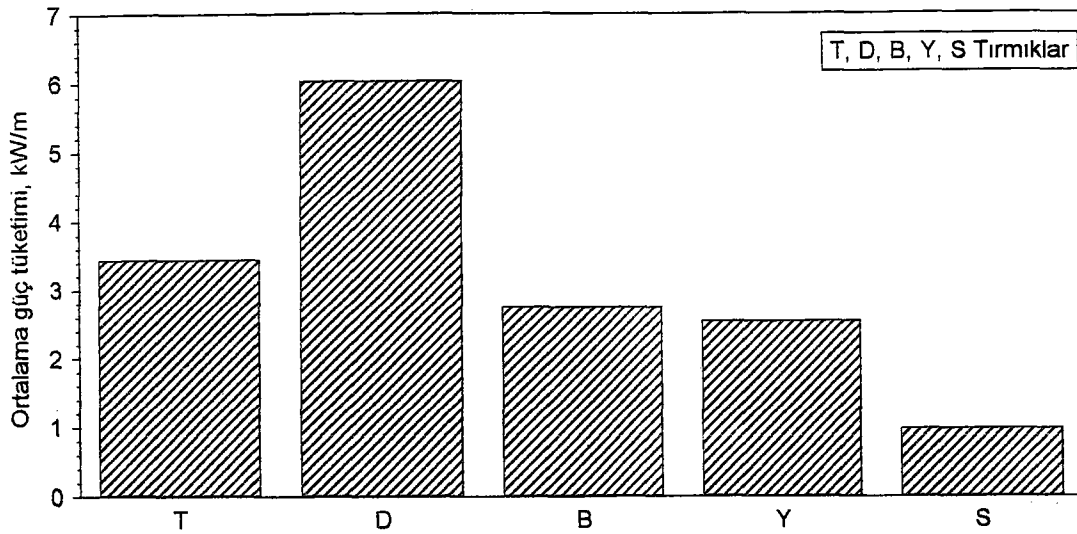
Şekil 3.53. Yoncada namlu yapımı sırasında tırmıklar için, birim efektif iş genişliği başına belirlenen toplam güç tüketimleri.



Şekil 3.54. Çayır otunda namlu yapımı sırasında tırmıklar için, birim efektif iş genişliği başına belirlenen toplam güç tüketimleri.

Şekil 3.53 ve Şekil 3.54'te de görüldüğü gibi birim iş genişliği başına en yüksek güç tüketimi değerleri D tırmığı için belirlenmiştir. Bu tırmık için 6.94 kW/m ile en yüksek ortalama yoncada N1 seviyesinde, en düşük ortalama ise 5.03 kW/m ile çayır otunda N2 seviyesinde yapılan işlemler için bulunmuştur. T tırmığında ise en yüksek ortalama yoncada yüksek nemde 4.01 kW/m, en düşük ortalama çayır otunda düşük nemde 3.20 kW/m olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi bu iki döner tırmık için iş genişliklerinin birimi başına belirlenen güç tüketimleri ortalama 3.20 ile 6.94 kW/m arasında değişmekte ve bu değerler daha önceki araştırmalarda belirtilen değerlere uygunluk göstermektedir (Rotz ve Muhtar, 1992)

Toplam güç tüketimi diğer tırmıklara göre yüksek olmasına rağmen iş genişliğinin fazla olması, T tırmığında birim iş genişliği başına düşen güç tüketimi değerlerin düşük olmasına neden olmuştur. B ve Y tırmıkları için de benzer sonuçlar bulunmuştur. S tırmığı için iki bitkide de güç tüketimi yönünden aynı sonuçlar elde edilmiş, düşük nemlerde yapılan namlular için birim iş genişliği başına ortalama 0.87 kW/m, yüksek nemler için ise ortalama 1.11 kW/m'lik güç tüketimi değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.55. Tırmıklar ile namlu yapımı sırasında, birim efektif iş genişliği başına belirlenen ortalama güç tüketimleri.

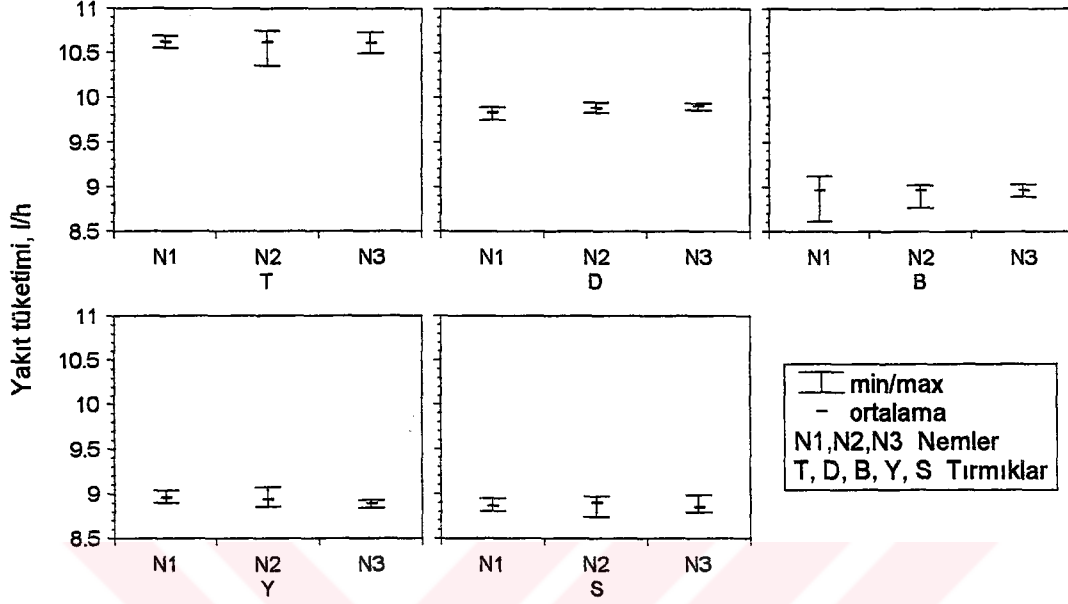
Şekil 3.55'e göre D tırmığı için iki bitki ortalaması olarak 6.02 kW/m'lik güç tüketimi belirlenmiş (yoncada 6.52 kW/m, çayır otunda 5.51 kW/m), bu değer T tırmığına (3.44 kW/m) göre %75 daha fazla olmuştur. T tırmığında güç tüketimi değerleri, yoncada yapılan denemeler için ortalama 3.63 kW/m, çayır otu için ise 3.25 kW/m olarak belirlenmiştir. B, Y ve S tırmıklarında iki bitki için belirlenen değerler birbirine çok yakın bulunmuştur. İki bitki ortalaması olarak güç tüketimi B tırmığında 2.75 kW/m, Y tırmığında ise 2.54 kW/m olmuştur. Yoncada 0.97 kW/m, çayır otunda ise 0.98 kW/m ile en küçük değerler S tırmığı için belirlenmiştir.

### 3.2.3. Yakıt Tüketimlerine İlişkin Sonuçlar

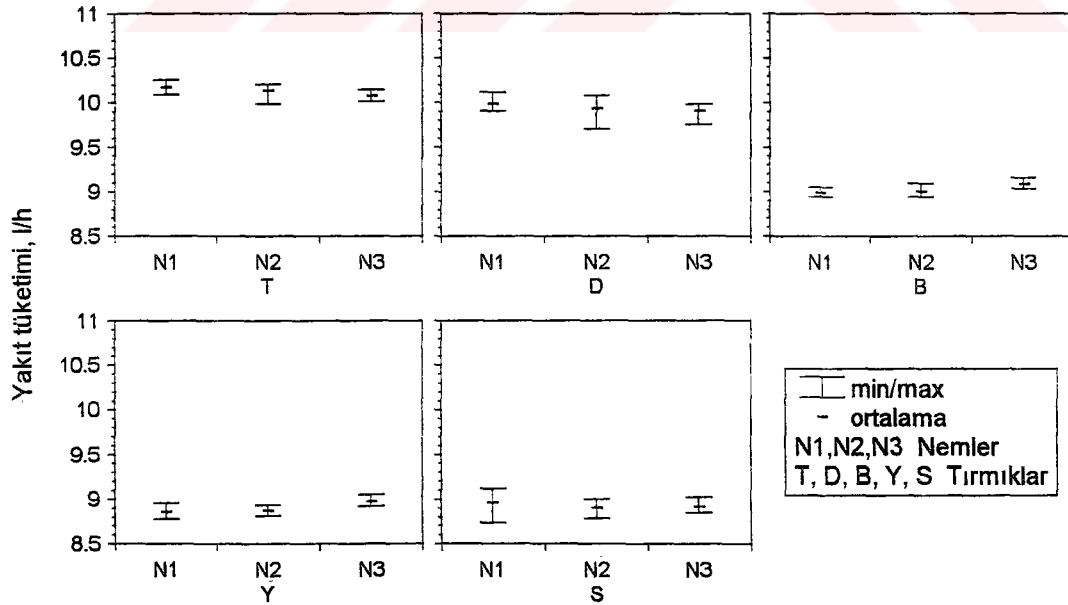
Yonca ve çayır otu denemelerinde tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında yakıt sensörü yardımıyla belirlenerek bilgisayara kaydedilen net yakıt tüketimine ilişkin maksimum, minimum ve ortalama değerleri gösteren grafikler Şekil 3.56 ve Şekil 3.57'de verilmiş, ayrıca yakıt tüketimi değerlerine etkili faktörleri belirlemek amacıyla varyans analizi yapılarak sonuçlar Tablo 3.26'da sunulmuştur.

Şekillerden de anlaşıldığı üzere her bir denemede tırmıklar için belirlenen maksimum ve minimum yakıt tüketimi değerleri ortalama değerlere çok yakın bulunmuş, bununla birlikte her bir tırmık için belirlenen ortalama yakıt tüketimleri iki bitkide de benzerlik göstermiştir. T ve D tırmıkları her deneme için B, Y ve S tırmıklarına göre daha fazla yakıt tüketimine neden olmuşlardır (Şekil 3.56, Şekil 3.57).

Varyans analizi sonuçlarına göre iki bitkide de yakıt tüketimi değerlerinin değişimine tırmıkların etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuş, farklı nemlerdeki bitkilerin namlu yapma işlemleri tırmıkların yakıt tüketimini etkilememiştir. Yonca denemelerinden farklı olarak çayır otunda tırmık ile nem interaksyonu



Şekil 3.56. Yoncada tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen maksimum, minimum ve ortalama yakıt tüketimi değerleri



Şekil 3.57. Çayır otunda tırmıklarla farklı nemlerde namlu yapımı sırasında belirlenen maksimum, minimum ve ortalama yakıt tüketimi değerleri

önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmasına rağmen Şekil 3.56 ve Şekil 3.57'de de görüldüğü gibi farklı nem seviyeleri için belirlenen yakıt tüketimi değerleri arasındaki farklar her bir tırmık için benzerlik göstermektedir.

Tablo 3.26. Yakıt tüketimi değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Bitki	Varyasyon K.	SD	KT	KO	F	P
Yonca	Tırmık	4	42.87258	10.71814	1226.91	0.000 **
	Nem	2	0.00417	0.00209	0.24	0.788
	Blok	2	0.00698	0.00349	0.40	0.673
	Tırmık x Nem	8	0.03524	0.00441	0.50	0.847
	Tırmık x Blok	8	0.05499	0.00687	0.79	0.617
	Nem x Blok	4	0.01743	0.00436	0.50	0.737
	TırmıkxNemxBlok	16	0.07692	0.00481	0.55	0.903
	Hata	45	0.39312	0.00874		
Genel	89	43.46143				

Çayırotu	Tırmık	4	25.94434	6.48608	1051.49	0.000 **
	Nem	2	0.00976	0.00488	0.79	0.460
	Blok	2	0.00395	0.00197	0.32	0.728
	Tırmık x Nem	8	0.12771	0.01596	2.59	0.020 *
	Tırmık x Blok	8	0.07631	0.00954	1.55	0.168
	Nem x Blok	4	0.02954	0.00738	1.20	0.325
	TırmıkxNemxBlok	16	0.09305	0.00582	0.94	0.530
	Hata	45	0.27758	0.00617		
	Genel	89	26.56224			

\*\* : ( $P < 0.01$ ) %99 olasılık düzeyinde önemli

\* : ( $P < 0.05$ ) %95 olasılık düzeyinde önemli

Tırmıkların yakıt tüketimi değerlerine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.27'de, iki bitki ortalaması olarak her bir tırmık için belirlenen yakıt tüketimi değerleri ise sütun grafik halinde Şekil 3.58'de verilmiştir. İki bitki için de kuyruk milinden hareketli olan T, D ve B tırmıkları için belirlenen yakıt tüketimi değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

T tırmığı yoncada 10.62 l/h, çayır otunda ise 10.13 l/h'lık değerleriyle yakıt tüketimi en fazla olan tırmık olmuş, bu tırmığı D ve B tırmıkları yonca için sırasıyla 9.88 l/h, 8.97 l/h, çayır ot için ise 9.95 l/h ve 9.03 l/h değerleriyle takip etmişlerdir. Bu sonuçlar toplam güç tüketimi yönünden diğer iki tırmığa (Y, S)

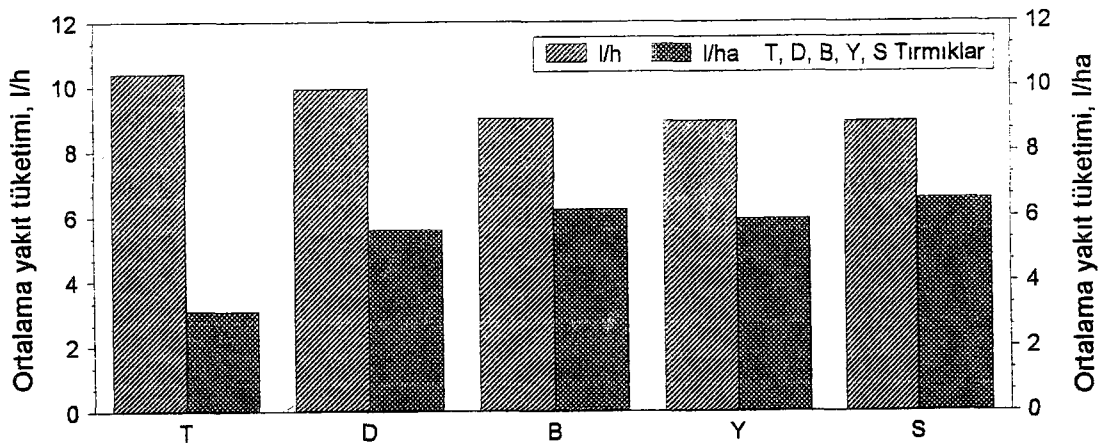
göre daha yüksek değerlere sahip olan bu tırmıklar için beklenen bir sonuç olmuştur (Tablo 3.27).

Tablo 3.27. Farklı tip tırmıkların yakıt tüketimlerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Tırmıklar	Yakıt tüketimi, l/h	
	Yonca	Çayırotu
Çok Elemanlı Döner Taraklı Tırmık (T)	10.62 a ✓	10.13 a
Çok Amaçlı Döner Tırmık (D)	9.88 b	9.95 b
Yaylı Parmaklı Bantlı Yan Tırmık (B)	8.97 c	9.03 c
Yıldız Çarklı Yan Tırmık (Y)	8.93 cd	8.90 d
Silindirik Yan Tırmık (S)	8.88 d	8.93 d
LSD (0.01)	0.84	0.07

✓ : Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ( $P < 0.01$ ).

Toplam güç tüketimi diğer tırmıklara göre daha az olan ve de güç tüketimi yönünden diğer tırmıklarla istatistiksel olarak farklı bulunan S tırmığının, iki bitki için ortalama yakıt tüketimi (8.91 l/h) Y tırmığına göre (8.92 l/h) farksız bulunmuş hatta kuyruk mili ile çalışan B tırmığının yakıt tüketimine (9.00 l/h) bile yaklaşmıştır (Şekil 3.58). Bu sonuç tırmıklarla namlu yapma anında güç kaynağı olarak kullanılan traktörün yüklenme oranının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Şüphesiz ki yüklenme oranının daha fazla olması tırmıklar arasında yakıt tüketimi yönünden daha belirgin farkların ortaya çıkmasını sağlayabilecektir.



Şekil 3.58. Farklı tırmık tipleri için belirlenen ortalama yakıt tüketimleri



Tırmıklar için belirlenen yakıt tüketimi değerleri efektif iş başarıları ile birlikte değerlendirildiği takdirde birim alana en düşük yakıt tüketimi 3.08 l/ha ile T tırmığı için, en yüksek yakıt tüketimi ise 6.55 l/ha ile S tırmığı için bulunmuştur. D, B ve Y tırmıkları için ise sırasıyla 5.59 l/ha, 6.21 l/ha ve 5.91 l/ha'lık yakıt tüketimi belirlenmiştir. Birim saat için iki bitki ortalaması olarak belirlenen yakıt tüketimi değerleri arasında çok belirgin farkların olmamasına rağmen, özellikle iş genişliği, dolayısıyla efektif iş başarısı diğer tırmıklara göre yüksek olan T tırmığı için birim alana yakıt tüketimi oldukça düşük bulunmuştur (Şekil 3.58).



#### 4. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Yonca ve çayır otu hasadında biçim sonrası uygulanan namlu yapma işlemleri için kullanılan farklı tip [Çok elemanlı döner taraklı tırmık (T), Çok amaçlı döner tırmık (D), Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B), Yıldız çarklı yan tırmık (Y), Silindirik yan tırmık (S)] ot toplama tırmıklarının performanslarını karşılaştırmak, işlem ve olgular arasındaki temel ilişkileri belirleyerek elde edilen bulgular ışığında yöntemlerin etkinliğini ve yararlılığını ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmanın genel sonuçları ile birlikte bu sonuçlar doğrultusunda yapılan öneriler aşağıda açıklanmıştır.

Yonca ve çayır otu için ayrı ayrı olmak üzere yürütülen denemeler sonunda, yonca için yüksek nem seviyesinde (N1) namlu yapımında başlangıç nem içeriği ortalama %50.08, orta nem seviyesinde (N2) %38.40, düşük nem seviyesinde (N3) ise %24.27 olarak belirlenmiştir. Bu değerler çayır otu için sırasıyla %44.45, %35.48 ve %25.18 olmuştur. Belirlenen bu değerler denemelerin planlanması aşamasındaki N1 için %40-50, N2 için %30-40 ve N3 için %20-30 sınırları içerisinde belirtilen değerlere uygunluk göstermiştir. Farklı tırmıklarda aynı nem seviyeleri için belirlenen nem değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir fark bulunmadığından denemelerde elde edilen tüm sonuçlar belirtilen bu üç nem seviyesine göre analiz edilmiştir.

Gerek yonca gerekse çayır otu denemelerinde, tamburlu döner bıçaklı biçme makinası ile biçilen materyal tarla yüzeyinde dar kesitli ve yoğun bir las halinde bırakılmıştır. Bir gidişte iki las'ı birleştirmek suretiyle tek namlu haline getiren D ve dört las'ı iki namlu haline getiren T tırmıkları iki bitkide de diğerlerin göre daha yoğun, dar kesitli ve namlu ekseni boyunca homojenliği bozulmayan namlular oluşturmuşlardır. B, Y ve S tırmıkları ile bir gidiş-geliş sonunda dört las'ın tek namluda toplanması sonucu daha geniş yüzeyli namlular oluşmuş ve

namlu eksenini boyunca homojenliğin sağlanamadığı gözlenmiştir. Bu sonuçta gidiş ve geliş sırasındaki dümenleme hatalarının payı da vardır. T ve D tirmikleri ile üç nem seviyesinde yapılan namlular arasında fark görülmezken, diğer tirmikler düşük nemlerde daha düzensiz ve kabarık namlular oluşturmuşlardır

Yonca ve çayır otunun namlu yapıldıktan sonra açık hava koşullarında kurumaya bırakılması süresince, kurumaya etkili olabilecek meteorolojik değerler (hava sıcaklığı, nisbi nem, yağış, rüzgar hızı, toprak sıcaklığı ve ortalama güneş ışınımı şiddeti) açısından işlemler arasında sonuçları etkileyebilecek derecede önemli bir farklılık görülmemiştir.

Yonca denemeleri sırasında yüksek nemde (N1) yapılan namlular 28 h sonra ortalama %29.2 nem oranına erişirken, çayır otunda aynı sürede ortalama %23.2 nem oranına düşmüştür. Bu iki oran arasında çok büyük bir farkın olmamasına rağmen diğer nem seviyeleri için de genelde çayır otu yoncaya göre daha hızlı bir kuruma göstermiştir (Weighart, et al., 1983). Yoncada B tirmiği, çayır otunda ise Y tirmiği ile yüksek nemde oluşturulan namlularda diğer tirmiklerle oluşturulan namlulara göre daha hızlı bir kuruma belirlenmiş ve bu namlulardaki nem içeriği 28 saatlik kuruma sonunda yoncada ortalama %28.1'e, çayır otunda ise %21.8'e düşmüştür. Bu sonuçlar, yüksek nemlerde yapılan yonca namlularının ikinci gün sonunda bile balyalama için güvenli nem düzeyine (%20-25) ulaşamadıklarını, çayır otunda ise aynı nem seviyesi için ikinci günün sonunda balyalamanın yapılabileceğini göstermiştir. İki bitkide de orta nemde yapılan namlular ikinci gün balyalama için uygun nem sınırlarına düşmüş, düşük nemde yapılan namlular ise yoncada %21.4, çayır otunda ise ortalama %21.9 neme düşerek aynı gün balyalama nemine erişmişlerdir.

Geniş yüzeyli ve dağınık namlu yapan Y ve B tirmikleri az da olsa daha hızlı bir kurumaya neden olmasına rağmen sonuçlar genel olarak incelendiğinde, gerek

yonca gerekse çayır otu ile farklı nemlerde yapılan namluların kuruma süresine tırmıkların etkilerinin olmadığı ve kuruma eğrileri arasındaki farkların kuruma süresince çok büyük değişiklikler göstermediği saptanmıştır (Glasow, 1963; Wieneke ve Claus, 1964).

Yonca ve çayır otu denemelerinde ayrı ayrı olmak üzere, dört saatlik kısa ve yirmi dört saatlik uzun kuruma periyodu sonunda belirlenen kuruma hızları incelendiğinde, bitkinin namludaki kuruma hızının tırmık tipine bağlı olarak değişmediği (Wieneke ve Claus, 1964), namlu yapma neminin ise hem yonca hem de çayır otunda iki kuruma periyodu için de kuruma hızına etkisinin çok önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir (Savoie ve Beauregard, 1990). Genel olarak, yüksek ve orta nem seviyelerinde yapılan namlular için belirlenen kuruma hızları arasında fark bulunmazken, iki bitkide de düşük nemlerde yapılan namluların kuruma hızları yüksek bulunmuştur.

Farklı tırmıklarla oluşturulan namlu profilleri ve bu namlular için tarladaki kuruma süresince belirlenen kuruma eğrileri arasında çok belirgin bir farkın olmayışı, tırmıkların kuruma hızına etkilerini önemsiz ( $p > 0.01$ ) kılmış, kuruma hızları arasındaki küçük farklarda tırmıkların etkileri açısından ayrıcalık için kesin bir yargı imkanı vermemiştir. Buna rağmen, diğer tırmıklara göre daha geniş yüzeyli ve düzensiz namlu profilleri oluşturan Yıldız çarklı yan tırmık (Y) ile yapılan namlular için üç nem seviyesi ortalamaları olarak belirlenen kuruma hızları diğer tırmıklardan yüksek bulunmuştur. Dört saatlik kuruma periyodu için Yıldız çarklı yan tırmıkla yapılan namluların kuruma hızları diğer tırmıklarla oluşturulan namlulara göre yoncada %19, çayır otunda ise %12 artmış, bu artış 24 saatlik kuruma periyodu sonunda ise yonca ve çayır otunda aynı olmak üzere %14 civarında olmuştur. Bu sonuçlara göre bu tırmıkla iki bitki için de oluşturulan namluların kuruma hızı diğerlerine göre daha yüksek bulunmuş, dolayısıyla bu namlular balyalama için güvenli nem seviyesine (%20-25) daha kısa sürede erişebilmişlerdir.

Gerek yonca gerekse çayır otu denemeleri sırasında tırmıklarla oluşturulan namlularda yapılan ölçümler sonunda namlu yapma nemi ile bitkinin namludaki kuruma hızı arasında ters orantılı (logaritmik) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu ilişki bazı deneme sonuçlarına göre, gerek regresyonun önemsizliği ( $p>0.01$ ), gerekse  $R^2$  değerinin küçüklüğü açısından çok belirgin olmamasına rağmen, sonuçlar genel olarak incelendiğinde bu iki faktör arasında böyle bir ilişkinin varlığı ( $p>0.01$ ) görülmektedir.

Farklı tırmıklar ile üç nem seviyesinde yapılan namlular için belirlenen kuru madde kaybı değerleri, gerek yonca gerekse çayır otunda, tırmık ve namlu yapma nemine bağlı olarak çok önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) değişmiştir (Hundtoft, 1964; Friesen, 1978; Dale, et al., 1978; Buckmaster, 1993). İki denemede de (yonca ve çayır otu) kuru madde kayıplarına etkisi çok önemli bulunan tırmık tipleri içerisinde en yüksek değerlere kuyruk milinden hareketli tırmıklarda (T, D, B) rastlanmıştır (Barrington ve Bruhn, 1970; Savoie, et al., 1982; Rotz, 1993). Özellikle yaprak/sap oranı çayır otuna göre fazla olan yoncada, kuyruk milinden hareketli döner tırmıklarla (T, D) yapılan namlular için belirlenen kuru madde kayıpları oldukça yüksek bulunmuştur (Eliott, 1950; Giles ve Routh, 1951; Bainer, et al., 1965; Bölükoğlu ve Arın, 1982).

Yonca denemeleri sırasında T tırmığı ile yapılan namlulardaki kuru madde kaybı %4.75-15.76 sınırları içerisinde ortalama %9.76 olarak belirlenmiş, bu tırmık aynı denemede Y tırmığının neden olduğu kuru madde kaybına göre %63 daha fazla kayıp oluşturmuştur. Çayır otu denemelerinde de en fazla kayıp D tırmığı ile yapılan namlular için belirlenmiş, %1.48-11.69 sınırları içerisinde ortalama %6.55 olarak bulunan bu değer de aynı denemede en az kayıp oluşturan Y tırmığına göre %83 daha fazla olmuştur. Y tırmığı için belirlenen kuru madde kayıpları minimum ve maksimum değerler olarak, yoncada %3.30-10.94, çayır otunda ise %1.36- 5.77 sınırları arasında bulunmuştur. B tırmığı için yoncada %2.51-11.83, çayır otunda %2.74-9.62 sınırları arasında bulunan

kuru madde kayıpları S tırmığı için aynı sırayla %4.22-11.64 ve %1.73-7.30 olarak belirlenmiştir.

İki bitkide de üç farklı namlu yapma nemi seviyesi için belirlenen kuru madde kayıpları arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Gerek yoncada gerekse çayır otunda beş tırmığın ortalaması olarak düşük nemde (N3) yapılan namlularda belirlenen kuru madde kayıpları, yüksek neme (N1) göre iki kat daha fazla olmuştur. Genelde yonca için belirlenen kuru madde kayıpları çayır otuna göre fazla bulunmuş (Macdonald ve Clark, 1987; Savoie, 1988), tüm tırmık ortalamaları için yoncada yüksek nemde yapılan namlularda belirlenen kuru madde kayıpları, çayır otuna göre aynı nem seviyesi için %88, orta neme göre %58, düşük neme göre ise %30 daha fazla olmuştur.

Yonca ve çayır otunda yapılan tüm işlemler için namlu yapma anındaki bitki nem içeriği azaldıkça, tırmıklarla yapılan işlemler sonunda belirlenen kuru madde kayıpları yükselmiştir. Belirlenen bu ilişki iki bitkide de istatistiksel olarak çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur (Hundtoft, 1964; Feldman ve Lievers, 1978; Bastaban, 1982; Koegel, et al., 1985; Macdonald ve Clark, 1987; Buckmaster, 1993).

Yonca ve çayır otu için yapılan denemeler sonunda belirlenen ham protein kayıplarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, iki bitki için de ham protein kaybına etkileri yönünden tırmık tipleri ve namlu yapma anındaki bitki nem içerikleri istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur (Garthe, et al., 1988; Buckmaster, 1993).

İki bitkide de en yüksek ham protein kayıpları T ve D, en düşük kayıplar ise Y tırmığı ile yapılan namlularda belirlenmiştir. Yoncada büyükten küçüğe doğru T, D, S, B ve Y sırasına göre ortalama ham protein kayıpları, %5.98, %5.76, %5.66, %4.96 ve % 4.48 olarak bulunmuştur. Çayır otu denemelerinde ise D, T,

B, S ve Y sırasına göre %4.35, %4.12, %3.37, %3.37 ve %3.19 oranlarında ham protein kaybı belirlenmiştir. Deneme sonuçlarına göre, gerek tırmık tipleri gerekse üç farklı namlu yapma nemi için, yoncada belirlenen ortalama ham protein kayıp değerleri çayır otuna göre daha fazla bulunmuştur.

Denemelerden elde edilen genel sonuçlara göre, namlu yapma anındaki bitki nem içeriği düştükçe ham protein kaybında bir artışın olduğu görülse de (Bastaban, 1982; Buckmaster,1993) bu iki faktör arasında yapılan regresyon analizleri sonunda önemli ( $p<0.01$ ) sayılabilecek bir ilişki bulunamamıştır.

Çalışmalar süresince esas zaman ve dönme zamanı olarak belirlenen zaman dilimleri genelde iki bitkide de benzer değerler olmasına rağmen, çekilir tip ve genel uzunluğunun fazla olması nedeniyle Silindirik yan tırmık (S) için bu iki zaman dilimi diğer tırmıklara göre daha yüksek bulunmuştur.

Yonca ve çayır otu denemelerinde namlu yapma işlemleri için kullanılan T, D, B, Y ve S tırmıklarının efektif iş genişlikleri ortalama olarak sırasıyla 5.48, 2.92, 2.25, 2.45 ve 2.43 m olarak belirlenmiştir. Bir gidişte namlu yapabilen T ve D tırmıklarının kuramsal iş genişliklerini aktif olarak kullanma oranları oldukça yüksek bulunmuş ve bu oranlar T tırmığında %99, D tırmığında ise %97 olarak belirlenmiştir. Y tırmığında iş genişliğini aktif olarak kullanma oranı (%94) düşük bulunmuş, B ve S tırmıklarında ise efektif iş genişliklerinin, kuramsal iş genişliklerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bir gidiş ve geliş sonunda namlu oluşturan bu tırmıklarda işlem süresince yapılan dümenleme hataları ve ölçülen iş genişliği değerinin namlu genişliğini de içermesi böyle bir sonucun elde edilmesine neden olmuştur.

İki bitki için yapılan tarla denemeleri sırasında tırmıkların parsel boyunu katetme zamanı ve parsel boyundan yararlanılarak çalışma hızları belirlenmiş, tırmıkların gerçek çalışma hızlarını ifade eden bu değerler ortalama olarak T, D,



B, Y ve S tırmıkları için sırasıyla 7.40, 7.29, 7.53, 7.31 ve 7.04 km/h bulunmuştur. Bu sonuçlara göre tırmıklarla yapılan çalışmalar sırasında belirlenen ortalama çalışma hızları arasında çok büyük farkların olmadığı ve bu hız değerlerinin Kanafojski ve Karwowski'nin (1976) tırmıklarla namlu yapma işlemi için önerdiği hız sınırları içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tırmıklar için belirlenen efektif iş başarısı sonuçlarına göre en yüksek değer T tırmığı ile 3.37 ha/h olarak bulunmuştur. D, Y ve B tırmıkları için iş başarıları sırasıyla 1.78 ha/h, 1.51 ha/h ve 1.45 ha/h olarak belirlenirken, efektif iş başarısı en düşük tırmık 1.36 ha/h ile S tırmığı olmuştur. Tırmıkların ortalama çalışma hızlarının birbirine yakın olmasına rağmen iş genişliklerinin farklı olmasının doğal sonucu olarak efektif iş başarıları farklı bulunmuştur. Tırmıkların iş genişliklerinin birimi başına düşen iş başarıları ise T, D, B, Y ve S tırmıkları için sırasıyla 0.62, 0.61, 0.64, 0.62 ve 0.56 ha/h/m olarak bulunmuştur. Ortalama olarak birbirine çok yakın olan bu değerler içerisinde en düşük değer 0.56 ha/h/m ile S tırmığı için belirlenmiştir. Bu tırmığın çekilir tip olması nedeniyle esas zaman ve parsel sonundaki dönme zamanı değerlerinin diğerlerine göre fazla olması tırmığın çalışma hızını düşürdüğü gibi aynı zamanda efektif çalışma zamanının da fazla olması iş başarısını düşürmüştür.

Yonca ve çayır otunda yapılan denemeleri sırasında T tırmığı için en yüksek ve en düşük çeki kuvveti gereksinimi değerleri 5.91-8.94 kN olarak belirlenmiştir. Bu değerler D tırmığı için 4.87-8.16 kN, B tırmığı için 1.14-2.52 kN, Y tırmığı için 2.35-3.74 kN ve S tırmığı için ise 0.93-1.62 kN olarak bulunmuştur. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde her bir tırmık için en yüksek çeki kuvveti gereksinimleri yonca ile yapılan denemelerde belirlenmiştir. En düşük çeki kuvveti değerleri ise çayır otunda S tırmığıyla yapılan denemelerde bulunmuştur. Gerek yoncada, gerekse çayır otunda bütün tırmıklar için yüksek nemlerde yapılan namlularda çeki kuvveti gereksinimleri orta ve düşük neme göre daha fazla bulunmuştur. T tırmığı için her iki bitkide yapılan denemeler

sonunda belirlenen çeki kuvveti gereksinimi ortalama 7.22 kN değeri ile en yüksek bulunmuştur. İki bitki ortalaması olarak tırmıkların gereksinim duydukları çeki kuvveti değerleri büyüklük sırasına göre D tırmığı için 6.67 kN, Y tırmığı için 3.07 kN, B tırmığı için 1.89 kN ve S tırmığı için 1.21 kN olarak belirlenmiştir.

Gerek yonca, gerekse çayır otu denemelerinde birim iş genişliği başına belirlenen çeki kuvveti değerleri içerisinde en yüksek değerler D tırmığı için bulunmuştur. D tırmığında iki bitki ortalaması olarak birim iş genişliği için ortalama 2.28 kN'luk bir çeki kuvveti gereksinimi belirlenmiş, bu tırmığı ortalama 1.32 kN/m ile T tırmığı izlemiştir. Y, B ve S tırmıkları için ise iki bitki ortalaması olarak sırasıyla 1.25, 0.84 ve 0.50 kN/m değerleri elde edilmiştir.

T, D ve B tırmıkları ile yapılan denemelerde kuyruk mili devri  $540 \text{ min}^{-1}$  'de sabit tutulmaya çalışılmasına rağmen torkmetre aracılığı ile bilgisayara kaydedilen değerlere göre T, D ve B tırmıkları için ortalama kuyruk mili devirleri sırasıyla 547, 549 ve  $550 \text{ min}^{-1}$  olarak belirlenmiş ve bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur.

Kuyruk milinden hareketli tırmıklar (T, D, B) için belirlenen kuyruk mili momenti değerlerinin değişimine tırmıkların etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. İki bitkide de T ve D tırmıkları için belirlenen değerleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuş, T için ortalama 69.23 Nm ve D için 70.51 Nm olarak belirlenen kuyruk mili momenti değerleri B için belirlenen 38.72 Nm değerine göre istatistiksel olarak farklı olmuştur. T ve D tırmıklarında traktör kuyruk milinden alınan hareket 90 derece çevrilerek iş genişlikleri boyunca düşey eksen etrafında dönen tamburlara iletilmektedir. Gerek iş genişliklerinin fazla olması gerekse hareket iletiminin 90 derece çevrilmesi sırasında oluşan burulmadan dolayı bu tırmıklar için belirlenen moment değerleri B tırmığına göre daha fazla bulunmuştur.

İki bitki için yapılan denemeler sırasında belirlenen kuyruk mili devri ve kuyruk mili momenti değerlerinden yararlanılarak hesaplanan kuyruk mili gücü değerleri en yüksek ve en düşük değerler olarak T tırmağı için 2.27-6.81 kW, D için 1.75-7.46 kW ve B tırmağı için ise 1.18-2.60 kW olmuştur. Bu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre denemelerde belirlenen kuyruk mili gücü değerlerinin değişimine tırmıkların etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuş, namlu yapma işlemleri sırasındaki farklı nem seviyelerinin etkisi ise önemsiz ( $p > 0.05$ ) olmuştur. T ve D tırmıkları için belirlenen kuyruk mili gücü gereksinimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunurken, bu iki tırmıkla B tırmağı arasında çok önemli ( $p > 0.01$ ) düzeyde fark bulunmuş, bu sonuçta T ve D tırmıklarının çalışması sırasında kuyruk mili moment değerlerinin B' ye göre yüksek bulunmasından kaynaklanmıştır. İki bitki arasında tırmıklar için belirlenen kuyruk mili gücü değerleri açısından fark görülmemiştir.

T, D ve B tırmıkları için çeki gücü ile birlikte kuyruk mili gücü, Y ve S tırmıkları için ise sadece çeki gücü dikkate alınarak tırmıkların toplam güç tüketimleri belirlenmiştir. Hareketli organları düşey eksen etrafında dönerek çalışan döner tırmıkların (T, D) güç gereksinimlerinin yanal hareketli tırmıklara (B, Y, S) göre daha fazla olduğu görülmüştür (Rotz ve Muhtar, 1992).

Varyans analizi sonuçlarına göre denemeler sonunda tırmık ve namlu yapma nem seviyelerinin toplam güç tüketimlerinin değişimine etkileri çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Yoncada T tırmağı için ortalama güç tüketimi 19.89 kW, D tırmağı için ise 19.04 kW olarak belirlenmiş ve bu iki değer arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0.01$ ) olmuştur. B ve Y tırmıkları ise güç tüketimleri yönünden iki bitki için de farksız bulunmuştur. B tırmağı için belirlenen güç tüketimi değerleri 3.70-9.83 kW arasında değişirken, bu sınır değerler Y tırmağı için 2.99-9.60 kW olmuştur. Güç tüketimi en az olan S tırmağı için yoncada ortalama 2.35 kW, çayır otunda ise 2.39 kW'lık güç tüketimi

belirlenmiştir. Genelde düşük (N3) ve orta (N2) nemlerde namlu yapımında toplam güç tüketimleri yönünden istatistiksel olarak fark olmazken yüksek nemler (N1) için belirlenen değerler daha büyük bulunmuştur.

İki bitki ortalaması olarak toplam güç tüketimi T tırmağı için 18.84 kW olarak belirlenmiş, bu gücün %79' luk kısmını çeki gücü kalan kısmını ise kuyruk mili gücü oluşturmuştur. D tırmağında 17.57 kW olan toplam güç tüketiminin %77'si, B tırmağında 6.18 kW olan güç tüketiminin %64'ü çeki gücü olarak harcanmakta diğer tırmıklarda (Y, S) ise güç tüketiminin tamamını çeki gücü oluşturmaktadır. İki bitki ortalaması olarak Y ve S tırmıkları için toplam güç tüketimleri sırasıyla 6.22 kW ve 2.37 kW olmuştur.

Yapılan denemelerde birim iş genişliği başına en yüksek güç tüketimi D tırmağı için belirlenmiştir. D tırmağı için iki bitki ortalaması olarak birim iş genişliği başına ortalama 6.02 kW/m'lik güç tüketimi belirlenmiş (yoncada 6.52 kW/m, çayır otunda 5.51 kW/m), bu değer T tırmağına (3.44 kW/m) göre %75 daha fazla olmuştur. Bu iki döner tırmık için ortalama güç tüketimleri 3.20 ile 6.94 kW/m arasında değişmektedir (Rotz ve Muhtar, 1992). T tırmağında güç tüketimi değerleri, yoncada yapılan denemeler için ortalama 3.63 kW/m, çayır otu için ise 3.25 kW/m olarak belirlenmiştir. B, Y ve S tırmıklarında iki bitki için belirlenen değerler birbirine çok yakın bulunmuştur. İki bitki ortalaması olarak birim iş genişliği başına güç tüketimi B tırmağında 2.75 kW/m, Y tırmağında ise 2.54 kW/m olmuştur. Yoncada 0.97 kW/m, çayır otunda ise 0.98 kW/m ile en küçük değerler S tırmağı için belirlenmiştir.

En yüksek ve en düşük yakıt tüketimi değerleri ortalama değerlere çok yakın bulunmuş, bununla birlikte her bir tırmık için belirlenen ortalama yakıt tüketimleri iki bitkide de benzerlik göstermiştir. T ve D tırmıkları her deneme için B, Y ve S tırmıklarına göre daha fazla yakıt tüketimine neden olmuşlardır.

Varyans analizi sonuçlarına göre iki bitkide de yakıt tüketimi değerlerinin değişimine tırmıkların etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuş, farklı nemlerdeki bitkilerin namlu yapılması işlemleri yakıt tüketimi değerlerini etkilememiştir. İki bitki için de kuyruk milinden hareketli olan T, D ve B tırmıkları için belirlenen yakıt tüketimi değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur.

T tırmığı yoncada 10.62 l/h, çayır otunda ise 10.13 l/h'lık değerleriyle yakıt tüketimi en fazla olan tırmık olmasına rağmen, efektif iş başarısının diğer tırmıklara göre yüksek olması birim alana yakıt tüketiminin 3.08 l/ha ile en düşük olmasına neden olmuştur. Bu tırmığı D ve B tırmıkları yonca için sırasıyla 9.88 l/h, 8.97 l/h, çayır otu için ise 9.95 l/h ve 9.03 l/h değerleriyle takip etmişlerdir. D ve B tırmıklarının iki bitki ortalaması olarak birim alana yakıt tüketimleri ise sırasıyla 5.59 l/ha ve 6.21 l/ha olmuştur. T ve D tırmıkları için toplam güç tüketiminin diğer tırmıklara göre fazla olması bu tırmıkların birim saat için yakıt tüketimlerinin de az da olsa yüksek olmasına neden olmuştur. Y ve S tırmıkları için ortalama yakıt tüketimleri sırasıyla 8.92 ve 8.91 l/h olarak belirlenmiş, bu tırmıklar için birim alana yakıt tüketimleri ise aynı sırayla 5.91 l/ha ve 6.55 l/ha olmuştur. Namlu yapma işlemleri sırasında güç kaynağı olarak kullanılan traktörün yüklenme oranının düşük olması tırmıklar arasında yakıt tüketimi yönünden benzer sonuçların bulunmasına neden olmuştur.

Araştırma sonuçları genel olarak ele alındığında, yem bitkilerinin üretim aşamalarından biri olan, biçim ve balyalama arasındaki periyotta biçilmiş materyalin tarla şartlarında kurutulması-namlu yapılması işlemleri ve bu amaçla kullanılan farklı tip tırmıklar için aşağıdaki öneriler yapılabilir:

1. Yonca ve çayır otunun biçiminden sonra bitki nem içeriğinin %30-40 seviyelerine düşmesiyle birlikte yapılacak namlu işlemleri, gerek kuru madde ve ham protein kayıpları, gerekse namludaki kuruma süresinin kısaltılması

açısından uygun olacaktır. Özellikle yaprak/sap oranı çayır otuna göre fazla olan yoncada, kayıpların en aza indirilmesi açısından tüm tırmıklar için namlu yapma neminin %35'in altında olmamasına özen gösterilmelidir.

**2. Kuyruk milinden hareketli döner tırmıklar (T, D), balyalama için çok uygun formda ve eksenini boyunca homojenliği bozulmayan yoğun namlular oluşturmasına rağmen, döner tamburlar üzerine dizilmiş parmakların çevre hızının fazla olması diğer tırmıklara (B, Y, S) göre oldukça yüksek kayıplara neden olmaktadır. Güç gereksinimleri ve buna bağlı olarak yakıt tüketimleri diğer tırmıklara göre fazla bulunan bu tırmıkların iş başarılarının yüksek olması, özellikle büyük alanlarda ve bitki nem içeriğinin %50'nin altına düşmediği durumlarda kullanılmasında yarar sağlayabilecektir. Kuramsal iş genişliklerini aktif olarak çok iyi kullanabilen bu tırmıkların gerek toplama kayıpları gerekse oluşturulacak namlu profili düzgünlüğü açısından işlem öncesi ayarlarının çok iyi yapılması gerekmektedir. Özellikle kullanım amacına (namlu yapma, namlu yayma, namlu birleştirme vb.) uygun olarak, tamburların ve bunlar üzerine dizilmiş parmakların pozisyon ayarlarının yapılması kayıplar açısından büyük yararlar sağlayacaktır. Güç gereksinimleri ve yakıt tüketimleri yönünden aralarında fazla fark olmayan bu iki tırmıktan T tırmığının efektif iş başarısının D' ye göre fazla olması bu tırmık için avantaj sağlamaktadır. Ayrıca iki tırmıkta da toplama anında materyalin dağılmasını engelleyen ve namlu düzgünlüğünü sağlayan deflektörler bulunmakta ve bunların ayarlanması sonucu oluşturulacak namlu genişlikleri değiştirilebilmektedir.**

**3. Kuyruk milinden hareketli olmasına rağmen döner tırmıklara (T,D) göre daha düşük oranlarda kayıp oluşturan Yaylı parmaklı bantlı yan tırmık (B), özellikle bitki veriminin fazla olduğu durumlarda namlu yapılacak materyal yoğunluğundan dolayı tıkanmalara ve de namlu düzgünlüğünün bozulmasına neden olmuştur. İş genişliğinin az olması ve bir gidiş-geliş sonunda namlu oluştururken yapılacak dümenleme hatalarıyla biçilmiş materyallerin tamamen**



bir namluda birleştirilememesi bu tırmığın verimli olarak çalışmasını engellemektedir. Kuyruk milinden hareket alarak çalışmasına toplam güç gereksinimi döner tırmıklara göre daha az olan bu tırmığın iş başarısı da düşük bulunmuştur. Hareket doğrultusuna göre biçilmiş materyali sağdan sola doğru toplayan bu tırmığın sol tarafına yerleştirilmiş namlu perdesinin daha uygun forma getirilmesi oluşturulacak namluların düzgünlüğü açısından avantaj sağlayabilecektir. Toplama kayıplarının azaltılması ve küçük alanlarda verimli olarak kullanılabilmesi amacıyla bu tırmık için, tırmık çatısının yer düzlemine göre paralelliğinin iyi ayarlanması ve namlu yapma anında materyalin savrulmaması için ortalama 7-8 km/h'den yüksek hızlarda çalışılmaması önerilebilir.

4. Yıldız arklı yan tırmık (Y) ile oluşturulan namluların gevşek ve geniş yüzeyli olması kurumasını hızlandırmasına rağmen, namlu ekseni boyunca homojenliğin sağlanamaması balyalama sırasındaki toplama kayıplarının artmasına neden olabilecektir. Ayrıca namlu yapılması sırasında havanın azda olsa rüzgarlı olması, materyalin tırmık parmaklarına sarılarak savrulmasına neden olmaktadır. Bu tırmık ile daha düzenli ve yoğun namluların oluşturulabilmesi için özellikle rüzgarsız havalarda çalışılmalı ve gidiş geliş sırasında dümenleme hatalarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Toplam güç gereksinimi ve yakıt tüketimi yönünden T, D ve B tırmıklarına göre avantajlı olan bu tırmık aynı zamanda gerek kuru madde gerekse ham protein kayıplarının diğer tırmıklara göre daha az olması açısından da oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Hatta bu tırmıkla %20 nemin altında olmamak şartıyla düşük nem seviyelerinde bile namlu yapılabileceği fakat bu durumda namlu işlemlerinin ardı sıra balyalamanın başlatılmasının daha uygun olacağı söylenebilir. İş başarıları fazla olmayan bu tırmıklarda çarkların dönme hareketi genellikle elstik parmakların zemine sürtünmesiyle sağlandığından zeminin sıkı olması arzu edilmektedir. Ayrıca bu tırmıklar zemine sürtünerek hareket



ettirildiğinden, elâstikî parmakların uçları tarlada iz bırakmakta ve azda olsa toplanan ürünün, dolayısıyla namlunun kirlenmesine neden olmaktadır.

5. Silindirik yan tırmık (S) gerek çekilir olması gerekse genel uzunluğunun fazla olması nedeniyle parsel sonundaki dönüşlerin iyi yapılamaması sonucu iş başarısı en düşük tırmık olarak belirlenmiştir. Manevra kabiliyetinin iyi olmaması ve buna bağlı olarak dümenleme zorluğu, gidiş-geliş sonunda oluşturulan namluların genişlikleri ve parsel boyunca homojenliğinin sağlanamamasına neden olmaktadır. Fakat bu olumsuzlukların giderilmesi durumunda balyalama için uygun formda ve yoğun namlular oluşturabileceği söylenebilir. Toplam güç tüketimi az olan fakat ortalama yakıt tüketimi yönünden B ve Y tırmıklarına göre benzerlik gösteren bu tırmığın neden olduğu kayıplar iki bitki için de oldukça düşük bulunmuştur. Buna rağmen konstrüksiyon açısından kaba bir yapıya sahip olan bu tırmığın diğer tırmıklara göre yol ve iş durumundaki kullanım zorlukları da göz önünde bulundurulursa verimli bir çalışma için önerilemeyeceği söylenebilir.

**KAYNAKLAR**

- Akbaş, Y. ve Alçiçek, A., 1996, Süt sığırcılığında yem tüketimi ve yemden yararlanmanın genetik ıslahı olanakları. Hayvancılık Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 18-20 Eylül, İzmir, 68-75.
- Akbulut, Ö., 1996, Sözlü görüşme. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Erzurum.
- Akbulut, Ö., 1997, Sözlü görüşme. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Erzurum
- Altın, M., 1991, Yem Bitkileri Yetiştirme Tekniği (Yem Bitkileri Tarımı). Çayır-mer'a ve yem bitkilerinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi, M. Altın (Der.), Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 244-249.
- Altın, M., 1992, Çayır-mer'a ve yem bitkilerinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 244-249.
- Anonymous, 1975, Nebraska Traktör Test Data. University of Nebraska-Lincoln, Department of Agricultural Engineering, Lincoln, Nebraska 68503, p 54.
- Anonymous, 1992, Moisture measurement - Forages. ASAE S358.2, Standards 1992, St. Joseph MI , 406.
- Anonymous, 1993, Tarımsal Yapı ve Üretim. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonymous, 1995, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Erzurum Tarım İl Müdürlüğü, 1995 Yılı Çalışmaları, Erzurum. (yayınlanmamış)
- Anonymous, 1996a, Tarım İstatistikleri Özeti. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 2068, Ankara.
- Anonymous, 1996b, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İhtisas Kalkınma Raporu, Ankara, s 178.
- Anonymous, 1996c, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü verileri, Erzurum. (yayınlanmamış)

- Arın, S., 1982, Bazı tarım işletmelerinde kaba yem bitkileri tarımı mekanizasyonu üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Mek. Böl., Ankara, s 80. (yayınlanmamış)
- Arın, S., Ülger, P. ve Akdemir, B., 1992, En az masrafla yem bitkisi üretecek makinaların seçimi. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 280-284.
- Bainer, R., Kepner, R. A. and Barger, E. L., 1965, Principles of Farm Machinery (1nd ed.). Tarım Makinalarının Esasları, Y. Özdemir ve T. Kurtay (Çev.), İ.T.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No: 116, s 584.
- Bal, H., 1989, Tarımsal Mekanizasyon Ders Notları. Fen-Edebiyat Fak. Ofset Tesisleri, Erzurum, s 141.
- Banthien, P., 1970, Versuche mit vershiedenen neuen Halmfutter-Aufbereitungsmaschinen in der Bodenheutrocknung. KTBL-Berichte über Landtechnik, 136, Frankfurt am Main, p 182.
- Baraz, E., 1992, Hayvancılığımızın bugünkü durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak, Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 13-25.
- Barrington, G. P. and Bruhn, H. D., 1970, Effect of mechanical forage-harvesting devices on field curing rates and relative harvesting losses. Transactions of the ASAE, 13(6): 874-878
- Bastaban, S., 1982, Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma. Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Bastaban, S., 1994, Traktör performansını belirlemek için kurulan genel amaçlı ölçüm ve dataloger seti. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 20-22 Eylül, Antalya, 14-23.
- Baysal, İ., Manga, İ., Andiç, C., Şılbir, Y., Acar, Z., Terzioğlu, Ö., Polat, T., Erden, İ. ve Keskin, B., 1995, Yem bitkileri tüketim projeksiyonları ve üretim hedefleri. IV. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 9-13 Ocak, Bildiri Kitabı 1. Cilt. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 26, Ankara, 577-597.
- Beckhoff, J., 1965, Trocknungverlauf, masse-und naehrstoffverluste bei vershiedenen heuwerbeverfahren. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora

- tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Beckhoff, J., 1967, Trocknung und verluste beim einsatz des schlegel-hackslers in der heuernte. A review of losses arising during conservation of grass forage: Part 1, Field Losses, M. B. McGechan (ed.), J. of Agric. Eng. Res., 44: 1-21.
- Bender, C. B., 1947, Quality hay defined. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Bledsoe, B. L., Fribourg, H. A., McLarson, J. B., Bryan, J. M., Connell, J. T., Borth, K. M. and Fryer, M. E., 1973, A comparison of the harvesting and characteristics of large hay packages with those of conventional bales. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Bölükoğlu, H. ve Arın, S., 1982, Yonca hasat kayıpları ve kaybı dikkate alarak makina seçimi. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Semineri, 13-17 Aralık, Ankara, 350-359.
- Buckmaster, D. R., 1993, Alfalfa raking losses as measured on artificial stubble. Transactions of the ASAE, 36(3): 645-651.
- Bulgurlu, S. 1980, Yemler. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Büyükaşahin, H., 1992, Türkiye karma sanayinin mevcut durumu ve sorunları. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 212-221.
- Chancellor, W. J., 1964, Blanching aids mechanical dewatering of forage. Transactions of the ASAE, 7(4): 388-390, 395.
- Chung, M. T. M. and Verma, L. R., 1986, Mechanical and chemical conditioning in the laboratory to accelerate drying of ryegrass forage. Transactions of the ASAE, 29(2): 361-365.
- Dale, J. G., Holt, D. A. and Peart, R. M., 1978, A model of alfalfa harvest and loss. ASAE Paper No: 78-5030, St. Joseph, MI 49085-9659, USA, p 25.

- Davis, R. B., Baker, V. H., Reaves, P. M., Heart, J. F. E. and Linhous, W. N., 1951. Chemical composition of hay in barn drying. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Davis, R. J., Rotz, C. A. and Buckmaster, D. R., 1989, Effect of swath manipulation on losses and drying of alfalfa. Effect of swath and windrow manipulation on alfalfa drying and quality, S. A., Shearer, G.M. Turner, M. Collins and W. O. Peterson (ed.), Applied Engineering in Agriculture, 8(3): 303-307.
- Dernedde, W., 1979, Treatments to increase the drying rate of cut forage. The effect of a hay tedder on the field drying rate, E Pattey, P. Savoie and P. A. Dube (ed.), Can. Agric. Eng., 30(1): 43-50.
- Dinler, T. and Karaaslan, S., 1982, Tarımsal Mekanizasyon :5, Hasat Harman Alet ve Makinaları. Zirai Üretim İşletmesi, Ziraat Teknik Lisesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları, Söke Aydın, 18-41.
- Dobie, J. B., Goss, J. R., Kepner, R. A., Meyer, J. H. and Jones, L. G., 1963, Effect of harvesting procedures on hay quality. Transactions of the ASAE, 6(4): 301-303.
- Elliott, B. G., 1950, A new concept of the side delivery rake. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Emsen, H., 1992, Hayvan Yetiştirme İlkeleri. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayın No: 310, Ders Kitapları Serisi No: 62. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, s 59-64.
- Eser, D., Geçit, H. H., Çiftçi, C. Y., Emeklier, H. Y. ve Ünver, S., 1997, Tarım topraklarımızın durumu. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 22-25 Eylül, Samsun,XXXIII-XXXIX.
- Evcim, H. Ü., 1982, Tarlada Kurutma Amacıyla Yonca Hasadında Değişik Biçim ve Biçim Sonrası İşlemlerin Performans İrdelemesi ve Kuruma Olgusunu Kestirimde Optimizasyon. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 413, s 168.
- Evcim, H. Ü., 1991, Hasat Makinaları. Ege Üniv. Zir. Fak. Ders Notu No: 4, Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü, Bornova, İzmir, s 199.

- Feldman, M. and Lievers, K. W., 1978, Effect of harvesting equipment and methods on hay and forage quantity and quality. Reprinted from the International Grain and Forage Harvesting Con. Proc., Ottawa, Ontario, Canada, 323-326, 333.
- Firth, D. R. and Leshem, Y., 1976, Water loss from cut herbage in the windrow and from isolated leaves and stems. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), Advances in Agronomy, 41: 407-437.
- Friesen, O., 1978, Evaluation of hay and forage harvesting methods, grain and forage harvesting. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), Advances in Agronomy, 41: 407-437.
- Garthe, J. W., Anderson, P. M., Hoover, R. J. and Fales, S. L., 1988, Field test of a swath / windrow hay inverter. ASAE Paper No: 88-1549, St. Joseph, MI 49085-9659, USA, p 17.
- Gençkan, M. S., 1983, Yem Bitkileri Tarımı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 467, s 519.
- Giles, G.W. and Routh, C.A., 1951, The finger-wheel rake. Agric. Eng., 32(10): 537-541.
- Glasow, W., 1963, Trocknungserfolg bei verschiedenen Heumachinen. Landtechnik, 18(21): 718-722.
- Goss, J. R., Kepner, R. A. and Jones, L. G., 1964, Hay harvesting with self-propelled windrower compared with mowing and raking. Transactions of the ASAE, 7(4): 357-361.
- Gökkuş, A., 1990, Gübreleme, sulama ve otlatma uygulamalarının Erzurum Ovasındaki çayırların kimyasal ve botanik kompozisyonlarına etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 21(2): 7-24.
- Gökkuş, A. ve Koç, A., 1996, Farklı zamanlarda uygulan değişik herbisitlerin çayırların verim ve botanik kompozisyonlarına etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, Tübitak, 20, 375-382.
- Grisso, R. D., Von Barga, K. and Anderson, B. E., 1989, Field test of windrow inverter. Effect of swath and windrow manipulation on alfalfa drying and quality, S. A., Shearer, G.M. Turner, M. Collins and W. O. Peterson (ed.), Applied Engineering in Agriculture, 8(3): 303-307.
- Hacımüezzın, A., 1996, Hayvancılığın genel sorunları ve çözüm önerileri. Hayvancılık Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 18-20 Eylül, İzmir, 751-758.



- Hall, G. E., 1964, Flail conditioning of alfalfa and its effect on field losses and drying rates. Transactions of the ASAE, 7(4): 435-438.
- Harris, C. E. and Tulberg, J. N., 1980, Pathways of water loss from legumes and grasses cut for conservation. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), Advances in Agronomy, 41: 407-437.
- Holt, A. D. and Lectenbergl, L. V., 1976, Hay preservation. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Hundtoft, E. B., 1964, Handling hay crops-from standing crop to windrow. Agric. Eng. Extension Bulletin No: 364, Cornell Univ. Ithaca, New York, USA, p 30.
- Hundtoft, E. B., 1965, Extension and research cooperate in evaluating forage harvesting systems. ASAE Paper No: 65-635. St. Joseph MI 49085-9659, USA, p 27.
- Hunt, D. R., 1983, Farm Power and Machinery Management. Rotary power requirements for harvesting and handling equipment, C. A. Rotz and H. A. Muhtar (ed.), Applied Engineering in Agriculture., 8(6): 751-757.
- Jones, L. and Harris, C. E., 1980, Plant and swath limits to drying. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), Advances in Agronomy, 41: 407-437.
- Jones, L. and Prickett, J., 1981, The rate of water loss from cut grass of different species dried at 20 °C. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), Advances in Agronomy, 41: 407-437.
- Kaçar, B., 1972, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 453, Uygulama Klavuzu: 155, s 646.
- Kadayıfçılar, S. ve Yavuzcan, G., 1969, Ziraat Makinaları İşletmeciliği, 1. Cilt. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları No: 364, Yardımcı Ders Kitabı No: 126, Ankara, s 113.
- Kanafojski, Cz. and Karwowski, T., 1976, Agricultural Machines Theory and Construction, Vol.2. Crop Harvesting Machines. Available from the U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Springfield, Virginia 22161: p 470.

- Kaya, A., 1992, Türkiye'de sığır besiciliğinin durumu, sorunları ve sorunların çözümüne yönelik öneriler. Trakya Bilgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak, Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 62-70.
- Kepner, R. A., Bainer, R. and Barger, E. L., 1972, Principles of Farm Machinery (2nd ed.). The AVI Publishing Company, INC., Westport, Connecticut, p 486.
- Klinner, W. E. and Shepperson, G., 1975, The state of haymaking technology - A Review. J. Br. Grassld. Soc., 30; 259-266.
- Klinner, W. E., 1973, The state and future of haymaking. The Laden Wain, J. Agric. Club, Univ. Reading, 22-25.
- Klinner, W. E., 1975a, Design and performance characteristics of an experimental crop conditioning system for difficult climates. J. of Agric. Eng. Res., 20: 149-165.
- Klinner, W. E., 1975b, Research and development in crop mowing and conditioning. ARC Research Review, 1(2): 51-58.
- Klinner, W. E., 1976, Mechanical and chemical field treatment of grass for conservation. N.I.A.E. Report No: 21, Wrest Park, Silsoe, Bedford, MK 45 4 HS, p 29.
- Koç, A. ve Gökkuş A., 1996, The change of above ground biomass, vegetation height and crude protein yield on the natural rangelands. Tr. J. Agric. and Forestry, 20: 305-308.
- Koegel, R. G., Straub, R. J. and Walgenbach, R. P., 1985, Quantification of mechanical losses in forage harvesting. Transactions of the ASAE, 28(4): 1047-1051.
- Kumar, R., Goss, J. R. and Sheesley, B., 1980, Shatter loss in alfalfa seed harvesting. Transactions of the ASAE, 23(01): 43-46.
- Kurtz, P. J. and Bilanski, W. K., 1968, Mechanically treating hay for moisture removal. Quantification of mechanical losses in forage harvesting. R. G. Koegel, R. J. Straub and R. P. Walgenbach (ed.), Transactions of the ASAE, 28(4): 1047-1051.
- Lamond, W. J., Smith, E. A., Bowden, P. J., Graham, R. and Glasbey C. A., 1985, The effect of conditioning on hay drying-A field trial (1983). Dep. Note No: SIN/442, Scot. Inst. Agric. Eng., Penicuik, p 34. (unpubl.)
- Lamond, W. J., Spencer, H. B., Graham, R. and Moore, A. B., 1989, Effect of thin layer drying rate and swath architecture on the rate of grass swath

- drying under controlled conditions. *J. of Agric. Sci., Cambridge*, 113: 59-65.
- Macdonald, A. D. and Clark, E. A., 1987, Water and quality loss during field drying of hay. *Advances in Agronomy*, 41: 407-437.
- McGechan, M. B., 1989, A review of losses arising during conservation of grass forage: Part 1, Field Losses. *J. of Agric. Eng. Res.*, 44: 1-21.
- McGechan, M. B., 1990, Operational research study of forage conservation systems for cool, humid upland climates. Part 2: Comparison of hay and silage systems. *J. of Agric. Eng. Res.*, 46: 129-145.
- Mears, D. R. and Roberts, W. J., 1970, Methods of accelerating forage drying. *Transactions of the ASAE*, 13(4): 531-533.
- Meyer, J. H. and Jones, L. G., 1962, Controlling alfalfa quality. *Tarlada Kurutma Amacıyla Yonca Hasadında Değişik Biçim ve Biçim Sonrası İşlemlerin Performans İrdelemesi ve Kuruma Olgusunu Kestirimde Optimizasyon*. H. Ü. Evcim (Der.), Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 413, s 168.
- Murdock, J. C. and Bare, D. I., 1963, The effect of conditioning on the rate of drying and loss of nutrients in hay. *Water and quality loss during field drying of hay*, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), *Advances in Agronomy*, 41: 407-437.
- Okatan, A. ve Yüksek, T., 1997, Aşırı otlatılan mer'a parsellerinde adi korunga (*Onobrychis viciifolia Scop.*)'nin yetiştirilmesi ve verim potansiyeli üzerine araştırmalar. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri kitabı*, 22-25 Eylül, Samsun, 492.
- Overvest, J., 1977, Droge-stofverliezen tijdens de veldperiode. A review of losses arising during conservation of grass forage: Part 1, Field Losses, M. B. McGechan (ed.), *J. of Agric. Eng. Res.*, 44: 1-21.
- Owen, I. A. and Wilman, D., 1983, Differences between grass species and varieties in rate of drying at 25 °C. *J. of Agric. Sci., Cambridge*, 100: 629-636.
- Özcan, M. T., 1986, Mercimak hasat ve harman yöntemlerinin işverimi, kalitesi, enerji tüketimi ve maliyet yönünden karşılaştırması ve uygun bir hasat makinası geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları*, Yayın No: 46, Ankara, s 138.
- Özen, N., Çakır, A., Haşimoğlu, S. ve Aksoy, A., 1993, *Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları: 50, Erzurum, s 254.

- Pattey, E., Savoie, P. and Dube, P. A., 1988, The effect of a hay tedder on the field drying rate. *Can. Agric. Eng.*, 30(1): 43-50.
- Pederson, T. T. and Buchele, W. F., 1960, Drying rate of alfalfa hay. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), *Advances in Agronomy*, 41: 407-437.
- Raymond, F., Shepperson, G. and Waltham, R., 1978, *Forage Conservation and Feeding*. Farming press limited, Wharfedale Road, Ipswich, Suffolk, p 208.
- Rees, D. V. H., 1982, A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. *J. of Agric. Eng. Res.*, 27: 469-479.
- Rice, B., 1966, A comparison of six types of haymaking machine. A review of losses arising during conservation of grass forage: Part 1, Field Losses, M. B. McGechan (ed.), *J. of Agric. Eng. Res.*, 44: 1-21.
- Rickaby, C. D., 1972, Nutrient losses in haymaking. ADAS Science Arm. Ann. Rep. min. of Agr. and Fishr and Food (MAFF), London, 103-106.
- Rotz, C. A. and Abrams, S. M., 1988, Losses and quality changes during alfalfa hay harvest and storage. *Transactions of the ASAE*, 31(2): 350-355.
- Rotz, C. A. and Chen, Yi, 1985, Alfalfa drying model for the field environment. *Transactions of the ASAE*, 28(5): 1686-1691.
- Rotz, C. A. and Muhtar, H. A., 1992, Rotary power requirements for harvesting and handling equipment. *Applied Engineering in Agriculture*, 8(6): 751-757.
- Rotz, C. A. and Sprott, D. J., 1984, Drying rates, losses and fuel requirements for mowing and conditioning alfalfa. *Transactions of the ASAE*, 27(3): 715-720.
- Rotz, C. A., 1993, Performance and cost comparisons of hay harvesting equipment. Cooperative Extension Service, Michigan State University, Extension Bulletin E-1993, File 18.442, p 4.
- Rotz, C. A., 1995, Loss models for forage harvest. *Transactions of the ASAE*, 38(6): 1621-1631.
- Rotz, C. A., Abrams, S. M. and Davis, R. J., 1987, Alfalfa drying, loss and quality as influenced by mechanical and chemical conditioning. *Transactions of the ASAE*, 30(3): 630-635.
- Saner, G., 1993, İzmir yöresinde pazara yönelik süt sığırcılığı işletmelerinin ekonomik açıdan değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Hayvancılıkta*

kaliteli, bol ve ucuz kaba yem arayışına bir çözüm: TYUP Ege-Marmara dilimi çiftçi şartlarında silaj deneme ve demonstrasyonları (1993-1994), S. Tümer (Der.), Hayvancılık-96 Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 18-20 Eylül, İzmir, 773-780.

Savoie, P. and Beauregard, S., 1989, Effect of windrow inversion on hay drying and losses. XVI International Grassland Congress, Nice, France, 999-1000.

Savoie, P. and Beauregard, S., 1990, Predicting the effects of hay swath manipulation on field drying. Transactions of the ASAE, 33(6): 1790-1794.

Savoie, P., 1988, Hay tedding losses. Can. Agric. Eng., 30: 39-42.

Savoie, P., Desilets, D. and Beauregard, S., 1990, Influence of climate and windrow inversion on hay drying and quality. Can. Soc. of Agric. Eng., Paper No: 90-501, Agricultural Institute of Canada Annual Conference, July 22-26, Penticton, British Columbia, p 15.

Savoie, P., Pattey, E. and Dupuis, G., 1984, Interactions between grass maturity and swath width during hay drying. Transactions of the ASAE, 27(6): 1679-1683.

Savoie, P., Rotz, C. A., Bucholtz, H. F. and Brook, R. C., 1982, Hay harvesting system losses and drying rates. Transactions of the ASAE, 25(3): 581-585, 589.

Serin, Y., 1991, Erzurum kıraç şartlarında yetiştirilen mavi ayırık (*Agropyron intermedium* (Host.) Beauv.)' a uygulanan değişik sıra aralığı ve gübrelerin ot ve ham protein verimi ile otun ham protein oranına etkileri üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 22(2): 1-13.

Serin, Y., Gökkuş, A. ve Savaş, M., 1991, Erzurum' da çayır-mer'a ve yem bitkilerinin problemleri ve çözüm yolları. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 11, Erzurum.

Serin, Y. ve Tan, M., 1996. Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları Yayın No: 190, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, s 115.

Sevgican, F., 1985, Hayvan Besleme. Ege Üniv. Ziraat Fak. Ders Notu, İzmir.

Shearer, S. A., Turner, G. M., Collins and Peterson, W. O., 1989, Swath manipulation for faster hay drying. Economics of swath manipulation during field curing of alfalfa, C. A. Rotz and P. Savoie (ed.), Applied Engineering in Agriculture, 7(3): 316-323.

- Shearer, S. A., Turner, G. M., Collins, M. and Peterson, W. O., 1992, Effect of swath and windrow manipulation on alfalfa drying and quality. *Applied Engineering in Agriculture*, 8(3): 303-307.
- Smith, E. A., Duncan, E. J, McGechan, M. B. and Haughey, D. P., 1988, A model for the field drying of grass in windrows. *J. of Agric. Eng. Res.*, 41: 251-274.
- Specth, H. J. G., 1969, Forage harvesting and drying special report. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)
- Speeding, C. R. W., 1971, *Grasland Ecology*. Oxford. At the Clarendon Press. p 221.
- Spencer, H. B., Bowden, P. J., Smith, E. A., Graham, R. and Glasbey, C. A. 1985a, The effect of conditioning on slage wilting - A field trial (1984). Dep. Note No: SIN/435, Scot. Inst. of Agric. Eng., Penicuik, p 58. (unpubl.)
- Spencer, H. B., Bowden, P. J., Smith, E. A., Graham, R. and Glasbey, C. A. 1985b, The effect of conditioning on hay drying - a field trial (1984). Dep. Note No: SIN/436, Scot. Inst. of Agric. Eng., Penicuik, p 58. (unpubl.)
- Spencer, H. B., Lamond, W. J., McGechan, M. B., Graham, R. and Moore, A. B., 1990, Moisture and dry matter losses in field and wind tunnel trials of grass wilting with frequent mechanical disturbance. *J. of Agric. Sci., Cambridge*, 115: 203-207.
- Stetson, L. E., Ogden, R. L. and Nelson, S. O, 1969, Effect of radofrequency electric field on drying and carotene retention of chopped alfalfa. *Transactions of the ASAE*, 12(3): 407-410.
- Thomas, J. W., Johnson, T. R., Weighart, M. A., Hansen, C. M., Tesar, M. B. and Helsel, Z., 1981, Hastening hay drying. Water and quality loss during field drying of hay, A. D. Macdonald and E. A. Clark (ed.), *Advances in Agronomy*, 41: 407-437.
- Tosun, F. ve Altın, M., 1981, Çayır-Mer'a Yayla Kültürü ve Bunlardan Faydalanma Yöntemleri. Yoncada biçim sonrası uygulanan mekanizasyon işlemleri ile çeşitli depolama koşullarının ürün kayıplarına etkileri üzerinde bir araştırma, S. Bastaban (Der.), Doktora tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarımsal Mek. Böl., Erzurum, s 125. (yayınlanmamış)



- Tosun, F., 1996, Türkiye'de kaba yem üretiminde çayır-mer'a ve yem bitkileri yetiştiriciliğinin dünü, bugünü ve yarını. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 17-19 Haziran, Erzurum, 1-15.
- Tosun, F., 1997, Türkiye'de toprak erozyonu, boyutları ve tarım alanlarında alınacak önlemler. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 22-5 Eylül, I-X.
- Tuncer, İ. K., 1980, Çukurova bölgesinde yonca kurutmada plastik güneş kollektörü uygulaması üzerine bir araştırma. Ç. Ü. Zir. Fak. Yayınları: 142, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri: 34, s 55.
- Turgut, N., 1976, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği' nin mekanizasyon sorunları ve çözüm olanakları üzerine bir araştırma. Doktora tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Kültürteknik ve Ziraat Alet ve Makinaları Bölümü, Erzurum, 71. (yayınlanmamış).
- Turhan, O., 1973, Erzurum şartlarında tabii çayırlarda biçme zamanının ot verimine, otun besin maddeleri değerine ve bitki kompozisyonuna etkisi üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv. Yayın No: 192, Ziraat Fak. Yayın No: 100, Araştırma No: 60, Baylan Matbaası, Ankara, s 110.
- Uçarcı, F., 1961, Kışlayan danaların rasyonlarında ot ve otun yerini alan yoncaya ilave edilen ek yemlerin hayvanlar üzerindeki tesiri. Çayır-mer'a ve yem bitkilerinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi, M. Altın (Der.), Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, 244-249.
- Ülger, P. ve Bastaban, S., 1982, Yonca hasadında biçim sonrası uygulanan toplama ve namlu yapma işlemlerinde mekanizasyon uygulamaları üzerinde araştırmalar. Atatürk Üniv. Zir. Fak., Ziraat Dergisi, 13(1-2): 39-48.
- Ülger, P., 1977, Erzurum yöresinde bazı yem bitkilerinin (yonca, korunga ve çayır otu) biçme, silaj yapma, tarla koşullarında kurutma, toplama, balyalama ve taşıma işlemlerine ilişkin mekanizasyon sorunları ve çözüm olanakları üzerinde bir araştırma. Doçentlik tezi, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Zir. Alet ve Mak. Böl., Erzurum, s 222. (yayınlanmamış)
- Ülger, P., 1979, Erzurum ovası iklim koşullarında yoncanın güneş enerjisi ile kurutulma ve biçimden sonra uygun balyalama nem oranına erişme olanakları üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Zir. Dergisi, 10(1-2): 51-63.
- Ülger, P., Eker, B. ve Kayışoğlu, B., 1992, Hayvancılıkta mekanizasyonda son gelişmeler. Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 276-279.

- Ünal, A. R., 1996, Çayır-mer'a tesisinde kullanılan makinaların önemi. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 17-19 Haziran, Erzurum, 19-21.
- Whitney, L. F., 1966, Hay losses from baler and chopper components. Transactions of the ASAE, 9(2): 277-278.
- Wiegart, M., Thomas, J. W., Tesar, M. B. and Hansen, C. M., 1983, Acceleration of alfalfa drying in the field by chemical application at cutting. Crop Sci., 23: 225-229.
- Wieneke, F. and Claus, H. G., 1964, Der einfluß der heuwerbemaschinen auf trocknung und verluste. Landtechnik, 19(11): 418-428.
- Wieneke, F., 1972, Verfahrenstechnik der Halmfutterproduktion. Çukurova bölgesinde yonca kurutmada plastik güneş kolektörü uygulaması üzerine bir araştırma, İ. K. Tuncer (Der.), Ç. Ü. Zir. Fak. Yayınları: 142, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri: 34, s 55.
- Wilman, D. and Owen, I. G., 1982, Effects of stage of maturity nitrogen application and swath thickness on the field drying of herbage to the hay stage. J. of Agric. Sci., Cambridge, 99: 577-586.
- Yarkın, İ., 1961, Sığır Yetiştirilmesi. Çayır-mer'a ve yem bitkilerinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi, M. Altın (Der.), Trakya Bölgesi 1. Hayvancılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 8-9 Ocak , Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 244-249.
- Yavuz, F., Karagölge, C. ve Peker, K., 1996, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi' nde tarla bitkilerine alternatif yem bitkileri üretiminin ekonomik analizi. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 17-19 Haziran, Erzurum, 506-512.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1994, Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniv. Yayın No: 697, Ziraat Fak. No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Erzurum, (ikinci baskı) s 266.