ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Recep İrfan NAZLI

AKDENİZ İKLİM KOŞULLARINDA BAZI ÇOK YILLIK BUĞDAYGİLLERİN (MİSKANTUS, DALLI DARI, KARGI KAMIŞI, YUMRULU YEM KANYAŞI) ENERJİ BİTKİSİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARI

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA – 2017

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ İKLİM KOŞULLARINDA BAZI ÇOK YILLIK BUĞDAYGİLLERİN (MİSKANTUS, DALLI DARI, KARGI KAMIŞI, YUMRULU YEM KANYAŞI) ENERJİ BİTKİSİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARI

Recep İrfan NAZLI

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 09/08/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

……	……	……..
Prof.Dr. Veyis TANSI DANIŞMAN	Prof.Dr. A. Emin ANLARSAL ÜYE	Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK ÜYE
……...	……...	
Prof.Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ ÜYE	Prof.Dr. Hakan GEREN ÜYE	

Bu Tez Enstitümüz Tarla Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2013D19

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

AKDENİZ İKLİM KOŞULLARINDA BAZI ÇOK YILLIK BUĞDAYGİLLERİN (MİSKANTUS, DALLI DARI, KARGI KAMIŞI, YUMRULU YEM KANYAŞI) ENERJİ BİTKİSİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARI

Recep İrfan NAZLI

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Veyis TANSI
Yıl: 2017, Sayfa: 333
Jüri : Prof. Dr. A. Emin ANLARSAL
: Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
: Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ
: Prof. Dr. Hakan GEREN

Bu araştırma Akdeniz iklim koşullarında bazı çok yıllık buğdaygil türlerinin (miskantus, dallı darı, kargı kamışı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinin) 4 farklı azot dozu (0, 100, 150 ve 200 kg/ha) ve 2 farklı hasat zamanı (Sonbahar ve Kış)'nda enerji bitkisi olarak kullanım olanaklarını araştırmak amacıyla, Kasım 2013 – Şubat 2017 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada en yüksek kuru madde (42.96 t/ha) ve net enerji verimi (744.1 GJ/ha) kargı kamışı türünden, en düşük nem (% 14.60) oranı yumrulu yem kanyaşı türünden, en düşük kül (% 1.89) ve azot (% 0.13) oranları ise miskantus türünden elde edilmiştir. Miskantus, dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinden elde edilen kuru madde ve net enerji verimi değerleri azot dozu uygulamalarından etkilenmemiş fakat kargı kamışı türünde ise 100 kg/ha azot dozu optimum kuru madde ve net enerji verimi için yeterli olmuştur. Hasadın kışa ertelenmesi durumunda tüm bitki türlerinde kuru madde ve net enerji verimi değerleri önemli düzeyde azalmıştır. Fakat miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde kış hasatlarından elde edilen kül, bitki besin elementi ve nem oranlarının sonbahar hasatlarına nazaran daha düşük çıkmasından ötürü bu türlerde hasadın kışa ertelenmesinin biyokütle kalitesini arttırdığı saptanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar 4 bitki türünün de bölge koşullarında enerji bitkisi olarak başarıyla yetiştirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Miskantus, Dallı darı, Akdeniz, Enerji bitkileri

ABSTRACT

PhD THESIS

USE POSSIBILITIES OF SOME PERENNIAL GRASSES (MISCANTHUS, SWITCHGRASS, GIANT REED, BULBOUS CANARY GRASS) AS ENERGY CROPS IN MEDITERRANEAN CLIMATE CONDITIONS

Recep İrfan NAZLI

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
DEPARTMENT OF FIELD CROPS

Supervisor : Prof. Dr. Veyis TANSI
Year: 2017, Pages: 333
Jury : Prof. Dr. A. Emin ANLARSAL
: Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
: Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ
: Prof. Dr. Hakan GEREN

This research was carried out between November 2013 – February 2017 to investigate the use possibilities of some perennial grasses (miscanthus, switchgrass, giant reed and bulbous canary grass) as energy crops under 4 different nitrogen doses (0, 100, 150 and 200 kg/ha) and two different harvest times (Autumn and Winter) in Mediterranean climate conditions. While the highest dry matter (42.96 t/ha) and net energy yields (744.1 GJ/ha) were achieved by giant reed, the lowest moisture ratio was achieved by bulbous canary grass and the lowest ash (% 1.89) and nitrogen (% 0.13) ratios were achieved by miscanthus in the research. Dry matter and net energy yields derived from miscanthus, switchgrass and bulbous canary grass were not significantly affected by nitrogen doses but 100 kg/ha nitrogen dose was accurate for optimum dry matter and net energy yields in giant reed. Dry matter and net energy yields decreased in all plant species when harvest was delayed to winter. However, delayed harvest system increased the biomass quality of miscanthus, switchgrass and giant reed due to the fact that the winter harvest provided the lower plant nutrient and moisture ratios in comparison to autumn harvest. The results derived from the research show that each 4 plant species tested in the study can be successfully grown as energy crops in Mediterranean environmental conditions.

Keywords: Biomass, Miscanthus, Switchgrass, Mediterranean, Energy crops

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Tüm dünyada fosil yakıt kullanımının neden olduğu sera gazı salımlarının küresel ısınma tehdidini ileri boyutlara taşıması ve fosil yakıt rezervlerinin giderek azalması ülkeleri çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla ilgi duymaya teşvik etmiştir.

Enerji bitkileri; değişik ekolojik koşullarda yetişebilen, atıkları değerlendirilebilen, yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarıdır. Bu bitkiler, enerji tarımı olarak adlandırılan bir kavramın ortaya çıkmasına sebep olmuş ve tarımın enerji üretimindeki önemini de artırmıştır. Enerji bitkileri içerisinde çok yıllık buğdaygiller, tek yıllık bitkilere nazaran yüksek biyokütle verimleri, yüksek azot, su ve ışık kullanım etkinlikleri, düşük girdi gereksinimleri ve uzun yaşam süreleri nedeniyle biyokütle enerjisi üretiminde öncelikli olarak tercih edilmektedirler (Lewandowski ve ark., 2003a,b; Wrobel ve ark., 2009).

Çok yıllık buğdaygiller içerisinde enerji bitkisi olarak en fazla tercih edilen türler miskantus (*Miscanthus x giganteus*) ve dallı darı (*Panicum virgatum* L.)'dır. Bu sıcak mevsim buğdaygilleri daha etkin olan C_4 fotosentez sistemleri sayesinde yeterli nem koşullarında serin mevsim buğdaygillerinden daha verimli olabilmektedirler (Lewandowski ve ark., 2003a,b). Bu bitkilerin dışında bir C_3 bitkisi olmasına karşın, Akdeniz iklim koşullarında yaz sonuna doğru çiçeklenen ve yaz boyunca dormansiye girmeden büyümeye devam eden kargı kamışı (*Arundo donax* L.) türü ise yeterli nem koşullarında yüksek biyokütle verimi sağlaması nedeniyle özellikle İtalya ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinde enerji bitkisi olarak fazlasıyla dikkat çekmektedir (Christou ve ark., 1998; Mantineo ve ark., 2009; Angelini ve ark. 2009). Bununla birlikte, yaz aylarında genellikle kurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü Akdeniz iklim koşullarında bu türlerden tatmin edici bir biyokütle verimi alabilmek için büyüme sezonları süresince mutlaka yoğun sulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat ne yazık ki sulamanın yüksek maliyetli bir işlem olması minimum girdi ile gerçekleştirilmesi gereken ekonomik

ve sürdürülebilir bir biyokütle üretimine engel olmaktadır (Clifton-Brown ve ark., 2001; Clifton-Brown ve ark., 2004).

Bu itibarla, son yıllarda yarı kurak alanlarda daha ekonomik ve sürdürülebilir bir üretim modeli geliştirmek amacıyla sulanmadan yetiştirilebildikleri için en az girdi ile yüksek biyokütle verimine imkân sağlayan serin mevsim buğdaygillerinin bilimsel çalışmalara konu olma adedi artmaktadır. Bu türlerden olan yumrulu yem kanyaşı Akdeniz bölgesinde doğal olarak bulunan uzun boylu, yüksek verimli ve bölge koşullarına adaptasyonu yüksek bir tür olması nedeniyle öne çıkmaktadır (Sağlamtimur ve ark., 1986; Tansı ve ark., 1998; Kuşvuran, 2002; Kuşvuran ve ark., 2005)

Bu araştırmanın temel amacı; Akdeniz iklim koşullarında 4 farklı çok yıllık buğdaygil türünün (*Miscanthus x giganteus* = Miskantus, *Panicum virgatum* L. = Dallı darı, *Arundo donax* L. = Kargı kamışı, *Phalaris aquatica* L. = Yumrulu yem kanyaşı) 4 farklı azot dozu (0, 100, 150 ve 200 kg/ha) ve 2 farklı hasat zamanı (Sonbahar ve Kış)'nda verim ve kalite özellikleri, enerji kullanım etkinlikleri gibi enerji bitkisi olma performanslarını tüm yönleriyle araştırarak, bölge ve benzer iklim koşulları açısından enerji bitkisi olmaya en uygun tür veya türleri saptamaktır.

Araştırmaya konu olan tarla denemesi bitki türleri ana parselleri, azot dozları alt parselleri, hasat zamanları da minik parselleri oluşturacak şekilde Steel ve Torrie (1960) tarafından açıklanan zamanda bölünen bölünmüş parseller deneme desenine uygun ve üç tekrarlamalı olarak Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde Kasım 2013 - Şubat 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür.

Araştırmada uygulanan 4 farklı azot dozunun (0, 100, 150 ve 200 kg/ha), yarısı ekimle beraber diğer yarısı ise bitkiler 30-40 cm boyuna ulaştığında üre (%46 N) formunda verilmiştir (Ercoli ve ark., 1999; Angelini ve ark., 2009; Di Nasso ve ark., 2010).

Hasatlar her bir tür için yılda bir defa olmak üzere 2 farklı zamanda (Sonbahar ve Kış) yapılmıştır. Sonbahar hasatları yumrulu yem kanyaşı türünde Eylül, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde Kasım, kış hasatları ise tüm bitki türlerinde Şubat ayı içerisinde yapılmıştır. Hasat zamanları için farklı parseller oluşturulmamış her parsel ikiye ayrılarak yarısı sonbaharda diğer yarısı ise kışın biçilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en yüksek yaş biyokütle (90.44 t/ha) ve kuru madde verimi (42.96 t/ha) değerleri 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden, en yüksek net enerji verimi değeri (744.1 GJ/ha) 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden; en düşük nem oranı değeri (% 14.60) 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden, en düşük kül oranı değeri (% 1.89) 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parsellerinden ve en düşük azot oranı değeri (% 0.13) ise 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmada uygulanan azot dozları kargı kamışı türünün yaş biyokütle, kuru madde ve net enerji verimi değerlerini önemli düzeyde etkilemiş ve 100 kg/ha azot dozunun bu türde optimum kuru madde ve net enerji verimi için yeterli olduğu saptanmıştır. Diğer türlerde ise azot dozu uygulamalarının yaş biyokütle, kuru madde ve net enerji verimi değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Araştırmaya konu olan 4 bitki türünde de, kış hasatlarından sonbahar hasatlarına nazaran daha düşük yaş biyokütle, kuru madde ve net enerji verimi değerleri elde edilmiştir. Hasadın kışa ertelenmesi sonucunda miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde nem, kül ve bitki besin elementi oranları azalmış, ayrıca dallı darı ve kargı kamışı türlerinde selüloz ve lignin oranları, miskantus türünde ise sadece selüloz oranı artmıştır. Bu sonuçlar, bir miktar verim kaybına neden olmasına rağmen Akdeniz iklim koşullarında miskantus, dallı darı ve kargı kamışı

türlerinde yanma sırasında sorun teşkil etmeyecek bir biyokütle üretimi için kış hasadının daha uygun olduğunu göstermektedir. Yumrulu yem yem kanyaşı türünde ise, diğer türlerin aksine kış hasatlarından sonbahar hasatlarına nazaran daha yüksek ortalama nem, kül, azot, fosfor ve kükürt oranları tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu türde sürdürülebilir bir biyokütle üretimi açısından sonbahar hasadının daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar 4 bitki türünün de bölge koşullarında enerji bitkisi olarak başarıyla yetiştirilebileceğini göstermektedir. Yüksek verim potansiyeline rağmen kargı kamışı türünün istilacılık özelliğinin yüksek olmasından ötürü verimli tarım arazilerinden ziyade, kültür bitkilerinin yetiştiriciliği için fazla elverişli olmayan, zaman zaman su baskınlarının meydana geldiği taban suyu ve tuz seviyesi yüksek tarım arazilerinde yetiştirilmesinin daha uygun olabileceği kanısına varılmıştır. Miskantus ve dallı darı türlerinden bölge koşullarında tatmin edici miktarlarda kuru madde ve net enerji verimlerinin elde edilmesi, bu iki türün bölge ve benzer iklim koşullarında biyokütle enerjisi üretiminde kullanılabilecek önemli alternatifler olduklarını göstermektedir. İlaveten, bölge koşullarında sulanmadan yetiştirilebilen yumrulu yem kanyaşı türünün, iklim koşullarının elverişli olduğu dönemlerde az girdi ile tatmin edici bir biyokütle üretimine imkân sağlamasından dolayı bölge ve benzer iklim koşulları açısından ümitvar bir enerji bitkisi türü olarak kabul edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma konusunu seçmemde bana destek veren ve çalışmalarım süresince bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, özgürce çalışmamı sağlayan, ayrıca birlikte çalışmaktan son derece mutluluk duyduğum, katkılarını ve yardımlarını bilimsel hayatım boyunca almaya devam edeceğim saygıdeğer danışman hocam Prof.Dr. Veyis TANSI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1980'li yıllarda Çukurova Bölgesinde ilk olarak buğdaygil yem bitkileri adaptasyon denemeleri kurarak bu konuda öncü çalışmalar yapan ve bu sayede araştırmada bitki materyali olarak kullandığımız yumrulu yem kanyaşı klonlarının Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanındaki tür bahçesinden temin edilmesine olanak sağlayan saygıdeğer hocam Prof.Dr. Turan SAĞLAMTİMUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Enerji kullanım etkinliği analizlerinin gerçekleştirilmesinde bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve doktora eğitimimim boyunca biyoyakıtlar konusunda engin bilgilerinden yararlandığım saygıdeğer hocam Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca yakın desteklerini gördüğüm görüş ve önerilerinden yararlandığım saygıdeğerler hocalarım Prof.Dr. A.Emin ANLARSAL, Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU ve Doç.Dr. Alpaslan KUŞVURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarımın her safhasında yardımlarını benden esirgemeyen Tekniker Rafet ERGAN'a, işçiler Mustafa ÇAĞLAR ve Ahmet ŞAHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan değerli aileme, tezimin bütün aşamalarında beni sabırla destekleyen ve desteğini yanımda hissetmekten büyük güç aldığım sevgili eşim Burcu NAZLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XX
SİMGELER VE KISALTMALAR XXVI
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 15
3. MATERYAL VE METOT 37
3.1. Materyal 37
3.1.1. Deneme Yılı ve Yeri 37
3.1.2. Deneme Alanının İklim Özellikleri 37
3.1.3. Deneme Alanının Toprak Özellikleri 39
3.1.4. Bitki Materyali 40
3.2. Metod 41
3.2.1. Toprak Hazırlığı 42
3.2.2. Gübreleme 43
3.2.3. Ekim/Dikim 44
3.2.4. Sulama 50
3.2.5. Yabancı Otlarla Mücadele 57
3.2.6. Hasat 58
3.2.7. Araştırmada İncelenen Özellikler 63
3.2.7.1. Biyokütle Verimi ve Kalitesi İle İlgili Özellikler 63
3.2.7.2. Enerji Kullanım Etkinliği İle İlgili Özellikler 65
3.2.8. Verilerin Değerlendirilmesi 92

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 93
4.1. Bitki Boyu 93
4.2. Sap Çapı 107
4.3. Yaş Biyokütle Verimi 117
4.4. Nem Oranı 128
4.5. Kuru Madde Verimi 137
4.6. Kül Oranı 155
4.7. Azot (N) Oranı 165
4.8. Fosfor (P) Oranı 178
4.9. Potasyum (K) Oranı 186
4.10. Kalsiyum (Ca) Oranı 196
4.11. Magnezyum (Mg) Oranı 205
4.12. Kükürt (S) Oranı 215
4.13. Selüloz Oranı 225
4.14. Hemiselüloz Oranı 235
4.15. Lignin Oranı 244
4.16. Alt Isıl Değer 254
4.17. Enerji Girdisi 263
4.18. Net Enerji Verimi 276
4.19. Enerji Oranı 287
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 297
KAYNAKLAR 303
ÖZGEÇMİŞ 333

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Deneme Alanının Toprak Özellikleri 41

Çizelge 3.2. Her bir tür için uygulanan sıra arası, sıra üzeri mesafeleri ve hektara atılacak tohumluk miktarları…… 42

Çizelge 3.3. Bitki türlerine vejatatif büyüme dönemleri boyunca sulama yoluyla sağlanan toplam su miktarı 52

Çizelge 3.4. Araştırmada gerçekleştirilen sonbahar ve kış hasatlarının tarihleri 61

Çizelge 3.5. Biyokütle üretiminde enerji kullanım etkinliği göstergeleri... 68

Çizelge 3.6 Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türleri sulama esnasında gerçekleştirilen elektrik enerjisi tüketimi 70

Çizelge 3.7. Araştırmada kullanılan tarım alet/makinalarının özellikleri... 73

Çizelge 4.1. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Varyans Analiz Sonuçları 93

Çizelge 4.2. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 94

Çizelge 4.3. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı İnteraksiyonu) ……... 97

Çizelge 4.4. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)... 100

Çizelge 4.5. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 104

Çizelge 4.6. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Varyans Analiz Sonuçları 107

Çizelge 4.7. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 108

Çizelge 4.8. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu) 111

Çizelge 4.9. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu) . 114

Çizelge 4.10. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi (t/ha) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları 117

Çizelge 4.11. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 118

Çizelge 4.12. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)..... 121

Çizelge 4.13. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 125

Çizelge 4.14. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 129

Çizelge 4.15. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 130

Çizelge 4.16. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu) 133
Çizelge 4.17. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Varyans Analiz Sonuçları 138
Çizelge 4.18. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 139
Çizelge 4.19. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu) 143
Çizelge 4.20. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 150

Çizelge 4.21. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kül Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 156
Çizelge 4.22. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kül Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 157
Çizelge 4.23. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Azot Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 166
Çizelge 4.24. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Azot Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 168
Çizelge 4.25. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Fosfor Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 179
Çizelge 4.26. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Fosfor Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 180

Çizelge 4.27. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Potasyum Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 187
Çizelge 4.28. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Potasyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 188
Çizelge 4.29. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kalsiyum Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 197
Çizelge 4.30. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Kalsiyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 198
Çizelge 4.31. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 206
Çizelge 4.32. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 207

Çizelge 4.33. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 209
Çizelge 4.34. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Azot dozu x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 213
Çizelge 4.35. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kükürt Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 216
Çizelge 4.36. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Kükürt Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 218
Çizelge 4.37. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Selüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 225
Çizelge 4.38. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Selüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Yıl x Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı İnteraksiyonu)..... 227

Çizelge 4.39. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Hemiselüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 235
Çizelge 4.40. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Hemiselüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 237
Çizelge 4.41. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Lignin Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları 245
Çizelge 4.42. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Lignin Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 246
Çizelge 4.43. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Alt Isıl Değerlerine (MJ/kg) Ait Varyans Analiz Sonuçları 254
Çizelge 4.44. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Alt Isıl Değerlere (MJ/kg) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Yıl x Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı İnteraksiyonu)..... 256

Çizelge 4.45. Araştırmanın 1.yılında miskantus türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 264
Çizelge 4.46. Araştırmanın 2.yılında miskantus türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 265
Çizelge 4.47. Araştırmanın 3.yılında miskantus türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 266
Çizelge 4.48. Araştırmanın 1. yılında dallı darı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 267
Çizelge 4.49. Araştırmanın 2. yılında dallı darı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 268
Çizelge 4.50. Araştırmanın 3. yılında dallı darı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 269
Çizelge 4.51. Araştırmanın 1. yılında kargı kamışı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 270
Çizelge 4.52. Araştırmanın 2. yılında kargı kamışı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 271
Çizelge 4.53. Araştırmanın 3. yılında kargı kamışı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 272
Çizelge 4.54. Araştırmanın 1. yılında yumrulu yem kanyaşı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 273
Çizelge 4.55. Araştırmanın 2. yılında yumrulu yem kanyaşı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 274
Çizelge 4.56. Araştırmanın 3. yılında yumrulu yem kanyaşı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri 275
Çizelge 4.57. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Net Enerji Verimine (GJ/ha) Ait Varyans Analiz Sonuçları…… 277

Çizelge 4.58. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 278
Çizelge 4.59. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu……. 291
Çizelge 4.60. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 285
Çizelge 4.61. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Enerji Oranı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları..... 288
Çizelge 4.62. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Enerji Oranı Değerlerine ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)..... 289

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değerleri 37
Şekil 3.2. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değerleri 38
Şekil 3.3. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri 38
Şekil 3.4. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Toplam Yağış Değerleri 39
Şekil 3.5. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Nisbi Nem Değerleri 39
Şekil 3.6. Yumrulu yem kanyaşı parsellerinde toprak hazırlığı işlemleri .. 43
Şekil 3.7. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde yapılan toprak hazırlığı işlemleri 44
Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan yumrulu yem kanyaşı klonları ve kargı kamışı rizomlarının traktör ve kepçe yardımıyla çıkarılması ve ekim/dikimlere hazır hale getirilmeleri 46
Şekil 3.9. Deneme alanında damlama sulama sistemi kurulumu 47
Şekil 3.10. Araştırmada kullanılan su sayacı ve elektrik saatinin sulama istasyonuna monte edilmesi 48
Şekil 3.11. Yumrulu yem kanyaşı klonlarının dikimi ve dikim sonrası parsellerde görülen çıkışlar 49
Şekil 3.12. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde ekim/dikim işlemleri ve ekim/dikim sonrası bitki türlerinde görülen çıkışlar…… 50
Şekil 3.13. 2015 yılı Ekim ayı içerisinde meydana gelen yağışlar sonucu yumrulu yem kanyaşı parsellerinde yeniden büyüme 55

Şekil 3.14. 2015 yılı Kasım-Aralık aylarında meydana gelen kurak dönemin yumrulu yem kanyaşı bitkisinin gelişimine etkisi 55
Şekil 3.15. Sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinde 3. yıl vejatatif büyüme dönemi sonu 57
Şekil 3.16. Ekim-Aralık 2016 tarihleri arasında meydana gelen kurak dönemin yumrulu yem kanyaşı bitkisinin gelişimine etkisi 58
Şekil 3.17. 2016 yılı Aralık ve 2017 yılı Ocak ayları içerisinde meydana gelen yağışlar sonucu yumrulu yem kanyaşı parsellerinde yeniden büyüme ve kış hasadı parsellerinde 3. büyüme dönemi sonu 59
Şekil 3.18. Bitki parsellerinde 1. yıl kış hasadı 62
Şekil 3.19. Yumrulu yem kanyaşı türünde 2.yıl sonbahar hasadı 62
Şekil 3.20. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sonbahar hasadı 63
Şekil 3.21. Bitki türlerinde 2.yıl kış hasadı 64
Şekil 3.22. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde 3.yıl sonbahar hasadı 65
Şekil 3.23. Farklı büyüme dönemlerinde yumrulu yem kanyaşı türü parsellerinden elde edilen görüntüler 76
Şekil 3.24. Farklı büyüme dönemlerinde miskantus türü parsellerinden elde edilen görüntüler 80
Şekil 3.25. Farklı gelişim dönemlerinde dallı darı bitkisi parsellerinden elde edilen görüntüler 84
Şekil 3.26. Farklı büyüme dönemlerinde kargı kamışı türü parsellerinden elde edilen görüntüler 88
Şekil 4.1. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Bitki Boyu Değerlerine Ait Tür x Azot dozu x Hasat zamanı İnteraksiyonu 98

Şekil 4.2. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Bitki Boyu Değerlerine Ait Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu 101
Şekil 4.3. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Bitki Boyu Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 105
Şekil 4.4. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Sap Çapı Değerlerine Ait Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu 112
Şekil 4.5. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Sap Çapı Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu . 115
Şekil 4.6. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Yıl İnteraksiyonu 122
Şekil 4.7. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu..... 126
Şekil 4.8. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Nem Oranı Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 134
Şekil 4.9. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kuru Madde Verimi Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Yıl İnteraksiyonu 144
Şekil 4.10. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kuru Madde Verimi Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 151
Şekil 4.11. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kül Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 160
Şekil 4.12. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Azot Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 171

Şekil 4.13. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Fosfor Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 183
Şekil 4.14 Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Potasyum Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 191
Şekil 4.15. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kalsiyum Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 201
Şekil 4.16. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Magnezyum Oranı Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 210
Şekil 4.17. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Magnezyum Oranı Değerlerine Ait Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 214
Şekil 4.18. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kükürt Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 221
Şekil 4.19. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Selüloz Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 231
Şekil 4.20. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Hemiselüloz Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 241
Şekil 4.21. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Lignin Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 249

+

Şekil 4.22. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin IsılDeğerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 260
Şekil 4.23. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Net Enerji Verimi Değerlerine Ait Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu 282
Şekil 4.24. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Net Enerji Verimi Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 288
Şekil 4.25. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Enerji Oranı Değerlerine Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu 289

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Celsius
m	: Metre
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
%	: Yüzde
ha	: Hektar
t	: Ton
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
L	: Litre
J	: Jul
kJ	: Kilojul
MJ	: Megajul
GJ	: Gigajul
C	: Karbon
H	: Hidrojen
O	: Oksijen
N	: Azot
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
S	: Kükürt
Si	: Silisyum
CO_2	: Karbondioksit
m^3	: Metreküp

m^2	: Metrekare
ADF	: Asit Deterjan Lif
NDF	: Nötr Deterjan Lif
ADL	: Asit Deterjan Lignin
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
h	: Saat

1. GİRİŞ

Tüm dünyada fosil yakıt kullanımının neden olduğu sera gazı salımlarının küresel ısınma tehdidini ileri boyutlara taşıması ve fosil yakıt rezervlerinin giderek azalması ülkeleri çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla ilgi duymaya teşvik etmiştir. Ekonomik olarak yararlanılması mümkün olmayan az miktardaki kaynaklar hesaba katılmadığında dünyadaki toplam kayıtlı petrol, doğal gaz ve kömür rezervlerinin 2013 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı ve var olan bu rezervlerin kullanım ömürlerinin petrol için 53.3, doğal gaz için 55.1 ve kömür için 113 yıl olduğu ifade edilmektedir (Anonymous, 2014). Dolayısıyla alternatif enerji kaynakların enerji tüketimindeki payının arttırılmaması durumunda insanoğlunun yakın gelecekte ciddi bir enerji krizi ile baş başa kalma ihtimali gün geçtikte artmaktadır.

Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan sera gazı salımları ve sürekli olarak artan atmosferdeki karbondioksit (CO_2) birikimi küresel iklim değişikliğinin ana nedenlerindendir (Lewandowski ve Kicherer, 1997). Sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma için, bu salımların en az seviyede olması gerekir. 1970-2004 yılları arasında fosil yakıt kullanımından kaynaklanan CO_2 salımı yaklaşık % 80, küresel sıcaklık ise 0.5 °C'lik bir artış göstermiş ve eğer hava kirliliği bu seviyede devam ederse önümüzdeki 100 yıl içerisinde sıcaklığın 4-5 °C, deniz seviyesinin ise 2.2 m yükseleceği öngörülmüştür (Acaroğlu ve Aksoy, 2005; Denhez, 2007; IPCC, 2007, 2011).

Son zamanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı sera gazı salımları ile ilişkili mevcut çevresel sorunlar için önemli çözümler geliştirilmiştir. 2030 yılında biyoyakıtların ulaşımda kullanım oranının tüm dünyada % 7'ye ulaşacağı ve bu nedenle günümüzde sadece % 1 olan dünyadaki toplam ekilebilen tarım alanları içerisindeki enerji bitkileri yetiştiriciliği yapılan tarım alanları payının, bu yılda yaklaşık % 3.5'e yükseleceği öngörülmektedir. Büyük ölçekte ise, 2040 yılında dünyadaki toplam enerji tedarikinin % 50'sinin, toplam elektrik tedarikinin ise %

80'ının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacağı tahmin edilmektedir (Anonymous, 2008; Ewea, 2005; Erec, 2006; Acaroglu ve Aydogan, 2012).

AB (Avrupa Birliği), Avrupa genelinde yenilenebilir enerji tüketim oranını 2020 yılına kadar % 20 seviyesine çıkartarak sera gazı salımını % 20'ye kadar azaltmayı hedeflemiştir (Anonymous, 2010; Zatta ve ark., 2014). Bu hedefi gerçekleştirmek amacıyla Avrupa genelinde 17-21 milyon ha tarım alanının enerji tarımına açılması gündemdedir (Anonymous, 2007; Hastings ve ark., 2009; Ozdemir ve ark., 2009; Don ve ark., 2012). Ayrıca AB genelinde, 2020 yılına kadar ulaşımda kullanılan toplam akaryakıtın %10'unun biyodizel ve biyoetanolden karşılanması hedeflenmiştir (Anonymous, 2012). ABD'de, 2022 yılına kadar toplam biyoetanol üretiminin, 57 milyar litresi selüloz kaynaklı olmak üzere, toplam 136 milyar litreye ulaştırılması hedeflenmiştir (EISA, 2007). Bu bağlamda ABD'de 2030 yılında toplam akaryakıt tüketiminin % 30'nun biyodizel ve biyoetanolden karşılanması hedeflenmektedir (Mann ve ark., 2013). Ülkemizde de, yerli kaynaklara öncelik verilmek suretiyle kaynak çeşitlendirmesini sağlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payını artırmak 2010 – 2014 dönemi Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı içeresinde öncelikli amaç olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, enerjide % 73 olan dışa bağımlılık oranının azaltılması için, 2023 yılında yenilebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içindeki payının en az % 30 oranında olması hedeflenmiştir (Anonim, 2010a; Karaca ve ark., 2016). Ayrıca, EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu)'nın almış olduğu karar uyarınca, ülkemizde 2013 yılından itibaren % 2, 2014 yılından itibaren ise % 3 oranında benzine biyoetanol karıştırılma zorunluluğu getirilmiştir (Anonim, 2011).

Benzin ve motorine alternatif olarak kullanılan biyoetanol ve biyodizel gibi sıvı biyoyakıtlardan farklı olarak biyokütle enerjisi (katı yakıt), biyokütleden doğrudan yakma veya farklı çevrim teknolojileri (piroliz, gazlaştırma vb.,) vasıtasıyla ısı veya elektrik üretimi olarak tanımlanabilir. Günümüzde toplam yenilenebilir enerji üretiminin %18'ini biyokütle enerjisi oluşturmakta olup, bunun

da % 94'ünü geleneksel biyokütle enerjisi üretimi olarak adlandırılan odun, talaş veya bazı tarımsal atıkların ısı üretimi amacıyla yakılması oluşturmaktadır (IEA, 2010; Don ve ark., 2012; Mircea ve ark., 2015).

Tarım alanlarında enerji tarımı kapsamında yetiştirilen bazı çok yıllık buğdaygil türleri (miskantus, dallı darı, kargı kamışı ve yem kanyaşı vb.,) ve odunsu bitkilerden (söğüt, kavak vb.,) elde edilen modern biyokütle enerjisi üretimi ise son yıllarda giderek önem kazanmaktadır. Özellikle Avrupa kıtasında Avrupa Komisyonunun sera gazı salımlarını azaltmak amacıyla yakın geçmişte yenilenebilir enerji kullanım oranlarını artırmaya yönelik koymuş olduğu stratejik hedeflerden dolayı biyokütle enerjisi üretmeye yönelik tarımsal faaliyetler geçmiş yıllara nazaran önemli ölçüde artmıştır. Halihazırda, Avrupa genelinde yaklaşık 72000 ha'lık tarım alanında biyokütle enerjisi üretimi amacıyla enerji bitkileri yetiştiriciliği yapılmakta olup, bunun yaklaşık 52000 ha'ını miskantus (*Miscanthus x giganteus*), yem kanyaşı (*Phalaris arundinacea* L.) ve kargı kamışı (*Arundo donax* L.) gibi çok yıllık buğdaygiller oluşturmaktadır (Don ve ark., 2012).

Enerji bitkileri; değişik ekolojik koşullarda yetişebilen, atıkları değerlendirilebilen, yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarıdır. Bu bitkiler, enerji tarımı olarak adlandırılan bir kavramın ortaya çıkmasına sebep olmuş ve tarımın enerji üretimindeki önemini de artırmıştır. Enerji bitkileri içerisinde çok yıllık buğdaygiller, tek yıllık bitkilere nazaran yüksek biyokütle verimleri, yüksek azot, su ve ışık kullanım etkinlikleri, düşük girdi gereksinimleri ve uzun yaşam süreleri nedeniyle biyokütle enerjisi üretiminde öncelikli olarak tercih edilmektedirler (Lewandowski ve ark., 2003a,b; Wrobel ve ark., 2009). Bu bitkiler gelişmiş kök sistemleri sayesinde tek yıllık bitkilere nazaran toprakta 20-30 kat daha fazla karbon birikimine yol açarak hem toprakların organik madde düzeylerini artırmakta hem de karbondioksit salımını azaltmaktadırlar (Anonymous, 1993; Wrobel ve ark., 2009; Don ve ark., 2012). Nitekim çok yıllık buğdaygillerin biyokütlelerinin katı yakıt olarak kullanılmaları durumunda yanma sırasında meydana gelen karbondioksit salımı, fotosentezle fikse ettikleri miktardan daha

fazla değildir (Angelini ve ark., 2009). Bunun yanında, yüksek azot kullanım etkinlikleri nedeniyle çok yıllık buğdaygillerden ibaret çayır ve meralarda kültür bitkileri tarım alanlarından çok daha az miktarda N_2O salımı meydana gelmektedir (Don ve ark., 2012). Çok yıllık buğdaygillerin sera gazı salımını azaltmadaki katkıları sadece bunlarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda bu bitkilerin belirli bir bölgede ekim alanlarının artması önemli bir yutak alanı varlığı meydana getirmektedir. Özellikle sanayileşmenin yoğun olduğu, yüksek düzeydeki sera gazı salımlarının küresel iklim değişikliğini tetiklediği bölgelerde yutak alanları (ormanlar, çayır ve meralar, tarım alanları vs.)'nın varlığı büyük önem arz etmektedir. Yutak alanları CO_2'nin fotosentez yoluyla atmosferden uzaklaştırıldığı ve karbonun toprakta depolandığı karbon havuzlarıdır. Güçlü saçak kök sistemleri sayesinde toprağa yüksek miktarda karbon bağlayan çok yıllık buğdaygiller yutak alan oluşturma bakımından yüksek bir potansiyele sahiptirler (Zan ve ark., 2001; Freibauer ve ark., 2004; Baker ve ark., 2007). Çok yıllık bitkilerden ibaret çayır ve meraların toprağı karbon yönünden zenginleştirmede ormanlar kadar etkili oldukları yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Post ve Kwon, 2000; Evrendilek ve ark., 2004). İlaveten, çok yıllık buğdaygillerin yaban hayatına barınma ve yem sağlama, toprak erozyonunu ve bitki besin elementlerinin yıkanma ile topraktan uzaklaşmasını engelleme gibi konularda tek yıllık bitkilere nazaran daha üstün oldukları bilinmektedir (Dunn ve ark., 1993; Hohenstein ve Wright, 1994; Liebig ve ark., 2005; Samson ve ark., 2005; Pedroso ve ark., 2014).

Çok yıllık buğdaygiller içerisinde enerji bitkisi olarak en fazla tercih edilen türler miskantus (*Miscanthus x giganteus*) ve dallı darı (*Panicum virgatum* L.)'dır. Miskantus Doğu Asya orijinli bir bitki olmasına karşın daha çok Avrupa kıtasında tanınan bir bitkidir. Dallı darı ise Kuzey Amerika orijinli bir bitki olup ABD'de daha yaygındır ve ABD Enerji Bakanlığı tarafından model enerji bitkisi olarak seçilmiştir (Heaton ve ark., 2004). Bu sıcak mevsim buğdaygilleri daha etkin olan C_4 fotosentez sistemleri sayesinde yeterli nem koşullarında serin mevsim buğdaygillerinden daha verimli olabilmektedirler (Lewandowski ve ark., 2003a,b).

Bu bitkilerin dışında bir C_3 bitkisi olmasına karşın, Akdeniz iklim koşullarında yaz sonuna doğru çiçeklenen ve yaz boyunca dormansiye girmeden büyümeye devam eden kargı kamışı (*Arundo donax* L.) türü ise yeterli nem koşullarında yüksek biyokütle verimi sağlaması nedeniyle özellikle İtalya ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinde enerji bitkisi olarak fazlasıyla dikkat çekmektedir (Christou ve ark., 1998; Mantineo ve ark., 2009; Angelini ve ark. 2009).

Miskantus türünün genetik orjini Doğu Asya'da bulunmakla beraber, Güney Asya'dan pasifik adalarına kadar bir çok bölgede bulunmaktadır (Greef ve Deuter, 1993). Miskantus türüne ait *Miscanthus x sinensis, Miscanthus x sacchariflorus ve Miscanthus x giganteus* olmak üzere bilinen 3 tür bulunmaktadır. Fil otu olarak ta bilinen *Miscanthus x giganteus* türü, diğer iki türün melezi olup, kısır bir türdür ve tohum oluşturma yeteneği bulunmamaktadır (Lewandowski ve ark., 2003b; Geren ve ark., 2011). *Miscanthus x giganteus*, yüksek biyokütle verimi ve kısır olma özelliklerinden dolayı biyokütle enerjisi üretiminde diğer iki türden daha fazla tercih edilir. Tohum kısırlığı, miskantus tarlalarından tohum kaçışını önlemesinden dolayı istenen bir özelliktir (Lewandowski ve ark., 2003b). *M. x giganteus* türü rizomla veya doku kültürü (micropropagation) yöntemi ile tesis edilebilmektedir. Rizom ve doku kültürü tohumla tesise kıyasla çok daha pahalı tesis yöntemleridir. Bu nedenle, Avrupa'nın bazı bölgelerinde *M. x giganteus* türünün tesis maliyetinin yaklaşık 2000 €/ha olduğu ifade edilmektedir (Venturi ve ark., 1999; Smeets ve ark., 2009; Maletta ve ark., 2012).

Dallı darı genetik orjini Kuzey Amerika olan, *Panicum* cinsine ait bir türdür (Lewandowski ve ark., 2003b). Bitki Kuzey Amerika'daki doğal buğdaygil meralarında bolca bulunmaktadır (Moser ve Vogel, 1995). Biyokütle üretiminin yüksek olması ve yüksek oranda selüloz ve hemiselüloz içermesi nedeniyle ABD'de selülozik biyoetanol üretiminde kullanılabilecek en önemli bitkilerden bir tanesi olduğu ifade edilmektedir (Schmer ve ark., 2008). Bitkinin yayla ve ova olmak üzere iki farklı ekotipi vardır (Lewandowski ve ark., 2003b). ABD'nin tamamında, dallı darı bitkisi tohumla tesis edilmektedir.

Kargı kamışı Doğu Asya orjinli bir bitkidir fakat Akdeniz iklim kuşağı altındaki ülkelerin de doğal bir türü olduğu düşünülmektedir (Boose ve ark., 1999; Rossa ve ark., 1998). Bitki, ılıman iklim bölgelerindeki nehir kenarları ve bataklıklar gibi su basan, taban suyu yüksek alanlarda doğal olarak yetişmekle birlikte, müzik enstrümanı, yapı malzemesi, kağıt, süs bitkisi vb., birçok kullanım alanı bulunduğu için Asya'dan subtropik ve ılıman iklim bölgelerine insanlar tarafından taşınmıştır (Perdue ve ark., 1958). Bitkide tohum kısırlığı görüldüğünden dolayı vejatafif olarak üretilmelidir. Bitki rizom, tüm sap veya sap parçaların dikimi ile tesis edilmektedir. Rizomla tesis bunların içeresinde en iyi sonuç veren ve en ümitvar yöntem olmasına rağmen daha pahalıdır. Ilıman iklim bölgelerinde yapılan birçok çalışmada bitkinin miskantus ve dallı darıdan daha üretken olduğunun saptanmasına rağmen küresel biyoyakıt üretimine katkısı bu iki bitkiden daha düşüktür. Bunun en önemli nedenleri bitkinin istilacı bir tür olması nedeniyle tarım alanlarında önemli bir yabancı ot problemine neden olması ve genellikle biyokütlesindeki yüksek kül, nem ve mineral içerikleri nedeniyle biyokütle kalitesinin düşük olmasıdır (Barney ve Ditomaso, 2008; Coffman ve ark., 2010; Pilu et al., 2012; Cosentino ve ark., 2014).

Araştırmanın yürütüldüğü Çukurova bölgesiyle benzer iklim koşullarına sahip farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda yeterli nem koşullarında miskantus türünün 28.7 t/ha, dallı darı türünün14.3 t/ha, kargı kamışı türünün ise 37.7 t/ha'a kadar ortalama kuru biyokütle verimi sağlayabileceği saptanmıştır (Alexopoulou ve ark., 2008; Angelini ve ark., 2009). Fakat her üç türünde aktif büyümelerini ilkbahar ve yaz dönemlerinde gerçekleştirmeleri nedeniyle, bu dönemlerde meydana gelen kurak periyotlar sulama yapılamadığı durumlarda türlerin biyokütle verimlerini ciddi oranda düşürmektedir (Clifton Brown et al., 2001; Vamvuka et al., 2010). Mann ve ark. (2013), kargı kamışı ve miskantus türlerinin şiddetli kuraklığa maruz kaldıklarında fotosentez ve terlemeyi neredeyse tamamen azalttıklarını ve biyokütle üretiminin her iki türde de % 90'a, rizom canlılığının ise kargı kamışında % 50, miskantusta ise % 100'e kadar azaldığını belirtmişlerdir.

Benzer olarak, Barney ve ark. (2009), dallı darı türünün bir defa tesis olduktan sonra düşük su varlığında bile uzun yıllar hayatta kalabilmesine rağmen, şiddetli kuraklık koşullarında kardeş uzunluğu ve sayısı, yaprak alanı ve biyokütle veriminin % 75 -80 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Güney İtalya ve Orta Yunanistan bölgelerinde yapılan 3 yıllık iki çalışmada, büyüme dönemleri boyunca yeterli miktarda sulanan dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde, sadece tesis yıllında sulanan parsellere göre dallı darı türünde ortalama % 90, kargı kamışı türünde ise %50 daha fazla biyokütle verimi sağlandığını saptanmıştır (Vamvuka ve ark., 2010; Cosentino ve ark., 2014). Sonuç olarak, yaz aylarında genellikle kurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü Akdeniz iklim koşullarında ümitvar enerji bitkileri olarak adlandırılan bu türlerden tatmin edici bir biyokütle verimi alabilmek için büyüme sezonları süresince mutlaka yoğun sulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat ne yazık ki sulamanın yüksek maliyetli bir işlem olması minimum girdi ile gerçekleştirilmesi gereken ekonomik ve sürdürülebilir bir biyokütle üretimine engel olmaktadır (Clifton-Brown ve ark., 2001; Clifton-Brown ve ark., 2004). Ayrıca sulama yüksek miktarda enerji gerektirmesinden ve azot dekompozisayonunu arttırmasından dolayı CO_2 ve N_2O salımlarına neden olmaktadır (Liebig ve ark., 2005; Prueksakorn and Gheewala, 2006; Zegada-Lizarazu ve ark., 2010).

Öte yandan, İklim değişikliği ve hızlı nüfus artışının ilerleyen yıllarda ülkemizde bir su kıtlığı problemine yol açacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizde kişi başına düşen teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir yıllık su miktarı 1500-1735 m^3 civarındadır ve ülkemiz "su azlığı" yaşayan bir ülke konumundadır. TÜİK'in tahminlerine göre 2030 yılına kadar nüfusun 100 milyona ulaşması durumunda, kişi başına kullanılabilir su miktarı yaklaşık 1000-1120 m^3'e düşeceği ve ülkemizin "su fakiri" veya bu sınırda bir ülke durumuna geleceği öngörülmektedir (Bayazit ve Avcı,1997; Anonim, 2008; Anonim, 2009; Anonim, Anonim, 2010b; Anonim, 2012). Ülkemizdeki toplam kullanılabilir suyun yaklaşık % 72-74'ünün (Anonim, 2008; Anonim, 2009) tarımsal üretimde kullanılıyor

olması da suyun daha etkin kullanılmasını ve daha az sulama gerektiren üretim modellerinin tarımda yaygınlaştırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Anılan nedenlerden dolayı, yaz kuraklığının şiddetli bir şekilde yaşandığı Akdeniz iklim bölgelerinde daha ekonomik ve sürdürülebilir bir biyokütle üretim modeli geliştirmek için ilk olarak miskantus, dallı darı ve kargı kamışının bu tür bölgelerde enerji bitkisi performanslarının ve bölge koşullarında sulanmadan yetiştirilebilen veya yetiştirilebilme potansiyeline sahip çok yıllık serin mevsim buğdaygillerinin bu türlere alternatif olup olamayacaklarının saptanması gerekmektedir. Bu sürecin sonunda genel olarak bölgelerde yapılacak bir enerji bitkileri üretiminin hangi tür veya türlerle mümkün olabileceği ortaya çıkacaktır. Bu konu aydınlığa kavuşturulmadan atılan her adımın, bölgelerin tarımsal üretim durumu, ülke ekonomisi ve ilerleyen yıllarda ülkemizin su konusunda yaşaması öngörülen sıkıntılar göz önüne alındığında faydadan çok zarar sağlaması olasıdır.

Bu itibarla, son yıllarda yarı kurak alanlarda daha ekonomik ve sürdürülebilir bir üretim modeli geliştirmek amacıyla sulanmadan yetiştirilebildikleri için en az girdi ile yüksek biyokütle verimine imkân sağlayan serin mevsim buğdaygillerinin bilimsel çalışmalara konu olma adedi artmaktadır. Bu bitkiler uzun yıllardan beri tüm dünyada yem üretimi amacıyla kullanılmalarına rağmen, son yıllarda potansiyel enerji bitkileri olarak ilgi görmekte ve farklı ekolojilerde performansları test edilmektedir (Wright, 1990; Qi ve Redmann, 1993; Wellie-Stephan, 1998; Scholz ve ark., 1998; Jasinskas ve ark., 2008; Csete ve ark., 2011; Maletta ve ark., 2012). Önceki yıllarda değişik çalışmalarla (Sağlamtimur ve ark., 1986; Tansı ve ark., 1998; Kuşvuran, 2002; Kuşvuran ve ark., 2005) yüksek verim ve uzun yaşam süreleri sayesinde Çukurova Bölgesi'ne adapte oldukları ortaya konmuş olan yumrulu yem kanyaşı (*Phalaris aquatica* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), yüksek otlak ayrığı (*Agropyron elongatum* L.), kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* L.), domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis* L.) gibi çok yıllık serin mevsim buğdaygilleri de

bölge koşullarında sulanmadan yetiştirilebildikleri için potansiyel enerji bitkileri olarak düşünülebilirler.

Bu bitkilerden olan yumrulu yem kanyaşı, anavatanı Kuzey Afrika ve Akdeniz Havzası olan ve güney bölgelerimizde doğal olarak bulunan çok yıllık, serin mevsim buğdaygil türüdür (Sağlamtimur ve ark., 1986; Tansı, 2009). Bitkinin Avusturalya, Arjantin, ABD ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde uzun yıllardan beri yem üretimi amacıyla yetiştirildiği bilinmektedir (Oram ve ark., 2009; Norton ve ark., 2012). Sıcak ve kurak yaz aylarında dormant durumda kalması ve 2.3 m derine kadar inebilen gelişmiş kök sistemi sayesinde yıllık sadece 200-250 mm yağış alan bölgelerde bile hayatta kalabilmektedir (Neal-Smith, 1955; Norton ve ark., 2012). Yüksek verim potansiyeli ve kuraklık toleransı nedeniyle Avusturalya'da yıllık ortalama yağış miktarının çok düşük olduğu yaklaşık 2.7 milyon ha'ı bulan mera alanlarında hayvan beslemede kullanılan en önemli türlerden birisidir (Oram ve ark., 2009; Norton ve ark., 2012).

Enerji bitkileri yetiştiriciliğinde biyokütle verimi kadar önemli bir diğer husus ise "biyokütle kalitesi"dir. Biyokütle kalite parametreleri kül, mineral madde, nem içerikleri ve hücre duvarı kompozisyonu veya lif (Lignin, selüloz, hemiselüloz) içeriğidir (Lewandowski ve Kicherer, 1997). Herhangi bir bitkiden elde edilen biyokütlenin enerji kaynağı olarak efektif bir şekilde kullanılabilmesi için hasat sırasında nem, mineral ve kül içeriklerinin minimum düzeyde olması gerekmektedir. Biyokütledeki nem oranının yüksek olması ısıl değeri düşürmekte, depo kayıplarını artırmakta ve biyokütlenin yakılmasını zorlaştırmaktadır (Lewandowski ve Kicherer 1997; Gillitzer ve ark., 2013). Yüksek kül oranı biyoreaktörde mucur ve tortu oluşuma neden olmakta, ayrıca biyokütlenin ısıl değerini düşürmektedir (Lewandowski ve ark., 1997). Biyokütlede özellikle azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), silisyum (Si), klor (Cl), sodyum (Na), alüminyum (Al) ve demir (Fe) gibi minerallerin yüksek miktarlarda bulunması zararlı sera gazı salımlarına neden olmakta, ayrıca yanma sırasında biyoreaktörde aşınmalara, bozulmalara, mucur ve

tortu oluşumuna yol açarak biyoreaktörün kullanım ömrünü kısaltmaktadır (Miles ve ark., 1996; McKendry, 2002; Reumerman and Van den Berg, 2002; Thompson ve ark., 2003; Monti et al., 2008a; El-Nashaar ve ark., 2009; Prochnow ve ark., 2009). Diğer taraftan yüksek lif içeriği, biyokütlenin ısıl değerini artırması ve nem içeriğini düşürmesi nedeniyle katı yakıt üretiminde arzu edilen bir durumdur (Lewandowski ve ark., 2003b).

Enerji bitkileri yetiştiriciliğinde hasat zamanı ve azot gübrelemesi biyokütle verimi ve kalitesini doğrudan etkileyen en önemli parametrelerdir. Gerek diğer bitki besin elementlerine oranla bitkiler tarafından daha fazla ihtiyaç duyulması, gerekse de protein ve klorofil sentezleri gibi yaşamsal faaliyetlerde kritik rol oynaması nedeniyle azot bitkisel üretim açısından hayati öneme sahiptir. Enerji bitkileri yetiştiriciliğinde azotun verim ve kaliteyi doğrudan etkilediği birçok araştırıcı tarafından kanıtlanmıştır (Jasisnskas ve ark., 2008; Allison ve ark., 2012). Akdeniz iklim koşullarında yapılan bazı çalışmalar azotun biyokütle verimine olumlu etkisini ortaya koymuştur (Cosentino ve ark., 2007; Mantineo ve ark., 2009). Kalite özellikleri bakımından ise, azotun biyokütlenin nem, mineral, kül, lif (selüloz, hemiselüloz, lignin) oranlarına ve biyokütlenin ısıl değerine önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (Jasinskas; 2008; Monti ve ark., 2008; Hodgson ve ark. 2010; Allison ve ark., 2012). Bu olumlu özelliklerinin yanında, azot gübrelemesi tarım alanlarında meydana gelen sera gazı salımlarının başlıca etmenlerinden birisidir (Shield ve ark., 2014). İnsan kaynaklı bir sera gazı olan azot dioksit (N_2O), CO_2'den 298 kat daha fazla küresel ısınmaya neden olmaktadır (Denman ve ark., 2007; Forster ve ark., 2007). Tarım toprakları en önemli N_2O kaynağı olup, 2005 yılında Avusturalya'da toplam N_2O salımının % 68'i tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmıştır (DCC, 2009). Dünya genelinde ise toplam sera gazı salımının % 6.2'si N_2O kaynaklıdır (IPCC, 2015). Bitkisel üretim için birim alana uygulanan azot miktarı, uygulama zamanı ve uygulanan azot gübresi çeşidi tarım alanlarından N_2O salımını etkileyen en önemli etmenlerdir (Dalal ve ark., 2003; Wassman ve Vlek, 2004). Bu bilgiler ışığında, enerji tarımında yüksek dozda azot

gübrelemesinden kaçınmak N_2O salımını azaltmak için alınması gereken önlemlerin başında gelmektedir.

Hasat zamanı biyokütle kalitesini doğrudan etkileyen en önemli parametredir. Bitkilerin aktif büyüme dönemlerinde yapılan birden fazla hasadın, elde edilen biyokütlenin nem, mineral madde ve kül içeriklerinin yüksek olmasına neden olması, enerji bitkileri yetiştiriciliğinde hasat sayısının "yılda bir kez" ile sınırlandırılmasını gerektirmektedir (Lewandowski ve Kicherer,1997; Clifton-Brown ve Lewandowski, 2002; Lewandowski ve ark., 2003a; Shinners ve ark., 2010). Nitekim, çok yıllık buğdaygil türlerinin farklı ekolojilerdeki enerji bitkileri performanslarının araştırıldığı çalışmalarda çoğunlukla tekli hasat sistemi kullanılmaktadır (Acaroğlu ve Aksoy, 2005; Mantineo ve ark., 2009; Vamvuka ve ark., 2010; Maletta ve ark., 2012). Şimdiye kadar, enerji bitkileri yetiştiriciliğinde doğru hasat zamanını saptamak amacıyla yapılan çalışmalarda genellikle kış /erken ilkbahar veya sonbahar olmak üzere iki farklı dönem üzerinde durulmuş ve doğru hasat zamanının ne zaman olduğu konusunda türlere ve bölgelere göre değişmekle birlikte farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bazı bölgelerde sıcak mevsim türleri için kış /erken ilkbahar hasadının önerilmesine neden olarak, bitkilerin kış döneminde ilkbahar büyümesi için kullanmak üzere sürgünlerinde biriktirdikleri bitki besin elementlerini rizomlarına taşımaları ve sonuç olarak sonbahar hasadına oranla daha kaliteli bir biyokütle elde edilmesi gösterilmektedir (Lewandowski ve Kicherer 1997; Lewandowski ve ark., 2003a,b; Adler ve ark., 2006; Cosentino ve ark., 2007; Smith ve Slater, 2011). Fakat bu şekildeki bir hasat sisteminde ciddi verim kayıplarının da meydana geldiği unutulmamalıdır (Christou ve ark. 1998; Adler ve ark., 2006; Lewandowski ve Heinz, 2003; Lewandowski ve ark., 2003a,b). Hasadın kış sonu veya erken ilkbahara ertelenmesinin aksine, bazı araştırıcılar hasadın sıcak mevsim türlerinin büyüme sezonlarının sonunda veya kışa girmeden, yani sonbahar döneminde yapılmasının verim kayıplarını azalttığı ve biyokütle kalitesinde ciddi bir olumsuzluk meydana getirmediğini hatta bir miktar iyileşmenin de söz konusu

olduğunu bildirmişlerdir (Christou ve ark. 1998; Shinners ve ark., 2010; Di Nasso ve ark., 2010).

Bunun yani sıra, biyokütle verimi ve kalitesi bir bölgede veya benzer iklim koşullarında hangi tür veya türlerin biyokütle enerjisi üretimi amacıyla yetiştirilmesinin en ekonomik ve sürdürülebilir olduğunu saptayabilmek için yeterli kriterler değildir. Çünkü enerji tarımının temel amacı maksimum biyokütle verimi almak değil, en az girdi ile optimum biyokütle verimi elde etmektir. Dolayısıyla yapılacak olan enerji analizleri vasıtasıyla türlerin enerji kullanım etkinlikleri saptanmalı ve uygun tür veya türlerin seçiminde dikkate alınmalıdır.

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılacak enerji analizleri tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanıp gruplandırılmasında önemli bir yaklaşımdır. Üretiminde verimi artırmak ve girdileri azaltmak için kullanılan girdi ve çıktıların dikkatli bir şekilde analiz edilmesi gereklidir (Sabah, 2010; Çelen, 2016). Enerji analizi, birçok ekonomik ve teknik kapsamlı çalışmanın yerine getirilmesini gerektirmesine karşılık, temelde pazara sunulacak olan ürün veya hizmetin üretiminin, enerji kullanım etkinliği açısından mümkün olup olmadığını irdelemek amacıyla yapılır (Kala ve Özateşler, 2006). Tarımsal üretiminin enerji kullanım etkinliği; enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği ve net enerji verimine bağlı olarak belirlenmektedir (Arıkan ve Öztürk, 2011). Enerji oranı (enerji çıktı/girdi) oranının düşük çıkması kullanılan girdilerin etkin bir şekilde kullanılmadığını işaret etmektedir (Göktolga ve ark., 2006; Baran ve Karaağaç, 2014). Enerji etkinliği değerini artırmak için ya verimin artırılması ya da girdilerin azaltılması gerekmektedir. Verimin artırılması belirli sınırlar içerisinde sağlanabilir. Fakat enerji kullanım etkinlik değeri girdilerin bilinçli bir şekilde yapılmasıyla arttırılabilir (Gözübüyük ve ark., 2012; Baran ve Karaağaç, 2014). Enerji oranı değerinin yüksek olması ise, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir (Gözübüyük ve ark., 2015). Kısacası, tarımın sürdürülebilir hale gelmesi, fosil yakıt kullanımının azaltılması, çevrenin korunması ve ekonomik

faydanın sağlanması ancak tarımsal üretimde enerjinin etkin bir şekilde kullanılması ile mümkün hale gelebilir (Bilgili, 2012).

Bu araştırmanın temel amacı; Akdeniz iklim koşullarında 4 farklı çok yıllık buğdaygil türünün (*Miscanthus x giganteus* = Miskantus, *Panicum virgatum* L. = Dallı darı, *Arundo donax* L. = Kargı kamışı, *Phalaris aquatica* L. = Yumrulu yem kanyaşı) 4 farklı azot dozu (0, 100, 150 ve 200 kg/ha) ve 2 farklı hasat zamanı (Sonbahar ve Kış)'nda verim ve kalite özellikleri, enerji kullanım etkinlikleri gibi enerji bitkisi olma performanslarını tüm yönleriyle araştırarak, bölge ve benzer iklim koşulları açısından enerji bitkisi olmaya en uygun tür veya türleri saptamaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Küresel İklim Değişikliği ve Enerji Bitkilerinin Önemi

Atmosferdeki CO_2 birikimi küresel iklim değişikliğinin ana nedenlerinden birisidir **(Lewandowski ve Kicherer, 1997). Denhez, (2007),** bir yandan fosil yakıt kullanımının hızla artışı, öte yandan fotosentez için tonlarca CO_2 harcayan ormanların ve bitkisel planktonların tahribinin, atmosferdeki CO_2 miktarının son 160 bin yılın en yüksek düzeyine ulaşmasına katkı sağladığını, 20. yüzyılın başlarında 290 ppm olan CO_2 derişiminin 2006 yılında 381 ppm düzeyine ulaştığını bildirmiştir. **Aytav ve Koçar (2013),** dünyadaki toplam CO_2 salımının son 45 yılda % 282.3 oranında artarak 33158.4 milyon tona ulaştığını bildirmiştir. **Yüksel (2008),** sıcaklık artışına bağlı olarak buzulların erimesi ve bunun sonucunda deniz seviyesinin yükselmesinin iklim değişikliğinin en olumsuz sonuçlarından birisi olduğunu bildirmiştir. **Lal ve ark. (2011),** son yüzyılda küresel sıcaklığın 0.8 ^{0}C, deniz seviyesinin ise 10-20 cm arttığını bildirmişlerdir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de küresel ısınmadan kaynaklı olarak iklimde bazı değişimlerin gözlendiği farklı araştırıcılar tarafından bildirilmiştir. **Erlat ve ark. (2015),** Türkiye'de ölçülen rekor minimum hava sıcaklığı frekansının 1950'li yıllardan günümüze doğru azaldığını, rekor maksimum hava sıcaklığı frekansında ise bir artış olduğunu ve bu artışın özellikle 2000'li yıllarla birlikte belirginleştiğini ve rekor maksimum sıcaklık olaylarının yarısının 2000-2014 döneminde kaydedildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar, küresel sıcaklık artışının bugünkü düzeyinde ya da üzerinde sürmesi durumunda iklim sisteminde 21. yüzyıl süresince 20. yüzyılda gözlenenden daha büyük değişikliklere neden olabileceğini ve bu durumun içinde bulunduğumuz yüzyılda rekor maksimum hava sıcaklıkları frekansının daha da artmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir. **Türkeş ve ark. (2016),** 1950-2010 yılları arasında Türkiye'deki iklimsel değişikliklerin en fazla yağış bölgelerinde gözlendiğini, 1980 yılından sonra Türkiye'nin kuzey ve doğu bölgelerinde yağış miktarında artış olduğunu fakat batı,

İç Anadolu ve yaz aylarının genellikle kurak geçtiği Akdeniz iklim bölgelerinde yağış miktarında azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar, iklimde görülen bu değişikliklerden ötürü Türkiye'nin büyük çoğunluğu için gelecekte kuraklık riski olduğunu ve bu durumun politikacılar, kamu ve özel kuruluşlar, üniversiteler ve sivil toplum örgütleri tarafından dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir. **Topal ve Arslan (2008),** ülkemizde enerji ihtiyacının büyük bölümünün fosil yakıtlardan karşılandığını fakat çevreye zarar veren ve ülkemizi dışa bağımlı hale getiren bu yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasının hem ekonomik hem de çevresel açıdan oldukça faydalı olabileceğini bildirmişlerdir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında çevreyi kirletmeden, sürdürülebilirlik özelliğine sahip ve her şeyden önemlisi güneş ışığı var oldukça tükenmez bir enerji kaynağı olan enerji bitkileri önemli bir yer tutmaktadır. Bunlar içerisinde çok yıllık buğdaygiller sahip oldukları avantajlar nedeniyle son yıllarda yaygın olarak tercih edilmektedirler. **Lewandowski ve ark. (2003a,b),** çok yıllık buğdaygillerin düşük bitki besin elementi istekleri, yüksek biyokütle verimleri ve insan kaynaklı CO_2 salımını azaltmaya önemli miktarda katkı yapmaları nedeniyle biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılmaya çok uygun bitkiler olduklarını bildirmişlerdir.

2.2. Enerji Bitkisi Olarak Kullanılan Çok Yıllık Buğdaygiller ve Biyokütle Üretim Potansiyelleri

Jasinskas ve ark. (2008), Avrupa ve Amerika kıtalarında yürüttükleri geniş kapsamlı çalışmalar sonucunda miskantus, dallı darı, kargı kamışı ve yem kanyaşının çok yıllık buğdaygiller içerisinde enerji bitkisi olarak kullanılabilecek en ümitvar türler olduklarını bildirmişlerdir.

Bunun yanında, ekolojik koşullar o bölgede yetiştirilebilecek en uygun enerji bitkisini belirlemede en öncelikli unsurlardan birisidir. Dolayısıyla çok yıllık

buğdaygiller arasında da yetiştirildikleri bölgelere göre farklılıklar söz konusu olabilmektedir.

Ercoli ve ark. (1999), İtalya'nın Piza bölgesinde yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri kuru madde veriminin 27 t/ha olduğunu, iyi sulama koşulları ile birlikte azot gübrelemesinin verimi önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. **Clifton-Brown ve ark. (2001),** 15 farklı miskantus genotipini 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, Danimarka, Almanya, İngiltere ve Portekiz) verim potansiyelleri bakımından karşılaştırmışlar ve en yüksek kuru madde veriminin 40.9 t/ha ile Portekiz'de alındığını fakat büyüme sezonu boyunca meydana gelen kurak iklim şartlarından ötürü gerek duyulduğunda sulama yapıldığını belirtmişlerdir. **Price ve ark. (2004),** İngiltere'de 7 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada miskantus türünden 0.5 – 23.5 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Lewandowski ve Schmidt (2006),** Güneybatı Almanya'da yem kanyaşı, miskantus ve tritikale türlerinin enerji bitkisi olma performanslarını araştırdıkları çalışmada en yüksek kuru madde verimi (8 – 38 t/ha), net enerji verimi (115 – 590 GJ/ha) ve enerji oranı (8-51) değerlerin miskantus türünden elde ettiklerini ve dolayısıyla miskantusun bölge koşullarında sürdürülebilir bir biyokütle enerjisi üretimi açısından yetiştirilebilecek en uygun tür olduğunu bildirmişlerdir. **Styles ve ark. (2008),** İrlanda'nın Dublin bölgesinde yürüttükleri çalışmada miskantus türünden 6.5 – 26 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Rosser ve ark. (2012),** Kanada'da 3 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada miskantus türünden 0.01 – 24.43 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Gauder ve ark. (2012),** Güneybatı Almanya'da 3 farklı türe ait (*M. sinensis*, *M. sacchariflorus* ve *M. x giganteus*) 15 farklı miskantus genotipini verim potansiyelleri yönünden karşılaştırdıkları 14 yıllık çalışmada, en yüksek ortalama kuru madde veriminin 14.1 t/ha ile *M. x giganteus* türünden elde ettiklerini ve büyüme sezonu içerisinde meydana gelen yağış miktarının kuru madde verimini büyük ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, kış aylarında meydana gelen yoğun kar

yağışlarının bitki türlerinde görülen verim kayıplarının en önemli nedeni olduğu bildirilmiştir. **Borkowska ve Molas (2013),** Polonya'nın Lublin bölgesinde yürüttükleri 4 yıllık çalışmada miskantus türünden elde ettikleri bitki boyu değerlerinin 200.3 – 327.9 cm, sap çapı değerlerinin 7.75 – 9.78 mm ve kuru madde verimi değerlerinin 2.40 – 29.43 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Knörzer ve ark. (2013),** Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada miskantus türünün yaş biyokütle veriminin 19 – 25 t/ha, kuru madde verimi değerlerinin ise 13-18 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Geren ve ark. (2014),** İzmir Bornova koşullarında 2 yıl süreyle yürüttükleri çalışmada miskantus türünün bölge koşullarına çok iyi derecede adapte olabildiğini ve kuru madde veriminin ise 17.10 – 24.36 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Wright (1990),** ABD'nin Ohio bölgesinde dallı darı türünden 4.7 – 6.9 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Sanderson ve ark. (1997),** ABD'nin Teksas bölgesinde dallı darı türünden 7.34 - 9.98 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Madakadze ve ark. (1998)**, Kanada'nın Montreal bölgesinde 3 farklı dallı darı çeşidinden (Cave-in-Rock, Pathfinder ve Sunburst) 10.6 – 12.2 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Christian ve ark. (2002),** Kuzey Amerika'da 7 farklı dallı darı çeşidi ile yaptıkları çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 8.8 – 13.9 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Jefferson ve ark. (2002),** Kanada'da 7 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden 0.1 – 7 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Lemus ve ark. (2002),** ABD'nin Güney Iowa bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 6.8 – 13.1 t/ha arasında değiştiğini, ortalama kuru madde veriminin ise 9 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. **Walsh ve ark. (2003),** ABD'de 9 farklı lokasyonda yaptıkları çalışmada dallı darı türünden 4.5–15.1 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Fike ve ark. (2006a),** ABD'de 8 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada, ova tipi dallı darı ekotiplerinden 15.8 t/ha, yayla tipi dallı darı ekotiplerinden ise 12.6 t/ha ortalama kuru madde verimi

elde ettiklerini ve ikili hasat sisteminde tekli hasada kıyasla ovalık ekotiplerinde ortalama % 8, yaylalık ekotiplerinde ise % 36 oranında kuru madde verimi artışının olduğunu bildirmişlerdir. **Monti ve ark. (2008b),** İtalya'nın Bologna bölgesinde tekli ve ikili hasat sistemlerinin yaylalık ve ovalık dallı darı ekotiplerinin biyokütle verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada ovalık ekotiplerinden 14.9 t/ha, yaylalık ekotiplerinden ise 11.7 t/ha ortalama kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar, tekli hasadın biyokütle verimini önemli ölçüde düşürmesine rağmen daha yüksek biyokütle kalitesi sağlamasından ötürü tercih edilmesi gerektiği vurgulamışlardır. **Alexopoulou ve ark. (2008),** İtalya'nın Trisaia ve Yunanistan'ın Aliartas bölgelerinde 16 farklı dallı darı çeşidi ile 5 yıl süreyle yaptıkları çalışmada, çeşitlerden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerlerinin 2.2 – 17.9 t/ha arasında değiştiğini, en yüksek kuru madde verimine 3. büyüme sezonu sonunda ulaştıklarını, fakat bu yıldan sonra verimlerde azalma olduğunu ve elde edilen en yüksek kuru madde verimi değerinin İtalya'da 20.8 t/ha, Yunanistan'da ise 18.1 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. **Lemus ve ark. (2007),** Güneydoğu ABD'de 8 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettiklerini kuru madde verimi değerlerinin 7.4 – 27.4 t/ha arasında değiştiğini, ortalama kuru madde veriminin ise 15.9 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. **Vamvuka ve ark. (2010),** Orta Yunanistan'da yürüttükleri çalışmada dallı darı türünün önceleri ABD ve Kanada'da enerji bitkisi olarak kullanıldığını ancak son yıllarda Avrupa'da da gittikçe artan bir şekilde önem kazandığını, ayrıca bölge koşullarında 8.4 – 24 t/ha arasında kuru madde verimi sağladığını bildirmişlerdir. **Masse ve ark. (2011),** Kanada'nın Quebec bölgesinde yaptıkları çalışmada dallı darı türünden 2.74 – 12.61 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Mangan ve ark. (2011),** ABD'nin Minnoseta bölgesinde dallı darı türünden 0.2 – 8.5 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Berti ve Johnson (2013),** ABD'nin Kuzey Dakota bölgesinde dallı darı tarımında en uygun ekim derinliği ve sıklığını saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada, dallı darı türünden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 0.2 – 7.5 t/ha

arasında değiştiğini ve en yüksek kuru madde veriminin 13 mm ekim derinliği ve 175 bitki/m^2 ekim sıklığından elde edildiğini bildirmişlerdir. **Boehmel ve ark. (2008),** Güneybatı Almanya'da yürüttükleri 4 yıllık çalışmada miskantus türünden 18.1 t/ha ortalama kuru madde verimi ve 224 – 277 GJ/ha arasında net enerji verimi; dallı darı türünden ise 14.1 t/ha ortalama kuru madde verimi ve 140 – 230 GJ/ha arasında net enerji verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Aravindhakshan ve ark. (2010),** ABD'nin Oklahoma bölgesinde yaptıkları çalışmada miskantus ve dallı darı türlerinden sırasıyla 12.39 ve 15.87 t/ha kuru madde verimi elde ettiklerini ve üretim ve taşıma maliyetleri toplamını ise miskantus için 51.7 $/t ve dallı darı için 43.9 $/t bulduklarını bildirmişlerdir. İlaveten, araştırıcılar kömür üretim ve taşıma maliyetlerinin daha düşük olmasından dolayı karbon vergisi gibi devlet destekleri olmaksızın biyokütlenin bölge koşullarında elektrik üretimi için ekonomik bir kaynak olmadığını bildirmişlerdir. **Propheter ve ark. (2010),** ABD'nin Kuzey Kansas bölgesinde yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 3.3 – 12.8 t/ha, dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin ise 4.1 – 9.2 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Johnson ve ark. (2013),** ABD'nin Minnesota bölgesinde yürüttükleri 4 yıllık çalışmada miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 1.8 – 35.3 t/ha, dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin ise 7.3 – 10.7 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Arundale ve ark. (2014a),** ABD'nin Iowa bölgesindeki 7 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 23.4 – 28.9 t/ha, dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin ise 10.3 – 13.6 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Molari ve ark. (2014),** İtalya'da 4 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 4 – 98.7 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Di Candilo ve ark. (2005),** İtalya'nın Padova ovasında yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 8 – 30 t/ha, kargı kamışı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin ise 22- 42 t/ha

arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Cosentino ve ark. (2006),** İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 39 farklı kargı kamışı klonunu biyokütle verimi ve verim özellikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Araştırmada kargı kamışı klonlarından elde ettikleri bitki boyu değerlerinin 232.5 - 414.3 cm, sap çapı değerlerinin 14.0-21.5 mm ve kuru madde verimi değerlerinin 7.3 – 34.2 t/ha arasında değiştiğini, ayrıca tesis yılında 10.6 t/ha olan ortalama kuru madde verimi değerinin 2.yılda 22.1 t/ha'a yükseldiğini bildirmişlerdir. **Angelini ve ark. (2009),** İtalya'nın Piza bölgesinde yürüttükleri 12 yıllık çalışmada miskantus türünden elde ettikleri bitki boyu değerlerinin 110-390 cm, sap çapı değerlerinin 6 – 12 mm, kuru madde verimi değerlerinin 10 - 48 t/ha, net enerji verimi değerlerinin 156 -846 GJ/ha, enerji oranı değerlerinin 10-71; kargı kamışı türünden elde ettikleri bitki boyu değerlerinin 320 – 420 cm, sap çapı değerlerinin 13-20 mm, kuru madde verimi değerlerinin 29 – 51 t/ha, net enerji verimi değerlerinin 377 - 891 GJ/ha ve enerji oranı değerlerinin 30 – 75 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Erikson ve ark. (2012),** ABD'nin Florida eyaletinde yürüttükleri 2 yıllık çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri sap çapı değerlerinin 13.5 – 14.8 mm, kuru madde verimi değerlerinin ise 13.5 – 29.1 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Scordia ve ark. (2015),** Yunanistan'nın Aliartos bölgesinde yaptıkları çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri sap çapı değerlerinin 22.4 – 26.1 mm, kuru madde verimi değerlerinin ise 5 – 55.3 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Burner ve ark. (2015),** ABD'nin Arkansas bölgesinde yaptıkları çalışmada miskantus türünden elde ettikleri ortalama sap çapı değerinin 6.8 mm, ortalama kuru madde verimi değerinin 13.1 t/ha; kargı kamışı türünden elde ettikleri ortalama sap çapı değerinin 23.2 mm, ortalama kuru madde verimi değerinin ise 41.5 t/ha olduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Biyokütle Kalitesi

Biyokütle enerjisi üretiminde biyokütle kalitesi biyokütle verimi kadar önemli bir husustur. **Lewandowski ve Kicherer (1997),** Biyokütle kalite parametrelerinin kül, mineral madde, nem ve hücre duvarı kompozisyonu veya lif (Lignin, selüloz, hemiselüloz) içerikleri olduğunu ve herhangi bir bitkiden elde edilen biyokütlenin enerji kaynağı olarak efektif bir şekilde kullanılabilmesi için hasat sırasında nem, mineral ve kül içeriklerinin minimum düzeyde olması gerektiğini, lif içeriğinin ise ısıl değeri artırmasından ötürü yüksek olması gerektiğini bildirmişlerdir. **Obernberger ve ark. (2006),** Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijenin (O) katı yakıtlarda brüt ısıl değeri belirleyen en önemli bileşenler olduğunu, ayrıca hidrojenin net ısıl değeri attırdığını bildirmişlerdir. **Prochnow ve ark. (2009),** Biyokütledeki klorun (Cl) biyoreaktörün tabanında birikinti ve aşınma oluşuma, ayrıca hidrojen klorid (HCl), dioksin ve furan salımlarına neden olduğunu ve kuru maddedeki oranının % 0.1'i geçmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. İlaveten, araştırıcılar biyokütledeki kül oranının ısıl değeri doğrudan etkilemesi ve biyoreaktörün tabanında mucur, tortu oluşumuna ve aşınmalara neden olması nedeniyle en önemli kalite parametrelerinden biri olduğunu ve külü oluşturan başlıca elementlerin alüminyum (Al), kalsiyum (Ca), demir (Fe), potasyum (K), fosfor (P), sodyum (Na), magnezyum (Mg), silisyum (Si) ve titanyum (Ti) olduğunu bildirmişlerdir. **Coulson ve ark. (2002),** miskantus türünün kül oranı değerlerinin % 1.98 - 9.03, dallı darı türünün kül oranı değerlerinin % 5.15 - 22.03, kargı kamışı türünün kül oranı değerlerinin ise % 4.18 - 8.88 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Dahl ve Obernberger (2004),** miskantus türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 2.3, azot oranı değerinin % 0.16, potasyum oranı değerinin % 0.14, kalsiyum oranı değerinin % 0.18, sodyum oranı değerinin % 0.14, silisyum oranı değerinin 7.31 mg/kg; dallı darı türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 8.3, azot oranı değerinin % 0.67, potasyum oranı değerinin % 0.14, kalsiyum oranı

değerinin % 0.65, sodyum oranı değerinin % 0.13, silisyum oranı değerinin 14.99 mg/kg; kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 6.1, azot oranı değerinin % 0.71, potasyum oranı değerinin % 0.65, kalsiyum oranı değerinin % 0.33, sodyum oranı değerinin % 0.65 ve silisyum oranı değerinin ise 13.92 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. **Grigatti ve ark. (2004),** İtalya'nın Bologna bölgesinde dallı darı türünde saptadıkları kül oranı değerlerinin % 4.4 - 6.1, azot oranı değerlerinin ise % 0.64 – 0.89 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Ververis ve ark. (2004),** dallı darı türünde saptadıkları lignin oranı değerlerinin % 26.7 – 28.5, selüloz oranının % 39.1 – 43.7 ve miskantus türünde saptadıkları kül oranı değerlerinin ise % 1.7 – 2.1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Basso ve ark. (2005),** kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 4.6, ortalama azot oranı değerinin % 0.3 ve ortalama lignin oranı değerinin ise % 23 olduğunu bildirmişlerdir. **Monti ve ark. (2008a)**, İtalya'nın Bologna bölgesinde miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerini biyokütle kalitesi özellikleri yönünden karşılaştırdıkları çalışmada, en düşük kül (% 1.9), azot (% 0.16), fosfor (% 0.015), magnezyum (% 0.086), kükürt (% 0.034), silisyum (% 0.45) oranlarını miskantus türünden; en düşük sodyum (% 0.013) ve kalsiyum (% 0.097) oranlarını ise kargı kamışı türünden elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Xiong ve ark. (2008),** Kuzey Çin'de yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde saptadıkları kül oranı değerlerinin % 3.48 - 5.19, azot oranı değerlerinin % 0.24 – 50, fosfor oranı değerlerinin % 0.02 – 0.04, potasyum oranı değerlerinin % 0.21 – 0.27, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.25 – 0.28 ve silisyum oranı değerlerinin ise % 0.93 – 1.13 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Heaton ve ark. (2009),** ABD'nin Illinois bölgesindeki 3 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada, miskantus türünde saptadıkları azot oranı değerlerinin % 0.29 – 1.63, dallı darı türünde saptadıkları azot oranı değerlerinin ise % 0.49 – 1.65 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Smith ve Slater (2010),** miskantus türünde saptadıkları azot oranı değerlerinin % 0.20 - 1.27, fosfor oranı değerlerinin % 0.09 - 0.34, potasyum oranı değerlerinin % 0.28 - 1.05, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.09 - 0.18, magnezyum oranı

değerlerinin % 0.08 - 0.15, kükürt oranı değerlerinin % 0.03 - 0.13, demir oranı değerlerinin 19.3 -101 ppm, bakır oranı değerlerinin 0.3-6.2 ppm; kargı kamışı türünde saptadıkları azot oranı değerlerinin % 0.31 - 1.94, fosfor oranı değerlerinin % 0.14 - 0.31, potasyum oranı değerlerinin % 0.97 - 1.99, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.05 - 0.21, magnezyum oranı değerlerinin % 0.06 - 0.10, kükürt oranı değerlerinin % 0.10 - 0.20, demir oranı değerlerinin 32-97 ppm ve bakır oranı değerlerinin ise 1.2-10.5 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Di Nasso ve ark. (2010),** İtalya'nın Piza bölgesinde yaptıkları çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri kül oranı değerlerinin % 4 – 8 arasında değiştiğini, ortalama azot oranının % 0.6 olduğunu bildirmişlerdir. **Di Nasso ve ark. (2011),** İtalya'nın Piza bölgesinde yaptıkları çalışmada kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama lignin oranı değerinin % 8, selüloz oranı değerinin % 38 ve hemiselüloz oranı değerinin ise % 25 olduğunu bildirmişlerdir. **Allison ve ark. (2011),** *M. x sinensis, M. x sacchariflorus* ve *M. x giganteus* türlerine ait 15 farklı miskantus genotipinin lif oranlarını saptamışlardır. Çalışmada en yüksek lignin selüloz ve en düşük hemiselüloz oranları *M. x giganteus* türüne ait genotiplerden elde edilmiş olup, *M. x giganteus* türüne ait genotiplerde lignin oranı değerlerinin % 11.08 – 12.06, selüloz oranı değerlerinin % 45.80 - 48.11 ve hemiselüloz oranı değerlerinin ise % 27.22 – 31.78 arasında değiştiği bildirilmiştir. **Knoll ve ark. (2012),** ABD'nin Georgia bölgesinde yaptıkları çalışmada dallı darı türünün kül oranı değerlerinin % 1.58 - 4.04, azot oranı değerlerinin % 0.30 - 0.15, potasyum oranı değerlerinin % 0.21 – 0.61; kargı kamışı türünün kül oranı değerlerinin % 3.41 - 6.09, azot oranı değerlerinin % 0.29 - 0.69 ve potasyum oranı değerlerinin ise % 0.39 – 0.98 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Qin ve ark. (2012),** farklı miskantus türlerinin biyokütle kalite özelliklerini saptadıkları çalışmada, kül oranı değerlerinin % 1.72 – 12.69, nem oranı değerlerinin % 17.67 – 79.88, lignin oranı değerlerinin % 4.61 – 18.64, selüloz oranı değerlerinin % 25.69 – 53.94 ve hemiselüloz oranı değerlerinin ise % 18.17 - 42.80 arasında değiştiği bildirilmiştir. **Ragaglini ve ark. (2014),** İtalya'nın Piza bölgesinde yaptıkları çalışmada kargı kamışı türünde saptadıkları

azot oranı değerlerinin % 0.41 – 0.75 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **E Silva ve ark. (2015),** kargı kamışı türünde saptadıkları lignin oranı değerlerinin % 10.05 – 24.75, selüloz oranı değerlerinin % 31.10 - 72.17, hemiselüloz oranı değerlerinin % 11.53 – 35.27 arasında değiştiğini ve ortalama kül oranı değerinin ise % 6.1 olduğunu bildirmişlerdir. **Fagnano ve ark. (2015),** Güney İtalya'da kargı kamışı türünün yapraklarındaki azot oranı değerlerinin % 0.74 – 1.05, saplarındaki azot oranı değerlerinin ise % 0.29 – 0.38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Karp ve Shield (2008),** miskantus ve dallı darı türlerinde biyokütle kalite özelliklerini araştırdıkları çalışmada, miskantus türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 2, ortalama lignin oranı değerinin % 10.5, ortalama selüloz oranı değerinin % 57.6, ortalama hemiselüloz oranı değerinin % 28; dallı darı türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 3.7, ortalama lignin oranı değerinin % 6.1, ortalama selüloz oranı değerinin % 31.6 ve ortalama hemiselüloz oranı değerinin ise % 36 olduğunu saptamışlardır. **Aysu ve Küçük (2013),** kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama lignin oranı değerinin % 27.1 ve ortalama selüloz oranı değerinin ise % 40.9 olduğunu bildirmişlerdir. **Shatalov ve Pererira (2012),** kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama kül oranı değerinin % 5.04, ortalama lignin oranı değerinin % 24.02, ortalama selüloz oranı değerinin % 33.85 ve ortalama hemiselüloz oranı değerinin ise % 25.61 olduğunu bildirmişlerdir. **Galletti ve ark. (2013),** İtalya'nın Piza bölgesinde kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama lignin oranı değerinin % 21.7, ortalama selüloz oranı değerinin % 36.6 ve ortalama hemiselüloz oranı değerinin ise % 24.6 olduğunu bildirmişlerdir. **Yang ve Li (2014),** ABD'nin Ohio bölgesinde kargı kamışı türünde saptadıkları ortalama lignin oranı değerinin % 33.85, ortalama selüloz oranı değerinin % 20.62 ve ortalama hemiselüloz oranı değerinin ise % 6.88 olarak tayin etmişlerdir.

2.4. Azot Gübrelemesi ve Hasat Zamanının Biyokütle Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Enerji bitkileri yetiştiriciliğinde hasat zamanı ve azot gübrelemesi biyokütle verimi ve kalitesini doğrudan etkileyen en önemli parametrelerdir. Farklı ekolojik koşullarda yapılan çalışmalarda azot gübrelemesinin enerji bitkilerinin biyokütle verim ve kalitelerine etkisi aşağıdaki gibi olmuştur.

Vogel ve ark. (2002), ABD'nin Iowa bölgesindeki 2 farklı lokasyonda farklı azot dozlarının (0, 60, 120, 180, 240 ve 300 kg/ha) dallı darı türünün biyokütle verimi ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 10.5 – 12.6 t/ha, azot oranı değerlerinin ise % 0.83 – 1.85 arasında değiştiğini ve azot dozlarının hem kuru madde verimi hem de azot oranını önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. **Acaroğlu ve Aksoy (2005),** Konya ovası koşullarında farklı azot dozlarının (0, 50, 100, 150 ve 200 kg/ha) miskantus türünün biyokütle ve enerji verimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri 3 yıllık çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 1.495 – 13.192 t/ha, net enerji verimi değerlerinin ise 26.16 – 230.86 GJ/ha arasında değiştiğini ve en yüksek kuru madde ve net enerji verimi değerlerinin 100 kg/ha azot dozundan elde edildiğini bildirmişlerdir. **Fike ve ark. (2006b),** Güneydoğu ABD'de yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulamasının dallı darı türünün biyokütle verimi ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, kuru madde verimi değerlerinin 10.4 – 19.1 t/ha arasında değiştiğini ve ortalama kuru madde verimi değerinin 14.1 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. **Cosentino ve ark. (2007),** İtalya'nın Katanya bölgesinde farklı azot dozları (0, 60 ve 120 kg/ha) ve sulama miktarlarının miskantus türünün biyokütle verim ve verim parametrelerine etkilerini araştırmak amacıyla 3 yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada azot dozları miskantus türünden elde edilen kuru madde verimi ve bitki boyu değerlerini önemli düzeyde etkilemiş olup, kuru madde verimi değerleri 3.9 – 27 t/ha, bitki boyu değerleri ise 161 - 334.3 cm arasında değişmiştir. Ayrıca araştırmada, yüksek sulama miktarlarında azot gübrelemesinin kuru madde

verimini önemli ölçüde artırdığı ve 60 kg/ha azot dozunun optimum biyokütle üretimi için yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. **Danalatos ve ark. (2007),** Yunanistan'ın Velestino bölgesinde farklı azot dozları (50 ve 100 kg/ha) ve bitki sıklıklarının miskantus türünün biyokütle verimi ve verim parametrelerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, azot gübrelemesinin kuru madde verimine önemli bir etkisinin olmadığını ve miskantus türünden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 3.9 - 38.06 t/ha, bitki boyu değerlerinin ise 170 - 323 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Mantineo ve ark. (2009),** İtalya'nın Katanya bölgesinde farklı azot dozlarının (50 ve 100 kg/ha) miskantus ve kargı kamışı türlerinin biyokütle ve enerji üretkenliğine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 2.5 – 26.9 t/ha, net enerji verimi değerlerinin 4.8 – 479.9 GJ/ha, enerji oranı değerlerinin 1.1 – 157.4, kül oranı değerlerinin % 2.3-7.4; kargı kamışı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 6.1 - 38.8 t/ha, net enerji verimi değerlerinin 65.3-568 GJ/ha, enerji oranı değerlerinin 2.9 – 199.6, kül oranı değerlerinin % 3.5-5.5 arasında değiştiğini ve azot dozlarının miskantus türünün kuru madde verimi, net enerji verimi ve kül oranına önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. **Jung ve Lal (2011),** ABD'nin Ohio bölgesindeki 3 farklı lokasyonda 4 farklı azot dozunun (0, 50, 100 ve 200 kg/ha) dallı darı türünün biyokütle verimine etkilerini araştırdıkları 2 yıllık çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 5.3 - 26.1 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Nikiema ve ark. (2011),** ABD'nin Michigan bölgesinde farklı azot dozlarının (0, 56 ve 112 kg/ha) dallı darı türünün biyokütle verim ve kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 4.83 – 11.93 t/ha, azot oranı değerlerinin % 0.55 – 0.75, potasyum oranı değerlerinin % 0.25 – 0.35, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.27 – 0.29, magnezyum oranı değerlerinin % 0.13 – 0.14 arasında değiştiğini ve azot dozlarının kuru madde verimi ve azot oranı dışındaki diğer özelliklere önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. **Dohleman ve ark. (2012),** ABD'nin Illinois bölgesinde farklı hasat zamanlarında (Sonbahar ve Kış) miskantus ve dallı

darı türlerini biyokütle üretim potansiyelleri yönünden karşılaştırdıkları 3 yıllık çalışmada, miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin sonbahar hasadında 39-52.2 t/ha, kış hasadında 44.1-36.3 t/ha; dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin ise sonbahar hasadında 15.6-25.9 t/ha ve kış hasadında 10.5-14.7 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Kering ve ark. (2012a),** ABD'nin Oklahoma bölgesinde farklı azot dozlarının (0, 56, 112 ve 168 kg/ha) miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin biyokütle verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 3.4 – 6 t/ha, azot oranı değerlerinin % 0.79 – 2.03, fosfor oranı değerlerinin % 0.018 – 0.23, potasyum oranı değerlerinin % 0.72 – 2.27, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.36 – 0.49, magnezyum oranı değerlerinin % 0.25 – 0.39; dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 14.7 - 19.7 t/ha, azot oranı değerlerinin % 0.37 – 1.89, fosfor oranı değerlerinin % 0.092 – 0.24, potasyum oranı değerlerinin % 0.72 – 2.28, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.23 – 0.39, magnezyum oranı değerlerinin % 0.24 – 0.44; kargı kamışı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 17.2 – 33.2 t/ha, azot oranı değerlerinin % 0.93 – 3.38, fosfor oranı değerlerinin % 0.11 – 0.28, potasyum oranı değerlerinin % 0.51 – 1.99, kalsiyum oranı değerlerinin % 0.46– 0.65 ve magnezyum oranı değerlerinin ise % 0.34 –0.61 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Boyer ve ark. (2013),** ABD'nin Tennessee bölgesinde 4 farklı azot dozunun (0, 67, 134 ve 200 kg/ha) dallı darı türünün biyokütle verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 3.68 – 27.41 t/ha arasında değiştiğini, azot gübrelemesinin kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini ve 67 kg/ha azot dozunun optimum biyokütle üretimi için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. **Cosentino ve ark. (2014),** İtalya'nın Katanya bölgesinde farklı azot dozlarının (0, 60 ve 120 kg/ha) kargı kamışı türünün biyokütle verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 11 – 28.9 t/ha arasında değiştiğini, en yüksek değerin 120 kg/ha azot dozu uygulamasından, en düşük değerin ise 0 kg/ha azot dozu

uygulamasından elde edildiğini ve azot gübrelemesinin kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir. **Giannoulis ve Danalatos (2014),** Orta Yunanistan bölgesinde bulunan 2 farklı lokasyonda 3 farklı azot dozunun (0, 80 ve 160 kg/ha) dallı darı türünün biyokütle verim ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 9.96 - 27.7 t/ha, azot oranı değerlerinin % 0.21 – 0.51, fosfor oranı değerlerinin % 0.024 – 0.090, potasyum oranı değerlerinin ise % 0.58 – 0.71 arasında değiştiğini ve azot gübrelemesinin incelenen özelliklere önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. **Shield ve ark. (2014),** İngiltere'nin Bedfordshire bölgesinde farklı azot dozlarının (0, 100, 150, 200 ve 250 kg/ha) miskantus türünün biyokütle verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde madde verimi değerleri 7.77 – 16.12 t/ha arasında değişmiş olup, en yüksek kuru madde verimi 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş fakat optimum verim için 100 kg/ha azot dozu uygulamasının yeterli olduğu bildirilmiştir. İlaveten, çalışmada miskantus türünden elde edilen azot oranı değerleri % 0.11 – 0.53, potasyum oranı değerleri % 0.31 – 0.80 ve kükürt oranı değerleri % 0.023 -0.063 arasında değişmiştir. Çalışmada azot dozu uygulamaları miskantus türünün kükürt ve potasyum oranlarını önemli düzeyde etkilemiştir. **Hanies ve ark. (2015),** ABD'nin Kuzey Karolina bölgesinde farklı azot dozlarının (0, 45, 90 ve 135 kg/ha) miskantus türünün biyokütle verim ve verim parametrelerine etkilerini araştırmak üzere yürüttükleri 3 yıllık çalışmada, miskantus türünden elde ettikleri bitki boyu değerlerinin 193 – 320 cm ve kuru madde verimi değerlerinin ise 2.27 - 23.97 t/ha arasında değiştiğini, azot gübrelemesinin kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini fakat 45 kg/ha azot dozundan daha yüksek olan azot dozu uygulamalarının kuru madde verimine ilave bir yararının olmadığını bildirmişlerdir. **Monti ve Lizarazu (2016),** İtalya'nın Bologna bölgesinde farklı azot dozlarının (0, 80 ve 160 kg/ha) kargı kamışı türünün biyokütle verim ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri 16 yıllık çalışmada kuru madde verimi değerleri 16.2 – 19.5 t/ha arasında değişmiş

olup, en yüksek değer 160 kg/ha azot dozu uygulamasından, en düşük değer ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş ve azot dozları kuru madde verimini önemli düzeyde etkilemiştir. Çalışmadan elde edilen azot oranı değerleri ise % 0.49 – 0.61 arasında değişmiş olup, en yüksek değer 160 kg/ha azot dozu uygulamasından, en düşük değer ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş ve azot dozları azot oranını önemli düzeyde etkilemiştir. **Christou ve ark. (1998),** Orta Yunanistan'da yaptıkları çalışmada kargı kamışı bitkisinde ilkbahar hasadının kış döneminde verim kayıplarını artırdığını, sonbahar hasadının ise verim kayıplarını engel olmakla kalmayıp, aynı zamanda bitkilerin tarlada doğal olarak kurumasına olanak verdiğini ifade etmişlerdir.

Hasat zamanı biyokütle kalitesini doğrudan etkileyen en önemli parametredir. Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda, enerji bitkileri yetiştiriciliğinde doğru hasat zamanını saptamanın yanma sırasında sorun teşkil etmeyen bir biyokütle üretiminin temel şartı olduğunu, hatta bu uğurda bir miktar verim kaybının dahi göz ardı edilebileceği vurgulanmıştır. Şimdiye kadar, enerji bitkileri yetiştiriciliğinde doğru hasat zamanını saptamak amacıyla yapılan çalışmalarda genellikle kış sonu/erken ilkbahar veya sonbahar olmak üzere iki farklı dönem üzerinde durulmakla birlikte doğru hasat zamanının ne zaman olduğu konusunda türlere ve bölgelere göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. **Clifton-Brown ve Lewandowski (2002),** Almanya'nın Stuttgart bölgesinde farklı hasat zamanlarının (Sonbahar ve Erken ilkbahar) miskantus türünün biyokütle verim ve kalitesine etkileri araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 1.9 – 25.5 t/ha, sap çapı değerlerinin 7 – 8.2 mm, azot oranı değerlerinin % 0.26 - 1.59, kül oranı değerlerinin % 2.5 - 9.4 ve nem oranı değerlerinin % 35.4 - 57.4 arasında değiştiğini, erken ilkbahar hasadının kuru madde verimini % 12 - 23 oranında düşürdüğünü fakat kül, azot ve nem oranlarını da düşürmesi nedeniyle biyokütle kalitesini artırdığını bildirmişlerdir. **Lewandowski ve ark. (2003a),** Avrupa'nın 5 farklı ülkesinde (İsveç, İngiltere, Almanya, Danimarka ve Portekiz) farklı hasat zamanlarının (Sonbahar ve

Kış/İlkbahar) miskantus türünün biyokütle verim ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 9.2-37.8 t/ha, azot oranı değerlerinin % 0.20 – 0.49, potasyum oranı değerlerinin % 0.34 – 1.32, kül oranı değerlerinin % 1.71 – 4.32 arasında değiştiğini ve hasadın kış veya erken ilkbahara ertelenmesi sonucu kuru madde verimi, azot, potasyum ve kül oranlarının önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. **Lewandowski ve Heinz (2003),** Almanya'nın Stuttgart bölgesinde yürüttükleri çalışmada kış hasadının miskantus türünün kuru madde verimi, azot oranı, potasyum, klor ve kükürt oranı değerlerini önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmişlerdir. **Angelini ve ark. (2005),** İtalya'nın Piza bölgesinde farklı hasat zamanlarının (Sonbahar ve Kış) kargı kamışı türünün biyokütle ve enerji verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada yaş biyokütle verimi değerlerinin 36 – 109 t/ha, kuru madde verimi değerlerinin 13 – 47 t/ha, bitki boyu değerlerinin 254 – 446 cm, sap çapı değerlerinin 9 – 19.1 mm, ısıl değerlerin 16 – 18 MJ/kg, net enerji verimi değerlerinin 205.1 – 545.5 GJ/ha, enerji oranı değerlerinin ise 13 – 131 arasında değiştiğini, kış hasadının kuru madde verimi, net enerji verimi ve enerji oranı değerlerini önemli ölçüde azalttığını fakat hasat zamanlarının ısıl değer ve sap çapı değerlerine önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. **Adler ve ark. (2006),** ABD'nin Pensilvanya bölgesindeki 3 farklı lokasyonda farklı hasat zamanlarının dallı darı türünün biyokütle verim ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada sonbahar hasadı uygulamasından elde ettikleri ortalama kuru madde verimi değerlerinin 2.87 – 8.57 t/ha, erken ilkbahar hasadı uygulamasından elde ettikleri ortalama kuru madde verimi değerlerinin ise 2.08 – 6.83 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kuru madde veriminde olduğu gibi, araştırmada hasadın kışa ertelenmesinin biyokütledeki kül, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt oranlarını da önemli düzeyde düşürdüğü tespit edilmiştir. **Shinners ve ark. (2010),** Kuzey ABD'de yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 5.06 - 10.88 t/ha arasında değiştiğini ve ortalama kuru madde

veriminin ise 9.69 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmada, erken ilkbaharda yapılan hasatta sonbahar hasadına nazaran % 17 oranında kuru madde verimi kaybı meydana gelmiştir.

Hodgson ve ark. (2010), 5 farklı Avrupa ülkesinde (Danimarka, İsveç, İngiltere, Almanya ve Portekiz) farklı hasat zamanlarının (Sonbahar ve Erken ilkbahar) miskantus türünün lif içeriklerine (lignin, selüloz, hemiselüloz) etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada sonbahar hasadından elde ettikleri lignin oranı değerlerinin % 8.20 – 9.47, selüloz oranı değerlerinin % 38.96 – 45.82, hemiselüloz oranı değerlerinin % 24.43 – 27.31; erken ilkbahar hasadından elde ettikleri lignin oranı değerlerinin % 9.79 – 11.34, selüloz oranı değerlerinin % 44.29 – 51.97, hemiselüloz oranı değerlerinin ise % 23.79 – 26.94 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Zema ve ark. (2012),** İtalya'nın Kalabriya bölgesinde farklı hasat zamanlarının (Kasım, Ocak ve Mart) kargı kamışı türünün biyokütle verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 22.7 – 67 t/ha arasında değiştiğini, en yüksek kuru madde verimin Ocak ayı hasadından, en düşük kuru madde verimin ise Mart ayı hasadından elde edildiğini bildirmişlerdir. **Borin ve ark. (2013),** Kuzey ve Güney İtalya'da farklı hasat zamanlarının (Kasım, Ocak ve Mart) kargı kamışı türünün biyokütle verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 4 – 99 t/ha arasında değiştiğini, Kasım ayı hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin 74 t/ha, Ocak ayı hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin 66 t/ha ve Mart ayı hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin ise 65 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. **Wilson ve ark. (2013),** ABD'nin Iowa bölgesinde farklı hasat zamanlarının (Haziran, Temmuz, Ağustos, Kasım ve Nisan) dallı darı türünün verim ve kalite parametrelerine etkileri araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada en yüksek ortalama kuru madde verimi 8.6 t/ha ile Ağustos ayı hasadından, en düşük ortalama kuru madde verimi değeri ise 4.2 t/ha ile Nisan ayı hasadından elde edilmiştir. Nisan ayı hasadının yüksek miktarda kuru madde verimi kaybına neden olmasına rağmen dallı darı türünün

biyokütle kalitesini artırdığı görülmüştür. Çalışmada dallı darı türünden elde edilen ortalama azot oranı değerleri % 0.30 – 1.24 arasında değişmiş olup, en yüksek değer Haziran ayı hasadından, en düşük değer ise Nisan ayı hasadından elde edilmiştir. Benzer olarak Haziran ayı hasadında % 7.1 olan ortalama kül oranı Nisan ayı hasadında % 4.3'e düşmüştür. Azot ve kül oranları bakımından Nisan ve Kasım ayı hasatları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. **Heaton ve ark. (2008),** ABD'nin Illinois bölgesindeki 3 farklı lokasyonda farklı hasat zamanlarının (Haziran, Ağustos, Ekim, Aralık ve Şubat) miskantus ve dallı darı türlerinin biyokütle verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, miskantus türünden elde ettikleri kuru madde verimi değerlerinin 13.7 – 60.8 t/ha, dallı darı türünden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin ise 6.7 - 26 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Himken ve ark. (1997),** Batı Almanya'da farklı azot dozları (0, 90 ve 180 kg/ha) ve hasat zamanlarının (Sonbahar ve Erken ilkbahar) miskantus türünün biyokütle verimi ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, azot dozlarının kuru madde verimi ve bitki besin elementi oranlarına önemli bir etkilerinin olmadığını fakat hasat zamanlarının kuru madde verimi ve bitki besin elementi oranlarını önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmada, miskantus türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri 15 – 30 t/ha arasında değişmiş olup, erken ilkbahar hasadı uygulaması kuru madde verimini % 30 oranında düşürmüş, ayrıca sonbahar hasadında % 1 olan ortalama azot oranı erken ilkbahar hasadında % 0.3'e düşmüştür. **Cadoux ve ark. (2014),** Kuzey Fransa'da farklı azot dozları (0 ve 120 kg/ha) hasat zamanlarında (Sonbahar ve Kış) miskantus ve dallı darı bitkilerini biyokütle üretim potansiyeli yönünden karşılaştırdıkları çalışmada hasadın kışa ertelenmesinin her iki türde de ciddi düzeyde verim kayıplarına neden olduğunu, ayrıca miskantusun dallı darıdan daha yüksek kuru madde verimi sağladığını bildirmişlerdir. **Iqbal ve ark. (2015),** Almanya'nın Stuttgart bölgesinde farklı azot dozları (0, 40 ve 80 kg/ha) ve hasat zamanlarının (Sonbahar ve Erken ilkbahar) miskantus ve dallı darı türlerinin biyokütle verim ve kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri 10 yıllık

çalışmada, azot dozu uygulamalarının her iki türünde kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini, miskantus türünde en yüksek kuru madde veriminin 18.3 t/ha ile 80 kg/ha azot dozu uygulamasından, dallı darı türünde ise en yüksek kuru madde veriminin 13.3 t/ha ile yine 80 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. İlaveten, araştırmada dallı darının miskantustan daha fazla kül oranına sahip olduğu ve kış hasadının her iki bitkide de azot oranını önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir.

2.5. Alternatif Enerji Bitkileri Olarak Çok Yıllık Serin Mevsim Buğdaygilleri

Sıcak mevsim buğdaygillerinin sulanmadan yetiştirilemediği yarı kurak alanlarda veya suyun oldukça sınırlı bulunduğu bölgelerde daha ekonomik ve sürdürülebilir bir biyokütle üretimi yapmak amacıyla; son yıllarda bu alanlarda sulanmadan yetiştirilebildikleri için en az girdi ile yüksek biyokütle üretimine imkân tanıyan serin mevsim buğdaygilleri de potansiyel enerji bitkileri olarak gündemdeki yerlerini almıştır. **Sağlamtimur ve ark. (1986),** 1973-1982 yılları arasında yaptıkları çalışmada, yumrulu yem kanyaşı, çok yıllık çim, yüksek otlak ayrığı, kamışsı yumak, domuz ayrığı ve kılçıksız brom gibi çok yıllık serin mevsim buğdaygillerinin Çukurova koşullarına adapte olabilecek türler olduklarını bildirmişlerdir. **Qi ve Redmann (1993),** çok yıllık çim, kamışsı yumak ve yüksek otlak ayrığının Avrupa'da uzun yıllardan beri yem bitkisi olarak yoğun bir şekilde kullanılmakla beraber son yıllarda yeni enerji bitkisi türleri olarak düşünüldüklerini bildirmişlerdir. **Csete ve ark. (2011),** biyokütle üretimi amacıyla Macaristan'da geliştirilen Szarvasi-1 isimli yüksek otlak ayrığı çeşidinin yarı kurak alanlardaki ortalama kuru madde veriminin 10 -15 t/ha olduğunu ve Doğu Avrupa'nın yarı kurak alanları için enerji bitkisi olarak büyük bir potansiyel teşkil ettiğini belirtmişlerdir. **Porensky ve ark. (2014),** ABD'nin kurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü Nevada bölgesinde yüksek otlak ayrığı türünün dallı darıdan 3 kat daha fazla biyokütle verimi sağladığını bildirmişlerdir. **Tansı ve ark. (1998),** Çukurova koşullarında bölgeye daha önce adaptasyonu sağlanmış olan yumrulu yem kanyaşı,

mavi ayrık ve kamışsı yumak türleri içerisinde en yüksek kuru madde verimi değerinin yumrulu yem kanyaşı türünden, en düşük ham protein oranı değerinin kamışsı yumak türünden, en yüksek ham selüloz oranı değerinin ise yumrulu yem kanyaşı türünden elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Kuşvuran ve Tansi (2002),** Çukurova koşullarında yaptıkları çalışmada, kılçıksız brom türünden yılda 14.50 t/ha, yumrulu yem kanyaşı türünden ise 12.15 t/ha ortalama kuru madde verimi elde ettiklerini, kamışsı yumak türünün de tatmin edici bir (7.03 t/ha) kuru madde verimine sahip olduğunu bildirmişlerdir. **Kuşvuran ve ark. (2005),** Çukurova bölgesine benzer iklim koşullarına sahip KKTC'de yürüttükleri çalışmada; yumrulu yem kanyaşı türünden 5.16 t/ha, yüksek otlak ayrığı türünden 6.14 t/ha, kamışsı yumak türünden 3.91 t/ha ve kılçıksız brom türünden ise 5.07 t/ha ortalama kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Pappas ve ark. (2014a),** Kuzey Yunanistan'da yürüttükleri çalışmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde ettikleri kül oranı değerlerinin % 6.4 – 11.7, kuru madde verimi değerlerinin ise 4.90 – 6.25 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. **Pappas ve ark. (2014b),** Orta Yunanistan'da yumrulu yem kanyaşı türünün biyokütle verim ve kalite potansiyelini saptamak amacıyla yürüttükleri 5 yıllık çalışmada kuru madde verimi değerlerinin 1.8 – 22.3 t/ha, lignin oranı değerlerinin % 6.4 –- 7.8, selüloz oranı değerlerinin % 25.8 – 29.2 ve hemiselüloz oranı değerlerinin % 32.7 – 43.1 arasında değiştiğini, ortalama kuru madde veriminin 15.8 t/ha, ortalama lignin oranının % 7.25, ortalama selüloz oranının % 27.9 ve ortalama hemiselüloz oranının ise % 39.6 olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

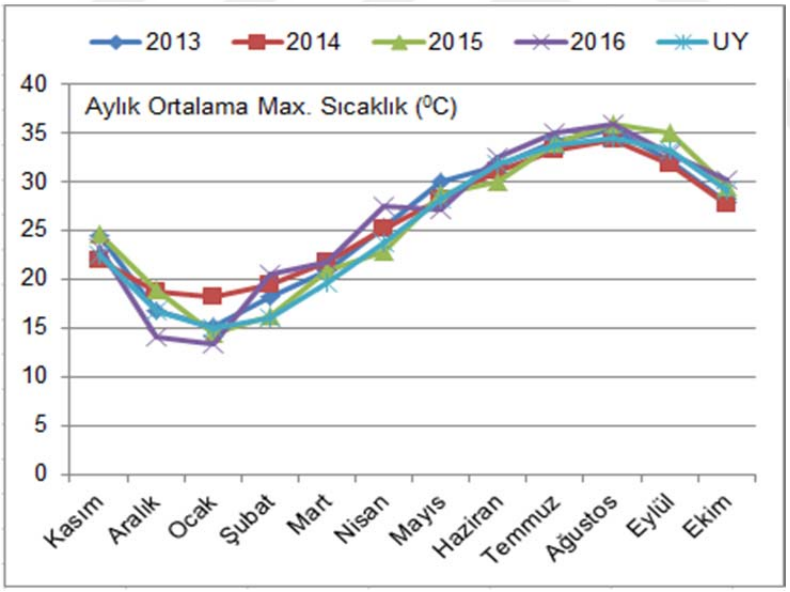
3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yılı ve Yeri

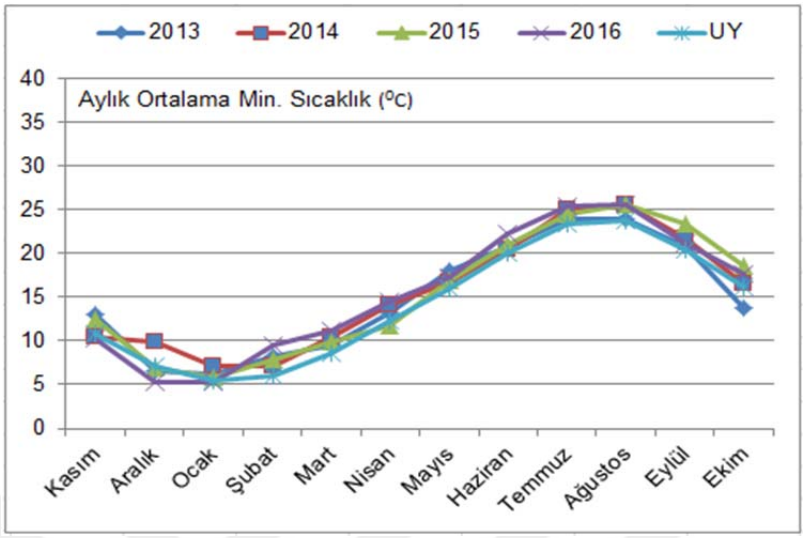
Araştırmaya konu olan tarla denemesi Adana ili, Yüreğir ilçesi sınırları içerisinde bulunan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde Kasım 2013 - Şubat 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme Alanının İklim Özellikleri

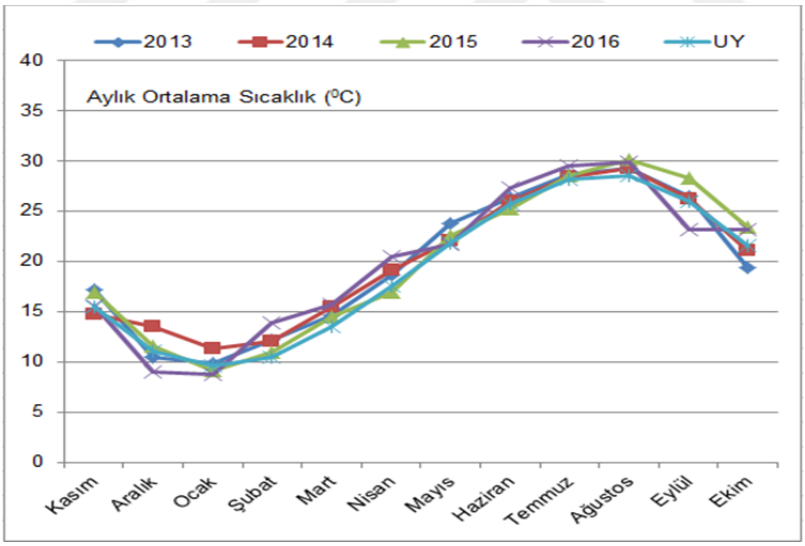
Denemenin yürütüldüğü döneme ve uzun yıllara ait (1960 – 2012) iklim verileri Şekil 3.1., Şekil 3.2., Şekil 3.3., Şekil 3.4., ve Şekil 3.5.'de verilmiştir.



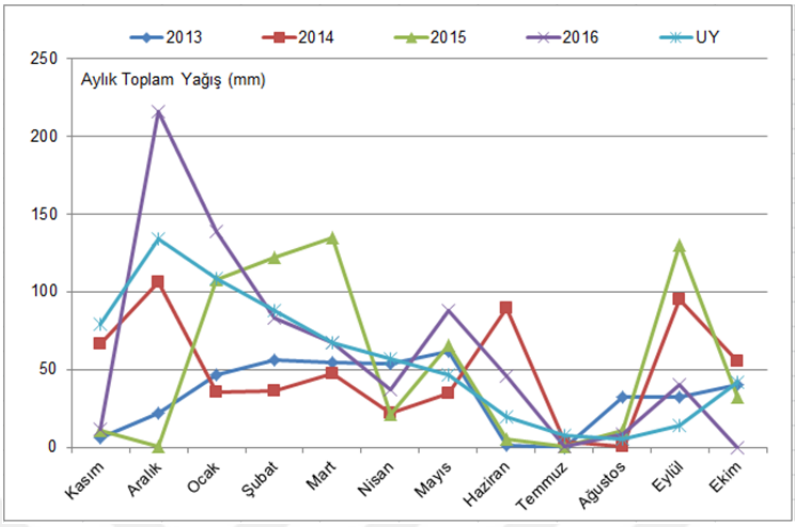
Şekil 3.1. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değerleri (°C) (Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü, Adana)



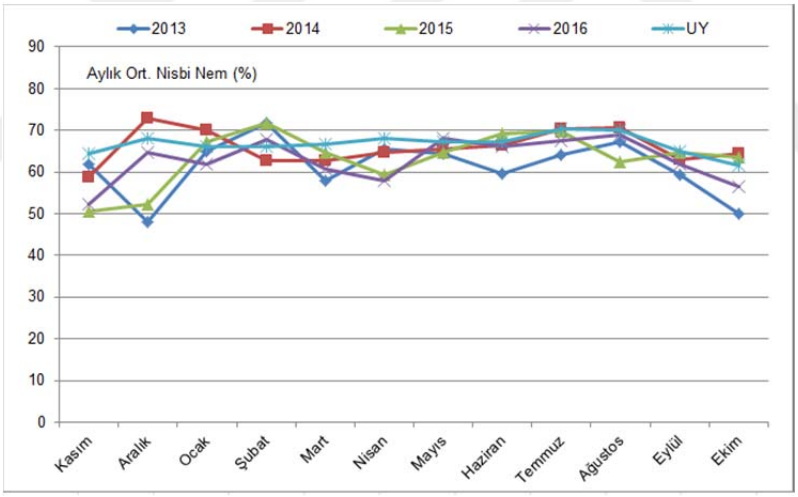
Şekil 3.2. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değerleri (°C) (Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü, Adana)



Şekil 3.3. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C) (Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü, Adana)



Şekil 3.4. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Toplam Yağış (mm) Değerleri (Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü, Adana)



Şekil 3.5. Denemenin Yürütüldüğü Döneme ve Uzun Yıllara Ait Aylık Ortalama Nisbi Nem Değerleri (%) (Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü, Adana)

İklim verileri incelendiğinde, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde en sıcak hava koşullarının 3. büyüme dönemi (Mart – Eylül 2016) içerisinde meydana geldiği gözükmektedir. Bu yılda, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında aylık ortalama maksimum sıcaklıklar sırasıyla 21.7,

27.5, 27.1, 32.5, 35 ve 35.8 °C; aylık ortalama minimum sıcaklıklar sırasıyla 11.2, 14.6, 17.2, 22.2, 25.4, 25.6 °C; aylık ortalama sıcaklıklar ise sırasıyla 15.7, 20.5, 21.7, 27.3, 29.5, 29.9 °C olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3.1., Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.). Ayrıca bu yılda, Mayıs ve Ağustos ayları dışındaki diğer aylarda gerçekleşen tüm sıcaklık ortalamaları ilk 2 yıldan ve uzun yıllardan daha yüksek olmuştur.

Çukurova Bölgesinde kışların ılık ve yağışlı, yazların sıcak ve kurak geçtiği tipik bir Akdeniz iklimi hâkimdir. Dolayısıyla araştırma süresince yaz aylarında bölgeye çok düşük miktarlarda yağış düşmüştür. Fakat miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde yaz ayları boyunca bitkilerin suya ihtiyaç duyduğu dönemlerde sulama yapıldığı için bu aylarda meydana gelen kuraklıkların bitkilerin büyüme ve gelişmelerini fazla etkilemediği söylenebilir. Diğer taraftan, bölgede sonbahar ve kış aylarında meydana gelen yağışlar araştırmada sulanmadan yetiştirilen yumrulu yem kanyaşı türünün büyüme ve gelişmesi için hayati bir öneme sahiptir. Araştırma süresince, yumrulu yem kanyaşı türünün büyüme dönemi içerisinde yer alan 2 farklı dönemde (Ekim 2015 – Ocak 2016 ve Ekim 2016 – Aralık 2016) şiddetli kuraklıkların ortaya çıktığı söylenebilir. Ekim 2016 – Ocak 2017 dönemi içerisinde bölgeye toplam 43.2 mm yağış düşmüş olup, bu miktar uzun yıllar ortalamasının (255.3 mm) bir hayli altında kalmıştır (Şekil 3.4.). Ekim 2016 – Aralık 2016 dönemi içerisinde ise bölgeye toplam 11.9 mm yağış düşmüş olup, bu miktar yine uzun yıllar ortalamasının (121.4 mm) bir hayli altında kalmıştır (Şekil 3.4.).

3.1.3. Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı alandaki topraklar Seyhan nehri yan derelerinin getirmiş olduğu genç alüviyal topraklar olup, hemen hemen düz ve düze yakın topoğrafyadan oluşmuştur. Renkleri kahve ve soluk kahve arasında değişmektedir. Bütün profilde kireç miktarı çok yüksek, organik madde miktarı ise düşüktür. Toprak, nötr tepkimeli olup, bünyeleri kumlu-tınlı yapıdadır (Özbek ve ark., 1974). Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanının 0-30 cm toprak katmanından alınan

toprak örneklerinin Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümü laboratuvarında yapılan toprak analiz sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Bünye	Organik Madde (%)	Tuz (mmhos/cm)	Toprak Reaksiyonu (pH)	Kireç ($CaCO_3$) %	Bitkilere Yarayışlı Besin Maddeleri	
Toprak tekstürü					P_2O_5 kg/ha	K_2O kg/ha
Killi-Tınlı	1.11	0.04	7.8	12.76	18.9	789

Çizelge 3.1.'de görüldüğü üzere, denemenin yürütüldüğü toprağın tekstürü killi-tın olup, hafif alkali toprak pH (7.8)'ına sahiptir. Ayrıca, toprakta düşük miktarda tuz (0.04 mmhos/cm), orta seviyede kireç (% 12.76), düşük seviyede organik madde (% 1.11), az miktarda yarayışlı fosfor (18.9 kg/ha) ve yüksek miktarda yarayışlı potasyum (789 kg/ha) saptanmıştır.

3.1.4. Bitki Materyali

Araştırmada kullanılan türler ve temin edildikleri yerler aşağıda verilmiştir.

Miskantus (Miscanthus) (Populasyon) (*Miscanthus x giganteus*) – Avusturya

Dallı darı (Switchgrass) (Çeşit adı: Alamo) (*Panicum virgatum* L.) – ABD

Kargı kamışı (Giant reed) (Yerel ekotip) (*Arundo donax* L.), Adana

Yumrulu yem kanyaşı (Bulbous canary grass) (Yerel ekotip) (*Phalaris aquatica* L.), Adana

3.2. Metod

Bu araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanında, Kasım 2013 - Şubat 2017 yılları arasını kapsayan 39 aylık sürede, bitki türleri ana parselleri, azot dozları alt parselleri, hasat zamanları da minik parselleri oluşturacak şekilde zamanda bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede her bir tür için sıra arası, sıra üzeri ve dekara atılan tohumluk miktarlarına bağlı olarak oluşan parsel büyüklükleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Her bir tür için uygulanan sıra arası, sıra üzeri mesafeleri ve hektara atılacak tohumluk miktarları

Bitki türü	Tohum/Rizom/Klon Miktarı ve Ekim/Dikim Normu	Parsel eni ve boyu (m)	Parsel alanı (m^2)
Yumrulu yem kanyaşı	111556 klon/ha 30 cm sıra arası, 30 cm sıra üzeri	6 x 8	48
Dallı darı	10 kg/ha, 30 cm sıra arası	6 x 8	48
Kargı kamışı	20000 rizom/ha, 70 cm sıra arası, 70 cm sıra üzeri	6.3 x 8	50.4
Miskantus	20000 rizom/ha, 70 cm sıra arası, 70 cm sıra üzeri	6.3 x 8	50.4

Buna göre deneme alanı; "4 farklı bitki türü, 4 farklı azot dozu ve 3 tekrarlama ile toplam 48 parselden" oluşmuştur. Hasat zamanları için ayrı parseller oluşturulmamış, her parsel ikiye bölünerek sonbahar ve kış hasatları için gözlemler alınmıştır. İşlemi kolaylaştırması için yabancı ot mücadelesi genellikle ara çapa makinası ve traktör ile yapılmıştır. Bu nedenle blok ve parsel aralarında traktörün girebileceği kadar (2.5 m) mesafe bırakılmıştır.

3.2.1. Toprak Hazırlığı

Araştırmaya konu olan tüm bitki türleri için ekim/dikimler öncesi toprak hazırlığı işlemlerine 1 Kasım 2013 tarihinde deneme alanında kulaklı pulluk ile derin sürüm yapılarak başlanmıştır. Bu tarihten bir gün sonra ise sadece yumrulu yem kanyaşı ekiminin yapılacağı alanda kültivatör ve rotatiller sürümleri yapılmış ve ardından 30 cm sıra arası mesafesinde çizi açma işlemi yapılarak yumrulu yem kanyaşı parselleri ekime hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.6). Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türleri için ise ilkbahar dönemindeki ilk sürümlere 16 Nisan 2014 tarihinde yine kulaklı pulluk ile başlanmış, ardından kültivatör ve rotatiller ile toprak işlemesi yapılarak toprak ekim/dikimler için hazır hale getirilmiştir. Ekim öncesi sürüm işlemleri tamamlandıktan sonra çizilerin açılması işlemine geçilmiştir. Çiziler 6 Mayıs 2014 tarihinde, miskantus ve kargı kamışı için 70 cm, dallı darı için ise 30 cm sıra arası mesafesinde açılmıştır. Çizilerin açılmasını takiben parselasyon işlemleri tamamlanmış ve hemen sonrasında deneme çevresi, blok ve parsel araları rotatiller ile sürülerek deneme alanı pekim/dikimlere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Yumrulu yem kanyaşı parsellerinde yapılan toprak hazırlığı işlemleri (1-3 Kasım 2013).



Şekil 3.7. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde yapılan toprak hazırlığı işlemleri (1 – 16 Nisan 2014).

3.2.2. Gübreleme

Her bir türün gelişim gösterebilmesi için ihtiyaç duyduğu toplam fosfor (P_2O_5) ve potasyum (K_2O) miktarları 100 kg/ha olarak dikkate alınmıştır (Acaroğlu ve aksoy, 2005; Kuşvuran ve ark., 2005; Mantineo ve ark., 2009; Di Nasso ve ark., 2011). Fosfor toprakta yavaş hareket eden bir element olduğu için tamamı ekim/dikim işlemlerinden hemen bir gün önce verilmiş, sonraki yıllarda ilave bir fosfor gübrelemesi yapılmamıştır. Çizelge 3.1.'de görüldüğü üzere, toprakta yüksek miktarda yarayışlı potasyum saptandığı için araştırmada potasyum gübrelemesi yapılmamıştır.

Buğdaygillerin gelişimi için en önemli bitki besin elementlerinden birisi olan azot ise 4 farklı dozda **(0, 100, 150 ve 200 kg/ha)**, ilk yıl yarısı ekimle beraber diğer yarısı ise bitkiler 30-40 cm boyuna ulaştığında üre (%46 N) formunda

verilmiştir (Ercoli ve ark., 1999; Angelini ve ark., 2009; Di Nasso ve ark., 2010). 2.ve 3. yıllarda ise yarısı ilk sürgünler çıkmaya başladıktan hemen sonra, diğer yarısı ise yine bitkiler 30-40 cm boyuna ulaştığında üre (%46 N) formunda verilmiştir.

3.2.3. Ekim/Dikim

Araştırmada dallı darı türü tohumla, yumrulu yem kanyaşı türü klonlama yöntemi ile kargı kamışı ve miskantus türleri ise rizomla tesis edilmiştir. Daha önce yurtdışından temin edilen ve dormansinin kırılması için + 4 °C'de bekletilen dallı darı tohumları her bir parsel için tartıldıktan sonra kilitli poşetlere konulmuştur. Benzer şekilde yurtdışından temin edilen miskantus rizomları da canlılıklarını kaybetmemeleri için + 4 °C'de bekletilmiştir. Yumrulu yem kanyaşı klonları ve kargı kamışı rizomları ise Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanındaki tür bahçesinden traktör ve kepçe yardımı ile çıkarılmış ve ekim/dikimlere hazır hale getirildikten sonra canlılıklarını kaybetmemeleri için nemli torbalar içinde dikimlere kadar muhafaza edilmiştir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan yumrulu yem kanyaşı klonları ve kargı kamışı rizomlarının traktör ve kepçe yardımıyla çıkarılmaları ve ekim/dikimlere hazır hale getirilmeleri

Kargı kamışı ile C_4 bitkileri olan miskantus ve dallı darı türleri özellikle yaz döneminde mutlak surette sulamaya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu nedenle, sulamanın daha teknik yapılması ve su sarfiyatının asgari düzeylerde tutulması için sulamalar damlama sulama şeklinde yapılmıştır.

Ç.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanı'nda suyun temin edildiği havuz, sulama pompası ve elektrik tesisatı daha önceki projelerden yaptırılarak kullanıma hazır halde bulunmaktadır. Fakat suyun deneme alanına kadar getirilmesi için gerekli sistem ve malzemeler proje bütçesinden temin edilmiş daha sonra ise deneme alanına damlama sulama sisteminin kurulumu gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9.). Ayrıca, enerji kullanım etkinliği hesaplamalarında kullanılmak üzere sulama istasyonuna birer adet su saati ve elektrik sayacı monte edilerek sulamalar esnasında meydana gelen su sarfiyatı ve elektrik tüketimi tespit edilmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.9. Deneme alanında damlama sulama sistemi kurulumu (15.05.2014).



Şekil 3.10. Araştırmada kullanılan su sayacı ve elektrik saatinin sulama istasyonuna monte edilmesi (15.05.2014).

Bir serin mevsim buğdaygili olan ve diğer türlerden farklı olarak aktif büyümesinin büyük çoğunluğunu kış ve ilkbahar aylarında gerçekleştirilen yumrulu yem kanyaşı türüne ait klonlar, 1-3 Kasım 2013 tarihlerinde gerçekleştirilen toprak hazırlığı işlemlerinden hemen sonra 8 Kasım 2013 tarihinde açılan çizilerde, her bir ocağa 2-3 klon gelecek şekilde dikilmiştir. Dikimlerden hemen sonra deneme alanında yağmurlama sulama yapılarak bitkilere yeterli miktarda can suyu verilmiştir. Dikimden yaklaşık 7-10 gün sonra yumrulu yem kanyaşı bitkisinde sürgün çıkışı başlamış olup, 25-30 gün sonra ise parsellerde yeterli bitki sıklığının oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 3.11.).

16 Nisan tarihinde yapılan ilkbahar sürümlerinden hemen sonra deneme alanının ekim/dikimlere hazır hale getirilmesi ve dallı darı tohumları ile miskantus ve kargı kamışı rizomlarının da hazırlanması sonrasında ise dallı darı, miskantus ve kargı kamışı türlerinin ekim/dikim işlemlerine geçilmiştir. Bu işlemler, iklim koşulları ve miskantus rizomlarının yurt dışından temin edilme süresi de dikkate alınarak miskantus ve kargı kamışı parsellerinde 7 Mayıs 2014, dallı darı parsellerinde ise 19 Mayıs 2014 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Ekimlerin hemen sonrasında damlama sulama sistemi aktif hale getirilmiş ve bitkilere yeteri ölçüde can suyu verilmiştir. Kargı kamışı ve miskantus rizomları açılan çizilerde, her bir ocağa 2-3 rizom gelecek şekilde, dallı darı tohumları ise sıraya elle ekim şeklinde

gerçekleştirilmiştir. Kargı kamışı ve miskantus rizomları 10-12 gün içerisinde yavaş yavaş sürmeye başlamış, benzer şekilde dallı darı parsellerinde de 14-16 günlük süre içerisinde çimlenme ve çıkışlar gözlemlenmiştir. (Şekil 3.12).

Araştırmanın 2.ve 3.yıllarında ise yeni sürgün çıkışının en erken dallı darı, en geç ise miskantus parsellerinde meydana geldiği gözlenmiştir.



Şekil 3.11. Yumrulu yem kanyaşı klonlarının dikimi ve dikim sonrası parsellerde görülen çıkışlar (8 Kasım – 10 Aralık 2013).



Şekil 3.12. Devamı



Şekil 3.12. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde ekim/dikim işlemleri ve ekim/dikim sonrası bitki türlerinde görülen çıkışlar (Mayıs-Haziran 2014).

3.2.4. Sulama

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı parsellerinde, sadece bir defaya mahsus olmak üzere dikimden hemen sonra klon köklerinin toprağa tutunmasını sağlamak amacıyla sulama yapılmış olup, diğer dönemlerde hiçbir şekilde sulama yapılmamıştır. Bu işlem sırasında yapılan su ve elektrik sarfiyatı ise enerji tüketimi hesaplamalarına dâhil edilmemiştir. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde ise yüksek sıcaklık ve kuraklığın ortaya çıkmaya başladığı, bitkinin su ihtiyacı olduğu dönemlerde sulama yapılmıştır. Sulama günlük olarak bitki parsellerinin gezilmesi ve bitkiler ile toprak neminin kontrol edilmesi esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi her sulamadan sonra sulama istasyonuna monte edilen su saati ve elektrik sayacı vasıtasıyla sulama

sırasında meydana gelen su sarfiyatı ve elektrik tüketimi tespit edilmiştir. Araştırmaya konu olan bitki türlerine vejatatif büyüme dönemleri boyunca sulama yoluyla sağlanan toplam su miktarı Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Bitki türlerine vejatatif büyüme dönemleri boyunca sulama yoluyla sağlanan toplam su miktarı (m^3/ha).

Türler	1.YIL (Mayıs – Eylül 2014)	2.YIL (Mart – Eylül 2015)	3.YIL (Mart – Eylül 2016) (m^3/ha)
Miskantus	7420	3761	3908
Dallı darı	7040	3448	3625
Kargı kamışı	7680	4132	4400
Ortalama	7380	3780	3978

Araştırmaya konu olan çok yıllık buğdaygil türlerinden miskantus ve kargı kamışı kısır olup tohum oluşturamamakta, dallı darı ise biyokütle üretimlerinin büyük kısmını vejatatif gelişme döneminde meydana getirmekte ve tohum verimi çok düşük miktarlarda kalmaktadır. Dolayısıyla bitki türlerinin generatif organlarının toplam biyokütle üretimlerine etkilerinin çok düşük olmasından ötürü generatif dönemde yapılan sulama veya meydana gelen yağışların türlerin biyokütle verimlerine fazla bir etkisi bulunmamaktadır. Bu nedenle bitki parsellerinde sulama işlemi, bölgedeki yağış durumuna bağlı olarak bitki türlerinin suya en fazla ihtiyaç duydukları ilkbahar ve yaz ayları boyunca yapılmış olup, bitkiler generatif döneme girdiklerinde sulama işlemine son verilmiştir. Araştırma boyunca yapılan gözlemlerde üç tür içerisinde en önce başaklanan türün dallı darı, en son başaklanan türün ise kargı kamışı olduğu görülmüştür. Araştırma süresince bitki türlerinin başaklanma tarihleri iklim koşullarına bağlı olarak Ağustos başı – Eylül başı arasında değişkenlik göstermiştir. Yıllar içerisinde bitki türlerinde en

geç başaklanma, ekim/dikim işlemlerinin 2014 yılı Mayıs ayı içerisinde yapılmasından ötürü tesis yılında gerçekleşmiştir. Bu yılda dallı darı türü Ağustos ayının 3. haftası, miskantus türü Ağustos ayının 4. Haftası ve kargı kamışı türü ise Eylül aynının ilk haftası başaklanmıştır. En erken başaklanma ise diğer iki yıla nazaran daha sıcak iklim koşullarının hüküm sürdüğü 3. yılda gerçekleşmiştir. 3. büyüme döneminde dallı darı türü Ağustos başında, miskantus türü Ağustos ayının ilk haftasında, kargı kamışı türü ise yine Ağustos ayının 2. haftasında başaklanmıştır.

Çizelge 3.3.'de görüldüğü üzere 3 yıl boyunca bitki türlerine sulama yoluyla sağlanan toplam su miktarı 3448 – 7680 m^3/ha arasında değişmiş olup, en yüksek su miktarı 1.yılda kargı kamışı türüne sağlanırken, en düşük su miktarı ise 2. yılda dallı darı türüne sağlanmıştır. Çok yıllık buğdaygillerin tesis yılında henüz yeterince kuvvetli bir kök sistemine sahip olmamaları nedeniyle bu yılda bitki parsellerinde sık aralıklarla sulama yapılmıştır. 2. ve 3. yıllarda ise bitki türlerinin gelişmiş kök sistemleri sayesinde suyu daha etkin kullanmaları nedeniyle daha az sulama yapılmıştır.

Diğer türlerde olduğu gibi, sulanmadan yetiştirilen yumrulu yem kanyaşı türü de biyokütle üretiminin büyük çoğunluğunu vejatatif büyüme dönemi içerisinde gerçekleştirmektedir. Bitki tesis yılında klonlama yöntemi ile Kasım ayının ilk haftası dikilmiş olup, takriben Mayıs ayının ilk haftası başaklanmaya başlamıştır. Diğer 2 yılda ise Ekim ayında meydana gelen ilk yağışlarla birlikte bitki parsellerinde ilk sürgünler çıkmaya başlamış ve bitkiler Nisan ayının 3. haftasında başaklanmaya başlamıştır. Dolayısıyla sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı bitki parsellerinde 1.yıl büyüme dönemi Kasım 2013 – Mayıs 2014, 2.yıl büyüme dönemi Ekim 2014 – Mayıs 2015 ve 3.yıl büyüme dönemi ise Ekim 2015 – Mayıs 2016 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı bitki parsellerinde ise 1.yıl büyüme dönemi Kasım 2013 – Şubat 2015, 2. yıl büyüme dönemi Şubat 2015 – Şubat 2016, 3.yıl büyüme dönemi ise Şubat 2016 – Şubat 2017 tarihleri arasında gerçekleşmiştir.

Bitkinin sulanmadan yetiştirilmesinden ötürü araştırma süresince zaman zaman meydana gelen kuraklık ve yağış rejimindeki düzensizliklerin parsellerdeki bitkilerin gelişimlerini olumsuz etkilediğini söylemek mümkündür. Sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı bitkilerinin 3. büyüme dönemi başlangıcı olan 2015 yılı Ekim ayı içerisinde bölgeye 32.1 mm yağış düşmüş (Şekil 3.4.) ve bu sayede bitki parsellerinde ilk sürgünler çıkmaya başlamıştır (Şekil 3.13). Fakat ardından gelen Kasım ve Aralık ayları boyunca toplamda sadece 11.1 mm yağış düşmesinden dolayı (Şekil 3.4.) parsellerde yeni çıkan sürgünlerin büyük kısmının kuruduğu gözlenmiştir (Şekil 3.14). Kurak geçen bu dönemin ardından Ocak ve Şubat aylarında ise sırasıyla 138.4 ve 83.1 mm yağış düşmesi sayesinde (Şekil 3.4.) parsellerdeki bitkiler tekrar büyümeye başlamış fakat bir serin mevsim buğdaygili olan yumrulu yem kanyaşı bitkisinin biyokütle üretiminin büyük çoğunluğunu meydana getirdiği Mart ve Nisan aylarında meydana gelen yağış rejimi düzensizlikleri ve mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşen yüksek sıcaklık ortalamaları (Şekil 3.1., 3.2., 3.3., ve 3.4.) bitkilerin tekrardan kuraklık stresine maruz kalmalarına neden olmuştur (Şekil 3.15). Mart ayı içerisinde bölgede toplam 67.1 mm yağış meydana gelmiş olup (Şekil 3.4.), bunun 60.6 mm'si ilk 16 gün içerisinde düşmüştür. Nisan ayında ise toplam 36.6 mm yağış meydana gelmiş olup (Şekil 3.4.), bunun ise 33.4 mm'si 12 Nisan tarihinde düşmüştür. Sonuç olarak, yumrulu yem kanyaşı türünün 3. büyüme dönemi olan Ekim 2015 –Mayıs 2016 tarihleri arasında toplam 368.4 mm yağış düşmüş olup, bu miktar uzun yıllar yağış ortalamasından (576.1 mm) bir hayli düşük seviyede kalmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.13. 2015 yılı Ekim ayı içerisinde meydana gelen yağışlar sonucu yumrulu yem kanyaşı parsellerinde yeniden büyüme (21.10.2015).



Şekil 3.14. 2015 yılı Kasım-Aralık aylarında meydana gelen kurak dönemin yumrulu yem kanyaşı bitkisinin gelişimine etkisi (22 Aralık 2015).



Şekil 3.15. Sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinde 3. yıl vejatatif büyüme dönemi sonu (29.04.2016).

Bunun dışında, araştırma süresince diğer kuraklık stresi koşulları kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı bitkilerinin 3. büyüme dönemi içerisine dâhil olan Ekim –Aralık 2016 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Bu dönemde Ekim ve Kasım aylarında toplamda sadece 11.9 mm yağış düşmesinden ötürü (Şekil 3.4.) bitki parsellerinde yeni sürgün çıkışı çok sınırlı miktarda kalmıştır (Şekil 3.16). Ardından gelen Aralık ve Ocak aylarında ise sırasıyla 215.6 ve 51.8 mm yağış düşmüş (Şekil 3.4.) fakat hava sıcaklıkların düşük olması nedeniyle bitki parsellerindeki gelişim düzeyi diğer ilk 2 yıla nazaran daha düşük kalmıştır (Şekil 3.17). Sonuç olarak, sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı bitkileri sadece 3.büyüme dönemi içerisinde, kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı bitkileri ise hem 2. hem de 3. büyüme dönemleri içerisinde kuraklık stresine maruz kalmışlardır.



Şekil 3.16. Ekim-Aralık 2016 tarihleri arasında meydana gelen kurak dönemin yumrulu yem kanyaşı bitkisinin gelişimine etkisi (09 Aralık 2016).



Şekil 3.17. 2016 yılı Aralık ve 2017 yılı Ocak ayları içerisinde meydana gelen yağışlar sonucu yumrulu yem kanyaşı parsellerinde yeniden büyüme ve kış hasadı parsellerinde 3. büyüme dönemi sonu (30.01. - 01.02.2017).

3.2.5. Yabancı Otlarla Mücadele

Türlerin çimlenme ve sürmeleri sonrasında gelişimlerinin sağlıklı olması için belirli dönemlerde yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Bilindiği üzere çok yıllık buğdaygillerin ilk yıl gelişimlerinin yavaş olması nedeniyle bu yılda yabancı otlarla rekabeti düşüktür. Bu nedenle türlerin ilk büyüme dönemleri boyunca yağış ve sulamaya bağlı olarak deneme parsellerinde yoğun bir şekilde çıkış gösteren yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.), yabani yulaf (*Avena fatua* L.), kanyaş (*Sorghum halepense* L.), benekli darıcan (*Echinochloa* spp.), köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* L.), pıtrak (*Xanthium* spp.) ve semizotu (*Portulaca* spp.) gibi dar ve geniş yapraklı yabancı otlarla çapalama yöntemi ile sürekli mücadele edilmiştir. Türlerin 2. ve 3. büyüme dönemlerinde ise bitkiler çok hızlı bir büyüme ve yayılma

gösterdiklerinden ötürü yabancı otların gelişmesine izin vermemiş ve dolayısıyla yabancı ot mücadelesine gerek kalmamıştır.

3.2.6. Hasat

Hasatlar her bir tür için yılda bir defa olmak üzere literatür çalışmaları dikkate alınarak (Lewandowski ve Kicherer, 1997; Clifton-Brown ve Lewandowski, 2002; Angelini ve ark., 2005; Chtristian ve ark., 2006; Di Nasso ve ark., 2010; Heinso ve ark., 2011) kış sonu veya erken ilkbaharda aktif büyümeden ve sonbaharda ilk yağmurlardan hemen önce olmak üzere iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir. Hasat tarihlerini belirlemede dikkat edilen kriterler, ilk sürgünlerin henüz çıkmamış olması ve aktif büyümeyi başlatacak olan ilk yağmurların henüz başlamamış olmasıdır. Bu dönemler Çukurova Bölgesi'nde serin mevsim buğdaygilleri için genellikle Eylül sonu-Ekim başı, sıcak mevsim buğdaygilleri için ise Şubat sonu-Mart başına tekabül etmektedir. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sonbahar hasatları, bitkilerin yeteri kadar kurumasına olanak vermek amacıyla mümkün olduğunca geç yapılmıştır. Dolayısıyla araştırmamızda sonbahar hasatları yumrulu yem kanyaşı bitkisinde Eylül, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı bitkilerinde Kasım, kış hasatları ise tüm bitki türlerinde Şubat ayı içerisinde yapılmıştır.

Hasatlar, tüm parsellerde kenar tesiri dışında kalan 2 x 4 = 8 m^2 'lik alanda her türde yılda bir kez, orak yardımıyla biçilerek yapılmıştır. Hasatlar her bir türün yeniden gelişmesine imkân tanıyacak bitkisel aksam bırakılacak şekilde, 15 cm yükseklikten yapılmıştır (Boehmel ve ark., 2008). Hasatlardan hemen sonra arazide akülü hassas terazi ile tartım yapılıp biyokütle verimleri tespit edilmiştir.

Araştırmada gerçekleştirilen sonbahar ve kış hasatlarının tarihleri Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırmada gerçekleştirilen sonbahar ve kış hasatlarının tarihleri

Türler	1.YIL		2.YIL		3.YIL	
	Sonbahar	Kış	Sonbahar	Kış	Sonbahar	Kış
Miskantus	17 Kasım 2014	27 Şubat 2015	18 Kasım 2015	9 Şubat 2016	8 Kasım 2016	1 Şubat 2017
Dallı darı	17 Kasım 2014	27 Şubat 2015	18 Kasım 2015	9 Şubat 2016	8 Kasım 2016	1 Şubat 2017
Kargı kamışı	17 Kasım 2014	27 Şubat 2015	18 Kasım 2015	9 Şubat 2016	8 Kasım 2016	1 Şubat 2017
Y. yem kanyaşı	2 Ekim 2014	27 Şubat 2015	1 Eylül 2015	9 Şubat 2016	1 Eylül 2016	1 Şubat 2017

Hasatlar sonrasında her bir parselden 1000 gr biyokütle örneği alınıp 105 °C'de 24 saat süreyle ağırlığı sabit kalıncaya kadar kurutma dolabında bekletilmiş ve kuru madde verimleri tespit edilmiştir (Monti ve ark., 2007). Daha sonra, alt ısıl değer, kül ve element analizleri için örnek hazırlamak amacıyla kurutulan örnekler 1 mm çapında (Karabulut ve Canbolat, 2005; Kutlu, 2008) eleklere sahip bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür.



Şekil 3.18. Tüm bitki türlerinde 1.yıl kış hasadı (27.02.2015).



Şekil 3.19. Yumrulu yem kanyaşı türünde 2.yıl sonbahar hasadı (01.09.2015).



Şekil 3.20. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sonbahar hasadı (18.11.2015).



Şekil 3.21. Bitki türlerinde 2.yıl kış hasadı (09.02.2016).



Şekil 3.22. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde 3.yıl sonbahar hasadı (09.11.2016).

3.2.7. Araştırmada İncelenen Özellikler

3.2.7.1. Biyokütle Verimi ve Kalitesi İle İlgili Özellikler

Bitki Boyu (cm): Her bir parselde, hasadın yapıldığı 2 x 4 = 8 m^2'lik alandan tesadüfen seçilmiş 10 bitkide toprak yüzeyi ile bitkinin uç noktasına kadar olan kısım ölçülerek ortalama bitki boyu hesaplanmıştır.

Sap çapı (mm): Her bir parselde, hasadın yapıldığı 2 x 4 = 8 m^2'lik alandan tesadüfen seçilmiş 10 bitkinin sap çapı dijital kumpas yardımıyla ölçülerek ortalama sap çapı hesaplanmıştır.

Yaş Biyokütle Verimi (t/ha): Her bir parselde, hasadın yapıldığı 2 x 4 = 8 m^2'lik alanda biçilerek elde edilen otlar hassas akülü terazi yardımıyla tartılarak toplam biyokütle verimi tespit edilmiştir.

Nem Oranı (%): Her parselden alınan 1000 gr ağırlığındaki ot numuneleri kurutma dolabında 105 °C'de 24 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılmış ve nem oranları tayin edilmiştir.

Kuru madde verimi (t/ha): Biyokütle verimi tespit edildikten sonra parsellerden alınan 1000 gr ağırlığındaki ot numuneleri kurutma dolabında 105 °C'de 24 saat süreyle kurutulduktan sonra tartılmış ve biyokütle verimlerine oranlanarak kuru madde verimleri saptanmıştır (Monti ve ark., 2007).

Kül Oranı (%): 1 gr ağırlığındaki kuru ot numuneleri krozelere konmuş ve ardından 550 °C'de kül açık griden beyaza kadar değişen bir renge dönünceye kadar kül fırınında yakılarak kül oranları tespit edilmiştir (Kutlu, 2008).

Azot (N) oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki azot oranları Kjeldahl yöntemiyle tayin edilmiştir.

Fosfor (P) Oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki fosfor oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi cihazı (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300 DV) vasıtasıyla belirlenmiştir.

Potasyum (K) Oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki potasyum oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi cihazı (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300 DV) vasıtasıyla belirlenmiştir.

Kalsiyum (Ca) Oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki kalsiyum oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi cihazı (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300 DV) vasıtasıyla belirlenmiştir.

Magnezyum (Mg) Oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki magnezyum oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi cihazı (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300 DV) vasıtasıyla belirlenmiştir.

Kükürt (S) Oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki kükürt oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi cihazı (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300 DV) vasıtasıyla belirlenmiştir.

Selüloz Oranı (%): Selüloz oranlarını saptayabilmek için ilk önce kurutulmuş numunelerdeki ADF ve ADL oranları Van Soest (1963) yöntemine

uygun olarak Ankom A220 lif analiz cihazı yardımıyla tayin edilmiş, ardından Selüloz = ADF – ADL formülü (Hodgson ve ark. 2010) vasıtasıyla selüloz oranları tespit edilmiştir.

Hemiselüloz Oranı (%): Hemiselüloz oranlarını saptayabilmek için ilk önce kurutulmuş numunelerdeki NDF ve ADF oranları Van Soest (1963) yöntemine uygun olarak Ankom A220 lif analiz cihazı yardımıyla tayin edilmiş, ardından Hemiselüloz = NDF - ADF formülü (Hodgson ve ark. 2010) vasıtasıyla hemiselüloz oranları tespit edilmiştir.

Lignin (ADL) Oranı (%): Kurutulmuş numunelerdeki lignin (ADL) oranları Van Soest (1963) yöntemine uygun olarak Ankom A220 lif analiz cihazı yardımıyla tayin edilmiştir.

3.2.7.2 Enerji Kullanım Etkinliği İle İlgili Özellikler

Alt Isıl Değer (MJ/kg): Yakıtların birim kütle veya hacmindeki enerji değeri ısıl değer olarak adlandırılır. Enerji bitkileri biyokütlelerinin alt ısıl değerleri ASTM D 5865 – 04 standardına göre kalorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Biyokütle üretiminde enerji kullanımı iki grupta incelenmiştir.

Doğrudan Enerji Girdileri: Tarım alet/makinalarının kullanılması esnasında gerçekleşen yakıt ve yağ tüketimi ve sulamalar esnasında gerçekleşen elektrik tüketimi doğrudan enerji girdileri olarak değerlendirilmiştir.

Dolaylı Enerji Girdileri: Biyokütle üretiminde yararlanılan; insan iş gücü, tarım alet/makinaları, gübre, tarımsal savaş ilaçları, sulama ve tohumluk üretimi için tüketilen enerji miktarları dolaylı enerji girdileri olarak değerlendirilmiştir.

Biyokütle üretiminin enerji etkinliği, Çizelge 3.5.'de tanımlanan etkinlik göstergelerine bağlı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Biyokütle üretiminde enerji kullanım etkinliği göstergeleri

Gösterge	Tanımı	Birimi
Enerji oranı	Kazanılan toplam enerji miktarı / Tüketilen toplam enerji miktarı	-
Enerji verimi	Kazanılan toplam enerji miktarı (Alt ısıl değer x kuru madde verimi)	GJ/ha
Net enerji üretimi	Kazanılan toplam enerji miktarı – Tüketilen toplam enerji miktarı	GJ/ha

*1GJ= 1000 MJ

Biyokütle Üretiminde Doğrudan Enerji Girdileri: Doğrudan enerji girdileri, biyokütle üretimi için doğrudan kullanılan ve enerji değeri yüksek olan girdilere bağlı olarak hesaplanmıştır. Bu anlamda, tarım alet/makinaları tarafından tüketilen yakıt ve yağ enerjileri ve sulamalar esnasında meydana gelen elektrik tüketimi doğrudan enerji girdileri olarak değerlendirilmiştir.

EGdğ = Eyk + Eyağ + Eelektrik

Burada;

EGdğ = Doğrudan enerji girdisi (MJ/ha),

Eyk = Alan başına yakıt enerjisi tüketimi (MJ/ha) ve

Eyağ = Alan başına yağ enerjisi tüketimidir (MJ/ha).

Eelektrik= Alan başına elektrik tüketimidir (MJ/ha).

Yakıt Enerjisi: Biyokütle üretiminde birim üretim alanı (ha) için tüketilen yakıt enerjisi miktarı, üretim işlemleri sırasında traktör tarafından tüketilen yakıt miktarı, tüketilen kırsal motorinin ısıl değerine ve traktör alan iş verimine bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Eyk = YkT x IDyk x AV

Burada;

Eyk = Alan başına yakıt enerjisi girdisi (MJ/ha),
YkT = Alan başına traktörün yakıt tüketimi (L/h),
IDyk = Yağın ısıl değeri (MJ/L) ve
AV = Traktörün alan iş verimidir (h/ha).

Tarım alet/makinaları ile tarlada üretim işlemleri sırasında traktör tarafından tüketilen motorinin ısıl değeri (35,69 MJ/L) olarak dikkate alınmıştır (Öztürk, 2010).

Araştırmada sadece tesis yılında toprak hazırlığı ve ekim işlemleri sırasında yakıt enerjisi tüketimi gerçekleştirilmiş olup, birim alanda tüketilen yakıt enerjisi miskantus ve kargı kamışı türleri için 1830 MJ/ha, dallı darı türü için 1875 MJ/ha ve yumrulu yem kanyaşı türü için ise 1303 MJ/ha olarak hesaplanmıştır.

Yağ Enerjisi: Biyokütle üretim işlemlerinde birim alan için tüketilen yağ enerjisi miktarı, üretim işlemleri sırasında kullanılan traktör tarafından saatlik olarak tüketilen yağ miktarı, tüketilen yağın ısıl değeri ve traktör alan iş verimine bağlı olarak, aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Eyağ = YağT x IDyağ x AV

Burada;

Eyağ = Alan başına yağ enerjisi girdisi (MJ/ha),
YağT = Alan başına traktörün yağ tüketimi (L/h),
IDyağ = Yağın ısıl değeri (MJ/L) ve
AV = Traktörün alan iş verimidir (h/ha).

Tarım traktörünün saatlik yağ tüketimi, traktörün en yüksek kuyruk mili gücüne bağlı olarak aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$YağT = 0,00059 \times KMG_{max} + 0,02169$

Burada;

YağT = Alan başına traktörün yağ tüketimi (L/h) ve

KMG_{max} = $_{Traktörün}$ maksimum kuyruk mili gücüdür (kW).

Biyokütle üretim işlemleri için kullanılacak tarım traktörünün maksimum kuyruk mili gücü (KMG_{max}), traktör anma gücünün (TAG, kW) % 88'i olarak dikkate alınmış ve aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Öztürk, 2010).

$KMG_{max} = 0,88 \times TAG$

Yakıt enerjisinde olduğu gibi, araştırmada sadece tesis yılında toprak hazırlığı ve ekim işlemleri sırasında yağ enerjisi tüketimi gerçekleştirilmiş olup, birim alanda tüketilen yağ enerjisi miskantus ve kargı kamışı türleri için 3 MJ/ha, dallı darı türü ve yumrulu yem kanyaşı türleri için ise 4 MJ/ha olarak hesaplanmıştır.

Elektrik Tüketimi : Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı parsellerinde sulamalar esnasında yapılan elektrik tüketimi sulama istasyonuna monte edilen elektrik sayacı vasıtasıyla kWh biriminde kayıt altına alınmış, daha sonra bu değerler 3.6 ile çarpılarak her bir tür için gerçekleştirilen birim alanda (ha) elektrik enerjisi tüketimi MJ/ha cinsinden hesaplanmıştır. Araştırma süresince her bir tür için sulama esnasında gerçekleştirilen elektrik enerjisi tüketiminin yıllara göre dağılımı Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sulamalar esnasında gerçekleştirilen toplam elektrik enerjisi tüketimi

Türler	1.yıl (MJ/ha)	2.yıl (MJ/ha)	3.yıl (MJ/ha)
Miskantus	18644	9032	9429
Dallı darı	17690	8665	8917
Kargı kamışı	19300	10382	11337
Ortalama	18545	9360	9894

Biyokütle Üretiminde Dolaylı Enerji Girdileri: Biyokütle üretiminde kullanılan; insan iş gücü ile tarım alet/makinaları, kimyasal gübre ve tohumluk üretimi için tüketilen enerji miktarları, dolaylı enerji girdisi olarak dikkate alınmıştır.

EGdy = İE + ME + GE + TE

Burada;

EGdy = Dolaylı enerji girdisi (MJ/ha),

İE = İnsan iş gücü enerjisi (MJ/ha),

ME = Alan başına alet/makine kullanımına ilişkin dolaylı enerji tüketimi (MJ/ha),

GE = Birim alana toplam gübre enerjisi tüketimi (MJ/ha),

TE = Birim alana toplam tohumluk enerjisidir (MJ/ha).

İnsan İşgücüne İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi: Biyokütle üretimi sırasında insan işgücüne ilişkin dolaylı enerji tüketimi aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Öztürk, 2010).

$$İE = \frac{İS \times ÇS}{İA} \times İEE$$

Burada;

İE = İnsan işgücü enerjisi (MJ/ha),

İS = İşçi sayısı (adet),

ÇS = Çalışma süresi (h),

İA = İşlenen alan (ha) ve

İEE = İnsan işgücü enerji eşdeğeridir (MJ/h).

Araştırmada iş gücünden kaynaklanan enerji tüketim değerleri; kazma ile çalışma için 25.12, orakla biçme için 29.30, makine ile sürme için 17.58 ve elle çalışma için 5.02 kJ/dakika kabul edilmiştir (Dinçer, 1977; Uzmay, 1984).

Tarım Alet/Makinalarına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi: Biyokütle üretiminde tarım alet/makinalarının kullanımına ilişkin dolaylı enerji tüketimi kapsamında aşağıda belirtilen enerji miktarları dikkate alınmıştır.

1. Alet/makinaların imalatında kullanılan hammaddelerin çıkarılması/taşınması/işlenmesi için tüketilen enerji miktarı
2. Fabrika/atölyede hammaddeden alet/makina tasarım/imalat işlemleri için kullanılan enerji miktarı
3. Alet/makinanın tamir/bakım işlemlerinde kullanılan enerji miktarı
4. Alet/makinanın dağıtım/taşınması için kullanılan enerji miktarı

Biyokütle üretim işlemleri sırasında, her bir tarla uygulaması için kullanılan tarım alet/makinalarına ilişkin işlenen alan başına dolaylı enerji tüketimi aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Öztürk, 2010).

$$ME = \frac{MYE + TBE + TDE}{E\ddot{O} \times EIK} \times \dot{I}S$$

Burada;

ME = Alan başına alet/makinaya ilişkin dolaylı enerji tüketimi (MJ/ha),

MYE = Alet/makine yapım enerjisi (MJ),

TBE = Alet/makinanın tamir/bakım enerjisi (MJ),

TDE = Alet/makinanın taşıma/dağıtım enerjisi (MJ),

EIK = Etkin iş kapasitesi (ha/h),

EÖ = Alet/makinanın ekonomik ömrü (h) ve

İS = İşlem sayısıdır (adet).

Araştırmada kullanılan tarım alet/makinalarının özellikleri Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Araştırmada kullanılan tarım alet/makinalarının özellikleri.

Makine adı	**Özelliği/ Modeli**	**Kütle (kg)**	**Gücü (kW)**
Traktör	Massey Ferguson 165	2280	48.4
Traktör	Başak	640	12.6
Pulluk	3 gövdeli	280	-
Rotovatör	40 bıçaklı	330	-
Büyük Markör	5 ayaklı	260	-
Küçük Markör	10 ayaklı	50	
Sulama pompası	SNT-32-250	53	7.5
Kültivatör	13 ayaklı	320	-
Gübre dağıtıcı	Tek diskli	100	

Araştırmada kullanılan traktörlerin yapım enerjileri 126 MJ/ha, kullanım ömürleri 15000 saat, pulluk, markörler, rotovatör ve kültivatörün yapım enerjileri 70 MJ/ha, kullanım ömürleri 2500 saat ve gübre dağıtıcısının yapım enerjisi 62 MJ/ha, kullanım ömrü 2500 saat olarak kabul edilmiştir (Öztürk, 2010).

Araştırmada sadece tesis yılında toprak hazırlığı ve ekim işlemleri sırasında tarım alet/makinalarına ilişkin dolaylı enerji girdisi gerçekleştirilmiş olup, birim alanda (ha) tarım alet/makinalarına ilişkin dolaylı enerji girdisi miskantus ve kargı kamışı türleri için 214 MJ/ha, dallı darı türü için 230 MJ/ha ve yumrulu yem kanyaşı türü için 195 MJ/ha olarak hesaplanmıştır.

Kimyasal Gübre Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi: Biyokütle üretiminde kimyasal gübre kullanımına ilişkin gübrelenen birim alan başına toplam dolaylı enerji tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Öztürk, 2010).

$$GE = \sum_{I=1}^{I=s} \left[\sum_{n=1}^{n=u} \frac{[N \times N_{eş}]_n}{A} + \sum_{n=1}^{n=u} \frac{[P_2O_5 \times P_{eş}]_n}{A} + \sum_{n=1}^{n=u} \frac{[K_2O \times K_{eş}]_n}{A} \right]_I$$

Burada;

GE = Birim alanda toplam gübre enerjisi girdisi (MJ/ha),
N = Uygulanan azotlu gübre miktarı (kg),
Neş = Azotlu gübre üretimi için tüketilen enerji miktarı (MJ/kg),
P_2O_5 = Uygulanan fosforlu gübre miktarı (kg),
K_2O = Uygulanan potasyumlu gübre miktarı (kg),
Keş = Potasyumlu gübre üretimi için tüketilen enerji miktarı (MJ/kg),
A = Gübrelenen alan (ha) ve
n = Gübre uygulama sayısıdır.

Projede kullanılan azotlu gübrelerin enerji tüketim değeri 50 MJ/kg, fosforlu gübrelerin enerji tüketim değeri ise 8 MJ/kg kabul edilmiştir (Ramirez ve Worrel, 2006).

Tohumluk Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerjisi Girdisi : Biyokütle üretimi için kullanılan tohumluk miktarına ilişkin dolaylı olarak tüketilen tohumluk enerjisi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Öztürk, 2010).

TE = EN × (TÜE+PTE)

Burada;

TE = Birim alana harcanan tohumluk enerji girdisi (MJ/ha),
EN = Ekim normu (kg/ha)
TÜE = Tohum üretim enerjisi (MJ/kg) ve
PTE = Paketleme ve taşıma enerjisidir (MJ/kg).

Projeye konu olan türlerden dallı darının tohum üretim enerjisi 43.8 MJ/kg olarak dikkate alınmış olup (Schmer ve ark., 2008), araştırmada 10 kg/ha ekim sıklığı kullanılmasından ötürü dallı darı türünün toplam tohumluk enerji girdisi 438 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Rizomla ekilen bitkilerde (miskantus ve kargı kamışı) rizom üretimi için ihtiyaç duyulan enerji tüketimi 69 MJ/ha olarak dikkate alınmıştır (Mantineo ve ark. ., 2009). Yumrulu yem kanyaşı klonlarının Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanındaki tür bahçesinden traktör yardımıyla çıkarılarak dikime hazır hale getirilmesi esnasında meydana gelen doğrudan (yakıt ve yağ enerjisi) ve dolaylı (insan işgücü ve tarım alet/makinalarına ilişkin dolaylı enerji girdisi) girdilerinin toplamı 1049 MJ/ha olarak hesaplanmıştır.

Sulamaya İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi: Biyokütle üretiminde sulamaya ilişkin birim alan başına yapılan toplam dolaylı enerji tüketim kullanılan sulama ekipmanlarının özelliklerine ve kullanım sürelerine bağlı olarak tarım alet/makinalarına ilişkin dolaylı enerji girdisine benzer şekilde hesaplanmıştır.

Sulamaya ilişkin dolaylı enerji girdisi, sulama pompasının ve sulamada kullanılan boruların yapım enerjilerinden oluşmaktadır. Çizelge 3.7.'de görüldüğü üzere araştırmada kullanılan sulama pompasının gücü 7.5 kW olup, ekonomik ömrü 50000 saat olarak dikkate alınmıştır (Mantineo ve ark., 2009).

Damlama sulama sisteminde borulardan kaynaklı enerji girdisi; DSE = SL x EE / T formülü vasıtasıyla hesaplanmıştır (Topak ve ark., 2010).

Bu formülde DSE; Damlama sulama sistemi için enerji tüketimini (MJ/ha), SL; boru uzunluğunu (m/ha), EE; damlama sulama sisteminin enerji eşdeğerini (MJ/m), T; boruların yıl olarak ekonomik ömrünü ifade etmektedir. Deneme alanında kullanılan polietilen damlama sulama borularının enerji eşdeğeri 3.90 MJ/m, ekonomik ömrü ise 7 yıl olarak dikkate alınmıştır (Guzman ve ark., 2008; Topak ve ark., 2010).

Yapılan hesaplamalar sonucunda miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin yetiştiriciliği için yapılan sulamaya ilişkin dolaylı enerji girdisi 7968 MJ/ha olarak hesaplanmıştır.

Biyokütle Üretiminde Toplam Enerji Girdisi: Biyokütle üretiminde toplam enerjisi girdisi, doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin toplamı dikkate alınarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

TEG = EGdğ + EGdy

Burada;

TEG = Toplam enerji girdisi (MJ/ha),

EGdğ = Doğrudan enerji girdileri toplamı (MJ/ha) ve

EGdy = Dolaylı enerji girdileri (MJ/ha) toplamıdır.



Aralık 2013



Ocak 2014

Şekil 3.23.Devamı



Mart 2014



Mayıs 2014



Temmuz 2014



Eylül 2014



Kasım 2014



Ocak 2015

Şekil 3.23.Devamı



Mart 2015



Mayıs 2015



Temmuz 2015



Eylül 2015



Kasım 2015



Ocak 2016

Şekil 3.23.Devamı




Mart 2016 Mayıs 2016

Şekil 3.23.Devamı




Temmuz 2016 Eylül 2016




Kasım 2016 Ocak 2017

Şekil 3.23. Farklı büyüme dönemlerinde yumrulu yem kanyaşı türü parsellerinden elde edilen görüntüler (Kasım 2013 – Şubat 2017).


Mayıs 2014


Temmuz 2014


Ağustos 2014


Eylül 2014


Aralık 2014


Şubat 2015

Şekil 3.24.Devamı



Nisan 2015



Mayıs 2015



Temmuz 2015



Ağustos 2015



Eylül 2015



Kasım 2015

Şekil 3.24.Devamı



Ocak 2016



Mart 2016



Mayıs 2016



Temmuz 2016



Ağustos 2016



Eylül 2016

Şekil 3.24.Devamı



Kasım 2016 Ocak 2017

Şekil 3.24. Farklı büyüme dönemlerinde miskantus türü parsellerinden elde edilen görüntüler (Mayıs 2014 – Şubat 2017).


Haziran 2014


Temmuz 2014


Ağustos 2014


Eylül 2014


Kasım 2014


Ocak 2015

Şekil 3.25.Devamı



Mart 2015



Nisan 2015



Haziran 2015



Temmuz 2015



Eylül 2015



Kasım 2015

Şekil 3.25.Devamı


Ocak 2016


Şubat 2016


Mart 2016


Nisan 2016


Haziran 2016


Ağustos 2016

Şekil 3.25.Devamı



Kasım 2016 Ocak 2017

Şekil 3.25. Farklı gelişim dönemlerinde dallı darı bitkisi parsellerinden elde edilen görüntüler (Mayıs 2014 – Şubat 2017).



Haziran 2014



Temmuz 2014



Ağustos 2014



Eylül 2014



Kasım 2014



Ocak 2015

Şekil 3.26.Devamı



Mart 2015



Mayıs 2015



Temmuz 2015



Ağustos 2015



Kasım 2015



Aralık 2015

Şekil 3.26.Devamı



Şubat 2016



Mart 2016



Mayıs 2016



Haziran 2016



Ağustos 2016



Ekim 2016

Şekil 3.26.Devamı



Aralık 2016 Ocak 2017

Şekil 3.26. Farklı büyüme dönemlerinde kargı kamışı türü parsellerinden elde edilen görüntüler (Mayıs 2014 – Şubat 2017).

3.2.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmaya konu olan tarla denemesi bitki türleri ana parselleri, azot dozları alt parselleri, hasat zamanları da minik parselleri oluşturacak şekilde Steel ve Torrie (1960) tarafından açıklanan zamanda bölünen bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Araştırmadan elde edilen veriler JMP 7.0 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar arası karşılaştırmalarda Tukey güvenilirlik testi kullanılmıştır. 4'lü interaksiyonun önemli çıktığı özelliklerde, ortalamalar arasındaki önem farklılıklarını ifade eden grup sayısının çok fazla olmasından ve mevcut bilgisayar karakter sayısı gruplandırmaya yetmediğinden ötürü bu özelliklerde sadece güvenilir fark verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu (cm)

Farklı azot dozu ve hasat zamanı uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen bitki boyu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	1676.73	838.367	1.8122
Tür	3	2566316	855439	1849.0650**
Hata	6	2775.8	462.633	
Azot Dozu	3	4190.98	1396.99	2.7672
Tür x Azot D.	9	2628.84	292.094	0.5786
Hata	24	12116	504.834	
Hasat Zamanı	1	26306.4	26306.4	147.2689**
Tür x Hasat Z.	3	17230.7	5743.58	32.1538**
Azot D. x Hasat Z.	3	805.088	268.363	1.5023
Tür x Azot D. X Hasat Z.	9	3808.35	423.15	2.3689*
Hata	32	5716.12	178.629	
Yıl	2	190476	95237.9	283.8259**
Tür x Yıl	6	123752	20625.4	61.4673**
Azot D. x Yıl	6	4982.94	830.49	2.4750*
Tür x Azot D. x Yıl	18	12735.8	707.542	2.1086**
Hasat Z. x Yıl	2	3444.43	1722.22	5.1325**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	6224.26	1037.38	3.0916**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	1408.51	234.751	0.6996
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	3808.72	211.595	0.6306
Hata	128	42950.458	335.550	
Genel	287	3033354.764		
VK (%)	7.94			

(*) % 5 seviyesinde önemli, (**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, bitki boyu değerleri bakımından türler, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x azot dozu x yıl ve tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	221.0	183.3	244.4	249.1	205.0	202.0
	100	216.0	210.8	261.3	256.1	208.6	205.2
	150	211.9	196.7	245.9	247.7	206.5	204.9
	200	211.1	198.0	241.6	242.7	199.9	195.8
Dallı darı	0	147.2	140.0	177.8	171.6	175.0	172.7
	100	156.0	157.4	167.8	170.8	178.7	180.6
	150	165.0	151.7	182.0	183.4	176.5	176.6
	200	157.9	157.7	192.7	182.7	169.9	166.5
Kargı kamışı	0	301.6	308.1	455.3	455.9	367.5	361.0
	100	336.9	276.1	471.1	445.7	429.6	397.4
	150	335.0	320.3	484.8	429.5	400.2	383.3
	200	355.3	344.5	482.6	422.4	383.7	357.3
Y.Yem kanyaşı	0	176.2	106.9	201.3	173.9	101.3	88.5
	100	182.6	114.5	203.8	170.7	128.0	102.5
	150	180.7	109.8	198.4	163.5	128.2	104.2
	200	180.6	112.9	199.5	150.3	128.7	112.5
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar, ÖD: Önemli değil

Çizelge 4.2.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen bitki boyu değerlerinin 88.5 - 484.8 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (484.8 cm) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (88.5 cm) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan bitki türleri ayrı ayrı incelendiğinde miskantus türünden elde edilen bitki boyu değerlerinin 183.3 – 261.3 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (261.3 cm) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (183.3 cm) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen bitki boyu değerleri Propheter ve ark. (2010) (117 – 239 cm)'nın literatür değerlerinden yüksek, Christou ve ark. (1998) (310.8 – 321.5 cm), Danalatos ve ark. (2007) (170 – 323 cm), Geren ve ark. (2011) (383.1 – 434 cm), Haines ve ark. (2015) (193 – 320 cm), Borkowska ve Molas (2013) (200 - 327.9 cm) ve Angelini ve ark. (2009) (110 – 390 cm)'nın literatür değerlerinden düşük ve Knörzer ve ark. (2013) (214 – 255 cm)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen bitki boyu değerleri 140.0 – 192.7 cm arasında değişmiştir. En yüksek değer (192.7 cm) 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (140.0 cm) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen bitki boyu değerleri Christian ve ark. (2002) (53 – 170 cm)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Propheter ve ark. (2010) (125 – 222 cm)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen bitki boyu değerleri 276.1 – 484.8 cm arasında değişmiştir. En yüksek değer (484.8 cm) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en

düşük değer (276.1 cm) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen bitki boyu değerleri Di Nasso ve ark. (2011) (92 – 286 cm), Cosentino ve ark. (2006) (232.5 – 414.3 cm), Angelini ve ark. (2005) (254 – 446 cm) ve Fagnano ve ark. (2015) (191.9 – 235.7 cm)'nın literatür değerlerinden yüksek, Christou ve ark. (1998) (476.8 – 517 cm) ve Scordia ve ark. (2015) (241 – 631 cm)'nın literatür değerlerinden düşük, Angelini ve ark. (2009) (320 – 420 cm) ve Cosentino ve ark. (2014) (327 – 409.5 cm)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

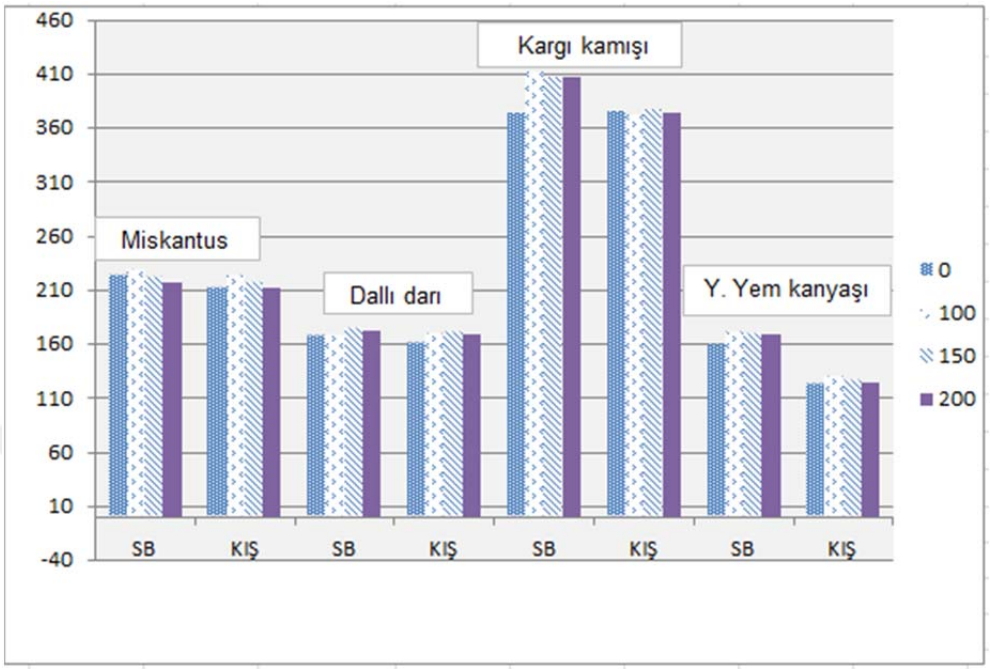
Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen bitki boyu değerleri 88.5 – 203.8 cm arasında değişmiştir. En yüksek değer (203.8 cm) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (88.5 cm) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı interaksiyonu Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı İnteraksiyonu)

Türler	Hasat Zamanları	Azot Dozları (kg/ha)			
		0	100	150	200
Miskantus	SB	223.5 C	228.6 C	221.5 C	217.5 C
	KIŞ	211.4 C	224.0 C	216.4 C	212.2 C
	Ort.	217.5	226.3	218.9	214.9
Dallı darı	SB	166.7 D	167.5 D	174.5 D	173.5 D
	KIŞ	161.4 D	169.6 D	170.5 D	168.9 D
	Ort.	164.1	168.5	172.5	171.2
Kargı kamışı	SB	374.8 B	412.5 A	406.7 A	407.2 A
	KIŞ	375.0 B	373.1 B	377.7 B	374.7 B
	Ort.	374.9	392.8	392.2	391.0
Y.Yem kanyaşı	SB	159.6 D	171.5 D	169.1 D	169.6 D
	KIŞ	123.1 E	129.2 E	125.8 E	125.2 E
	Ort.	141.4	150.4	147.5	147.4
Ortalama (Azot dozları)		224.5	234.5	232.8	231.1

SB: Sonbahar



Şekil 4.1. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Bitki Boyu Değerlerine Ait Tür x Azot dozu x Hasat zamanı İnteraksiyonu

Çizelge 4.3. ve Şekil 4.1.'de, tür x azot dozu x hasat zamanı interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen bitki boyu değerlerinin 123.1 - 412.5 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (412.5 cm) 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 200 (407.2 cm) ve 150 kg/ha (406.7 cm) azot dozları uygulanan ve yine sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parselleri izlemiştir. En düşük değer (123.1 cm) ise azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus ve dallı darı türlerinde azot dozu uygulamalarından kaynaklı olarak sonbahar ve kış hasadı parselleri arasında bitki boyu değerleri bakımından önemli bir fark oluşmaz iken, kargı kamışı türünde 100, 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında, yumrulu yem kanyaşı türünde ise tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen bitki boyu değerleri

kış hasadı parsellerinden elde edilen bitki boyu değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Fakat yine de miskantus ve dallı darı türlerinde olduğu gibi bu türlerde azot dozu uygulamalarının ortalama bitki boyu değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

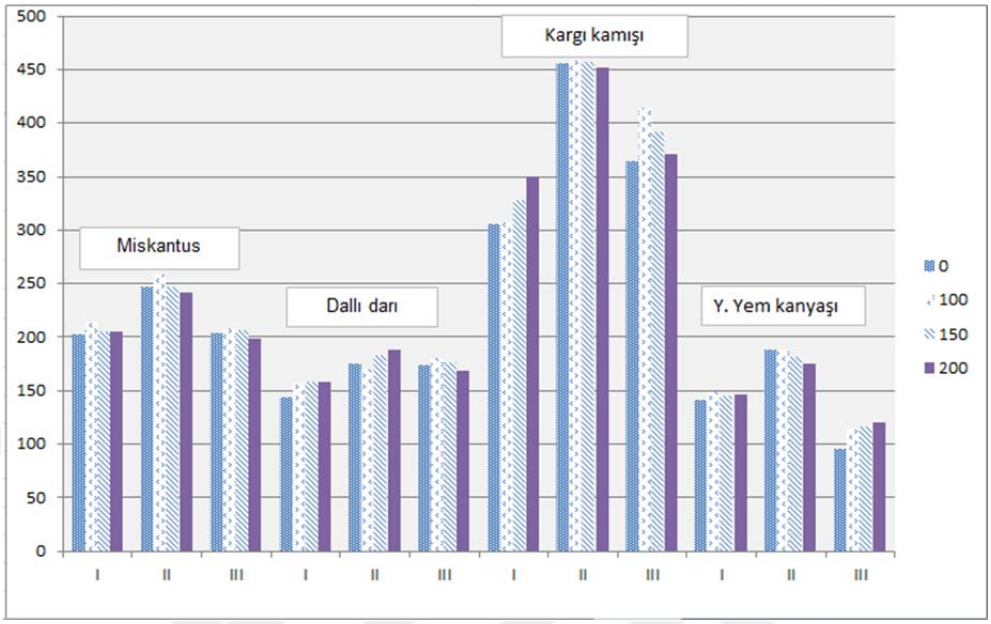
Farklı ekolojik koşullarda yapılan çalışmalarda, önemli bir biyokütle verimi parametresi olan bitki boyunun azot dozu uygulamalarından çoğunlukla önemli düzeyde etkilendiği ileri sürülmektedir. Cosentino ve ark. (2007), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 60 kg/ha azot dozu uygulamasının kontrol (0 kg/ha) uygulamasına nazaran miskantus bitkisinden elde edilen ortalama bitki boyu değerlerini önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. Angelini ve ark. (2005), İtalya'nın Piza bölgesinde yürüttükleri çalışmada farklı hasat zamanları (Sonbahar ve Kış) ve gübre dozlarının (200 – 80 – 200 ve 0 – 0 – 0 NPK) kargı kamışı türünün ortalama bitki boyu değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve gübre dozu x hasat zamanı interaksiyonun önemli çıktığını bildirmişlerdir.

Knörzer ve ark. (2013), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada, 40 kg/ha azot dozu uygulamasının miskantus bitkisinden elde edilen ortalama bitki boyu değerlerini önemli düzeyde artırdığını, fakat artan azot dozlarının bitki boyu değerlerine ilave bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x yıl interaksiyonu Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	Ort. (Türler)
Miskantus	0	202.1 J-M	246.7 HI	203.5 I-K	219.4
	100	213.4 I-K	258.7 H	206.9 I-K	
	150	204.3 I-L	246.8 HI	205.7 I-K	
	200	204.6 I-K	242.1 H-J	197.9 J-N	
	Ort.	206.1 e	248.6 d	203.5 e	
Dallı darı	0	143.6 O-Q	174.7 K-P	173.9 K-P	169.1
	100	156.7 N-Q	169.3 K-P	179.6 K-P	
	150	158.3 M-Q	182.7 K-P	176.6 K-P	
	200	157.8 M-Q	187.7 K-O	168.2 L-P	
	Ort.	154.1 g	178.6 f	174.6 f	
Kargı kamışı	0	304.8 G	455.6 AB	364.3 DE	387.7
	100	306.5 FG	458.4 A	413.5 BC	
	150	327.7 E-G	457.1 AB	391.8 CD	
	200	349.9 D-F	452.5 AB	370.5 C-E	
	Ort.	322.2 c	455.9 a	385.0 b	
Y.Yem kanyaşı	0	141.5 P-Q	187.6 K-O	94.9 R	146.6
	100	148.5 O-Q	187.3 K-O	115.3 QR	
	150	145.2 O-Q	181.0 K-P	116.2 QR	
	200	146.8 O-Q	174.9 K-P	120.6 QR	
	Ort.	145.5 g	182.7 f	111.7 h	
Ort. (Yıllar)		207.0	266.4	218.7	



Şekil 4.2. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.4. ve Şekil 4.2.'de, tür x azot dozu x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen bitki boyu değerlerinin 94.9 - 458.4 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (458.4 cm) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan (457.1 cm), azot uygulanmayan (455.6 cm) ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan (452.5 cm) kargı kamışı parselleri izlemiştir. En düşük değer (94.9 cm) ise 3.yılda azot uygulanmayan yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama bitki boyu değerleri bakımından yıllar arasında önemli farklılıklar meydana gelmiştir. 4 bitki türünde de araştırmanın 2.yılında elde edilen bitki boyu değerleri 1.yılda elde edilen bitki boyu değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durumun çok yıllık buğdaygil türlerinin ekim yıllarında tesis olmaları ve gerçek verim potansiyellerine 2. ve 3.yıllarda ulaşmaları ile ilişkili olduğu söylenebilir. Farklı ekolojilerde yürütülen

çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Geren ve ark. (2011), İzmir Bornova koşullarında yürüttükleri çalışmada miskantus bitkisinden elde ettikleri bitki boyu değerlerinin 1.yılda 293.8 – 349.1 cm, 2.yılda ise 427.6 – 518.9 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Alexopoulou ve ark. (2008), Yunanistan'nın Aliortos ve İtalya'nın Trisaia bölgelerinde yürüttükleri 5 yıllık çalışmada dallı darı türünde en yüksek bitki boyu ortalamasına araştırmanın 2.yılında ulaştıklarını bildirmişlerdir. Cosentino ve ark. (2006), Güney İtalya koşullarında doğal popülasyondan topladıkları 39 farklı kargı kamışı klonundan elde ettikleri ortalama bitki boyu değerlerinin araştırmanın 1.yılında 233.6 – 333.67 cm, 2.yılda ise 297.4 – 414.3 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Araştırmanın 3.yılında, miskantus ve kargı kamışı türlerinden 2.yıla nazaran önemli düzeyde daha düşük ortalama bitki boyu değerleri elde edilmiş, fakat diğer 2 türün aksine dallı darı türünde 2. ve 3.yıllara ait ortalama bitki boyu değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Materyal ve Metod'da belirtildiği üzere, bu yılda muhtemelen daha sıcak hava koşullarının hüküm sürmesi nedeniyle miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türleri diğer iki yıla nazaran daha erken başaklanmıştır. Dolayısıyla miskantus ve kargı kamışı türlerinde araştırmanın 3.yılında 2.yıla nazaran daha düşük ortalama bitki boyu değerlerinin elde edilmesinin bu yılda vejatatif büyüme dönemlerinin sınırlanması ile ilişkili olduğu söylenebilir. Aynı durumun dallı darı türünde yaşanmamasının, bu türün diğer iki türden daha erken yeniden büyümeye başlayıp daha erken başaklanması nedeniyle yüksek sıcaklık stresine daha az maruz kalması ile ilişkili olduğu söylenebilir.

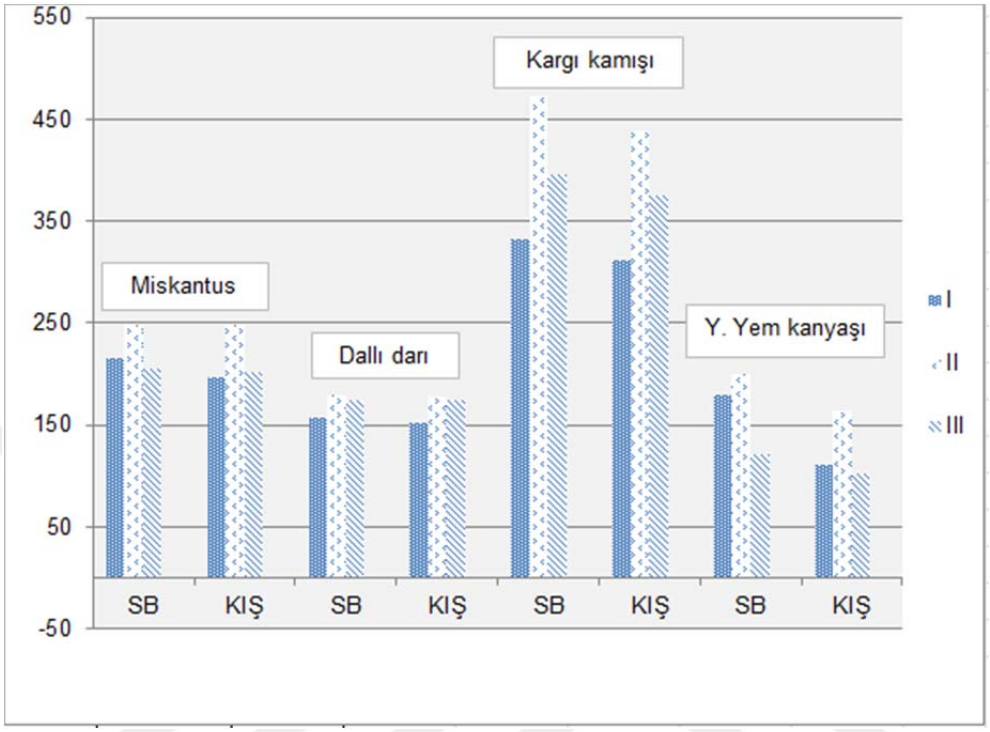
Yumrulu yem kanyaşı türünde ise, diğer 3 türden farklı olarak 3.yıla ait ortalama bitki boyu değerleri 1.yıla ait ortalama bitki boyu değerlerinden dahi düşük çıkmıştır. Bu durum, yine Materyal ve Metod'da belirtildiği üzere, 3. büyüme dönemi içerisinde meydana gelen kuraklıkların yumrulu yem kanyaşı türüne ait hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerindeki bitkilerin gelişimlerini sınırlandırması ile açıklanabilir.

Tür x yıl interaksiyonu incelendiğinde, kargı kamışı türünden elde edilen ortalama bitki boyu değerlerinin (322.2 - 455.9 cm) diğer 3 türden önemli düzeyde yüksek çıktığı görülmektedir. Lewandowski ve ark. (2003b), kargı kamışı türünün büyük ve güçlü rizomları sayesinde uygun koşullarda vejatatif gelişme süresi boyunca haftada 30-70 cm arasında büyüyebildiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Angelini ve ark. (2009), İtalya'nın Piza bölgesinde yürüttükleri 12 yıllık çalışmada kargı kamışı türünün bitki boyu değerlerinin 320 – 420 cm, miskantus türünün bitki boyu değerlerinin ise 110 – 390 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış
Miskantus	1.Yıl	215.0 F	197.2 FGH
	2.Yıl	248.3 E	248.9 E
	3.Yıl	205.0 FG	202.0 FGH
	Ort.	222.8 c	216.0 c
Dallı darı	1.Yıl	156.5 I	151.7 I
	2.Yıl	180.1 G-I	177.1 G-I
	3.Yıl	175.0 HI	174.1 HI
	Ort.	170.5 d	167.6 d
Kargı kamışı	1.Yıl	332.2 D	312.3 D
	2.Yıl	473.5 A	438.4 B
	3.Yıl	395.3 C	374.8 C
	Ort.	400.3 a	375.1 b
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	180.0 G-I	111.0 J
	2.Yıl	200.8 F-H	164.6 I
	3.Yıl	121.5 J	101.9 J
	Ort.	167.4 d	125.8 e
Ort. (Hasat Zamanları)		240.3	221.2



Şekil 4.3. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Bitki Boyu Değerlerine (cm) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.5. ve Şekil 4.3.'de, tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen bitki boyu değerlerinin 101.9 – 473.5 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (473.5 cm) 2.yılda sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (101.9 cm) ise 3.yılda kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus ve dallı darı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar ve kış hasadı parselleri arasında bitki boyu değerleri bakımından önemli bir fark meydana gelmemiştir. Bu durumun, birer sıcak mevsim buğdaygil türleri olan miskantus ve dallı darının kış aylarında dormant durumda kalarak büyüme ve gelişmelerini durdurmaları ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Kargı kamışı türünde sadece 2. yılda sonbahar hasadından elde edilen bitki boyu değeri kış hasadından elde edilen bitki boyu değerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış olup, 1. ve 3. yılarda hasat zamanları arasında bitki boyu değerleri bakımından önemli bir fark saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde ise araştırmanın 1. ve 2.yıllarında sonbahar hasadından elde edilen bitki boyu değeri kış hasadından elde edilen bitki boyu değerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Materyal ve Metod'da belirtildiği üzere, yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerinde hasat işlemleri Şubat ayı içerisinde yapılmış ve hasatlardan hemen sonra meydana gelen yağışlarla birlikte bitkiler tekrar büyümeye başlamış ve genellikle Mayıs sonu-Haziran başında gelişimlerini tamamlamışlardır. Ardından gelen yaz aylarını dormant durumda geçiren bitkiler ekim ayında meydana gelen ilk yağışlarla beraber yeni sürgünler oluşturmaya başlamış ve yeni sürgün oluşumunun hızlanmasını takiben parsellerde bir önceki büyüme döneminden kalan bitkilerin büyük çoğunluğu devrilmiştir. Dolayısıyla kış hasatları esnasında parsellerdeki bitki varlığının büyük çoğunluğunu aktif büyüme dönemi içerisinde bulunan ve henüz gelişimlerini tamamlamamış olan yeşil bitkiler oluşturmuştur. Dolayısıyla bu durumun, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerinden elde edilen bitki boyu değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen bitki boyu değerlerinden daha düşük çıkmasına yol açtığı söylenebilir. Buna karşın araştırmanın 3.yılında sonbahar ve kış hasadı parsellerinden elde edilen bitki boyu değerleri arasında önemli bir fark çıkmamasının, bu yılda sonbahar hasadı parsellerindeki bitkilerin kuraklık stresine maruz kalmaları neticesinde gelişimlerinin sınırlı kalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Araştırmanın 3.yılında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerindeki bitkiler kuraklık stresine maruz kalmış ve bu yılda hasat zamanları arasında bitki boyu değerleri bakımından önemli bir fark saptanmamıştır.

4.2. Sap çapı (mm)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen sap çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.5661	0.2830	0.3655
Tür	3	6026.5000	2008.8300	2593.8030**
Hata	6	4.6469	0.7745	
Azot Dozu	3	17.0779	5.6926	20.9131**
Tür x Azot D.	9	7.0399	0.7822	2.8736*
Hata	24	6.5329	0.2722	
Hasat Zamanı	1	9.9235	9.9235	37.0602**
Tür x Hasat Z.	3	5.4441	1.8147	6.7771**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.6712	0.2237	0.8355
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	2.7647	0.3072	1.1472
Hata	32	8.5686	0.2677	
Yıl	2	172.93	86.4685	318.5428**
Tür x Yıl	6	204.2160	34.0360	125.3857**
Azot D. x Yıl	6	6.9367	1.1561	4.2591**
Tür x Azot D. x Yıl	18	32.0993	1.7833	6.5695**
Hasat Z. x Yıl	2	6.0097	3.0049	11.0697**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	17.6972	2.9495	10.8658**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.6697	0.1116	0.4112
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	3.5947	0.1997	0.7357
Hata	128	34.7460	0.2710	
Genel	287	6568.6450		
VK (%)	6.67			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, sap çapı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x yıl ve tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	7.37	7.31	8.22	8.05	7.96	7.69
	100	7.61	7.53	8.62	8.68	9.02	9.00
	150	7.41	7.13	8.30	8.24	9.21	8.99
	200	7.93	7.32	8.81	8.71	9.03	8.92
Dallı darı	0	3.42	2.87	4.17	4.28	4.79	4.84
	100	3.36	2.79	4.62	4.66	5.61	5.57
	150	3.45	2.61	5.18	5.11	5.18	5.13
	200	3.31	3.06	4.31	4.35	5.12	5.08
Kargı kamışı	0	11.02	10.28	15.95	17.80	15.46	15.53
	100	13.35	10.97	17.24	17.90	16.63	16.36
	150	13.94	12.51	17.88	18.38	15.49	14.96
	200	14.08	13.07	15.77	16.88	16.64	15.08
Y.Yem kanyaşı	0	4.31	3.27	4.13	2.75	3.22	2.87
	100	4.34	3.83	4.99	3.17	3.33	3.11
	150	4.58	3.48	4.17	3.14	3.30	3.17
	200	4.39	3.48	4.49	3.13	3.26	3.06
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar, ÖD: Önemli değil

Çizelge 4.7.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen sap çapı değerlerinin 2.61 – 18.38 mm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (18.38 mm) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (2.61 mm) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan bitki türleri ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen sap çapı değerlerinin 7.13 – 9.21 mm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (9.21 mm) 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (7.13 mm) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen sap çapı değerleri Gauder ve ark. (2012) (9.2 – 9.5 mm) ve Geren ve ark. (2011) (18 – 25 mm)'nın literatür değerlerinden düşük ve Borkowska ve Molas (2013) (7.75 – 9.78 mm)'ın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen sap çapı değerlerinin 2.61 – 5.61 mm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (5.61 mm) 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (2.61 mm) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.

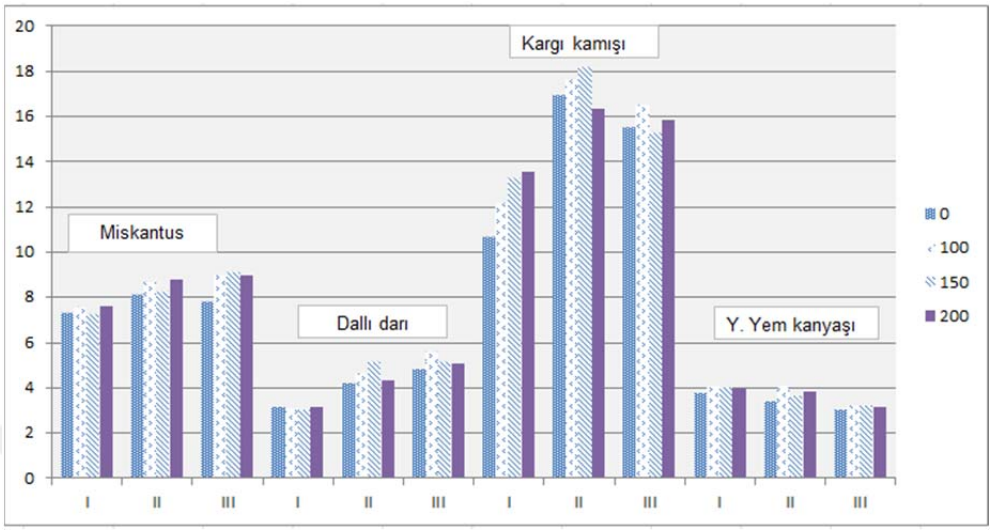
Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen sap çapı değerlerinin 10.28 – 18.38 mm arasında değişmiştir. En yüksek değer (18.38 mm) 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (10.28 mm) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen sap çapı değerleri Di Nasso ve ark. (2011) (10.5 – 11.6 mm) ve Erikson ve ark. (2012) (13.5 – 14.8 mm)'nın literatür değerlerinden yüksek, Socrdia ve ark. (2015) (22.4 – 26.1 mm)'nın literatür değerlerinden düşük ve Angelini ve ark. (2005) (9.9 – 19.1 mm)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen sap çapı değerlerinin 2.75 – 4.99 mm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (4.99 mm) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (2.75 mm) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x yıl interaksiyonu Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	0	100	150	200	Ort. (Türler)
Miskantus	1.Yıl	7.34 L	7.57 KL	7.27 L	7.63 KL	8.21
	2.Yıl	8.14 I-L	8.65 I-K	8.27 I-L	8.76 I-K	
	3.Yıl	7.82 J-L	9.01 IJ	9.10 I	8.98 IJ	
	Ort.	7.77 d	8.41 cd	8.21 cd	8.45 d	
Dallı darı	1.Yıl	3.15 Q-R	3.08 R	3.03 R	3.18 Q-R	4.29
	2.Yıl	4.23 N-R	4.64 M-P	5.14 MN	4.33 N-Q	
	3.Yıl	4.82 M-O	5.59 M	5.16 MN	5.10 MN	
	Ort.	4.06 e-g	4.44 e	4.45 e	4.20 ef	
Kargı kamışı	1.Yıl	10.65 H	12.16 G	13.23 FG	13.58 F	15.13
	2.Yıl	16.88 BC	17.57 AB	18.13 A	16.33 C-E	
	3.Yıl	15.50 DE	16.49 B-D	15.23 E	15.86 C-E	
	Ort.	14.34 b	15.41 a	15.53 a	15.26 a	
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	3.79 O-R	4.09 N-R	4.03 N-R	3.94 N-R	3.63
	2.Yıl	3.44 P-R	4.08 N-R	3.66 O-R	3.81 O-R	
	3.Yıl	3.05 R	3.22 Q-R	3.24 Q-R	3.16 Q-R	
	Ort.	3.43 g	3.80 e-g	3.64 fg	3.64 fg	



Şekil 4.4. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.8. ve Şekil 4.4.'de, tür x azot dozu x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen sap çapı değerlerinin 3.03 –18.13 mm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (18.13 mm) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı parselleri (17.57 mm) izlemiştir. En düşük değer (3.03 mm) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan dallı darı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus türünde araştırmanın ilk 2 yılında azot dozu uygulamalarının sap çapı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamış fakat 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen sap çapı değeri (9.10 mm), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen sap çapı değerinden (7.82 mm) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da azot dozu uygulamalarının sap çapı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da azot dozu uygulamaları sap çapı değerlerini önemli düzeyde etkilemiş olup, en yüksek

değerler 1.yılda 200 kg/ha (13.58 mm), 2.yılda 150 kg/ha (18.13 mm) ve 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulamasından (16.49 mm) elde edilmiştir.

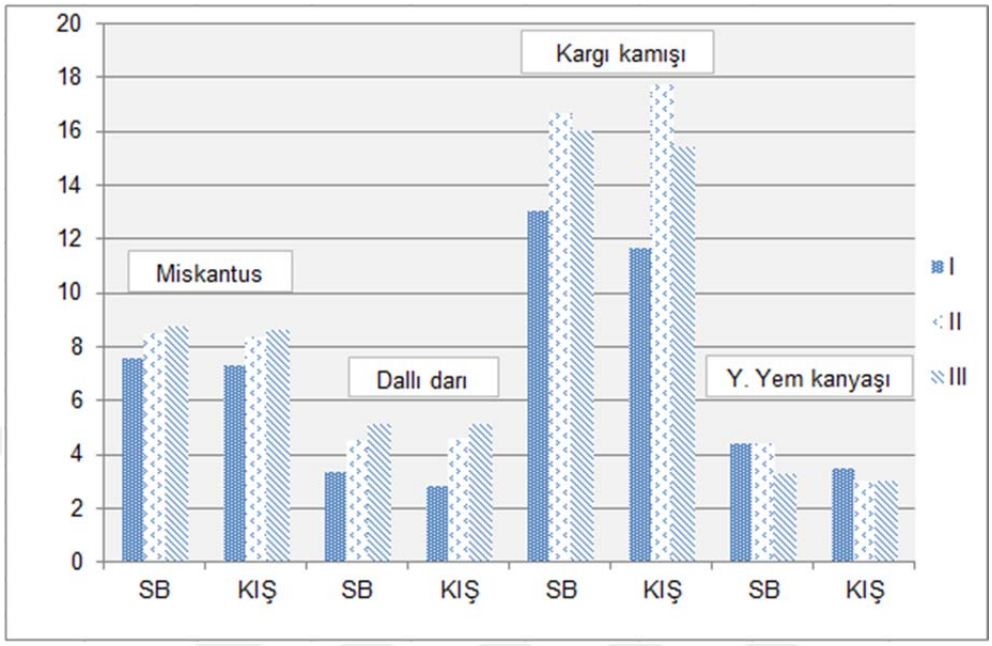
Tür x azot dozu interaksiyonu olarak ifade edilen; farklı azot dozu uygulamaları sonucu bitki türlerinden elde edilen ortalama sap çapı değerleri 3.43 - 15.53 mm arasında değişmiştir. En yüksek değer (15.53 mm) 150 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı türünden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 100 ve 200 kg/ha azot dozları uygulanan kargı kamışı türü izlemiştir. En düşük değer (3.43 mm) ise azot uygulanmayan yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiştir. Miskantus dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinde azot dozu uygulamalarının ortalama sap çapı değerlerine önemli bir etkisi saptanmaz iken, kargı kamışı türünde 100 kg/ha azot dozu uygulaması ortalama sap çapı değerlerini önemli düzeyde artırmış fakat 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamaları ortalama sap çapı değerlerine ilave bir yarar sağlamamıştır.

Kargı kamışı türünden farklı azot dozu uygulamaları sonucu elde edilen ortalama sap çapı değerleri (14.34 – 15.53 mm) diğer 3 türden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Benzer olarak, Angelini ve ark. (2009), İtalya'nın Piza bölgesinde yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri sap çapı değerlerinin 6 – 12 mm, kargı kamışı türünden elde etikleri sap çapı değerlerinin ise 13 – 20 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Miskantus türü ise, farklı azot dozu uygulamaları sonucu edilen ortalama sap çapı değerleri bakımından dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinden daha üstün performans göstermiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort. (Yıllar)
Miskantus	1.Yıl	7.58 G	7.32 G	7.45 e
	2.Yıl	8.49 F	8.42 F	8.45 d
	3.Yıl	8.80 F	8.65 F	8.73 d
	Ort.	8.29 b	8.13 b	8.21
Dallı darı	1.Yıl	3.39 I	2.83 I	3.11 ı
	2.Yıl	4.57 H	4.60 H	4.59 g
	3.Yıl	5.18 H	5.16 H	5.17 f
	Ort.	4.38 c	4.20 c	4.29
Kargı kamışı	1.Yıl	13.10 D	11.71 E	12.40 c
	2.Yıl	16.71 B	17.74 A	17.22 a
	3.Yıl	16.06 BC	15.48 C	15.77 b
	Ort.	15.29 a	14.98 a	15.14
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	4.41 H	3.52 I	3.96 h
	2.Yıl	4.45 H	3.04 I	3.75 h
	3.Yıl	3.28 I	3.06 I	3.17 ı
	Ort.	4.04 c	3.21 d	3.63
Ort. (Hasat Zamanları)		8.00	7.63	



Şekil 4.5. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Sap Çapı Değerlerine (mm) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.9. ve Şekil 4.5.'de, tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen sap çapı değerlerinin 2.83 –17.74 mm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (17.74 mm) 2.yılda kışın hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (2.83 mm) ise 1.yılda kışın hasat edilen dallı darı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, hasat zamanlarının miskantus ve dallı türlerinin sap çapı değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır. Dolayısıyla bu türlerde hasat zamanı uygulamalarından elde edilen ortalama sap çapı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kargı kamışı türünde ise 1.yılda sonbahar hasadından elde edilen sap çapı değeri (13.10 mm) kış hasadından elde edilen sap çapı değerlerinden (11.71 mm), 2.yılda kış hasadından elde edilen sap çapı değerleri (17.74 mm) sonbahar hasadından elde edilen sap çapı değerlerinden (16.71 mm) önemli düzeyde yüksek çıkmış, 3.yılda ise hasat zamanlarının kargı kamışı türünden elde edilen sap çapı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Araştırmanın ilk 2 yılında hasat zamanlarından elde edilen sap çapı değerleri arasında önemli düzeyde fark çıkmasına rağmen, hasat zamanlarının kargı kamışı türünden elde edilen ortalama sap çapı değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Diğer türlerden farklı olarak, yumrulu yem kanyaşı türünde araştırmanın ilk 2 yılında sonbahar hasadından elde edilen sap çapı değerleri kış hasadından elde edilen sap çapı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde sonbahar ve kış aylarında oluşan yeni sürgünlerin hasatların yapıldığı Şubat ayına kadar sınırlı miktarda gelişim gösterebilmelerinin bu durumun ortaya çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Araştırmanın 3.yılında ise yumrulu yem kanyaşı türünde hasat zamanları arasında sap çapı değerleri bakımından önemli bir fark çıkmamıştır. Bu yılda sonbahar hasadı parsellerindeki bitkilerin kuraklık stresine maruz kalmalarından dolayı ilk 2 yıla nazaran gelişimlerinin sınırlı kalmasının bu sonucun elde edilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Farklı hasat zamanı uygulamaları sonucu yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen ortalama sap çapı değerleri bakımından, sonbahar hasadından elde edilen ortalama sap çapı değeri (4.04 mm) kış hasadından elde edilen ortalama sap çapı değerinden (3.21 mm) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Yıl x tür interaksiyonu incelendiğinde, bitki boyunda olduğu gibi miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinden tesis yılı olan araştırmanın 1.yılında elde edilen ortalama sap çapı değerleri 2.ve 3.yıllara kıyasla önemli düzeyde düşük çıkmıştır. Yumrulu yem kanyaşı türünde ise diğer türlerden farklı olarak en yüksek ortalama sap çapı değerleri araştırmanın 1.yılında elde edilmiştir. Bu sonucun ortaya çıkmasında, araştırmanın 2.yılında kış hasadı parsellerindeki bitkilerin, 3. yılda ise hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerindeki bitkilerin kuraklık stresine maruz kalmalarından dolayı gelişimlerinin sınırlanmasının etkili olduğu söylenebilir.

4.3. Yaş Biyokütle Verimi (t/ha)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen yaş biyokütle verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi (t/ha) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	358.7080	179.3540	1.5961
Tür	3	59049.6050	19683.2020	175.1594**
Hata	6	674.2390	112.3730	
Azot Dozu	3	1652.7340	550.9110	10.9594**
Tür x Azot D.	9	946.4550	105.1620	2.0920**
Hata	24	1206.4460	50.2690	
Hasat Zamanı	1	5142.1120	5142.1120	255.4228**
Tür x Hasat Z.	3	4489.6530	1496.5510	74.3378**
Azot D. x Hasat Z.	3	81.4090	27.1360	1.3479
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	153.1460	17.0160	0.8452
Hata	32	644.2160	20.1320	
Yıl	2	10574.0570	5287.0280	163.7080**
Tür x Yıl	6	32421.7430	5403.6240	167.3182**
Azot D. x Yıl	6	601.3870	100.2310	3.1036**
Tür x Azot D. x Yıl	18	2007.8370	111.5460	3.4539**
Hasat Z. x Yıl	2	971.1400	485.5700	15.0352**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	4926.7620	821.1270	25.4254**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	63.7790	10.6300	0.3291
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	331.1730	18.3990	0.5697
Hata	128	4133.8220	32.2950	
Genel	287	130430.4230		
VK (%)	17.92			

(*) % 5 seviyesinde önemli, (**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, yaş biyokütle verimi değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x yıl ve tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	30.58	10.66	37.84	22.29	22.30	14.02
	100	34.82	12.75	49.21	32.29	26.85	20.30
	150	35.37	11.33	50.54	28.84	27.55	18.78
	200	22.50	13.61	47.97	31.59	25.74	20.15
Dallı darı	0	33.15	17.40	36.80	24.21	29.86	18.80
	100	31.50	14.81	37.97	23.81	36.43	23.20
	150	32.70	17.05	37.71	24.21	36.23	23.22
	200	29.15	16.93	34.01	21.63	36.44	21.77
Kargı kamışı	0	24.25	18.33	60.08	53.58	68.95	55.78
	100	31.11	19.14	83.60	71.91	83.62	74.03
	150	32.57	21.07	90.44	75.59	70.67	60.69
	200	35.74	20.82	86.17	74.57	60.87	56.88
Y.Yem kanyaşı	0	12.92	35.28	19.11	10.63	6.57	4.38
	100	13.75	41.47	23.03	11.00	11.71	4.41
	150	14.45	48.76	19.29	11.30	10.31	5.38
	200	12.01	44.73	21.27	11.27	9.57	4.99
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar, ÖD: Önemli değil

Çizelge 4.11.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen yaş biyokütle verimi değerlerinin 4.38 - 90.44 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (90.44 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.38 t/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan bitki türleri ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerlerinin 10.66 – 50.54 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (50.54 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (10.66 t/ha) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri Knörzer ve ark. (2013) (19 – 25 t/ha) ve Lewandowski ve Kicherer (1997) (10.1 – 41.9 t/ha)'in literatür değerlerinden yüksek ve Christou ve ark. (1998) (43.4 – 46.72 t/ha)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri 14.81 – 37.97 t/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (37.97 t/ha) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (14.81 t/ha) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri Grigatti ve ark. (2004) (9.4 – 25.1 t/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Rooney ve ark. (2007) (103 – 106 t/ha)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri 18.33 – 90.44 t/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (90.44 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (18.33 t/ha) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri Christou ve ark. (1998) (55.66 – 61.03

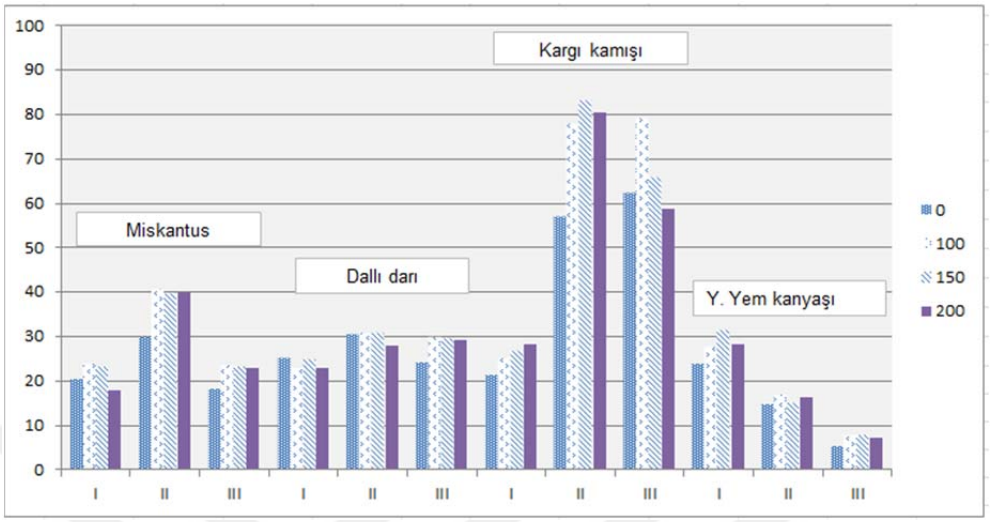
t/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek, Schievano ve ark. (2012) (85 – 130 t/ha)'nın literatür değerlerinden düşük ve Angelini ve ark. (2005) (36 – 109 t/ha)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri 4.38 – 48.76 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek (48.76 t/ha) değer 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.38 t/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve yine kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x yıl interaksiyonu Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	0	100	150	200	Ort. (Türler)
Miskantus	1.Yıl	20.62 E-K	23.79 E-I	23.35 E-I	18.06 E-L	27.00
	2.Yıl	30.07 D-G	40.75 D	39.69 D	39.78 D	
	3.Yıl	18.16 E-L	23.57 E-I	23.17 E-I	22.94 E-I	
	Ort.	22.95 c-e	29.37 c	28.74 c	26.92 cd	
Dallı darı	1.Yıl	25.28 E-I	23.16 E-I	24.87 E-I	23.04 E-I	27.46
	2.Yıl	30.50 D-F	30.89 D-F	30.96 D-F	27.82 D-I	
	3.Yıl	24.33 E-I	29.81 D-G	29.72 D-G	29.10 D-H	
	Ort.	26.70 cd	27.95 c	28.52 c	26.65 cd	
Kargı kamışı	1.Yıl	21.29 E-J	25.13 E-I	26.82 D-I	28.28 D-I	55.44
	2.Yıl	56.83 C	77.75 AB	83.02 A	80.37 A	
	3.Yıl	62.36 C	78.82 AB	65.68 BC	58.88 C	
	Ort.	46.83 b	60.57 a	58.51 a	55.84 ab	
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	24.10 E-I	27.61 D-I	31.60 DE	28.37 D-I	16.98
	2.Yıl	14.87 I-L	17.01 F-L	15.30 H-L	16.27 G-L	
	3.Yıl	5.48 L	8.06 J-L	7.85 J-L	7.28 K-L	
	Ort.	14.81 e	17.56 e	18.25 de	17.31 e	



Şekil 4.6. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Tür x Azot Dozu x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.11. ve Şekil 4.6.'da, tür x azot dozu x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen yaş biyokütle verimi değerlerinin 5.48 – 83.02 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (83.02 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla yine 2.yılda 200 kg/ha (80.37 t/ha), 3. yılda 100 kg/ha (78.82 t/ha) ve 2.yılda yine 100 kg/ha (77.75 t/ha) azot dozları uygulanan kargı kamışı parselleri izlemiştir. En düşük değer (5.48 t/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da miskantus, dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinde azot dozu uygulamalarının yaş biyokütle verimi değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır. Dolayısıyla bu türlerde, azot dozu uygulamalarından elde edilen ortalama yaş biyokütle verimi değerleri arasında da önemli bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde ise araştırmanın 1.yılında azot dozu uygulamalarının yaş biyokütle verimi değerlerine önemli bir etkisi olmamış fakat 2.ve 3.yıllarda yaş biyokütle verimi değerleri azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde

etkilenmiştir. 2.yılda en yüksek yaş biyokütle verimi değeri (83.02 t/ha) 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 200 kg/ha (80.37 t/ha) ve 100 kg/ha (77.75 t/ha) azot dozu uygulamaları izlemiştir. 3.yılda ise en yüksek yaş biyokütle verimi değeri (78.82 t/ha) 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 150 kg/ha (65.68 t/ha) azot dozu uygulaması izlemiştir. Diğer türlerden farklı olarak, kargı kamışı türünde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen ortalama yaş biyokütle verimi değerleri arasında önemli farklar tespit edilmiş olup, en yüksek değer (60.57 t/ha) 100 kg/ha azot dozu uygulamasından, en düşük değer (46.83 t/ha) ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiştir.

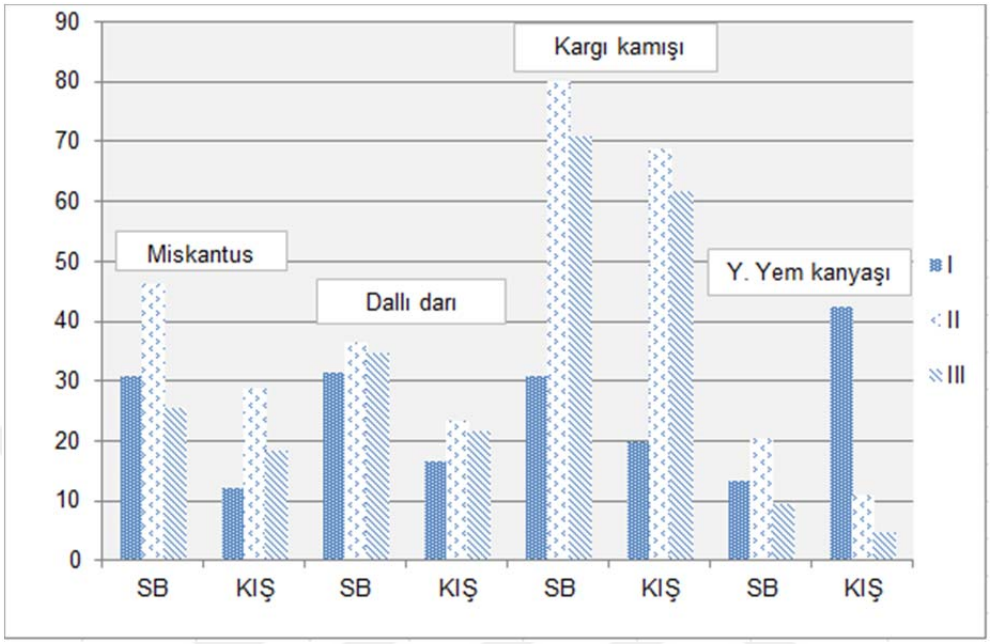
Araştırmanın ilk yılında farklı azot dozu uygulamaları sonucu 4 farklı bitki türünden elde edilen yaş biyokütle verimleri benzer çıkmış olup, 2.ve 3.yıllarda yaş biyokütle verimleri bakımından türler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Araştırmada miskantus, kargı kamışı ve dallı darı türlerinin ekimleri 2014 yılı Mayıs ayında yapılmış ve bitkiler Ağustos sonu-Eylül başına kadar büyümeye devam etmişlerdir. Yumrulu yem kanyaşı türü ise 2013 yılında, bölgede iklim koşulları açısından kuru koşullarda yetiştirilecek serin mevsim bitki türleri için en uygun ekim zamanı olan Kasım ayında ekilmiş ve bitkiler 2014 yılı Mayıs ayına kadar büyümeye devam etmişlerdir. Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin ekim/dikimlerinin nispeten geç yapılmasından ötürü bu türlerin vejatatif büyüme dönemlerinin sınırlanmasının araştırmanın 1.yılında bitki türleri arasında ortalama yaş biyokütle verimleri bakımından önemli bir fark çıkmamasına yol açtığı söylenebilir. Zira 2. ve 3.yıllarda Şubat sonu-Mart başından itibaren yeniden büyümeye başlayan miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türleri yaş biyokütle verimi değerleri bakımından yumrulu yem kanyaşı türünden genellikle daha üstün performans göstermişlerdir. Fakat bu durumun oluşmasında yumrulu yem kanyaşı parsellerindeki bitkilerin 2. ve 3.yıllarda zaman zaman kuraklık stresine maruz kalmalarının da etkili olduğunu söylemek mümkündür. 1.yıldakine benzer olarak, araştırmanın 2.ve 3.yıllarında da farklı azot dozu uygulamaları sonucu miskantus

ve dallı darı türlerinden elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Buna karşın, kargı kamışı türü uygulanan tüm azot dozlarında diğer türlerden önemli düzeyde daha yüksek yeşil biyokütle verimi sağlamıştır. Benzer olarak, Christou ve ark. (1998), Orta Yunanistan'da yürüttükleri tarla denemesinde kargı kamışı türünden 55.66 – 61.03 t/ha, miskantus türünden ise 43.40– 46.70 t/ha arasında yaş biyokütle verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort. (Yıllar)
Miskantus	1.Yıl	30.82 FG	12.09 L-O	21.45 f
	2.Yıl	46.39 D	28.75 F-H	37.57 c
	3.Yıl	25.61 G-I	18.31 I-N	21.96 f
	Ort.	34.27 c	19.72 d	27.00
Dallı darı	1.Yıl	31.63 FG	16.55 J-N	24.09 ef
	2.Yıl	36.62 EF	23.46 G-J	30.04 d
	3.Yıl	34.74 EF	21.75 H-K	28.24 de
	Ort.	34.33 c	20.58 d	27.46
Kargı kamışı	1.Yıl	30.92 FG	19.84 I-M	25.38 d-f
	2.Yıl	80.07 A	68.91 BC	74.49 a
	3.Yıl	71.03 B	61.84 C	66.44 b
	Ort.	60.67 a	50.20 b	55.44
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	13.28 K-O	42.56 DE	27.92 de
	2.Yıl	20.67 H-L	11.05 MO	15.86 g
	3.Yıl	9.54 NO	4.79 O	7.16 h
	Ort.	14.50 e	19.47 d	16.98
Ort. (Hasat Zamanları)		35.94	27.49	



Şekil 4.7. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Yaş Biyokütle Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.13. ve Şekil 4.7.'de, tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen yaş biyokütle verimi değerlerinin 4.79 – 80.07 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (80.07 t/ha) 2.yılda sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.79 t/ha) ise 3.yılda kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sonbahar hasatlarından elde edilen yaş biyokütle verimi değerleri kış hasatlarından elde edilen yaş biyokütle verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Hasat zamanları arasında meydana gelen verim farklılıkların bu türlerin kış aylarını dormant durumda geçirmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. İlkbahar ve yaz aylarında aktif olarak büyüyen miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türleri, kış aylarında meydana gelen soğuk hava koşullarından korunabilmek amacıyla dormansi periyoduna girmekte ve bu dönemde bitkiler hem yüksek

oranda nem kaybetmekte hem de kuruyan sürgün uçları ve yapraklarının büyük kısmı dökülmektedir. Nem kayıpları ve yaprak dökülmelerinin, hasadın kışa ertelenmesi sonucu bu türlerde meydana gelen verim kayıplarının en önemli nedenleri olduğunu söylemek mümkündür.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak farklı hasat zamanı uygulamalarından elde edilen ortalama yaş biyokütle verimi değerleri bakımından, kış hasatlarından elde edilen ortalama yaş biyokütle verimi değeri (19.47 t/ha), sonbahar hasatlarından elde edilen ortalama yaş biyokütle verimi değerinden (14.50 t/ha) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Yıllar ayrı ayrı incelendiğinde; araştırmanın 1.yılında kış hasadından elde edilen yaş biyokütle verimi değeri (42.56 t/ha) sonbahar hasadından elde edilen yaş biyokütle verimi değerinden (13.28 t/ha), 2.yılda sonbahar hasadından elde edilen yaş biyokütle verimi değeri (20.67 t/ha) kış hasadından elde edilen yaş biyokütle verimi değerinden (11.05 t/ha) önemli düzeyde yüksek çıkmış ve 3.yılda ise hasat zamanları arasında yaş biyokütle verimi değerleri bakımından önemli bir fark çıkmamıştır. Araştırmanın 1.yılında, kış hasadı parsellerinde yeni sürgün oluşumunun başladığı 2014 yılı Eylül sonu-Ekim başından hasadın yapıldığı 27 Şubat 2015 tarihine kadar bölgeye toplam 457.4 mm yağış düşmüş ve bunun sonucunda kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün çıkışı diğer yıllardan bir hayli yüksek olmuştur. Aktif büyüme dönemlerinin ortalarında bulunmaları sebebiyle yüksek oranda nem ihtiva eden bu sürgünlerin, 1.yılda kış hasadı parsellerinden sonbahar hasadı parsellerine kıyasla daha yüksek yaş biyokütle verimi elde edilmesine neden olduğu söylenebilir. Yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki bitkilerin 1.yılda iklim koşulları açısından elverişli bir sezon geçirmelerine rağmen, 2.yılda yeni sürgün oluşumu ve büyümesinin meydana geldiği 2015 yılı Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yaşanan kuraklık neticesinde büyük oranda kuruduğu gözlenmiştir. Ardından gelen 2016 yılı Ocak ayında toplam 138.4 mm yağış düşmesi ile birlikte parsellerde yeni sürgün büyümesi tekrardan başlamış fakat hasadın yapıldığı 11 Şubat 2016 tarihine kadar bu büyüme

sınırlı miktarda kalmıştır. Ayrıyeten, kış hasadı parsellerinden farklı olarak Ekim 2014 – Mayıs 2015 tarihleri arasında toplam 613.9 mm yağış düşmesi sonucu bu yılda sonbahar hasadı parsellerindeki bitkiler iklim koşulları açısından elverişli bir sezon geçirmiş ve buna bağlı olarak sonbahar hasadında, kış hasadına nazaran önemli düzeyde daha yüksek yaş biyokütle verimi elde edilmiştir.

Tür x yıl interakisyonu incelendiğinde, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde araştırmanın 2.yılında, 1.yıla nazaran daha yüksek ortalama yaş biyokütle verimi değerleri elde edildiği görülmektedir. Bu durumun çok yıllık buğdaygil türlerinin ekim yıllarında tesis olmaları ve gerçek verim potansiyellerine 2. ve 3. yıllarda ulaşmalarından kaynaklandığı söylemek mümkündür. Fakat beklenenin aksine, araştırmanın 3.yılında miskantus ve kargı kamışı türlerinden elde edilen ortalama yaş biyokütle verimi değerleri 2.yıla nazaran önemli ölçüde azalmış, yumrulu yem kanyaşı türünde ise araştırmanın 1.yılında, 2. ve 3.yıllara kıyasla önemli düzeyde daha yüksek ortalama yaş biyokütle verimi elde edilmiştir. Dallı darı türünde ise araştırmanın 2. ve 3.yıllarına ait ortalama yaş biyokütle verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Daha sıcak hava koşullarının yaşandığı araştırmanın 3.yılında miskantus ve kargı kamışı türlerinin ilk 2 yıla nazaran daha erken başaklanmasının bu yılda daha düşük ortalama yaş biyokütle veriminin elde edilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Yumrulu yem kanyaşı türünden araştırmanın 2.ve 3.yıllarında 1.yıla kıyasla daha düşük yaş biyokütle veriminin elde edilmesi bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların parsellerdeki bitkilerin gelişimlerini sınırlandırmasından kaynaklanmış olabilir. Dalı darı türünde ise 2. ve 3.yıllara ait ortalama yaş biyokütle verimi değerleri arasında önemli bir fark çıkmaması, bu türün yeniden büyümeye miskantus ve kargı kamışı türlerinden daha erken başlayıp daha erken başaklanması nedeniyle yüksek sıcaklık stresine daha az maruz kalması ile ilişkili olabilir.

4.4. Nem Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık

buğdaygillerden elde edilen nem oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	12.3455	6.1727	0.1291
Tür	3	9215.4100	3071.8000	64.2399**
Hata	6	286.9060	47.8177	
Azot Dozu	3	23.0611	7.6870	0.8809
Tür x Azot D.	9	81.0908	9.0101	1.0325
Hata	24	209.4440	8.7268	
Hasat Zamanı	1	770.2810	770.2810	59.5032**
Tür x Hasat Z.	3	46395.4000	15465.1000	1194.6600**
Azot D. x Hasat Z.	3	37.7237	12.5746	0.9714
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	110.5120	12.2791	0.9485
Hata	32	414.2470	12.9452	
Yıl	2	3296.7200	1648.3600	181.7423**
Tür x Yıl	6	3027.0200	504.5030	55.6246**
Azot D. x Yıl	6	30.1128	5.0188	0.5534
Tür x Azot D. x Yıl	18	47.7394	2.6522	0.2924
Hasat Z. x Yıl	2	424.5510	212.2760	23.4047**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	6656.9100	1109.4800	122.3277**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	33.2044	5.5341	0.6102
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	64.6578	3.5921	0.3961
Hata	128	1160.9310	9.0700	
Genel	287	72298.2270		
VK (%)	7.52			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, nem oranı değerleri açısından saptanan varyasyon üzerinde türler, hasat zamanları, yıllar ve tür x hasat zamanı, tür x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	52.07	21.30	46.97	22.77	44.27	19.10
	100	50.63	19.93	44.00	24.50	43.27	18.60
	150	49.97	18.27	45.00	21.47	41.23	20.90
	200	49.63	20.57	43.73	24.97	40.93	19.37
Dallı darı	0	58.37	39.13	43.60	24.67	46.53	24.13
	100	57.43	36.17	46.30	22.57	46.10	24.60
	150	57.27	36.10	46.00	22.60	46.37	24.80
	200	58.90	34.97	46.33	24.63	48.40	24.07
Kargı kamışı	0	54.57	41.43	49.90	50.33	50.57	46.90
	100	54.23	42.00	51.27	50.33	49.80	49.57
	150	53.53	40.40	52.43	48.37	49.90	49.13
	200	54.43	43.30	50.40	50.33	46.53	48.13
Y.Yem kanyaşı	0	16.00	81.27	23.73	46.13	18.37	46.87
	100	14.60	77.50	25.13	42.87	17.50	43.53
	150	17.57	81.50	22.73	46.80	17.80	46.37
	200	15.43	82.57	23.60	50.10	17.23	47.67
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar, ÖD: Önemli Değil

Çizelge 4.15.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen nem oranı değerlerinin % 14.60 – 82.57 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 82.57) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 14.60) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen nem oranı değerlerinin % 18.27 – 52.07 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 52.07) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 18.27) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen nem oranı değerleri Propheter ve ark. (2010) (% 19.8 – 37.5)'nın literatür değerlerinden yüksek, Clifton-Brown ve Lewandowski (2002) (% 35.4 – 57.4)'nın literatür değerlerinden düşük, Lewandowski ve Heinz (2003) (% 24 – 47) ve Lewandowski ve ark. (2003a) (% 28.7 – 60.1)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen nem oranı değerlerinin % 22.57 – 58.90 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 58.90) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 22.57) ise 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen nem oranı değerleri Propheter ve ark. (2010) (% 14.4 – 20.7) ve Adler ve ark. 2006 (% 7 – 35)'nın literatür değerlerinden yüksek, Sanderson ve ark. (1997) (% 42 – 58) ve Shinners ve ark. (2010) (% 56.4 – 66.2)'nın literatür değerlerinden düşük ve Vamvuka ve ark. (2010) (% 24.7 – 53)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen nem oranı değerlerinin (% 41.43 – 54.57) arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 54.57) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en

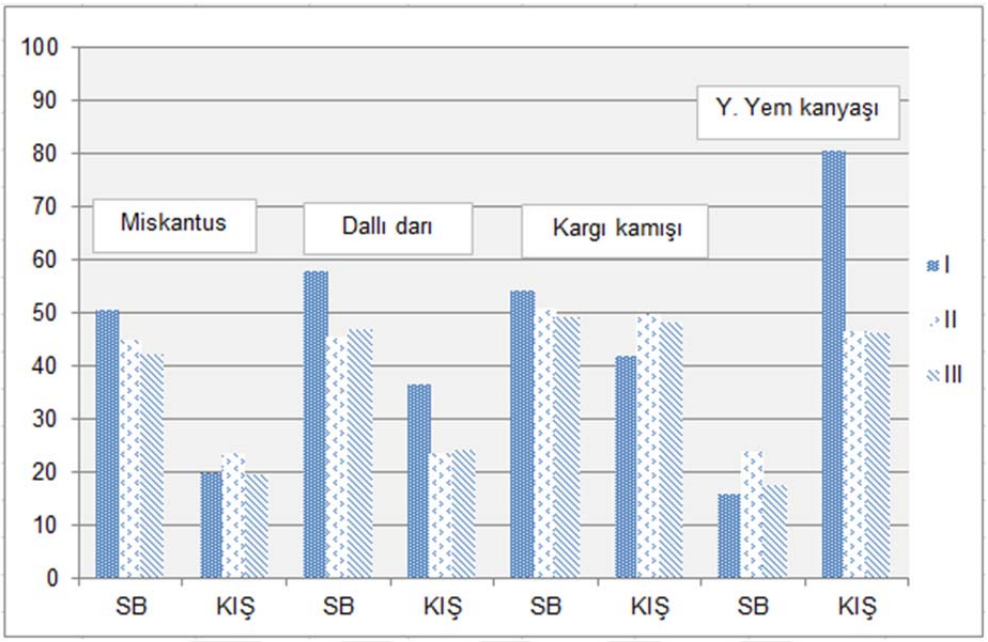
düşük değer (% 41.43) ise yine 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen nem oranı değerleri Knoll ve ark. (2012) (% 21.9 – 39.0), Papazoglou, (2007) (% 40.2 – 46.7)'nun literatür değerlerinden yüksek, Fagnano ve ark. (2015) (% 49 – 56), Zema ve ark. (2012) (% 63 – 68) ve Molari ve ark. (% 48.6 – 62.5)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen nem oranı değerlerinin % 14.60 – 82.56 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 82.56) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 14.60) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort. (Yıllar)	Ort. (Türler)
Miskantus	1.Yıl	50.58 C-E	20.02 K-M	35.30 c	33.50
	2.Yıl	44.93 G-I	23.43 KL	34.17 cd	
	3.Yıl	42.43 HI	19.49 LM	30.96 e	
	Ort.	45.97 c	20.98 e		
Dallı darı	1.Yıl	57.99 B	36.59 J	47.29 b	39.17
	2.Yıl	45.56 F-I	23.62 KL	34.59 cd	
	3.Yıl	46.85 D-H	24.40 K	35.63 c	
	Ort.	50.13 b	28.20 d		
Kargı kamışı	1.Yıl	54.19 BC	41.78 I	47.99 ab	49.08
	2.Yıl	51.00 CD	49.84 C-F	50.42 a	
	3.Yıl	49.20 D-G	48.43 D-G	48.82 ab	
	Ort.	51.46 b	46.69 c		
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	15.90 M	80.71 A	48.30 ab	38.45
	2.Yıl	23.80 KL	46.48 D-H	35.14 c	
	3.Yıl	17.73 M	46.11 E-I	31.92 de	
	Ort.	19.14 e	57.76 a		
Ort. (Hasat Zamanları)		41.68	38.41		



Şekil 4.8. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Nem Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.16. ve Şekil 4.8.'de görüldüğü üzere, tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen nem oranı değerlerinin % 15.90 – 80.71 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 80.71) 1.yılda kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 15.90) ise 1.yılda sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus ve dallı darı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından elde edilen nem oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen nem oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durumun birer sıcak mevsim buğdaygil türleri olan miskantus ve dallı darının kış aylarını dormant durumda geçirmelerinden kaynaklandığı söylemek mümkündür.

Kargı kamışı türünde ise, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadından elde edilen nem oranı değeri (% 54.19) kış hasadından elde edilen nem oranı değerinden (% 41.78) önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat 2. ve 3.yıllarda nem oranı değerleri

bakımından hasat zamanları arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Bu durum, kargı kamışı türünün araştırmanın 1.yılında 2.ve 3.yıllara kıyasla daha geç başaklanması nedeniyle, 1.yıl sonbahar hasadı parsellerindeki bitkilerin daha az kurumalarından kaynaklandığı söylenebilir. Hasadın kışa ertelenmesi sonucu meydana gelen nem kayıpları incelendiğinde, araştırma süresince miskantus türünün yaklaşık % 48 – 60, dallı darı türünün yaklaşık % 37 – 48, kargı kamışı türünün ise yaklaşık % 2 – 23 arasında nem kaybettiğini görülmektedir. Akdeniz bölgesinde doğal bir yayılım gösteren ve bir C_3 bitkisi olan kargı kamışının miskantus ve dallı darıya nazaran daha az nem kaybetmesinin, soğuğa daha toleransı olması ve kış aylarında da bir süre fotosentetik aktivitesine devam ederek diğer iki türe nazaran daha geç dormansiye girmesi ile ilişkili olduğu söylenebilir (Mantineo ve ark. 2009).

Yumrulu yem kanyaşı türünde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da kış hasatlarından elde edilen nem oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen nem oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bir serin mevsim buğdaygil türü olan yumrulu yem kanyaşı sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında aktif olarak büyümekte ve yaz aylarını dormant durumda geçirmektedir. Bu türde sonbahar hasatları dormansi periyodunun sonlarına denk gelen Eylül ayı içerisinde, kış hasatları ise bitkilerin aktif olarak büyümeye devam ettikleri Şubat ayı içerisinde yapılmıştır. Dolayısıyla hasatlardan hemen önce kış hasadı parsellerindeki bitki varlığının büyük çoğunluğunu aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin oluşturmasının bu sonuçların ortaya çıkmasında etkili olduğunu söylemek mümkündür. Araştırmanın 2.ve 3. yıllarında yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerinden elde edilen nem oranı değerlerinin 1.yıla kıyasla önemli ölçüde azalması ise, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların yeni sürgün çıkışı ve büyümesini sınırlandırmasıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

Lewandowski ve ark. (2000), normalde biyokütlenin uzun süre bozulmadan depolanabilmesi için nem oranın en fazla %15 olması gerektiğini,

fakat % 25'e kadarki nem oranlarında doğal havalandırma yöntemi ile küflenmenin önlenebildiğini bildirmişlerdir.

Araştırmada bitki türlerinden farklı azot dozu ve hasat zamanı uygulamaları sonucu elde edilen nem oranı değerleri incelendiğinde, miskantus türünde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından elde edilen tüm nem oranı değerlerinin kritik değer olan % 25'in üzerinde, kış hasatlarından elde edilen tüm nem oranı değerlerinin ise % 25'in altında çıktığı görülmektedir.

Dallı darı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından ve 1.yılda kış hasadından elde edilen nem oranı değerleri kritik değerin üzerinde, 2.ve 3. yıllarda kış hasatlarından elde edilen nem oranı değerleri ise kritik değerin altında çıkmıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da hem sonbahar hem de kış hasatlarından elde edilen nem oranı değerlerin kritik değerin üzerinde çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından elde edilen nem oranı değerleri kritik değerin altında, kış hasatlarından elde edilen nem oranı değerleri ise kritik değerlerin üzerinde çıkmıştır.

Tür x hasat zamanı interaksiyonu incelendiğinde, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sonbahar hasadından elde edilen ortalama nem oranı değerlerinin kış hasadından elde edilen ortalama nem oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıktığı görülmektedir. Ayrıca, kargı kamışı türüne ait ortalama nem oranı değerleri (% 46.69 – 51.46) miskantus ve dallı darı türlerinden daha yüksek çıkmıştır. Benzer olarak, Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri nem oranı değerlerinin (% 47.3 – 53.2) miskantus türünden elde ettikleri nem oranı değerlerinden (% 25.5 - 47.7) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer türlerden farklı olarak yumrulu yem kanyaşı türünde ise kış hasadından elde edilen ortalama nem oranı değeri (% 57.76), sonbahar hasadından elde edilen ortalama nem oranı değerinden (% 19.14) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Farklı ekolojilerde yürütülen tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Lewandowski ve ark. (2003a), 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, Almanya, Portekiz, Danimarka ve İngiltere) yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri ortalama nem oranı değerlerinin sonbahar hasadında % 56.1, kış/ilkbahar hasadında ise % 29.1 olduğunu bildirmişlerdir. Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri ortalama nem oranı değerlerinin sonbahar hasadında % 35, kış hasadında ise % 7 olduğunu bildirmişlerdir. Fagnano ve ark. (2015) Güney İtalya'da yürüttükleri çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri ortalama nem oranı değerlerinin sonbahar hasadında % 56, kış hasadında ise % 49 olduğunu bildirmişlerdir. Borkowska ve Molas (2013), Polonya'nın Lublin bölgesinde yürüttükleri çalışmada miskantus türünde sonbahar hasadından elde ettikleri nem oranı değerlerinin (% 70.04 – 22.31) kış hasadından elde ettikleri nem oranı değerlerinden (% 22.31 – 28.75) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.5. Kuru Madde Verimi (t/ha)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen kuru madde verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	79.0170	39.509 0	1.5189
Tür	3	13567.6820	4522.5610	173.8694**
Hata	6	156.0670	26.0110	
Azot Dozu	3	515.9220	171.9740	11.2158**
Tür x Azot D.	9	224.1770	24.9090	1.6245
Hata	24	367.9970	15.3330	
Hasat Zamanı	1	1146.7260	1146.7260	251.9240**
Tür x Hasat Z.	3	129.5470	43.1820	9.4867**
Azot D. x Hasat Z.	3	9.7830	3.2610	0.7164
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	24.9480	2.7720	0.6090
Hata	32	145.6600	4.5520	
Yıl	2	5560.3060	2780.1530	372.0631**
Tür x Yıl	6	5192.8270	865.4710	115.8245**
Azot D. x Yıl	6	151.4160	25.2360	3.3773**
Tür x Azot D. x Yıl	18	443.8490	24.6580	3.3000**
Hasat Z. x Yıl	2	42.7160	21.3580	2.8583
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	179.1330	29.8560	3.9955**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	12.6270	2.1040	0.2816
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	47.7420	2.6520	0.3550
Hata	128	956.4490	7.4720	
Genel	287	28954.5920		
VK (%)	15.68			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, kuru madde verimi değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot

dozu x yıl, tür x azot dozu x yıl ve tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.18. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	14.60	8.40	19.38	17.19	14.23	11.34
	100	17.37	10.21	27.54	24.40	17.50	16.29
	150	17.83	9.26	27.79	22.69	17.45	14.86
	200	13.54	10.80	26.96	22.35	16.52	16.23
Dallı darı	0	13.78	10.58	20.74	18.27	15.87	14.23
	100	13.42	9.45	20.44	18.48	19.62	17.50
	150	13.91	10.91	20.30	18.68	19.26	17.45
	200	12.01	11.01	18.17	16.17	18.79	16.52
Kargı kamışı	0	11.03	10.75	30.05	26.68	34.00	29.62
	100	14.21	11.14	40.74	35.39	41.96	37.32
	150	15.05	12.60	42.96	38.78	35.25	30.65
	200	16.28	11.81	42.66	36.95	32.54	29.49
Y.Yem kanyaşı	0	10.87	6.58	14.56	5.77	5.36	2.34
	100	11.74	9.41	17.24	6.26	9.66	2.48
	150	11.95	8.99	14.91	6.01	8.47	2.89
	200	10.10	7.82	16.25	5.61	7.92	2.59
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar, ÖD: Önemli Değil

Çizelge 4.18.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 2.34 - 42.96 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (42.96 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (2.34 t/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 8.40 – 27.79 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (27.79 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (8.40 t/ha) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri, Christian ve ark. (2008) (1.46 – 18.33 t/ha), Clifton-Brown ve Lewandowski (2002) (1.9 – 25.5 t/ha), Gauder ve ark. (2012) (2.3 – 19.2 t/ha), Haines ve ark. (2.27 – 23.97 t/ha), Kering ve ark. 2012a (3.4 – 6.0 t/ha), Knörzer ve ark. (2013) (13 – 18 t/ha), Larsen ve ark. (2014) (6.2 -13.0 t/ha), Liu ve ark. (2014) (7.79 – 32.0 t/ha), Mishra ve ark. (2013) (1 – 23 t/ha), Price ve ark. (2004) (0.5 – 23.5 t/ha), Propheter ve ark. (2010) (3.3 – 12.8 t/ha), Shield ve ark. (2014) (7.77 – 16.12 t/ha), Jezowski (2008) (9.8 – 20.5 t/ha) ve Ritchter ve ark. (2008) (5 – 18 t/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek, Angelini ve ark. (2009) (10 – 48 t/ha), Christou ve ark. (1998) (26.04 – 32.34 t/ha), Dohleman ve ark. (2012) (39.0 – 52.2 t/ha), Heaton ve ark. (2008) (13.7 – 60.8 t/ha), Himken ve ark. (1997) (15 – 30 t/ha), Lewandowski ve ark. (2003a) (9.2 – 37.8 t/ha) ve Pedroso ve ark. (2014) (13.3 – 33.9 t/ha)'nın literatür değerlerinden düşük, Di Candilo ve ark. (2005) (8 – 30 t/ha), Clifton-Brown ve ark. (2007) (7.7 – 26.3 t/ha), Cosentino ve ark. 2007 (3.9 – 27 t/ha), Ercoli ve ark. (1999) (15 – 27 t/ha), Lewandowski ve Kicherer (1997) (8.1 – 30.5 t/ha), Mantineo ve ark. (2009) (1.2 – 30.6 t/ha), Scordia ve ark. (2015) (2.5 – 27.5 t/ha), Styles ve ark. (2008) (6.5 – 26.0 t/ha) ve Borkowska ve Molas (2013) (2.40 – 29.43 t/ha)'ın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri 9.45 – 20.74 t/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (20.74 t/ha) 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (9.45 t/ha) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri Arundale ve ark. (2014a) (10.3 – 13.6 t/ha), Arundale ve ark. (2014b) (7.45 – 13.71 t/ha), Knoll ve ark. (5.5 – 13.3 t/ha), Propheter ve ark. (2010) (4.1 – 9.2 t/ha), Adler ve ark. (2006) (2.08 – 8.57 t/ha), Berti ve Johnson (2013) (0.2 – 7.5 t/ha), Christian ve ark. (2002) (1.19 – 19.03 t/ha), Grigatti ve ark. (2004) (7.3 – 14.4 t/ha), Hallam ve ark. (2001) (6.5 – 15.8 t/ha), Jefferson ve ark. (2002) (0.1 – 7.0 t/ha), Kering ve ark. (2012b) (3.9 – 16.6 t/ha), Lee ve ark. (2009) (3.7 – 5.6 t/ha), Lemus ve ark. (2002) (6.8 – 13.1 t/ha), Madakadze ve ark. (1998) (10.6 – 12.2 t/ha), Mangan ve ark. (2011) (0.2 – 8.5 t/ha), Masse ve ark. (2010) (2.74 – 12.61 t/ha), Monono ve ark. (2013) (3.0 – 16.9 t/ha), Nikiema ve ark. (2011) (4.83 – 11.93 t/ha), Porensky ve ark. (2014) (2.8 – 7.8 t/ha), Robins (2010) (2.6 - 15.9 t/ha), Sanderson ve ark. (1997) (7.34 – 9.98 t/ha), Schmer ve ark. (2005) (1.13 - 7.28 t/ha), Wright (1990) (4.7 – 6.9 t/ha), Shinners ve ark. (2010) (5.06 – 10.88 t/ha), Walsh ve ark. (2003) (4.5 – 15.1 t/ha) ve Christian ve ark. (2002) (8.82 – 13.97 t/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek, Dohleman ve ark. (2012) (10.5 – 25.9 t/ha), Lemus ve ark. (2007) (7.4 – 27.4 t/ha), Giannoulis ve Danalatos (2014) (9.96 – 27.70 t/ha), Pedroso ve ark. (2013) (13.0 – 27.1 t/ha), Sladden ve ark. (1991) (8.6 – 34.6 t/ha) ve Vamvuka ve ark. (2010) (8.4 – 24.0 t/ha)'nın literatür değerlerinden düşük, Boyer ve ark. (2013) (3.68 – 27.41 t/ha), Cadaux ve ark. (2014) (9.2 – 20.1 t/ha), Monti ve ark. (2008b) (9.2 – 21.0 t/ha), Pedroso ve ark. (2014) (11.1 – 22.9 t/ha), Fike ve ark. (2006a) (6.8 – 22.4 t/ha) ve Soylu ve ark. (2012) (3.42 – 25.82 t/ha)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri 10.75 – 42.96 t/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (42.96 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş

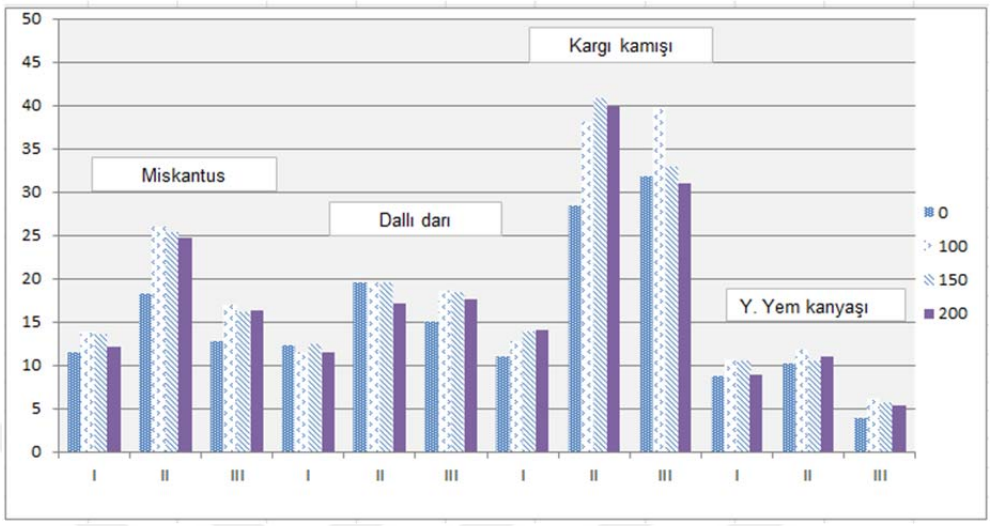
olup, en düşük değer (10.75 t/ha) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri Knoll ve ark. (2012) (2.9 – 12.2 t/ha), Cosentino ve ark. (2006) (7.3 – 34.2 t/ha), Cosentino ve ark. (2014) (11.0 – 28.9 t/ha), Christou ve ark. (2001) (3 – 37 t/ha) ve Erikson ve ark. (2012) (13.4 – 29.1 t/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek, Angelini ve ark. (2009) (29 – 51 t/ha), Scordia ve ark. (2015) (5.0 – 55.3 t/ha), Borin ve ark. (2013) (4 – 99 t/ha) ve Zema ve ark. (2012)'nın literatür değerlerinden düşük, Di Candilo ve ark. (2005) (22 – 42 t/ha), Perdue (1958) (7 – 39 t/ha), Mantineo ve ark. (2009) (4.1 – 43.0 t/ha) ve Angelini ve ark. (2005) (13 – 47 t/ha)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 2.34 – 17.24 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (17.24 t/ha) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (2.34 t/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen kuru madde verimi değerleri Pappas ve ark. (2014a) (4.9 – 6.3 t/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Pappas ve ark. (2014b) (1.8 – 22.3 t/ha)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x yıl interaksiyonu Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	0	100	150	200	Ort. (Türler)
Miskantus	1.Yıl	11.50 M-S	13.79 J-P	13.55 J-P	12.17 K-R	17.28
	2.Yıl	18.28 I-L	25.97 E-G	25.24 E-H	24.65 F-I	
	3.Yıl	12.79 J-Q	16.89 J-O	16.16 J-O	16.38 J-O	
	Ort.	14.19 de	18.89 cd	18.32 d	17.73 d	
Dallı darı	1.Yıl	12.18 K-R	11.43 M-S	12.41 K-R	11.51 M-S	16.07
	2.Yıl	19.51 G-J	19.46 G-J	19.49 G-J	17.17 J-N	
	3.Yıl	15.05 J-P	18.56 H-K	18.36 H-K	17.65 J-M	
	Ort.	15.58 d	16.48 d	16.75 d	15.45 d	
Kargı kamışı	1.Yıl	10.89 M-S	12.67 K-Q	13.83 J-P	14.04 J-P	27.83
	2.Yıl	28.36 D-F	38.06 A-C	40.87 A	39.81 A	
	3.Yıl	31.81 C-E	39.64 AB	32.95 B-D	31.01 D-F	
	Ort.	23.69 bc	30.12 a	29.22 a	28.29 ab	
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	8.72 P-T	10.58 N-T	10.47 N-T	8.96 P-T	8.58
	2.Yıl	10.16 O-T	11.75 L-S	10.46 N-T	10.93 M-S	
	3.Yıl	3.85 T	6.07 Q-T	5.68 R-T	5.26 ST	
	Ort.	7.58 f	9.47 ef	8.87 f	8.38 f	



Şekil 4.9. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Tür x Azot Dozu x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.19. ve Şekil 4.9.'da, araştırmaya konu olan çok yıllık buğdaygil türlerinin kuru madde verimi değerlerine ait tür x azot dozu x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 3.85 – 40.87 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (40.87 t/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla yine 2.yılda 200 kg/ha (39.81 t/ha), 3.yılda 100 kg/ha (39.64 t/ha) ve 1.yılda yine 100 kg/ha (38.06 t/ha) azot dozu uygulanan kargı kamışı parselleri izlemiştir. En düşük değer (3.85 t/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus türünde araştırmanın 1.ve 3.yıllarında, farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamış fakat 2.yılda 100 (25.97 t/ha) ve 150 (25.24 t/ha) kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen kuru madde verimi değerleri 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kuru madde verimi değerinden (12.79 t/ha) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da farklı azot dozu uygulamaları sonucu elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde ise araştırmanın 1.yılında azot dozu uygulamalarının kuru madde verimi değerlerine önemli bir etkisi olmamasına rağmen, 2.yılda en yüksek kuru madde verimi değeri (40.87 t/ha) 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş ve bunu önemsiz farklarla 200 kg/ha (39.81 t/ha) ve 100 kg/ha (38.06 t/ha) azot dozu uygulamaları izlemiştir. 3.yılda ise en yüksek değer (39.64 t/ha) 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş ve bunu önemsiz farkla 150 kg/ha (32.95 t/ha) azot dozu uygulaması izlemiştir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde de dallı darı türünde olduğu gibi 3 farklı yılda da farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli fark saptanmamıştır.

Tür x azot dozu interaksiyonu incelendiğinde, farklı azot dozu uygulamalarının miskantus, dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinin ortalama kuru madde verimi değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Kargı kamışı türünde ise 100 kg/ha azot dozunun ortalama kuru madde verimini önemli düzeyde artırdığı fakat artan azot dozlarının ortalama kuru madde verimine ilave bir yarar sağlamadıkları anlaşılmaktadır.

Farklı ekolojik koşullarda yürütülen tarla denemelerinde araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Christian ve ark. (2008), İngiltere'nin Hertfordshire bölgesinde yürüttükleri 14 yıllık çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 60 ve 120 kg/ha), Danalatos ve ark. (2007), Yunanistan'nın Velestino bölgesinde yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha), Himken ve ark. (1997), Batı Almanya'da yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 90 ve 180 kg/ha) Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri 5 yıllık çalışmada 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) ve Riche ve ark. (2010), İngiltere'nin Notthingamshire bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu

(0, 60 ve 120 kg/ha) uygulamasının miskantus türünden elde ettikleri ortalama kuru madde verimi değerlerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Giannoulis ve Danalatos (2014), Orta Yunanistan'daki 2 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 80, 160 kg/ha) ve Christian ve ark. (2002), Güney İngiltere'de yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (0 ve 60 kg/ha) uygulamasının dallı darı bitkisinden elde ettikleri ortalama kuru madde verimi değerlerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Mantineo ve ark. (2009), Akdeniz iklim koşullarının hâkim olduğu İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri 5 yıllık çalışmanın son 2 yılında 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulamasının kargı kamışı türünün kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek kuru madde veriminin 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiğini, Cosentino ve ark. (2014), yine İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 60, 120 kg/ha) uygulamasının kargı kamışı türünün kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek kuru madde veriminin ise 120 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiğini, Fagnano ve ark. (2015), Güney İtalya'da yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulamasının kargı kamışı türünün kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini ve 100 kg/ha azot dozu uygulaması sonucunda ortalama kuru madde veriminin 13.9 t/ha'dan 16.2 t/ha'a yükseldiğini, Monti ve Lizarazu (2016), İtalya'nın Bologna bölgesinde yürüttükleri 16 yıllık çalışmada 3 farklı azot dozunun (0, 80 ve 160 kg/ha) kamışı türünden elde edilen ortalama kuru madde verimini önemli düzeyde etkilediğini ve en düşük ortalama kuru madde verimi değerinin (16.2 t/ha) 0 kg/ha azot dozu uygulamasından, en yüksek ortalama kuru madde verimi değerinin (19.5 t/ha) ise 160 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Araştırmaya konu olan türlerden miskantus, dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinin kuru madde verimi değerleri bakımından azot dozu uygulamalarına tepki vermemeleri ve kargı kamışı türünde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasının optimum kuru madde verimi için yeterli olmasının çok yıllık

buğdaygil türlerinde azot ve diğer bitki besin elementlerinin mevsimsel translokasyonu ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türleri hava sıcaklığının 20 °C ve üzerinde olduğu ilkbahar ve yaz aylarında aktif olarak büyür iken, soğuk kış aylarında ise dormant durumda kalmaktadırlar. Dormansi periyodu boyunca bu türler sürgünlerinde bulunan bitki besin elementlerini taşınabilir karbonhidratlarla birlikte, aynı zamanda depo organı işlevi gören rizomlara taşımaktadırlar. İlkbaharda ise iklim koşularının aktif büyüme için elverişli hale gelmesiyle beraber bu defa rizomlarda bulunan bitki besin elementleri yine taşınabilir karbonhidratlarla beraber sürgünlere taşınmaya başlamaktadır.

Bir serin mevsim türü olan yumrulu yem kanyaşı ise Akdeniz bölgesinde sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında aktif olarak büyümekte ve hava sıcaklık ortalamasının genellikle 30 °C'nin üzerinde olduğu yaz aylarında ise dormant durumda kalmaktadırlar. Dolayısıyla bu türde bitki besin elementlerinin taşınabilir karbonhidratlarla birlikte depo organlarına taşınması işlemi diğer türlerden farklı olarak yaz aylarında gerçekleşmektedir. Bitki besin elementlerinin büyük çoğunluğunun bitki bünyesinden dışarı çıkmadan büyüme dönemi içerisinde rizomlar ve sürgünler arasında sürekli olarak yer değiştirmesinin araştırmaya konu olan çok yıllık buğdaygil türlerinin bitki besin elementi gereksinimlerinin genellikle düşük olmasına sebep olmaktadır (Venendal ve ark. 1997; Lewandowski ve ark. 2000).

Araştırmada farklı azot dozu uygulamaları sonucu bitki türlerinden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerleri bakımından, en yüksek değerler (23.69 – 30.12 t/ha) kargı kamışı türünden elde edilmiştir. Benzer olarak, Christou ve ark. (1998), Orta Yunanistan'da yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (40 ve 120 kg/ha) uygulaması sonucu kargı kamışı türünden 26.04 – 32.34 t/ha, miskantus türünden ise 26.20 – 26.30 t/ha arasında, Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulaması sonucu kargı kamışı türünden 6.1 – 38.8 t/ha, miskantus

türünden ise 2.5–27 t/ha arasında, Kering ve ark. (2012a), ABD'nin Oklahoma bölgesinde yürüttükleri çalışmada 4 farklı azot dozu (0, 56, 112, 168 kg/ha) uygulaması sonucu kargı kamışı türünden 17.2 – 33.2 t/ha, miskantus türünden 4.2 – 5.2 t/ha ve dallı darı türünden 14.7 – 19.7 t/ha arasında kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.

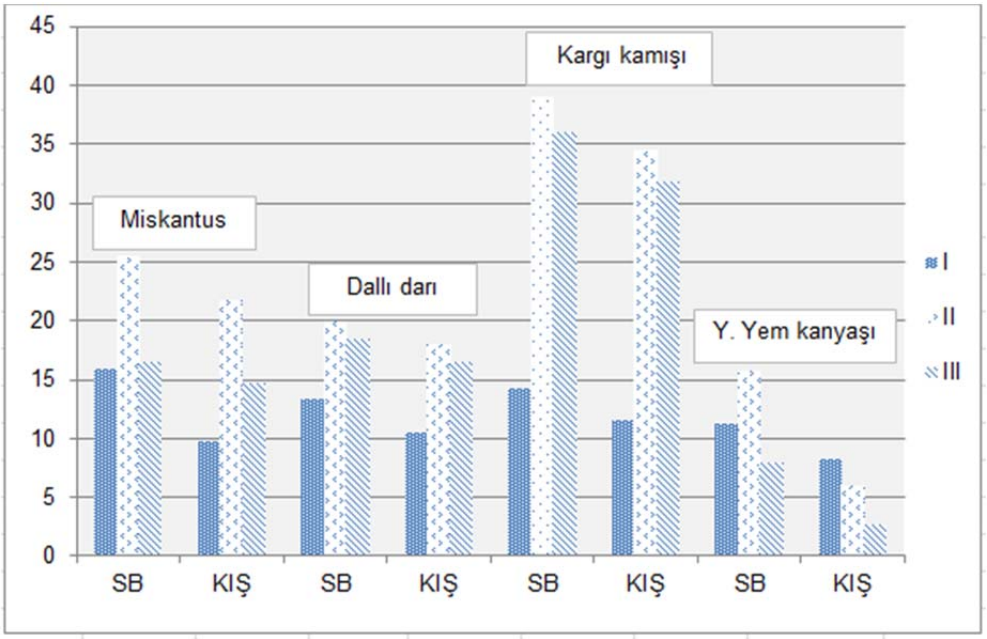
Araştırmada farklı azot dozu uygulamaları sonucu miskantus ve dallı darı türlerinden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Bu durumun aksine, farklı ekolojilerde yürütülen önceki çalışmalarda farklı azot dozu uygulamaları sonucu oluşan ortalama kuru madde verimi değerleri bakımından, miskantus türünün dallı darı türüne nazaran daha üstün performans gösterdiği bildirilmiştir. Boehmel ve ark. (2008), Güneybatı Almanya'da farklı azot dozu (0, 40 ve 80 kg/ha) uygulamalarının miskantus ve dallı darı türlerinin biyokütle ve enerji verimlerine etkilerini araştırdıkları çalışmada miskantus türünden 18.1 t/ha, dallı türünden ise 14.1 t/ha ortalama kuru madde verimi elde ettiklerini ve her iki türde de 80 kg/ha azot dozu uygulamasının diğer azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde daha yüksek ortalama kuru madde verimi sağladığını bildirmişlerdir. Arundale ve ark. (2014a), ABD'nin Illinois bölgesinde farklı azot dozu uygulamalarının (0, 67, 134 ve 202 kg/ha) miskantus ve dallı darı türlerinin biyokütle verimlerine etkilerini araştırdıkları çalışmada miskantus türünden elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin 23.4 – 28.9 t/ha, dallı darı türünden elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin ise 10.3 – 13.6 t/ha arasında değiştiğini ve her iki türde de 202 kg/ha azot dozu uygulamasının diğer azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde daha yüksek ortalama kuru madde verimi sağladığını bildirmişlerdir. Pedroso ve ark. (2014), ABD'nin Kaliforniya bölgesinde farklı azot dozu uygulamalarının (0, 100 ve 200 kg/ha) miskantus ve dallı darı türlerinin biyokütle verim ve kalitelerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada miskantus türünden elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin 13.8 – 33.9 t/ha, dallı darı türünden elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin ise 11.1 – 22.9 t/ha arasında değiştiğini

200 kg/ha azot dozu uygulamasının diğer azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde daha yüksek ortalama kuru madde verimi sağladığını bildirmişlerdir. Iqbal ve ark. (2015), Güneybatı Almanya'da farklı azot dozu uygulamalarının (0, 40 ve 80 kg/ha) miskantus ve dallı darı türlerinin biyokütle verimi ve kalitelerine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri 10 yılık çalışmada miskantus türünden elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin 16.2 t/ha, dallı darı türünden elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin ise 10.2 t/ha olduğunu ve uygulanan her bir azot dozunda her iki türde de ortalama kuru madde verimi değerlerinin önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Ortalama kuru madde verimi değerleri bakımından miskantus ve dallı darı türlerinden elde ettiğimiz sonuçların farklı ekolojilerde yürütülen tarla denemelerinden elde edilen sonuçlarla çelişmesinin, araştırmalarının yürütüldüğü ekolojiler arasındaki iklim ve toprak özellikleri ve tarla denemelerinde kullanılan çeşit ve genotip farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort. (Yıllar)
Miskantus	1.Yıl	15.84 E-H	9.67 J-L	12.75 f
	2.Yıl	25.42 C	21.66 CD	23.54 c
	3.Yıl	16.43 E-G	14.68 F-I	15.55 e
	Ort.	19.23 c	15.34 e	17.28
Dallı darı	1.Yıl	13.28 G-J	10.49 I-K	11.88 fg
	2.Yıl	19.91 DE	17.90 D-F	18.91 d
	3.Yıl	18.39 D-F	16.43 E-G	17.41 de
	Ort.	17.19 d	14.94 e	16.07
Kargı kamışı	1.Yıl	14.14 F-I	11.58 H-K	12.86 f
	2.Yıl	39.10 A	34.45 B	36.78 a
	3.Yıl	35.94 AB	31.77 B	33.85 b
	Ort.	29.73 a	25.93 b	27.83
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	11.17 I-K	8.20 KL	9.68 g
	2.Yıl	15.74 E-H	5.91 LM	10.83 fg
	3.Yıl	7.85 K-L	2.58 M	5.21 h
	Ort.	11.59 f	5.56 g	8.57
Ort. (Hasat Zamanları)		19.43	15.44	



Şekil 4.10. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kuru Madde Verimi Değerlerine (t/ha) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.20. ve Şekil 4.10.'da, araştırmaya konu olan çok yıllık buğdaygil türlerinin kuru madde verimi değerlerine ait tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin 2.58 – 39.10 t/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (39.10 t/ha) 2.yılda sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 3.yılda yine sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parselleri (35.94 t/ha) izlemiştir. En düşük değer (2.58 t/ha) ise 3.yılda kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadından elde edilen kuru madde verimi değeri kış hasadından elde edilen kuru madde verimi değerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat 2.ve 3.yıllarda hasat zamanlarından elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da hasat zamanlarından elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.ve 3.yıllarında hasat zamanlarından elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamış fakat 2.yılda sonbahar hasadından elde edilen kuru madde verimi değeri kış hasadından elde edilen kuru madde verimi değerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde araştırmanın yürütüldüğü 1.yılda hasat zamanlarından elde edilen kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamış fakat 2.ve 3.yıllarda sonbahar hasadından elde edilen kuru madde verimi değerleri kış hasadından elde edilen kuru madde verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Araştırmada farklı hasat zamanlarında bitki türlerinden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerleri bakımından, 4 türde de tüm deneme yıllarında sonbahar hasatlarından elde edilen ortalama kuru madde verimi değerlerinin kış hasatlarından elde edilen ortalama kuru madde verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıktığı görülmektedir. Oransal olarak kuru madde verimi kayıpları miskantus türünde yaklaşık % 20, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde yaklaşık % 13 ve yumrulu yem kanyaşı türünde ise yaklaşık % 52 olarak gerçekleşmiştir. Hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde meydana gelen kuru madde verimi kayıplarının, bu türlerin yaprak ve sürgün uçlarının önemli bir kısmının dormant durumda kaldıkları kış aylarında dökülmesi ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Farklı ekolojilerde yürütülen tarla denemelerinde de hasadın kış veya ilkbahara ertelenmesi sonucu bitki türlerinde önemli düzeyde kuru madde verimi kayıplarının meydana geldiği bildirilmiştir. Lewandowski ve ark. (2003a)'nın 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, Almanya, Danimarka, İngiltere ve Portekiz) farklı miskantus genotiplerinin verim ve kalite performanslarını araştırdıkları çalışmada,

hasadın kış sonu veya erken ilkbahara ertelenmesi sonucunda % 23-53 oranında kuru madde verimi kaybının meydana geldiğini ve bu durumun genellikle kış ayları boyunca dormant durumda kalan bitkilerde meydana gelen sürgün ucu ve yaprak dökülmelerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Clifton-Brown ve Lewandowski (2002), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada miskantus bitkisinden kış hasadında, sonbahar hasadına kıyasla % 12 – 23 arasında daha düşük kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Himken ve ark. (1997), Batı Almanya'da yürüttükleri çalışmada miskantus bitkisinden Mart ayında yapılan hasatta, sonbahar hasadına kıyasla % 30 oranında daha düşük kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Larsen ve ark. (2014), Danimarka'nın Foulum bölgesinde yürüttükleri çalışmada miskantus bitkisinden sonbahar hasadında ortalama 11.6 t/ha, kış hasadında ise ortalama 6.6 t/ha kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Dohleman ve ark. (2012), ABD'nin Illinois bölgesinde yürüttükleri çalışmada, farklı hasat zamanı uygulamaları sonucu miskantus ve dallı darı türlerinden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerleri arasında önemli düzeyde farklılıklar meydana geldiğini, miskantus türünde sonbahar hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin 39.0 – 52.2 t/ha, erken ilkbahar hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin 36.3 – 44.1 t/ha, dallı darı türünde sonbahar hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin 15.6 – 25.9 t/ha, erken ilkbahar hasadından elde edilen ortalama kuru madde veriminin ise 10.5 – 14.7 t/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin 7 t/ha ve erken ilkbahar hasadından elde ettikleri ortalama kuru madde veriminin ise 4 t/ha olduğunu bildirmişlerdir. Shinners ve ark. (2010), Kuzey ABD'de yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde hasadın erken ilkbahara ertelenmesi sonucu kuru madde veriminin yaklaşık % 17 azaldığını bildirmişlerdir. Wilson ve ark. (2013), ABD'nin Iowa bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı

türünden Kasım ayında yapılan hasatta 6.7 t/ha, Nisan ayında yapılan hasatta ise 4.2 t/ha kuru madde verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Borin ve ark., (2013) ise İtalya'daki 4 farklı lokasyonda (Padova, Bologna, Reggio Kalabriya ve Katanya) farklı hasat zamanlarının (Ocak, Mart ve Kasım) kargı kamışı türünün biyokütle verimine etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, Kasım hasadından 74 t/ha, Ocak hasadından 66 t/ha, Mart hasadından ise 65 t/ha ortalama kuru madde verimleri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Bir serin mevsim buğdaygil türü olan yumrulu yem kanyaşı, diğer türlerden farklı olarak yaz aylarında dormant durumda kalmakta, sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında ise aktif olarak büyümektedir. Dolayısıyla bu türde sonbahar hasatlarından elde edilen ortalama kuru madde veriminin kış hasatlarından elde edilen ortalama kuru madde veriminden önemli düzeyde yüksek çıkmasının, kış hasadı parsellerinde hasatlar esnasında çoğunlukla aktif büyüme dönemi içerisinde bulunan ve nem oranları yüksek genç bitkilerin bulunmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Tür x yıl interakisyonu incelendiğinde, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde araştırmanın 2.yılında, 1.yıla nazaran daha yüksek ortalama kuru madde verimi değerleri elde edildiği görülmektedir. Bu durumun çok yıllık buğdaygil türlerinin ekim yıllarında tesis olmaları ve gerçek verim potansiyellerine 2. ve 3. yıllarda ulaşmalarından kaynaklandığı söylemek mümkündür. Fakat yaş biyokütle veriminde de olduğu gibi, araştırmanın 3.yılında miskantus ve kargı kamışı türlerinden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerleri 2.yıla nazaran önemli ölçüde azalmış, yumrulu yem kanyaşı türünde ise araştırmanın 1.yılında 2. ve 3.yıllara nazaran önemli düzeyde daha yüksek ortalama kuru madde verimi elde edilmiştir. Dallı darı türünde ise araştırmanın 2. ve 3.yıllarına ait ortalama kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Daha sıcak hava koşullarının yaşandığı araştırmanın 3.yılında, miskantus ve kargı kamışı türlerinin ilk 2 yıla nazaran daha erken başaklanmasının bu yılda daha düşük ortalama kuru madde veriminin elde edilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Yumrulu yem kanyaşı

türünden araştırmanın 2.ve 3.yıllarında 1.yıla kıyasla daha düşük ortalama kuru madde veriminin elde edilmesinin, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların parsellerdeki bitkilerin gelişimlerini sınırlandırmasından kaynaklandığı söylenebilir. Dalı darı türünde ise 2. ve 3.yıllara ait ortalama kuru madde verimi değerleri arasında önemli bir fark çıkmamasının, bu türün yeniden büyümeye miskantus ve kargı kamışı türlerinden daha erken başlayıp daha erken başaklanması nedeniyle yüksek sıcaklık stresine daha az maruz kalması ile ilişkili olduğu söylenebilir.

4.6. Kül Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen kül oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21.'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kül Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.2745	0.1372	2.3725
Tür	3	710.9080	236.9690	4096.5910**
Hata	6	0.3471	0.0579	
Azot Dozu	3	2.9224	0.9741	53.8160**
Tür x Azot D.	9	9.6056	1.0673	58.9631**
Hata	24	0.4344	0.0181	
Hasat Zamanı	1	36.5441	36.5441	1341.8210**
Tür x Hasat Z.	3	165.6400	55.2132	2027.3080**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.7010	0.2337	8.5802**
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	5.0273	0.5586	20.5102**
Hata	32	0.8715	0.0272	
Yıl	2	126.3230	63.1617	3904.8130**
Tür x Yıl	6	17.8748	2.9791	184.1771**
Azot D. x Yıl	6	2.3791	0.3965	24.5140**
Tür x Azot D. x Yıl	18	16.3880	0.9105	56.2860**
Hasat Z. x Yıl	2	55.1099	27.5550	1703.5150**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	114.0020	19.0004	1174.6500**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	2.2779	0.3797	23.4708**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	8.1306	0.4517	27.925**
Hata	128	2.0700	0.0162	
Genel	287	1277.8320		
VK (%)	2.43			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, kül oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu

hasat zamanı, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kül Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	4.17	3.49	4.98	2.52	4.89	2.34	3.58
	100	4.07	3.52	4.57	2.08	4.31	2.49	
	150	4.52	3.66	3.89	2.25	4.59	2.19	
	200	4.31	4.02	4.20	1.89	4.73	2.12	
Dallı darı	0	5.21	4.56	4.48	2.99	3.72	2.57	4.02
	100	5.41	4.21	4.83	3.24	3.88	2.52	
	150	5.49	5.04	4.25	2.98	3.64	2.39	
	200	5.96	4.81	4.47	3.32	3.90	2.47	
Kargı kamışı	0	9.60	5.84	6.82	3.99	5.48	4.47	5.84
	100	8.40	6.70	6.36	5.45	6.48	4.35	
	150	7.14	5.98	5.88	4.24	5.79	4.52	
	200	7.29	4.60	6.52	4.76	5.30	4.28	
Y.Yem kanyaşı	0	5.63	11.00	6.77	8.78	7.78	7.23	7.53
	100	5.98	11.47	6.53	7.08	7.11	5.51	
	150	5.96	11.80	6.41	7.65	7.35	5.54	
	200	5.43	11.55	6.73	8.29	7.37	5.74	
Ort. (Yıllar)		6.15		4.97		4.60		
Tukey (0.05)	0.458							

SB:Sonbahar

Çizelge 4.22'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen kül oranı değerlerinin % 1.89 – 11.80 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%11.80) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinde elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla yine 1.yılda 200 (% 11.55) ve 100 kg/ha (% 11.47) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parselleri izlemiş, en düşük değer (% 1.89) ise 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiştir.

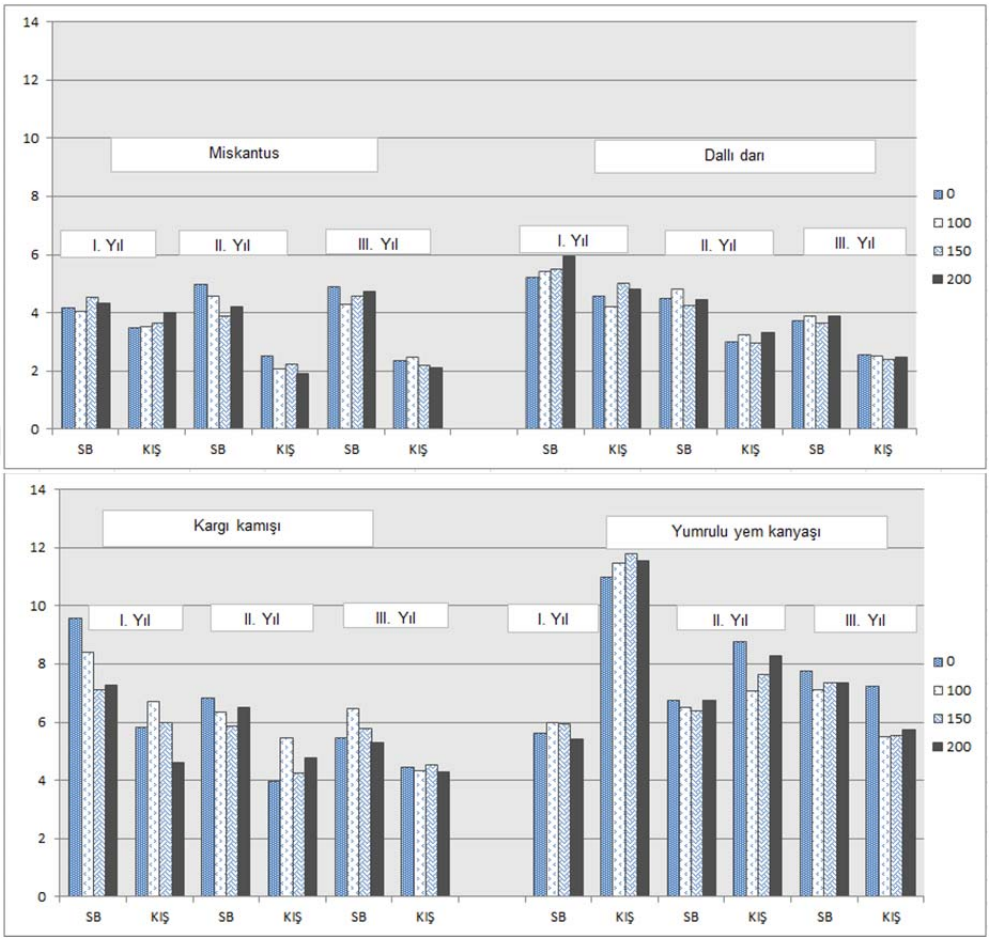
Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen kül oranı değerlerinin % 1.89 – 4.98 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 4.98) 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 4.89) ve 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 4.57) izlemiştir. En düşük değer (% 1.89) ise 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen kül oranı değerleri Lewandowski ve ark. (2003b) (% 1.6 – 4.0) ve Ververis ve ark. (2004) (% 1.7 – 2.1)'nın literatür değerlerinden yüksek, Clifton-Brown ve ark. (2002) (% 2.5 – 9.4), Geren ve ark. (2011) (% 9.86 – 10.54), Mantineo ve ark. (2009) (% 2.0 – 8.2), Yu ve ark. (2014) (% 5.07 – 8.27), Coulsun ve ark. (2002) (% 1.98 - 9.03) ve Qin ve ark. (2012) (% 1.72 – 12.69)'nın literatür değerlerinden düşük ve Lewandowski ve ark. (2003a) (% 1.71 – 4.32)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kül oranı değerlerinin % 2.39 – 5.96 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%5.96) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 2.39) ise 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kül oranı değerleri Adler ve ark. (2006) (% 2.26 - 3.46), Knoll ve ark. (2012) (% 1.58 –

4.04) ve Lemus ve ark. (2002) (% 0.52 – 0.70)'nın literatür değerlerinden yüksek, Lewandowski ve ark. (2003b) (% 4.5 – 10.5), Monti ve ark. (2008b) (% 3.1 – 8.9), Yu ve ark. (2014) (% 4.47 – 5.89), Mclaughlin ve ark. (1999) (% 4.5 – 5.8), Grigatti ve ark. (2004) (% 4.4 – 6.4), Jefferson ve ark. (2004) (% 6.2 – 12.3), Shinners ve ark. (2010) (% 7.2 – 8.9), Elbersen ve ark. (2001) (% 1.20 – 10.20), ve Coulsun ve ark. (2002) (% 5.15 – 22.03)'nın literatür değerlerinden düşük ve Xiong ve ark. (2008) (% 3.48 – 5.19)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kül oranı değerlerinin % 3.99 – 9.60 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 9.60) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 3.99) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kül oranı değerleri Lewandowski ve ark. (2003b) (% 4.8 –7.88), Mantineo ve ark. (2009) (% 2.3 – 6.0), Knoll ve ark. (% 3.41 – 6.09) ve Di Nasso ve ark. (2010) (% 4 – 8)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Coulsun ve ark. (2002) (% 4.18 – 8.88)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen kül oranı değerlerinin % 5.43 – 11.80 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%11.80) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla yine 1.yılda 200 (% 11.55) ve 100 kg/ha (% 11.47) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen parseller izlemiştir. Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen kül oranı değerleri Pappas ve ark. (2014b) (% 6.4 – 11.7)'nın literatür değerleri le uyumlu çıkmıştır.



Şekil 4.11. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kül Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.22. ve Şekil 4.11.'de, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da hasadın kışa ertelenmesi sonucu tüm azot dozu uygulamalarında miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinden elde edilen kül oranı değerlerinin önemli düzeyde azaldığı görülmektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında 3 temel etkenin rolü olduğu söylenebilir. Birincisi, bu türler dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla taşınabilir karbonhidratlarla birlikte rizomlarına taşımaktadırlar (Clifton-

Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003b). İkincisi, bu türlerde bitki besin elementi içeriği yönünden zengin olan yaprakların önemli bir bölümü kış aylarında dökülmektedir (Lewandowski ve ark. 2003a). Üçüncüsü, kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber çok yıllık buğdaygil türlerinin bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmı süzülmektedir (Prochnow ve ark. 2009).

Farklı ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Lewandowski ve ark. (2003a), 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, İngiltere, Almanya, Danimarka ve Portekiz) yürüttükleri çalışmada hasadın kış veya erken ilkbahara ertelenmesi sonucu miskantus türünün ortalama kül oranının % 4'den % 2.5'e düştüğünü bildirmişlerdir. Lewandowski ve Heinz (2003), Güneybatı Almanya'da bulunan 3 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada hasadın kışa ertelenmesinin miskantus türünün kül oranını % 21 – 75 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri kül oranının % 3.39 – 3.46, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri kül oranının ise % 2.26 – 2.47 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın 1. ve 2.yıllarında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen kül oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durumun, yumrulu yem kanyaşı türünün kış aylarında aktif büyüme dönemi içerisinde bulunması ve sonbahar hasadının yapıldığı Eylül ayında ise dormant durumda olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Kuru madde veriminde de bahsedildiği üzere, bir serin mevsim türü olan yumrulu yem kanyaşı Akdeniz bölgesinde sonbahar, kış ve ilkbaharda aktif olarak büyümekte ve yaz aylarında ise dormant durumda kalmaktadır. Araştırmada kış hasatlarının yapıldığı Şubat ayı içerisinde bitkilerin aktif büyüme dönemi içerisinde bulunmasının kış hasatlarından elde edilen kül oranı değerlerinin yüksek

çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Sonbahar hasadında ise bitkilerin yaz aylarını dormant durumda geçirmeleri nedeniyle yapraklarının önemli bir bölümünün dökülmesi ve bitki besin elementlerinin taşınabilir karbonhidratlarla birlikte depo organlarına taşınması, bu hasatta kül oranı değerlerinin daha düşük çıkmasına neden olmuş olabilir. Araştırmanın 3.yılında, ilk 2 yıldan farklı olarak tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasadından elde edilen kül oranı değerleri kış hasadından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durumun, bu yılda Ekim – Aralık 2016 tarihleri arasında meydana gelen kuraklıktan ötürü kış hasadı parsellerinde yeni sürgün çıkışı ve büyümesinin kısıtlı kalmasıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

Araştırmaya konu olan 4 bitki türünün kül oranı değerleri, farklı azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiştir. Miskantus türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerleri arasında önemli bir fark çıkmaz iken, kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 4.02), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 4.98), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değerinden (% 3.89) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 2.52), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerinden (% 1.89) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 4.89), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değerinden (% 4.31) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda da farklı azot dozu uygulamaları miskantus türünden elde edilen kül oranı değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir.

Knörzer ve ark. (2013)'nın Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada, 3 farklı azot dozu (0, 40 ve 80 kg/ha) uygulamasının miskantus türünden elde edilen kül oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek ortalama kül oranı değerinin (% 3.05) 0 kg/ha, en düşük ortalama kül oranı değerinin (% 2.97) ise 40 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 5.96), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise, 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 5.04), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 4.83), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değerinden (% 4.25) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise, azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Lemus ve ark. (2008), ABD'nin Iowa bölgesinde yürüttükleri çalışmada 4 farklı azot dozu (0, 50, 100 ve 200 kg/ha) uygulamasının dallı darı türünden elde edilen kül oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek ortalama kül oranı değerinin (%5.12) 0 kg/ha, en düşük ortalama kül oranı değerinin (% 4.60) ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 9.60), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 6.70), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında,

sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 6.82), 100 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 5.45), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 6.48), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada kargı kamışı türünden elde ettikleri kül oranı değerlerinin farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 5.98), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değerinden (% 5.43) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 11.80), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değerinden (% 11.00) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 8.78), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 7.78), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değerinden (% 7.11) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 0 kg/ha

azot dozu uygulamasından elde edilen kül oranı değeri (% 7.23), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kül oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinde, araştırmanın 1.yılında elde edilen kül oranı değerleri diğer yıllarda elde edilen kül oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durumun, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin araştırmanın 1.yılında daha geç başaklanmaları ve bunun sonucunda tarlada kuruma sürelerinin daha sınırlı kalması ve araştırmanın 2.ve 3.yıllarında meydana gelen kuraklıkların yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün çıkışı ve büyümesini sınırlandırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama kül oranı değerleri bakımından, en yüksek ortalama değer yumrulu yem kanyaşı türünden (% 7.53) elde edilmiş olup, bunu kargı kamışı (% 5.84) ve dallı darı (% 4.02) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 3.58) ise miskantus türünden elde edilmiştir. Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz bulgulara benzer bulgular elde edilmiştir. Iqbal ve ark. (2015), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri ortalama kül oranı değerinin miskantus türünden elde ettikleri ortalama kül oranı değerinden daha yüksek olduğunu, Lee ve ark. (2007), ABD'nin Güney Dakota bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri kül oranın % 6, miskantus türünden elde ettikleri kül oranın ise % 2 olduğunu, Knoll ve ark. (2012), ABD'nin Georgia bölgesinde yürüttükleri çalışmada farklı kargı kamışı klonlarından elde ettikleri ortalama kül oranı değerlerinin % 4.49 – 4.90 ve farklı dallı darı hatlarından elde ettikleri kül oranı değerlerinin ise % 2.31 – 2.82 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.7. Azot (N) Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen azot oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Azot Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0011	0.0005	1.0475
Tür	3	30.3936	10.1310	18247.5800**
Hata	6	0.0033	0.0005	
Azot Dozu	3	0.8554	0.2851	632.7078**
Tür x Azot D.	9	1.1334	0.1259	279.4251**
Hata	24	0.0108	0.0004	
Hasat Zamanı	1	0.1494	0.1494	347.0452**
Tür x Hasat Z.	3	22.4689	7.4896	17395.2400**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.0865	0.0288	67.0301**
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.4109	0.0456	106.0559**
Hata	32	0.0137	0.0004	
Yıl	2	11.0948	5.5473	16547.3500**
Tür x Yıl	6	1.1730	0.1955	583.1756**
Azot D. x Yıl	6	0.2980	0.0496	148.1830**
Tür x Azot D. x Yıl	18	0.4955	0.0275	82.1147**
Hasat Z. x Yıl	2	0.0168	0.0084	25.1600**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	11.8172	1.9695	5874.919**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.1134	0.0189	56.4198**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	0.4141	0.0230	68.6290**
Hata	128	0.0429	0.0003	
Genel	287	80.9930		
VK (%)	2.72			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, azot oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x azot dozu x yıl, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat

zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.24.'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Azot Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	0.86	0.19	0.19	0.22	0.27	0.19	0.32
	100	0.80	0.20	0.13	0.18	0.28	0.22	
	150	0.80	0.18	0.19	0.17	0.36	0.24	
	200	0.81	0.18	0.19	0.22	0.40	0.23	
Dallı darı	0	1.07	0.48	0.40	0.28	0.28	0.25	0.49
	100	1.11	0.44	0.45	0.29	0.32	0.26	
	150	1.15	0.50	0.43	0.28	0.34	0.28	
	200	1.22	0.44	0.43	0.32	0.44	0.28	
Kargı kamışı	0	1.41	0.68	0.57	0.47	0.61	0.36	0.70
	100	1.14	0.78	0.62	0.45	0.64	0.38	
	150	1.26	0.69	0.72	0.44	0.59	0.48	
	200	0.87	0.71	1.04	0.62	0.71	0.53	
Y.Yem kanyaşı	0	0.48	2.16	0.57	1.02	0.65	0.97	1.19
	100	0.58	2.45	0.59	0.99	0.73	1.20	
	150	0.57	2.87	0.71	1.26	1.00	1.48	
	200	0.60	2.77	0.74	1.53	0.95	1.61	
Ort. (Yıllar)		0.95		0.52		0.55		
Tukey (0.05)	0.066							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.24'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen azot oranı değerlerinin % 0.13 – 2.87 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 2.87) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinde elde edilmiş olup, en

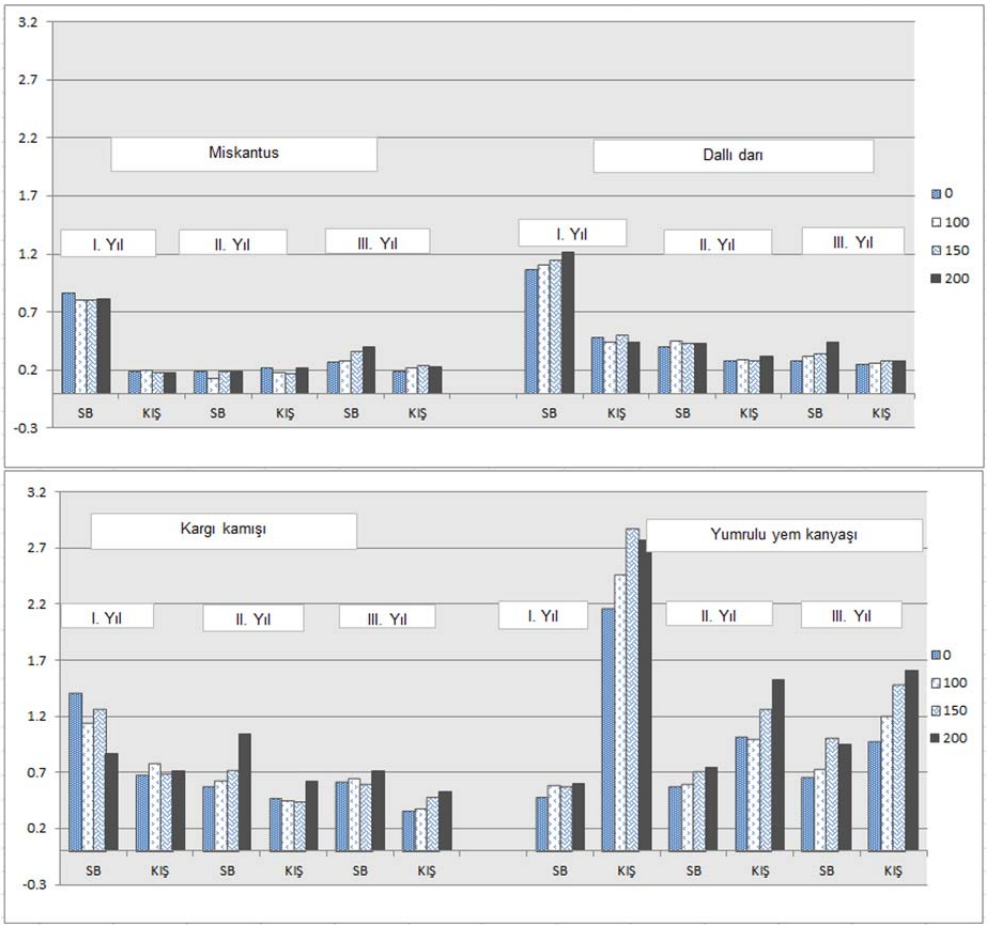
düşük değer (% 0.13) ise 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen azot oranı değerleri ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen azot oranı değerlerinin % 0.13 – 0.86 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.86) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla yine 1.yılda 200 (% 0.81), 150 (% 0.80) ve 100 kg/ha (% 0.80) azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller izlemiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen azot oranı değerleri Lewandowski ve ark. (2003b) (% 0.19 – 0.67), Shield ve ark. (2014) (% 0.11 – 0.53) ve Yu ve ark. (2014) (% 0.14 – 0.16)'nın literatür değerlerinden yüksek, Clifton-Brown ve ark. (2002) (% 0.26 – 0.59), Dohleman ve ark. (2012) (% 0.5 – 1.4), Heaton ve ark. (2009) (% 0.29 – 1.63), Himken ve ark. (1997) (% 0.3 – 1.0), Kering ve ark. (2012a) (% 0.79 – 2.03), Lewandowski ve ark. (2003a) (% 0.20 - 0.49), ve Smith ve Slater (2010) (% 0.20 – 1.27)'in literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen azot oranı değerlerinin % 0.25 – 1.22 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%1.22) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat elde parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.25) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen azot oranı değerleri Yu ve ark. (2014) (% 0.16 – 1.09), Adler ve ark. (2006) (% 0.29 – 0.62), Giannoulis ve Danalatos (2014) (% 0.21 – 0.51), Kering ve ark. (2012b) (% 0.24 – 1.05), Knoll ve ark. (2012) (% 0.15 – 0.30), Lemus ve ark. (2002) (% 0.46 – 0.62), Nikiema ve ark. (2011) (% 0.55 – 0.75) ve Xiong ve ark. (2008) (% 0.24 – 0.60)'nın literatür değerlerinden yüksek, Dohleman ve ark. (2012) (% 0.5 – 1.6), Heaton ve ark. (2009) (% 0.45 – 1.65), Kering ve ark. (2012a) (% 0.37 – 1.89), Lewandowski ve ark. (2003b) (% 0.71 – 1.37), Lemus ve ark. (2007) (% 0.47 – 1.59) ve Christian ve ark. (2002) (% 0.5 – 2.1)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen azot oranı değerlerinin (% 0.36 – 1.41) arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%1.41) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.36) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen azot oranı değerleri Lewandowski ve ark. (2003b) (% 0.20 – 0.40), Knoll ve ark. (2012) (% 0.29 – 0.69), Monti ve Lizerazu (2016) (% 0.45 – 0.65) ve Ragaglini ve ark. (2014) (% 0.41 – 0.75)'nın literatür değerlerinden yüksek, Kering ve ark. (2012a) (% 0.93 – 3.38), Smith ve Slater (2010) (% 0.31 – 1.94) ve Borin ve ark. (2013) (% 0.45 – 1.69)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen azot oranı değerlerinin (% 0.48 – 2.87) arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%2.87) 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.48) ise azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.



Şekil 4.12. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Azot Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.24. ve Şekil 4.12.'de görüldüğü üzere, miskantus türünde araştırmanın 1.yılında tüm azot dozu uygulamalarında, 3.yılda 100 kg/ha dışındaki diğer azot dozu uygulamalarında; dallı darı türünde 1. ve 2.yıllarda tüm azot dozu uygulamalarında; kargı kamışı türünde ise her 3 yılda da tüm azot dozu uygulamalarında hasadın kışa ertelenmesi sonucu azot oranı değerlerinin önemli düzeyde azaldığı görülmektedir. Diğer taraftan, dallı darı türünde araştırmanın 3.yılında hasadın kışa ertelenmesi sonucunda tüm azot dozu uygulamalarından azot

oranı değerleri 1. ve 2. yıllarda olduğu gibi azalmış fakat bu azalma önemli düzeyde olmamıştır. Kül oranında olduğu gibi bu sonuçların ortaya çıkmasında, bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla rizomlarına taşımalarının, kış aylarında bitki besin elementi içeriği saplara nazaran daha yüksek olan yapraklarının önemli bir kısmını dökmelerinin ve yine kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmının süzülmesinin etkili olduğu söylenebilir (Clifton-Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003a; Lewandowski ve ark. 2003b; Prochnow ve ark. 2009).

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Iqbal ve ark. (2015), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri 10 yıllık çalışmada hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus ve dallı darı türlerinden elde edilen azot oranı değerlerinin önemli düzeyde azaldığını, Lewandowski ve Heinz (2003), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada miskantus türünde sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama azot oranının % 0.52, kış hasadından elde ettikleri ortalama azot oranının ise % 0.33 olduğunu, Lewandowski ve ark. (2003a), 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, İngiltere, Almanya, Danimarka ve Portekiz) yürüttükleri çalışmada miskantus türünde sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama azot oranının % 0.5, kış/ erken ilkbahar hasadından elde ettikleri ortalama azot oranının ise % 0.4 olduğunu, Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri azot oranı değerlerinin % 0.33 – 0.62, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri azot oranı değerlerinin ise % 0.29 – 0.54 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen azot oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durum, yumrulu yem kanyaşı

türünün kış aylarında aktif büyüme dönemi içerisinde bulunması ve sonbahar hasadının yapıldığı Eylül ayında ise dormant durumda bulunması ile ilişkili olabilir. Kül oranında da açıklandığı üzere, kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerdeki azot oranının, sonbahar hasadı parsellerinde hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerdeki azot oranından daha yüksek çıkması beklenen bir durumdur.

Araştırmaya konu olan 4 bitki türünden elde edilen azot oranı değerleri de farklı azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiştir. Miskantus türünde, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde araştırmada uygulanan azot dozlarının azot oranlarına önemli bir etkileri olmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.40), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarının azot oranı değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda da farklı azot dozu uygulamaları miskantus türünden elde edilen azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Ercoli ve ark. (1999), İtalya'nın Piza bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 100 ve 200 kg/ha) uygulamasının miskantus türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek azot oranı değerini (% 0.75) 200 kg/ha, en düşük azot oranı değerini (% 0.48) ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Knörzer ve ark. (2013), Güneybatı Almanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 40 ve 80 kg/ha) uygulamasının miskantus türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek azot oranı değerini (% 0.48) 80 kg/ha, en düşük azot oranı değerini (% 0.30) ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Dallı darı türünde araştırmanın 1.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 1.22) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.50), 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden (% 0.44) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde uygulanan azot dozlarının azot oranı değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.44) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat kış hasadı parsellerinde uygulanan azot dozlarının azot oranı değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda da farklı azot dozu uygulamaları dallı darı türünden elde edilen azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Fike ve ark. (2006b), Güneydoğu ABD'de yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulamasının dallı darı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettikleri ortalama azot oran değerinin % 1.05, 50 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin ise % 0.48 olduğunu bildirmişlerdir. Kering ve ark. (2012b), ABD'nin Oklahoma bölgesinde yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu (0 ve 135 kg/ha) uygulamasının dallı darı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve 135 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettikleri azot oranı değerlerinin % 0.26 – 1.05, 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettikleri azot oranı değerlerinin ise % 0.24 – 0.64 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Pedroso ve ark. (2013), ABD'nin Kaliforniya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 5 farklı azot dozu (0, 75, 150, 225 ve 300 kg/ha) uygulamasının dallı darı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve azot dozlarındaki her bir

artışın dallı darı türünün azot oranı değerini önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde araştırmanın 1.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 1.41), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.78), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değerleri (Sonbahar: % 1.04; Kış: % 0.62) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.71), diğer azot diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.53), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Monti ve Lizarazu (2016), İtalya'nın Bologna bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 80 ve 160 kg/ha) uygulamasının kargı kamışı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek azot oranı değerini (% 0.61) 160 kg/ha, en düşük azot oranı değerini (% 0.49) ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde araştırmanın 1.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.60), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değerinden (% 0.48) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 2.87), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden

önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 0.74), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 1.53) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 1.00), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen azot oranı değeri (% 1.61), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kül oranında olduğu gibi, araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinde araştırmanın 1.yılında elde edilen azot oranı değerleri diğer yıllarda elde edilen azot oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durumun, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin araştırmanın 1.yılında daha geç başaklanmaları ve bunun sonucunda tarlada kuruma sürelerinin daha sınırlı kalması ve araştırmanın 2.ve 3.yıllarında meydana gelen kuraklıkların yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün çıkışı ve büyümesini sınırlandırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Biyokütledeki azot içeriğinin, biyokütle enerjisi üretimi sırasında meydana gelen azot oksit (NO_X) salınımının başlıca sorumlusu olduğu ve dolayısıyla hammadde kaynağı olarak kullanılacak bir bitkinin kuru maddesindeki azot oranının % 0,6'yı geçmemesi gerektiği ifade edilmektedir (Lewandowski ve Kicherer, 1997; Prochnow ve ark. 2009). Farklı azot dozu ve hasat zamanı uygulamaları sonucu bitki türlerinden elde edilen azot oranları incelendiğinde, miskantus ve dallı türlerinde 1.yıl sonbahar hasadı dışındaki diğer tüm hasat zamanlarından elde edilen azot oranı değerlerinin kritik değer olan % 0.6'nın altında olduğu görülmektedir.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında elde edilen tüm azot oranı değerleri kritik değerin üzerinde çıkmış olup, 2.yılda sadece azot uygulanmayan sonbahar hasadı parsellerinden (% 0.57) ve kış hasadı parsellerine ait 0 kg/ha (% 0.47), 100 kg/ha (% 0.45) ve150 kg/ha (% 0.44) azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerleri kritik değerin altında çıkmıştır. 3.yılda ise sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen azot oranı değerlerin tümü kritik değerin üzerinde çıkmış olup, kış hasadı parsellerinden edilen azot oranı değerlerin tümü ise kritik değerin altında çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen azot oranı değerlerinin tamamı kritik değerin altında veya kritik değere eşit çıkar iken, kış hasadı parsellerinden elde edilen azot oranı değerlerinin tamamı kritik değerin üzerinde çıkmıştır. 2.yılda sonbahar hasadı parsellerinde sadece 0 kg/ha (% 0.57) ve 100 kg/ha (% 0.59) azot dozu uygulamalarından elde edilen azot oranı değerleri kritik değerin altında çıkmış olup, kış hasadı parsellerinden elde edilen azot oranı değerlerinin tamamı yine kritik değerin üzerinde çıkmıştır. 3.yılda ise hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinden elde edilen azot oranı değerlerinin tamamı kritik değerin üzerinde çıkmıştır.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama azot oranı değerleri bakımından, en yüksek ortalama değer (% 1.19) yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiş olup, bunu kargı kamışı (% 0.70) ve dallı darı (% 0.49) türleri izlemiştir. En düşük değer (%0.32) ise miskantus türünden elde edilmiştir.

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz bulgulara benzer bulgular elde edilmiştir. Dahl ve Obernberger (2004), miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerini biyokütle kalitesi yönünden karşılaştırdıkları çalışmada, kargı kamışı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin % 0.71, dallı darı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin % 0.67 ve miskantus türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin ise % 0.16 olduğunu, Gudka ve ark. (2016), miskantus ve dallı darı türlerini biyokütle kalitesi

yönünden karşılaştırdıkları çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin % 0.43, miskantus türünden elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin ise % 0.30 olduğunu, Knoll ve ark. (2012), ABD'nin Georgia bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı kargı kamışı klonundan elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin % 0.43 – 0.46 arasında değiştiğini ve 2 farklı dallı darı hattından elde ettikleri ortalama azot oranı değerinin ise % 0.21 olduğunu bildirmişlerdir.

4.8. Fosfor (P) Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen fosfor oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25.'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Fosfor Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0004	0.0002	5.6214*
Tür	3	0.2179	0.0726	2030.8740**
Hata	6	0.0002	0.0001	
Azot Dozu	3	0.0045	0.0015	14.7472**
Tür x Azot D.	9	0.0096	0.0011	10.4677**
Hata	24	0.0024	0.0001	
Hasat Zamanı	1	0.0007	0.0007	10.9379**
Tür x Hasat Z.	3	0.2060	0.0687	1117.3330**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.0003	0.0001	1.4915
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.0034	0.0004	6.1067**
Hata	32	0.0020	0.0001	
Yıl	2	0.1002	0.0500	664.6866**
Tür x Yıl	6	0.0303	0.0050	66.9539**
Azot D. x Yıl	6	0.0042	0.0007	9.3318**
Tür x Azot D. x Yıl	18	0.0050	0.0003	3.6892**
Hasat Z. x Yıl	2	0.0091	0.0046	60.4470**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	0.1702	0.0284	376.3733**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.0008	0.0001	1.7373
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	0.0037	0.0002	2.7430**
Hata	128	0.0096	0.0001	
Genel	287	0.7800		
VK (%)	14.12			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, fosfor oranı değerleri bakımından yıllar, türler, azot dozları ve hasat zamanları arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x azot dozu

x yıl, tür x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.26.'da verilmiştir

Çizelge 4.26. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Fosfor Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türle
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	0.11	0.02	0.06	0.04	0.06	0.05	0.04
	100	0.08	0.02	0.03	0.02	0.04	0.03	
	150	0.10	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	
	200	0.08	0.02	0.04	0.01	0.04	0.02	
Dallı darı	0	0.09	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04
	100	0.09	0.03	0.04	0.02	0.03	0.01	
	150	0.10	0.05	0.04	0.01	0.02	0.02	
	200	0.11	0.03	0.05	0.03	0.04	0.02	
Kargı kamışı	0	0.09	0.06	0.04	0.03	0.06	0.03	0.05
	100	0.09	0.07	0.05	0.03	0.06	0.04	
	150	0.08	0.06	0.07	0.03	0.05	0.04	
	200	0.07	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03	
Y.Yem kanyaşı	0	0.05	0.26	0.06	0.11	0.10	0.12	0.11
	100	0.04	0.25	0.06	0.07	0.07	0.08	
	150	0.05	0.30	0.06	0.11	0.07	0.09	
	200	0.04	0.28	0.06	0.11	0.07	0.09	
Ort. (Yıllar)		0.09		0.05		0.05		
Tukey (0.05)	0.032							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.26'da, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen fosfor oranı değerlerinin % 0.01 – 0.30 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.30) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parselleri (% 0.28) izlemiştir. En düşük değer (% 0.01) ise hem miskantus hem de dallı darıda kış hasatlarında; miskantusta 1.yılda 150, 2.yılda 200 kg/ha ve dallı darıda ise 2.yılda 150, 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerden elde edilmiştir.

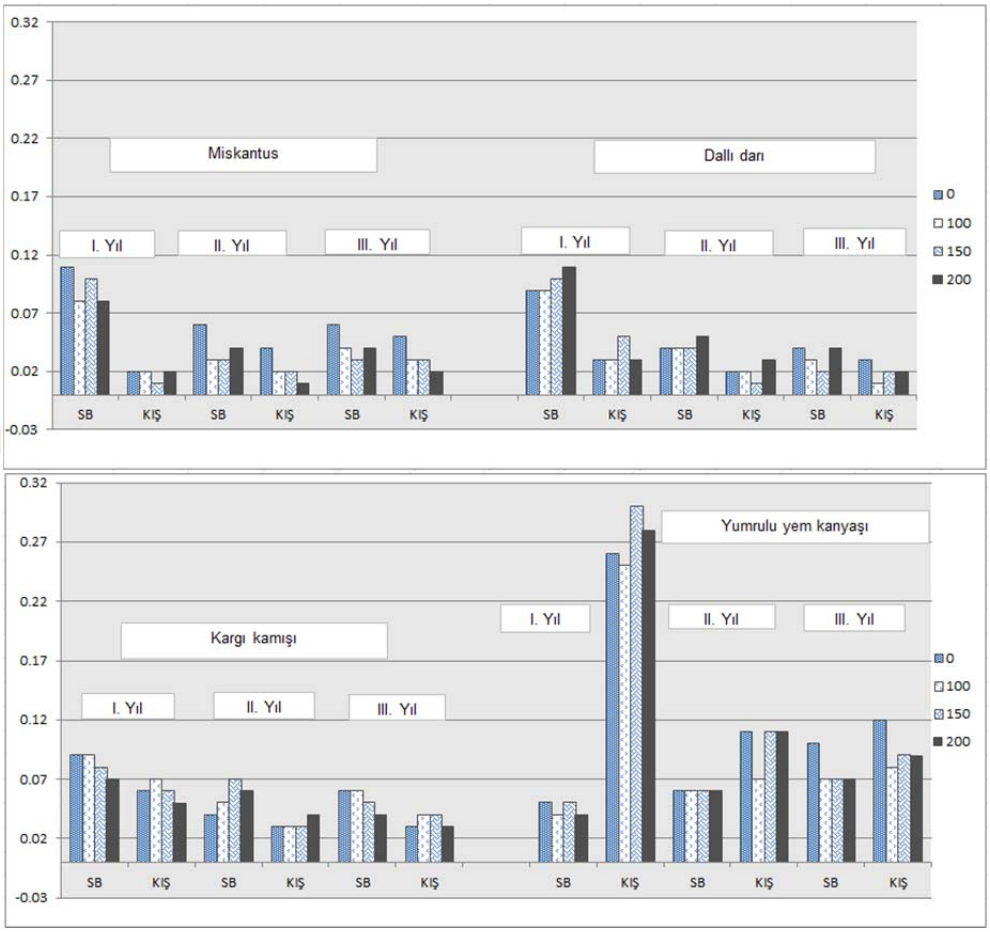
Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen fosfor oranı değerlerinin % 0.01 – 0.11 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.11) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla yine 1.yılda sonbaharda hasat edilen ve 150 (% 0.10), 200 (% 0.08) ve 100 kg/ha (% 0.08) azot dozu uygulanan parseller izlemiştir. En düşük değer (% 0.01) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen ve 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve yine kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen fosfor oranı değerleri Kering ve ark. (2012a) (% 0.07 – 0.23), Knörzer ve ark. (2013) (% 0.08 – 0.10) ve Smith ve Slater (2010) (% 0.09 – 0.34)'in literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen fosfor oranı değerlerinin miskantus türünde olduğu gibi % 0.01 – 0.11 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.11) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla yine 1.yılda sonbaharda hasat edilen 150 (% 0.10) ve 100 (% 0.09) kg/ha azot dozları uygulanan ve azot uygulanmayan parseller (% 0.09) izlemiştir. En düşük değer (% 0.01) ise 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen ve 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen fosfor oranı değerleri Lemus ve ark.

(2007) (% 0.02 – 0.08) ve Xiong ve ark. (2008) (% 0.02 – 0.04)'nın literatür değerlerinden yüksek, Kering ve ark. (2012a) (% 0.09 – 0.24), Kering ve ark. (2012b) (% 0.06 – 0.13) ve Elbersen ve ark. (2001) (% 0.05 – 0.11)'nın literatür değerlerinden düşük ve Adler ve ark. (2006) (% 0.04 – 0.09)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen fosfor oranı değerlerinin % 0.03 – 0.09 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.09) 1.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda 150 (% 0.08) ve 200 kg/ha (% 0.07) azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller, 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 0.07), 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.07), 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (% 0.06), 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 0.06), 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.06) izlemiştir. En düşük değer (% 0.03) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha ve 150 kg/ha azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen parseller ve 3.yılda azot uygulanmayan ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen fosfor oranı değerleri Smith ve Slater (2010) (% 0.14 – 0.31)'in literatür değerlerinden düşük ve Kering ve ark. (2012a) (% 0.03 – 0.11)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen fosfor oranı değerlerinin % 0.04 – 0.30 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.30) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve yine kışın hasat edilen parseller (% 0.28) izlemiştir. En düşük değer (% 0.04) ise 1.yılda 100 ve 200 kg/ha azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.



Şekil 4.13. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Fosfor Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.26. ve Şekil 4.13.'de görüldüğü üzere, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen fosfor oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen fosfor oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Fakat miskantus ve dallı darı türlerinde araştırmanın 2.ve 3.yıllarında, kargı kamışı türünde ise 3 farklı yılda da tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar ve kış hasatlarından elde edilen fosfor oranı değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir

fark saptanmamıştır. Kül ve azot oranında olduğu gibi, hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin fosfor oranlarında meydana gelen azalmanın, bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla rizomlarına taşımaları, kış aylarında bitki besin elementi içeriği saplara nazaran daha yüksek olan yapraklarının önemli bir kısmını dökmeleri ve yine kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmının süzülmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Clifton-Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003a,b; Prochnow ve ark. 2009).

Benzer olarak Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri fosfor oranı değerlerinin % 0.04 – 0.09, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri fosfor oranı değerlerinin ise % 0.04 – 0.05 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında kış hasadı parsellerinden elde edilen fosfor oranı değerleri sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen fosfor oranı değerlerinden yüksek çıkmış fakat sadece 3.yılda fosfor oranı değerleri bakımından hasat zamanları arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kül ve azot oranında da açıklandığı üzere, kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olması araştırmada yumrulu yem yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerinden sonbahar hasadı parsellerine kıyasla daha yüksek fosfor oranı değerlerinin elde edilmesine neden olmuş olabilir. Araştırmanın 3.yılında, hasadın kışa ertelenmesi sonucu yumrulu yem kanyaşı türüne ait sonbahar ve kış hasadı parselleri arasında fosfor oranı değerleri bakımından önemli bir fark çıkmamasının, Ekim-Aralık 2016

tarihleri arasında meydana gelen kurak koşulların kış hasadı parsellerindeki bitkilerin gelişimlerini sınırlandırması ile ilişkili olabileceği söylenebilir.

Araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde araştırmada uygulanan azot dozlarının miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinden elde edilen fosfor oranı değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır. Benzer olarak, Giannoulis ve Danalatos (2014), Orta Yunanistan'da yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozunun (0, 80 ve 160 kg/ha) dallı darı türünden elde edilen fosfor oranı değerlerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. İlaveten, Nikiema ve ark. (2011), ABD'nin Michigan bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde 3 farklı azot dozu (0, 56 ve 112 kg/ha) uygulamasından ortalama % 0.08 fosfor oranı değeri elde ettiklerini, dolayısıyla azot dozu uygulamalarının dallı darı türünün ortalama fosfor oranı değerlerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde ise, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasadı parsellerinde uygulanan azot dozlarından elde edilen fosfor oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise, araştırmanın 1.yılında 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen fosfor oranı değeri (% 0.30), 0 kg/ha ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen fosfor oranı değerlerinden, 2.yılda, 0, 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen fosfor oranı değeri (% 0.11), 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen fosfor oranı değerinden (% 0.07), 3.yılda ise, 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen fosfor oranı değeri (% 0.12), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen fosfor oranı değerinden (% 0.08) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kül ve azot oranlarında olduğu gibi, araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinde araştırmanın 1.yılında elde edilen fosfor oranı değerleri diğer yıllarda elde edilen fosfor oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durumun, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin araştırmanın 1.yılında daha geç başaklanmaları ve bunun sonucunda tarlada kuruma sürelerinin daha sınırlı kalması ve

araştırmanın 2.ve 3.yıllarında meydana gelen kuraklıkların yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün gelişimini sınırlandırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama fosfor oranı değerleri bakımından, en yüksek ortalama değer (% 0.11) yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiş olup, bunu kargı kamışı (%0.05) türü izlemiştir. En düşük değer (% 0.04) ise dallı darı ve miskantus türlerinden elde edilmiştir. Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz bulgulara benzer bulgular elde edilmiştir. Benzer olarak, Monti ve ark. (2008a), İtalya'nın Bologna bölgesinde yürüttükleri çalışmada kargı kamışı saplarından elde ettikleri ortalama fosfor oranın % 0.03, miskantus saplarından elde ettikleri ortalama fosfor oranın ise % 0.02 olduğunu bildirmişlerdir.

4.9. Potasyum (K) Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen potasyum oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27.'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Potasyum Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0335	0.0167	137.4639**
Tür	3	36.9274	12.3091	101094.0000**
Hata	6	0.0007	0.0001	
Azot Dozu	3	0.1026	0.0343	56.1614**
Tür x Azot D.	9	0.3604	0.0401	65.6080**
Hata	24	0.0147	0.0006	
Hasat Zamanı	1	0.0943	0.0943	114.8713**
Tür x Hasat Z.	3	23.919	7.9727	9717.3640**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.0341	0.0114	13.8450**
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.1803	0.0200	24.4180**
Hata	32	0.0263	0.0008	
Yıl	2	10.3340	5.1700	6820.6350**
Tür x Yıl	6	20.8770	3.4795	4590.4600**
Azot D. x Yıl	6	0.2829	0.0472	62.21060**
Tür x Azot D. x Yıl	18	0.5218	0.0290	38.23520**
Hasat Z. x Yıl	2	6.0618	3.0309	3998.5920**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	34.242	5.7071	7529.2300**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.2904	0.0484	63.8560**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	0.8334	0.0463	61.0812**
Hata	128	0.0970	0.0008	
Genel	287	135.2400		
VK (%)	3.84			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, potasyum oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x

hasat zamanı, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Potasyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	0.61	0.09	0.47	0.21	0.39	0.18	0.33
	100	0.60	0.13	0.38	0.23	0.42	0.27	
	150	0.72	0.10	0.46	0.22	0.39	0.21	
	200	0.56	0.15	0.45	0.20	0.38	0.17	
Dallı darı	0	0.83	0.31	0.53	0.17	0.44	0.22	0.44
	100	0.76	0.29	0.61	0.17	0.46	0.22	
	150	0.92	0.55	0.69	0.11	0.37	0.20	
	200	0.83	0.33	0.64	0.16	0.52	0.23	
Kargı kamışı	0	1.19	0.55	0.78	0.75	1.39	0.75	0.86
	100	1.15	0.48	1.08	0.57	0.97	0.96	
	150	1.09	0.52	1.19	0.68	0.77	0.81	
	200	1.07	0.51	1.20	0.71	0.95	0.60	
Y.Yem kanyaşı	0	0.63	3.33	0.87	0.75	0.61	0.75	1.23
	100	0.63	3.64	0.85	0.58	0.77	0.55	
	150	0.61	3.96	0.90	0.80	0.79	0.76	
	200	0.62	3.76	0.93	0.87	0.85	0.77	
Ort. (Yıllar)		0.99		0.60		0.57		
Tukey (0.05)	0.099							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.28'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinin % 0.09 –3.96 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 3.96) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.09) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen miskantus parsellerden elde edilmiştir.

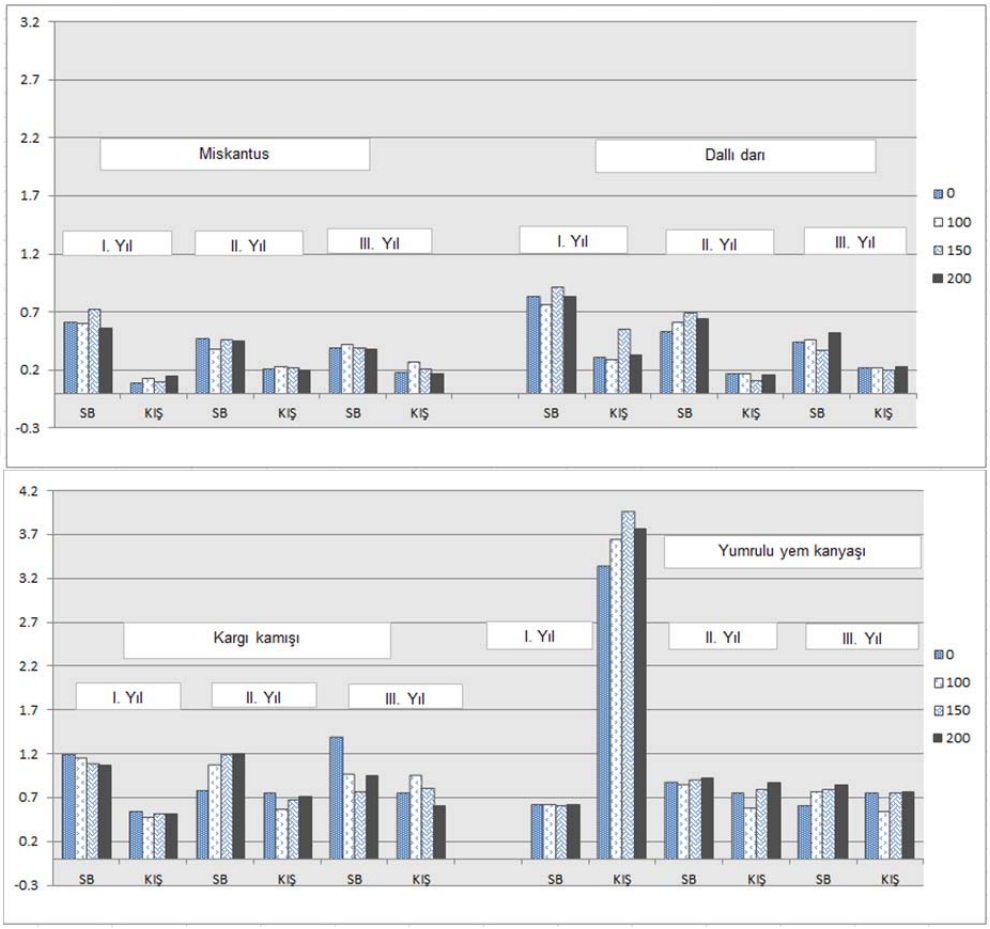
Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen potasyum oranı değerlerinin % 0.09 – 0.72 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.09) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen potasyum oranı değerleri Kering ve ark. (2012a) (% 0.72 – 2.27), Lewandowski ve ark. (2003a) (% 0.34 – 1.32), Lewandowski ve ark. (2003b) (% 0.31 – 1.28), Shield ve ark. (2014) (% 0.31 – 080) ve Smith ve Slater (2010) (% 0.28 – 1.05)'in literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen potasyum oranı değerlerinin % 0.11 – 0.92 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.92) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda azot uygulanmayan ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.83) izlemiştir. En düşük değer (% 0.11) ise 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen potasyum oranı değerleri Adler ve ark. (2006) (% 0.04 – 0.35), Knoll ve ark. (2012) (% 0.21 – 0.61), Nikiema ve ark. (2011) (% 0.25 – 0.35) ve Xiong ve ark. (2008) (% 0.21 - 0.28)'nın literatür değerlerinden yüksek, Kering ve ark. (2012a) (% 0.72 – 2.08) ve Elbersen ve ark. (2001) (% 0.56 – 0.10)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen potasyum oranı değerlerinin % 0.48 –1.39 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 1.39) 3.yılda

azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.48) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen potasyum oranı değerleri Knoll ve ark. (2012) (% 0.39 – 0.98)'nın literatür değerlerinden yüksek, Kering ve ark. (2012a) (% 0.51 –1.99) ve Smith ve Slater (2010) (% 0.97 – 1.99)'in literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen potasyum oranı değerlerinin % 0.55 – 3.96 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 3.96) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.55) ise 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.



Şekil 4.14. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Potasyum Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.28. ve Şekil 4.14.'de görüldüğü üzere, miskantus ve dallı darı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kargı kamışı türünde ise araştırmanın 1.yılında tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek

çıkmıştır. Diğer taraftan, araştırmanın 2.yılında 0 kg/ha, 3.yılda ise 100 ve 150 kg/ha dışındaki diğer azot dozu uygulamalarında yine sonbahar hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kül, azot ve fosfor oranında olduğu gibi, hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin potasyum oranlarında meydana gelen azalmanın, bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla rizomlarına taşımaları, kış aylarında bitki besin elementi içeriği saplara nazaran daha yüksek olan yapraklarının önemli bir kısmını dökmeleri ve kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmının süzülmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Clifton-Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003a,b; Prochnow ve ark. 2009).

Benzer olarak Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri potasyum oranı değerlerinin % 0.09 – 0.35, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri potasyum oranı değerlerinin ise % 0.04 – 0.07 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın 1. yılında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerleri sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulaması dışındaki diğer azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen potasyum oranı değerleri kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. 3.yılda ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasında kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.76) sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.61), 100 kg/ha azot dozu uygulamasında sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.77), kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.55) önemli düzeyde

yüksek çıkmış ve 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında ise sonbahar ve kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1. yılında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmasının, kül, azot ve fosfor oranında da açıklandığı üzere, kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olması ile ilişkili olduğu söylenebilir. Araştırmanın 2.ve 3.yıllarında kış hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmaması ise, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların kış hasadı parsellerindeki yeni sürgünlerin gelişimlerini sınırlandırması ile ilişkili olabilir.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozu bitki türlerinden elde edilen potasyum oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus türünde sadece araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen potasyum oranı değerlerinin azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde etkilendiği görülmektedir. 1.yıl sonbahar hasadı parsellerinde, 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.72) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.92), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.76) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.55), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde

150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.69), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.53) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.52), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.37) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda da farklı azot dozu uygulamaları dallı darı türünden elde edilen azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir.

Nikiema ve ark. (2011), ABD'nin Michigan bölgesinde yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 56 ve 112 kg/ha) uygulamasının dallı darı türünden elde edilen potasyum oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini, en yüksek potasyum oranı değerinin (% 0.35) 112 kg/ha azot dozu uygulamasından, en düşük potasyum oranı değerinin (% 0.25) ise 0 ve 56 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 1.19), 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha (% 1.20) azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.75), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değerinden (%

0.57) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 1.39), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.96), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 3.96), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.93), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen potasyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.85), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.61) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değeri (% 0.77), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen potasyum oranı değerinden (% 0.55) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kül, azot ve fosfor oranlarında olduğu gibi, araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinde 1.yılda elde edilen potasyum oranı değerleri diğer yıllarda elde edilen potasyum oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durumun, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin araştırmanın 1.yılında daha geç başaklanmaları ve bunun sonucunda tarlada kuruma sürelerinin daha sınırlı kalması ve

araştırmanın 2.ve 3.yıllarında meydana gelen kuraklıkların yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün gelişimini sınırlandırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama potasyum oranı değerleri bakımından, en yüksek ortalama değer (% 1.23) yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiş olup, bunu kargı kamışı (% 0.86) ve dallı darı (% 0.44) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 0.33) ise miskantus türünden elde edilmiştir. Benzer olarak, Dahl ve Obernberger (2004), kargı kamışı türünden elde ettikleri ortalama potasyum oranı değerinin (% 0.65), miskantus türünden elde ettikleri ortalama potasyum oranı değerinden (% 0.14) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. İlaveten, Monti ve ark. (2008a) da, kargı kamışı sapından elde ettikleri ortalama potasyum oranı değerinin (% 0.56), miskantus sapından elde ettikleri ortalama potasyum oranı değerinden (% 0.36) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.10. Kalsiyum (Ca) Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen kalsiyum oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29.'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kalsiyum Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0013	0.0007	1.4797
Tür	3	0.2941	0.0980	216.1151**
Hata	6	0.0027	0.0005	
Azot Dozu	3	0.0275	0.0092	22.8672**
Tür x Azot D.	9	0.0123	0.0014	3.4102**
Hata	24	0.0096	0.0004	
Hasat Zamanı	1	0.2217	0.2217	624.6585**
Tür x Hasat Z.	3	0.4215	0.1405	395.8992**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.0015	0.0005	1.4543
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.0129	0.0014	4.0427**
Hata	32	0.0114	0.0004	
Yıl	2	0.1378	0.0689	228.3119**
Tür x Yıl	6	0.6141	0.1023	339.1764**
Azot D. x Yıl	6	0.0104	0.0017	5.7188**
Tür x Azot D. x Yıl	18	0.0432	0.0024	7.9549**
Hasat Z. x Yıl	2	0.0094	0.0047	15.6122**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	0.1891	0.0315	104.4684**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.0148	0.0025	8.1937**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	0.0262	0.0015	4.8243**
Hata	128	0.0386	0.0003	
Genel	287	2.1000		
VK (%)	6.09			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, kalsiyum oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x azot

dozu x yıl, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.30.'da verilmiştir

Çizelge 4.30. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Kalsiyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	0.34	0.28	0.39	0.19	0.32	0.18	0.28
	100	0.25	0.25	0.37	0.19	0.32	0.18	
	150	0.29	0.28	0.32	0.19	0.34	0.18	
	200	0.33	0.30	0.36	0.20	0.38	0.18	
Dallı darı	0	0.37	0.37	0.33	0.26	0.25	0.21	0.31
	100	0.41	0.36	0.36	0.28	0.25	0.23	
	150	0.38	0.39	0.32	0.24	0.24	0.23	
	200	0.46	0.42	0.36	0.28	0.27	0.23	
Kargı kamışı	0	0.46	0.24	0.32	0.13	0.17	0.12	0.24
	100	0.35	0.28	0.28	0.15	0.23	0.12	
	150	0.37	0.23	0.30	0.15	0.21	0.14	
	200	0.38	0.21	0.32	0.22	0.22	0.12	
Y.Yem kanyaşı	0	0.22	0.28	0.24	0.40	0.37	0.38	0.32
	100	0.22	0.26	0.24	0.37	0.37	0.34	
	150	0.24	0.26	0.26	0.41	0.37	0.36	
	200	0.25	0.26	0.27	0.48	0.38	0.38	
Ort. (Yıllar)		0.31		0.29		0.26		
Tukey (0.05)	0.063							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.30.'da, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen kalsiyum oranı değerlerinin % 0.12 – 0.48 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.48) 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı (% 0.46) ve 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (% 0.46) izlemiştir. En düşük değer (% 0.12) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiştir.

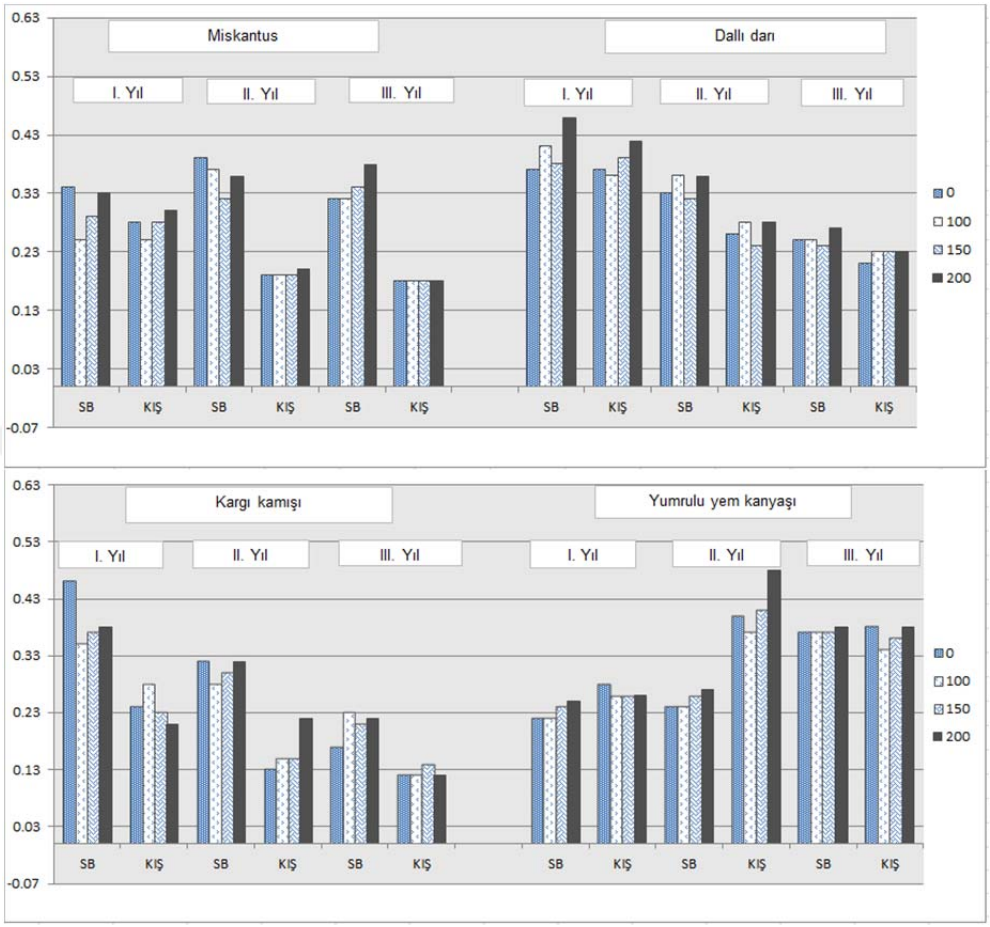
Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen kalsiyum oranı değerlerinin % 0.18 – 0.39 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.39) 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.38), 2.yılda 100 (% 0.37) ve 200 kg/ha (% 0.36) azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller ve 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.34) ve 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.33) izlemiştir. En düşük değer (% 0.18) ise 3.yılda tüm azot dozlarında kışın hasat edilen parsellerin tamamında elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen kalsiyum oranı değerleri, Knörzer ve ark. (2013) (% 0.13 – 0.19), Lewandowski ve ark. (2003b) (% 0.08 - 0.14) ve Smith ve Slater (2010) (% 0.09 – 0.18)'in literatür değerlerinden yüksek ve Kering ve ark. (2012a) (% 0.47 – 0.49)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kalsiyum oranı değerlerinin % 0.21 – 0.46 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.46) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 0.42) ve 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda

hasat edilen parseller (% 0.41) izlemiştir. En düşük değer (% 0.21) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kalsiyum oranı değerleri; Kering ve ark. (2012a) (% 0.23 – 0.36), Kering ve ark. (2012b) (% 0.14 – 0.42), Xiong ve ark. (2008) (% 0.25 – 0.28) ve Nikiema ve ark. (2011) (% 0.27 – 0.29)'nın literatür değerlerinden yüksek, Lewandoski ve ark. (2003b) (% 0.28 – 0.73), Lemus ve ark. (2007) (% 0.26 – 0.50) ve Adler ve ark. (2006) (% 0.28 – 0.51)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kalsiyum oranı değerlerinin % 0.12 – 0.46 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.46) 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.12) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 ve 200 kg/ha azot dozları uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kalsiyum oranı değerleri; Smith ve Slater (2010) (% 0.05 – 0.21)'in literatür değerlerinden yüksek ve Kering ve ark. (2012a) (% 0.46 – 0.65)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen kalsiyum oranı değerlerinin % 0.22 – 0.48 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.48) 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.22) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kalsiyum Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.30. ve Şekil 4.15.'de görüldüğü üzere, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, hasadın kışa ertelenmesi sonucu tüm azot dozu uygulamalarında miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinden elde edilen kalsiyum oranı değerleri azalmıştır. Fakat miskantus türünde 1.yılda, dallı darı türünde ise 1.ve 3.yıllarda hasat zamanlarından elde edilen kalsiyum oranlarında meydana gelen azalmalar önemli düzeyde olmamıştır. Kargı kamışı türünde ise araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından

elde edilen kalsiyum oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri önemli düzeyde düşük çıkmıştır.

Kül, azot, fosfor ve potasyum oranında olduğu gibi, hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin kalsiyum oranlarında meydana gelen azalmanın, bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla rizomlarına taşımaları, kış aylarında bitki besin elementi içeriği saplara nazaran daha yüksek olan yapraklarının önemli bir kısmını dökmeleri ve yine kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmının süzülmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Clifton-Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003a,b; Prochnow ve ark. 2009).

Farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda da farklı azot dozu uygulamaları dallı darı türünden elde edilen azot oranı değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir.

Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri kalsiyum oranı değerlerinin % 0.36 – 0.51, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri potasyum oranı değerlerinin ise % 0.28 – 0.38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yen kanyaşı türünde ise, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın 1.ve 2.yıllarında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden yüksek çıkmış, fakat araştırmanın 3.yılında 100 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarında kış hasadından elde edilen kalsiyum oranı değerleri sonbahar hasadından elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden düşük çıkmıştır. Kül, azot, fosfor ve potasyum oranında da açıklandığı üzere, yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olmasının, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında kış hasatlarından sonbahar

hasatlarına nazaran daha yüksek kalsiyum oranı değerlerinin elde edilmesine neden olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, araştırmanın 3.yılında meydana gelen kuraklıkların kış hasadı parsellerindeki yeni sürgünlerin gelişimlerini sınırlandırmasının, 1. ve 2. yıllarda olduğu gibi kış hasatlarından daha yüksek potasyum oranı değerlerinin elde edilmesine engel olduğu söylenebilir.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen kalsiyum oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.34) en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değerinden (% 0.25) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.39), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değerinden (% 0.32) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 1.yılda olduğu gibi, azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.

Knörzer ve ark. (2013), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu uygulamasının (0, 40 ve 80 kg/ha) miskantus türünden elde ettikleri kalsiyum oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek ortalama kalsiyum oranı değerinin (% 0.19) 0 kg/ha azot dozu uygulamasından, en düşük ortalama kalsiyum oranı değerinin (% 0.13) ise 80 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.46) 0 ve

150 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Aynı şekilde, araştırmanın 2.ve 3.yıllarında da hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.
Kering ve ark. (2012b), ABD'nin Oklahoma bölgesinde yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu uygulamasının (0 ve 135 kg/ha) dallı darı türünden elde ettikleri kalsiyum oranı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini ve 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değerinin % 0.16 – 0.40, 135 kg/ha uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değerinin ise % 0.14 – 0.42 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.46), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.28), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değerinden (% 0.21) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.22), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Araştırmanın

2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde yine azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamış, fakat kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kalsiyum oranı değeri (% 0.48), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, 1.yılda olduğu gibi hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kalsiyum oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.

Kül, azot, fosfor ve potasyum oranlarında olduğu gibi, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde araştırmanın 1.yılında elde edilen kalsiyum oranı değerleri diğer yıllarda elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Yumrulu yem kanyaşı türünde ise, diğer türlerin aksine 2.ve 3.yıllarda elde edilen kalsiyum oranı değerleri 1.yılda elde edilen kalsiyum oranı değerlerinden daha yüksek çıkmıştır.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama kalsiyum oranı değerleri bakımından, en yüksek ortalama değer (% 0.32) yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiş olup, bunu dallı darı (% 0.31) ve miskantus (% 028) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 0.24) ise kargı kamışı türünden elde edilmiştir. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak, Dahl ve Obernberger (2004), miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin biyokütle kalitesi özelliklerini araştırdıkları çalışmada en yüksek ortalama kalsiyum oranı değerini (% 0.65) dallı darı türünden, en düşük kalsiyum oranı değerini (% 0.18) ise miskantus türünden elde ettiklerini ve kargı kamışı türünden elde ettikleri kalsiyum oranı değerinin ise % 0.33 olduğunu bildirmişlerdir.

4.11. Magnezyum (Mg) Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen magnezyum oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31.'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0029	0.0015	5.1441*
Tür	3	0.3036	0.1012	353.8211**
Hata	6	0.0017	0.0003	
Azot Dozu	3	0.0102	0.0034	19.1244**
Tür x Azot D.	9	0.0016	0.0002	0.9859
Hata	24	0.0043	0.0002	
Hasat Zamanı	1	0.1217	0.1217	522.3010**
Tür x Hasat Z.	3	0.0682	0.0227	97.5380**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.0017	0.0006	2.4560
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.0044	0.0005	2.0970
Hata	32	0.0075	0.0002	
Yıl	2	0.0440	0.0220	113.6248**
Tür x Yıl	6	0.0157	0.0026	13.5075**
Azot D. x Yıl	6	0.0060	0.0010	5.1963**
Tür x Azot D. x Yıl	18	0.0054	0.0003	1.5514
Hasat Z. x Yıl	2	0.0002	0.0001	0.4004
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	0.0314	0.0052	27.0144**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.0039	0.0006	3.3160**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	0.0058	0.0003	1.6579
Hata	128	0.0248	0.0002	
Genel	287	0.6650		
VK (%)	12.73			

(*) %5 seviyesinde önemli, (**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, magnezyum oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, tür x hasat zamanı x yıl ve azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.32. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	0.10	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
	100	0.07	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04
	150	0.08	0.04	0.06	0.04	0.07	0.05
	200	0.10	0.04	0.07	0.04	0.08	0.04
Dallı darı	0	0.20	0.10	0.17	0.10	0.14	0.08
	100	0.17	0.10	0.22	0.10	0.15	0.08
	150	0.20	0.10	0.19	0.09	0.15	0.09
	200	0.24	0.11	0.22	0.10	0.18	0.09
Kargı kamışı	0	0.17	0.11	0.14	0.08	0.08	0.08
	100	0.15	0.12	0.11	0.09	0.11	0.07
	150	0.17	0.11	0.10	0.08	0.11	0.09
	200	0.19	0.11	0.12	0.11	0.11	0.09
Y.Yem kanyaşı	0	0.13	0.17	0.11	0.11	0.14	0.09
	100	0.13	0.15	0.12	0.10	0.16	0.09
	150	0.12	0.16	0.13	0.12	0.15	0.11
	200	0.13	0.16	0.13	0.14	0.16	0.11
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar

Çizelge 4.32.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen magnezyum oranı değerlerinin % 0.02 – 0.24 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.24) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parsellerinden elde edilmiş olup, en

düşük değer (% 0.02) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen magnezyum oranı değerlerinin % 0.02 – 0.10 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.10) 1.yılda azot uygulanmayan ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.02) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen magnezyum oranı değerleri Knörzer ve ark. (2013) (% 0.04 – 0.05)'nın literatür değerlerinden yüksek, Kering ve ark. (2012a) (% 0.25 – 0.39) ve Smith ve Slater (2010) (% 0.08 – 0.15)'in literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

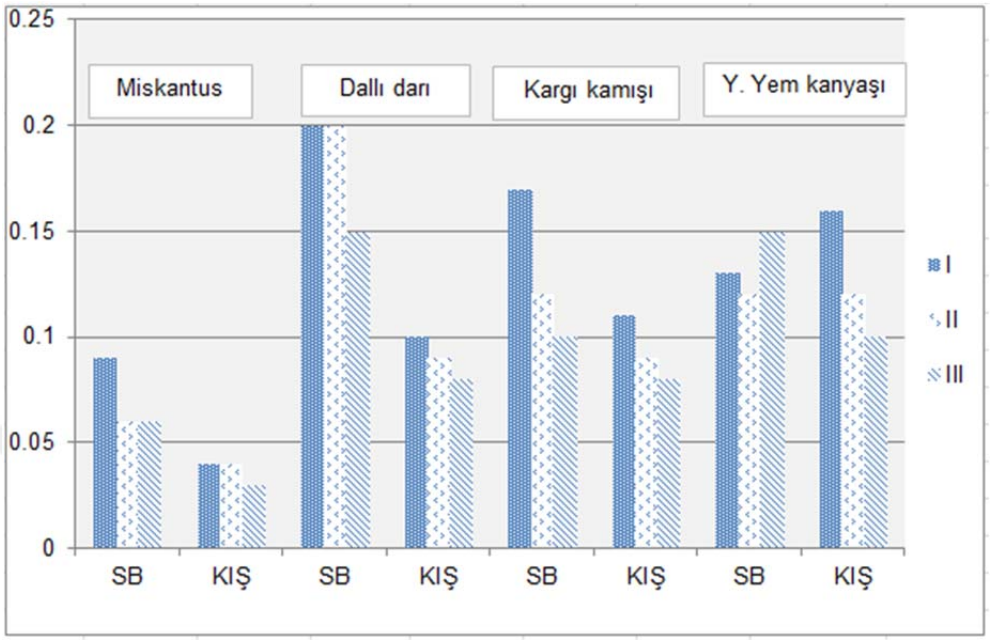
Araştırmada dallı darı türünden elde edilen magnezyum oranı değerleri % 0.08 – 0.24 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.24) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.08) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen magnezyum oranı değerleri Adler ve ark. (2006) (% 0.03 – 0.17)'nın literatür değerlerinden yüksek, Kering ve ark. (2012a) (% 0.24 – 0.44) ve Kering ve ark. (2012b) (% 0.20 – 0.36)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen magnezyum oranı değerleri % 0.07 – 0.19 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 0.19) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.07) ise 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen magnezyum oranı değerleri Kering ve ark. (2012a) (% 0.34 – 0.61)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.33.'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort. (Yıllar)	Ort. (Türler)
Miskantus	1.Yıl	0.09 F	0.04 GH	0.07 d	0.06
	2.Yıl	0.06 G	0.04 GH	0.05 e	
	3.Yıl	0.06 G	0.03 H	0.05 e	
	Ort.	0.07 d	0.04 e	0.06	
Dallı darı	1.Yıl	0.20 A	0.10 D-F	0.15 a	0.14
	2.Yıl	0.20 A	0.09 F	0.15 a	
	3.Yıl	0.15 B	0.08 F	0.12 b	
	Ort.	0.19 a	0.09 c	0.14	
Kargı kamışı	1.Yıl	0.17 B	0.11 C-E	0.14 a	0.11
	2.Yıl	0.12 CD	0.09 F	0.11 c	
	3.Yıl	0.10 D-F	0.08 F	0.09 c	
	Ort.	0.13 b	0.10 c	0.11	
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	0.13 C	0.16 B	0.15 a	0.13
	2.Yıl	0.12 CD	0.12 CD	0.12 b	
	3.Yıl	0.15 B	0.10 E-F	0.13 b	
	Ort.	0.13 b	0.13 b	0.13	
Ort. (Hasat Zamanları)	0.13		0.09		



Şekil 4.16. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.33. ve Şekil 4.16.'da, tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından bitki türlerinden elde edilen magnezyum oranı değerlerinin % 0.03 – 0.20 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.20) araştırmanın 1. ve 2.yıllarında sonbaharda hasat edilen dallı darı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.03) ise 3.yılda kışın hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus türünde, araştırmanın 1.ve 3.yıllarında sonbahar hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat araştırmanın 2.yılında hasat zamanı uygulamalarından elde edilen magnezyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında sonbahar hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat araştırmanın 3.yılında hasat zamanı uygulamalarından elde edilen magnezyum oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın 1.yılında kış hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değeri (% 0.16) sonbahar hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerinden (% 0.13) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kül, azot ve fosfor, potasyum ve kalsiyum oranlarında da açıklandığı üzere, kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olmasının bu sonuçların elde edilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Fakat bu durumun aksine, araştırmanın 3.yılında sonbahar hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değeri (% 0.15) kış hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerinden (% 0.10) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında ise her iki hasat zamanından da elde edilen magnezyum oranı değeri % 0.12 olarak bulunmuştur. Araştırmanın 2.ve 3.yıllarında kış hasadı parsellerinden elde edilen magnezyum oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen magnezyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmamasının, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların kış hasadı parsellerindeki yeni sürgünlerin gelişimlerini sınırlandırmasıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

Araştırmada farklı hasat zamanlarında bitki türlerinden elde edilen ortalama magnezyum oranı değerleri bakımından, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde sonbahar hasatlarından elde edilen ortalama magnezyum oranı değerlerinin kış hasatlarından elde edilen ortalama magnezyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıktığı görülmektedir. Kül, azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum oranlarında olduğu gibi, hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin magnezyum oranlarında meydana gelen azalmanın,

bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla rizomlarına taşımaları, kış aylarında bitki besin elementi içeriği saplara nazaran daha yüksek olan yapraklarının büyük kısmını dökmeleri ve yine kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmının süzülmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Clifton-Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003a,b; Prochnow ve ark. 2009).

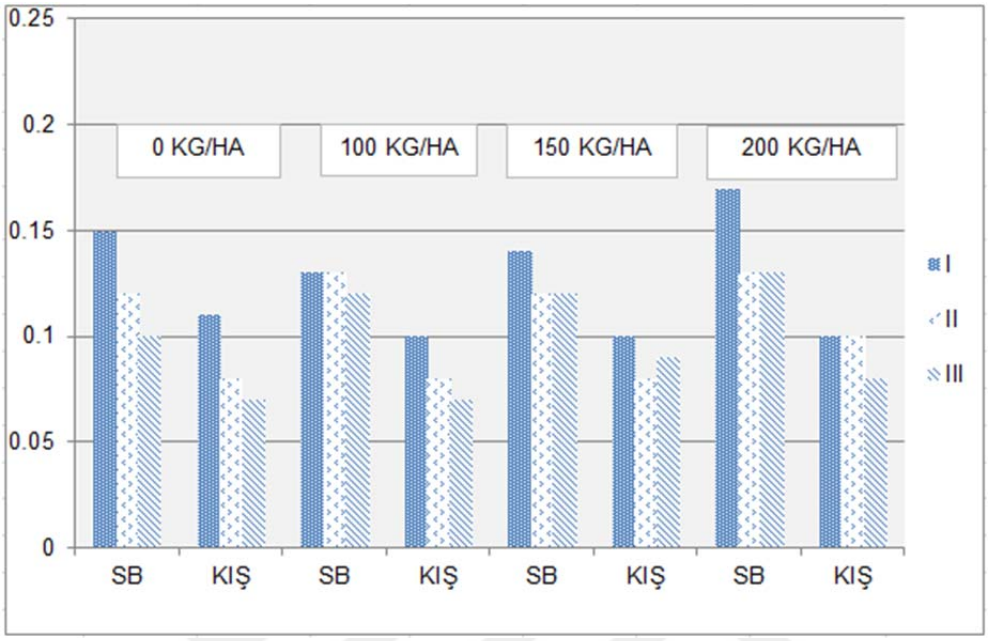
Benzer olarak Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri magnezyum oranı değerlerinin (% 0.10 – 0.17), erken ilkbahar hasadından elde ettikleri potasyum oranı değerlerinden (% 0.03 – 0.07) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama magnezyum oranı değerleri bakımından en yüksek değer (% 0.14) dallı darı türünden elde edilmiş ve bunu sırasıyla yumrulu yem kanyaşı (% 0.13) ve kargı kamışı (% 0.11) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 0.06) ise miskantus türünden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.34.'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Azot dozu x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Azot dozları (kg/ha)	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort.
0	1.Yıl	0.15 AB	0.11 E-G	0.10
	2.Yıl	0.12 D-F	0.08 I-K	
	3.Yıl	0.10 F-H	0.07 K	
	Ort.	0.12 b	0.09 c	
100	1.Yıl	0.13 B-D	0.10 F-H	0.11
	2.Yıl	0.13 B-D	0.08 I-K	
	3.Yıl	0.12 D-F	0.07 K	
	Ort.	0.13 b	0.09 c	
150	1.Yıl	0.14 BC	0.10 F-H	0.11
	2.Yıl	0.12 D-F	0.08 I-K	
	3.Yıl	0.12 D-F	0.09 H-K	
	Ort.	0.13 b	0.09 c	
200	1.Yıl	0.17 A	0.10 F-H	0.12
	2.Yıl	0.13 B-D	0.10 F-H	
	3.Yıl	0.13 B-D	0.08 I-K	
	Ort.	0.14 a	0.10 c	



Şekil 4.17. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Magnezyum Oranı Değerlerine (%) Ait Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.34. ve Şekil 4.17.'de, azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından azot dozu uygulamalarından elde edilen magnezyum oranı değerlerinin % 0.07 – 0.17 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.17) araştırmanın 1.yılında 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.15) izlemiştir. En düşük değer (% 0.07) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmada uygulanan tüm azot dozlarında, 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen magnezyum oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Aynı şekilde, farklı azot dozu uygulamaları sonucunda sonbahar hasatlarından elde edilen ortalama magnezyum oranı değerleri de kış hasatlarından elde edilen magnezyum

oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durum, hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin magnezyum oranlarında meydana gelen azalma ile açıklanabilir.

Araştırmada azot dozu uygulamalarından elde edilen ortalama magnezyum oranı değerleri bakımından en yüksek değer (% 0.12) 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş ve bunu 100 (% 0.11) ve 150 kg/ha (% 0.11) azot dozu uygulamaları izlemiştir. En düşük değer (% 0.10) ise 0 kg/ha uygulamasından elde edilmiştir.

4.12. Kükürt (S) Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen kükürt oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35.'de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Kükürt Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0022	0.0011	2.9213
Tür	3	1.1284	0.376	991.1253**
Hata	6	0.0023	0.0004	
Azot Dozu	3	0.0038	0.0013	4.2075*
Tür x Azot D.	9	0.0115	0.0013	4.2444**
Hata	24	0.0072	0.0003	
Hasat Zamanı	1	0.0697	0.0697	470.0328**
Tür x Hasat Z.	3	0.3068	0.1023	689.7237**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.0016	0.0005	3.6534*
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.0081	0.0009	6.0890**
Hata	32	0.0047	0.0002	
Yıl	2	0.2843	0.1421	770.8832**
Tür x Yıl	6	0.1499	0.0250	135.5311**
Azot D. x Yıl	6	0.0045	0.0007	4.0232**
Tür x Azot D. x Yıl	18	0.0144	0.0008	4.3321**
Hasat Z. x Yıl	2	0.0005	0.0002	1.2787
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	0.0809	0.0135	73.1356**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	0.0023	0.0004	2.0923
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	0.0058	0.0003	1.7533*
Hata	128	0.0236	0.0002	
Genel	287	2.1130		
VK (%)	11.72			

(*) %5 seviyesinde önemli, (**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, kükürt oranı değerleri bakımından yıllar, türler, azot dozları ve hasat zamanları arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x azot dozu x yıl, tür x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.36.'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Kükürt Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	0.08	0.05	0.06	0.05	0.05	0.02	0.05
	100	0.06	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	
	150	0.08	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	
	200	0.07	0.05	0.05	0.03	0.06	0.02	
Dallı darı	0	0.11	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.07
	100	0.11	0.08	0.08	0.05	0.07	0.03	
	150	0.12	0.09	0.06	0.05	0.05	0.03	
	200	0.13	0.09	0.07	0.05	0.07	0.03	
Kargı kamışı	0	0.45	0.21	0.27	0.12	0.17	0.09	0.21
	100	0.37	0.24	0.24	0.11	0.16	0.09	
	150	0.35	0.20	0.22	0.10	0.16	0.10	
	200	0.37	0.19	0.30	0.15	0.17	0.10	
Y.Yem kanyaşı	0	0.11	0.22	0.11	0.15	0.12	0.11	0.14
	100	0.11	0.22	0.11	0.14	0.11	0.11	
	150	0.11	0.25	0.12	0.15	0.13	0.13	
	200	0.11	0.24	0.11	0.19	0.13	0.13	
Ort. (Yıllar)		0.16		0.11		0.08		
Tukey (0.05)	0.049							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.36.'da, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen kükürt oranı değerlerinin % 0.02 – 0.45 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.45) 1.yılda azot uygulanmayan ve

sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.02) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiştir.

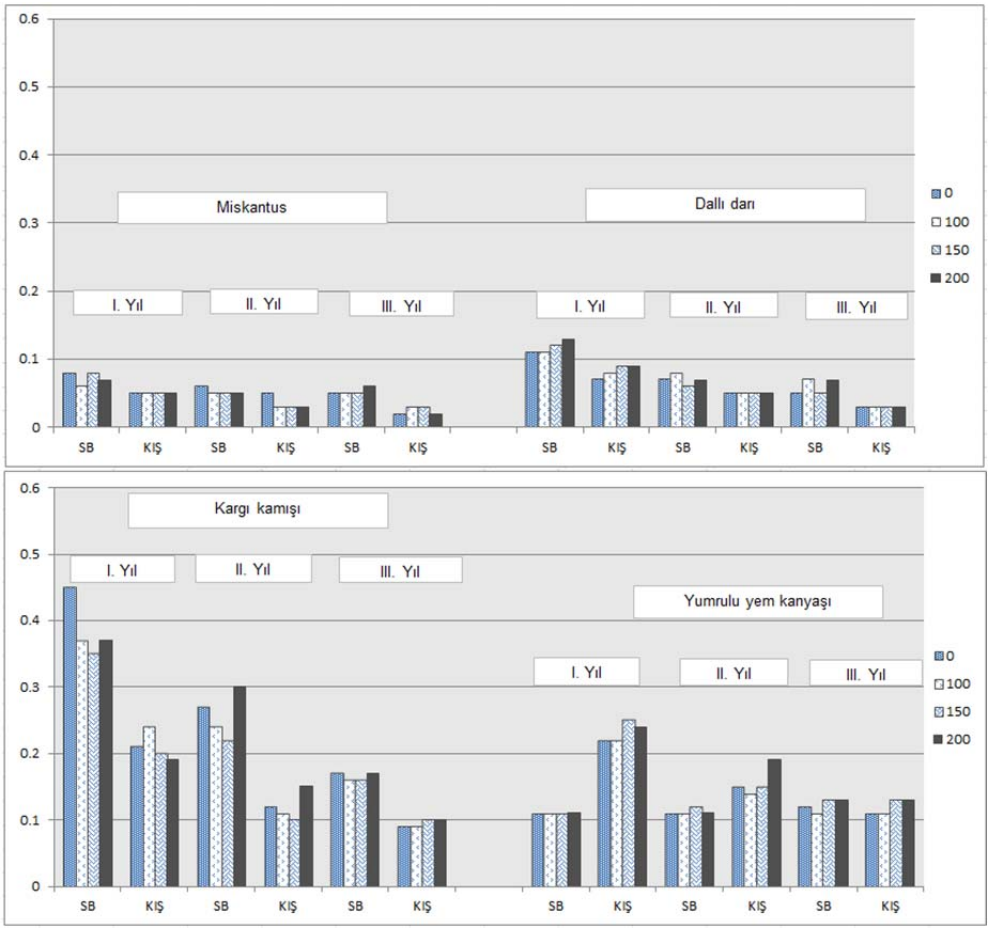
Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen kükürt oranı değerlerinin % 0.02 – 0.08 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.08) 1.yılda azot uygulanmayan ve 150 kg/ha azot uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.02) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. En düşük değerin elde edildiği parsellerin dışında kalan tüm parsellerden elde edilen kükürt oranı değerleri ile en yüksek değer arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmada miskantus türünden elde edilen kükürt oranı değerleri Shield ve ark. (2014) (% 0.02 – 0.06) ve Yu ve ark. (2014) (% 0.01 – 0.03)'nın literatür değerlerinden yüksek, Lewandowski ve ark. (2003b) (% 0.04 – 0.19) ve Smith ve Slater (2010) (% 0.03 – 0.13)'in literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kükürt oranı değerlerinin % 0.03 – 0.13 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.13) 1.yılda 200 kg/ha azot uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda sonbaharda hasat edilen ve 150 (% 0.12) ve 100 (% 0.11) kg/ha azot dozları uygulanan ve azot dozları uygulanmayan (% 0.11) parseller, 1.yılda kışın hasat edilen ve 200 (% 0.09), 150 (% 0.09) ve 100 kg/ha (% 0.09) azot dozları uygulanan parseller ve 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 0.08) izlemiştir. En düşük değer (% 0.03) ise 3.yılda tüm azot dozlarında kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen kükürt oranı değerleri Yu ve ark. (2014) (% 0.03 – 0.06)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Adler ve ark. (2006) (% 0.05 – 0.07)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kükürt oranı değerlerinin % 0.09 – 0.45 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.45) 1.yılda

azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (% 0.09) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen kükürt oranı değerleri Smith ve Slater (2010) (% 0.10 – 0.20)'in literatür değerlerinden yüksek çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen kükürt oranı değerlerinin % 0.11 – 0.25 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 0.25) 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla yine 1.yılda kışın hasat edilen ve 200 (% 0.24) ve 100 kg/ha (% 0.22) azot dozları uygulanan ve azot uygulanmayan (% 0.22) parseller izlemiştir. En düşük değer (% 0.11) ise 1.yılda tüm azot dozlarında sonbaharda hasat edilen, 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen, 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen ve 3.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.



Şekil 4.18. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Kükürt Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.36. ve Şekil 4.18.'de, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinden elde edilen kükürt oranı değerlerinin azaldığı görülmektedir. Fakat miskantus ve dallı darı türlerinde araştırma süresince bu azalma önemli düzeyde olmamıştır. Kargı kamışı türünde ise 3 farklı yılda da hasadın kışa ertelenmesi sonucu tüm azot dozu uygulamalarında kükürt oranı değerleri önemli düzeyde azalmıştır. Kül, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve

magnezyum oranlarında olduğu gibi, hasadın kışa ertelenmesi sonucu miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin kükürt oranlarında meydana gelen azalmanın, bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca sürgünlerindeki bitki besin elementlerini ilkbaharda yeniden büyümede kullanmak amacıyla rizomlarına taşımaları, kış aylarında bitki besin elementi içeriği saplara nazaran daha yüksek olan yapraklarının önemli bir kısmını dökmeleri ve yine kış aylarında meydana gelen yağışlarla beraber bünyelerinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmının süzülmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Clifton-Brown ve Lewandowski 2002; Lewandowski ve ark. 2003a,b; Prochnow ve ark. 2009). Benzer olarak, Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri kükürt oranı değerlerinin % 0.05 – 0.07, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri kükürt oranı değerlerinin ise % 0.05 – 0.06 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yen kanyaşı türünde ise, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın 1.yılında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen kükürt oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen kükürt oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış, fakat araştırmanın 2. yılında 200 kg/ha dışındaki diğer azot dozu uygulamalarında ve 3.yılda ise tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen kükürt oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Fakat yine de araştırmanın 2.yılında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen kükürt oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen kükürt oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 1. ve 2.yıllarında tüm azot dozu uygulamalarında kış hasadı parsellerinden elde edilen kükürt oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen kükürt oranı değerlerinden yüksek çıkması, kül, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranlarında da açıklandığı üzere, kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olması

ile ilişkili olabilir. Araştırmanın 3.yılında ise tüm azot dozu uygulamalarında kış hasadı parsellerinden elde edilen kükürt oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen kükürt oranı değerlerine benzer çıkması ise, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların kış hasadı parsellerindeki yeni sürgünlerin gelişimlerini sınırlandırması ile ilişkili olabilir.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen kükürt oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus, dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kükürt oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde ise, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kükürt oranı değeri (% 0.45), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen kükürt oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise azot dozu uygulamalarından elde edilen kükürt oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kükürt oranı değeri (% 0.30), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen kükürt oranı değerinden (% 0.22) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 1.yılda olduğu gibi, azot dozu uygulamalarından elde edilen kükürt oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozu uygulamalarından elde edilen kükürt oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.

Kül, azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum oranlarında olduğu gibi, araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinde 1.yılda elde edilen kükürt oranı değerleri diğer yıllardan elde edilen kükürt oranı değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durumun, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin araştırmanın 1.yılında daha geç başaklanmaları ve bunun sonucunda tarlada kuruma sürelerinin daha sınırlı kalması ve araştırmanın 2.ve 3.yıllarında meydana gelen kuraklıkların

yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün gelişimini sınırlandırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Biyokütledeki kükürt içeriğinin, biyokütle enerjisi üretimi sırasında kükürt oksit (SO_X) salınımına ve biyoreaktörün tabanında aşınma, çürüme ve tortu oluşumuna neden olduğu ve bu nedenle hammadde kaynağı olarak kullanılacak bir biyokütledeki kükürt oranının % 0.1'i geçmemesi gerektiği ifade edilmektedir (Prochnow ve ark. 2009).

Araştırma süresince farklı azot dozu ve hasat zamanı uygulamaları sonucu miskantus türünden elde edilen kükürt oranı değerlerinin tamamı kritik değer olan % 0.1'in altında çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilen değerler dışındaki diğer tüm kükürt oranı değerleri kritik değerin altında çıkmıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 2.yılında 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller ve azot dozu fark etmeksizin 3.yılda kışın hasat edilen tüm parsellerden elde edilen kükürt oranı değerleri kritik değerin altında veya kritik değere eşit çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde ise, araştırma süresince elde edilen tüm kükürt oranı değerleri kritik değerin üzerinde çıkmıştır.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama kükürt oranı değerleri bakımından, en yüksek değer (% 0.24) kargı kamışı türünden elde edilmiş olup, bunu yumrulu yem kanyaşı (%0.14) ve dallı darı (% 0.07) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 0.05) ise miskantus türünden elde edilmiştir. Benzer olarak, Monti ve ark. (2008a), İtalya'nın Bologna bölgesinde yürüttükleri çalışmada kargı kamışı saplarından elde ettikleri ortalama kükürt oranı değerinin % 0.09, dallı darı saplarından elde ettikleri ortalama kükürt oranı değerinin % 0.05 ve miskantus saplarından elde ettikleri ortalama kükürt oranı değerinin ise % 0.03 olduğunu bildirmişlerdir.

4.13. Selüloz Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen selüloz oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37.'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Selüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	1.2351	0.6175	2.7813
Tür	3	1046.0800	348.6940	1570.487**
Hata	6	1.3322	0.2220	
Azot Dozu	3	9.7992	3.2664	10.3228**
Tür x Azot D.	9	25.914	2.8794	9.0997**
Hata	24	7.5942	0.3164	
Hasat Zamanı	1	742.6020	742.6020	3655.047**
Tür x Hasat Z.	3	1200.0700	400.0230	1968.894**
Azot D. x Hasat Z.	3	7.2608	2.4203	11.9124**
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	26.9174	2.9908	14.7207**
Hata	32	6.5015	0.2032	
Yıl	2	608.3170	304.1590	952.4901**
Tür x Yıl	6	125.5510	20.9252	65.5285**
Azot D. x Yıl	6	7.1878	1.1980	3.7515**
Tür x Azot D. x Yıl	18	32.8645	1.8258	5.7176**
Hasat Z. x Yıl	2	61.8476	30.9238	96.8396**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	379.5580	63.2596	198.1011**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	18.7981	3.1330	9.8112**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	38.9140	2.1619	6.7701**
Hata	128	40.8743	0.3193	
Genel	287	4389.2220		
VK (%)	1.36			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, selüloz oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x azot dozu x yıl, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.38.'de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Selüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Yıl x Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	39.41	46.24	40.97	48.78	41.80	48.47	44.63
	100	40.53	47.16	42.76	48.48	42.16	47.62	
	150	39.91	46.80	41.50	48.60	42.34	49.32	
	200	40.01	46.53	41.97	48.49	41.59	49.78	
Dallı darı	0	34.06	40.69	39.17	45.69	40.21	44.77	40.39
	100	34.51	42.59	39.04	44.42	40.66	44.93	
	150	33.38	41.61	37.61	43.83	39.30	44.45	
	200	32.54	40.48	38.10	44.43	38.62	44.32	
Kargı kamışı	0	38.59	42.23	39.04	44.21	40.66	43.47	40.96
	100	38.06	41.18	38.67	43.43	41.72	41.73	
	150	36.62	41.88	37.17	44.42	41.72	41.97	
	200	38.90	42.08	38.84	41.30	41.78	43.42	
Y.Yem kanyaşı	0	42.18	32.40	40.97	41.96	39.94	40.51	39.71
	100	41.49	31.49	40.36	42.97	42.10	42.02	
	150	42.35	31.36	42.40	41.22	40.56	41.47	
	200	40.95	32.05	42.30	38.23	41.76	39.94	
Ort. (Yıllar)		39.38		42.23		42.66		
Tukey (0.05)		2.046						

SB: Sonbahar

Çizelge 4.38.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen selüloz oranı değerlerinin % 31.36 – 49.78 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 49.78) 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parsellerinden elde edilmiş olup, bunu

önemsiz farklarla 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri (% 49.32), 2. yılda azot uygulanmayan (% 48.78), 150 (% 48.60) ve 100 kg/ha (% 48.48) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri ve 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri (% 48.47) izlemiştir. En düşük değer (%31.36) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmada miskantus türünden elde edilen selüloz oranı değerleri % 39.41 – 49.78 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 49.78) 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 49.32), 2. yılda azot uygulanmayan (% 48.78), 150 (% 48.60) ve 100 kg/ha (% 48.48) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen parseller ve 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (% 48.47) izlemiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen selüloz oranı değerleri Qin ve ark. (2012) (% 25.69 – 53.94) ve Ververis ve ark. (2004) (% 39.1 – 43.7)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Hogdson ve ark. (2010) (% 38.96 – 51.97)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

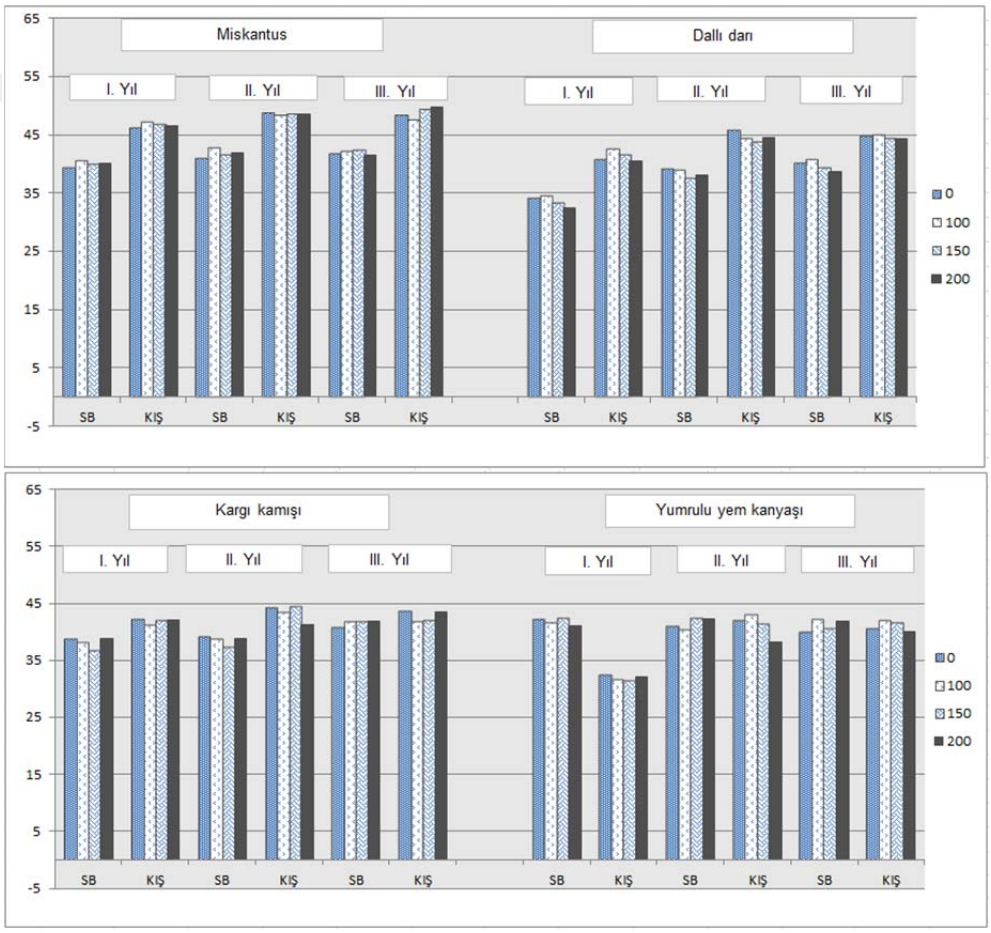
Araştırmada dallı darı türünden elde edilen selüloz oranı değerleri % 32.54 – 45.69 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 45.69) 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan (% 44.93), azot uygulanmayan (% 44.77) ve 150 kg/ha azot dozu uygulanan (% 44.45) ve kışın hasat edilen parseller, 2. yılda 200 (% 44.43), ve 100 kg/ha (% 44.42) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen parseller, 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 44.32) ve 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 43.83) izlemiştir. En düşük değer (% 32.54) ise 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen selüloz oranı değerleri Adler ve ark.

(2006) (% 28.6 – 34.8) ve Jefferson ve ark. (2004) (% 29.7 - 40.3)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Ververis ve ark. (2004) (% 41.0 – 42.6) 'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen selüloz oranı değerleri % 36.62 – 44.42 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 44.42) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (% 44.21), 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (% 43.47), 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 43.43) ve 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 43.42) izlemiştir. En düşük değer (% 36.62) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen selüloz oranı değerleri, Neto ve ark. (1997) (% 28 – 36)'nın literatür değerlerinden yüksek ve E Silva ve ark. (2015) (% 31.10 – 72.17)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen selüloz oranı değerleri % 31.36 – 42.97 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 42.97) 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 42.40), 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 42.35), 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 42.30), 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 42.18), 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 42.10), 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 42.02), 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 41.76), 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 41.49), 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 41.47), 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 41.22), 2.yılda azot

uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 40.97) ve 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 40.95) izlemiştir. En düşük değer (% 31.36) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen selüloz oranı değerleri Pappas ve ark. (2014b) (% 25.8 – 29.2)'nın literatür değerlerinden yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.19. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Selüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.37. ve Şekil 4.19.'da görüldüğü üzere, miskantus ve dallı darı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, kargı kamışı türünde ise araştırmanın 1.ve 2.yıllarında tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen selüloz oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen selüloz oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durum, bu türlerin dormant durumda kaldıkları kış ayları boyunca yapraklarının önemli bir kısmını dökmeleri sonucunda lif açısından zengin olan saplarının toplam kütledeki oranlarının artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hodgson ve ark. (2010), 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, Danimarka, Portekiz, İngiltere ve Almanya) yürüttükleri çalışmada miskantus türünde sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama selüloz oranının % 42.46 – 43.29, kış/erken ilkbahar hasadından elde ettikleri ortalama selüloz oranının ise % 47.39 – 49.39 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada, dallı darı türünde sonbahar hasadından elde ettikleri selüloz oranının % 28.6 – 32.5, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri selüloz oranının ise % 32.7 – 34.8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, diğer türlerden farklı olarak araştırmanın 1.yılında tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen selüloz oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen selüloz oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durum, kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olması ile ilişkili olabilir. Araştırmanın 2.yılında, 0 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarında sonbahar ve kış hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmaz iken, 100 kg/ha azot dozu uygulamasında kış hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.97) sonbahar hasadı

parsellerinden elde edilen selüloz oranı değerinden (% 40.36), 200 kg/ha azot dozu uygulamasında ise sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.30), kış hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değerinden (% 38.23) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar ve kış hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2. ve 3.yıllarında, 1.yıldakinin aksine kış hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen selüloz oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmaması, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların kış hasadı parsellerindeki yeni sürgünlerin gelişimlerini sınırlandırması ve bunun sonucunda, bitki parsellerinde bir önceki büyüme döneminden kalmış kuru bitki varlığının 1.yıla nazaran daha yüksek olması ile ilişkili olabilir.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen selüloz oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus türünde, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, sonbahar hasadı parsellerinde yine farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamış fakat kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 49.78), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 47.62) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamış fakat kış hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.59), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 40.48) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 100

kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 40.66), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 38.62) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 38.90), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 36.62) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde yine farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 44.42), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 41.30) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarının selüloz oranı değerlerine önemli bir etkisi saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.40), en düşük değer olan 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 40.36) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.97), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 38.23) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.10), en düşük değer olan 0

kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 39.94) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değeri (% 42.02), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerinden (% 39.94) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kül, azot, fosfor, potasyum ve kükürt oranlarından farklı olarak, araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinden 1.yılda elde edilen selüloz oranı değerleri diğer yıllarda elde edilen selüloz oranı değerlerinden düşük çıkmıştır. Bu durum, araştırmanın 1.yılında miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin tarlada kuruma sürelerinin diğer yıllara nazaran daha sınırlı kalmasından kaynaklı olarak bu türlerde daha az yaprak dökülmesinin meydana gelmesi ve araştırmanın 2.ve 3.yıllarında meydana gelen kuraklıkların yumrulu yem kanyaşı türüne ait kış hasadı parsellerindeki yeni sürgün gelişimini sınırlandırması ve bunun sonucunda bitki parsellerindeki bir önceki büyüme dönemlerinden kalan kuru bitki varlığının 1.yıla nazaran daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama selüloz oranı değerleri bakımından, en yüksek değer (% 44.63) miskantus türünden elde edilmiş olup, bunu kargı kamışı (% 40.96) ve dallı darı (% 40.39) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 39.71) ise yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiştir. Collins ve Fritz, (1995), yüksek sıcaklık koşullarında yetişen sıcak iklim türlerinin serin mevsim türlerine nazaran genellikle daha yüksek lif oranlarına sahip oldukları bildirmişlerdir. Dolayısıyla araştırmada en düşük ortalama selüloz oranı değerinin yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmesi bu durumla açıklanabilir. Farklı ekolojik bölgelerde yapılan çalışmalarda araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak miskantus türünden elde edilen ortalama selüloz oranı değeri dallı darı türünden elde edilen ortalama selüloz oranı değerinden daha yüksek bulunmuştur. Lee ve ark. (2007), miskantus türünden % 43, dallı darı türünden ise % 37, Karp ve Shield (2008) ise, miskantus türünden % 57.6, dallı darı türünden ise % 31.6 ortalama selüloz oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir.

4.14. Hemiselüloz Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen hemiselüloz oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39.'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Hemiselüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	3.1737	1.5868	2.5514
Tür	3	1071.1000	357.0350	574.0615**
Hata	6	3.7318	0.6220	
Azot Dozu	3	10.7782	3.5927	6.6074**
Tür x Azot D.	9	17.1580	1.9065	3.5061**
Hata	24	13.0499	0.5438	
Hasat Zamanı	1	1.8625	1.8625	3.2011
Tür x Hasat Z.	3	33.8056	11.2685	19.3679**
Azot D. x Hasat Z.	3	4.4154	1.4718	2.5297
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	7.8446	0.8716	1.4981
Hata	32	18.6181	0.5818	
Yıl	2	11.5056	5.7528	8.8413**
Tür x Yıl	6	230.0470	38.3412	58.9259**
Azot D. x Yıl	6	23.6693	3.9449	6.0628**
Tür x Azot D. x Yıl	18	41.3822	2.2990	3.5333**
Hasat Z. x Yıl	2	11.9833	5.9917	9.2085**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	16.8967	2.8161	4.3280**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	29.3358	4.8893	7.5143**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	29.8419	1.6579	2.5480**
Hata	128	83.2850	0.6510	
Genel	287	1663.4890		
VK (%)	3.18			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, hemiselüloz oranı değerleri bakımından türler, azot dozları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x yıl, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.40.'da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Hemiselüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	25.8	26.9	23.8	26.6	23.9	24.4	25.60
	100	24.9	25.6	24.3	25.9	24.8	24.7	
	150	25.7	27.1	26.6	26.2	24.5	25.2	
	200	27.6	27.1	25.5	27.2	24.9	24.1	
Dallı darı	0	26.5	27.8	28.3	27.9	29.9	28.7	28.35
	100	25.1	28.1	29.9	29.7	29.3	29.3	
	150	26.5	27.5	29.8	28.8	29.9	29.7	
	200	25.0	24.6	29.2	28.6	29.8	29.6	
Kargı kamışı	0	22.2	24.2	21.6	21.0	26.5	21.3	23.13
	100	23.6	22.7	23.2	21.5	22.9	23.0	
	150	25.0	23.6	24.2	21.6	23.6	22.7	
	200	23.6	22.9	24.0	24.1	23.6	21.4	
Y.Yem kanyaşı	0	25.3	24.4	22.7	23.0	26.0	24.5	24.41
	100	24.4	24.5	23.1	23.2	25.2	25.5	
	150	25.3	25.2	23.4	23.0	25.4	24.7	
	200	25.2	23.9	22.6	23.9	25.3	25.0	
Ort. (Yıllar)		25.29		25.19		25.65		
Tukey (0.05)	2.923							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.40.'da, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen hemiselüloz oranı değerlerinin % 21.04 – 29.93 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 29.93) 2.yılda 100 kg/ha ve 3.yılda 150 kg/ha azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı

parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.92), 2.yılda 150 kg/ha dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.86), 3.yılda 200 kg/ha dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.82), 3.yılda 150 kg/ha dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.72), 2.yılda 100 kg/ha dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.72), 3.yılda 200 kg/ha dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.60), 3.yılda 100 kg/ha dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.37), 3.yılda 100 kg/ha dozu uygulanan ve sonbaharda dallı darı hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.31), 2.yılda 200 kg/ha dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (% 29.26), 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 28.81), 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 28.76), 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 28.61), 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (% 28.37), 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 28.10), 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 27.98), 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 27.84), 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen miskantus parselleri (% 27.69), 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen dallı darı parselleri (% 27.50), 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri (% 27.23), 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri (% 27.19) ve 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri (% 27.14) izlemiştir. En düşük değer (% 21.04) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde; miskantus türünden elde edilen hemiselüloz oranı değerleri % 23.88 – 27.69 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%27.69) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan

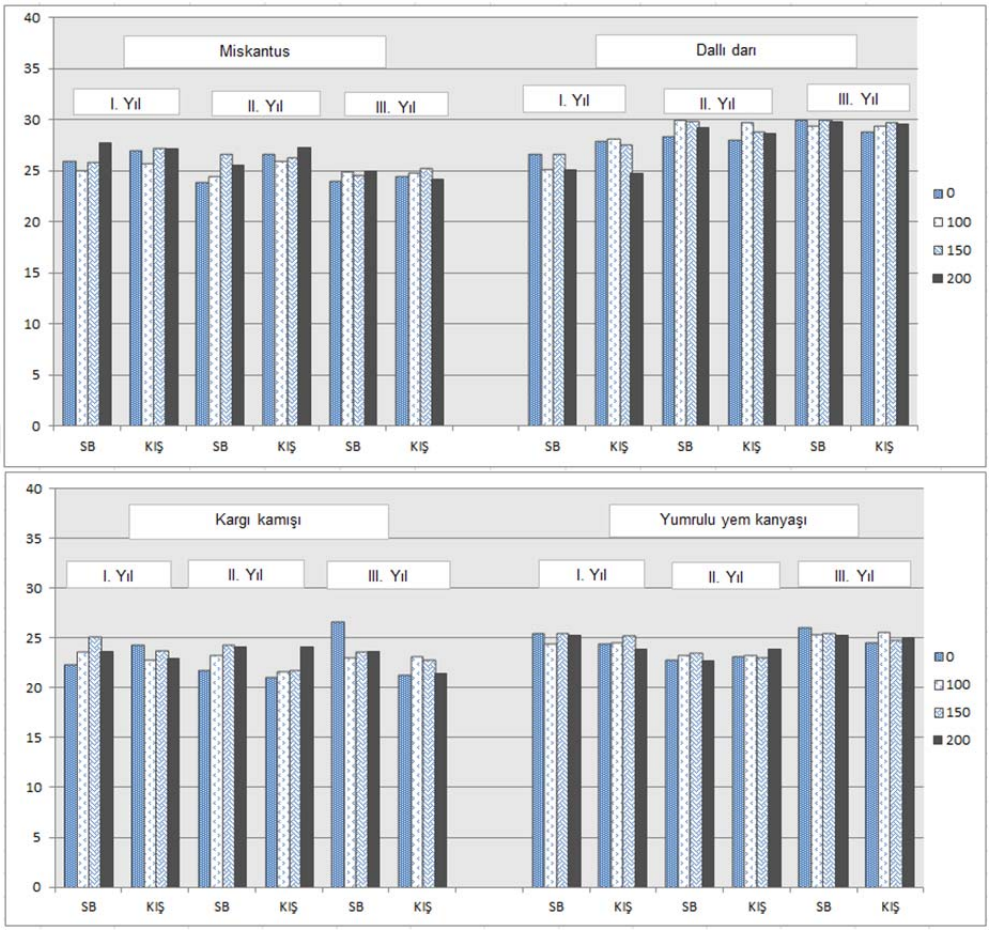
ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, 2.yıl sonbahar hasadında azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerden elde edilen değerler, 3.yıl sonbahar hasadında azot uygulanmayan ve 150 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerden elde edilen değerler ve 3.yıl kış hasadında azot uygulanmayan ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerden elde edilen değerler dışındaki tüm değerler en yüksek değere benzer çıkmıştır. En düşük değer (% 23.88) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri Allison ve ark. (2011) (% 27.22 – 31.78) ve Qin ve ark. (2012) (% 32.34 – 34.86)'nın literatür değerlerinden düşük ve Hodgson ve ark. (2010) (% 23.79 – 27.31)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri % 24.69 - 29.93 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 29.93) 2.yılda 100 kg/ha ve 3.yılda 150 kg/ha azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, 1.yıl sonbahar hasadına ait tüm azot dozu uygulamalarından elde edilen değerler ve 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilen değerler dışındaki tüm değerler en yüksek değere benzer çıkmıştır. En düşük değer (% 24.69) ise 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri Jefferson ve ark. (2004) (% 27.0 – 38.8)'nın literatür değerlerinden düşük ve Adler ve ark. (2006) (% 26.5 – 29.9)'nın literatür değerleri ile benzer çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri % 21.04 – 26.57 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 26.57) 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 25.09), 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 24.24), 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (% 24.22), 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen

parseller (% 24.15) ve 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 24.08) izlemiştir. En düşük değer (% 21.04) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri Neto ve ark. (1997) (% 21 – 30)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri % 22.66 – 26.05 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 26.05) 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, 2.yılda azot uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilen değerler, 2.yıl kış hasadı parsellerinde azot uygulanmayan ve 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerden elde edilen değerler dışındaki tüm değerler en yüksek değere benzer çıkmıştır. En düşük değer (% 22.66) ise 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden ele edilen hemiselüloz oranı değerleri Pappas ve ark. (2014b) (% 32.7 – 43.1)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.



Şekil 4.20. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Hemiselüloz Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.40. ve Şekil 4.20.'de görüldüğü üzere, miskantus ve yumrulu yem kanyaşı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Hodgson ve ark. (2010), 5 farklı Avrupa ülkesinde (Danimarka, İsveç, İngiltere, Portekiz ve Almanya) yürüttükleri çalışmada miskantus bitkisinden elde ettikleri hemiselüloz oranı değerlerinin hasat zamanı uygulamalarından

etkilenmediğini ve sonbahar hasadından % 25.37 – 26.64, erken ilkbahar hasadından ise % 24.29 – 25.89 arasında ortalama hemiselüloz oranı değerleri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Dallı darı türünde, sadece 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan kış hasadı parsellerinden elde edilen hemiselüloz oranı değeri (% 28.10), sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen hemiselüloz oranı değerinden (% 25.14) önemli düzeyde yüksek çıkmış olup, diğer yıllarda tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak, Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünden elde ettikleri ortalama hemiselüloz oranı değerlerinin araştırmanın 1.yılında hasat zamanı uygulamalarından etkilenmediğini fakat 2.yılda erken ilkbahar hasadından elde ettikleri ortalama hemiselüloz oranı değerlerinin sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama hemiselüloz oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek olduğunu ve erken ilkbahar hasadından % 29.2 – 29.9, sonbahar hasadından ise % 26.5 – 27.8 arasında ortalama hemiselüloz oranı değerleri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde ise, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, sadece azot uygulanmayan sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen hemiselüloz oranı değeri (% 26.57), kış hasadı parsellerinden elde edilen hemiselüloz oranı değerinden (% 21.30) önemli düzeyde yüksek çıkmış, diğer azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen hemiselüloz oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus ve yumrulu yem kanyaşı türlerinde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da hem sonbahar hem de

kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamış fakat kış hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen hemiselüloz oranı değeri (% 28.10) en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen hemiselüloz oranı değerinden (% 24.69) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.ve 3.yıllarında ise hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde ise, araştırmanın 1.yılında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında ise, sonbahar hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamış fakat kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen hemiselüloz oranı değeri (% 24.15) en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen değerden (% 21.04) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen hemiselüloz oranı değeri (% 26.57) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama hemiselüloz oranı değerleri bakımından, en yüksek değer (% 28.35) dallı darı türünden elde edilmiş olup, bunu miskantus (% 25.60) ve yumrulu yem kanyaşı (% 24.41) türleri izlemiştir. En düşük değer (% 23.13) ise kargı kamışı türünden elde edilmiştir.

Benzer olarak, Lee ve ark. (2007), miskantus türünden % 24, dallı darı türünden % 29, Karp ve Shield (2008) ise, miskantus türünden % 28, dallı darı türünden ise % 36 ortalama selüloz oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir.

4.15. Lignin Oranı (%)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen lignin oranı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41.'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Lignin Oranı Değerlerine (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0852	0.04258	0.6659
Tür	3	801.5470	267.1820	4178.046**
Hata	6	0.3837	0.0640	
Azot Dozu	3	3.5644	1.1881	28.2672**
Tür x Azot D.	9	5.04010	0.5601	13.3259**
Hata	24	1.0086	0.0420	
Hasat Zamanı	1	0.6718	0.6718	9.2721**
Tür x Hasat Z.	3	42.5050	14.1683	195.5396**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.7016	0.2339	3.2278*
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	0.5814	0.0646	0.8916
Hata	32	2.3186	0.0725	
Yıl	2	19.7638	9.8819	126.0992**
Tür x Yıl	6	82.9311	13.8219	176.3754**
Azot D. x Yıl	6	7.2789	1.2132	15.4805**
Tür x Azot D. x Yıl	18	9.1702	0.5095	6.5010**
Hasat Z. x Yıl	2	29.7750	14.8875	189.9734**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	73.5057	12.2509	156.3296**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	5.7202	0.9534	12.1655**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	11.9509	0.6639	8.4723**
Hata	128	10.0310	0.07837	
Genel	287	1108.5350		
VK (%)	2.70			

(*) %5 seviyesinde önemli (**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, lignin oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x

yıl, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.42.'de verilmiştir

Çizelge 4.42. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Lignin Oranı Değerlerine (%) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	10.11	10.79	10.50	10.79	12.88	11.93	11.33
	100	10.92	10.81	11.03	10.83	12.53	12.04	
	150	10.83	10.54	10.25	10.63	12.95	12.56	
	200	11.19	10.51	10.86	10.56	12.68	13.10	
Dallı darı	0	9.81	9.81	8.57	9.34	9.34	11.01	9.73
	100	10.43	11.29	8.20	9.05	9.72	10.62	
	150	9.52	9.79	7.94	9.43	9.37	10.60	
	200	10.92	10.92	8.31	9.80	9.36	10.77	
Kargı kamışı	0	12.82	13.18	12.84	12.74	10.96	12.83	12.45
	100	13.06	14.02	11.72	12.79	12.76	12.07	
	150	12.29	13.18	11.16	12.71	12.44	12.43	
	200	12.03	12.76	11.78	11.94	11.80	12.55	
Y.Yem kanyaşı	0	9.55	6.27	9.38	7.93	6.69	8.04	8.03
	100	10.14	5.72	9.57	8.22	6.97	8.89	
	150	9.40	5.32	8.26	8.47	7.35	8.68	
	200	9.93	5.33	8.14	8.05	7.24	9.15	
Ort. (Yıllar)		10.40		10.06		10.70		
Tukey (0.05)		1.012						

Çizelge 4.42.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen lignin oranı değerlerinin % 5.32 – 14.02 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (%14.02) 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda azot uygulanmayan ve 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen kargı kamışı parselleri (% 13.18), 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen miskantus parselleri (% 13.10) ve 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parselleri (% 13.06) izlemiştir. En düşük değer (% 5.32) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen lignin oranı değerlerinin % 10.25 – 13.10 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 13.10) 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 3.yılda 150 kg/ha (% 12.95) azot dozu uygulanan, azot uygulanmayan (% 12.88) ve 200 kg/ha (% 12.68) azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller, 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 12.56) ve 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 12.53) izlemiştir. En düşük değer (% 10.25) ise 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen lignin oranı değerleri Allison ve ark. (2011) (% 11.08 – 12.06) ve Hodgson ve ark. (2010) (% 8.40 – 11.34)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Qin ve ark. (2012) (% 8.90 – 13.64)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

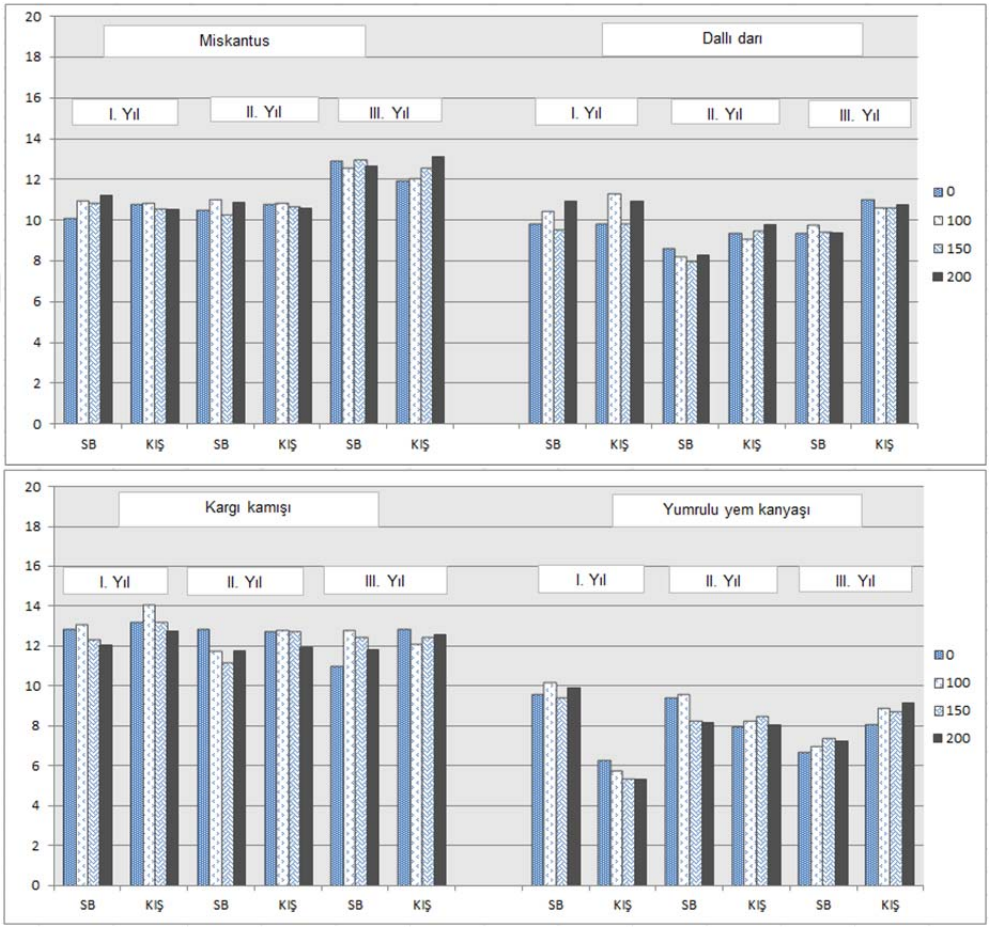
Araştırmada dallı darı türünden elde edilen lignin oranı değerleri % 7.94 – 11.29 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 11.29) 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (% 11.01), 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 10.92), 3yılda 200 (% 10.77), 100 (% 10.62) ve 150 kg/ha (% 10.60) azot dozları

uygulanan ve kışın hasat edilen parseller ve 1.yılda 200 (% 10.54) ve 100 kg/ha (% 10.43) azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller izlemiştir. En düşük değer (% 7.94) ise 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen lignin oranı değerleri Lemus ve ark. (2002) (% 5.3 – 6.7) ve Shinners ve ark. (2010) (% 4.4 – 5.3)'nın literatür değerlerinden yüksek, Adler ve ark. (% 13.0 – 18.2) ve Monono ve ark. (2013) (% 21.0 – 22.7)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen lignin oranı değerleri % 10.96 – 14.02 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 14.02) 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda azot uygulanmayan ve 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 13.18) ve 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 13.06) izlemiştir. En düşük değer (% 10.96) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen lignin oranı değerleri E Silva ve ark. (2015) (% 10.05 – 24.75) ve Neto ve ark. (1997) (% 16 – 22)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen lignin oranı değerleri % 5.32 –10.14 arasında değişmiştir. En yüksek değer (% 10.14) 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 9.93), 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 9.57), 1.yılda azot uygulanmayan (% 9.55) ve 150 kg/ha (% 9.40) azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller, 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parseller (% 9.38) ve 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (% 9.15) izlemiştir. En düşük değer (% 5.32) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden

elde edilen lignin oranı değerleri Pappas ve ark. (2014b) (% 6.4 – 7.8)'nın literatür değerlerinden yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.21. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Lignin Oranı Değerlerine (%) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.42. ve Şekil 4.21.'de görüldüğü üzere, miskantus türünden araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Hodgson ve ark. (2010), 5 farklı Avrupa ülkesinde (İsveç, İngiltere, Danimarka, Almanya ve Portekiz) yürüttükleri çalışmada miskantus türünden sonbahar ve erken ilkbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli bir fark olmadığı ve sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama lignin oranı değerinin % 8.56 – 9.08, erken ilkbahar hasadından elde ettikleri ortalama lignin oranı değerinin ise % 10.21 – 10.82 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarında elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmaz iken, 2.yılda 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış ve diğer azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, 100 kg/ha dışındaki diğer azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Adler ve ark. (2006), ABD'nin Pensilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada dallı darı türünde araştırmanın 1.yılında erken ilkbahar hasadından elde ettikleri ortalama lignin oranı değerinin (% 17.3), sonbahar hasadından elde ettikleri ortalama lignin oranı değerinden (% 13.0) önemli düzeyde yüksek çıktığını, fakat 2.yılda hasat zamanlarından elde ettikleri ortalama lignin oranı değerleri (Sonbahar: % 16.5, Erken ilkbahar: % 18.5) arasında önemli düzeyde bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde, dallı darı türünde olduğu gibi araştırmanın 1.yılında, tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamış fakat 2.yılda 100 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış ve diğer azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen lignin oranı

değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, 0 kg/ha azot dozu uygulamasında kış hasadından elde edilen lignin oranı değeri (% 12.83), sonbahar hasadından elde edilen lignin oranı değerinden (% 10.96) önemli düzeyde yüksek çıkmış ve diğer azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durum, selüloz oranında da açıklandığı üzere kış hasadı parsellerinde hasatlardan önce aktif büyüme dönemi içeresinde bulunan genç bitkilerin, sonbahar hasadı parsellerinde ise hasatlardan önce dormant durumda bulunan ve yapraklarının büyük çoğunluğu dökülmüş olan kuru bitkilerin yoğunlukta olması ile ilişkili olabilir. Araştırmanın 2.yılında, 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmış ve diğer azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, tüm azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen lignin oranı değerleri sonbahar hasatlarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Yine selüloz oranında açıklandığı üzere, araştırmanın 2. ve 3.yıllarında, 1.yıldakinin aksine kış hasadı parsellerinden elde edilen lignin oranı değerlerinin sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmaması, bu yıllarda meydana gelen kuraklıkların kış hasadı parsellerindeki yeni sürgünlerin gelişimlerini sınırlandırması ve bunun sonucunda, bitki parsellerinde bir önceki büyüme döneminden kalmış kuru bitki varlığının 1.yıla nazaran daha yüksek olması ile ilişkili olabilir.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen lignin oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus türünde araştırmanın 1.ve 2.yıllarında hem sonbahar ve kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu

uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, sonbahar hasadı parsellerinde yine farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamış fakat kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 13.10), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 10.54), en düşük değer olan 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değerinden (% 9.52) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 11.29), 0 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.ve 3.yıllarında ise, hem sonbahar ve kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değerleri (Sonbahar: % 13.06, Kış: %14.02), en düşük değerler olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değerlerinden (Sonbahar: % 12.03, Kış: %12.76) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 12.84), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 12.76), 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değerinden (% 10.96) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 2.yılda

olduğu gibi farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 9.57), 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, sonbahar hasadı parsellerinde 1.yılda olduğu gibi farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen lignin oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamış fakat kış hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değeri (% 9.15), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen lignin oranı değerinden (% 8.04) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama lignin oranı değerleri bakımından, en yüksek değer (%12.45) kargı kamışı türünden elde edilmiş olup, bunu miskantus (% 11.33) ve dallı darı (% 9.73) türleri izlemiştir. En düşük değer (%8.03) ise yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiştir. Collins ve Fritz, (1995), yüksek sıcaklık koşullarında yetişen sıcak iklim türlerinin serin mevsim türlerine nazaran genellikle daha yüksek lif oranlarına sahip oldukları bildirmişlerdir. Dolayısıyla araştırmada en düşük ortalama lignin oranı değerinin yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmesi bu durumla açıklanabilir. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak Karp ve Shield (2008), miskantus türünden elde ettikleri ortalama lignin oranı değerinin (% 10.5), dallı darı türünden elde ettikleri ortalama lignin oranı değerinden (% 6.1) daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

4.16. Alt Isıl Değer (MJ/kg)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen alt ısıl değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43.'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Alt Isıl Değerlerine (MJ/kg) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	0.0392	0.0196	18.1475**
Tür	3	6.3060	2.1020	1945.5130**
Hata	6	0.0065	0.0011	
Azot Dozu	3	1.0198	0.3399	203.3137**
Tür x Azot D.	9	0.5853	0.0650	38.8968**
Hata	24	0.0401	0.0017	
Hasat Zamanı	1	2.5746	2.5746	1106.0160**
Tür x Hasat Z.	3	0.5845	0.1948	83.7038**
Azot D. x Hasat Z.	3	0.2234	0.0745	31.9878**
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	1.7671	0.1964	84.3495**
Hata	32	0.0745	0.0023	
Yıl	2	47.683	23.842	7980.0070**
Tür x Yıl	6	2.8576	0.4763	159.4091**
Azot D. x Yıl	6	0.2213	0.0369	12.3470**
Tür x Azot D. x Yıl	18	1.1959	0.0664	22.2383**
Hasat Z. x Yıl	2	1.8149	0.9075	303.7328**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	3.1672	0.5279	176.6813**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	1.3704	0.2284	76.4459**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	1.9480	0.1082	36.2231**
Hata	128	0.3824	0.0030	
Genel	287	73.8620		
VK (%)	0.31			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, alt ısıl değerler bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.44.'de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Alt Isıl Değerlere (MJ/kg) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Yıl x Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	17.24	17.72	17.15	17.19	18.12	17.80	17.58
	100	17.57	17.51	17.29	17.23	18.30	17.71	
	150	17.38	17.64	17.31	17.06	18.47	18.01	
	200	17.44	17.24	17.40	17.21	17.99	17.95	
Dallı darı	0	17.30	17.31	16.97	16.88	18.72	17.80	17.53
	100	17.42	17.28	16.65	17.03	18.35	17.66	
	150	17.75	17.41	17.07	17.25	18.54	17.97	
	200	17.45	17.46	16.75	17.06	18.52	18.05	
Kargı kamışı	0	16.47	17.63	17.14	17.24	18.06	17.79	17.44
	100	17.21	17.03	17.23	17.16	18.33	17.74	
	150	17.55	16.93	17.17	17.35	18.40	17.71	
	200	16.94	17.21	17.14	16.97	18.34	17.88	
Y.Yem kanyaşı	0	17.30	16.98	16.71	16.22	17.91	17.14	17.19
	100	17.35	16.99	17.02	16.49	17.68	17.69	
	150	17.27	16.94	17.39	16.64	17.53	17.97	
	200	17.27	17.01	17.03	16.53	17.88	17.73	
Ort. (Yıllar)		17.29		17.03		17.99		
Tukey (0.05)		0.198						

SB: Sonbahar

Çizelge 4.44.'de, 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen alt ısıl değerlerin 16.22 – 18.72 MJ/kg arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (% 18.72) 3.yılda azot uygulanmayan ve

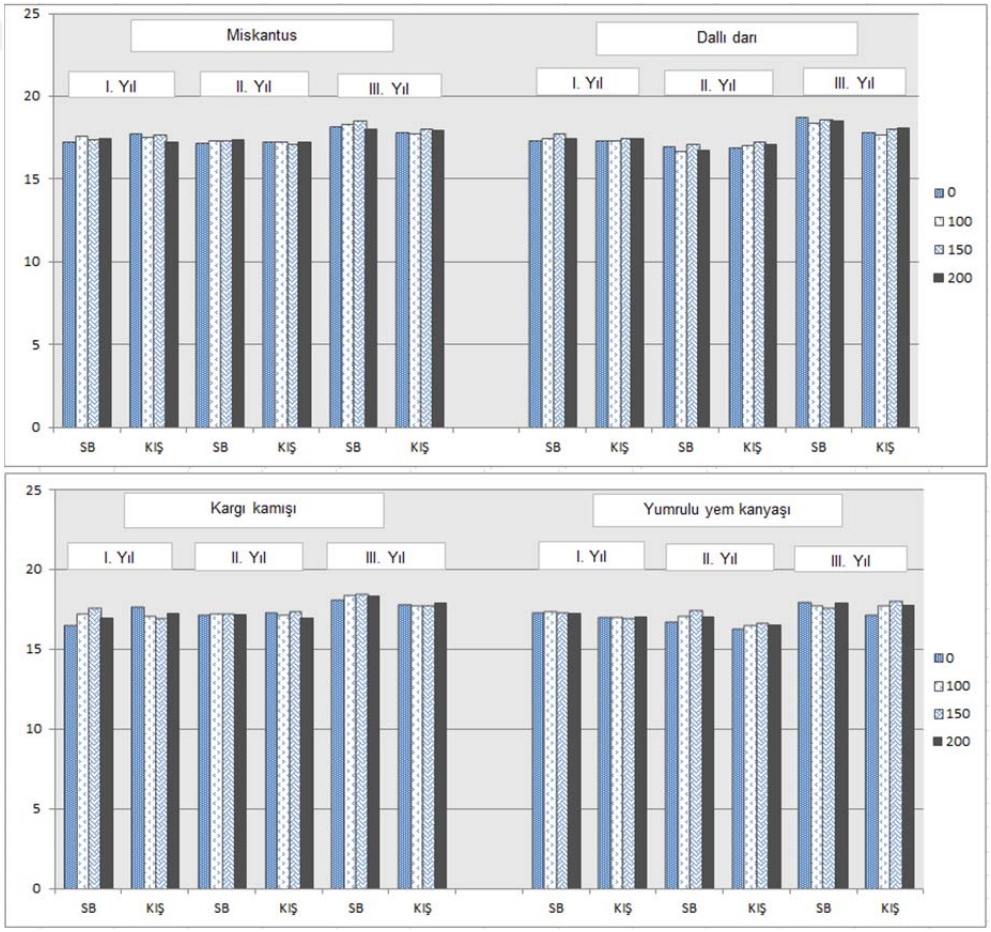
sonbaharda hasat edilen dallı darı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen dallı darı parselleri (18.54 MJ/kg) izlemiştir. En düşük değer (% 16.22) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen alt ısıl değerler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen alt ısıl değerlerin 17.06 – 18.47 MJ/kg arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (18.47 MJ/kg) 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (18.30 MJ/kg) izlemiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen alt ısıl değerler Lewandowski ve ark. (2003b) (9.2 – 17.1 MJ/kg), Ercoli ve ark. (1999) (16.5 MJ/kg), Petrini ve ark.(1996) (16.5 MJ/kg) ve Di Candilo ve ark. (2005) (14.6 MJ/kg)'nın literaütür değerlerinden yüksek, Danelewicz ve ark. (2015) (18.56 MJ/kg) ve Mann ve ark. (2012) (19.2 MJ/kg)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen alt ısıl değerleri 16.65 – 18.72 MJ/kg arasında değişmiştir. En yüksek değer (18.72 MJ/kg) 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (18.54 MJ/kg) izlemiştir. En düşük değer (16.65 MJ/kg) ise 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen alt ısıl değerleri Xiong ve ark. (2008) (16.50 – 17.42 MJ/kg)'nın literatür değerlerinden yüksek çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen alt ısıl değerleri 16.47 – 18.40 MJ/kg arasında değişmiştir. En yüksek değer (18.40 MJ/kg) 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 3.yılda 200 (18.34 MJ/kg) ve 100 kg/ha (18.33 MJ/kg) azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde

edilmiştir. En düşük değer (16.47 MJ/kg) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen alt ısıl değerleri Lewandowski ve ark. (2003b) (14.8 – 18.8 MJ/kg)'nın literatür değerlerinden yüksek, Molari ve ark. (2014) (18.0 – 19.9 MJ/kg) ve Zema ve ark. (2012) (17.2 – 18.9 MJ/kg)'nın literatür değerlerinden düşük, Angelini ve ark. (2005) (16.0 – 18.0 MJ/kg)'nın literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.



Şekil 4.22. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Alt ısıl değerlerine (MJ/kg) Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.44. ve Şekil 4.22.'de görüldüğü üzere, Araştırmanın 1.yılında, miskantus türünde 100 kg/ha azot dozu uygulamasında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerleri arasında önemli bir fark çıkmaz iken, 0 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarında kış hasadından elde edilen alt ısıl değerleri sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değerlerden, 200 kg/ha azot dozu uygulamasında ise sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değeri (17.44 MJ/kg), kış hasadından elde edilen alt ısıl değerden (17.24 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında 0, 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark çıkmaz iken, 150 kg/ha azot dozu uygulamasında sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değer (17.31 MJ/kg), kış hasadından elde edilen alt ısıl değerden (17.06 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, 200 kg/ha azot dozu uygulamasında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark çıkmaz iken, 0, 100 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen alt ısıl değerler kış hasatlarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında 0, 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark çıkmaz iken, 150 kg/ha azot dozu uygulamasında sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değer (17.75 MJ/kg), kış hasadından elde edilen alt ısıl değerden (17.41 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, 0 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark çıkmaz iken, diğer azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen alt ısıl değerler sonbahar hasatlarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen alt ısıl değerler kış hasatlarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında 100 kg/ha azot dozu uygulamasında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir

fark çıkmaz iken, 0 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında kış hasatlarından elde edilen alt ısıl değerler sonbahar hasatlarından elde edilen alt ısıl değerlerden, 150 kg/ha azot dozu uygulamasında ise sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değer (17.55 MJ/kg), kış hasadından elde edilen alt ısıl değerden (16.93 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, , tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen alt ısıl değerler kış hasatlarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.ve 2.yıllarında tüm azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen alt ısıl değerler kış hasatlarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark çıkmaz iken, 0 kg/ha azot dozu uygulamasında sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değer (17.91 MJ/kg) kış hasadından elde edilen alt ısıl değerden (17.14 MJ/kg), 150 kg/ha azot dozu uygulamasında ise kış hasadından elde edilen alt ısıl değer (17.97 MJ/kg) sonbahar hasadından elde edilen alt ısıl değerden (17.53 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen alt ısıl değerlere etkileri incelendiğinde, miskantus türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.57 MJ/kg), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değerden (17.24 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıktığı görülmektedir. Kış hasadı parsellerinde ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.72 MJ/kg), 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.40 MJ/kg), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu

uygulamasından elde edilen alt ısıl değerden (17.15 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 3.yılında, 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (18.47 MJ/kg), 0 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (18.01 MJ/kg), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, araştırmanın 1.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.75 MJ/kg), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.07 MJ/kg), 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.25 MJ/kg), 100 ve 0 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerden (17.03 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (18.72 MJ/kg), 100 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (18.05 MJ/kg), 0 ve 100 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.55 MJ/kg), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.63 MJ/kg), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen

alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.35 MJ/kg), en düşük değer olan 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değerden (16.97 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (18.40 MJ/kg), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değerden (18.06 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise, farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerler arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.39 MJ/kg), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 200 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (16.53 MJ/kg), en düşük değer olan 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değerden (16.22 MJ/kg) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında, sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.91 MJ/kg), 100 ve 150 kg/ha azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen alt ısıl değer (17.97 MJ/kg), diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen alt ısıl değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama alt ısıl değerler bakımından, en yüksek ortalama değer (17.58 MJ/kg) miskantus türünden elde edilmiş olup, bunu dallı darı (17.53 MJ/kg) ve kargı kamışı (17.44 MJ/kg) türleri izlemiştir. En düşük ortalama değer (17.19 MJ/kg) ise yumrulu yem kanyaşı

türünden elde edilmiştir. Benzer olarak, Angelini ve ark. (2009), miskantus türünden 17.7 MJ/kg, kargı kamışı türünden 17.6 MJ/kg; Dahl ve Obernberger, (2004) ise, miskantus türünden 19.6 MJ/kg, dallı darı türünden ise 17.2 MJ/kg ortalama alt ısıl değerler elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Biyokütledeki Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen (O) içerikleri katı yakıtların ısıl değerini belirleyen ana etmenlerdir (Obernberger ve ark. 2006). Diğer taraftan, bunlar kadar olmasalar da biyokütledeki kül ve lif içeriklerinin de katı yakıtların alt ısıl değerini etkiledikleri ifade edilmektedir (Lewandowski ve Kicherer, 1997; Jenkins ve ark. 1998; McKendry, 2002). Biyokütlenin kül içeriğindeki her % 1 oranındaki artış ısıl değerde yaklaşık 0.2 MJ/kg'lık bir düşüşe yol açmaktadır (Jenkins ve ark. 1998). Herhangi bir materyaldeki lignin oranı önemli bir ısıl değer göstergesidir (Demirbaş, 1997; Friedl ve ark., 2005). Ligninde, biyokütlenin ısıl değerini önemli ölçüde düşüren oksijen konsantrasyonu 300 g/kg'dan daha az, holoselülozde (selüloz ve hemiselüloz) ise 500 g/kg'dan daha fazladır. Bu durum ligninin ısıl değerinin (24.000 kJ/kg) holoselülozün ısıl değerinden (15,000 kJ/kg) daha yüksek olmasına yol açmaktadır (Lewandowski ve Kicherer, 1997). Sonuçta, bir biyokütlenin katı yakıt hammaddesi olarak kullanılması durumunda yüksek lignin/holoselüloz oranı istenen bir özelliktir (Hodgson ve ark., 2010). Dolayısıyla, farklı azot dozu ve hasat zamanı uygulamaları sonucunda bitki türlerinden elde edilen alt ısıl değerler arasında oluşan farklılıkların, türlerin biyokütleleri arasındaki karbon, hidrojen, oksijen, kül ve lif içeriklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

4.17. Enerji Girdisi (MJ/ha)

Araştırma süresince her bir bitki türü ve uygulama için harcanan toplam enerji girdileri Çizelge 4.45., 4.46., 4.47., 4.48., 4.49., 4.50., 4.51., 4.52., 4.53., 4.54., 4.55.,ve 4.56.'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Araştırmanın 1.yılında miskantus türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	**20477**	**20477**	**20477**	**20477**	**20477**	**20477**	**20477**	**20477**
Yakıt	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830
Yağ	3	3	3	3	3	3	3	3
Elektrik	18644	18644	18644	18644	18644	18644	18644	18644
Dolaylı Enerji	**10280**	**10171**	**15328**	**15247**	**17827**	**17739**	**20302**	**20244**
Gübre	800	800	5800	5800	8300	8300	10800	10800
İnsan işgücü	1230	1120	1277	1196	1276	1188	1251	1193
Tarım Alet/Makina	214	214	214	214	214	214	214	214
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	69	69	69	69	69	69	69	69
Toplam	**30758**	**30648**	**35805**	**35724**	**38304**	**38216**	**40779**	**40721**

SB:Sonbahar

Çizelge 4.46. Araştırmanın 2.yılında miskantus türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	9032	9032	9032	9032	9032	9032	9032	9032
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	9032	9032	9032	9032	9032	9032	9032	9032
Dolaylı Enerji	8469	8358	13523	13383	16004	15879	18504	18378
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	501	390	555	415	536	411	536	410
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	17501	17390	22555	22415	25036	24911	27536	27410

SB: Sonbahar

Çizelge 4.47. Araştırmanın 3.yılında miskantus türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	**9429**	**9429**	**9429**	**9429**	**9429**	**9429**	**9429**	**9429**
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	9429	9429	9429	9429	9429	9429	9429	9429
Dolaylı Enerji	**8341**	**8320**	**13429**	**13397**	**15911**	**18858**	**18369**	**18349**
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	373	352	461	429	443	390	401	381
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	**17770**	**17749**	**22858**	**22826**	**25340**	**25287**	**27798**	**27778**

SB: Sonbahar

Çizelge 4.48. Araştırmanın 1. yılında dallı darı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	**19569**	**19569**	**19569**	**19569**	**19569**	**19569**	**19569**	**19569**
Yakıt	1875	1875	1875	1875	1875	1875	1875	1875
Yağ	4	4	4	4	4	4	4	4
Elektrik	17690	17690	17690	17690	17690	17690	17690	17690
Dolaylı Enerji	**10740**	**10610**	**15805**	**15699**	**18332**	**18170**	**20753**	**20631**
Gübre	800	800	5800	5800	8300	8300	10800	10800
İnsan işgücü	1304	1174	1369	1233	1396	1234	1317	1195
Tarım Alet/Makina	230	230	230	230	230	230	230	230
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	438	438	438	438	438	438	438	438
Toplam	**30309**	**30179**	**35374**	**35268**	**37901**	**37739**	**40322**	**40200**

SB: Sonbahar

Çizelge 4.49. Araştırmanın 2. yılında dallı darı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	8665	8665	8665	8665	8665	8665	8665	8665
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	8665	8665	8665	8665	8665	8665	8665	8665
Dolaylı Enerji	8928	8815	13958	13924	16451	16393	18965	18705
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	960	847	990	956	983	925	997	737
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	17593	17480	22623	22589	25116	25058	27630	27370

SB:Sonbahar

Çizelge 4.50. Araştırmanın 3. yılında dallı darı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	8917	8917	8917	8917	8917	8917	8917	8917
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	8917	8917	8917	8917	8917	8917	8917	8917
Dolaylı Enerji	8824	8833	13887	13865	16396	16345	18903	18848
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	856	865	919	897	928	877	935	880
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	17741	17750	22804	22782	25313	25262	27820	27765

SB: Sonbahar

Çizelge 4.51. Araştırmanın 1. yılında kargı kamışı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	**21160**	**21160**	**21160**	**21160**	**21160**	**21160**	**21160**	**21160**
Yakıt	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830
Yağ	3	3	3	3	3	3	3	3
Elektrik	19300	19300	19300	19300	19300	19300	19300	19300
Dolaylı Enerji	**10010**	**9979**	**15070**	**15049**	**17563**	**17559**	**20103**	**20046**
Gübre	800	800	5800	5800	8300	8300	10800	10800
İnsan işgücü	959	928	1019	0998	1022	1008	1052	995
Tarım Alet/Makina	214	214	214	214	214	214	214	214
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	69	69	69	69	69	69	69	69
Toplam	**31170**	**31139**	**36230**	**36209**	**38733**	**38719**	**41263**	**41206**

SB: Sonbahar

Çizelge 4.52. Araştırmanın 2. yılında kargı kamışı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	**10382**	**10382**	**10382**	**10382**	**10382**	**10382**	**10382**	**10382**
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	10382	10382	10382	10382	10382	10382	10382	10382
Dolaylı Enerji	**8467**	**8346**	**13515**	**13413**	**16034**	**15899**	**18536**	**18395**
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	499	378	547	445	566	431	568	427
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	**18849**	**18728**	**23897**	**23795**	**26416**	**26281**	**28918**	**28777**

SB: Sonbahar

Çizelge 4.53. Araştırmanın 3. yılında kargı kamışı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	**11337**	**11337**	**11337**	**11337**	**11337**	**11337**	**11337**	**11337**
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	11337	11337	11337	11337	11337	11337	11337	11337
Dolaylı Enerji	**8520**	**8478**	**13580**	**13507**	**15995**	**15985**	**18515**	**18523**
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	552	510	612	539	527	517	547	555
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968	7968
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	**19857**	**19815**	**24917**	**24844**	**27332**	**27322**	**29852**	**29860**

SB: Sonbahar

Çizelge 4.54. Araştırmanın 1. yılında yumrulu yem kanyaşı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	1307	1307	1307	1307	1307	1307	1307	1307
Yakıt	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303
Yağ	4	4	4	4	4	4	4	4
Elektrik	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolaylı Enerji	2951	3331	7973	8442	10465	10962	12958	13454
Gübre	800	800	5800	5800	8300	8300	10800	10800
İnsan işgücü	907	1287	929	1398	921	1418	914	1410
Tarım Alet/Makina	195	195	195	195	195	195	195	195
Sulama	0	0	0	0	0	0	0	0
Tohumluk	1049	1049	1049	1049	1049	1049	1049	1049
Toplam	4258	4638	9280	9749	11772	12269	14265	14761

SB:Sonbahar

Çizelge 4.55. Araştırmanın 2. yılında yumrulu yem kanyaşı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	0	0	0	0	0	0	0	0
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolaylı Enerji	988	730	6139	5833	8519	8226	11033	10746
Gübre	0	0	5000	5000	7500	7500	10000	10000
İnsan işgücü	988	730	1139	833	1019	726	1033	746
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	0	0	0	0	0	0	0	0
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	988	730	6139	5833	8519	8226	11033	10746

SB: Sonbahar

Çizelge 4.56. Araştırmanın 3. yılında yumrulu yem kanyaşı türünün üretimi için yapılan enerji girdileri

Enerji Girdisi (MJ/ha)	0 KG/HA - SB (MJ/ha)	0 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	100 KG/HA - SB (MJ/ha)	100 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	150 KG/HA - SB (MJ/ha)	150 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)	200 KG/HA - SB (MJ/ha)	200 KG/HA - KIŞ (MJ/ha)
Doğrudan Enerji	0	0	0	0	0	0	0	0
Yakıt	0	0	0	0	0	0	0	0
Yağ	0	0	0	0	0	0	0	0
Elektrik	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolaylı Enerji	**425**	**503**	**6467**	**6331**	**8897**	**8864**	**11402**	**11318**
Gübre	0	0	5800	5800	8300	8300	10800	10800
İnsan işgücü	425	503	667	531	597	564	602	518
Tarım Alet/Makina	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulama	0	0	0	0	0	0	0	0
Tohumluk	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	**425**	**503**	**6467**	**6331**	**8897**	**8864**	**11402**	**11318**

SB:Sonbahar

Çizelge 4.45., 4.46., ve 4.47.'de araştırma süresince miskantus türünün yetiştiriciliği için yapılan enerji girdisinin 17390 – 40779 MJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek girdi (40779 MJ/ha) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerde, en düşük girdi (17390 MJ/ha) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerde yapılmıştır.

Çizelge 4.48., 4.49. ve 4.50'de araştırma süresince dallı darı türünün yetiştiriciliği için yapılan enerji girdisinin 17480 – 40322 MJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek girdi (40322 MJ/ha) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerde, en düşük girdi (17480 MJ/ha) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerde yapılmıştır.

Çizelge 4.51., 4.52., ve 4.53.'de araştırma süresince kargı kamışı türünün yetiştiriciliği için yapılan enerji girdisinin 18728 – 41263 MJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek girdi (41263 MJ/ha) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerde, en düşük girdi (18728 MJ/ha) ise 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerde yapılmıştır.

Çizelge 4.54., 4.55., ve 4.56.'da araştırma süresince yumrulu yem kanyaşı türünün yetiştiriciliği için yapılan enerji girdisinin 425 – 14761 MJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (14761 MJ/ha) 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerde, en düşük girdi (425 MJ/ha) ise 3.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerde yapılmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünün yetiştiriciliği için yapılan enerji girdisinin diğer türlerden düşük çıkması bu türün diğer türlerin aksine sulanmadan yetiştirilmesi ile ilişkilidir. Zira diğer 3 türün yetiştiriciliği için yapılan enerji girdilerinin büyük çoğunluğunu sulama esnasında gerçekleştirilen doğrudan (elektrik) ve dolaylı enerji girdileri oluşturmaktadır.

4.18. Net Enerji Verimi (GJ/ha)

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen net enerji değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Çizelge 4.57.'de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Net Enerji Verimine (GJ/ha) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	24773.4340	12386.7170	1.5717
Tür	3	3772665.3660	1257555.1220	159.5703**
Hata	6	47285.3000	7880.8870	
Azot Dozu	3	134683.1070	44894.3690	9.6791**
Tür x Azot D.	9	69763.5670	7751.5070	1.6712
Hata	24	111319.1190	4638.2970	
Hasat Zamanı	1	37967.8690	379676.8690	278.1045**
Tür x Hasat Z.	3	36897.3250	12299.1080	9.0088**
Azot D. x Hasat Z.	3	4528.0110	1509.3370	1.1056
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	8685.7410	965.0820	0.7069
Hata	32	43687.2800	1365.2280	
Yıl	2	1843046.0140	921523.0070	407.7247**
Tür x Yıl	6	1720491.3450	286749.5570	126.8709**
Azot D. x Yıl	6	45863.1990	7643.8660	3.3820**
Tür x Azot D. x Yıl	18	129914.0970	7217.4500	3.1933**
Hasat Z. x Yıl	2	7699.5010	3849.7500	1.7033
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	58038.7970	9673.1330	4.2798**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	4523.3580	753.8930	0.3336
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	14461.9720	803.4430	0.3555
Hata	128	289300.4410	2260.1600	
Genel	287	8747302.8640		
VK (%)	16.87			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, net enerji verimi bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x

yıl, tür x azot dozu x yıl ve tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.58.'de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl	
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ
Miskantus	0	221.4	118.3	314.8	278.0	240.1	184.2
	100	269.5	143.1	453.6	397.9	297.3	265.7
	150	271.8	125.1	456.0	362.2	296.9	242.4
	200	195.3	145.5	441.5	357.1	269.4	263.6
Dallı darı	0	208.0	153.0	334.3	290.9	279.3	235.6
	100	198.3	128.0	317.7	292.0	337.2	286.3
	150	209.0	152.1	321.4	297.3	331.8	288.5
	200	169.1	152.1	276.8	248.5	320.2	270.4
Kargı kamışı	0	150.5	158.4	496.2	441.2	594.1	507.2
	100	208.3	153.5	678.1	583.2	744.1	637.1
	150	225.5	174.7	711.4	646.6	621.3	515.4
	200	234.5	162.0	702.2	598.3	566.7	497.4
Y.Yem kanyaşı	0	183.8	107.0	242.3	92.82	95.55	39.58
	100	194.4	150.1	287.3	97.49	164.3	37.56
	150	194.7	140.1	250.9	91.83	139.6	43.07
	200	160.2	118.2	265.7	81.88	130.2	34.62
Tukey (0.05)	ÖD						

SB: Sonbahar

Çizelge 4.58.'de 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen net enerji verimi değerlerinin 34.62 - 744.1 GJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (744.1 GJ/ha) 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (34.62 GJ/ha) ise 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmaya konu olan türler ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen net enerji verimi değerleri 118.1 – 456.0 GJ/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (456.0 GJ/ha) 2.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (118.1 GJ/ha) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada miskantus türünden elde edilen net enerji verimi değerleri Boehmel ve ark. (2008) (224 – 277 GJ/ha) ve Collura ve ark. (2006) (152 – 326 GJ/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek, Venturi ve Venturi (2003) (260 – 530 GJ/ha), Angelini ve ark. (2009) (156 – 846 GJ/ha), Ercoli ve ark. (1999) (284 – 543 GJ/ha) ve Lewandowski ve Schmidt (115 – 590 GJ/ha)'nın literatür değerlerinden düşük ve Lewandowski ve Heinz (2003) (170 – 528 GJ/ha)'in literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen net enerji verimi değerleri 128.0 – 337.2 GJ/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (337.2 GJ/ha) 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (128.0 GJ/ha) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen net enerji verimi değerleri Boehmel ve ark. (2008) (140 – 230 GJ/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Venturi ve Venturi (2003) (174 – 435 GJ/ha)'nin literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen net enerji verimi değerleri 150.5 – 744.1 GJ/ha arasında değişmiştir. En yüksek değer (744.1 GJ/ha) 3.yılda

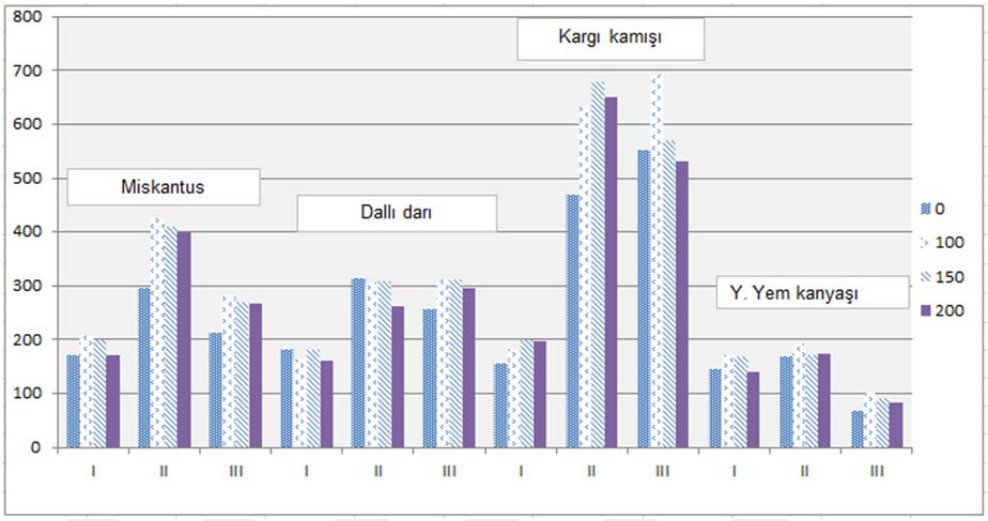
100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (150.5 GJ/ha) ise 1.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen net enerji verimi değerleri Angelini ve ark. (2005) (205.1 – 545.5 GJ/ha)'nın literatür değerlerinden yüksek ve Angelini ve ark. (2009) (377 – 891 GJ/ha)'nın literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen net enerji verimi değerleri 34.62 – 287.3 GJ/ha arasında değişmiş olup, en yüksek değer (287.3 GJ/ha) 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (34.62 GJ/ha) ise 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x yıl interaksiyonu Çizelge 4.59.'da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Hasat Zamanlarının Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerin Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	0	100	150	200	Ort. (Türler)
Miskantus	1.Yıl	169.86 M-S	206.29 J-Q	198.46 J-R	170.39 M-S	275.46
	2.Yıl	296.44 I-L	425.79 F-H	409.13 G-I	399.33 G-I	
	3.Yıl	212.12 J-P	281.52 J-M	269.67 J-M	266.53 J-N	
	Ort.	226.14 c-e	304.5 c	292.42 c	278.75 c	
Dallı darı	1.Yıl	180.51 L-S	163.17 N-S	180.56 L-S	160.62 N-S	254.08
	2.Yıl	312.63 H-J	304.87 I-K	309.32 H-K	262.62 J-N	
	3.Yıl	257.47 J-O	311.79 H-J	310.14 H-J	295.32 I-K	
	Ort.	250.20 c	259.9 c	266.67 c	239.52 cd	
Kargı kamışı	1.Yıl	154.45 N-S	180.90 L-S	200.11 J-Q	198.30 J-R	458.67
	2.Yıl	468.71 E-G	630.65 A-D	678.98 AB	650.26 A-C	
	3.Yıl	550.64 C-E	690.61 A	568.36 B-E	532.02 D-F	
	Ort.	391.27 b	500.72 a	482.48 a	460.19 ab	
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	145.39 O-S	172.28 M-S	167.37 M-S	139.18 P-S	139.29
	2.Yıl	167.56 M-S	192.39 K-R	171.34 M-S	173.79 M-S	
	3.Yıl	67.56 S	100.94 P-S	91.33 Q-S	82.39 RS	
	Ort.	126.84 f	155.21 d-f	143.35 e-f	131.79 f	



Şekil 4.23. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Tür x Azot dozu x Yıl İnteraksiyonu

Net enerji verimi (MJ/ha), üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarı ile üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasındaki fark olarak tanımlanır. Net enerji verimi değeri, birim üretim alanı (ha) için tüketilen enerji çıkarıldıktan sonra, birim üretim alanından (ha) üretim sonucunda kazanılan net enerji miktarını (MJ) belirtir. Net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir (Arıkan ve Öztürk, 2011).

Çizelge 4.59. ve Şekil 4.23.'de, araştırmaya konu olan çok yıllık buğdaygil türlerinin net enerji verimi değerlerine ait tür x azot dozu x yıl interaksiyonu bakımından, bitki türlerinden elde edilen net enerji verimi değerlerinin 82.39 – 690.61 GJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (690.61 GJ/ha) 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 2.yılda 150 (678.98 GJ/ha), 200 (650.26 GJ/ha) ve 100 kg/ha (630.65 GJ/ha) azot dozları uygulanan kargı kamışı parselleri izlemiştir. En düşük değer (82.39 GJ/ha) ise 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus türünde, araştırmanın 1.ve 3.yıllarında farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamasına rağmen, 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen net enerji verimi değeri (425.79 GJ/ha), 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen net enerji verimi değerinden (296.44 GJ/ha) önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Dallı darı türünde, 3 farklı yılda da farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde, 1.yılda farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamasına rağmen, 2.yılda en yüksek net enerji verimi değeri (678.98 GJ/ha) 150 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilmiş olup, bunu önemsiz farklarla 200 kg/ha (650.26 GJ/ha) ve 100 kg/ha (630.65 GJ/ha) azot dozu uygulamaları izlemiştir. 3.yılda ise 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen net enerji verimi değeri (690.61 GJ/ha) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen net enerji verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, dallı darı türünde olduğu gibi 3 farklı yılda da farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Farklı azot dozu uygulamaları sonucu bitki türlerinden elde edilen ortalama net enerji verimi değerleri incelendiğinde, kuru madde veriminde olduğu gibi miskantus, dallı darı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinde farklı azot dozu uygulamalarının ortalama net enerji verimi değerlere önemli bir etkisinin olmadığını, kargı kamışı türünde ise farklı azot dozu uygulamalarının ortalama net enerji verimini önemli düzeyde etkilediği ve en yüksek ortalama net enerji verimi değerinin (500.72 GJ/ha) 100 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Benzer olarak, Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri 5 yıllık çalışmada, 2 farklı azot dozu (50 ve 100 kg/ha) uygulaması sonucu miskantus türünden elde edilen net enerji verimi değerlerinin -

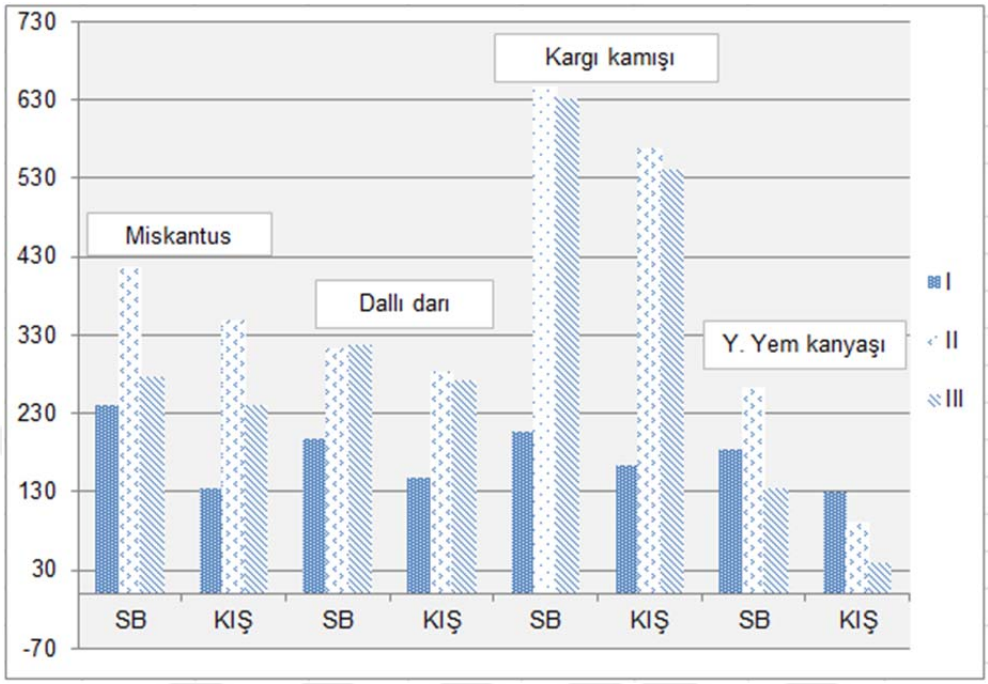
3.9 – 479.9 GJ/ha arasında değiştiğini ve azot dozu uygulamalarının ortalama net enerji verimine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Buna karşın, Boehmel ve ark. (2008), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada 3 farklı azot dozu (0, 40 ve 80 kg/ha) uygulaması sonucu miskantus türünden elde ettikleri net enerji verimi değerlerinin 224 – 277 GJ/ha, dallı darıdan elde ettikleri net enerji verimi değerlerinin ise 140 – 230 GJ/ha arasında değiştiğini ve istatistiki açıdan en yüksek net enerji veriminin her iki türde de 80 kg/ha azot dozu uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Araştırmada farklı azot dozu uygulamaları sonucu bitki türlerinden elde edilen ortalama net enerji verimi değerleri bakımından, en yüksek değerler (422.93 – 494.41 GJ/ha) kargı kamışı türünden elde edilmiştir. Bu sonuçların ortaya çıkmasında, araştırmada bitki türlerinden elde edilen kuru madde verimi değerlerinin etkili olduğunu söylemek mümkündür. Benzer olarak, Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri 5 yıllık çalışmada kargı kamışı türünden (39.5 – 675.6 GJ/ha) miskantus türüne (-3.9 – 479.9 GJ/ha) kıyasla daha yüksek net enerji verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.60.'da verilmiştir.

Çizelge 4.60. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Hasat zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Yıllar	Sonbahar	Kış	Ort. (Yıllar)
Miskantus	1.Yıl	239.51 G-J	132.99 K-M	186.25 d
	2.Yıl	416.50 D	348.85 DE	382.68 c
	3.Yıl	275.95 E-H	238.96 GJ	257.46 c
	Ort.	310.65 c	240.27 e	275.46
Dallı darı	1.Yıl	196.13 I-K	146.30 K-M	171.21 d
	2.Yıl	312.54 E-G	282.17 E-G	297.36 c
	3.Yıl	317.14 E-F	270.21 F-I	293.68 c
	Ort.	275.27 d	232.89 e	254.08
Kargı kamışı	1.Yıl	204.73 H-K	162.15 K-M	183.44 d
	2.Yıl	646.96 A	567.34 BC	607.15 a
	3.Yıl	631.53 AB	539.29 C	585.41 a
	Ort.	494.41 a	422.93 b	458.67
Y.Yem kanyaşı	1.Yıl	183.28 JK	128.84 LM	156.06 d
	2.Yıl	261.54 F-I	91.01 MN	176.27 d
	3.Yıl	132.40 K-M	38.71 N	85.56 e
	Ort.	192.40 f	86.18 g	139.29
Ort. (Hasat Zamanları)		318.18	245.57	



Şekil 4.24. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Net Enerji Verimi Değerlerine (GJ/ha) Ait Tür x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Çizelge 4.60. ve Şekil 4.24.'de, araştırmaya konu olan çok yıllık buğdaygil türlerinin net enerji verimi değerlerine ait tür x hasat zamanı x yıl interaksiyonu bakımından, bitki türlerinden elde edilen net enerji verimi değerlerinin 38.71 – 646.96 GJ/ha arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (646.96 GJ/ha) 2.yılda sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parsellerinden elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla 3.yılda yine sonbaharda hasat edilen kargı kamışı parselleri (631.53 GJ/ha) izlemiştir. En düşük değer (38.71 GJ/ha) ise 3.yılda kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

Miskantus türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadından elde edilen net enerji verimi değerinin (239.51 GJ/ha) kış hasadından elde edilen net enerji verimi değerinden (132.99 GJ/ha) önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat 2.ve

3.yıllarda hasat zamanlarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır.

Dallı darı türünde, 3 farklı yılda da hasat zamanlarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın 1.yılında hasat zamanlarından elde edilen net enerji verimi değerleri arasında önemli bir fark saptanmamış fakat 2. ve 3.yıllarda sonbahar hasatlarından elde edilen net enerji verimi değerleri kış hasatlarından elde edilen net enerji verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da sonbahar hasatlarından elde edilen net enerji verimi değerleri kış hasatlarından elde edilen net enerji verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Farklı hasat zamanı uygulamaları sonucu bitki türlerinden elde edilen ortalama net enerji verimi değerleri bakımından, araştırmaya konu olan tüm bitki türlerinde sonbahar hasatlarından elde edilen ortalama net enerji verimi değerleri kış hasatlarından elde edilen ortalama net enerji verimi değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu sonuçların ortaya çıkmasında, farklı hasat zamanlarında araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama kuru madde verimi değerlerinin etkili olduğunu söylemek mümkündür. Benzer olarak, Lewandowski ve Heinz (2003), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada, miskantus türünde hasadın kışa ertelenmesi sonucu meydana gelen kuru madde verimi kaybının net enerji verimini yaklaşık % 15 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir.

4.19. Enerji Oranı

Farklı azot dozları ve hasat zamanları uygulamalarında bazı çok yıllık buğdaygillerden elde edilen enerji oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.61.'de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot Dozu ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Enerji Oranı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Tekerrür	2	164.743	82.3716	2.0907
Tür	3	50044.2	16681.4	423.4030**
Hata	6	236.39	39.3984	
Azot Dozu	3	44245.5	14748.5	229.4744**
Tür x Azot D.	9	113054	12561.6	195.4482**
Hata	24	1542.5	64.2707	
Hasat Zamanı	1	7154.62	7154.62	625.1756**
Tür x Hasat Z.	3	12933.4	4311.12	376.7088**
Azot D. x Hasat Z.	3	5657.03	1885.68	164.7717**
Tür x Azot D. x Hasat Z.	9	16442.4	1826.94	159.6389**
Hata	32	366.214	11.4442	
Yıl	2	22723.3	11361.7	477.8663**
Tür x Yıl	6	10316.6	1719.44	72.3188**
Azot D. x Yıl	6	14679	2446.51	102.8989**
Tür x Azot D. x Yıl	18	39571	2198.39	92.4632**
Hasat Z. x Yıl	2	1511.51	755.755	31.7867**
Tür x Hasat Z. x Yıl	6	4001.34	666.891	28.0491**
Azot D. x Hasat Z. x Yıl	6	2092.03	348.671	14.6649**
Tür x Azot D. x Hasat Z. x Yıl	18	5803.42	322.412	13.5605**
Hata	128	3043.308	23.776	
Genel	287	355582.977		
VK (%)	22.73			

(**) %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelgeden, enerji oranı değerleri bakımından türler, azot dozları, hasat zamanları ve yıllar arasındaki farkların ve tür x azot dozu, tür x hasat zamanı, azot dozu x hasat zamanı, tür x yıl, azot dozu x yıl, hasat zamanı x yıl, tür x azot dozu x yıl, tür x azot dozu x hasat zamanı, tür x hasat zamanı x yıl, azot dozu x hasat

zamanı x yıl ve tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Varyans analiz sonucu önemli çıkan tür x azot dozu x hasat zamanı x yıl interaksiyonu Çizelge 4.62.'de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Akdeniz İklim Koşullarında Farklı Azot ve Hasat Zamanı Uygulamalarında Bazı Çok Yıllık Buğdaygillerden Elde Edilen Enerji Oranı Değerlerine ait Ortalamalar ve Oluşan Gruplar (Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu)

Türler	Azot dozları (kg/ha)	1.Yıl		2.Yıl		3.Yıl		Ort. (Türler)
		SB	KIŞ	SB	KIŞ	SB	KIŞ	
Miskantus	0	8.2	4.9	19.0	17.0	14.5	11.3	12.0
	100	8.5	5.0	21.1	18.8	14.0	12.6	
	150	8.1	4.3	19.2	15.5	12.7	10.6	
	200	5.8	4.6	17.0	14.0	10.7	10.5	
Dallı darı	0	7.9	6.1	20.0	17.6	16.7	14.3	11.3
	100	6.6	4.6	15.1	13.9	15.8	13.5	
	150	6.5	5.1	13.8	12.9	14.1	12.4	
	200	5.2	4.8	11.1	10.1	12.5	10.7	
Kargı kamışı	0	5.8	6.1	27.3	24.6	30.9	26.6	18.8
	100	6.8	5.2	29.4	25.5	30.9	26.7	
	150	6.8	5.5	27.9	25.6	23.7	19.9	
	200	6.7	4.9	25.3	21.8	20.0	17.7	
Y.Yem kanyaşı	0	44.1	24.1	245.7	128.2	223.2	80.2	43.7
	100	22.0	16.4	47.8	17.7	26.4	6.9	
	150	17.5	12.4	30.4	12.2	16.7	5.9	
	200	12.2	9.0	25.1	8.6	12.4	4.1	
Ort. (Yıllar)		9.4		30.6		24.4		
Tukey (0.05)	17.665							

SB: Sonbahar

Çizelge 4.61.'de 4 farklı azot dozu ve 2 farklı hasat zamanında bitki türlerinden elde edilen enerji oranı değerlerinin 4.1 – 245.7 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer (245.7) 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.1) ise 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen yumrulu yem kanyaşı parsellerinden elde edilmiştir.

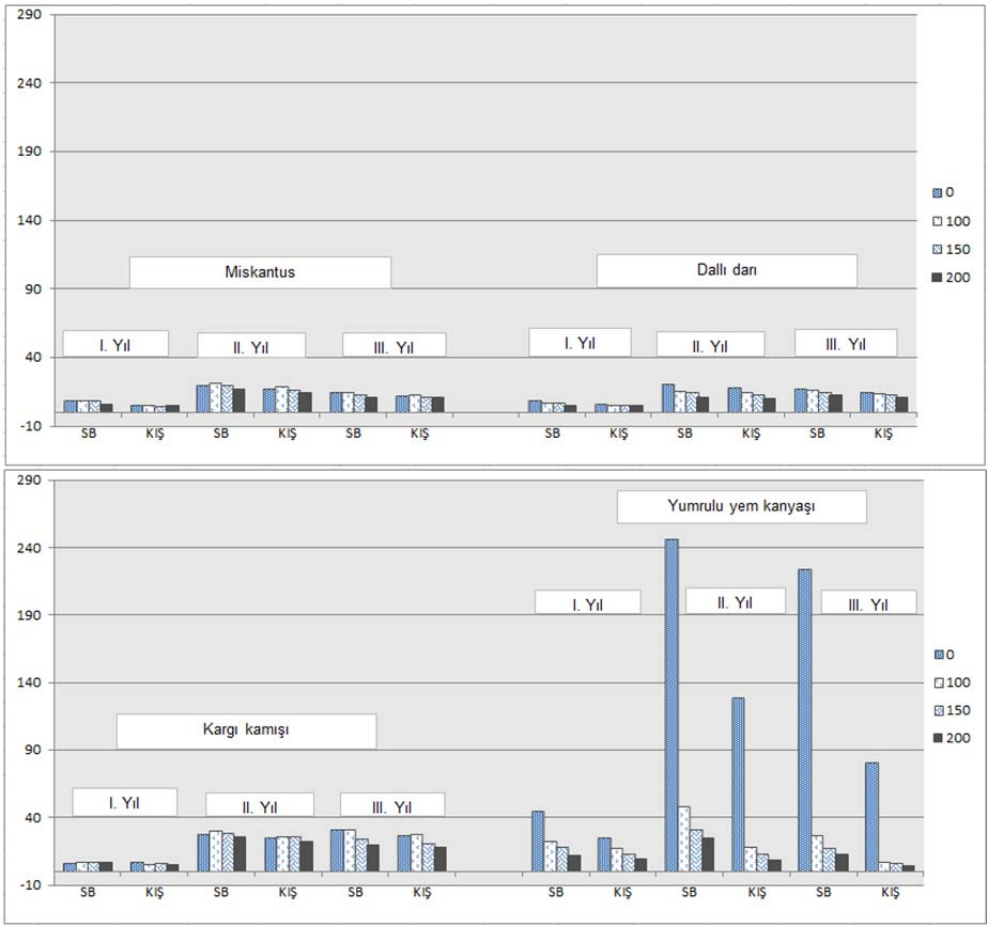
Araştırmada bitki türlerinden elde edilen enerji oranı değerleri ayrı ayrı incelendiğinde, miskantus türünden elde edilen enerji oranı değerlerinin 4.3 – 21.1 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer 2.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.3) ise 1.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca miskantus türünden elde edilen tüm enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmada miskantus türünden elde edilen enerji oranı değerleri Collura ve ark. (2006) (7.7 – 15.4), Acaroğlu ve Aksoy, (2005) (1.56 – 11.79) ve Lewandowski ve Heinz (7.1 – 12.8)'ın literatür değerlerinden yüksek, Boehmel ve ark. (2008) (29 – 36), Angelini ve ark. (2009) (10 – 71), Lewandowski ve Schmidt, (2006) (8 – 51), Mantineo ve ark. (2009) (0.8 – 168.6) ve Lewandowski ve ark. (1995) (14.5 – 19.7)'nın literatür değerlerinden düşük ve Venturi ve Venturi (2003) (5 – 20)'nin literatür değerleri ile benzer bulunmuştur.

Araştırmada dallı darı türünden elde edilen enerji oranı değerleri 4.6 – 20.0 arasında değişmiştir. En yüksek değer (20.0) 2.yılda azot dozu uygulamayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.6) ise 1.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Miskantus türünde olduğu gibi, araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca dallı darı türünden elde edilen tüm enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmada dallı darı türünden elde edilen enerji oranı

değerleri Boehmel ve ark. (2008) (34 – 44) ve Venturi ve Venturi (2003) (8 – 54)'nin literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen enerji oranı değerleri 4.9 – 30.9 arasında değişmiştir. En yüksek değer (30.9) 3.yılda azot dozları uygulanmayan ve 100 kg/ha azot dozları uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, bunları önemsiz farklarla 2.yılda 100 (29.4) ve 150 kg/ha (27.9) azot dozları uygulanan ve azot uygulanmayan (27.3) ve sonbaharda hasat edilen parseller, 3.yılda 100 kg/ha azot dozu uygulanan (26.7) ve azot uygulanmayan (26.6) ve kışın hasat edilen parseller, 2.yılda 150 (25.6) ve 100 kg/ha (25.5) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen parseller, 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (25.3), 2.yılda azot uygulanmayan ve kışın hasat edilen parseller (24.6), 3.yılda 150 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (23.7), 2.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parseller (21.8), 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve sonbaharda hasat edilen parseller (20.0) ve 3.yılda 150 (19.9) ve 200 kg/ha (17.7) azot dozları uygulanan ve kışın hasat edilen parseller izlemiştir. En düşük değer (4.9) ise 1.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir. Araştırmada kargı kamışı türünden elde edilen enerji oranı değerleri Angelini ve ark. (2009) (30 – 75), Mantineo ve ark. (2009) (2.5 – 204.6), Angelini ve ark. (2005) (13 – 131) ve Venturi ve Venturi (2003) (11 – 75)'nin literatür değerlerinden düşük çıkmıştır.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilen enerji oranı değerleri 4.1 – 245.7 arasında değişmiştir. En yüksek değer (245.7) 2.yılda azot uygulanmayan ve sonbaharda hasat edilen parsellerden elde edilmiş olup, en düşük değer (4.1) ise 3.yılda 200 kg/ha azot dozu uygulanan ve kışın hasat edilen parsellerden elde edilmiştir.



Şekil 4.25. Araştırmaya Konu Olan Çok Yıllık Buğdaygil Türlerinin Enerji Oranı Değerlerine Ait Tür x Azot Dozu x Hasat Zamanı x Yıl İnteraksiyonu

Enerji oranı, üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Enerji oranı, birim üretim alanında (ha) tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık, üretim sonucunda birim üretim alanından (ha) kazanılan enerji miktarını (MJ) belirtir. Enerji oranı değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir (Arıkan ve Öztürk, 2011).

Çizelge 4.61. ve Şekil 4.25.'de görüldüğü üzere, miskantus ve dallı darı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da hasat zamanlarından elde edilen enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Benzer olarak, Lewandowski ve Heinz, (2003), Güneybatı Almanya'da yürüttükleri çalışmada hasat zamanlarının miskantus türünden elde edilen enerji oranı değerini önemli düzeyde etkilemediğini ve sonbahar hasadından elde edilen enerji oranı değerlerinin 8.1 – 12.8, kış hasadından elde edilen enerji oranı değerlerinin ise 7.1 – 11.7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kargı kamışı türünde, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da tüm azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında 0 kg/ha azot dozu uygulamasında sonbahar hasadından elde edilen enerji oranı değeri (44.1), kış hasadından elde edilen enerji oranı değerinden (24.1) önemli düzeyde yüksek çıkmış fakat diğer azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, 200 kg/ha azot dozu uygulamasında hasat zamanlarından elde edilen enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamış fakat diğer azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen enerji oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen enerji oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, 150 ve 200 kg/ha azot dozu uygulamalarında hasat zamanlarından elde edilen enerji oranı değerleri arasında önemli düzeyde bir fark saptanmamış fakat diğer azot dozu uygulamalarında sonbahar hasatlarından elde edilen enerji oranı değerleri kış hasatlarından elde edilen enerji oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Araştırmada uygulanan farklı azot dozlarının bitki türlerinden elde edilen enerji oranı değerlerine etkileri incelendiğinde, miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde azot dozlarının enerji oranı değerlerine önemli bir

etkilerinin olmadığı saptanmıştır. Benzer olarak, Mantineo ve ark. (2009), İtalya'nın Katanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada 2 farklı azot dozu uygulamasının (50 ve 100 kg/ha) kargı kamışı türünden elde edilen enerji oranı değerlerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Yumrulu yem kanyaşı türünde, araştırmanın 1.yılında sonbahar hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen enerji oranı değeri (44.1) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen enerji oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kış hasadı parsellerinde ise farklı azot dozu uygulamalarından elde edilen enerji oranı değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmanın 2.yılında, hem sonbahar hem de kış hasadı parsellerinde 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen enerji oranı değerleri (Sonbahar: 245.7, Kış: 128.2) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen enerji oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Araştırmanın 3.yılında ise, 2.yılda olduğu gibi, 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen enerji oranı değerleri (Sonbahar: 223.2, Kış: 80.2) diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen enerji oranı değerlerinden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.54., 4.55., ve 4.56.'de görüldüğü üzere, sulanmadan yetiştirilen yumrulu yem kanyaşı türünde araştırmanın yürütüldüğü 3 yıl boyunca azot uygulanmayan parsellerde yapılan enerji girdisi 425 – 4638 MJ/ha, 100 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerde yapılan enerji girdisi 5833 – 9749 MJ/ha, 150 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerde yapılan enerji girdisi 8226 – 12269 MJ/ha ve 200 kg/ha azot dozu uygulanan parsellerde yapılan enerji girdisi ise 10746 – 14761 MJ/ha arasında değişmiştir. Dolayısıyla, azot uygulanmayan parsellerde yapılan enerji girdisinin diğer azot dozlarının uygulandığı parsellerde yapılan enerji girdisinden daha düşük olmasının, araştırmanın yürütüldüğü 3 farklı yılda da, 0 kg/ha azot dozu uygulamasından elde edilen enerji oranı değerlerinin diğer azot dozu uygulamalarından elde edilen enerji oranı değerlerinden önemli ölçüde daha yüksek çıkmasında etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Araştırmada bitki türlerinden elde edilen ortalama enerji oranı değerleri bakımından, en yüksek ortalama değer (43.7) yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiş olup, bunu kargı kamışı (18.8) ve miskantus (12.0) türleri izlemiştir. En düşük değer (11.3) ise dallı darı türünden elde edilmiştir.

Araştırmada yumrulu yem kanyaşı türünün diğer türlere kıyasla daha düşük kuru madde ve net enerji verimi değerlerine sahip olmasına rağmen enerji oranı değerleri bakımından diğer türlerden daha üstün performans göstermesinin, bu türün Akdeniz iklim koşullarında sulanmadan yetiştirilebilmesinden ötürü diğer türlere nazaran daha az enerji girdisi gerektirmesinden kaynaklandığını söylemek mümkündür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırma Akdeniz iklim koşullarında miskantus, dallı darı, kargı kamışı ve yumrulu yem kanyaşı türlerinin 4 farklı azot dozu (0, 100, 150 ve 200 kg/ha) ve 2 farklı hasat zamanı (Sonbahar ve Kış) altında biyokütle verim ve kalite özellikleri, enerji kullanım etkinlikleri gibi enerji bitkisi olma performanslarını tüm yönleriyle araştırarak, bölge ve benzer iklim koşulları açısından enerji bitkisi olmaya en uygun tür veya türleri saptamak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmaya konu olan tarla denemesi Kasım 2013 – Şubat 2017 tarihleri arasında Adana ili Yüreğir ilçesi sınırları içerisinde bulunan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Arazisinde bitki türleri ana parselleri, azot dozları alt parselleri, hasat zamanları da minik parselleri oluşturacak şekilde zamanda bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre, üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, bitki boyu ve nem oranı dışında kalan diğer tüm incelenen özellikler farklı azot dozu uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiş olup, 100 kg/ha azot dozu uygulamasının kargı kamışı türünün yaş biyokütle, kuru madde ve net enerji verimi değerlerini önemli düzeyde artırdığı, fakat artan azot dozlarının bu özelliklerde ilave bir yarar sağlamadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar, kargı kamışı türünden bölge koşullarında ekonomik ve sürdürülebilir bir biyokütle enerjisi üretimi yapmak için 100 kg/ha azot dozunun yeterli olabileceğini göstermektedir. Diğer türlerde ise, araştırmada uygulanan azot dozlarının yaş biyokütle, kuru madde ve net enerji verimi değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır. Fakat bu türlerin uzun ömürlü olmaları nedeniyle ekonomik ömürleri yaklaşık 10 – 15 yıl olabilmektedir. Dolayısıyla azot gübrelemesinin yapılmaması durumunda ilerleyen yıllarda toprakta görülebilecek bir azot noksanlığı probleminin bitki türlerinin biyokütle ve enerji verimleri olumsuz etkileme olasılığı bulunmaktadır. Bu nedenle bölge koşullarında bu türlerden ekonomik ve sürdürülebilir bir biyokütle enerjisi üretimi yapmak için gerekli olan

optimum azot dozuna karar verebilmek için daha uzun süreli çalışmalara gereksinim vardır.

Araştırmada uygulanan hasat zamanları bitki türlerinin hem biyokütle verim ve kalite özellikleri hem de enerji kullanım etkinliklerine önemli etkilerde bulunmuştur. Araştırmaya konu olan 4 bitki türünde de, kış hasatlarından sonbahar hasatlarına nazaran daha düşük yaş biyokütle, kuru madde ve net enerji verimi değerleri elde edilmiştir. Nitekim hasadın kışa ertelenmesi sonucunda miskantus türünde yaklaşık % 20, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde % 13 ve yumrulu yem kanyaşı türünde ise yaklaşık % 52 oranında kuru madde verimi kaybı meydana gelmiştir.

Araştırmada hemiselüloz oranı dışında kalan diğer tüm incelenen kalite özellikleri hasat zamanı uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiştir. Hasadın kışa ertelenmesi sonucunda miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde nem, kül, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt oranları azalmış, buna karşın dallı darı ve kargı kamışı türlerinde selüloz ve lignin oranları, miskantus türünde ise sadece selüloz oranı artmıştır. Bu sonuçlar, bir miktar verim kaybına neden olmasına rağmen Akdeniz iklim koşullarında miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinde yanma sırasında sorun teşkil etmeyecek bir biyokütle üretimi için kış hasadının daha uygun olduğunu göstermektedir. Nitekim, farklı ekolojik koşullarda yapılan tarla çalışmalarında da hasadın kışa ertelenmesinin biyokütle kalitesini önemli ölçüde iyileştirmesinden ötürü meydana gelen bir miktar verim kaybının göz ardı edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Lewandowski ve ark. 2003; Angelini ve ark. 2005; Christian ve ark. 2006; Adler ve ark. 2006).

Yumrulu yem kanyaşı türünde ise, diğer türlerin aksine kış hasatlarından sonbahar hasatlarına nazaran daha yüksek nem, kül, azot, fosfor ve kükürt oranları tespit edilmiş, ayrıca bitkilerin büyüme ve gelişimleri açısından elverişli bir sezonun yaşandığı 1.yılda, kış hasadından elde edilen potasyum ve magnezyum oranları sonbahar hasatlarına nazaran daha yüksek, selüloz ve lignin oranları ise sonbahar hasatlarına nazaran daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, Akdeniz iklim

koşullarında kış hasadının yumrulu yem kanyaşı türünün sadece biyokütle verimini değil aynı zamanda biyokütle kalitesini de olumsuz yönde etkilediğini ve sürdürülebilir bir biyokütle üretimi için sonbahar hasadının daha uygun olduğunu göstermektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar 4 bitki türünün de bölge koşullarında enerji bitkisi olarak başarıyla yetiştirilebileceğini göstermektedir. Araştırmada en yüksek ortalama selüloz oranı ve ısıl değerler ile en düşük ortalama nem, kül, azot, fosfor, potasyum, magnezyum ve kükürt oranı değerleri miskantus türünden, en yüksek ortalama hemiselüloz oranı değeri dallı darı türünden, en yüksek ortalama bitki boyu, sap çapı, yaş biyokütle verimi, kuru madde verimi, net enerji verimi, lignin oranı ve en düşük ortalama kalsiyum oranı değerleri kargı kamışı türünden ve son olarak en yüksek ortalama enerji oranı değeri ise yumrulu yem kanyaşı türünden elde edilmiştir.

Her ne kadar araştırmadan elde edilen sonuçlar kargı kamışı türünün, biyokütle ve enerji üretkenliği bakımından diğer türlerden daha üstün olduğunu gösterse de, bu türün istilacılık özelliğinin yüksek olması nedeniyle daha sonraki yıllarda tarım alanlarında önemli bir yabancı ot problemine yol açması ve biyokütle kalitesinin miskantus ve dallı darı türlerine nazaran daha düşük olması enerji bitkisi olarak kullanılması açısından kısıtlayıcı faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, bitkinin bölgedeki verimli tarım arazilerinden ziyade, kültür bitkilerinin yetiştiriciliği için fazla elverişli olmayan, zaman zaman su baskınlarının meydana geldiği taban suyu ve tuz seviyesi yüksek tarım arazilerinde yetiştirilmesinin daha uygun olabileceği kanısına varılmıştır.

Araştırmada biyokütle ve enerji verimliliği bakımından, miskantus ve dallı darı türlerinden birbirlerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Fakat miskantus türü biyokütle kalitesi özellikleri yönünden hem dallı darı hem de diğer türlerden genellikle daha üstün performans göstermiştir. Her ki türden de bölge koşullarında tatmin edici miktarlarda kuru madde ve net enerji verimlerinin elde edilmesi, bu iki türün bölge ve benzer iklim koşullarında biyokütle enerjisi üretiminde

kullanılabilecek önemli alternatifler olduklarını göstermektedir. Fakat kısır bir tür olan miskantusun sadece rizomla tesis olabilmesinden ötürü tesis maliyetinin yüksek olması, bu türün ülkemizde enerji bitkisi olarak kullanılmasını sınırlayan en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Dallı darı türü ise çoğunlukla tohumla çoğaltılmakta ve bundan dolayı tesis maliyeti miskantus türünden daha düşük olmaktadır. Bu nedenle daha ekonomik ve sürdürülebilir bir biyokütle enerjisi üretimi için, bölge koşullarında dallı darı türünün miskantus türüne göre öncelikli olarak tercih edilmesi gerektiği söylenebilir.

Bir bölgede yapılacak olan biyokütle enerjisi üretimi için en uygun tür veya türlerin seçimde göz önünde bulundurulması gereken en önemli hususlardan bir tanesi de üretim maliyetleridir. Sulama, üretim maliyetlerini arttırarak biyokütle enerjisi üretiminin sürdürülebilirliğine olumsuz etkide bulunan en önemli tarımsal işlemlerden biridir. Çünkü sulama esnasında yapılan su sarfiyatı, elektrik tüketimi ve altyapı malzemelerin (pompa, sulama boruları vb.,) satın alma veya bakım giderleri, bölgelere göre de değişmekle birlikte genellikle biyokütle enerjisi üretiminde en fazla girdiye neden olan işlemlerdir. Nitekim araştırmamızda da sulama esnasında meydana gelen doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin toplamı miskantus, dallı darı ve kargı kamışı türlerinin yetiştiriciliği için gerçekleştirilen toplam enerji girdilerinin büyük kısmını oluşturmuştur.

Akdeniz bölgesi gibi yaz aylarının sıcak ve kurak geçtiği yarı kurak alanlarda çok yıllık sıcak mevsim buğdaygillerinden yapılacak olan biyokütle enerjisi üretiminin, bu türlerin tatmin edici bir biyokütle verimi için özellikle yaz aylarında yoğun sulamaya ihtiyaç duymalarından ötürü ekonomik ve sürdürülebilir olamayacağı ile ilgili görüşler bu tür alanlarda sulanmadan yetiştirilebilen serin mevsim buğdaygillerine olan ilgiliyi artırmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmamıza dâhil edilen ve şiddetli kuraklıkların yaşandığı dönemlerde dahi sulanmayan yumrulu yem kanyaşı türü, iklim koşullarının elverişli geçtiği araştırmanın 2.yılında 17.24 t/ha'a kadar kuru madde verimi sağlamıştır. İlaveten, bu yılda yumrulu yem kanyaşı türüne ait sonbahar hasadı parsellerinden elde edilen

kuru madde ve net enerji verimi değerleri dallı darı türünden elde edilen kuru madde ve net enerji verimi değerlerine benzer çıkmıştır. Fakat zaman zaman şiddetli ve kısmi kuraklıkların ortaya çıktığı araştırmanın 3.yılında ise bitki türünden elde edilen kuru madde ve net enerji verimleri önemli ölçüde azalmıştır. Dolayısıyla araştırma sonunda, iklim koşullarının elverişli olması koşuluyla yumrulu yem kanyaşı türünün bölge koşullarında az girdi ile tatmin edici bir biyokütle üretiminin gerçekleştirilmesine katkı sağladığı ve bu sayede ümitvar bir enerji bitkisi türü olarak kabul edilebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Acaroğlu, A., and Aksoy, A.Ş., 2005. The cultivation and energy balance of *Miscanthus x giganteus* Production in Turkey. Biomass and Bioenergy, 29:42–48.

Acaroglu, M., and Aydogan, H., 2012. Biofuels energy sources and future of biofuels energy in Turkey. Biomass and Bioenergy, 36:69-76.

Adler, P.R., Sanderson, M.A., Boateng, A.A., Weimer, P.J., and Jung, H.J.G., 2006. Biomass yield and biofuel quality of switchgrass harvested in fall or spring. Agronomy Journal, 98:1518–1525.

Alexopoulou, E., Sharma, N., Papatheohari, Y., Christou, M., Piscioneri, I., Panoutsou, C., and Pignatelli, V., 2008. Biomass yields for upland and lowland switchgrass varieties grown in the Mediterranean region. Biomass and Bioenergy, 32:926 – 933.

Allen, D.E., Kingston, G., Rennenberg, H., Dalal, R.C., and Schmidt, S., 2010. Effect of nitrogen fertilizer management and waterlogging on nitrous oxide emission from subtropical sugarcane soils. Agriculture, Ecosystems and Environment, 136:209–217.

Allison, G.G., Morris, C., Clifton-Brown, J., Lister, S.J., and Donnison, I.S., 2011. genotypic variation in cell wall composition in a diverse set of 244 accessions of miscanthus. Biomass and Bioenergy, 35:4740-4747.

Allison, G.G., Morris, C., Lister, S.J., Barraclough, T., Yates, N., Shield, I., and Donnison, I.S., 2012. Effect of nitrogen fertiliser application on cell wall composition in switchgrass and reed canary grass. Biomass and Bioenergy, 40:19-26.

Angelini, G.L., Ceccarini, L., and Bonari, E., 2005. Biomass yield and energy balance of giant reed (*Arundo donax* L.) cropped in central Italy as related to different management practices. European Journal of Agronomy, 22:375–89.

Angelini, L.G., Ceccarini, L., O Di Nasso, N.N., and Bonari, E., 2009. Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance. Biomass and Bioenergy, 33:635-643.

Anonim, 2008. Türkiye'de Su Yönetimi: Sorunlar ve Öneriler. Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği, Eylül 2008, TÜSİAD Yayın No: T/2008-9/469. 215 s.

Anonim, 2009.Küresel Su Politikaları ve Türkiye. TMMOB Su Raporu, Mart 2009. Kardelen Ofset. ISBN: 978-9944-89-682-5. 80s.

Anonim, 2010a. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara. 64s.

Anonim, 2010b. Dicle Bölgesi Çevre ve Altyapı Mevcut Durum Raporu. T.C. Dicle Kalkınma Ajansı. 13s.

Anonim, 2011. Motorin Türlerine İlişkin Teknik Düzenleme Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Seri No: 22). 27.09.2011 tarih ve 28067 sayılı Resmi Gazete.

Anonim, 2012. DSİ Genel Müdürlüğü 2011 Yılı Faaliyet Raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, 287s.

Anonymous, 1993. US Congress, Office of Technology Assessment, Potential impacts of bioenergy crop production background paper. Washington, D.C., USA: US Government Printing Office.

Anonymous, 2007. The Impact of a Minimum % 10 Obligation for Biofuel Use in the EU-27 in 2020 on Agricultural Markets, Vol. AGRI G-2/WM D, p. 10. European Commission, Brussels.

Anonymous, 2008. The Gallagher review of the indirect effects of biofuels production,http://www.renewablefuelsagency.org/_db/_documents/Report_of_the_Gallagher_review.pdf.

Anonymous, 2010. European Commission Report. Report from the Commission to the Council and the European parliament, Brussels, yyy COM (2010) XXX final.

Anonymous, 2012. European Commission Report. Report from the Commission to the Council and the European parliament, Brussels. yyy COM (2012) XXX final.

Anonymous, 2014. BP Statistical review of world energy June 2014. bp.com/statisticalreview #BP stats/; 2014.

Aravindhakshan, S.C., Francis, M.. Epplin, and Charles M.T. Economics of switchgrass and miscanthus relative to coal as feedstock for generating electricity. Biomass and Bioenergy, 34:1375-1383.

Arıkan, M., ve Öztürk, H.H., 2011. Adana ilinde kolza üretiminde enerji kullanımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Arundale, R.A., Dohleman, F.G., Voigt, T.B., and Long, S.P., 2014a. Nitrogen fertilization does significantly increase yields of stands of *Miscanthus× giganteus* and *Panicum virgatum* in multiyear trials in Illinois. Bioenergy Research, 7:408-416.

Arundale, R.A., Dohleman, F.G., Heaton, E.A., Mcgrath, J.M., Voigt, T.B., and Long, S.P., 2014b. Yields of *Miscanthus x giganteus* and *Panicum virgatum* decline with stand age in the Midwestern USA. GCB Bioenergy, 6:1-13.

Aysu, T., and Küçük, M.M., 2013. Liquefaction of giant reed (*Arundo donax* L.) by supercritical fluid extraction. Fuel, 103:758-763.

Aytav, Emre., and Günnur, Kocar., 2013. Biodiesel from the perspective of Turkey: Past, present and future. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25:335-350.

Baker, J.M., Ochsner, T.E., Venterea, R.T., and Griffis, T.J., 2007. Tillage and soil carbon sequestration—What do we really know? Agriculture, Ecosystems and Environment, 118:1–5.

Baran, M.F., ve Karaağaç, H.A., 2014. Kırklareli Koşullarında İkinci Ürün Ayçiçeği Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1:117–123.

Barney, J.N., and DiTomaso, J.M., 2008. Non-native species and bioenergy: are we cultivating the next invader? Bioscience, 58:64-70.

Barney, J.N., Mann, J.J., Kyser, G.B., Blumwald, E., Deynze, A.V., and Ditomaso, J.M., 2009. Tolerance of switchgrass to extreme soil moisture stress: Ecological implications. Plant Science, 177:724–732.

Basso, M.C., Cerrella, E.G., Buonomo, E.L., Bonelli, P.R., and Cukierman, A.L., 2005. Thermochemical conversion of *Arundo donax* into useful solid products. Energy sources, 27:1429-1438.

Bayazıt, M., and Avcı, İ., 1997. Water resources of Turkey: potential, planning, development and management. International Journal of Water Resource Development, 13:443-452.

Berti, M.T., and Johnson, B.L., 2013. Switchgrass establishment as affected by seeding depth and soil type. Industrial Crops and Products, 41:289-293.

Bilgili, M.E., 2012. Limon Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi; Adana İli Örneği. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8(2).

Boehmel, C., Lewandowski, I., and Claupein, W., 2008. Comparing annual and perennial energy cropping systems with different management intensities. Agricultural Systems, 96: 224–236.

Boose, A.B., and Holt, J.S., 1999. Environmental effects on asexual reproduction in *Arundo dona*x. Weed Research, 39:117–27.

Borin, M., Barbera, A.C., Milani, M., Molari, G., Zimbone, S.M., and Toscano, A. 2013. Biomass production and N balance of giant reed (*Arundo donax* L.) under high water and N input in Mediterranean environments. European Journal of Agronomy, 51:117-119.

Borkowska, H., and Molas, R., 2013. Yield comparison of four lignocellulosic perennial energy crop species. Biomass and bioenergy, 51:145-153.

Boyer, C.N., Roberts, R.K., English, B.C., Tyler, D.D., Larson, J.A., and Mooney, D.F., 2013. Effects of soil type and landscape on yield and profit maximizing nitrogen rates for switchgrass production. Biomass and Bioenergy, 48:33-42.

Burner, D.M., Hale, A.L., Carver, P., Pote, D.H., and Fritschi, F.B., 2015. Biomass yield comparisons of giant miscanthus, giant reed, and miscane grown under irrigated and rainfed conditions. Industrial Crops and Products, 76:1025-1032.

Cadoux, S., Riche, A.B., Yates, N.E., and Machet, J.M., 2012. Nutrient requirements of *Miscanthus x giganteus*: conclusions from a review of published studies. Biomass and Bioenergy, 38:14-22.

Cadoux, S., Ferchaud, F., Demay, C., Boizard, H., Machet, J. M., Fourdinier, E., and Mary, B., 2014. Implications of productivity and nutrient requirements on greenhouse gas balance of annual and perennial bioenergy crops. Gcb Bioenergy, 6:425-438.

Christian, D.G., Riche, A.B., and Yates, N.E., 2002. The yield and composition of switchgrass and coastal panic grass grown as a biofuel in Southern England. Bioresource Technology, 83:115-124.

Christian, D.G., Yates, N.E., and Riche, A.B., 2006. The effect of harvest date on the yield and mineral content of *Phalaris arundinacea* L. (reed canary grass) genotypes screened for their potential as energy crops in southern England. J Sci. Food Agric., 86:1181–1188.

Christian, D.G., Riche, A.B., and Yates, N.E., 2008. Growth, yield and mineral content of *Miscanthus× giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests. Industrial crops and products, 28:320-327.

Christou, M., Papavassiliou, D., Alexopoulou, E., and Chatziathanassiou, A., 1998. Comparative studies of two potential energy crops in Greece. In 10th European Bioenergy Conference, Wurzburg, Germany.

Christou, M., Mardikis, M., Alexopoulou, E., Bullard, M.J., Christian, D.G., Knight, J.D., and Parker, S.R., 2001. Research on the effect of irrigation and nitrogen upon growth and yields of *Arundo donax* L. in Greece. Aspects of Applied Biology, 47-55.

Clifton-Brown, J.C., Lewandowski, I., Andersson, B., Basch, G., Christian, D.G., Kjeldsen, J.B., Jorgensen, U., Mortensen, J.V., Riche, A.B., Schwarz, K.U., Tayebi, K., and Teixeira, F., 2001. Performance of 15 Miscanthus Genotypes at Five Sites in Europe. Agronomy Journal, Vol. 93, No.5, pp. 1013-1019.

Clifton-Brown, J.C., and Lewandowski, I., 2002. Screening Miscanthus genotypes in field trials to optimize biomass yield and quality in Southern Germany. European Journal of Agronomy, 16:97–110.

Clifton-Brown, J.C., Stampfl, P.P., and Jones, M.C., 2004. Miscanthus biomass production for energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. Global Change Biology, 10:509–518.

Clifton-Brown, J.C., Brewer, J., and Jones, M.B., 2007. Carbon mitigation by the energy crop Miscanthus. Global Change Biology, 13:2296–2307.

Coffman, G.C., Ambrose, R. F., and Rundel, P. W., 2010. Wildfire promotes dominance of invasive giant reed (*Arundo donax* L.) in riparian ecosystems. Biological invasions, 12:2723-2734.

Collura, S., Azambre, B., Finqueneisel, G., Zimny, T., and Victor Weber, J., 2006. *Miscanthus x giganteus* straw and pellets as sustainable fuels. Environmental chemistry letters, 4:75-78.

Cosentino, S.L., Copani, V., D'Agosta, G.M., Sanzone, E., and Mantineo, M., 2006. First results on evaluation of *Arundo donax* L. clones collected in Southern Italy. Industrial Crops and Products, 23:212-222.

Cosentino, S.L., Patane, C., Sanzone, E., Copani, V., and Foti, S., 2007. Effects of soil water content and nitrogen supply on the productivity of *Miscanthus* × *giganteus* Greef et Deu. in a Mediterranean Environment. Industrial Crops and Products, 25:75–88.

Cosentino, S.L., Scordia, D., Sanzone, E., Testa, G., and Copani, V., 2014. Response of giant reed (*Arundo donax* L.) to nitrogen fertilization and soil water availability in semiarid Mediterranean environment. European Journal Agronomy, 60:22-32.

Coulson, M., Dahl, J., Gansekoele, E., Bridgwater, A.V., Obernberger, I., and Van de Beld, L., 2004. Ash characteristics of perennial energy crops and their influence on thermal processing. In Proceedings of the 2nd World Biomass Conference (pp. 359-362).

Csete, S., Stranczinger, S., Szalontai, B., Farkas, A., Pál, R.W., Albert, E.S., Kocsis, M., Tóvári, P., Vojtela,T., Dezső, J., Walcz, I., Janowszky, Z., Janowszky J., and Borhidi, A.T., 2011. Tall Wheatgrass Cultivar Szarvasi-1 (Elymus elongates subs.ponticus cv. Szarvasi-1) as a potential energy crop for semi-arid lands of Eastern Europe. Edited by Nayeripour, M., Khesthi, M., 2011. Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources. Chapter 13, pp. 269-294.

Çelen, İ. H., 2016. Tarımsal Uygulamalarda Enerji Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme. Electronic Journal of Vocational Colleges-December/Aralık 2016.

Dahl, J., and Obernberger, I., 2004. Evaluation of the combustion characteristics of four perennial energy crops (*Arundo donax*, *Cynara cardunculus*, *Miscanthus x giganteus* and *Panicum virgatum*). In 2nd world conference on biomass for energy, industry and climate protection, Rome.

Dalal, R.C., Wang, W., Robertson, G.P., and Parton, W., 2003. Nitrous oxide emission from Australian agricultural lands and mitigation options: a review. Australian Journal of Soil Research, 41:165–195.

Danalatos, N.G., Archontoulis, S.V., and Mitsios, I., 2007. Potential growth and biomass productivity of *Miscanthus*× *giganteus* as affected by plant density and N-fertilization in central Greece. Biomass and Bioenergy, 31:145-152.

Danielewicz, D., Surma-Ślusarska, B., Żurek, G., and Martyniak, D., 2015. Selected grass plants as biomass fuels and raw materials for papermaking. Part I. Calorific value and chemical composition. Bioresources, 10:8539-8551.

Demirbas, A., 1997. Calculation of higher heating values of biomass fuels. Fuel, 76:431-434.

Denhez, F., 2007. Un Risque Majeur Pour La Planete (Küresel Isınma Atlası). Çeviri: Özgür Aladağ, İstanbul, NTV Yayınları, 82s.

Denman, K.L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P.M., Dickinson, R.E., Hauglustaine, D., Heinze, C., Holland, E., Jacob, D., Lohmann, U., Ramachandran, S., da Siva Dias, P.L., Wofsy, S.C., and Zhang, X., 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, USA, pp. 499–587.

DCC (Department of Climate Change), 2009. National Greenhouse Gas Inventory: accounting for the KYOTO target May 2009. Commonwealth of Australia, Canberra, ACT, Australia.

Di Candilo, M., Cesaretti, C., Ranalli, P., Dirozzi, M., and Pasini, P.. 2005. Colture da biomassa nel bolognese: produzione econversione energetica. Agroindustria, 4:27–34.

Di Nasso, N.N., Angelini, L.G., and Bonari, E., 2010. Influence of fertilization and harvest time on fuel quality of giant reed (*Arundo donax* L.) in central Italy. European Journal Agronomy, 32:219–227.

Di Nasso, N.N., Roncucci, N., Triana, F., Tozzini, C., and Bonari, E., 2011. Productivity of giant reed (*Arundo donax* L.) and miscanthus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deuter) as energy crops: growth analysis, 6:141-147.

Dinçer, H., 1977. Ziraatta canlı kuvvet makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 638, Ankara.

Dohleman, F.G., Heaton, E.A., Arundale, R.A., and Long, S.P., 2012. Seasonal dynamics of above-and below-ground biomass and nitrogen partitioning in *Miscanthus*× *giganteus* and *Panicum virgatum* across three growing seasons. GCB Bioenergy, 4:534-544.

Don, A., Osborne, B., Hastings, A., Skiba, U., Carter, M.S., Drewer, J., and Lanigan, G.J., 2012. Land use change to bioenergy production in Europe: implications for the greenhouse gas balance and soil carbon. GB Bioenergy, 4:372-391.

Dunn, C.P., Stearns, F., Guntenspergen, G.R., and Sharpe, D.M., 1993. Ecological benefits of the conservation reserve program. Conserv. Biol., 7:132–139.

EISA (Energy Independence & Security Act), 2007.) HR Pub. L. No. S: 110-140.

Elbersen, H.W., Christian, D.G., El Bassem, N., Yates, N.E., Bacher, W., Sauerbeck, G., and Van den Berg, D., 2001. 5 Switchgrass variety choice in Europe4. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe Initiation of a productivity network Final Report for the period from 01-04-1998 to 30-09-2001, 33.

El-Nashaar, H.M., Griffith, S.M., Steiner, J.J., and Banowetz, G.M., 2009. Mineral concentration in selected native temperate grasses with potential use as biofuel feedstock. Bioresource Technology, 100:3526-3531.

Ercoli L., Mariotti M., Masoni A., and Bonari E., 1999. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of Miscanthus. Field Crops Research, 63:3-11.

Erickson, J. E., Soikaew, A., Sollenberger, L. E., and Bennett, J.M., 2012. Water use and water-use efficiency of three perennial bioenergy grass crops in Florida. Agriculture, 2:325-338.

EREC (European Renewable Energy Council), 2006. Renewable energy scenario by 2040. Brussels: EREC Statistics.

Erlat, E., ve Türkeş, M., 2015. Türkiye rekor maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının frekanslarında 1950-2014 döneminde gözlenen değişmeler ve atmosfer koşullarıyla bağlantıları. Ege Coğrafya Dergisi, 24(2), 29-55.

E Silva, C.F.L., Schirmer, M.A., Maeda, R.N., Barcelos, C.A., and Pereira, N., 2015. Potential of giant reed (*Arundo donax* L.) for second generation ethanol production. Electronic Journal of Biotechnology, 18:10-15.

Evrendilek, F., Çelik, I., and Kilic, S., 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. Journal of Arid Environments, 59:743-752.

EWEA (European Wind Energy Association), 2005. Report: Large scale integration of wind energy in the European power supply: analysis, issues and recommendations; Brussels.

Fagnano, M., Impagliazzo, A., Mori, M., and Fiorentino, N., 2015. Agronomic and environmental impacts of giant reed (*Arundo donax* L.): results from a long-term field experiment in hilly areas subject to soil erosion. Bioenergy Research, 8:415-422.

Fike, J. H., Parrish, D. J., Wolf, D. D., Balasko, J. A., Green, J. T., Rasnake, M., and Reynolds, J. H., 2006a. Switchgrass production for the upper South-eastern USA: influence of cultivar and cutting frequency on biomass yields. Biomass and Bioenergy, 30:207-213.

Fike, J.H., Parrish, D.J., Wolf, D D., Balasko, J.A., Green, J.T., Rasnake, M., and Reynolds, J.H., 2006b. Long-term yield potential of switchgrass-for-biofuel systems. Biomass and Bioenergy, 30:198-206.

Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schutz, M., and Van Dorland, R., 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, USA, pp. 129–234.

Freibauer, A., Rounsevell, M.D.A., Smith, P., and Verhagen, J., 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. Geoderma, 122:1-23.

Friedl, A., Padouvas, E., Rotter, H., and Varmuza, K., 2005. Prediction of heating values of biomass fuel from elemental composition. Analytica Chimica Acta, 544:191-198.

Galletti, A.M.R., Antonetti, C., Ribechini, E., Colombini, M.P., O Di Nasso, N.N., and Bonari, E., 2013. From giant reed to levulinic acid and gamma-valerolactone: a high yield catalytic route to valeric biofuels. Applied energy, 102:157-162.

Gauder, M., Graeff-Hönninger, S., Lewandowski, I., and Claupein, W., 2012. Long-term yield and performance of 15 different Miscanthus genotypes in Southwest Germany. Annals of Applied Biology, 160:126-136.

Geren, H., Kavut, Y.T., ve Avcioğlu, R., 2011. Akdeniz İklim Koşullarında Filotu (*Miscanthus x giganteus*)'nun Verim ve Verim Özellikleri ile Silolanabilirliği Üzerinde Bir Ön Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48:203-209.

Geren, H., Avcıoğlu, R., Kavut, Y.T., Kağan, T.A.N., ve Sargın, S., 2014. Akdeniz İklimi Koşullarında Yetiştirilen Bazı Çokyıllık Sıcak Mevsim Buğdaygil Cinslerinin Yıllık Sıcak Mevsim Buğdaygilleri ile Silolanabilir Verim, Yem Kalitesi ve Biyoetanol Verimi Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(3):243-251.

Giannoulis, K.D., and Danalatos, N.G., 2014. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) nutrients use efficiency and uptake characteristics, and biomass yield for solid biofuel production under Mediterranean conditions. Biomass and Bioenergy, 68:24-31.

Gillitzer, P.A., Wyse, D.L., Sheaffer, C.C., Taff, S.J., and Lehman C.C., 2013. Biomass production potential of grasslands in the oak savanna region of Minnesota, USA. Bioenergy Research, 6:131-141.

Göktolga, Z. G., Gözener, B., ve Karkacıer, O., 2006. Şeftali Üretiminde Enerji Kullanımı, Tokat İli Örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi GOÜ, 23:39-44.

Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O., Adıgüzel ve M.C., 2012. Buğday Üretiminde Farklı, Toprak İşleme- Ekim Sistemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makineleri Bilimi Dergisi. Cilt 8, Sayı 1.

Gözübüyük, Z., Öztürk, İ., Çelik, A., Evren, S., Daşçı, E., ve Adıgüzel, M.C., 2015. Ayçiceği Tarımında Farklı Toprak İşleme-Ekim Sistemlerinin Enerji kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması, 11:113-119.

Greef, J.M., and Deuter, M., 1993. Syntaxonomy of *Miscanthus* × *giganteus* GREEF et DEU. Angewandte Botanik, 67:87–90.

Grigatti, M., Barbanti, L., Pritoni, G., and Venturi, G., 2004. Comparison of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) genotypes as potential energy crop. In Proceedings of 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection (pp. 10-14).

Guzman, G.I., and Alonso, A.M., 2008. Comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. Agricultural Systems, 98:167-176.

Hallam, A., Anderson, I.C., and Buxton, D.R., 2001. Comparative economic analysis of perennial, annual, and intercrops for biomass production. Biomass and Bioenergy, 21:407-424.

Haines, S.A., Gehl, R.J., Havlin, J.L., and Ranney, T.G., 2015. Nitrogen and phosphorus fertilizer effects on establishment of giant Miscanthus. BioEnergy Research, 8:17-27.

Hastings, A., Clifton-Brown, J., Wattenbach, M., Mitchell, C.P., Stampfl, P., and Smith, P., 2009. Future energy potential of Miscanthus in Europe. Global Change Biology Bioenergy, 1:180–196.

Heaton, E., Voigt, T., and Long, S.P., 2004. A quantitative review comparing the yields of two candidate C_4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. Biomass and Bioenergy, 27:21 – 30.

Heaton, E.A., Dohleman, F.G., and Long, S.P., 2008. Meeting US biofuel goals with less land: the potential of Miscanthus. Global Change Biology, 14:2000-2014.

Heaton, E. A., Dohleman, F. G., and Long, S. P. 2009. Seasonal nitrogen dynamics of *Miscanthus* × *giganteus* and *Panicum virgatum*. GCB Bioenergy, 1: 297-307.

Heinsoo, K., Hein, K., Melts, I., Holm, B., and Ivask, M., 2011. Reed canary grass yield and fuel quality in Estonian farmers' fields. Biomass and Bioenergy, 35:617-625.

Himken, M., Lammel, J., Neukirchen, D., Czypionka-Krause, U., and Olfs, H.W., 1997. Cultivation of Miscanthus under West European conditions: seasonal changes in dry matter production, nutrient uptake and remobilization. Plant and soil, 189:117-126.

Hodgson, E.M., Lister, S.J., Bridgwater, A.V., Clifton-Brown, J., and Donnison, I.S., 2010. Genotypic and environmentally derived variation in the cell wall composition of Miscanthus in relation to its use as a biomass feedstock. Biomass and Bioenergy, 34:652–660.

Hohenstein, W.G., and Wright, L.L., 1994. Biomass energy production in the United States: an overview. Biomass Bioenergy, 6:161–173.

Hope, H.J., and McElroy, A., 1990. Low-temperature tolerance of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). Canadian Journal of Plant Science, 70:1091–6.

IEA (International Energy Agency), 2010. IEA Statistics - Renewables Information 2010, pp. 446. IEA, Paris, France.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, and L.A. Meyer (eds.), Cambridge University Press, 851 pp.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2011. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edenhofer, O., Madruga, P.R., Sokona, Y. Cambridge University Press, 1076 pp.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2015. Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers and Technical Summary. Edenhofer, O., Madruga, P.R., Sokona, Y., Minx, J.C., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainnen, J., Schlömer, S., Stechow, C.V., Zwickel, T., Cambridge University Press, 7 pp.

Iqbal, Y., Gauder, M., Claupein, W., Graeff-Hönninger, S., and Lewandowski, I., 2015. Yield and quality development comparison between miscanthus and switchgrass over a period of 10 years. Energy, 89:268-276

Jasinskas, A., Zaltauskas, A., Kryzeviciene, A., 2008. The investigation of growing and using of tall perennial grasses as energy crops. Biomass and Bioenergy, 32:981–987.

Jefferson, P.G., McCaughey, W.P., May, K., Woosaree, J., MacFarlane, L., and Wright, S.M., 2002. Performance of American native grass cultivars in the Canadian prairie provinces. Native Plants Journal, 3:24-33.

Jefferson, P.G., McCaughey, W.P., May, K., Woosaree, J., and McFarlane, L., 2004. Potential utilization of native prairie grasses from western Canada as ethanol feedstock. Canadian Journal of Plant Science, 84:1067-1075.

Jenkins, B., Baxter, L.L., and Miles, T.R., 1998. Combustion properties of biomass. Fuel Processing Technology; 54:17-46.

Jezowski, S., 2008. Yield traits of six clones of Miscanthus in the first 3 years following planting in Poland, Industrial Crops Products, 27:65–68.

Johnson, G.A., Wyse, D.L., and Sheaffer, C.C., 2013. Yield of perennial herbaceous and woody biomass crops over time across three locations. Biomass and bioenergy, 58:267-274.

Jung, J.Y., and Lal, R., 2011. Impacts of nitrogen fertilization on biomass production of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) and changes in soil organic carbon in Ohio. Geoderma, 166:145-152.

Kala, E., ve Özateşler, M., 2006. Kosova'da Kamu Yatırımları Üzerine İnceleme. Dokuz Eyül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

Karabulut, A., ve Canbolat, Ö., 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları. Uludağ Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü. Yayın No: 2.05.048.0424., Bursa, 520s.

Karaca, C., Öztürk, H.H., Ekinci, K., 2016. Aydın İlinde Bitkisel Kökenli Tarımsal Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretim Amacıyla Değerlendirilmesi. 2.Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 27-30 Eylül 2016, Samsun, Türkiye.

Karp, A., and Shield, I., 2008. Bioenergy from plants and the sustainable yield challenge. New Phytologist, 179:15-32.

Kering, M.K., Butler, T.J., Biermacher, J.T., and Guretzky, J.A., 2012a. Biomass yield and nutrient removal rates of perennial grasses under nitrogen fertilization. Bioenergy Research, 5:61-70.

Kering, M.K., Biermacher, J.T., Butler, T.J., Mosali, J., and Guretzky, J.A., 2012b. Biomass yield and nutrient responses of switchgrass to phosphorus application. Bioenergy Research, 5:71-78.

Knoll, J.E., Anderson, W.F., Strickland, T.C., Hubbard, R.K., and Malik, R., 2012. Low-input production of biomass from perennial grasses in the coastal plain of Georgia, USA. Bioenergy Research, 5:206-214.

Knörzer, H., Hartung, K., Piepho, H. P., and Lewandowski, I., 2013. Assessment of variability in biomass yield and quality: what is an adequate size of sampling area for miscanthus? GCB Bioenergy, 5:572-579.

Kuşvuran, A., 2002 . Çukurova Koşullarında Farklı Buğdaygil Yem bitkilerinde Biçim Sıklığı'nın Bazı Vejetatif ve Generatif Özelliklere Etkisinin Saptanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, (Yüksek Lisans Tezi), 80s.

Kuşvuran, A., Tansı, V., ve Sağlamtimur, T., 2005. K.K.T.C. Koşullarında Yonca (*Medicago sativa* L.) ve Bazı Buğdaygil Yem Bitkilerinin Adaptasyon Kabiliyetlerinin Saptanması, Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Cilt II, s, 1181-1186.

Kutlu, H.R., 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Ders Notu, Adana, 68s.

Lal, R., 2011. Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. Food policy, 36: 33-39.

Larsen, S.U., Jørgensen, U., Kjeldsen, J.B., and Lærke, P.E., 2014. Long-term Miscanthus yields influenced by location, genotype, row distance, fertilization and harvest season. Bioenergy Research, 7:620-635.

Lee, D., Owens, V. N., Boe, A., and Jerenyama P., 2007. Composition of herbaceous biomass feedstocks. North Central Sun Grant Center, South Dakota State University.

Lee, D., Owens, V.N., Boe, A., and Koo, B.C., 2009. Biomass and seed yields of big bluestem, switchgrass, and intermediate wheatgrass in response to manure and harvest timing at two topographic positions. GCB Bioenergy, 1:171-179.

Lemus, R., Brummer, E.C., Moore, K.J., Molstad, N.E., Burras, C.L., and Barker, M.F., 2002. Biomass yield and quality of 20 switchgrass populations in Southern Iowa, USA. Biomass and Bioenergy, 23:433-442.

Lemus, R., Parrish, D.J., and Wolf, D.D. 2007. Nutrient uptake by 'Alamo'switchgrass used as an energy crop. BioEnergy Research, 2:37-50.

Lemus, R., Brummer, E.C., Burras, C.L., Moore, K J., Barker, M.F., and Molstad, N.E., 2008. Effects of nitrogen fertilization on biomass yield and quality in large fields of established switchgrass in southern Iowa, USA. Biomass and Bioenergy, 32:1187-1194.

Lewandowski, I., and Kicherer, A., 1997. Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of *Miscanthus x giganteus*. European Journal of Agronomy, 6:163- 177.

Lewandowski, I., Clifton-Brown, J.C., Scurlock, J. M. O., and Huisman, W., 2000. Miscanthus: European experience with a novel energy crop. Biomass and Bioenergy, 19:209-227.

Lewandowski, I., and Heinz, A., 2003. Delayed harvest of miscanthus-influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production. European Journal of Agronomy, 19:45-63.

Lewandowski, I., Scurlock, J.M.O., Lindvall, E., and Christou, M., 2003a. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass and Bioenergy, 25:335 – 361.

Lewandowski, I., Clifton-Brown, J.C., Andersson, B., Basch, G., Christian, D.G., Jørgensen, U., Jones, M.B., Riche, A.B., Schwarz, K. U., Tayebi, K., and Teixeira, F., 2003b. Environment and Harvest Time Affects the Combustion Qualities of Miscanthus Genotypes. Agronomy Journal, 95:1274–1280.

Lewandowski, I., and Schmidt, U., 2006. Nitrogen, energy and land use efficiencies of miscanthus, reed canary grass and triticale as determined by the boundary line approach. Agriculture. Ecosystems and Environment, 112:335–346.

Liebig, M.A., Morgan, J.A., Reeder, J.D., Ellert, B.H., Gollany, H.T., and Schuman, G.E., 2005. Greenhouse gas contributions and mitigation potential of agricultural practices in northwestern USA and western Canada. Soil & Tillage Research, 83:25-52.

Liu, W., Mi, J., Song, Z., Yan, J., Li, J., and Sang, T., 2014. Long-term water balance and sustainable production of Miscanthus energy crops in the Loess Plateau of China. Biomass and Bioenergy, 62:47-57.

Madakadze, I.C., Stewart, K., Peterson, P.R., Coulman, B.E., Samson, R., and Smith, D.L., 1998. Light interception, use-efficiency and energy yield of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) grown in a short season area. Biomass and Bioenergy, 15:475-482.

Maletta, E., Martin-Sastre, C., Ciria, P., Del Val, A., Salvado, A., Rovira, L., Diez, R., Serra, J., González-Arechavala, Y., and Carrasco, J.E., 2012. Perennial energy crops for semiarid lands in the Mediterranean: Elytrigia elongata, a C_3 grass with summer dormancy to produce electricity in constraint environments. 20th European biomass conference and exthibiton. 18-22 June, Milan, Italy, pp. 18-22.

Mangan, M. E., Sheaffer, C., Wyse, D. L., Ehlke, N. J., and Reich, P.B., 2011. Native perennial grassland species for bioenergy: establishment and biomass productivity. Agronomy journal, 103:509-519.

Mann, J., 2012. Comparison of yield, calorific value and ash content in woody and herbaceous biomass used for bioenergy production in southern Ontario, Canada (Doctoral dissertation).

Mann, J.J., Barney, J.N., Kyser, G.B., and Ditomaso, J.M., 2013. *Miscanthus x giganteus* and Arundo *donax* shoot and rhizome tolerance of extreme moisture stress. GCB Bioenergy, 5:693-700.

Mantineo, M., Agosta, G.M.D., Copani, V., Patane, C., and Cosentino, S.L., 2009. Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semiarid Mediterranean environment. Field Crops Research, 114:204–213.

Masse, D., Gilbert, Y., Savoie, P., Bélanger, G., Parent, G., and Babineau, D., 2011. Methane yield from switchgrass and reed canarygrass grown in Eastern Canada. Bioresource technology, 102:10286-10292.

McKendry, P., 2002. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. Bioresource Technology, 83:47–54.

Miles, T.R., Miles, Jr., TR, Baxter, L.L., Bryers, R.W., and Jenkins, B.M., 1996. Boiler deposits from firing biomass fuels. Biomass Bioenergy, 10:125–138.

Mircea, I., Falup, O., Ivan, R., and Ionel, I., 2015. Reducing GHG Emissions with SRC. Revista De Chimie, 66:115-118.

Mishra, U., Torn, M.S., and Fingerman, K., 2013. Miscanthus biomass productivity within US croplands and its potential impact on soil organic carbon. GCB Bioenergy, 5:391-399.

Molari, G., Milani, M., Toscano, A., Borin, M., Taglioli, G., Villani, G., and Zema, D.A., 2014. Energy characterisation of herbaceous biomasses irrigated with marginal waters. Biomass and Bioenergy, 70:392-399.

Monono, E.M., Nyren, P.E., Berti, M.T., and Pryor, S.W., 2013. Variability in biomass yield, chemical composition, and ethanol potential of individual and mixed herbaceous biomass species grown in North Dakota. Industrial Crops and Products, 41: 331-339.

Monti A., Pritoni G., and Venturi G., 2004. Evaluation of 18 genotypes of switchgrass for energy destination in northern Italy. In: Proceedings of the 2nd world conference on biomass for energy, industry and climate protection, Rome, IT, May 10–14, pp. 240–243.

Monti, A., Fazio, S., Lychnaras, V., Soldatos, P., and Venturia, G., 2007. A full economic analysis of switchgrass under different scenarios in Italy estimated by BEE model. Mediterranean environment. Industrial Crops and Products, 25:75–88.

Monti, A., Di Virgilio, N., and Venturi, G., 2008a. Mineral composition and ash content of six major energy crops. Biomass and Bioenergy, 32:216-223.

Monti, A., Bezzi, G., Pritoni, G., and Venturi, G., 2008b. Long-term productivity of lowland and upland switchgrass cytotypes as affected by cutting frequency. Bioresource Technology, 99:7425-7432.

Monti, A., and Zegada-Lizarazu, W., 2016. Sixteen-year biomass yield and soil carbon storage of giant reed (*Arundo donax* L.) grown under variable nitrogen fertilization rates. Bioenergy research, 9:248.

Moser, L.E., and Vogel, KP., 1995. Switchgrass, Big Bluestem, and Indianagrass. In: Barnes RF, Miller DA, Nelson CJ. editors. Forages, An introduction to grassland agriculture, 5th ed. Ames, IA: University Press, 1995. pp. 409–420.

Neal-Smith, C.A., 1955. Report on herbage plant exploration in the Mediterranean region. F. A. O., Rome.

Neto, C.P., Seca, A., Nunes, A.M., Coimbra, M.A., Domingues, F., Evtuguin, D., and Cavaleiro, J.A.S., 1997. Variations in chemical composition and structure of macromolecular components in different morphological regions and maturity stages of *Arundo donax*. Industrial Crops and Products, 6:51-58.

Nikiema, P., Rothstein, D.E., Min, D.H., and Kapp, C.J., 2011. Nitrogen fertilization of switchgrass increases biomass yield and improves net greenhouse gas balance in Northern Michigan, USA. Biomass and Bioenergy, 35:4356-4367.

Norton, M.R., Lelievre, F., and Volaire, F., 2012. Summer dormancy in *Phalaris aquatica* L., the influence of season of sowing and summer moisture regime on two contrasting cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science, 198:1-13.

Obernberger, I., Brunner, T., and Bärnthaler, G., 2006. Chemical properties of solid biofuels – significance and impact. Biomass and Bioenergy, 30:973–982.

Oram, R.N., Ferreira, V., Culvenor, R.A., Hopkins, A.A., and Stewart, A., 2009. The first century of *Phalaris aquatica* L. cultivation and genetic improvement: a review. Crop Pasture Science, 60:1–15.

Özbek, H., Dinç, U., ve Kapur, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Temel Etüt ve Haritası, Ziraat Fakültesi Yayınları Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 8.

Özdemir, E.D., Hardtlein, M., and Eltrop, L., 2009. Land substitution effects of biofuel side products and implications on the land area requirement for EU 2020 biofuel targets. Energy Policy, 37:2986–2996.

Öztürk, H.H., 2010. Tarımsal Üretimde Enerji Yönetimi. Hasad Yayınevi, ISBN 975-8377-78-7.

Papazoglou, E.G., 2007. *Arundo donax* L. stress tolerance under irrigation with heavy metal aqueous solutions. Desalination, 211:304-313.

Pappas, I.A., Papaspyropoulos, K.G., Karachristos, C.N., and Christodoulou, A.S., 2014. Generating carbon credits from perennial forage species crops in the Mediterranean region: the case of *Phalaris aquatica* L. The Future of European Grasslands, 145-147.

Pappas, I.A., Kipparisides, C., and Koukoura Z., 2014b. Second generation bioethanol production from *Phalaris aquatica* L. energy crop. The Future of European Grasslands, pp. 462-464.

Pearson, C.H., Keske, C., Follett, R., Halvorson, A., Larson, S., and Brandess, A., 2012. Developing low-input, high-biomass, Perennial cropping systems for advanced biofuels in the Intermountain West.

Pedroso, G.M., Hutmacher, R.B., Putnam, D., Wright, S.D., Six, J., Van Kessel, C., and Linquist, B.A., 2013. Yield and nitrogen management of irrigated switchgrass systems in diverse ecoregions. Agronomy Journal, 105:311-320.

Pedroso, G.M., Hutmacher, R.B., Putnam, D., Six, J., Kessel, C.V., and Linquist, B.C., 2014. Biomass yield and nitrogen use of potential C_4 and C_3 dedicated energy crops in a Mediterranean climate. Field Crops Research, 161:149-157.

Perdue, R.E., 1958. *Arundo donax* — Source of musical reeds and industrial cellulose. Economic Botany, 12:368–404.

Petrini, C., Bazzocchi, R., Bonari, E., Ercoli, L., and Masoni, A., 1996. Effect of irrigation and nitrogen supply on biomass production from Miscanthus in Northern-Central Italy. Agricoltura Mediterranea, 126: 275-284.

Pilu, R., Badone, F.C., and Michela, L., 2012. Giant reed (*Arundo donax* L.): A weed plant or a promising energy crop? African Journal of Biotechnology, 11:9163-9174.

Porensky, L.M., Davison, J., Leger, E.A., Miller, W.W., Goergen, E.M., Espeland, E.K., and Carroll-Moore, E.M., 2014. Grasses for biofuels: A low water-use alternative for cold desert agriculture? Biomass and Bioenergy, 66: 133-142.

Post, W.M., and Kwon, K.C., 2000. Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential. Global Change Biology, 6:317–328.

Price, L., Bullard, M., Lyons, H., Anthony, S., and Nixon, P., 2004. Identifying the yield potential of *Miscanthus x giganteus*: an assessment of the spatial and temporal variability of *M. x giganteus* biomass productivity across England and Wales. Biomass and Bioenergy, 26:3-13.

Prochnow, A., Heiermann, M., Plöchl, M., Amon, T., and Hobbs, P.J., 2009. Bioenergy from permanent grassland–A review: 2. Combustion. Bioresource Technology, 100:4945-4954.

Propheter, J.L., Staggenborg, S.A., Wu, X., and Wang, D., 2010. Performance of annual and perennial biofuel crops: yield during the first two years. Agronomy Journal, 102:806-814.

Prueksakorn, K., and Gheewala, S.H., 2006. Energy and greenhouse gas implications of biodiesel production from *Jatropa curcus* L. The 2nd Joint conference on sustainable energy and environment. 21-23 November 2006, Bangkok, Tayland.

Qi, M.Q., and Redmann, R.E., 1993. Seed germination and seedlings survival of C_3 and C_4 grasses under water stress. Journal of arid environments, 24:277-285.

Qin, J., Yang, Y., Jiang, J., Yi, Z., Xiao, L., Ai, X., and Chen, Z., 2012. Comparison of lignocellulose composition in four major species of Miscanthus. African Journal of Biotechnology, 11:12529-12537.

Ragaglini, G., Dragoni, F., Simone, M., and Bonari, E., 2014. Suitability of giant reed (*Arundo donax* L.) for anaerobic digestion: Effect of harvest time and frequency on the biomethane yield potential. Bioresource technology, 152:107-115.

Ramirez, C.A., and Worrell, E., 2006. Feeding fossil fuels to the soil an analysis of energy embedded and technological learning in the fertilizer industry. Resources, Conservation and Recycling, 46:75-93.

Reumerman, P.J., and Van den Berg, D., 2002. Reduction of fouling, slagging and corrosion characteristics of miscanthus (the BIOMIS project) report. EC contract FAIR-98-3571.

Riche, A.B., Goulding, K.W.T., Yates, N.E., Shield, I.F., and Christian, D.G., 2010. Nitrogen requirements of biomass crops. Aspects of Applied Biology, 105:83-88.

Ritchter, G.M., Riche, A.B., Dailey, A.G., Gezan, S.A., and Powlson, D.S., 2008. Is UK biofuel supply from Miscanthus water-limited? Soil Use Manage. 24:235–245.

Robins, J.G., 2010. Cool season grasses produce more total biomass across the growing season than do warm-season grasses when managed with an applied irrigation gradient. Biomass and Bioenergy, 34:500-505.

Rooney, W.L., Blumenthal, J., Bean, B., and Mullet, J.E., 2007. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 1:147-157.

Rossa, B., Tuaers, A.V., Naidoo, G., and Von Willert, D.J., 1998. *Arundo donax* L. (*Poaceae*) — a C_3 species with unusually high photosynthetic capacity. Botanica Acta, 111:216–221.

Rosser, B., 2012. Evaluation of Miscanthus winter hardiness and yield potential in Ontario, Canada. PhD Thesis.

Sabah, M., 2010. Söke Ovasında İkinci Ürün Yağlık Ayçiçeği Üretiminde Enerji Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

Sağlamtimur, T., Gülcan, H., Tükel, T., Tansı, V., Anlarsal, E., ve Hatipoğlu, R., 1986. Çukurova Koşullarında Yem Bitkileri Adaptasyon Denemeleri 1: Buğdaygil Yem Bitkileri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 3.

Samson, R., Mani, S., Boddey, R., Sokhansanj, S., Quesada, D., Urquiaga, S, and ark., 2005. The potential of C4 perennial grasses for developing a global Bioheat industry, 24:461-495.

Sanderson, M.A., Egg, R.P., and Wiselogel, A.E., 1997. Biomass losses during harvest and storage of switchgrass. Biomass and Bioenergy, 12:107-114.

Schievano, A., D'Imporzano, G., Corno, L., Adani, F., Cerino Badone, F., and Pilu, R., 2012. Più biogas a costi inferiori con arundo o doppia coltura. Articolo pubblicato sul supplemento a l'Informatore Agrario, 25:21-25

Schmer, M.R., Vogel, K.P., Mitchell, R.B., and Perrin, R.K., 2008. Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105:464-469.

Scholz, V., Pagel, R., and Ellerbrock, R., 1998. Comparative Studies of the Ecological Production of Annual and Perennial Energy Crops. In: Kopetz H, Weber T, Palz W, Chartier P, Ferrero GL, editors. Biomass for Energy and Industry: Proceedings of the --10th European Conference, Würzburg, Germany, 8–11 June 1998. Rimpar, Germany: C.A.R.M.E.N.

Scordia, D., Zanetti, F., Varga, S. S., Alexopoulou, E., Cavallaro, V., Monti, A., and Cosentino, S.L., 2015. New insights into the propagation methods of Switchgrass, Miscanthus and Giant Reed. BioEnergy Research, 8:1480.

Shatalov, A.A., and Pereira, H., 2012. Xylose production from giant reed (*Arundo donax* L.): Modeling and optimization of dilute acid hydrolysis. Carbohydrate Polymers, 87:210-217.

Shield, I.F., Barraclough, T.J., Riche, A.B., and Yates, N.E., 2014. The yield and quality response of the energy grass *Miscanthus× giganteus* to fertilizer applications of nitrogen, potassium and sulphur. Biomass and Bioenergy, 68:185-194. Shinners, K.J., Boettcher, G.C. , Muck, R.E., Weimer, P.J., Casler., M.D, 2010. Harvest and storage of two perennial grasses as biomass feedstocks. Trans. Amer. Soc. Agric. Biol. Eng., 53:359-370.

Shinners, K.J., Boettcher, G.C., Muck, R.E., Weimer, P.J., and Casler., M.D, 2010. Harvest and storage of two perennial grasses as biomass feedstocks. Trans. Amer. Soc. Agric. Biol. Eng., 53:359-370.

Sladden, S.E., Bransby, D.I., Kee, D.D., and Nepal P., 1995. The effects of row spacing and nitrogen fertilization on biomass production of switchgrass in Alabam. In: Proceedings of the American Forest and Grassland Council. 1995. pp. 45–8.

Smeets, E.M.W., Lewandowski, I.M., and Faaij, A.P.C., 2009. The economical and environmental performance of miscanthus and switchgrass production and supply chains in a European setting. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13:1230–1245.

Smith, R., and Slater, F.M., 2010. The effects of organic and inorganic fertilizer applications to *Miscanthus× giganteus*, *Arundo donax* and *Phalaris arundinacea*, when grown as energy crops in Wales, UK. GCB Bioenergy, 2:169-179.

Smith, R., and Slater, F.M., 2011. Mobilization of minerals and moisture loss during senescence of the energy crops *Miscanthus x giganteus, Arundo donax* and *Phalaris arundinacea* in Wales, UK. GCB Bioenergy, 3:148–157.

Soylu, S., Ögüt, H., Akınerdem, F., Babaoğlu, M., Ada, R., Eryılmaz, T., Öztürk, Ö., ve Oğuz, H., 2010. Türkiye İçin Alternatif Bir Biyoyakıt ve Silaj Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L.) Yetiştirilebilme Olanaklarının Araştırılması (Tubitak Projesi). Proje No: TOVAG-107 O 161.

Steel, R.G.D., and Torrie, J.H., 1960. Principles And Procedures of Statistics. Mc Grow-Hill Book Comp. Inc. London.

Styles, D., Thorne, F., and Jones, M.B., 2008. Energy crops in Ireland: an economic comparison of willow and Miscanthus production with conventional farming systems. Biomass and Bioenergy, 32:407-421.

Tansı, V., Okan, F., Kızıl, S., and Kızılşimsek, M., 1998. Determination of seasonal variation of chemical composition and aboveground biomass of some forage grasses. Journal of Agriculture faculty of Cukurova university: 3 (13), Adana, pp. 1-8.

Tansı, V., 2009. Kanyaş (*Phalaris sp*. L.). Yem Bitkileri. Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yem bitkileri, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir, Cilt III, 843s.

Thompson, D.N., Shaw, P.G., and Lacey, J.A., 2003. Post-harvest processing methods for reduction of silicon and alkali metals in wheat straw. Appl. Biochemical Biotechnology, 105:205–218.

Topak, R., Süheri, S., and Acar, B., 2010. Comparison of energy of irrigation regimes in sugar beet production in semi-arid region. Energy, 35:5464-5471.

Topal, M., ve Arslan, E.I., 2008. Biyokütle Enerjisi ve Türkiye. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık 2008, İstanbul.

Türkeş, M., Yozgatlıgil, C., Batmaz, İ., İyigün, C., Koç, E.K., Fahmi, F.M., and Aslan, S., 2016. Has the climate been changing in Turkey? Regional climate change signals based on a comparative statistical analysis of two consecutive time periods, 1950-1980 and 1981-2010. Climate Research, 70:77-93.

Uzmay, İ., 1984. Enerji girdi ve çıktıları esas alınarak Türk tarımının veriminin yıllara göre değişimi (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Vamvuka, D., Topouzi, V., and Sfakiotakis, S., 2010. Evaluation of production yield and thermal processing of switchgrass as a bioenergy crop for the Mediterranean region. Fuel Processing Technology, 91:988–996.

Van Soest, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 2. A rapid method for the determination of fiber and lignin. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists, 46:829-835.

Venendaal, R., Jorgensen, U., and Forsters, C.A., 1997. European energy crops: a synthesis. Biomass and Bioenergy, 3:147–85.

Venturi, P., Gigler, J.K., and Hulsman, W., 1999. Economical and technical comparison between herbaceous (*Miscanthus x giganteus*) and woody energy crops (*Salix viminalis*), Renewable Energy Volume 16, Issues 1-4, January-April 1999, pp. 1023-1026, ISSN 0960-1481, 10.1016/S0960-1481(98)00363-2.

Venturi, P., and Venturi, G., 2003. Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. Biomass and Bioenergy, 25:235-255.

Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P., and Santas, R., 2004. Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial crops and products, 19:245-254.

Vogel, K.P., Brejda, J.J., Walters, D.T., and Buxton, D.R., 2002. Switchgrass biomass production in the Midwest USA. Agronomy Journal, 94:413-420.

Walsh, M.E., De La Torre Ugarte, D.G., Shapouri, H., and Slinsky, S.P. 2003. Bioenergy crop production in the United States: potential quantities, land use changes, and economic impacts on the agricultural sector. Environmental and Resource Economics, 24:313-333.

Wassman, R., and Vlek, P.L.G., 2004. Mitigating greenhouse gas emissions from tropical agriculture: scope and research priorities. Environment, Development and Sustainability, 6:1–9.

Weaver, J.E., 1968. Prairie plants and their environment: a 3fty-year study in the Midwest. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. 1968, pp. 276.

Wellie-Stephan, O., 1998. Development of grasses adapted for production of bioenergy. In: Kopetz H, Weber T, Palz W, Chartier P, Ferrero GL, editors. Biomass for Energy and Industry: Proceedings of the 10th European Conference, Würzburg, Germany, 8–11 June 1998. Rimpar, Germany: C.A.R.M.E.N., pp. 8-11.

Wilson, D. M., Dalluge, D. L., Rover, M., Heaton, E.A., and Brown, R.C., 2013. Crop management impacts biofuel quality: influence of switchgrass harvest time on yield, nitrogen and ash of fast pyrolysis products. Bioenergy Research, 1-11.

Wright, L., 1990. Production technology status of woody and herbaceous crops. Biomass and Bioenergy, 6:191–209.

Wrobel, C., Coulman, B.E., and Smith, D.L., 2009. The potential use of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as a biofuel crop. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science, 59:1-18.

Xiong, S., Zhang, Q.G., Zhang, D.Y., and Olsson, R., 2008. Influence of harvest time on fuel characteristics of five potential energy crops in northern China. Bioresource Technology, 99:479-485.

Yang, L., and Li, Y., 2014. Anaerobic digestion of giant reed for methane production. Bioresource technology, 171:233-239.

Yu, C., Thy, P., Wang, L., Anderson, S.N., Vander Gheynst, J.S., Upadhyay, S.K., Jenkins, B.M., 2014. Influence of leaching pretreatment on fuel properties of biomass. Fuel Processing Technology, 128: 43-53.

Yüksel, I., 2008. Global warming and renewable energy sources for sustainable development in Turkey. Renewable energy, 33:802-812.

Zan, C.S., Fyles, J.W., Girouard, P., and Samson, R.A., 2001. Carbon sequestration in perennial bioenergy, annual corn and uncultivated systems in Southern Quebec, Agriculture Ecosystem Environment, 86:135-144.

Zatta, A., Clifton-Brown, J., Robson, P., Hastings, A., and Monti, A., 2014. Land use change from C_3 grassland to C_4 Miscanthus: effects on soil carbon content and estimated mitigation benefit after six years. GCB Bioenergy, 6:360-370.

Zegada-Lizarazu, W., Matteucci, D., and Monti, A., 2010. Critical review on energy balance of agricultural systems. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 4:423-446.

Zema, D.A., Bombino, G., Andiloro, S., and Zimbone, S.M., 2012. Irrigation of energy crops with urban wastewater: Effects on biomass yields, soils and heating values. Agricultural Water Management, 115:55-65.

ÖZGEÇMİŞ

11/01/1986 yılında Adana' da doğdum. İlköğrenimini Adana'nın İmamoğlu ilçesinde, orta ve lise öğrenimini Adana' da tamamladım. 2004 yılında girdiğim Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldum ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine ve Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım. 2011 yılında yine Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde doktora eğitimine başladım. Halen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya devam etmekteyim.