

KARADENİZ TEKNİK UNIVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

" PLEUROTUS OSTREATUS " MANTARININ BAZI
KAGITÇILIK HAMMADDELERİNDE YAPTIĞI BİYOLOJİK DEGRADASYON

• YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. M. Kemal YALINKILIÇ

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

EYLÜL - 1987

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

" PLEUROTUS OSTREATUS" MANTARININ BAZI
KAGITÇILIK HAMMADDELERİNDE YAPTIĞI BİYOLOJİK DEGRADASYON

Orm. End. Müh. M. Kemal YALINKILIÇ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

" Orman Endüstri Yüksek Mühendisi"

Unvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17. 8. 1987

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 8. 9. 1987

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Şahin BOSTANCI

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Rahim ANŞIN

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Ömer ALPTEKİN

Eylül 1987

TRABZON

ÖNSÖZ:

"Pleurotus ostreatus mantarının bazı kağıtçılık hammaddelerinde yaptığı biyolojik degradasyon" adlı bu araştırma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Halen ülkemizde üretilen değişik kalitede kağıtların yapımında ana hammadde olarak odun ve ikinci derecede de yıllık bitki artıklarından buğday sapı kullanılmaktadır. Bu hammaddelerden kaliteli kağıtlar yapılmak istendiğinde hammadde içinde bulunan selülozik yapıdaki lifleri birbirine bağlayıcı rol oynayan ligninin hemen hemen hepsinin çözündürülmesi gereklidir. Kompleks bir yapıya sahip olan ligninin çözündürülmesinde son derece yeni bir çözüm olabilecek "Biyolojik Degradasyon"dan yararlanma bu araştırmanın ana amacı olarak seçilmiştir. Bu alanda dünyada yapılan çalışmaların oldukça yeni olması, gerek literatür temininde gerekse araştırmanın devamı sırasında çıkan sorunların çözümünde, çeşitli zorluklarla karşılaşılmasına neden olmuştur.

Tüm bu güçlüklerin yenilmesinde son derece büyük yardımlarını gördüğüm Sayın Hocam Doç. Dr. Şahin BOSTANCI'ya, değerli fikirlerinden yararlanma olanağı bulduğum Sayın Hocam Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU, Doç. Dr. Harzemşah HAFIZOĞLU ve Doç. Dr. Rahim ANŞIN'e teşekkürü bir borç, bilirim.

Ayrıca, malzeme yönünden araştırmanın yürütülmesi sırasında ortaya çıkan aksaklıkların çözümünde yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Yalçın ÖRS'e ve tezin bilgisayarla yazımı sırasında gerekli her türlü kolaylığı sağlayan K.T.Ü. Bilgi İşlem Merkezi Personelinden Sayın Pelin İLTER'e ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Ağustos 1987

M. Kemal YALINKILIC

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	VI
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	2
2.1. Materyal.....	2
2.1.1. Biyolojik Degradasyonda Kullanılan "Pleurotus ostreatus Jacq.".....	3
2.1.1.1. P. ostreatus'un Sistematiğindeki Yeri.....	3
2.1.1.2. P. ostreatus'un Morfolojisi.....	4
2.1.1.3. P. ostreatus'un Fizyolojisi.....	5
2.1.1.4. P. ostreatus'un Besin Değeri.....	6
2.1.1.5. Mantarlarca Lignoselülozik Materyallerde Oluşturulan Biyolojik Degradasyon.....	7
2.1.1.6. Biyolojik Degradasyondan Kağıt Hamuru Endüstrisinde Yararlanma.....	9
2.1.1.7. P. ostreatus'un Deneme Mantarı Olarak Seçiminde Gözönüne Alınan Faktörler.....	11
2.1.2. Kağıt Hamuru Üretiminde Kullanılan Hammaddelerden Biyolojik Degradasyonda Yararlanılanlar.....	11
2.1.2.1. Buğday (Triticum aestivum L.)'ın Özellikleri.....	14
2.1.2.2. İğne Yapraklı Ağaç Endüstriyel Yongalarının Özellikleri.....	15
2.2. Yöntem.....	15
2.2.1. P. ostreatus'un Yetiştirme Teknikleri.....	15
2.2.1.1. Ekstansif Yetiştiricilik.....	16
2.2.1.2. Entansif Yetiştiricilik.....	18
2.2.2. Kimyasal Analiz Yöntemleri.....	28
2.2.2.1. Analizlerde Kullanılan Hammaddenin Hazırlanması.....	28
2.2.2.2. Holoselüloz Miktarının Belirlenmesi.....	28
2.2.2.3. Selüloz Miktarının Belirlenmesi.....	29
2.2.2.4. Lignin Miktarının Belirlenmesi.....	30
2.2.2.5. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük.....	30
2.3. İstatistiksel Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler.....	32

BÖLÜM 3. BULGULAR.....	33
3.1. P. ostreatus'a İlişkin Bulgular.....	33
3.2. Biyolojik Degradasyona Ugratılmış Materyalin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	50
3.2.1. Buğday (Triticum aestivum L.) Saplarının Kimyasal Analiz Sonuçları.....	50
3.2.1.1. Holoselüloz Miktarı.....	50
3.2.1.2. Selüloz Miktarı.....	57
3.2.1.3. Lignin Miktarı.....	64
3.2.1.4. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı.....	71
3.2.1.5. Buğday Saplarının Kimyasal Analiz Sonuçlarının Biyolojik Degradasyon Yönünden Karşılaştırılması.....	78
3.2.1.5.1. Selüloz-Lignin Biodegradasyonunun Karşılaştırılması.....	78
3.2.1.5.2. Holoselüloz-Lignin Biodegradasyonunun Karşılaştırılması.....	78
3.2.1.5.3. Holoselüloz-Selüloz Biodegradasyonunun Karşılaştırılması.....	78
3.2.1.5.4. Selüloz-% 1'lik NaOH'de Çözünürlük Değerlerinin Karşılaştırılması.....	79
3.2.1.5.5. Lignin-% 1'lik NaOH'de Çözünürlük Değerlerinin Karşılaştırılması.....	79
3.2.1.5.6. Holoselüloz-% 1'lik NaOH'de Çözünürlük Değerlerinin Karşılaştırılması.....	79
3.2.1.5.7. Holoselüloz- Lignin- Selüloz Biodegradas- yonunun Karşılaştırılması.....	80
3.2.1.5.8. Holoselüloz- Lignin- Selüloz ve % 1'lik NaOH'de Ç. Sonuçlarının Karşılaştırılması....	80
3.2.2. İgne Yapraklı Ağaç Endüstriyel Yongalarının Kimyasal Analiz Sonuçları.....	105
3.2.2.1. Holoselüloz Miktarı.....	105
3.2.2.2. Selüloz Miktarı.....	109
3.2.2.3. Lignin Miktarı.....	109
3.2.2.4. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı.....	117
3.2.2.5. İgne Yapraklı Ağaç Endüstriyel Yongalarının Kimyasal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	117
BÖLÜM 4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	131
KAYNAKLAR.....	134
ÖZGEÇMİŞ.....	137

ÖZET

Biyoteknolojinin kullanılabileceği potansiyel bir endüstri kolu olarak görülen kâğıt hamuru üretimi ve ağartılması sırasında çeşitli sorunlar yaratan hücre çeperinin ana bileşenlerinden ligninin mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak metabolize veya modifiye edilebilmesi amacıyla yalnızca beyaz çürüklük mantarlarının kullanılabileceği bildirilmektedir.

Bu nedenle biyolojik degradasyonda yararlanmak üzere bir beyaz çürüklük mantarı olup, aynı zamanda yüksek besin değerine sahip yemeklik bir mantar türü olan "Pleurotus ostreatus" un miselleri, ülkemiz kâğıt endüstrisinde önem arzeden iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongaları ve buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarına aşılansın, aşılansın materyalden belirli sürelerde alınan örnekler üzerinde TAPPI ve SCAN standartlarına uygun olarak yapılan kimyasal analizlerle; mantarın hangi aşamada, hücre çeperinin hangi bileşenini ne ölçüde etkilediği saptanmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra biyolojik degradasyonda kullanılan P. ostreatusun fizyolojisi, morfolojisi ve gelişim seyrine ilişkin çeşitli gözlemlerde bulunulmuştur.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre; buğday saplarında 131 günlük inkübasyonla, orijinal örneğe oranla holoselüloz miktarı % 15.137, selüloz miktarı % 19.080, lignin miktarı % 23.620 oranında azalırken, % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarı % 36.280 oranında bir artış göstermiştir. İğne yapraklı ağaç yongalarında ise 44 gün süreli inkübasyon sonunda, orijinal örneğe oranla; holoselüloz miktarı % 12.085, selüloz miktarı % 9.811, lignin miktarı da % 9.996 oranında azalırken, % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarı % 39.265 oranında bir artış göstermiştir.

Buğday saplarında biyolojik degradasyonun 89. gününde holoselüloz, selüloz ve lignindeki orijinal örneğe oranla azalma miktarı aynı düzeyde gerçekleşmiş, bu günden sonra lignindeki degradasyon miktarı diğer bileşenlere oranla artan bir seyir takip etmiştir. Biyolojik degradasyon süresince ligninin en fazla degrade edilirken, holoselüloz ve selülozun en az etkilendiği inokülasyon süresi 103, 117 ve 131. günler olarak belirlenmiştir.

İğne yapraklı ağaç yongalarında ise ligninde gittikçe artan kademeli bir degradasyon görülmüş ve bu bileşenin 37 ve 44.günler arasına kadar diğer bileşenlerden daha fazla oranda degrade edildiği saptanmıştır. Biyolojik degradasyon süresince orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla ligninde en fazla, holoselüloz ve selülozda ise en az degradasyon inokülasyon süresininin 23. gününde gerçekleştirilmiştir.

Bütün bu bulgulardan, biyolojik degradasyonda kullanılan P. ostreatus tarafından hücre çeperi ana bileşenlerinin tümünün değişen oranlarda tahrip edildiği, genel olarak en fazla degradasyonun ligninde gerçekleşmesine rağmen holoselüloz ve selüloz oranlarının da azalma gösterdiği, bu nedenle bu mantar türü için

kağıt hamuru üretimi ve ağartılması açısından sağlayabileceği ekonomikliğin ayrıca çeşitli analizlerle araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

P. ostreatus' a ilişkin gözlem sonuçlarına göre, mantarın buğday saplarında 63-67 gün içerisinde toplanma olgunluğuna erişirken, iğne yapraklı ağaç yongalarında 41-48 günde bu olgunluğa ulaştığı saptanmıştır. Mantarın optimal gelişme koşullarında çok hızlı bir büyüme gösterdiği ve kompost bloklarından kısa aralıklarla (5-7 gün) ürün(flaş) alınabildiği, bu koşulların sürekli olarak aynı düzeyde tutulması halinde elde edilen mantarların oldukça hacimli ve gösterişli olduğu yapılan gözlemlerle belirlenmiştir. Ekolojik koşulların bozulması durumunda yeni şapka oluşumu durmakta, oluşmakta olan şapkalarda ise şekil bozuklukları ortaya çıkmaktadır.

P. ostreatus' a ilişkin yapılan tüm gözlem sonuçlarına göre araştırmada kullanılan bu mantar türünün yemelik bir mantar olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

SUMMARY

" The Biodegradation of "Pleurotus ostreatus Jacq." on Some Raw Materials of Pulp and Paper Industry "

Lignin's role is known, in wood is to cement and protect the cellulosic components in cell walls both chemically and physically. For this reason, the principal objective of pulping operations is to have separation of cellulosic fibers from encasing lignin matrix. This separation must be carried out with specificity (i.e., selectivity) to minimize the damage to useful wood fibers.

An important area of biological researches on the microorganisms which are converting wood or any other lignocellulosic material to products like pulp, chemicals, and even food have been studied in the recent past in many wood research laboratories. Mainly, the feasibility of microorganisms for the removal or modification of lignin in pulping operations, or both has been investigated. These microorganisms which produce lignin degrading and modifying enzymes under appropriate growth conditions, are called white-rot fungi. Since white-rot fungi are the only microorganisms able to degrade all the major components of wood (i.e., cellulose, hemicellulose, and lignin), they are the most promising group of microorganisms on which to base possible biotechnology for the forest industries.

The utilization of biodegradation in pulping operations can be realized in two stages ; first in Biopulping, and secondly in Biobleaching. As biodegradation of microorganisms in pulping stage can be used for the aim of degradation of lignin, where as in bleaching stage, the biodegradation of lignin which was left after pulping , to be aimed.

In both stages the benefits of using biodegradation could be given as follows :

1. Reducing consumption of chemicals and energy savings,
2. To bleach of pulp without reducing its physical properties,
3. To avoid of enviromental pollution,

To obtain those mentioned beneficiencies is only possible with using white-rot fungi as explained formerly. However, the white-rot fungi deplete the low or somewhere high moleculer carbohydrates at the begining of their degradation of lignocellulosic materials. The differences among the white-rot fungi in relative rates of attack on the major wood components evidently reflect differences in their enzyme activities. Not suprisingly, various species of white-rot fungi differ in relative rates at which they remove major components.

Thus, the researches gain importance on the points of incubation conditions and periods in which the fungi degrade lignin mostly, and also the enzymatic activities of the fungi.

In our study, we have chosen one of the white-rot fungi " *Pleurotus ostreatus* = Oyster mushroom " which is known as one of the important edible mushroom, to use in biodegradation. For the intensive growth technic of *P. ostreatus*, the solid substrata, industrial pulping chips of soft wood species and wheat (*Triticum aestivum* L.) straw which are both known the main sources of pulping industry, were moistened at the humidity degree of 70-80% separately. Moistened solid media then sterilized by direct vapour for 8-9 hours in an autoclave. After sterilization, the media were mixed with the mycelia of *P. ostreatus* at the ratio of 2% as to the moistened media weight. The wheat straw were inoculated in the plastics sacks, where as the chips were inoculated in the preserved jars. The jars were covered with the double layers of milk filter pads. From the 3% concentrated sugar solution, the calculated amount at the ratio of 2% as to the moistened media weight, were added to the substrata for acceleration of mycelium development.

Growth of the *P. ostreatus* were realized in two stages. First stage was the penetration of mycelia in the covered substrate at the temperature degree of 25-28°C. The second stage were started when the mycelia penetrated to the bottom of the substrate. Between two stages, the substrate blocks were left at the suddenly decreased temperature rates of + 4-5°C degrees for 48 hours to increase the occurrence of primordium more quickly. This operation is known as " Termic Shock".

After mycelia developing period, the samples were taken weekly for determination of lignin, cellulose, holocellulose and the solubility in 1% NaOH contents. In addition to those, some observations were made on the physiological, morphological properties and developing periods of *P. ostreatus*.

The results of the observations related to the fungus showed that on wheat straw the first abundant harvest of fruiting bodies were picked in between 63rd- 67th days and 41st- 48th days on the wood chips substrate. It has also been observed that if the optimal climatical conditions are arranged the fungus shows very quick development. The optimal growth conditions were arranged as temperature rate 25-28°C and 15-16°C for the first and second stages subsequently. For the fructification *P. ostreatus* needs a highly controlled humidity between 80-90%, and also some light at the amount of 40-60 lux. degrees.

In the case of taking care on controlling of the O₂/CO₂ ratio for the sufficient reaspiration of the fruit bodies, it has been possible to harvest the valuable and well-shaped sporophores on both substrata.

As for the chemical analyzes which were made according to TAPPI and SCAN Standarts to determination of holocellulose, cellulose, lignin and 1 % NaOH solubility contents, it has been considered from the begining of the study, that as a white-rot fungus *P. ostreatus* too will degrade all the major components of cell walls. But it has been also considered that there may be a possibility of finding an inoculation period and conditions at which the fungus attack and degrade lignin mostly. After having completed all the chemical analyzes, the following results were obtained ;

1. As many other white-rot fungi, *P. ostreatus* also removed lignin faster than either the cellulose or the hemicelluloses in the later stages of total 131 days inoculation time(89.th day and forth) on wheat straw, where as in the early stage of total 44 days inoculation time (until between 37.th and 44.th days) on wood chips.
2. The reduction of lignin contents has indicated an increasing stairs-like line on both substrata. Although, the preferential degradation has been occured on lignin, a remarkable reduction were determined on the contents of total holocelluloses.
3. Duiring biodegradation the reduction of major components were obtained in comparison with the values of original samples, as follows :

Medium	Incubation Time (DAY)	Holocellulose (%)	Cellulose (%)	Lignin (%)
Wheat straw	131	15.137	19.080	23.620
Wood chips	44	12.085	9.811	9.996

On the other hand, the inoculation time in which the lignin degradation has been occured mostly while other components effected at the minimum rates, were determined 103.rd, 117.th, and 131.st days for the wheat straw and 23.rd day for the wood chips.

4. The solubility in 1 % NaOH has increased duiring biodegradation by the fungus *P. ostreatus* at the ratios of 36.280 % of wheat straw and 39.265 % of the wood chips in comparison with the values of original samples.

1.GİRİŞ:

Kağıt hamuru elde etme yöntemlerinin hepsindeki ortak amaç,hammadde içerisinde bulunan lifsel hücreleri birbirinden ayırıp bireysel lifler haline getirmektir. (Bostancı,1987,S.114)

Lifleri ise bir arada tutan etkenlerin başında büyük çoğunluğu orta lamelde, kısmen de primer zarda bulunan ve hücreleri birbirine yapıştırıcı bir rol oynayan ligninin bağlayıcı etkisi gelmektedir.Kompleks bir yapıya sahip olan ligninin çözündürülmesi ise kolay bir işlem olmayıp; bazı kimyasal maddeler kullanarak hücre zarını şişirmek, sıcaklığı artırarak lignini yumuşatmak veya basınç ve sıcaklıkla birlikte değişik kimyasal maddeler yardımıyla ligninin çözündürülmesi gibi değişik yöntemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. (Bostancı,1987,S.114) Sonuçta elde edilen kağıt hamuru belirli bir minimum dereceye kadar ligninden arındırılmış olmakla birlikte yine de içerisinde % 1-4 arasında lignin kalabilmektedir. (Bostancı,1980,S.14)

Aslında beyaza yakın renkte olan ligninin rengi uygulanan kimyasal işlem sonucu sarıdan kahverengiye doğru koyu bir renk kazandığından, elde edilen hamurun rengini de koyulaştırmaktadır. Kağıdın renk kalitesini bozan koyu rengin de "Ağartma" dediğimiz başka kimyasal işlemle giderilmesi şarttır. Böylece "Pişirme" ve "Ağartma" denilen iki kademeli bir işlemden sonra elde edilen beyaz renkli kağıt hamurları ancak kaliteli kağıt yapımında kullanılabilir hale getirilmiş olur.Bu kademelerde kullanılan aşırı enerji ve kimyasal maddelerden dolayı bir yandan ekonomiklik sınırı yıldan yıla zorlanırken diğer yandan kimyasal maddelerin çevre kirliliğine yaptığı olumsuz etki de giderek artmaktadır.

Kağıt endüstrilerini zorlayan bu sorunların çözümü için kağıt endüstrilerinde ileri ülkelerin son 4-5 yıldır üzerinde durduğu konulardan biri de ligninin biyolojik yoldan degradasyona uğratılması olanaklarının araştırılması olmaktadır.

Kağıt hamuru endüstrisinde biyolojik degradasyondan hamur üretim kademesinde(Biopulping) ve ağartma kademesinde (Biobleaching) olmak üzere iki değişik aşamada yararlanılabilir. Hamur üretim kademesinde biyolojik degradasyon, hammadde içinde bulunan ligninin degradasyonuna yönelik,gerçekleştirilirken,ağartma kademesinde, önceden elde edilen yarı mamul kağıt hamuru içerisinde kalmış bulunan ligninin degrade edilmesi sözkonusudur. Her iki aşamada da biyolojik, degradasyondan beklenen faydalar :

- 1.Enerji ve kimyasal madde tüketiminden tasarruf etmek,
 - 2.Kağıt hamurunun fiziksel niteliklerini zayıflatmadan hamurun rengini ağartmak (beyazlatmak),
 - 3.Çevre kirliliğini azaltmak,
- şeklinde sıralanabilir. (Eriksson,1985,S.52)

Bu yararların sağlanabilmesi, ancak beyaz çürüklük yapan mantarların kullanılması ile gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte, beyaz çürüklük yapan mantarların gelişim evrelerinde yüksek ya da düşük moleküllü karbonhidratları degrade ederek metabolizmaları için gerekli enerjiyi sağladıkları, geliştikten sonra da lignini degrade edebilmek için salgılayacakları enzimi yapmada da yine karbonhidratlardan yararlandıkları belirtilmektedir. (Eriksson, 1985, S.46) Bu da arız oldukları lignoselülozik maddenin selüloz ya da hemiselülozunu da bir miktar degrade ettiklerini göstermektedir. Konu bu yönü ile ele alındığında mantarın gelişmesini tamamladıktan sonra, lignini hangi zaman süreci içinde en fazla degrade ettiği, buna karşılık selüloz ya da hemiselüloza verdiği zarar miktarının ne kadar olduğunun bilinmesi önem kazanmaktadır.

Bu amaçla çalışmamızda, beyaz çürüklük yapan ve aynı zamanda önemli bir yemeklik mantar türü olan "Pleurotus ostreatus" mantarının usulüne uygun olarak üretilmiş miselleri temin edilerek, kağıtçılıkta kullanılan ve endüstriyel olarak hazırlanmış iğne yapraklı ağaç yongalarına ve buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarına aşılacaktır. Gelişme devrelerini tamamladıktan sonraki dönemde belirli peryotlarda alınan örnekler üzerinde mantarın yaptığı degradasyon etkisi; hammaddenin % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarı, lignin, selüloz ve holoselüloz miktarları analizler sonunda belirlenerek; mantarın hangi zaman sürecinde hücre çeperinin hangi bileşeninde ne kadar biyolojik degradasyon yaptığı saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca her bileşenin biyolojik degradasyon hızları; orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır.

Buna ek olarak, *Pleurotus ostreatus*'un seçiminde göz önüne alınan özelliklerinden biri olan yemeklik mantar olması özelliği ile de, araştırma kapsamında yetiştirilen mantarların morfolojisi, fizyolojik istekleri ve gelişme seyrine ilişkin gözlemlerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM:

2.1 Materyal

Araştırma kapsamında iki farklı türde materyal kullanılmıştır. Bunlardan birincisi biyolojik degradasyona uğratılan ve kağıt hamuru yapımında kullanılan hammaddelerden olan;

- a- Buğday (*Triticum aestivum* L.) sapları
- b- Endüstriyel olarak hazırlanmış iğne yapraklı ağaç yongaları,

ikincisi ise biyolojik degradasyonu gerçekleştirmede kullanılan mantar türü "*Pleurotus ostreatus* Jacq." dur. Her iki materyalin özelliklerine ilişkin bilgiler ileride verilmiştir.

2.1.1. Biyolojik Degradasyonda Kullanılan Mantar Türü "Pleurotus ostreatus Jacq."

Dünyanın hemen her yerinde çok geniş bir yayılma alanına sahip olan *Pleurotus ostreatus*; doğada gölge ve yarı gölge orman içlerinde veya aynı çevre koşullarındaki dere kenarlarında ölü e-dunlarda saprofit, dikili ağaçlarda ise parazit olarak yaşam sü-fer. Genellikle yapraklı ağaçlar üzerinde, arasına da iğne yapraklı türlerde ortaya çıkan bu mantar ağaçlarda gövde üzerinde, dal kırığı ve yara yakınlarında üreme organı oluşturur. (Cartwright ve Findlay, 1952, S.114)

Konukçuları arasında; kayın, huş, ceviz, kavak, söğüt, at kestanesi, karaağaç, kızılbaş ve ıhlamur sayılabilir. Bunlardan özellikle kayın üzerinde çok sık görüldüğünden halk arasında "Kayın Mantarı" olarak tanınır. (Kocyiğit, 1980, S.37)

Genellikle açık yarıllardan gıferek, çeşitli yapraklı ağaçların öz ve diri odununa arız olduktan hemen sonra hızlı bir gelişme göstermekte ve beyaz kar gibi bir çürüklük yapmaktadır. Çürüklüğün ilk aşamasında görülen dar kahverengi zonlar, çürüklüğün ilerleyen aşamalarında açık kahverengi zonları çevreler. (Boyce, 1961, S.410)

Yemeklik mantar olarak bildirilen *P.ostreatus*'un; yeni bir mantar türü şeklinde tanınmasına karşın, yetiştiricilik açısından diğer yemeklik mantarlara göre oldukça toleranslı yetiştirme koşullarına sahip olması, fazla bir yatırım ve masraf gerektirmeden yetiştirilebilmesi ve tadı ile besleyicilik değerinin kayda değer oranda yüksek olması gibi avantajlarıyla her geçen gün daha fazla bir üretim potansiyeli kazandığı gözlenmektedir. (Kocyiğit, 1980, S.35)

2.1.1.1. *Pleurotus ostreatus*'un sistematikteki yeri

Dünya üzerinde yaşayan tüm bitkiler Bacteriophyta, Cynophyta, Pycophyta, Mycophyta, Bryophyta, Pteridophyta ve Spermatophyta olmak üzere yedi ana bölümde toplanmaktadırlar. Ayrıca mantarlarla alglerin ortak yaşamasından oluşan Licenselerde vardır. (Ansin, 1987, S.36)

Bunlardan Mycophyta Bölümü'ne giren mantarlar; başlangıcını bir spordan alan, bir ya da çok hücreli, klorofilsiz bitkilerdir. Parazit olarak canlı konukçularda, saprofit olarak da ölü bitki veya besin ortamlarında yaşarlar. İksel örnekleri çıplak ve amibimsi olup tallus'tan ibarettir. Diğer tüm örneklerde bir zarla çevrilmiştir. Vejetatif yapıları; az ya da çok dallanmış, iplik gibi uzamış hüflerden, hüflerinde bir araya keçe gibi toplanmasıyla meydana gelen misellerden oluşmuştur. Çoğunlukla karada yaşamaktadırlar, ancak bazı Phycomycetes (İksel mantarlar)'ler tatlı suda yaşayabilmektedirler. Denizde yaşayan mantarlar birkaç tür dışında bilinmemektedir. (Ansin, 1987, S.37)

Mantarların sistematigi üzerinde birleşilmiş tek bir sistem yoktur. Birbirinden küçük farklarla ayrılan birçok sistemden yaygın kullanım alanı bulan Strasburger'in sistematigine göre önce tüm mantarlar genel olarak beş sınıfta toplanmıştır. Bu sınıflandırma çoğunlukla mantarların hayat devrelerine ve üreme organlarına göre yapılmıştır.

- 1.Sınıf: Myxomycetes (Yumuşak veya Cıvık Mantarlar)
- 2.Sınıf: Phycomycetes (İlksel Mantarlar)
- 3.Sınıf: Ascomycetes (Borucuklu veya Cebli Mantarlar)
- 4.Sınıf: Basidiomycetes (Basidili veya Topuzlu Mantarlar)
- 5.Sınıf: Fungi imperfecti (Deuteromycetes veya Eksik Mantarlar) (Anşin,1987, S.36)

Pleurotus ostreatus, mantarların en gelişmiş türlerini içeren Basidiomycetes sınıfı içerisinde yer almaktadır.

Sınıf: Basidiomycetes
Alt sınıf: Holobasidiomycetidae
Takım: Agaricales
Familya: Agaricaceae
Cins: *Pleurotus*
Tür: *Pleurotus ostreatus* Jacq. (=Oyster mushroom)
(Anşin, 1987, S.133)

2.1.1.2. *Pleurotus ostreatus*'un morfolojisi

Pleurotus cinsi; beyaz sporlu ve etli Agaricales Takımı türleri arasından, üreme organı (basidiocarp) yapısının tipik oluşu dolayısıyla kolaylıkla seçilir. Basidiocarpları saplı olanlarda sap şapkaya yanıl ve eksantrik olarak bağlanır. Eğer basidiocarp sapsızsa, bir kenarından konukçuya (besin ortamına) bir raf şeklinde tutunur. Saplı olanlarda annulus yoktur. Pileus giller üzerinde basidiumlarını oluşturur. (Öner,1980, S. 102)

Eylül-Nisan ayları arasında ortaya çıkan *Pleurotus ostreatus* üreme organları, ağaçlar üzerinde midye ya da istiridye gibi kalabalık salkımlar halinde uzanırlar. Genişlikleri 5-15 cm., yuvarlakça veya yarı yuvarlak görünüşte ve biraz yukarıya dönüktürler. Renkleri gölgede veya yarı gölgede yetişmesine bağlı olarak yeşilimsi griden, kahverengiye kadar olabilmektedir. Şapkaların üst tarafı pütürsüz ve çoğunlukla düzgün, alt kısmında açık renkli lameller sapla aşağıya dönük olarak birleşirler. Saplı olanlarda, sap şapkaya yandan veya şapka kenarından birleşmiş durumdadır. (Selik, 1966, S.138)

2.1.1.3. Pleurotus ostreatus'un fizyolojisi

Mantarların fizyolojik karakteristikleri ve istekleri sınıftan sınıfa, takımdan takıma, familyadan familyaya, hatta aynı familyanın türleri arasında bile çeşitli farklılıklar göstermektedir. Ancak her mantarın gelişimi, spor oluşturmaları ve çimlenmesi genel olarak aşağıdaki faktörlerle ilişkilidir :

1. Rütubet (Besin ortamının nem içeriği ve havanın bağıl nemi,
2. Sıcaklık,
3. Işık,
4. Oksijen ve Karbondioksit Oranları,
5. Besin Ortamı,
6. Asidite (pH). (İlhan, 1984, S.24)

Rütubet, mantarların gelişmelerini sağlayan önde gelen etmenlerden biridir. Hem mantarların yaşadığı ortamın nem içeriği, hem de havanın bağıl nemi mantarın gelişmesine uygun sınırlar içerisinde bulunmalıdır. Pleurotus ostreatus için bu sınır % 80-90 oranında bulunmaktadır. (Kocyiğit, 1980, S.37)

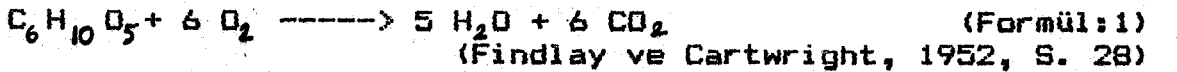
Mantarların aktivitesi üzerine etkili olan bir diğer önemli faktör de sıcaklıktır. Mantarlar genel olarak -5°C ile + 40°C arasında aktivitelerini sürdürürler. + 40°C'nin üstündeki sıcaklıklara dayanamayarak ölürlür. (Selik, 1966, S.15)

Sıfırın altındaki sıcaklıklara mantarların karşı koyabilmeleri değişiktir. Ancak çoğunlukla aktivitelerini sıfırın altındaki sıcaklıklarda yitirmektedirler. (Anşin, 1987, S.32)

Pleurotus ostreatus'un optimum sıcaklık isteği 20-30°C arasındadır. (Kocyiğit, 1980, S.37)

Işık, mantarların gelişmeleri üzerine bazen engelleyici, bazen de olumlu yönde etki eder. Direkt güneş ışınları mantar sporlarının çimlenme yeteneklerini düşürür. Bunun en açık kanıtı, mantarların çoğunlukla gölge, yarı gölge veya loş yerlerde görülmesidir. Diğer bazı mantarların aksine Pleurotus ostreatus gelişmesi sırasında bir miktar ışığa gereksinme duymaktadır.

Lignoselülozik materyallerde tahribat yapan tüm mantarlar, diğer çoğu organizmalar gibi yaşamları için gereken enerjiyi sorunumla sağlarlar. Bu olayda havadaki oksijen alınarak, kompleks organik bileşikler parçalanmakta ve aşağıdaki formül gereğince CO₂ (Karbondioksit) dışarıya atılmaktadır.



P. ostreatus yetiştiriciliğinde de, oksijen ve karbondioksit oranı önemlidir. Yetiştirme ortamında CO₂ oranının artmasıyla yetişen mantarlarda şekil bozuklukları görülmektedir. (Kocyiğit, 1980, S.37)

Mantarların oldukça geniş pH sınırları içerisinde yaşayabilmeleriyle birlikte, her mantar türünün optimal gelişmeyi sağladığı bir asitlik derecesi maximum ve minimum değeri bulunmaktadır. *P. ostreatus* için gerekli optimum pH; 6,5 -7 arasındadır. (Kocyiğit, 1980, S.36)

2.1.1.4. *Pleurotus ostreatus*'un besin değeri

Taranan literatürlerin hemen hepsinde yeni bir yemeklik mantar türü olarak söz edilen *P.ostreatus*'un besin değerinin diğer sebzelerle karşılaştırılacak olursa, çok yüksek olduğu ve değerli bir gıda maddesi olarak kullanılabilceği belirtilmektedir. (Tablo:1 ve 2) (Kocyiğit, 1980, S.36)

Tablo:1. 100 gr. taze ve kurutulmuş *P. ostreatus*'un bileşimi

Madde	Taze ağırlık	Kuru ağırlık
Su	92.62	-
Kuru madde	7.38	100.00
Kül	0.55	7.4
Ham protein	1.77	23.9
Yağ	0.11	1.5
Artık madde	1.07	14.5
N'suz bileşikler	3.88	52.7

Tablo:2. *P.ostreatus*'un besin değeri ve diğer sebzelerle kıyaslama

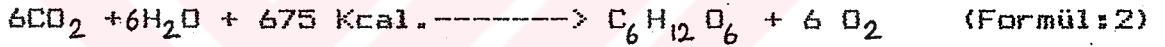
%	Su	Protein	Yağ	Karbonhidrat	Artık madde
Yeşil bezelye	74.3	6.7	0.4	17.7	?
Patates	74.9	2.0	0.1	20.9	1.0
Havuç	86.8	1.2	0.3	9.0	1.7
Bey.lahana	92.1	1.5	0.1	4.2	1.2
Ispanak	93.4	2.2	0.3	1.7	0.5
<i>A.bisporus</i>	90.0	4.8	0.2	3.5	0.8
	91.1	2.4	0.3	4.0	?
<i>P.ostreatus</i>	92.6	1.8	0.1	-	1.1
Süt	87.2	3.5	3.7	4.8	-
Tereyağ	13.6	0.7	84.4	0.6	-
Yumurta	73.7	12.5	12.4	0.5	-
Dana eti	72.3	19.0	7.5	0.1	-
Diğer	71.5	20.0	3.5	-	-

? : Bilinmiyor - : Bulunmuyor

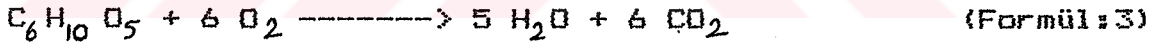
2.1.1.5. Mantarlarca Lignoselülozik Materyallerde Oluşturulan Biyolojik Degradasyon

Yeşil bitkiler özümleme (Fotosentez) olayı ile organik besin maddelerini kendileri yaparlar. Bu olayda, topraktan alınan ve yapraklara gelen suyun ışıklı bir ortamda enzimler aracılığı ile ayrıştırılması, oksijenin dışarıya salınarak hidrojenin tutulması; diğer yandan havadan alınan CO₂'nin ışıksız ortamda çeşitli enzimler yardımıyla tutuklu hidrojene bağlanması olarak özetlenebilecek kimyasal olaylar sonunda organik besin maddeleri yapılmaktadır. Yeşil bitkiler suyu parçalamak için gerekli enerjiyi güneşten aldıkları ışık ve ısı enerjisini kimyasal enerjiye çevirmekle sağlarlar.

Özümleme'de ışık ve ısı kadar önemli diğer bir faktör de Klorofil maddesidir. Böylece yapraklardaki Klorofil'in katalizator ve ışınları emici etkisi ile ve güneş enerjisinin yardımıyla havanın CO₂'i ve su'dan aşağıdaki formül gereğince Karbonhidratlar meydana gelmektedir.:



Klorofile sahip olmayan ve bir veya çok hücreli bitkiler olan mantarlar ise gerek duydukları besin maddelerini kendileri yapamayarak hazır olmak üzere canlı ve ölü diğer organik maddelerden sağlarlar. Aşağıda bir polisakkarit olan selüloz ünitesinin mantarlarca oksidasyonu sonucu oluşan ürünler görülmektedir.;



Oksidasyon sırasında gereken oksijen ya havadan alınmakta (Aerobik Solunum) veya hücreler arası solunum (Anaerobik)'la sağlanmaktadır. Anaerobik Solunumla oksidasyonun gerçekleşmesi durumunda karbondioksit yerine dışarıya Alkol ve Oksalik asit salınmaktadır. (Findlay ve Cartwright, 1952, S.28)

Mantarların besin maddesi çoğunlukla hücre çeperini oluşturan bileşenlerdir. Bunlardan başka nişasta, şeker, yağlar ve protoplazma'da mantarlarca besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Tüm bu organik bileşenlerin bozularak besin haline getirilmesi, oksidasyon sırasında salgılanan enzimler yardımıyla gerçekleşmektedir.

Enzimler, diğer adıyla biyokatalizörler; canlı organizmada oluşan tüm reaksiyonların çok yumuşak koşullarda gerçekleşmesini sağlayan ve bu reaksiyonları koordine eden protein yapısındaki spesifik katalizörlerdir. (Telefoncu, 1986, S.1)

Mikroorganizmalar tarafından, hücre içinde sentezlendikten sonra, hücre membran ve duvarını geçerek kültür ortamına salgılanan enzimlerin, salgılanma mekanizmaları organizmadan organizmaya

değiştirdiği için, olayın kesin bir modelle açıklanması bugünkü bilgilerle olanaksızdır. (Sukan, 1986, S.98)

Kimyasal katalizörler tarafından $10^4 - 10^6$ kadar hızlandırılabilen kimyasal reaksiyonlar, biyokatalizör ya da enzimler tarafından 10^{14} kat hızlandırılabilir. Buna ek olarak enzimlerin spesifikliği ve reaksiyon sırasında oluşan istenmeyen yan ürünleri azaltması da önemli avantajlarından. (Griffin, 1985, S.56)

Mantarların salgıladıkları enzimlerle lignoselülozik materyallerde yaptıkları degradasyon çok çeşitlidir. Bir kısım mantarlar hücre çeperinin belirli bir bileşeni üzerinde etkili olurken, diğer bir kısım mantar ise ya tüm bileşenler ya da yine belirli başka bir bileşen üzerinde daha etkili degradasyon yapmaktadır. Böylece ortaya farklı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal bozuşum örnekleri çıkmaktadır. Örneğin, kahverengi çürüklük yapan mantarlar başlıca polisakkaritleri degrade ederken, lignine çok az oranda etki etmektedirler. Yumuşak çürüklük yapan mantarlar da yine öncelikle polisakkaritleri degrade etmekte, selüloz hemiselülozlara oranla daha hızlı bir bozuşuma uğratılmaktadır. (Kirk, 1973, S. 159)

Yukarıda sözü edilen iki tip çürüklükte de degradasyondan en az etkilenen hücre çeperi bileşeni olan lignin; beyaz çürüklük mantarlarınca diğer bileşenlerin yanı sıra büyük ölçüde degradasyona uğratılmaktadır. Ancak sadece ligninin biyolojik degradasyonu mümkün olmamaktadır. (Eriksson, 1985, S. 46)

Lignoselülozik maddeler üzerinde tahribat yapan mantarların yaptıkları çürüklük çeşidine göre ortalama lignin kaybı miktarı aşağıdaki gibi verilmektedir. (İlhan, 1984, S.36)

Tablo:3. Çürüklüklerdeki ortalama lignin kayıpları

Çürüklük Çeşidi	Ortalama Lignin Kaybı (%)
Beyaz Çürüklük	40-50
Esmer (Kahverengi) Çürüklük	7-9
Yumuşak Çürüklük	15

Görüldüğü gibi ligninin en fazla degradasyona uğratıldığı çürüklük beyaz çürüklük olmaktadır. Ancak verilen bu değerler her beyaz çürüklük mantar türü için değişebileceği gibi, o mantar türünün yetiştirme ortamına göre de farklılıklar gösterecektir.

Ligninin bozuşumunun biyokimyası henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamışsa da, mantarın büyüme metabolizması için gerekli enerjiyi sağlamak amacıyla öncelikle selüloz gibi polisakkaritlere ve hemiselüloz gibi daha düşük moleküllü şekerlere ihtiyaç duyduğu, bunu sağlamak için salgıladığı enzimlerle selüloz ve hemiselülozu degrade ettiği; bu sırada oluşturulan Hidrojen peroksit (H_2O_2)'in de lignini degrade ettiği yönünde (Eriksson, 1985, S.

çeperi içerisindeki farklı tabakalar arasında meydana gelen lifler içi bağlantı kuvvetlerinin çeşitli yöntemlerle ortadan kaldırılması gerekmektedir. (Eriksson, 1985, S. 46)

İşte tüm bu sorunların çözülmesi için yapılan çalışmalar içerisinde önemli bir yer tutan "Biyolojik Degradasyon"da, uygun çevre ve besin ortamı koşulları altında lignini degrade edici ya da modifiye ederek çözündürülmesini kolaylaştırıcı enzimleri salgılayan beyaz çürüklük mantarlarının kullanılması (Farell, 1984, S.31) mümkün olmaktadır.

Günümüzde biyoteknolojik işlemler, kağıt üretimiyle bağıntılı olarak su üç çalışma alanı üzerinde yoğunlaşmaktadır :

1. Odun ve diğer selülozik maddelerin biyolojik delignifikasyonu,
2. Özellikle enzimler aracılığıyla lignoselülozik maddelerden etanol üretimi,
3. Çeşitli orman endüstri iş kollarının atık sularının farklı biyolojik yöntemlerle saflaştırılması, (Eriksson, 1985 S. 46)

Kağıt hamuru üretiminde kullanılan hammaddeler içinde bulunan ligninin biyolojik yoldan degrade edilebilmesi durumunda kağıt endüstrilerinde şu faydaların sağlanacağı söylenebilir :

1. Ligninin biyolojik yoldan degradasyonu, hammadde içindeki lignin miktarını azaltacağı veya ligninin kompleks yapısını bozacağından daha sonraki pişirme kademelerinde kalan lignini çözmek için kullanılacak enerji ve kimyasal madde miktarını azaltacak ve ekonomiklik sağlayacaktır.
2. Pişirme işleminden sonra hamur içinde kalan az miktardaki yapısı değişmiş ligninin tamama yakın bölümü ağartma kademesinde biyolojik yoldan degrade edilebilir. Böylece ağartmada kullanılacak klorlu bileşiklerin miktarı daha az olacağından çevre kirliliği büyük ölçüde azaltılacak, ayrıca ekonomiklik sağlanacaktır.
3. Mekanik ve termodinamik yöntemlerle elde edilen hamurlarda önceden biyolojik degradasyona uğratılmış hammaddeler kullanılması durumunda enerji tüketimi azaltılacaktır.
4. Bazı enzimler ligninin degradasyonu üzerinde doğrudan etkili olmayıp, yalnız ligninde renklenme eğiliminde olan serbest fenol ve katechol guruplarını olumsuz yönde etkileyebilirler. Bunun sonucu olarak hamurların renk stabilitesi sağlanmış olur. (Farell, 1984, S. 36)

Özetlemek gerekirse, biyolojik yoldan lignin degradasyonu gerçekleştirildiği takdirde, kağıt hamuru üretimi ve ağartılması sırasında harcanan enerjiden tasarruf edilecek, pişirme ve ağartmada kullanılan kimyasal madde tüketimi azaltılacak, böylece bir yandan ekonomiklik sağlanırken diğer yandan çevre kirliliği önemli oranda önlenilecek ve selüloz fibrilleri zarar görmeyeceği için fiziksel direnc nitelikleri daha iyi kağıt elde edilebilecektir.

2.1.1.7. Pleurotus ostreatus'un deneme mantarı olarak seçilmesinde gözönüne alınan faktörler

Araştırma kapsamında biyolojik degradasyonda kullanılmak üzere seçilen "Pleurotus ostreatus" mantarının seçilmesinde göz önüne alınan faktörler şunlardır :

1. Mantarın bir beyaz çürüklük mantarı olması,
2. Diğer mantarlara göre fazlaca bir substrat bağımlılığının olmayışı,
3. Besin değeri yüksek yemeklik bir mantar oluşu,
4. Doğal koşullara uygulanabilirliğinin diğer mantarlara göre yüksek oluşu,
5. Yetiştirilmesi sırasında özel bir toprağa ve kimyasal analizlerde hata oranını yükseltici katkı maddelerine gerek duyulmaması,

2.1.2. Kağıt hamuru üretiminde kullanılan hammaddelerden biyolojik degradasyonda yararlanılanlar

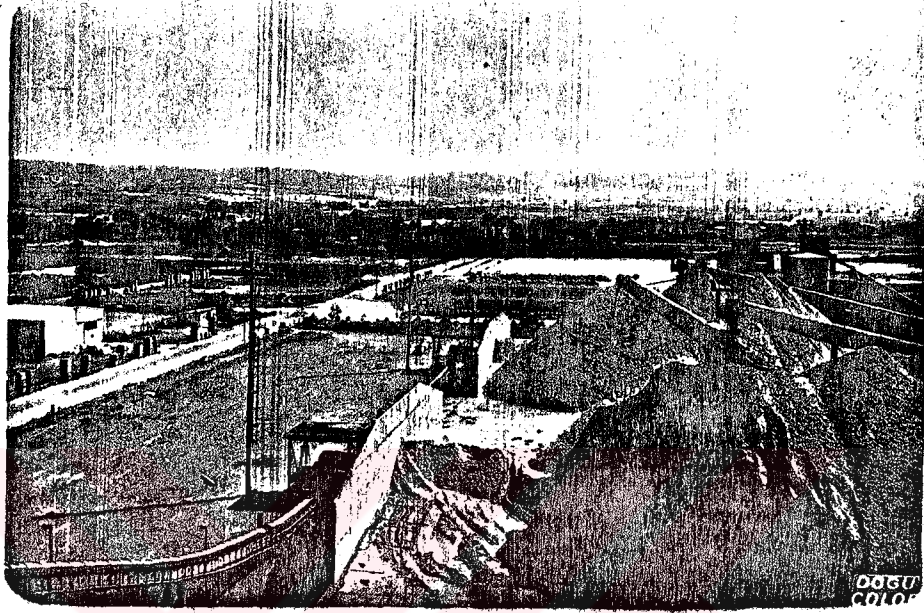
Herhangi bir hammaddenin kağıt hamuru endüstrisinde kullanılabilmesi için istenen Teknik ve Ekonomik yönden uygunluk koşulları lifsel hammaddelerde arandığında diğer hammaddelere oranla odunun birinci sırayı aldığı görülür. (Bostancı, 1987, S.6)

Hammadde yönünden ülkemizin durumu ise şöyledir ; Türkiye'de ormanların kapladığı toplam alan 20.199.296 hektar olup, bunun % 54'ü iğne yapraklı, % 46'sı ise yapraklı ağaç ormanıdır. İğne yapraklı ağaç ormanları 8.515.172 Ha., yapraklı ağaç ormanları 1.504.521 Ha., karışık koru ormanı 914.914 Ha., ve baltalık ormanlar ise 9.264.689 Ha. kadardır. (Eroğlu,1985, S. 17)

İğne yapraklı ağaç türleri hacimlerinin % 90-93'ü oranında, kağıt endüstrisinde her tür kağıdın yapımında kolaylıkla kullanılabilen, uçları sivri veya yuvarlak, ince uzun iğ şeklinde traheitlere sahiptir. Lifsel hücrelerin uzun olması ise; kağıdın yırtılma, çift katlama, gerilme ve patlama dirençlerini olumlu yönde etkilemektedir. (Bostancı, 1987, S. 18)

Bütün bu olumlu özelliklerinin yanı sıra, kapladığı alan bakımından da ülkemiz ormanları arasında en fazla potansiyel hammadde kaynağı olarak görülen iğne yapraklı ağaçların endüstriyel yongaları biyolojik degradasyonda yararlanılan hammaddelerden birisi olarak seçilmiştir. Bu amaçla, yongalar SEKA-BALIKESİR MÜESSESESİ TERMOMEKANİKSEL ODUN HAMURU(TMP) GAZETE KAĞIDI ve KERESTE ENTEGRE TESİSİ'nden kağıt hamuru üretilmek üzere hazırlanarak depolanmış yonga stoklarından sağlanmıştır.

Fabrika sahasında bulunan tüm yonga yığınlarından dip-orta-tepe kısımlarından olmak üzere değişik yerlerden örnekleme yoluyla alınan nünuneler birleştirilerek karıştırılıp homojen bir hale getirilmiştir. Resim:1' de yonga nünunelerinin alındığı yonga yığınları görülmektedir. (Resim: 1)



Resim: 1. SEKA-Balıkesir GAZETE KAĞIDI ve KERESTE ENTEGRE TESİSİ
Yonga Stokları

Diğer yandan Türkiye'nin orman kaynakları sınırlı olup son yıllarda üretimin tüketimi ancak karşılayacak duruma geldiği bildirilmektedir. Gelecekte karşılaşılabilecek hammadde sorunlarının çözümü için şu öneriler verilmektedir. (Eroğlu, 1985, S. 18)

1. Boş alanların özellikle hızlı büyüyen türlerle ağaçlandırılarak, odun hammaddesi üretiminin artırılması,
2. Ağacın kök, gövde, dal, ve kabuklarıyla birlikte tümüyle kullanılması (Whole tree-utilization)
3. Eski kağıtların kullanım oranlarının artırılması,
4. Halen dünyada kağıt yapımı için kullanılan lifsel maddelerin sadece % 5 kadarını oluşturan tarımsal artıkların ve bazı yıllık bitkilerin kullanımının artırılması,

Özellikle ormanca fakir ya da mevcut ormanlarından kağıt endüstrisinde yeterli hammaddeyi verecek gücde olmayan ülkeler için, lifsel yapıdaki yıllık bitkilerin veya bu bitkilerin artıklarının kağıt endüstrisinde hammadde olarak kullanılmalrı büyük önem taşımakta olup, bu tip ülkelerin kağıt endüstrileri hammaddelerinin çoğunu yıllık bitkilerden temine doğru süratle kaydıkları gözlenmektedir. (Bostancı, 1987, S. 329)

Bu nedenle, son 10 yılda dünya kağıt endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanımında % 10 artış görülürken, odunun kağıt en-

düstrisinde kullanımı ancak % 5,5 'luk bir artış göstermiştir. (Bostancı, 1987, S. 332)

Yıllık bitkiler içerisinde Türkiye'de en çok üretim potansiyeline sahip buğday samanının diğer yıllık bitki samanlarıyla yıllara göre üretim değerleri Tablo:4'de verilmektedir. Son yıllarda bu değerler fazlaca değişmemiştir. (Eroğlu, 1985, S. 18)

Tablo:4. Türkiye'nin 1974-1978 yılları arasında yıllık saman üretimi potansiyeli

Yıllar	Buğday M.ton	Arpa M.ton	Çavdar M.ton	Pirinç M.ton	Toplam M.ton
1974	22.0	5.3	2.0	0.2	29.5
1975	29.5	7.2	2.6	0.2	39.5
1976	33.0	7.8	2.6	0.2	43.6
1977	33.3	7.6	2.4	0.2	43.5
1978	32.8	8.1	1.8	0.2	42.9

Biyolojik degradasyon denemelerinde kullanılmak üzere diğer hammadde olarak da, Türkiye'de en çok üretim potansiyeline sahip ve en çok ekilen buğday türü *Triticum aestivum* L. albidum Körn Cv.Bezostaja-I Melezi seçilmiştir.

Buğday sapsarı, Türkiye'nin en çok buğday üretilen bölgesi olan Konya (3.9 milyon ton) ve Ankara (2.8 milyon ton) illerinin sınır teşkil ettiği bir bölgeden; toprak, meyil ve buğday özellikleri yönünden ortalama koşullara sahip tek bir tarladan alınmıştır. Örnek alınırken killi topraklarda buğday sapsarının daha fazla kül içerdiği ve taban arazilerde sapsarın daha kalın, meyilli arazilerde de cılız olduğu dikkate alınmış ve az meyilli, kumlu balçık toprağı olan bir tarla seçilmiştir. (Eroğlu, 1980)

Alınan örnekler homojen bir şekilde karıştırılarak biyolojik degradasyon denemelerinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

2.1.2.1. Buğday (*Triticum aestivum* L.)'ın Özellikleri

Triticum aestivum L. var. *albidum* Körn Cv. Bezostaja-I Melezinin sap uzunluğu 70-80 cm. dolayında olup, başakları kılçaksızdır. Sap rengi olgunlaşmadan sonra beyazımsı gri, tane verimi çok iyi, kışa ve hastalıklara karşı dayanıklıdır. (Eroglu, 1980, S. 48)

Triticum aestivum ekmeklik buğdayı; hekzaploid (kromozom sayısı $2n = 42$) gurubun çıplak daneli formlarının en önemli türü olup, bugün ekonomik değeri olan buğdayların 3/4' ünden fazlası bu türe aittir. Başakları sırttan basık, başakçıklar başak ekseninde seyrek olarak dizilmiştir. Kılçıklı, kılçaksız ya da kısa kılçıklı çeşitleri vardır. Dane rengi beyaz, kırmızı ve kehribar; dane yapısı sıkı, sert ya da gevşek ve unlu olabilir. Kavuzları beyaz, siyah, kahverengi olan çeşitleri bulunur. Yeni çeşitlerde boylar 100 cm. dolayında, eskilerde ise biraz daha yüksek olabilir. (Eroglu, 1980, S. 48)

Buğday sapsarı boğumarası (internod), boğum (nod), yapraklar, başak eksenini, kavuzlar ve kılçık olmak üzere 6 değişik morfolojik kısımdan oluşur.

Boğum arası içi boş bir tüp şeklinde olup, buğday sapının ağırlık yönünden % 60-70' ini oluşturur. Bir buğday sapı genellikle 6 dolayında boğum arasından oluşur ve uzunlukları toprak seviyesinden yukarı doğru çıkıldıkça artar. Buğday sapsarısının boyu iklim ve kültürel koşullara bağlı olarak değişir.

Boğum arasında bulunan skleranşim hücreleri ve iletim demeti elemanları kağıt hamuru üretimi için en uygun liflerdir. (Eroglu, 1980, S. 49)

Yapraklar ağırlık yönünden boğum arasından sonra gelir. Yaprak kını ve esas yaprak olmak üzere iki kısımdan oluşup, yaprak kını boğumlardan itibaren başlar. Yapraklar gevrek yapıda olduklarından toplama, taşıma, temizleme sırasında önemli bir kısmı kırılır ve toz haline gelir. Silis içeriği yönünden boğum arasından birkaç kat daha zengindir.

Başak eksenini; başakçıkları, kavuzları ve taneleri taşır. Uzunluğu 4-8 cm. dolayındadır.

Boğum, internodları birbirinden ayıran ve ağırlıkça toplam sap ağırlığının % 4-5' ini oluşturur. Kağıt yapımı yönünden uygun bir kısım olmayıp, pişirme sırasında yeterince liflerine ayrılmakta ve genellikle elek artığını oluşturmaktadır.

Kavuzlar; daneleri içinde taşıyan, uçları kılçıklı ve kılçaksız kapçıklardır. Silis yönünden zengin olup, toplama ve temizleme sırasında kolaylıkla ayrılabilirler.

2.1.2.2. İğne Yapraklı Ağaç Endüstriyel Yongalarının Özellikleri

Biyolojik degradasyona tabi tutulan iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarının alındığı SEKA- Balıkesir MÜESSESESİ'nde kullanılan kağıtlık hammadde, bölgenin orman varlığına paralel olarak KARAÇAM ve KIZILÇAM'dır. Termomekaniksel odun hamuru üretimi için gerekli yonga (0.493 kuru ton / m³ odun yoğunluğunda) 183.000 m³ / yıl olup bunun (24.000 m³ /yıl talaş yerine de kağıtlık odun kullanılacağından) 86.000 + 24.000 = 110.000 m³ / yıl bölümü kağıtlık odun yongalama makinelerinden(2 adet) sağlanmaktadır.

Kağıtlık odunun kabukları döner tromel tipi kabuk soyucuda soyulduktan sonra; 8-12 cm. çap ve 0.6-2 m. boylarındaki tomruklar eğik beslemeli yongalama makinasında, daha yüksek çap ve boylardaki (12-60 cm. çap - 0.6-3.5 m. boy) tomruklar da yatay beslemeli yongalama makinasında yongalanmaktadır.

Böylece elde edilen yongalar, kereste kapaklarından elde edilen yonga ile karıştırılarak bantlı konveyörlerle fabrika stok sahasına konik yığın yapılacak şekilde gönderilmektedir. (SEKA- Balıkesir MÜESSESESİ Fabrika Broşürü, 1985, S. 28)

2.2. Yöntem

Bu başlık altında biyolojik degradasyonda kullanılan mantar türü *Pleurotus ostreatus*'un yetiştirilme yöntemleri ve biyolojik degradasyona uğratılan lignoselülozik hammaddelerden buğday ve iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarında meydana gelen lignin, selüloz ve holoselüloz degradasyonu ile % 1'lik NaOH' de çözünürlük değerlerinin tayininde yararlanılan kimyasal analiz yöntemleri ele alınmıştır.

2.2.1. *Pleurotus ostreatus*'un Yetiştirilme Teknikleri

Yemeklik mantarların kaynağını, uzun zaman doğada kendiliğinden ve mevsimlere bağlı olarak yetişen yabani mantarlar oluşturmuştur. Bugün dünyanın birçok ülkesinde ve bu arada Türkiye'de yemeklik olarak tüketilen mantarın büyük kısmı doğadan karşılanmaktadır. Ancak bu mantarların bazılarının zehirli olması, mantar zehirlenmesinde ölüm oranının % 60 - 100 gibi oldukça yüksek olması (Öner, 1980, S. 105) ve zehirli mantarların zehirsiz olanlardan ayırt edilmesinin güçlüğü gibi nedenlerle mantar tüketimi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Mantarın ülkemizde de yavaş yavaş kültür bitkisi olarak yer alması sonucu, halkımız üzerindeki zehirlilik etkisi silinmekte ve mantar üretimi bir endüstri haline gelmektedir. Yemeklik mantar konusunda bilinçlenen kişiler kendi olanaklarıyla bile mantar

üretimini gerçekleştirmeye çalışmakta ve evlerin bodrumlarında mantar üretmenin yollarını aramaktadır.

Mantar yetiştiriciliğinde ilk yatırım masraflarının fazla olması nedeniyle her yönden daha toleranslı olan mantar türlerine yönelmesinde büyük yararlar vardır.

Yetiştiricilik açısından toleransı, en ilkel koşullara bile adapte olabilmesi, tadı ve besleyicilik değerinin yüksek olması gibi özelliklere sahip bir tür olarak bildirilen(Koçyigit, 1980, - S. 35) *P. ostreatus*' un yetiştirilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Ancak mantarın yetiştirilmesiyle ilgili sorunlar tam anlamıyla çözüme kavuşturulmadığından, bu konuda çeşitli araştırmaların yapılması gerekmektedir.

P. ostreatus'un açık havada ve kapalı tesislerde olmak üzere iki yetiştirme yöntemi vardır :

1. Extansif Yetiştiricilik,
2. Entansif Yetiştiricilik, (Koçyigit, 1980, S. 37)

2.2.1.1. Extansif Yetiştiricilik

P. ostreatus' un yetiştiriciliği ilk olarak doğadan esinlenerek extansif olarak yapılmıştır. Extansif üretimde ağacın dip kısmı, yapay olarak aşılansız mantar üretimi ekolojik koşulların akışına bırakılmaktadır. Mantar; kavak, kayın gibi yumuşak dokulu ağaçlarda genellikle aşılamanın yapıldığı yıl oluşurken; meşe, - gürgen gibi sert yapılı ağaçlarda ancak 2.yıl ürün alınabilmektedir.

Sert dokulu ağaçlara *P. ostreatus* misellerinin aşılansızından sonra, bu ağaçlardan 1,5 - 3 yıl süreyle mantar alındığı, 4.- yıldan sonra ağaçların kalem endüstrisinde kullanılabilecek duruma geldiği bildirilmektedir. (Erkel, 1985, S. 2)

Kütükler üzerinde yapılan bir başka çalışmada; sert dokulu odunlarda misellerin yumuşak dokulu odunlara göre daha yavaş geliştiği, ancak daha uzun süreli hasadın alınabildiği bildirilmektedir. (Erkel, 1985, S. 2)

Bu araştırmada, 15 cm. çap ve 30-40 cm. boylarında kesilerek hazırlanan kütüklerin 3 - 5 gün süreyle su içinde bırakılarak % 50' nin üzerinde nem içerir duruma getirildiği, daha sonra nemli kütüklerin Nisan - Mayıs aylarında aşılansız olarak 130 cm. derinlik ve 100 cm. genişliğindeki çukurlara yerleştirilip, üzerlerinin 10 cm. kalınlığında toprakla örtüldüğü bildirilmektedir. Misel gelişmesini bu koşullar altında tamamlayan kütüklerin bu çukurlardan alınarak, gölgelik alanlara 1/3' ü toprak altında kalacak biçimde yerleştirildiği ve 3 yıl boyunca ekonomik ürün alınabildiği kaydedilmektedir.

Aynı araştırmacılar orman alanlarındaki sabit kütüklere de aşılama yapılabileceğini, ancak aşılamadan sonra kütüklerin plastik örtü ile örtülerek üzerlerine 10 cm. kalınlığında toprak örtülmesini önermektedirler.

Resim:2'de extansif yetiştiriciliğin yapraklı ağaç kütüklerindeki bir uygulaması görülmektedir. Resim:3 ve 4'de ise P. ostreatus'un kayın kütükleri üzerindeki basidiocarpları görülmektedir.



Resim:2. Extansif yetiştiriciliğin çeşitli yapraklı ağaç kütükleri üzerindeki bir uygulaması (Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü-YALOVA)



Resim:3. P. ostreatus'un kayın kütükleri üzerindeki basidiocarplar



Resim:4. *P. ostreatus*'un kavak kütüğü üzerindeki basidiocarpları

Ağaç kütüklerinde *P. ostreatus*'un extansif yöntemle yetiştirilmesi durumunda ürünün 3- 4 yıl sadece Sonbahar aylarında alınabildiği, buna karşılık entansif yetiştiricilikte sürekli ürün alınabildiği, ayrıca yetiştirme süresinin oldukça kısa olması göz önüne alındığı takdirde entansif yetiştiriciliğin ekonomik yönden daha avantajlı olduğu görülür.

2.2.1.2. Entansif Yetiştiricilik

P. ostreatus kültürü için yapılan tüm çalışmalar bu mantardan yüksek verim sağlayacak üretimin yapılabileceği ortam koşullarının saptanmasına yöneliktir. (Koçyigit, 1980, S. 37) Bu nedenle çalışmaların temelini, yetiştirme ortamı ekolojik koşullarının mantarın istediği doğrultuda belirlenmesi ve sağlanması oluşturmaktadır.

P. ostreatus'un yetiştirilmesinde hammadde olarak çok değişik materyal kullanılmaktadır. Yetiştirildiği ülkelerde kullanılan materyal tümüyle hububat tarımına bağımlı kalmıştır, denilebilir. Örneğin; Macaristan' da mısır tarımının etkin olması nedeniyle *Pleurotus* kültürü parçalanmış mısır koçanı üzerinde yapılmakta, Hollanda' da mısır koçanı parçaları tahıl samanıyla karıştırılmakta, Almanya'da mısırın çok kısıtlı olması nedeniyle tahıl samanı kullanılmaktadır. (Koçyigit, 1980, S. 39)

Pleurotus kültürü ile ilgili olarak yapılan bir araştırmada *Pleurotus* sp. üretiminin; piring kavuzu, sorghum kavuzu, testere talası, çeltik samanı ve bunların karışımında gerçekleştirilebildiği ve en iyi besin kaynağının yulaf ezmesi olduğu kaydedilmektedir. (Erkel, 1985, S.3) Aynı araştırmada, organik ve inorganik Azot kaynağı ilavelerinin verim üzerindeki etkileri araştırılmış

ve ilave edilen Amonyum tuzları ve Üre'nin verimi olumsuz yönde etkiledikleri saptanmıştır.

Bir başka araştırmada, % 50 ağaç kabuğu ve % 50 samanlı mısır koçanı substratından, tek başına saman ya da tek başına mısır koçanı substratından çok daha yüksek verim alındığı belirtilerek; mantarın yetiştirilmesinde yapraklı ağaçlardan alınan kabukların, iğne yapraklı ağaç kabuklarına göre daha uygun olduğu belirlenmiştir. (Erkel, 1985, S. 3)

Araştırmamızda *Pleurotus ostreatus*' un entansif yetiştiriciliğinde sırasıyla şu işlemler uygulanmıştır.:

1. Kompost Hazırlama

Biyolojik degradasyonda kullanılmak üzere Konya -Ankara illeri sınırından alınan buğday (*Triticum aestivum* L.) örnekleri ve SEKA-Balıkesir Müessesesinden alınan iğne yapraklı ağaç endüstriyel yonga örnekleri önce içlerindeki yabancı cisim ve otlardan temizlenmiştir.

Buğday ve endüstriyel yonga materyalleri ayrı ayrı homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra beton zemin üzerine yerden yüksekliği 5-10 cm. olan yığınlar halinde serilmişlerdir. Her iki hammaddeden de değişik yerlerinden örnekleme yöntemiyle numuneler alınarak, bu numuneler üzerinde nem tayinleri yapılmıştır. Böylece bir sonraki aşamada nemlendirilecek materyalin, işlem başlangıcındaki nem miktarı ölçülerek nemlendirmenin kontrolü sağlanmıştır.

Rütubet tayininde aşağıdaki formülden yararlanılmıştır :

$$M = \frac{(W_m - W_o)100}{W_o} \quad (\text{Formül:4})$$

- M : Rütubet Yüzdesi
W_m : Su miktarı (m) olan odunun orijinal ağırlığı
W_o : Tam Kuru Odun Ağırlığı, (Bozkurt, 1980, S. 35)

Başlangıçtaki rütubetleri göz önüne alınarak materyaller 3 gün süreyle musluk suyuyla nemlendirmeye tabi tutulmuşlardır. (Resim:5)

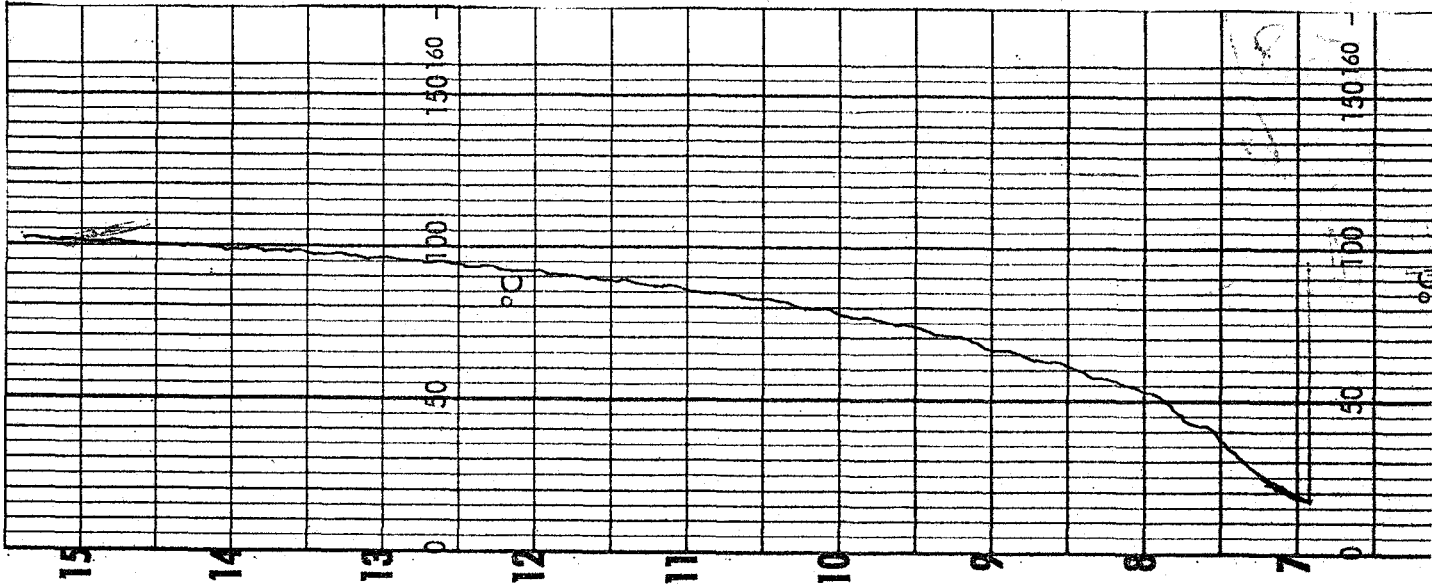


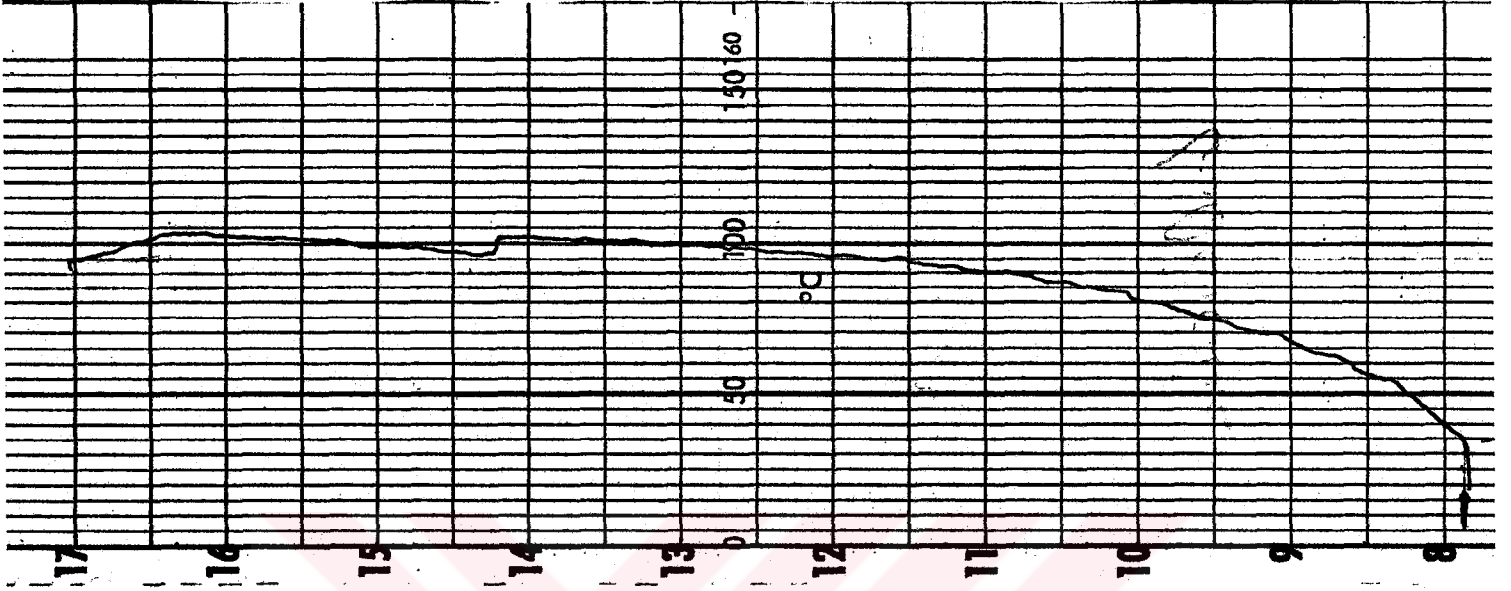
Resim:5. Çeşitli hammaddelerin nemlendirilmesi

Materyal, rütubeti % 70-80 oluncaya kadar nemlendirilmeye devam edilmiş, bu arada ara tartımlar yapılarak materyalin bu rütubete gelip gelmediği gözlenmiştir. Ayrıca pratik olarak, ele alınan materyalin sıkılmasıyla çıkan suyun eli ıslatıp parmaklar arasından damlamayacak kadar olması gerektiğinden, nemlendirme sırasında bu çeşit kontroller de sık sık yapılmıştır.

Istenilen rütubet derecesine kadar nemlendirilen buğday sapsarı ve iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongaları aşağıdaki ısıtma programlarında verilen sıcaklıklardaki direkt buharla 8-9 saat süreyle pastörize edilmişlerdir. (Grafik:6 ve 7)

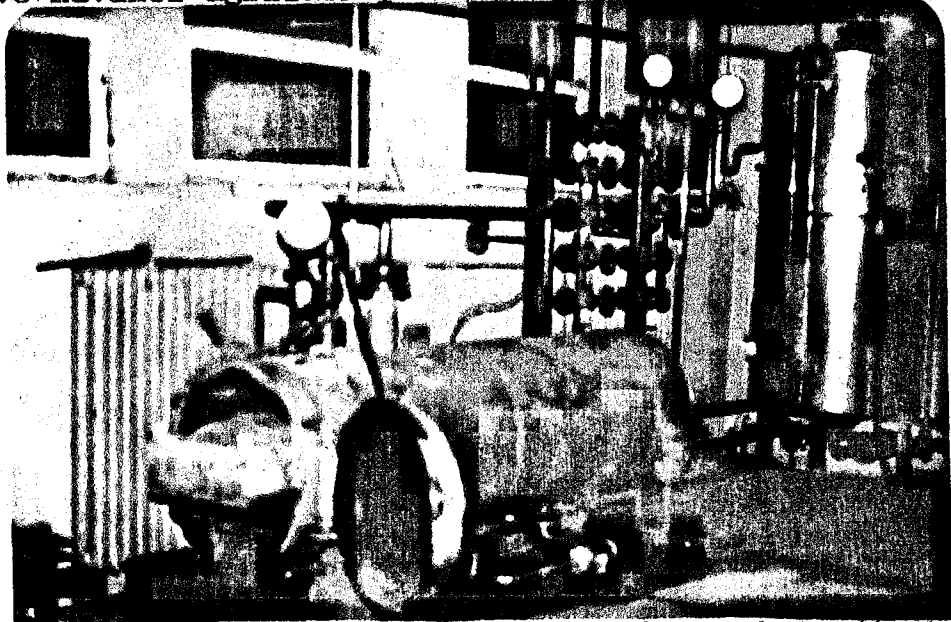
Programlarda her yatay çizgi arası 1/2 saatlik süreye karşılık gelmektedir. Yongalara direkt buharın penetrasyonunun gücü düşünülerek Grafik:7' den de görüleceği üzere buharlama süresi 1 saat uzatılmıştır.



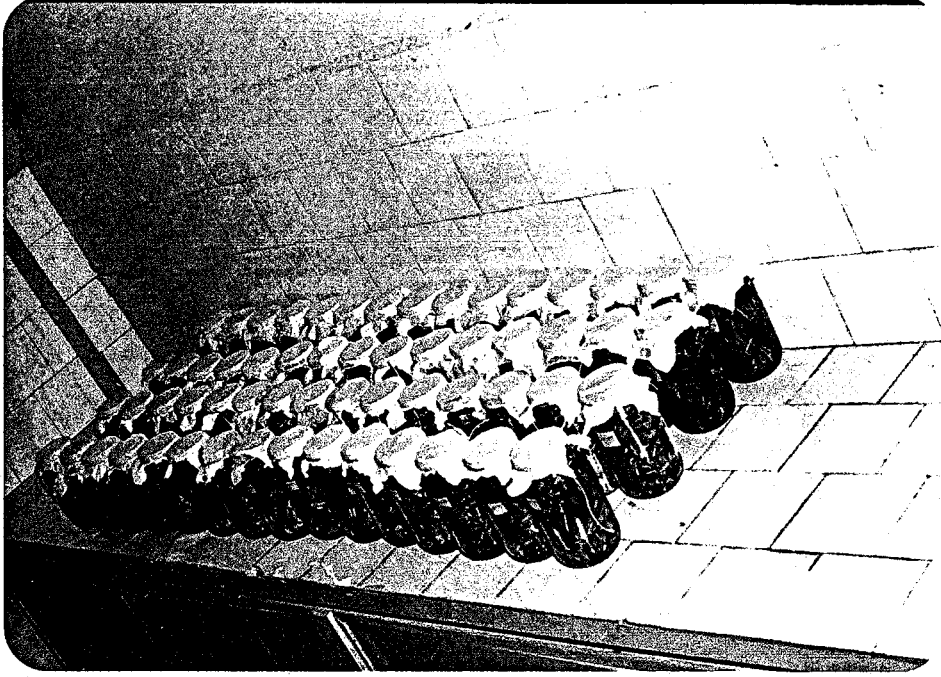


Grafik:6 ve 7. Buğday sapları ve iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarının direkt buharla işlem gördüğü pastörizasyon ısı programları

Buğday sapları direkt buharla pastörizasyona ahşap kasalar içinde alınırken (Resim:6), yongalar 1-2 lt.lik cam kavanozlarda alınmış ve kavanoz ağızları pad'le kapatılmıştır. (Resim: 7 ve 8)



Resim:6. Buğday saplarının ahşap kasalar içerisinde direkt buharla pastörizasyonu.



Resim:7. Pastörizasyon için cam kavanozlara alınmış ve ağızları pad'le kapatılmış iğne yapraklı ağaç yongaları



Resim:8. Yongaların pastörizasyona girişi

Pastörizasyondan sonra direkt buharla işlem gören buğday ve yongaların asitlik dereceleri pH indikatör kağıtlarıyla ölçülmüştür. Pastörizasyondan çıkan materyalin pH'sı 5.4 ile 6.2 arasında saptanmıştır.

pH'sı ölçülen materyalin, *P. ostreatus*'un gereksinme duyduğu 6.8 - 7.0 pH derecesine getirilmesi için toplam yaş materyal ağırlığının % 10'u oranında kireç (CaCO_3), (Kocayigit, 1980, S: 37) katılmıştır.

2. Aşılama

Pastörizasyondan çıkarılarak asitlik derecesi ayarlanan kom post, aşılama odasına alınarak burada sıcaklığın 20-24 ° C' ye kadar düşmesi için bir süre bekletilmiştir. Sıcaklığın 20-24 ° C' ye düşürülmesinden sonra, YALOVA- Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiş Pleurotus ostreatus miselleri % 2.0 oranında homojen olarak materyalin her tarafına karıştırılmıştır. (Koçyigit, 1980, S. 37)

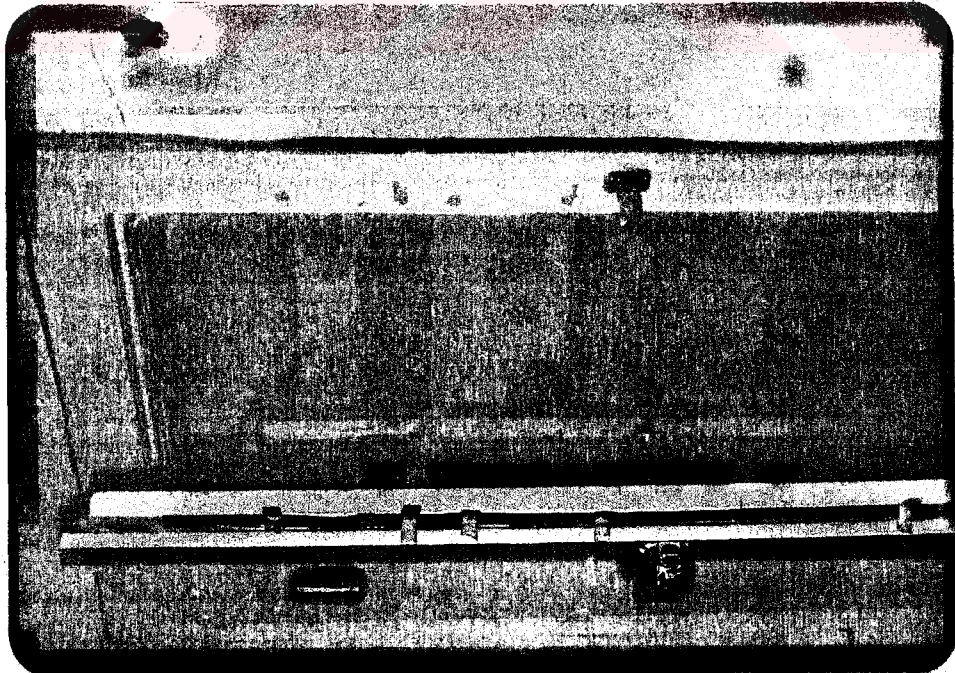
Aşılamanın yapıldığı ortamın ve ellerin dezenfeksiyonunda DDVP (Insektisit) ve Etil alkol kullanılmıştır.

P. ostreatus miselleriyle aşılama odasından materyalden buğday sapları 10 kg. lık polietilen torbalara doldurularak ağızları kapatılıp ön gelişme odasına alınmıştır.

Kavanozlarda pastörize edilerek aşılama odasına alınan iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarına da yaş ağırlıklarının % 2.0 si oranında misel aşılama ağızları kapatılarak ön gelişme odasına alınmıştır.

3. Ön Gelişme Devresi

P. ostreatus miselleriyle aşılama odasından polietilen torbalara doldurulan buğday sapları ve kavanozlardaki yongalar ; içerisinde aşılama misellerin gelişebilmesi için gerekli ekolojik koşulların sağlandığı ön gelişme odalarına yerleştirilmiş olup, bu oda içinde materyalin bekletilişi Resim: 9'da gösterilmiştir.

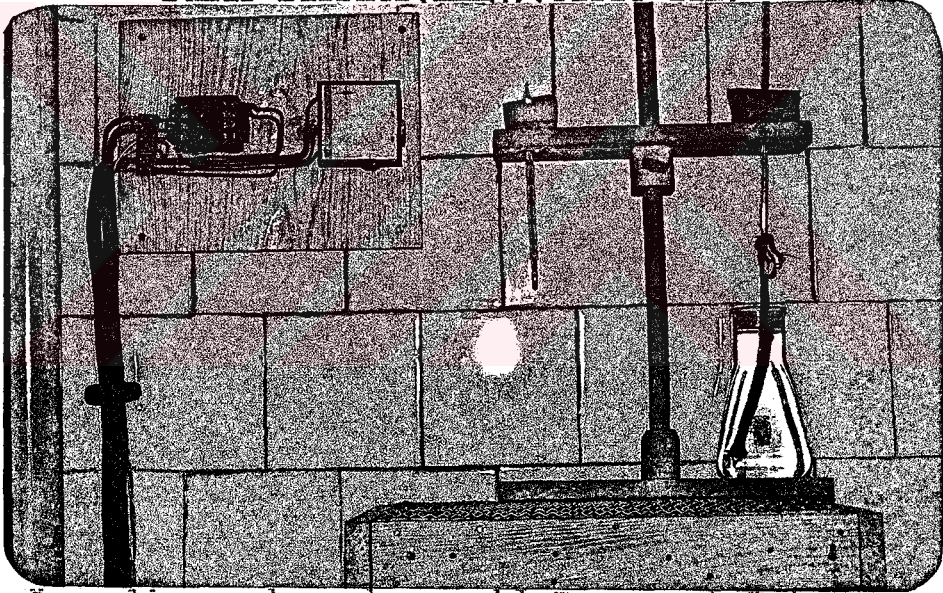


Resim:9. Aşılama odasından materyalin yerleştirildiği ön gelişme odasının dışarıdan görünüşü

Ön gelişme odasında, sıcaklık 25-28°C ve bağıl nemin % 70 oranında ayarlanmasına çalışılmış, sıcaklığın ayarlanması rezistanslı ısıtıcıların bağlı olduğu termostatla sağlanarak kuru termometre ile kontrol edilirken, bağıl nem Resim:10'da görülen bir düzenek ile yağ ve kuru termometre sıcaklıkları farkından aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanarak ayarlanmıştır. (Bozkurt, 1980, S. 55)

$$\varphi = \frac{P_{oy} - 1/2(t_k - t_y)}{P_{ok}} * 100 \quad (\text{Formül:5})$$

Burada; φ : Havanın Bağıl Nemi(%)
tk: Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)
ty: Yağ Termometre Sıcaklığı (°C)
Poy: Yağ Termometre Sıcaklık Derecesindeki Doymuş Buhar Basıncı(mmHg)(Tablo'dan)
Pok: Kuru Termometre Sıcaklık Derecesindeki Doymuş Buhar Basıncı(mmHg)(Tablo'dan)



Resim: 10. Ön gelişme odasında sıcaklığın ve bağıl nemin ayarlanarak kontrol edildiği düzenek.

Düzenekte, yağ termometre haznesi üzerine fitilli, destile suya kadar uzanan pamuklu bir bez geçirilmiştir. Su her sıcaklıkta buharlaştığından, suyun buharlaşmasıyla yağ termometrede kuru termometreden daha düşük bir sıcaklık derecesi görülmektedir. Yağ ve kuru termometrelerdeki sıcaklık farkı mevcut su buharı basıncına bağlı olduğundan her iki termometre sıcaklıkları arasındaki farktan ve bu sıcaklıklardaki buhar basınçlarını veren tablodan yararlanarak havanın bağıl nemini ölçmek mümkün olmaktadır.

Ekolojik koşulların mantarın gereksinme duyduğu yönde ayarlanmasından sonra, ön gelişme odasına 15 gün süreyle girilmemiş, - soraki günlerde 1'er haftalık periyotlarla girilerek; sıcaklık, bağıl nem ve gelişme durumları kontrol edilmiştir. Ön gelişme odasına sık girilmemesinin nedeni kontaminasyon sorunlarının artaca-

ğı kuşkusundan ileri gelmektedir.

Ön gelişmesini tamamlayan buğday örnekleri bir sonraki aşama olan Termik Şok'a girmeden önce kimyasal analizlerin uygulanarak biyolojik degradasyonun saptanacağı ilk örnek alınmıştır.

İgne yapraklı ağaç yodgalarında misel gelişmesinin görülmesi ya da çok azında görülmesi üzerine, mantar misellerinin gelişmek üzere bir miktar oksijene gereksinme duyacağı düşünülerek kavanoz kapakları açılmış ve dezenfekte edilen ortamda pad'le kapatılmıştır. Ayrıca kavanozların bir bölümüne, mantarın başlangıçta gereksinme duyacağı basit şeker ihtiyacını karşılamak üzere % 3'lük şeker çözeltisinden 50'şer ml. ilave edilmiştir. Anlatıldığı şekilde yeniden hazırlanan kavanozlar ön gelişme odasına alınarak misel gelişme durumları gözlenmiştir.

% 3'lük şeker çözeltisinden 50 ml. katılarak ağızları pad'lenmiş kavanozlar ön gelişmesini tamamladıktan sonra, Termik Şok uygulanmadan kimyasal analizlerde kullanılmak üzere ilk örnek alınmıştır.

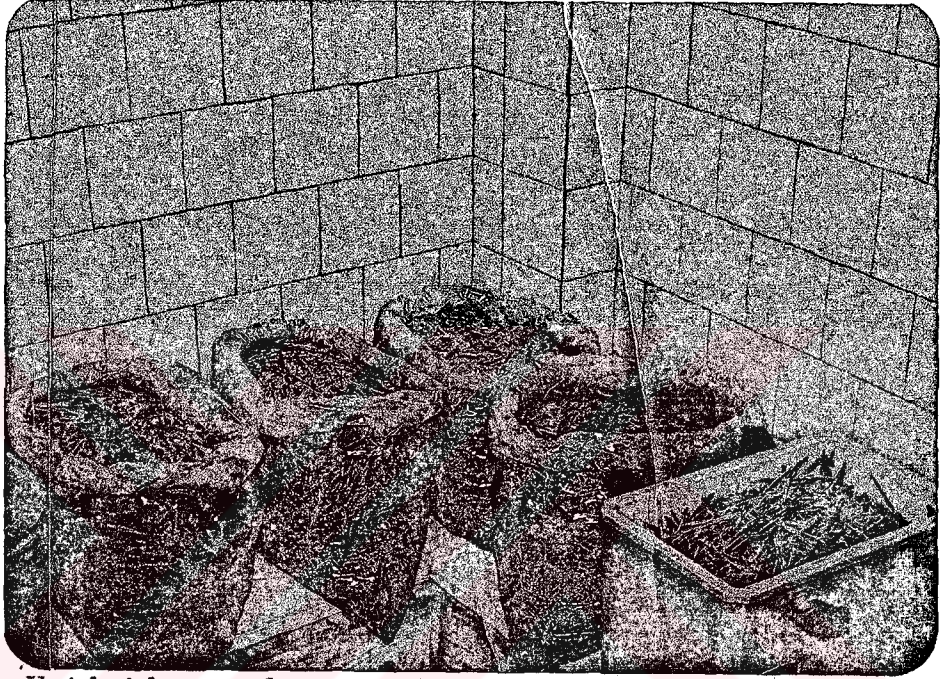
Yapılan çeşitli araştırmalarda, ön gelişmesini tamamlamış kompost yetiştirme odasına alınmadan önce Termik Şok uygulanmasının primordium(Basidiocarp= Şapka) oluşumunu artırdığı saptanmıştır. (Koçyiğit, 1980, S. 37) Bu amaçla, her iki materyalden hazırlanan kompost da özel koruyuculu taşıma kaplarıyla Termik Şok uygulanmak üzere Kotterman iklim dolabına getirilmiş, (Resim:11) ve burada ortam sıcaklığı 28-30 ° C' den birdenbire 4-5 °C'ye düşürülmüştür. Bu sıcaklık derecesinde materyallere 48 saat süreyle Termik Şok uygulanmıştır.



Resim:11. Mantar yetiştirmek üzere hazırlanan materyallere Termik Şok uygulanması

3. Yetiştirme Devresi

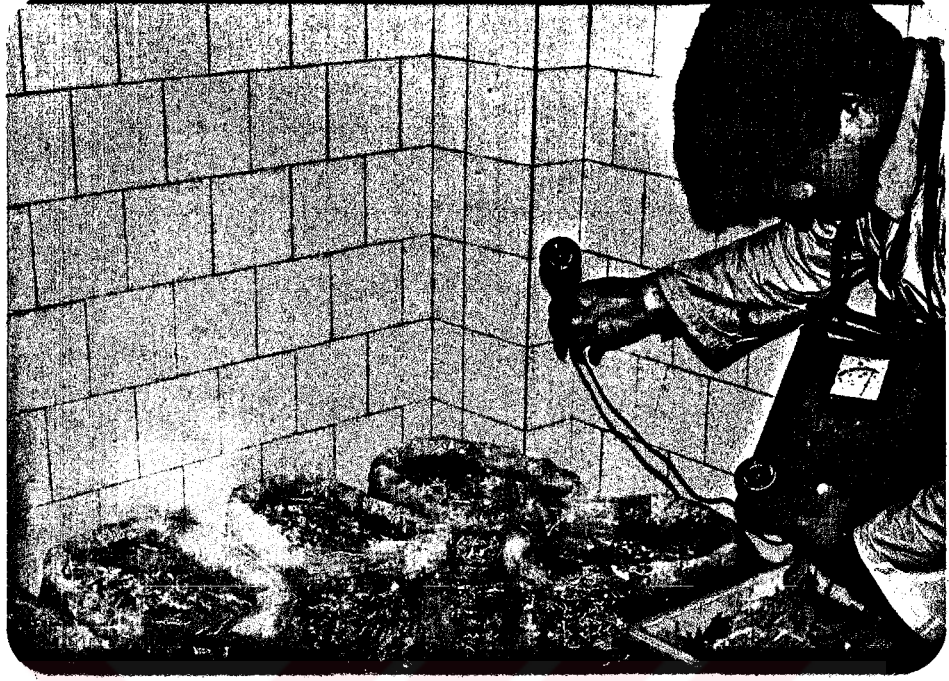
Misel gelişimini tamamlamış ve termik şok uygulanmış kompost blokları yetiştirme odasına alınmış ve odaya yerleştirilen bir aspiratörle içerideki havanın dışarıya atılması sağlanırken, bir vantilatör yardımıyla da oda içindeki havanın sirkülasyonu gerçekleştirilmiştir. (Resim:12)



Resim:12. Yetiştirme odasına alınan kompost blokları

Oda sıcaklığı; mantara yetiştirme devresinde gereken 15-16 °C'de, bağıl nem ise olanaklar ölçüsünde % 80- 90 gibi yüksek bir oranda tutulmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra, primordium oluşumu sırasında kompostun birim alanına 12 saat süreyle 40- 60 lux şiddetinde ışık verilmesinin şapka oluşumunu olumlu yönde etkileyeceği bildirildiğinden(Koçyigit, 1980, S. 37); kompostun yetiştirme odasına yerleştirilmesinden sonra luxmetre ile ışık şiddeti ölçülerek, basidiocarp oluşumunda deformasyon(şekil bozuklukları) na yol açmayacak ölçüde yeterli ışık sağlanmıştır. (Resim:13)





Resim:13. Yetiştirme Odasında ışık şiddetinin luxmetreyle ölçülerek ayarlanması

4. Bakım, Hasat ve Analizler İçin Örnek Alma

Kontaminasyon sorunlarının önlenmesi amacıyla, kompost blokları yetiştirme odasına alınmadan önce oda DDVP'nin % 0.2'lik çözeltisiyle ilaçlanmış böylece yetiştirme devresinde karşılaşılabilecek bir kontaminasyon probleminin başlangıçta önüne geçilmiştir.

P. ostreatus yetiştiriciliğinde kompost yüzeylerinin nemli tutulması gerektiğinden, blok yüzeyleri sürekli olarak su püskürtmek suretiyle nemli tutulmaya çalışılmıştır.

58. günden başlayarak kompost blokları üzerinde görülen mantarların beyaz uçları, 65. günden itibaren toplanma olgunluğuna erişmiştir.

Kompost blokları üzerinde yetişen mantarlı bloklardan analizler için sürekli olarak örnek alındığından mantar verimi saptanamamıştır. Bununla birlikte; primordium oluşumundan başlayarak hasat olgunluğuna erişinceye kadar geçen gelişim aşamaları ve mantarın morfolojik ve fizyolojik özelliklerine ilişkin çeşitli gözlemlerde bulunulmuştur.

Biyolojik degradasyonda yararlanmak üzere hazırlanarak, mantar miselleri aşılama kompost bloklarından; biyolojik degradasyonun seyrini belirlemek amacıyla yapılacak kimyasal analizler için termik şoku takiben birer haftalık peryotlarla yeterli analiz örnekleri alınmıştır.

2.2.2. Kimyasal Analiz Yöntemleri

2.2.2.1. Analizlerde Kullanılan Hammaddenin Hazırlanması

P. ostreatus'un buğday sapsarı ve iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarında yaptığı biyolojik degradasyon miktarının belirlenmesi, bu materyallerin mantarın etkisine bırakıldıktan sonra geçen süre içinde belirli periyotlarda alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile mümkün olmuştur. Mantar tarafından hücre çeperi bileşenlerinin ne ölçüde etkilendiğinin saptanması amacıyla alınan örnekler; önce üzerlerinde bulunan misel, dane misel, primordium ve Kalsiyum Karbonat (CaCO_3) artıklarından temizlenmek üzere bol sıcak su ve musluk suyuyla yıkanmıştır. Yıkanan örnekler süzülerek, 60°C 'lik sıcaklıktaki fırında 4 - 5 gün süreyle kurutulmuş, bunu takiben denge rütubetine ulaşması için 24 saat açık havada bırakılmıştır. Açık havada denge rütubet miktarına getirilen örnekler daha sonra TAPPI T 11M - 45 Standardına göre laboratuvar modeli Willey değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen kısım 0.42 ve 0.25 mm. (40 ve 60 mesh) açıklığındaki eleklerden elenmiş; 0.25 mm. lik elek üstünde kalan eşit tane büyüklüğündeki örnekler alınarak rütubetlerinin değişmemesi için ağzı kapaklı cam kavanozlara konulmuştur. Örneklerin rütubet miktarları yine aynı standarda uygun olarak $105 \pm 3^\circ\text{C}$ ' de kurutulmuş olarak belirlenmiştir.

Kuru madde tayini aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.:
(Bostancı, 1979, S. 17)

$$\text{k.m.\%} = \frac{b - c}{a - c} * 100 \quad (\text{Formül:6})$$

Burada; k.m.% : Kuru madde yüzdesi

a : Örneğin tartı kabı ile birlikte kurutmadan önceki ağırlığı

b : Örneğin tartı kabı ile birlikte kurutmadan sonraki ağırlığı

c : Önceden ısıtılıp soğutulmuş tartılan boş tartı kabının darası

2.2.2.2. Holoselüloz Miktarının Belirlenmesi

Karbonhidratların tümünü içine alan holoselüloz miktarının belirlenmesi için bugüne kadar oldukça çeşitli yöntemler geliştirilmekle beraber holoselüloz oranı yüzde yüz kesinlikle belirlenmemektedir. Bunun nedeni, uygulanan işlemlerde ligninle birlikte karbonhidratlarda uzaklaşmaktadır. (Bostancı, 1980, S.12)

Holoselüloz tayininde, ekstraktiflerle ^{/birlikte} ligninin uzaklaştırılmasından sonra geriye holoselüloz kalmaktadır. Genellikle NaClO_2 (Sodyum Klorit)'le veya bazen Klor'la ya da perasetik asitle uygulanan delignifikasyon tam bir delignifikasyon olmadığı gibi; muamele seçici bir işlem taşımamakta ve karbonhidratlarda

kısmen depolimerize olup çözünmektedir. Bununla birlikte belirlenen holoselüloz miktarı maddenin karbonhidrat miktarının bir ölçüsüdür. (Hafızoglu, 1982, S.211)

Bu araştırma kapsamında, biyolojik degradasyona ugratılmış ve ugratılmamış orijinal örneklerin holoselüloz miktarının tayini reaksiyon sırasında karbonhidrat kaybının en düşük düzeyde tutulduğu WISE ve arkadaşlarının geliştirdiği "Klorit Yöntemi" ne göre hesaplanmıştır. (Bostancı, 1979, S. 18)

Asetik asitli (pH = 4) ortamda çıkan ClO_2 iyi bir delignifikasyon maddesidir ve lignini oksitleyerek klorolignine dönüştürüp karbonhidratlardan ayrılmasını sağlamaktadır. (Eroglu, 1980, S. 55)

Klorit Yöntemi' ne göre reçineli iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongaları alkol - benzen çözeltisiyle 6 saat süreyle bir ön ekstraksiyona ugratılmış ve holoselüloz tayininde ekstrakte edilen örnekler kullanılmıştır. Buğday sapları örneklerinin ön ekstraksiyona ugratılmaları gerekmemektedir.

Yöntemin uygulanmasında; holoselüloz miktarı belirlenecek 5 gram hava kurusu örnek 300 cc. lik erlenmayere konarak, içine 160 cc su ilave edilip her defasında 1,5 gram Sodyum klorit ($NaClO_2$) katılmakta ve 10 damla Asetik asit damlatılarak işlem birer saat ara ile dört kez tekrarlanmaktadır.

Yıllık bitkiler için 3 tekrar olarak verilen (Wise ve Lauer, 1962, S.3-63), bu işlemin biyolojik degradasyona ugratılan örneklerde yeterli olmadığı görülerek 4 tekrar yapılmıştır. Yöntemde, karbonhidrat degradasyonunu önlemek amacıyla sonuçta elde edilen holoselüloz içinde % 4' e kadar ligninin kalmasına göz yumulacağı belirtilmektedir. (Wise ve Jahn, 1952, S.122)

Elde edilen holoselüloz kurutulup tartılmış ve tam kuru maddeye oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.3. Selüloz Miktarının Belirlenmesi

Araştırmada biyolojik degradasyonda kullanılan hammaddelerin orijinal ve degradasyona ugratılmış örneklerinde selüloz miktarı; Kurschner ve Hoffer'in "Nitrik asit Yöntemi" ne göre belirlenmiştir.

Yöntemin uygulanmasında; önceden alkol benzen ekstraksiyonuna ugratılmış 2 gram test örneği 250 cc.lik balona konmuş, üzerine 10 ml. 40 Be' Nitrik asit ve 40 ml. Etil alkol karışımı ilave edilmiştir. Balon soğutucu kondenserle bağlanarak 1 saat süreyle su banyosunda kaynatılmıştır. Bu süre sonunda balonda test örneğinin üstündeki asit-alkol karışımı 2 nolu krozeden süzülmüştür. Sıvı dibine batmayarak karışım üzerinde kalan ve oradan süzme sırasında kroze üzerine akan test örnekleri 10 ml. alkol ile yıkanarak tekrar balona alınmıştır. Test örneği üzerine 10 ml. Nitrik asit ve 30 ml. Etil alkol'den hazırlanan yeni karışım dökü-

lerek, balon tekrar su banyosuna yerleştirilmiştir. Bu işlem 3 kez tekrarlanmış ve örnek darası alınmış başlangıç krozesinden süzülerek, sıcak su ile yıkanıp 105 ± 2°C'da kurumaya alınmıştır. Kurutulan örnek desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak, tam kuru örneğin ağırlığına oranla % olarak selüloz miktarı belirlenmiştir. (Eroglu, 1980, S. 56)

Yöntem daha kolay uygulanabilirliği yanında Cross ve Bevam Yöntemi ile elde edilen selüloz değerlerine yakın sonuçlar verdiği için tercih edilmiştir. (Eroglu, 1980, S. 56)

2.2.2.4. Lignin Miktarının Belirlenmesi

Lignin; odunun ve diğer yıllık bitkilerin önemli temel bileşiklerinden biri olup, özellikle bitki türüne göre değişen dört veya daha fazla fenil propan monomerinden oluşan, aromatik ve amorf yapıda doğal bir polimerdir. Lignin odunun koyu renkli ve lifsel olmayan amorf bir bileşimi olduğundan lifler arası hidrojen bağlarının oluşumunu olumsuz yönde etkiler. Dolayısıyla, kağıt hamuru elde edilmesinde istenmeyen ve uzaklaştırılması gereken bir maddedir. Ligninin bitkisel maddelerdeki oranını belirlemede çeşitli yöntemler kullanılmakta ise de en çok kullanılan ve yaygın olan yöntem % 72'lik Sülfürik asit'le gerçekleştirilen "Klason Lignini Yöntemi"dir. (Eroglu, 1980, S. 56)

Kesinlikle belirlenmiş koşullarda Sülfürik asit karbonhidratları hidrolizleyerek çözmekte ve asite dayanıklı olan lignin kalıntı olarak elde edilmektedir. (Eroglu, 1980, S. 56)

Araştırmada kullanılan hammaddelerin orijinal ve degradasyona uğratılmış örneklerindeki lignin miktarı % 72'lik Sülfürik asit'in kullanıldığı TAPPI T 13M - 50 standardına göre belirlenmiştir.

Önceden alkol - benzen ekstraksiyonuna uğratılarak ekstraktiflerden arındırılmış buğday sapı ve odun örneklerinin 1 gram miktarı alınarak % 72'lik Sülfürik asit'in 15 ml.si ile zaman zaman karıştırılarak 2 saat süreyle işleme tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda örnek 1 lt.lik erlenmayer içine yıkanarak asit konsantrasyonu % 3'e düşürülünceye kadar seyreltilmiş ve 4 saat süreyle soğutucu altında kaynatılmıştır. Bunu takiben ligninin çökmesi için dinlendirilen ve süzülen örnekler nötr hale gelinceye kadar sıcak suyla yıkanmıştır.

Kalıntı 105 ± 2°C' da kurutularak, tartılmış ve sonuç ekstraksiyona uğratılmamış tam kuru madde yüzdesi üzerinden hesaplanmıştır.

2.2.2.5. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük

Kağıtçılıkta eğilim, çürük olmayan sağlam odunların üretiminde kullanılması yönündedir. Çürük odunların genel olarak hamur üzerinde gösterdiği olumsuz etkiler şöyle sıralanabilir:

1. Verim düşüklüğü,
2. Yoğunluk azalması,
3. Fiziksel direnç niteliklerinin zayıflaması,
4. Renk koyuluğuna neden olması,
5. Alfaselüloz oranını düşürmesi, (Bostancı, 1987, S. 53)

Herhangi bir odunda çürüklüğün bulunup bulunmadığı, şayet çürüklük ilerlemişse gözle anlaşılabilir. Ancak yeni başlamış çürüklüklerde ve çürüklüğün derecesini belirlemede kullanılan yöntem, odundan veya diğer lignoselülozik maddelerden alınan örneklerin % 1'lik Sodyum hidroksit çözeltisiyle işlem görmesi esasına dayanmaktadır. (Bostancı, 1987, S. 53)

Bu çözünürlük örneklerin 100 °C'de seyreltik alkaliye dayanıklılık derecesini gösterir. Seyreltik alkaliyle ekstraksiyona tabi tutulan örnekte içerisindeki ekstraktiflerin yoğunluğuyla birlikte hücre çeperini oluşturan bileşenlerin bir kısmı da uzaklaştırılır. Selüloz miktarını anlamaya yarayan bu tayinle, dolayısıyla kağıt hamuru veriminin ne ölçüde düşeceğinin de anlaşılması olanaklıdır. (Eroglu, 1980, S. 59)

% 1'lik NaOH'de sağlam odunun çözünürlüğü, ağaç türüne ve yetiştirme muhitine bağlı olarak değişiklikler gösterir. Bu yüzden herhangi bir ağaç türü için saptanan % 1'lik NaOH çözünürlük yüzdesine bakarak o ağacın sağlam ya da çürük olup olmadığına karar verebilmek, ancak aynı ağaç için daha önce yapılmış bu tür analizlerin yardımı ile olur. Sağlam oduna ait daha önce belirlenmiş % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerleri, üretimde kullanılacak odun örneklerinden elde edilen değerlerle karşılaştırarak ve % 1'lik Sodyum hidroksit'de çözünürlük yüzdesinin kısmen çürümüş odunlarda sağlam oduna oranla 1 misli fazlalık göstereceği, tam çürümelerde ise çözünürlüğün 3-3,5 kat artacağı, esaslı da bilinerek, odunun kısmen ya da tamamen çürüyüp çürümediği hakkında karara varılabilir. (Bostancı, 1987, S. 54)

TAPPI T4 M - 59 Standardına göre, teste tabi tutulacak buğday sapı ve odun örneklerinden 2 gramlık miktarlar alınarak önceden hazırlanmış % 1'lik Sodyum hidroksit çözeltisinden alınan 100 ml.lik çözelti ile birlikte 200 ml.lik erlenmayere konulmuştur.

Buharlaşmayı önlemek için üst taraftan soğutucu ile irtibatlanan erlenmayerler 97-100 °C'ler arasındaki sıcak su banyosuna yerleştirilip, burada tam bir saat süreyle işleme tabi tutulmuşlardır. İşlem esnasında üç defa karıştırılan örnekler, süre sonunda önceden tam kuru hale getirilerek darası alınmış krozelelerden süzülüp, önce sıcak suyla birkaç defa yıkandıktan sonra, % 10'luk Asetik asit'le yıkanmış ve 103 + 2 °C'lik fırında tam kuru ağırlık elde edilinceye kadar kurutulup tartılmıştır.

Sonuçta çözünen madde miktarı, başlangıç tam kuru ağırlığa oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.3. İstatistiksel Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler

Araştırma sonuçlarının istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesinde; t-testi ve Scheffe Yöntemi kullanılmıştır. Kimyasal analizlerden elde edilen değerlerin ortalamaları, ortalamanın hatası, standart sapma, standart sapmanın hatası ve varyasyon yüzdelorinin hesaplanmasında kullanılan formüller için Kalıpsız 1981 ve Günel 1986' dan, varyans analizlerinde kullanılan "F" değerleri için Weber 1967' den, "t" değerleri için Düzgüneş 1963'ten yararlanılmıştır.

Biyolojik degradasyona uğratılan buğday saplarının kimyasal analiz sonuçlarına göre hücre çeperi asli bileşenlerinde orijinal örneğe oranla azalma ve % 1'lik NaOH' de çözünürlük miktarındaki artma yüzdelorinin doğal logaritmaları alınarak oluşturulan doğrusal kombinasyonlardan elde edilen gruplar arasında varyans analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre bulunan farklılıkların önemli olup olmadığı Scheffe Yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Scheffe Yöntemi' nin uygulanmasının nedeni, bu yöntemde grupların eş büyüklükte olması zorunluluğunun olmayışdır. (Günel, 1986, S. 166)

Buğday sapları orijinal örnek analiz sonuçlarıyla, biyolojik degradasyon sırasında öngörülen sürelerde alınan tüm örnek sonuçları da t-testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

İgne yapraklı ağaç endüstriyel yongaları analiz sonuçlarından elde edilen doğrusal kombinasyonların; aralarında belirgin gruplar oluşturmaması nedeniyle tüm sonuçlar arasında t-testi uygulanarak karşılaştırma ve değerlendirme yapılmıştır.

Uygulanan bütün istatistiksel değerlendirmelerde yanılma olasılığı % 1 olarak seçilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Pleurotus ostreatus'a ilişkin Bulgular

Biyolojik degradasyonda kullanılan mantar türü Pleurotus ostreatus' un yetiştirilmesinde kullanılan hammaddelerden buğday sapı ve endüstriyel olarak hazırlanmış iğne yapraklı ağaç yongalarının mantarın yetiştirilmesinde ilk aşama olan ön nemlendirmeye alınırken içerdikleri rütubet miktarlarına ilişkin ölçüm sonuçları Tablo: 5 ve 6 ' da verilmiştir.

Tablo:5. Buğday (Triticum aestivum L.) saplarının nemlendirmeye alınırken içerdikleri rütubet miktarı

Örnek No	% h	Ort. % h
1	9.05	
2	9.17	9.13
3	9.16	

Tablo: 6. Endüstriyel olarak hazırlanmış iğne yapraklı ağaç yongalarının nemlendirmeye alınırken içerdikleri rütubet miktarı

Örnek No	% h	Ort. % h
1	10.62	
2	10.98	10.78
3	10.75	

Tablolardan da görüleceği üzere buğday sapları ve yongaların başlangıçta rütubetleri hava kuru rütubet miktarının (% 12) altındadır. Bunun nedeni materyallerin işlem öncesi kaloriferli bir odada açıkta depolanmış olmasıdır.

Ön nemlendirmesi yapılarak Grafik: 6 ve 7' de verilen programlara göre pastörize edilmiş materyal aşılandıktan sonra ön gelişmesini tamamlamak üzere ön gelişme odalarına alınmış ve Tablo: 7'deki gözlemler yapılmıştır.

Tablo:7. Ön gelişme odası gözlem sonuçları

Ön Gelişme Odasına Girilen Günler	tk (°C)	ty (°C)	✓ %	Gelişme Durumu	
				Bugday Saplari	Ig.Y.A.Yonga.
1.GÜN	25	21	69.96	+	-
15.GÜN	23	19	87.88	+	-
22.GÜN	27	21	58.50	+	-
29.GÜN	24	20	69.20	+	-
36.GÜN	23	21	83.65	+	-
38.GÜN	26	22	70.63	Gelişme Tamamlandı -	

+: Gelişme var ve devam ediyor -: Gelişme görülüyor

Yapılan gözlemlerde; bugday sapslarında misel gelişme hızının çok iyi olmasına rağmen, iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarında gelişmenin çok yavaş ya da hiç olmadığı belirlenmiştir.

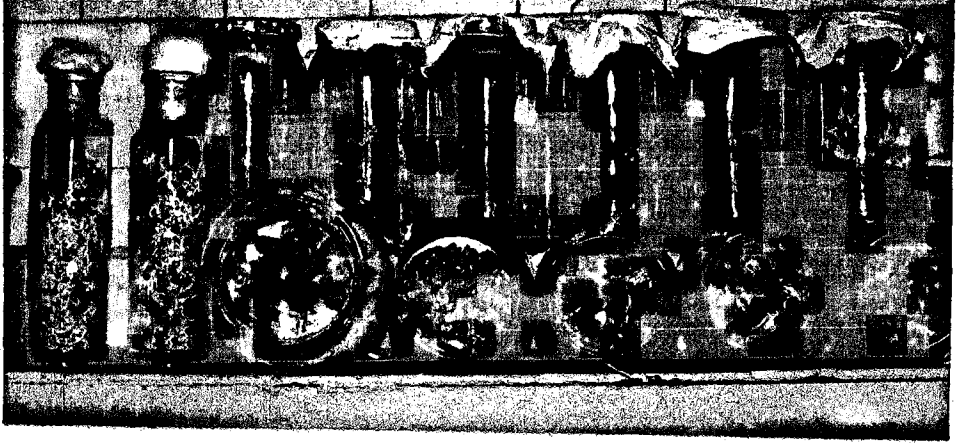
Misel gelişimini tamamlayan bugday sapsları Termik Şok'a alınırken; kapakları açılarak bir bölümüne % 3'lük şeker çözeltisinden yaş kompost ağırlığına oranla % 2 oranında miktar ilave edilen yonga kavanozları tekrar ön gelişme odasına alınarak Tablo: 8'de verilen gözlemler yapılmıştır.

Tablo:8. Kapakları açılarak şeker çözeltisi ilavesi yapılan ve şekersiz iğne yapraklı ağaç end. yongaları ön gelişme odası gözlem sonuçları

Ön Gelişme O.na Girilen Günler	tk (°C)	ty (°C)	✓ %	Gelişme Durumu	
				Şeker İlaveli	Şekersiz
1.GÜN	27	23	71.40	+	+
7.GÜN	25	21	69.96	+	Bazılarında Kontami.
9.GÜN	24	21	76.56	+	Kontaminasyon artıyor
11.GÜN	26	22	70.63	+	Kontaminasyon
14.GÜN	24	20	69.20	Gelişme Tamaml. "	
20.GÜN	26	22	70.63	"	
27.GÜN	25	20	63.02	"	
34.GÜN	26	24	84.92	Kontrollere son verildi	

+: Gelişme var ve devam ediyor

Şeker katılarak ağızları pad'lenmiş kavanozların 14 gün gibi kısa bir sürede ön gelişmelerini tamamladığı görülürken, şekersiz kavanozlarda çeşitli küf mantarlarının kontaminasyonu ile karşılaşmıştır. (Resim: 14)



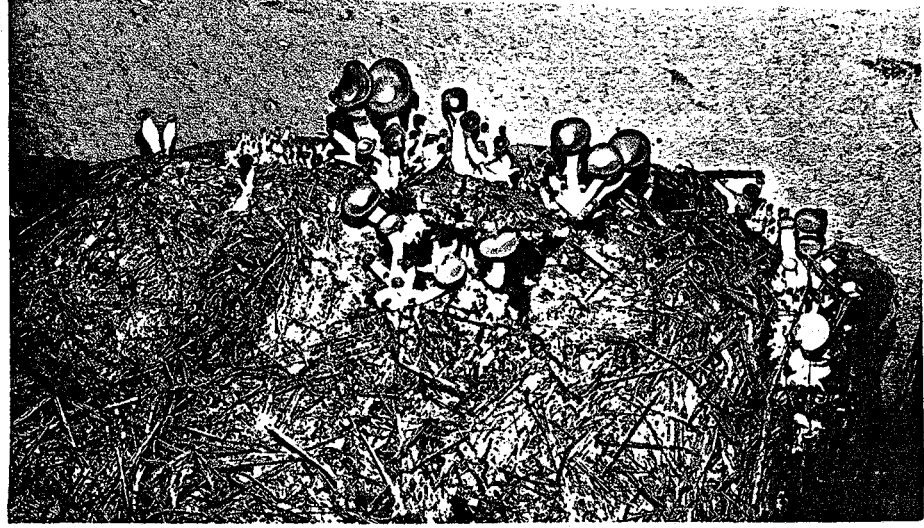
Resim:14. Şekersiz kavanozlarda görülen kontaminasyon

Termik şok uygulanan kompost blokları yetiştirme odasına alındıktan sonra Bölüm:2. 2. 1. 2.' de açıklanan ekolojik koşullar sağlanmış ve mantarın gösterdiği gelişme seyri gözlenmiştir. Kompost bloklarının yetiştirme odasına alınmasından 15- 17 gün sonra mantarların beyaz renkte primordiumları gözükmeye başlamıştır. Bu süre kavanozlarda 17-22 gün olarak saptanmıştır. (Resim:15)

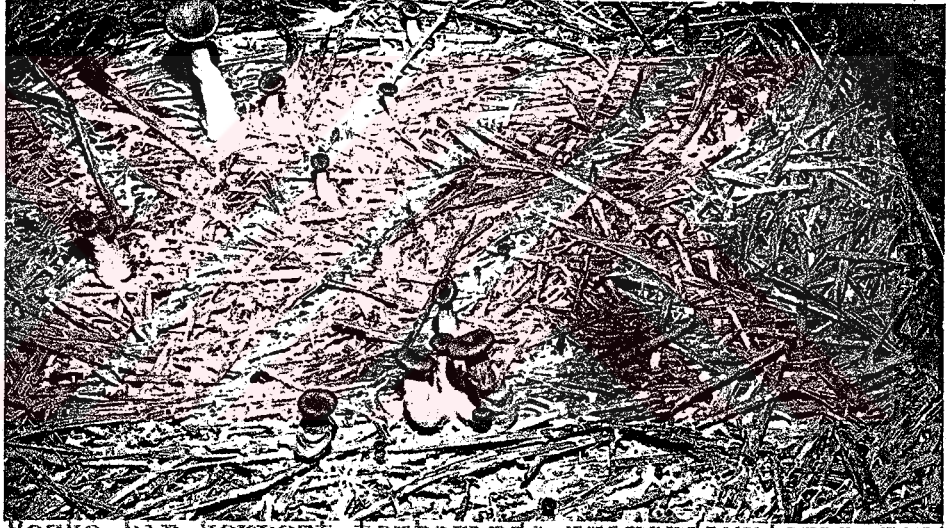


Resim:15. Buğday sapları üzerinde *P. ostreatus*'un primordiumları (Yetiştirme odasına alınmasından 16 gün sonra)

Primordiumların gözükmesinden sonra 8-10 gün içerisinde toplanacak olgunluğa geldikleri görülürken; ekolojik koşulların optimumda tutulması halinde kompost yüzeyinin her kısmında mantar oluşumunun başladığı (Resim: 16-17), ekolojik koşulların bozulması durumunda yeni oluşmakta olan primordiumların kuruyarak bozuldukları belirlenmiştir. (Resim: 18)



Resim:16. Primordiumlardan şapkaların oluşması (Yet. Od. alınmadan 24 gün sonra)



Resim:17. Başka bir kompost torbasında primordiumların şapka oluşturmaları (Y.O. na alındıktan 21 gün sonra)



Resim:18. Bir bölüm primordiumun şapka oluşumu sürerken, bazıları- nın bağıl nem dalgalanmalarından etkilenerek kuruması (Y.O na alındıktan 24 gün sonra)



Resim:19. Şapka oluşumunun devam etmesi(26.gün)

Yukarıda genel olarak verilen gelişme seyrine ilişkin diğer gözlemler ve bulgular şöyledir. (Tablo:9 ve Resim:20-51)

Tablo:9. P. ostreatus'un gelişme seyrine ilişkin gözlem sonuçları

Flaş No (Ürün Dev.)	Gözlem Günü (Y.O.Al.itibaren)	Şapka Çapı cm.	Sap Uz. cm.	Sap Çapı cm.	Açıklama ve Res.No
1	17.gün	0.5-1.5	1.5-3	0.5-1	Yüzey nemlendirildi(20)
	25.gün	3-7	2-10	1-1.5	" (21)
	28.gün	5-15	7-13	1.5-2.5	Toplandı(22)
1	14.gün	1	3	2-2.5	Anormal şapka oluşumu(23)
	21.gün	0.5-2.5	2-10	1-2	Önceki primordiumlar kurudu(24)
	24.gün	1-7	2-15	1-2.5	Anormal sap uzaması(25)
2	32.gün	0.5-3	1-7	0.5-2.5	Torba kenarları yırtıldı(26)
	36.gün	0.5-9	2-15	0.5-3	" (27)
	37.gün	0.5-11	2-15	0.5-3	Sap ve şapkada form bozuklukları(28)
2	30.gün	1-5	1-10	0.5-2	Yüzey nem.di(29)
	34.gün	5-11	3-12	1-3.5	" (30)
	35.gün	6-12	3-12	1.5-3.5	Toplandı (31)
2	29.gün	0.5-1.5	1-3	0.5-1.5	Yüz.nem.di(32)

	31. gün	1.5-15	3-10	1-1.5	"	(33)
	34. gün	7-12.5	4-12.5	1.5-2.5	"	(34)
	36. gün	7-13	5-17	2-2.5	Buruşma başladı	(35)
3	45. gün	0.5-1	0.5-3	0.3-0.5	Yüz.nem.di	(36)
	49. gün	1.5-9	2-7.5	0.5-2	"	(37)
	54. gün	2-13	2-12.5	1-2.5	Toplandı	(38)
3	40. gün	1.5-12.5	1-2	1.5-2	Yüz.neml.di	(39)
	42. gün	4.5-14	1-2	2-2.5	"	(40)
	43. gün	5-15	1-2.5	2-2.5	Toplandı	(41)
4	58. gün	1.5-6	0.5-1	0.5-1	Yüz.nem.di	(42)
	60. gün	3-12	1	0.5-1	"	(43)
	62. gün	4-15	1	1-2	Toplandı	(44)
1	35. gün	4-12	2.5-7	0.5-1	Yüz.neml.di	(45)
	39. gün	7-15	3-7.5	1.5-2	"	(46)
	44. gün	8-16.5	6-13	1.5-2.5	Buruşma	(47-B)
2	44. gün	2.5-5	2-7.5	1-1.5	Analiz için aynı gün alındı	(47-A)



Resim : 20. Yetiştirme O.na Alınmasından 17 gün sonra (1. flaş)



Resim: 21. Y.O. na alınmasından 25 gün sonra (1. flas)



Resim: 22. Y.O. na alınmasından 28 gün sonra (1. flas)



Resim: 23. Y.O. na alınmasından 14 gün sonra (1. flas)



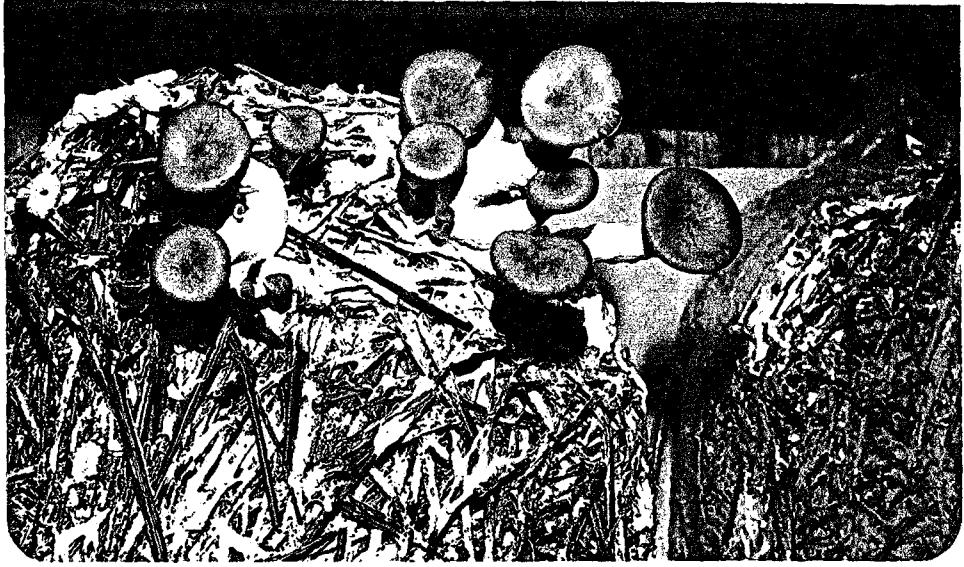
Resim: 24. Y.O. na alınmasından 21 gün sonra (1. flaş)



Resim: 25. Y.O. na alınmasından 24 gün sonra (1. flaş)



Resim: 26. Y.O. na alınmasından 32 gün sonra (2. flaş)



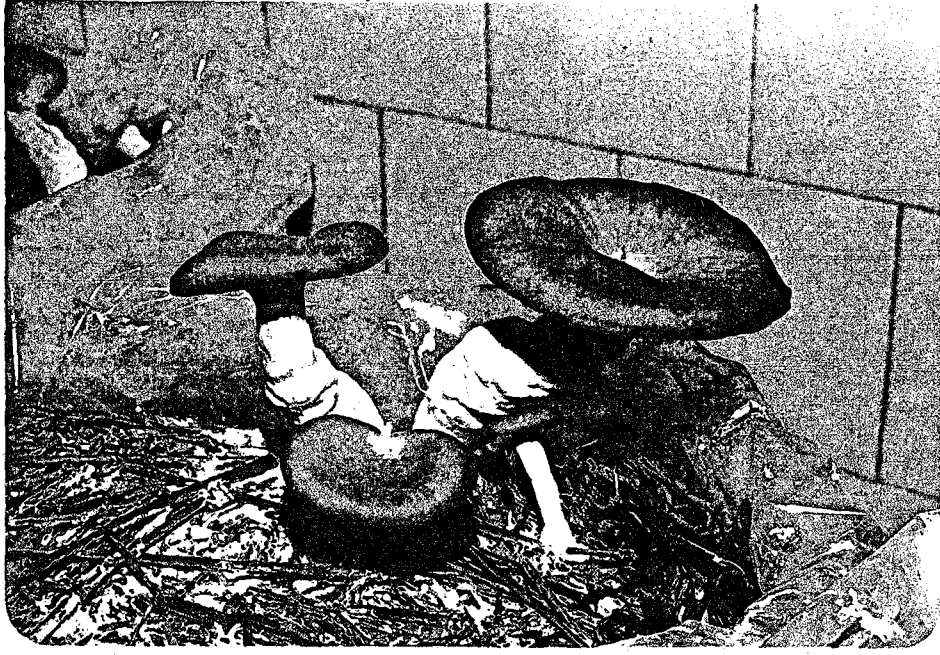
Resim:27. Y.O.na alınmasından 36 gün sonra(1. flas)



Resim:28. Y.O.na alınmasından 37 gün sonra(2. flas)



Resim:29. Y.O.na alınmasından 30 gün sonra(2. flas)



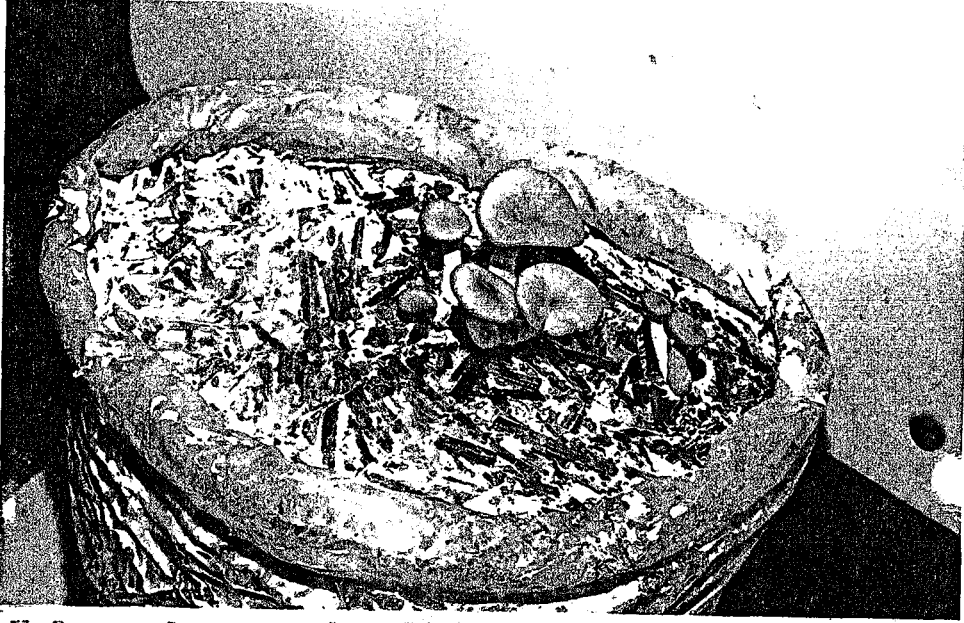
Resim: 30. Y.O. na alınmasından 34 gün sonra (2. flas)



Resim: 31. Y.O. na alınmasından 35 gün sonra (2. flas)



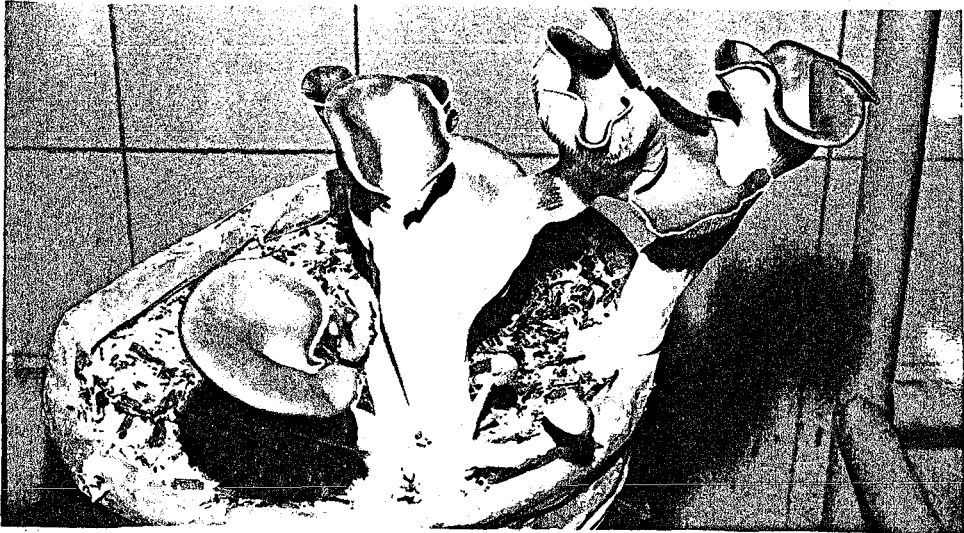
Resim: 32. Y.O. na alınmasından 29 gün sonra (2. flas)



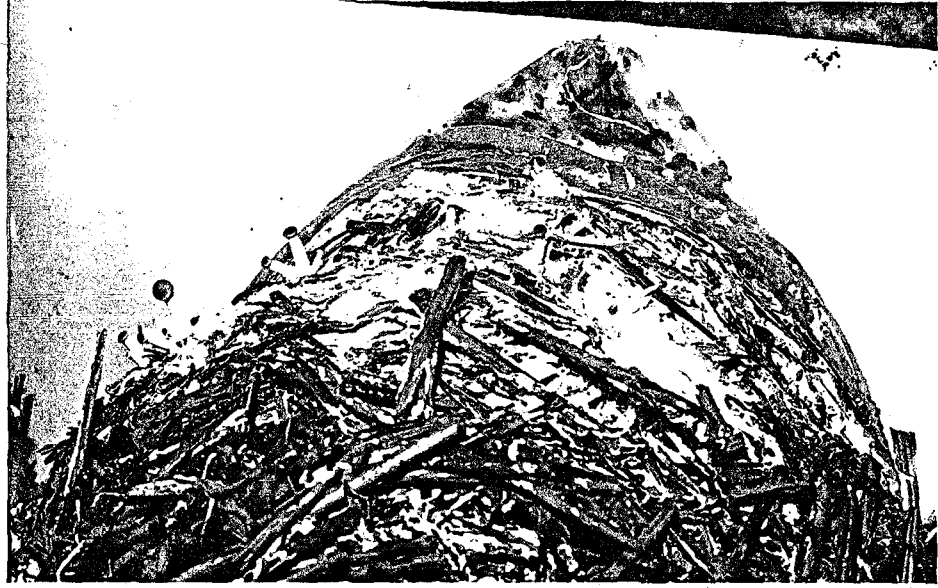
Resim: 33. Y.O. na alınmasından 31 gün sonra (2. flas)



Resim: 34. Y.O. na alınmasından 34 gün sonra (2. flas)



Resim: 35. Y.O. na alınmasından 36 gün sonra (2. flas)



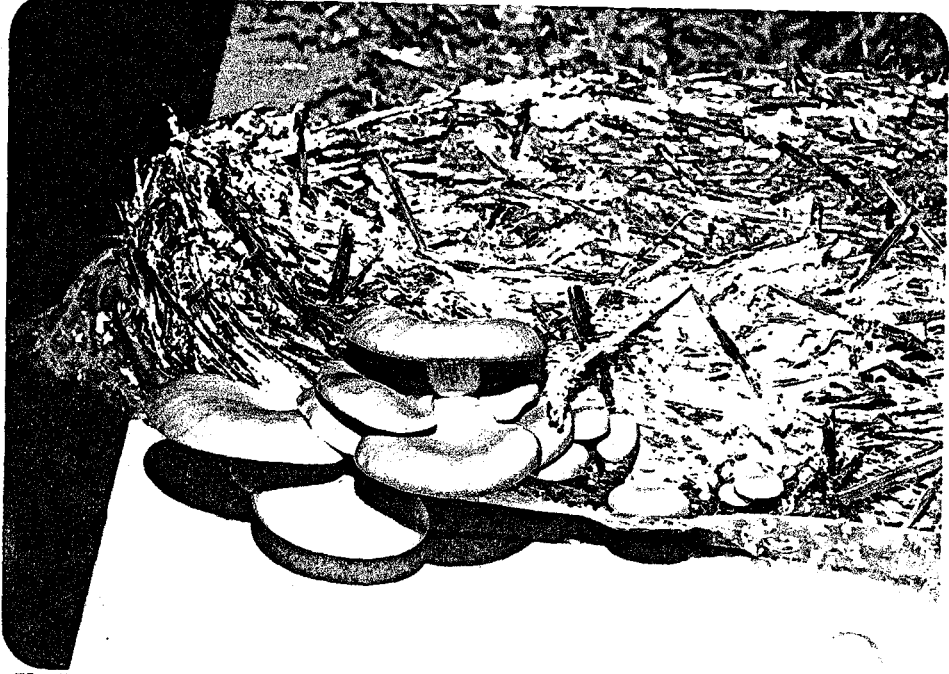
Resim: 36. Y.O.na alınmasından 45 gün sonra(3. flaş)



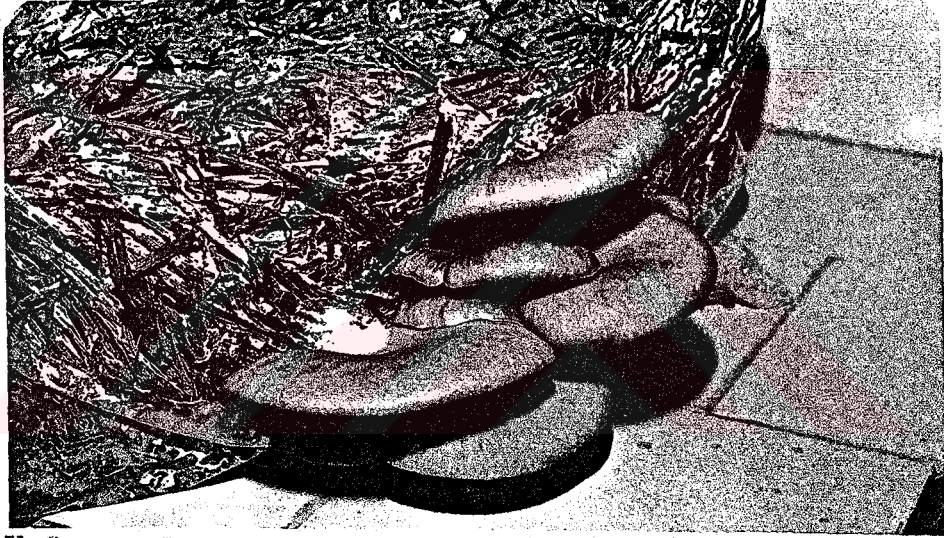
Resim: 37. Y.O.na alınmasından 49 gün sonra(3. flaş)



Resim: 38. Y.O.na alınmasından 54 gün sonra(3. flaş)



Resim: 39. Y.O. na alınmasından 40 gün sonra (3. flas).



Resim: 40. Y.O. na alınmasından 42 gün sonra (3. flas)



Resim: 41. Y.O. na alınmasından 62 gün sonra (4. flas)



Resim: 42. Y.O. na alınmasından 58 gün sonra (4. flas)



Resim: 43. Y.O. na alınmasından 60 gün sonra (4. flas)



Resim: 44. Y.O. na alınmasından 62 gün sonra (4. flas)

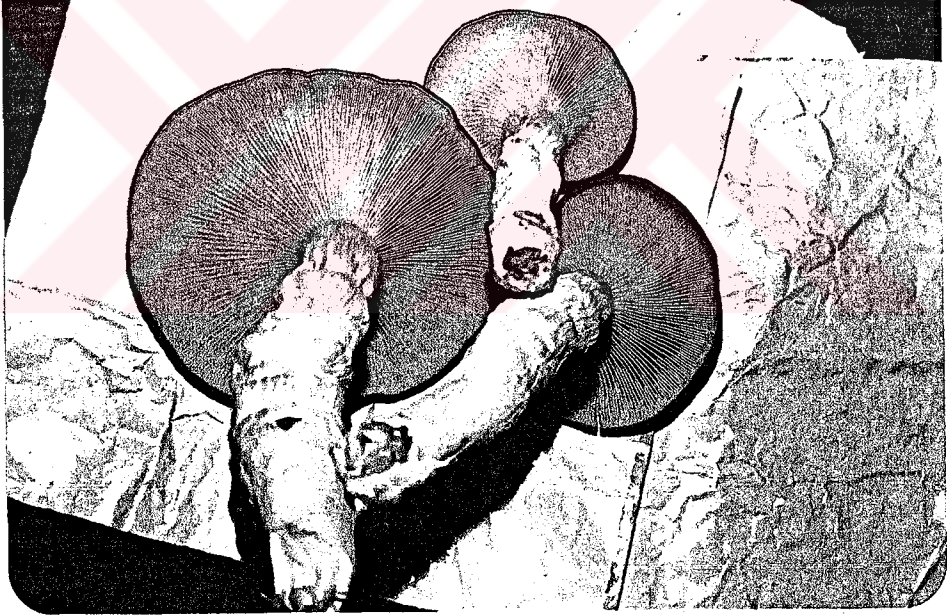


Resim:45.46.47-A ve B. Y.O.na alınmasından 35-39-44 gün sonra(1.-
flas)

P. ostreatus'un yetiştirilmesine, gösterdiği gelişme seyri-
ne, morfolojik ve fizyolojik özelliklerine ve yetiştirilmesinde
karşılaşılan sorunlara ilişkin bulgular şöyle özetlenebilir:

1. *P.ostreatus* Buğday sapları üzerinde 63-67 gün içerisinde, iğne yapraklı ağaç yongalarında ise 41-48 gün içerisinde toplanma olgunluğuna erişmiştir.
2. Kimyasal analizler için son örneğin alındığı güne kadar hemen her torba ve kavanozdan ürün (flas) alınabilmıştır. Her flas-
tan sonraki 4-8 gün içerisinde yeni primordiumlar oluşarak ta-
kip eden günlerde hızlı bir büyüme göstermişlerdir.
3. Mantarın gelişimi sırasında ekolojik koşulların aynı düzeyde tutulmasına özen gösterilmesi zorunluluğu yapılan gözlemlerle saptanmıştır. Ekolojik koşulların değişimiyle yeni oluşan pri-
mordiumlarda kuruma görülürken, şapkalarda da form bozuklukla-
rı görülmüştür.(Resim; 18 ve 22)
4. Şapka oluşumunun tamamlanmasından hemen sonra mantar toplanma-
lıdır. Zamanında toplanmayan ve daha da büyümesi için bırakı-
lan mantar şapkaları buruşmakta, saplar üzerinde beyaz tüyler
oluşmakta ve mantar ekonomik değerinden kaybetmektedir. (Resim:-
35,47-B)
5. Mantarın morfolojik yapısını büyük ölçüde ortamın ekolojik ko-
şulları ve yetiştirme tekniği belirlemektedir. Bol oksijen ve
gün ışığı kadar yüksek bir ışık şiddetinde mantar konukçuya
çok kısa bir sapla veya sapsız olarak yelpaze biçiminde bağla-
nırken (Resim: 39, 40, 41, 42, 43, 44), ışık şiddetinin 40-60
lux, ekolojik koşullarında Bölüm: 2.2.1.2.'de anlatıldığı gibi
hazırlanan yetiştirme odasında sap oluşturduğu ve bu ekolojik

- koşulların kontrollü olarak ayarlanması halinde üniform şapka oluşumunun gerçekleştirdiği saptanmıştır.
6. Optimal ekolojik koşullarda oluşturulan şapka canlı görünümlü, gösterişli ve çekicidir. Rengi; beyaz gri, koyu gri, açık kahverengi, kahverengi veya kurşuni olabilmektedir. Şapka çapı sap oluşumunun görüldüğü ve görülmediği durumlarda 0.5-17 arasında değişmektedir. Sapın rengi ise beyazdır. Şapkayla birleştiği yerde incelen sap, substrata tutunduğu yerde en kalın halini alır. Uzunluğu 0.5-15 cm. arasında değişen sapın kalınlığı 0.5-3.5 cm kadar olabilmektedir. Ekolojik koşullardan özellikle bağıl nem ve ışık şiddetinin değişimiyle sapın dalgalı bir yapı kazanarak şekil bozukluğu gösterdiği belirlenmiştir.
 7. Şapkanın alt tarafında yer alan spor yatakları (lamaller), beyazdan kirli beyaz ve kirli sarıya yakın renkler göstermektedir. Yumuşak ve elastiki olan lameller agaricoid hymenium tipindedir. (Resim: 48 ve 49)
 8. Mantarın optimal yetiştirme koşullarının saptanmasına yönelik, kasalarda yetiştirilmesi için yapılan bir denemede ise; polietilen naylon torba ve cam kavanozlara oranla daha yüksek oranda kontaminasyon sorunlarıyla karşılaşmış ve tahta kasalarda oluşan küf mantarları nedeniyle (Resim: 50), şapka oluşumu yapan primordiumların öldüğü görülmüştür. (Resim: 51)



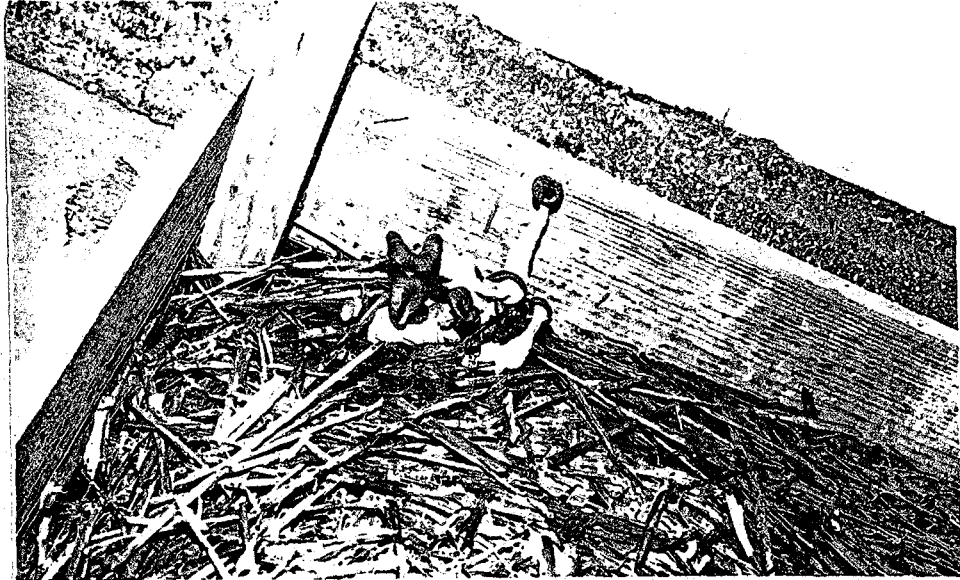
Resim:48. Sap oluşturan şapkaların hymeniumlarının görünüşü



Resim:49. Sap oluşturmeyan şapkaların hymeniumlarının görünüşü



Resim:50. Tahta kasaların küf mantarlarınca kontaminasyonu



Resim:51. Kasalarda yapılan bir denemede *P. ostreatus* şapkalarının küf mantarlarınca kontamine edilerek bozundurulması

3.2. Biyolojik Degradasyona Ugratılmış Materyalin Kimyasal Analiz Sonuçları

3.2.1. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Saplarının Kimyasal Analiz Sonuçları

Buğday sapslarına ait kimyasal analizler, biyolojik degradasyona uğratılmamış orijinal örnek ve biyolojik degradasyona uğratarak öngörülen sürelerde alınan örnekler üzerinde Bölüm: 2.2.2 de açıklanan standart yöntemlere uygun olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre; biyolojik degradasyonla hücre çeperi bileşenlerinden Holoselüloz, Lignin ve Selüloz'un, bunun yanı sıra % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerlerinin değişimi ile bu değerlerdeki azalma ve artma yüzdeleri;

- a. Orijinal örneğe oranla,
- b. Bir önceki alınan örneğe oranla,

hesaplanarak tablo ve grafikler halinde düzenlenmiştir.

Ayrıca, tüm analiz sonuçları arasında istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmeler yapılmış ve analiz sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

3.2.1.1. Holoselüloz Miktarı

Buğday sapslarında bulunan bütün karbonhidratları kapsayan holoselülozu tayin etmek için, Wise ve arkadaşlarının geliştirdiği "Klorit Yöntemi" uygulanmıştır. Bu yöntemle göre karbonhidratlardaki kaybın önlenmesi için örnekte, % 2-4 kadar ligninin kalmasına müsaade edilmiştir.

Biyolojik degradasyona uğratılmamış orijinal(0.gün) ve mantarın etkisine bırakılmış örneklerin 38.günden başlayarak 131.güne kadar alınan toplam 15 örnek üzerinde tayin edilen Holoselüloz miktarları Tablo:10. da verilmiştir.

Tablo:10.daki sonuçlara göre orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla hesaplanan azalış miktarları % olarak Tablo: 11'de verilmiştir.

Bu tablolara göre çizilen grafiklerden; Grafik: 8-1 ve 8-2, holoselüloz miktarının biyolojik degradasyonla değişimini; Grafik 9-1 ve 9-2 ise sırasıyla orijinal örneğe ve bir önceki alınan örneğe oranla holoselüloz miktarındaki azalmayı % olarak göstermektedir.

Bu tablo ve grafiklere göre;

1. Biyolojik degradasyonla holoselüloz miktarı 131 günde % 73.415 ten % 62.302'ye kadar azalmıştır. Orijinal örneğe oranla toplam azalma miktarı % 15.137'dir.

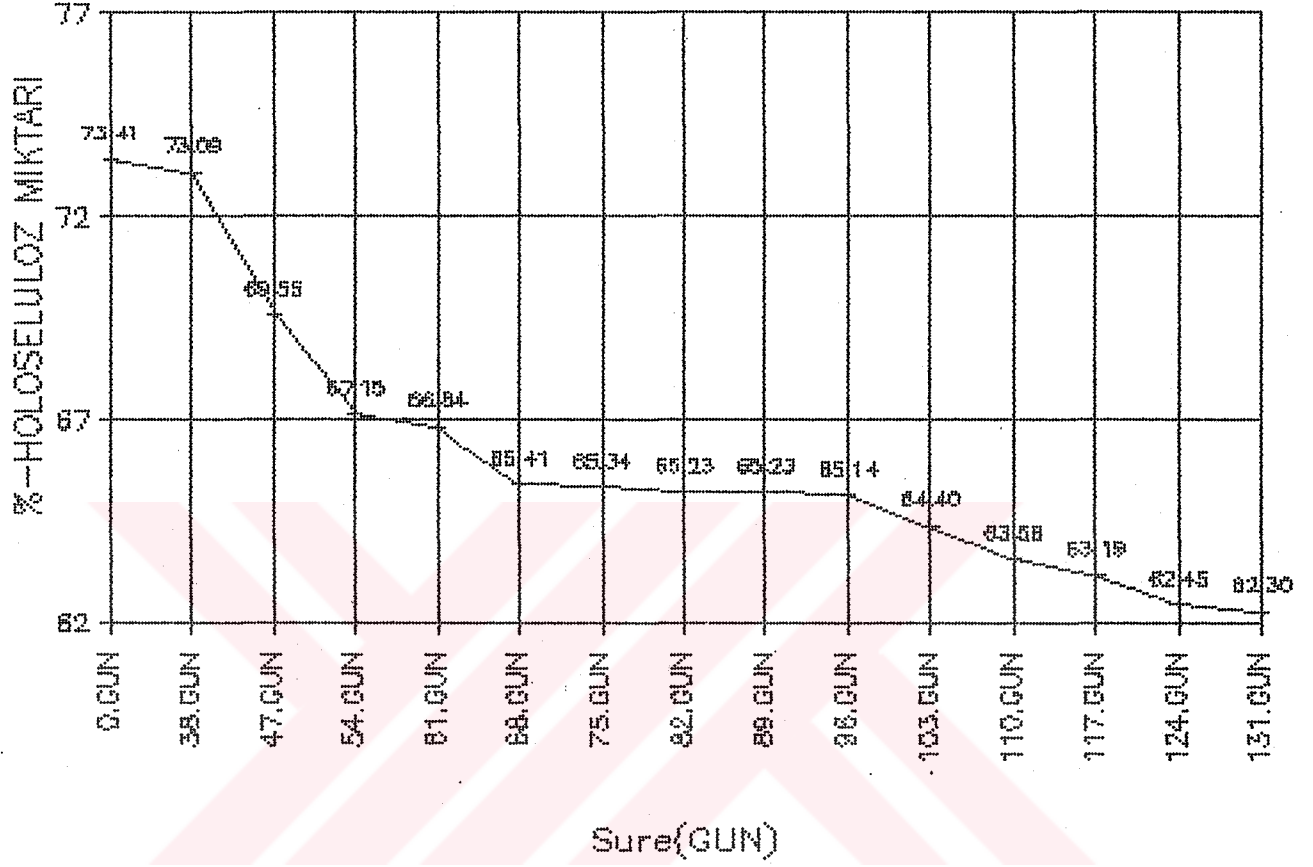
Tablo: 10. Holoselüloz Sonuçları

Süre(GÜN)	Ortalama %	± Hatası	Standart Sapma %	±Hatası	Minimum	Maximum
0. GÜN	73.415	0.099	0.172	0.070	73.219	73.541
38. GÜN	73.093	0.125	0.217	0.089	72.848	73.260
47. GÜN	69.554	0.117	0.202	0.082	69.395	69.777
54. GÜN	67.150	0.058	0.101	0.041	67.046	67.247
61. GÜN	66.843	0.226	0.391	0.160	66.555	67.289
68. GÜN	65.419	0.042	0.072	0.029	65.035	65.161
75. GÜN	65.347	0.816	1.414	0.577	63.798	66.570
82. GÜN	65.239	0.417	0.723	0.295	64.594	66.021
89. GÜN	65.231	0.333	0.577	0.235	64.610	65.750
96. GÜN	65.144	0.147	0.255	0.104	64.880	65.388
103. GÜN	64.406	0.429	0.744	0.304	63.547	64.838
110. GÜN	63.581	0.259	0.448	0.183	63.076	63.930
117. GÜN	63.198	0.203	0.351	0.143	62.858	63.560
124. GÜN	62.455	0.279	0.484	0.198	61.905	62.817
131. GÜN	62.302	0.341	0.591	0.241	61.683	62.860

Tablo: 11. Biyolojik Degradasyonla orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla Holoselüloz miktarındaki azalma(%)

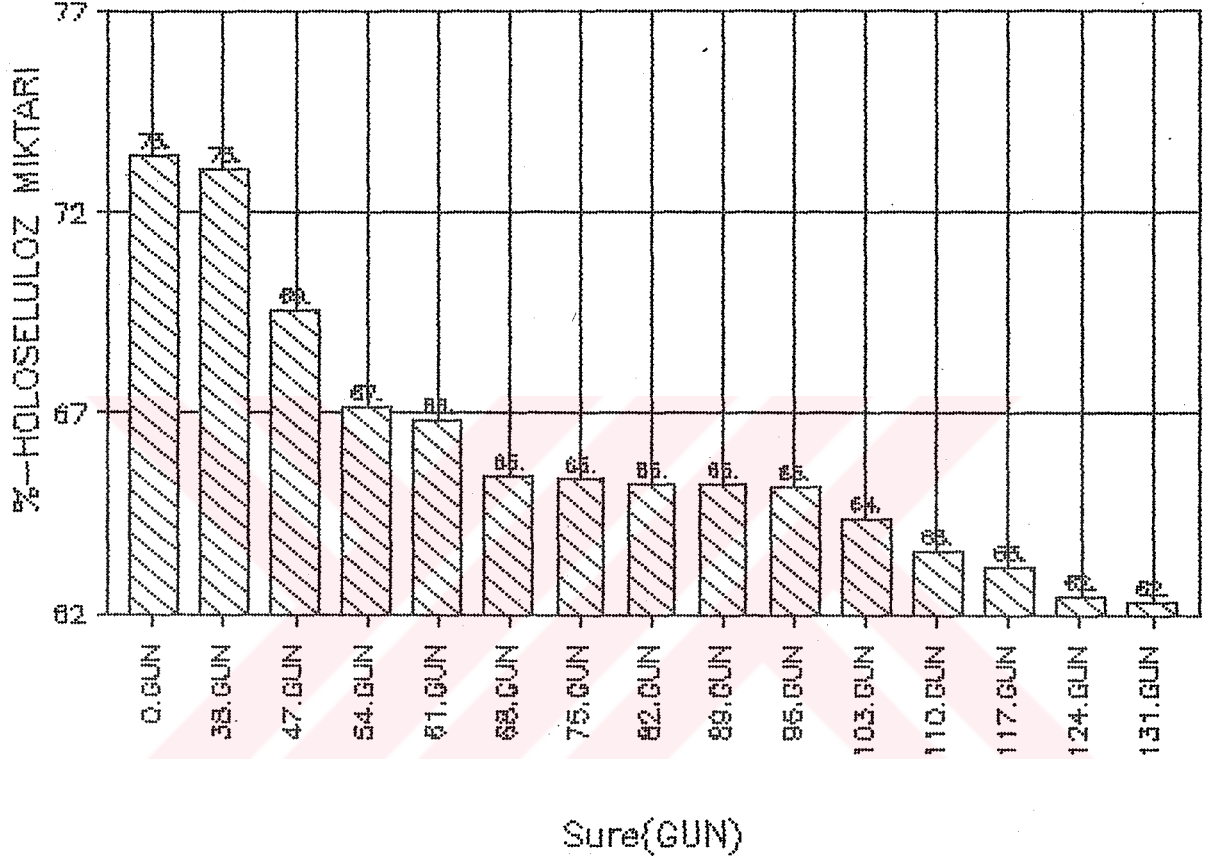
Süre(GÜN)	Orijinal Örneğe Oranla Azalma(%)	Bir Önceki Alınan Örn.Oranla Azalma(%)
38. GÜN	0.439	0.439
47. GÜN	5.259	4.842
54. GÜN	8.534	3.456
61. GÜN	8.952	0.457
68. GÜN	10.891	2.130
75. GÜN	10.990	0.110
82. GÜN	11.137	0.165
89. GÜN	11.148	0.012
96. GÜN	11.266	0.133
103. GÜN	12.271	1.133
110. GÜN	13.395	1.281
117. GÜN	13.917	0.602
124. GÜN	14.929	1.176
131. GÜN	15.137	0.245

Grafik: 8-1



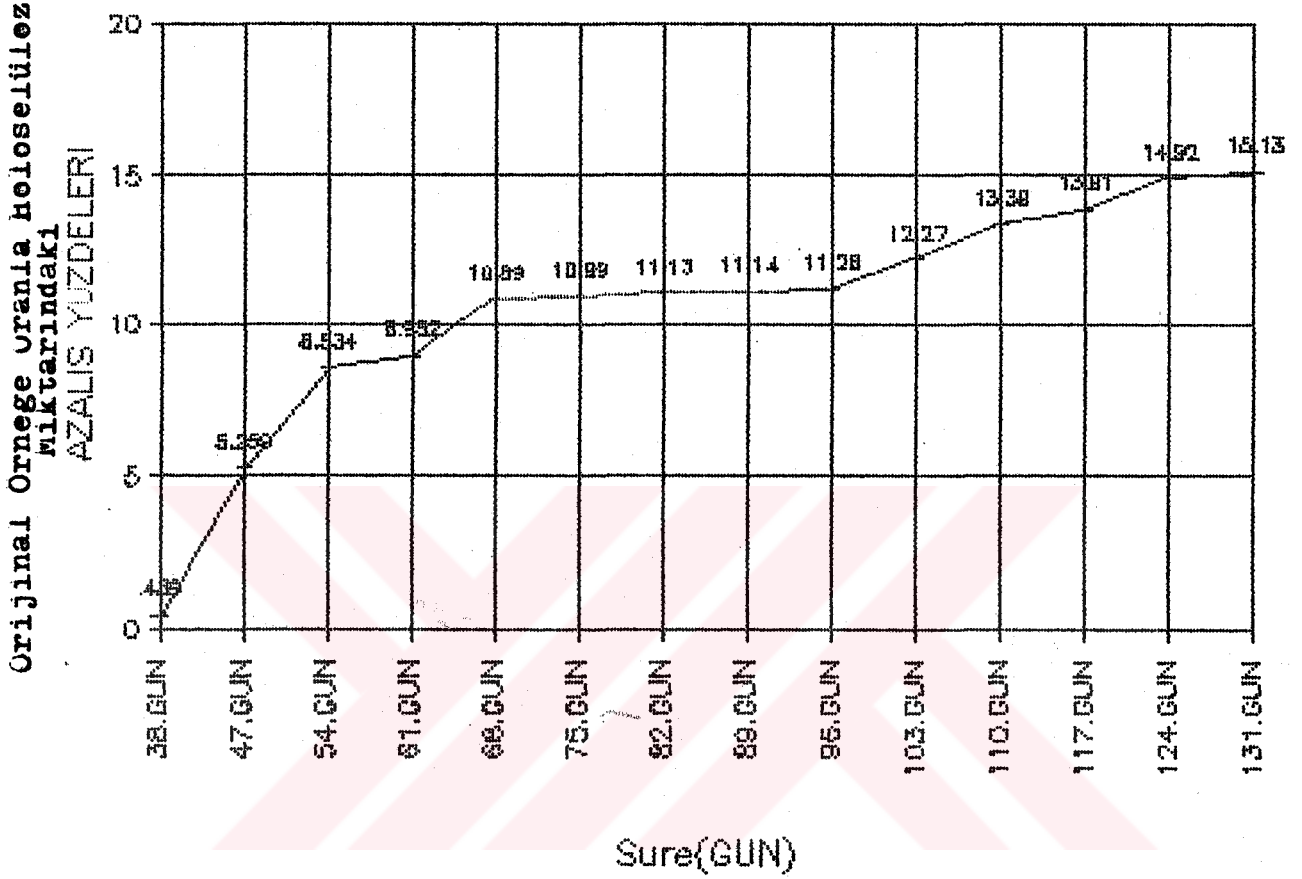
Grafik: 8-1. Biyolojik degradasyonla süreye bağlı olarak holoselüloz miktarı (Buğday saplarında)

Grafik:8-2



Grafik: 8-2. Biyolojik degradasyonla süreye bağlı olarak holoselüloz miktarı değişiminin histogramlarla gösterilmesi (Buğday saplarında)

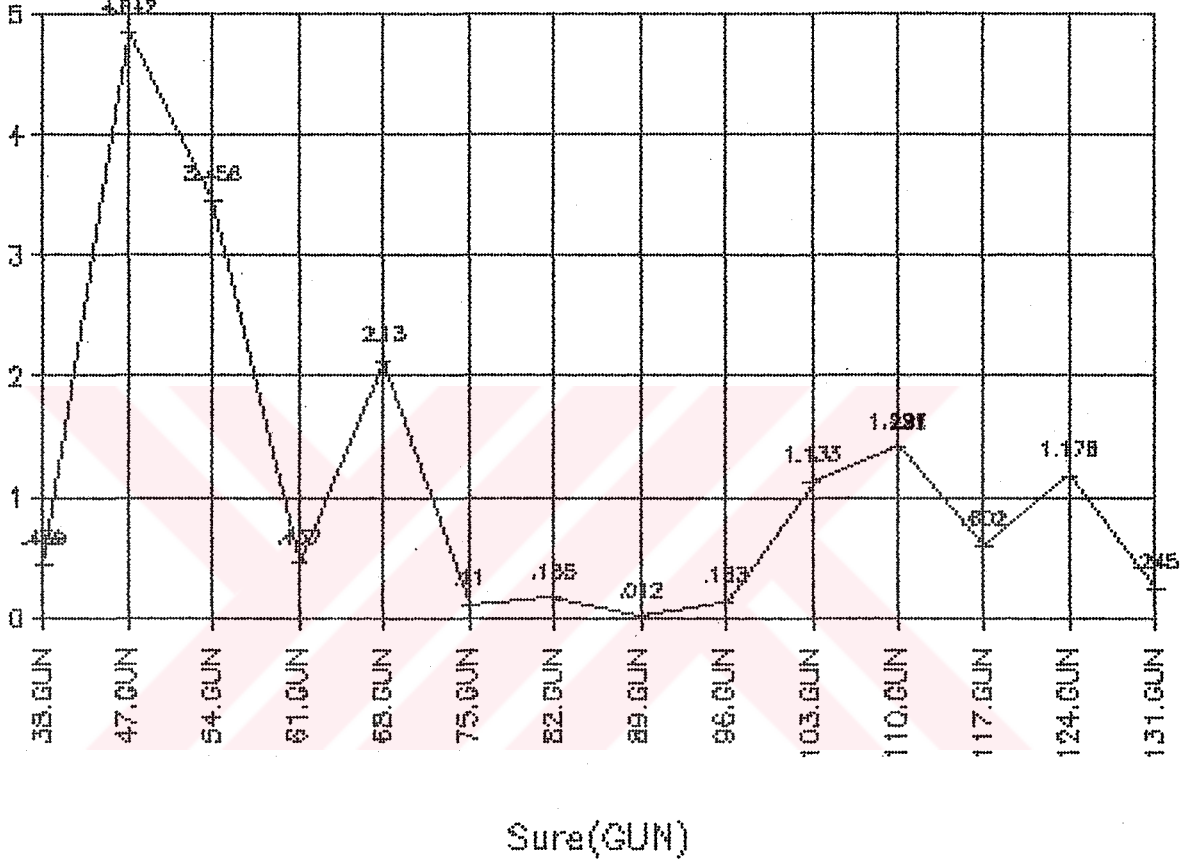
Grafik: 9-1



Grafik: 9-1. Biyolojik degradasyonla süreye bagli olarak holoselüloz miktarında orijinal örnege oranla % azalma oranları (Buğday esplarında)

Grafik: 9-2

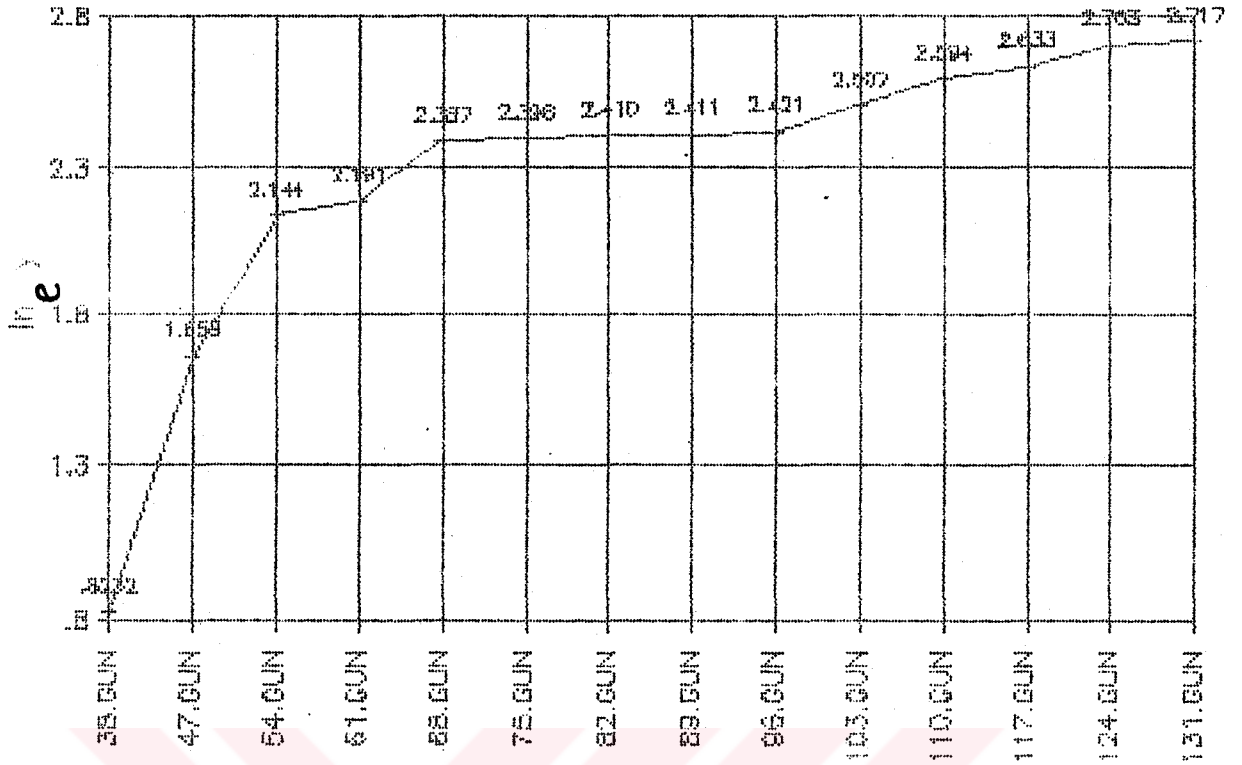
Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla
Holoselüloz Miktarındaki
AZALIS YUZDELERİ



Grafik: 9-2. Biyolojik degradasyonla süreye bağlı olarak holoselüloz miktarında bir önceki alınan örneğe oranla % azalma miktarı

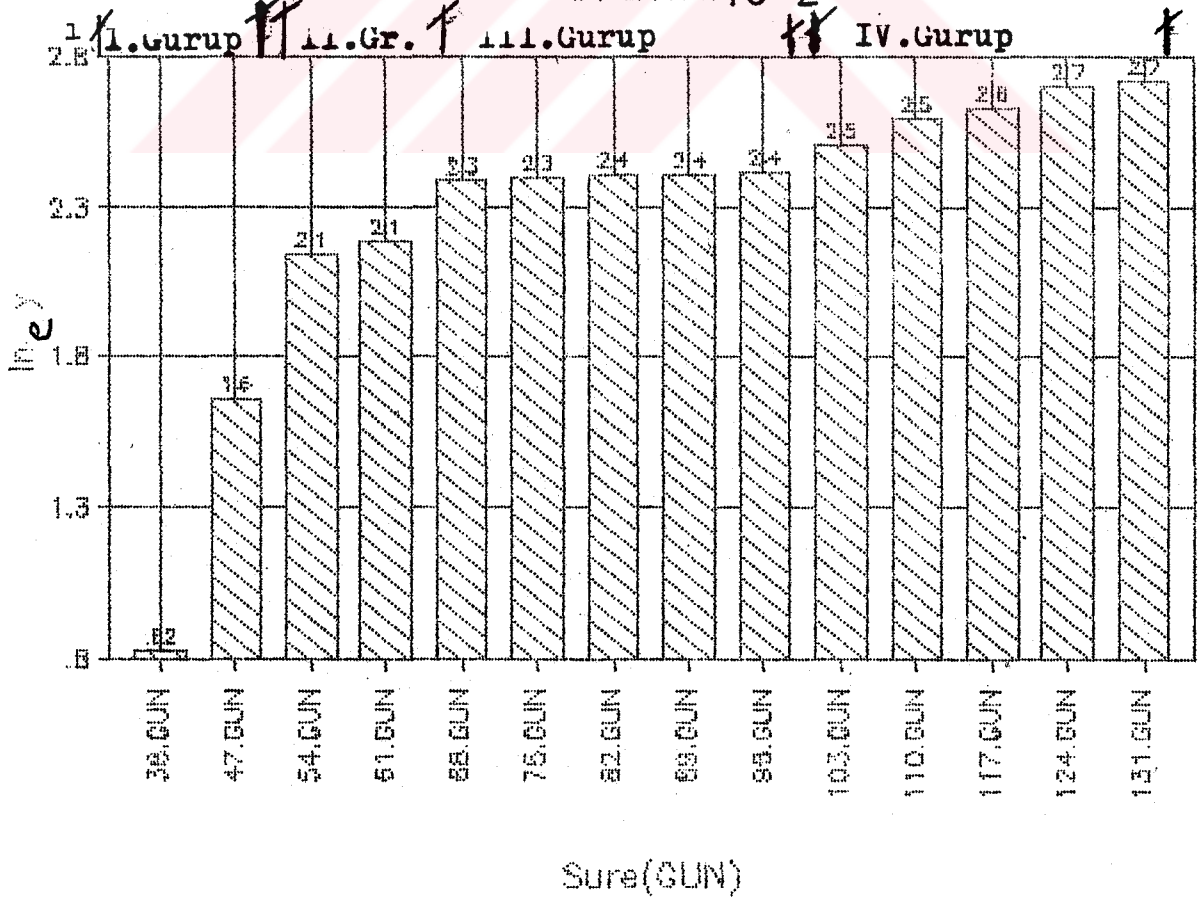
(Buğday saplarında)

Grafik:10-1



Grafik:10-1. Hoeselüloz için elde edilen doğrusal kombinasyonlar
Sure(GÜN)

Grafik:10-2



Grafik:10-2. Doğrusal kombinasyonların histegramlar halinde gösterilmesi

2. Orijinal örneğe oranla azalma miktarı biyolojik degradasyonun başlangıcı ile 54.günü arasında çok hızlı bir artış gösterdikten sonra 54-68. günler arasında yavaşlamış ve 68.gün ile 96.-gün arasında çok az bir degradasyon gerçekleşmiştir. Ardından 96.günden itibaren tekrar bir hızlanma göstermiştir.
3. Bir önceki alınan örneğe göre en fazla degradasyon 47.gün (% 4.842) gerçekleşirken en az degradasyonun 89.gün (% 0.012) oluşturulduğu saptanmıştır.
4. Holoselüloz oranı bakımından; buğday sapsarı orijinal örneği ile biyolojik degradasyona uğratan örnekler arasında uygulanan t-testi sonuçlarına göre; orijinal örnek ile 38.gün arasındaki fark önemsizken, orijinal örnek ile 47.gün ve daha sonraki örnekler arasındaki farkın belirgin olduğu saptanmıştır.
5. Orijinal örneğe oranla azalma yüzdelerinin doğal logaritmaları alınarak oluşturulan doğrusal kombinasyonlardan elde edilen grupların birbirinden farklı olduğu; buna göre uygulanan Scheffe-testiyle I-II.gurup, I-III. gurup, I-IV. gurup arasındaki farkın önemli olduğu; II-III.gurup, II-IV.gurup ve III-IV.guruplar arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. (Grafik:-10-1 ve 10-2)

3.2.1.2. Selüloz Miktarı

Kurschner-Hoffner Yöntemi' ne göre belirlenen selüloz oranı Tablo: 12'de, bu oranlara göre hesaplanan orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla azalış miktarı (%) Tablo: 13'te verilmiştir. Tablolara göre çizilen grafiklerden; Grafik:11-1 ve 11-2, biyolojik degradasyonla selüloz miktarı değişimini, Grafik:12-1 ve 12-2 orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla % azalma miktarlarını göstermektedir.

Bu tablo ve grafiklere göre elde edilen bulgular şunlardır:

1. Biyolojik degradasyonla selüloz miktarı % 47.411' den % 38.365'e düşmüştür. Orijinal örneğe oranla toplam azalma miktarı % 19.080'dir.
2. Orijinal örneğe oranla azalma miktarı, biyolojik degradasyonun başlangıcından 47.güne kadar hızlı bir artış gösterdikten sonra, 47-61.günler arasında yavaşlamış ve takip eden günlerde azalma miktarı değişen hızlarda devam etmiştir. 103 ve 110.günler arasında çok az bir degradasyon saptanmış, bundan sonra degradasyonun tekrar hızlandığı görülmüştür.
3. Bir önceki örneğe oranla en fazla degradasyon 68.gün(% 3.394) gerçekleşirken, en az degradasyonun 54.gün(% 0.286) ve 110.gün (% 0.280) oluşturulduğu belirlenmiştir.
4. Selüloz oranı bakımından; orijinal ve biyolojik degradasyona uğratan örnekler arasında uygulanan t-testi sonuçlarına gö-

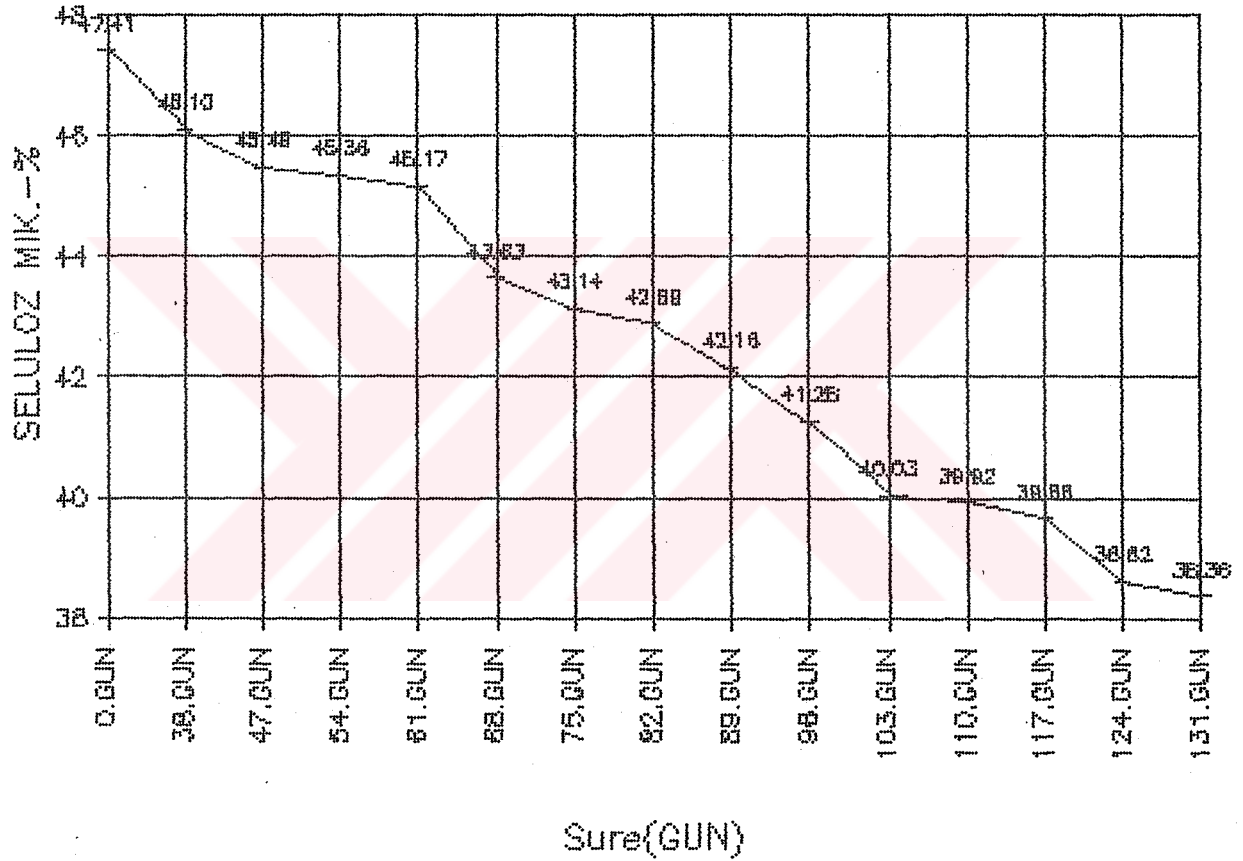
Tablo:12.. Selüloz Sonuçları

Süre(GÜN)	Ortalama %	\bar{x} Hatası	Standart Sapma %	\bar{x} Hatası	Minimum	Maximum
0.GÜN	47.411	0.375	0.649	0.265	46.662	47.812
38.GÜN	46.106	0.302	0.524	0.214	45.556	46.599
47.GÜN	45.490	0.145	0.252	0.103	45.240	45.745
54.GÜN	45.360	0.275	0.477	0.195	44.858	45.808
61.GÜN	45.171	0.432	0.748	0.305	44.165	45.643
68.GÜN	43.638	0.024	0.042	0.017	43.589	43.667
75.GÜN	43.144	0.118	0.205	0.084	42.996	43.378
82.GÜN	42.892	0.316	0.547	0.223	42.402	43.483
89.GÜN	42.168	0.204	0.353	0.144	41.798	42.534
96.GÜN	41.286	0.346	0.599	0.244	40.618	41.776
103.GÜN	40.035	0.453	0.784	0.320	39.180	40.720
110.GÜN	39.923	0.626	1.084	0.442	39.273	40.175
117.GÜN	39.661	0.249	0.432	0.176	39.250	40.111
124.GÜN	38.620	0.190	0.330	0.135	38.263	38.915
131.GÜN	38.365	0.524	0.907	0.370	37.344	39.076

Tablo:13 .. Biyolojik Degradasyonla orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla Selüloz miktarındaki azalma(%)

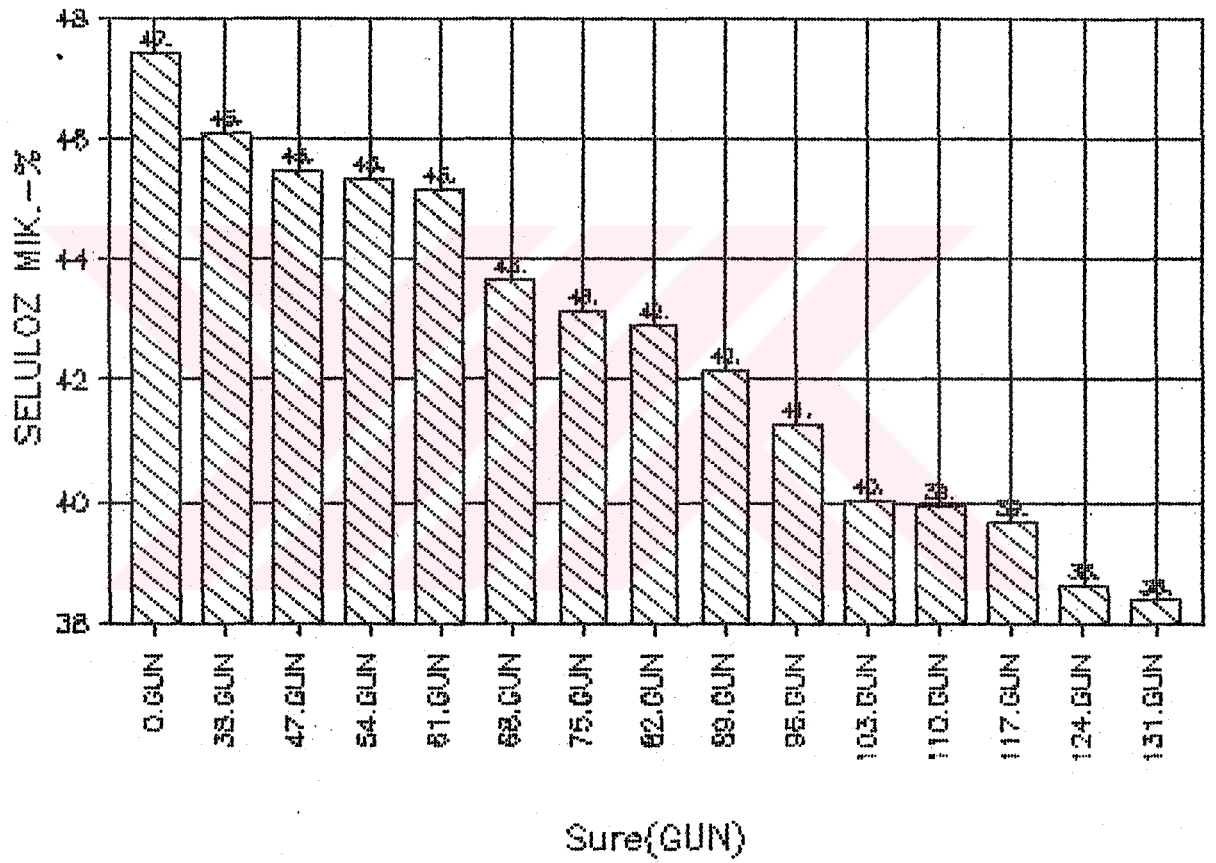
Süre(GÜN)	Orijinal Örneğe Oranla Azalma(%)	Bir Önceki Alınan Örn.Oranla Azalma(%)
38.GÜN	2.752	2.752
47.GÜN	4.052	1.336
54.GÜN	4.326	0.286
61.GÜN	4.725	0.417
68.GÜN	7.958	3.394
75.GÜN	9.000	1.132
82.GÜN	9.531	0.584
89.GÜN	11.059	1.688
96.GÜN	12.919	2.092
103.GÜN	15.558	3.030
110.GÜN	15.794	0.280
117.GÜN	16.346	0.656
124.GÜN	18.542	2.625
131.GÜN	19.080	0.660

Grafik: 11-1



Grafik: 11-1. Biyolojik degradasyonla süreye bağlı olarak selüloz miktarının değişimi (Buğday saplarında)

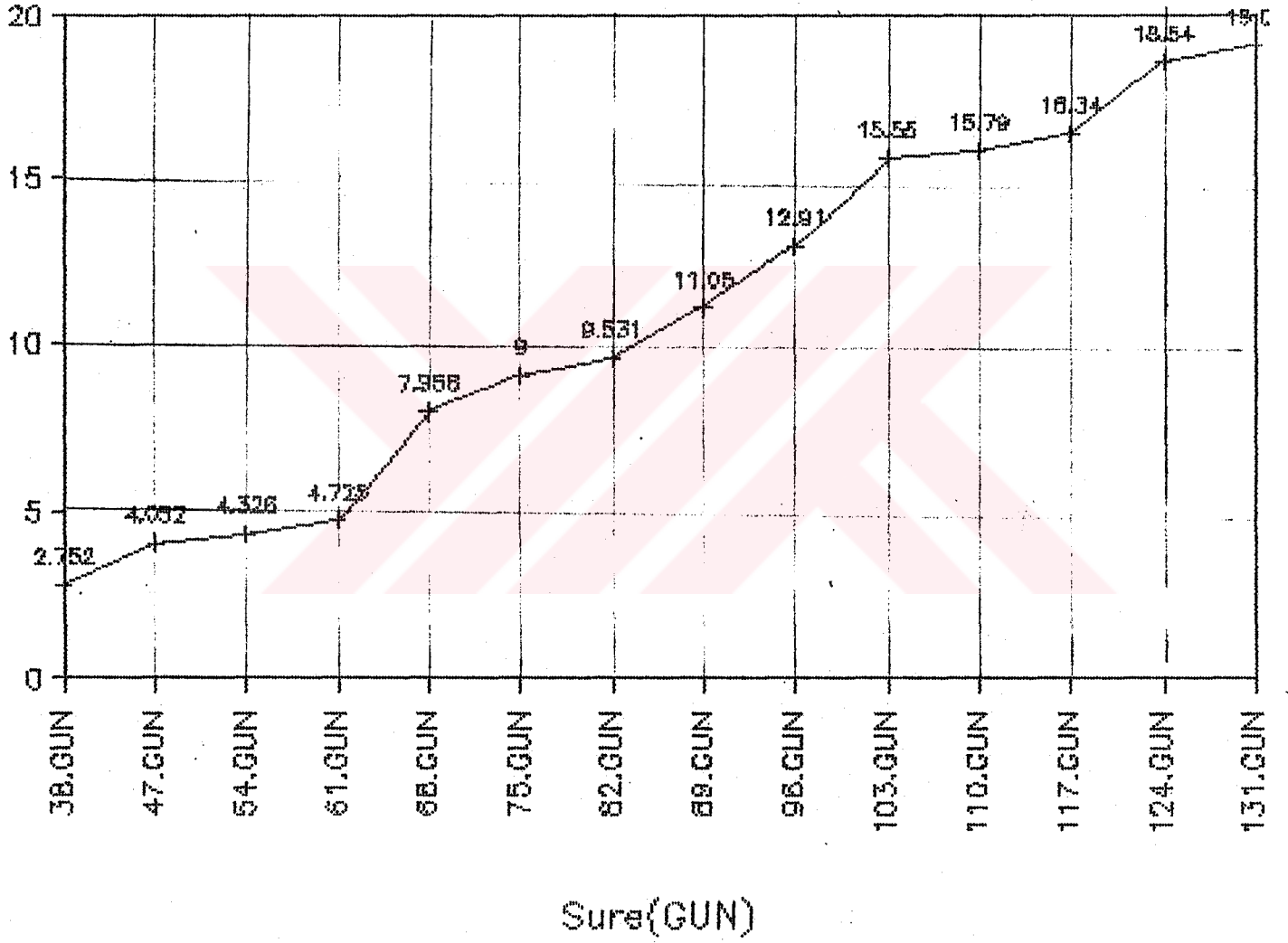
Grafik:11-2



Grafik:11-2. Biyolojik degradasyonla süreye bağlı olarak selüloz miktarının değişiminin histogramlarla gösterilmesi

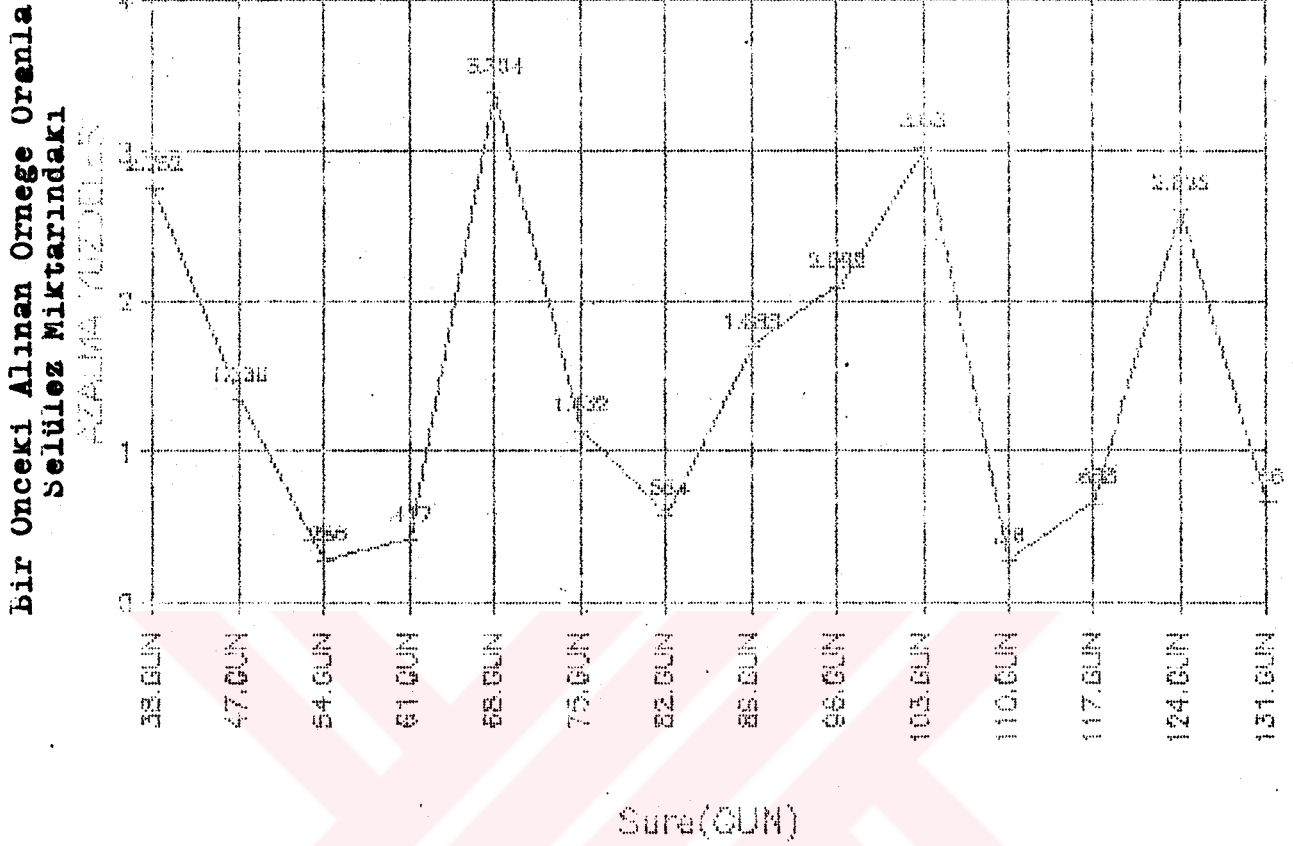
(Buğday saplarında)

Grafik:12-1



Grafik:12-1. Biyolojik degradasyonla süreye bağlı olarak selüloz miktarında orijinal örneğe oranla % azalma miktarı (Buğday saplarında)

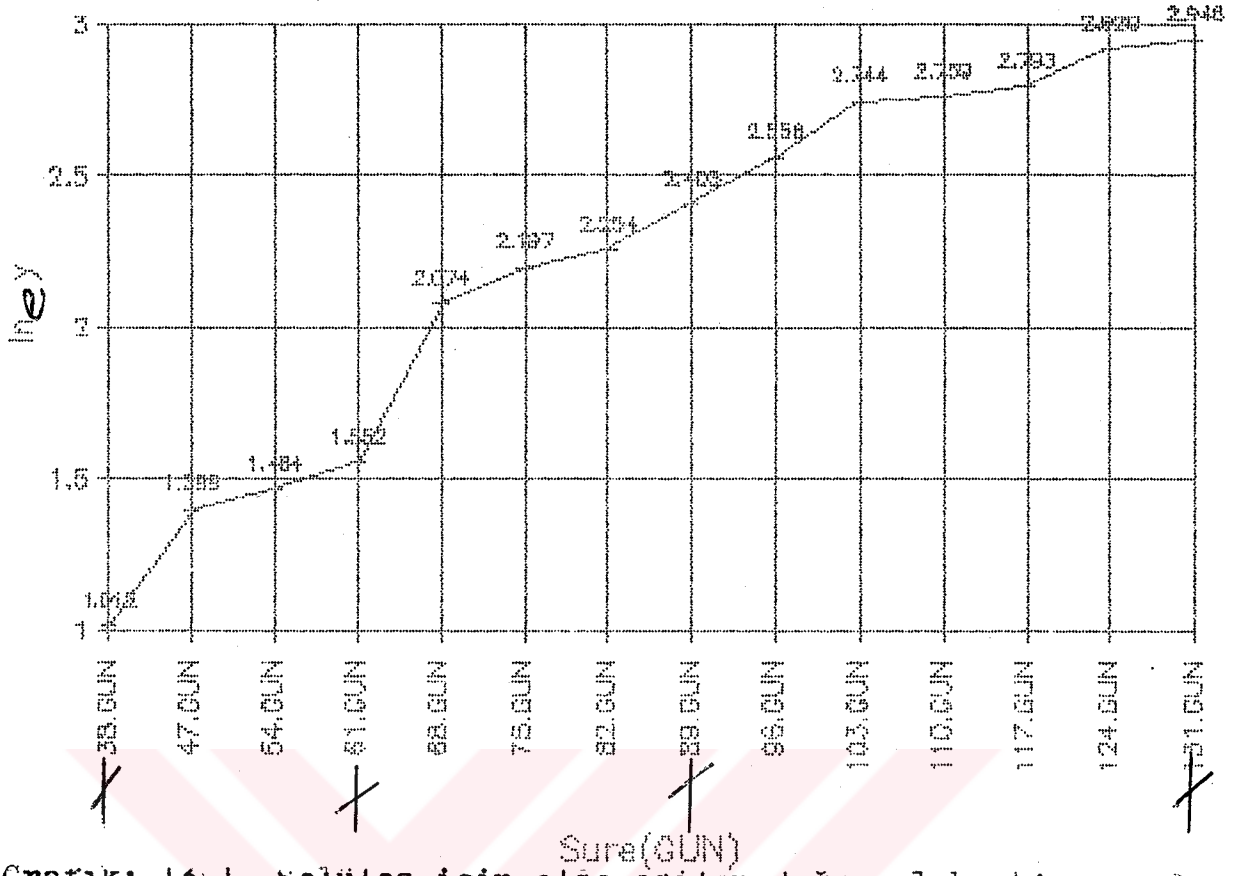
Grafik: 12-2



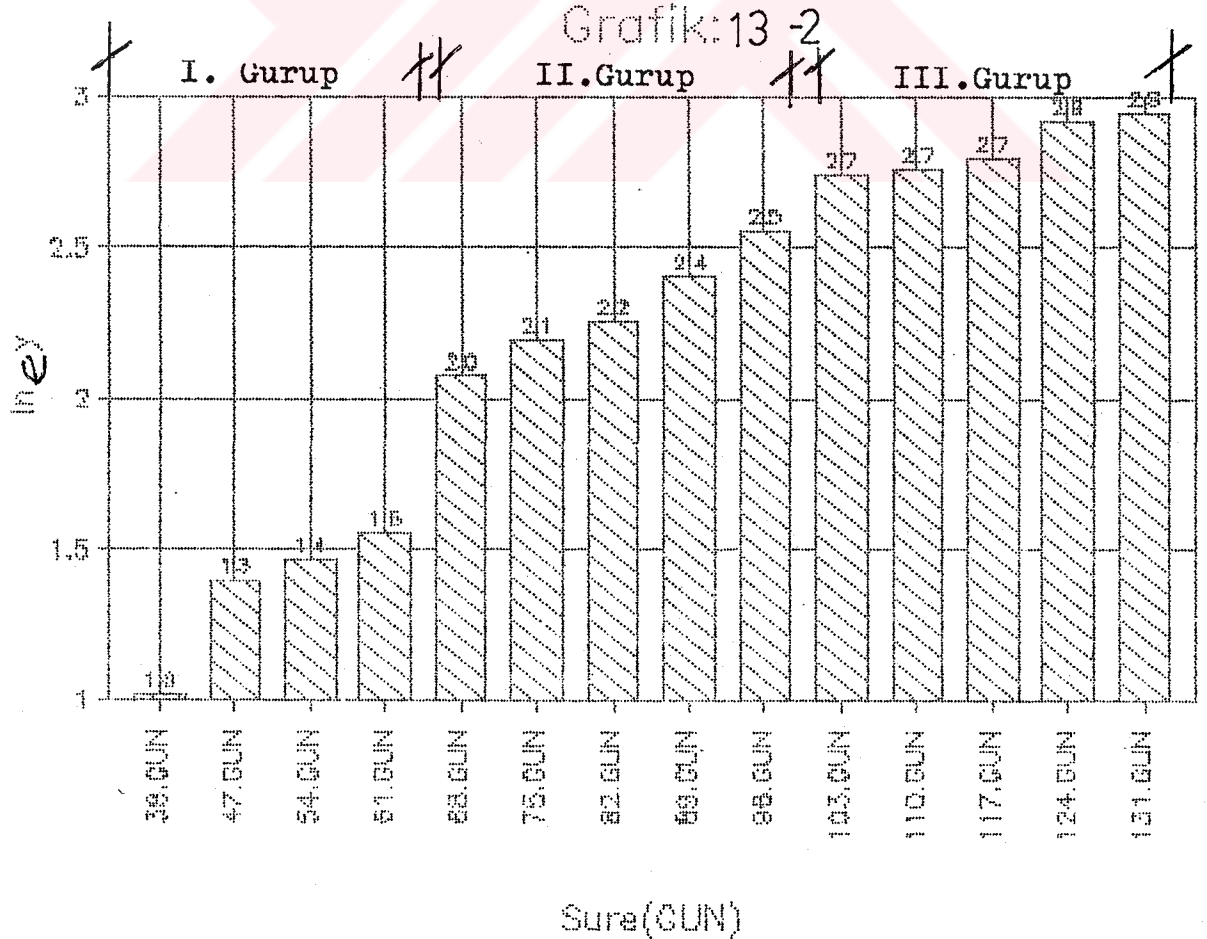
**Grafik : 12-2. Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla Süreye Bağlı
Olarak Azalma Miktarı (%) (SELÜLOZ)**

(Buğday seplerinde)

Grafik:13-1



Grafik: 13-1. Selüloz için elde edilen doğrusal kombinasyonlar



Grafik: 13-2. Selüloz için elde edilen doğrusal kombinasyonların histogramlar halinde gösterilmesi

re; orijinal örnek ile 38.gün arasındaki farklılık önemsizken bundan sonraki günlerde alınan örneklerle orijinal örnek arasındaki farkın belirgin olduğu saptanmıştır.

5. Scheffe -testi sonuçlarına göre; logaritmik olarak oluşturulan doğrusal kombinasyonlardan elde edilen gruplar arasındaki farkların önemli oldukları bulunmuştur. (Grafik:13-1 ve 13-2)

3.2.1.3. Lignin Miktarı

"Klason Lignini" yöntemine göre % 72' lik Sülfürik asitte çözünmeyen kısım olarak belirtilen lignin miktarı sonuçları Tablo:14'de; bu oranlara göre hesaplanan azalma miktarları da Tablo: 15' te % olarak verilmiştir.

Bu tablolara göre çizilen grafiklerden; Grafik: 14-1 ve 14-2'de lignin miktarının biyolojik degradasyonla değişimi, Grafik : 15-1 ve 15-2'de ise azalma oranları; orijinal ve bir önceki alınan örneğe göre % olarak verilmiştir.

Bu tablo ve grafiklere göre elde edilen bulgular şöyledir:

1. Lignin miktarı biyolojik degradasyonla 131 gün içerisinde % 23.742'den % 18.133'e kadar azalmıştır. Orijinal örneğe oranla toplam azalma miktarı % 23.62 olmuştur.
2. Orijinal örneğe oranla biyolojik degradasyonun 54.gününe kadar oldukça hızlı olarak devam eden degradasyon, 54 -68. günler arasında bir miktar yavaşlamışsa da takip eden günler içerisinde çok hızlı bir degradasyon gözlenmiştir. Bu degradasyon hızı 103. güne kadar devam ettikten sonra, tekrar bir yavaşlama sürecine girilmiş, bu tarihten itibaren kademeli bir degradasyon gerçekleşmiştir.
3. Bir önceki alınan örneğe oranla en fazla degradasyon 54. gün (% 4.71) ve 103. gün (% 5.99) oranında gerçekleşirken, en az degradasyonun 61.gün (% 0.10) ve 124.gün (% 0.07) oranında oluşturulduğu saptanmıştır.
4. Bugday sapsarı orijinal örneği ve biyolojik degradasyona uğrattılan örnekler arasında uygulanan t-testi sonuçlarına göre; orijinal örnek ile 38 ve 47.gün örnekleri arasındaki farklılığın önemsiz, bundan sonraki örneklerle orijinal örnek arasındaki farklılığın önemli olduğu bulunmuştur.
5. Biyolojik degradasyona uğrattılan örneklerin doğrusal kombinasyonlarına göre elde edilen gruplar arasında uygulanan varyans analizi sonucunda farklılık belirlenmesi üzerine Scheffe testi uygulanmış; testin sonuçlarına göre; tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. (Grafik: 16-1 ve 16-2)

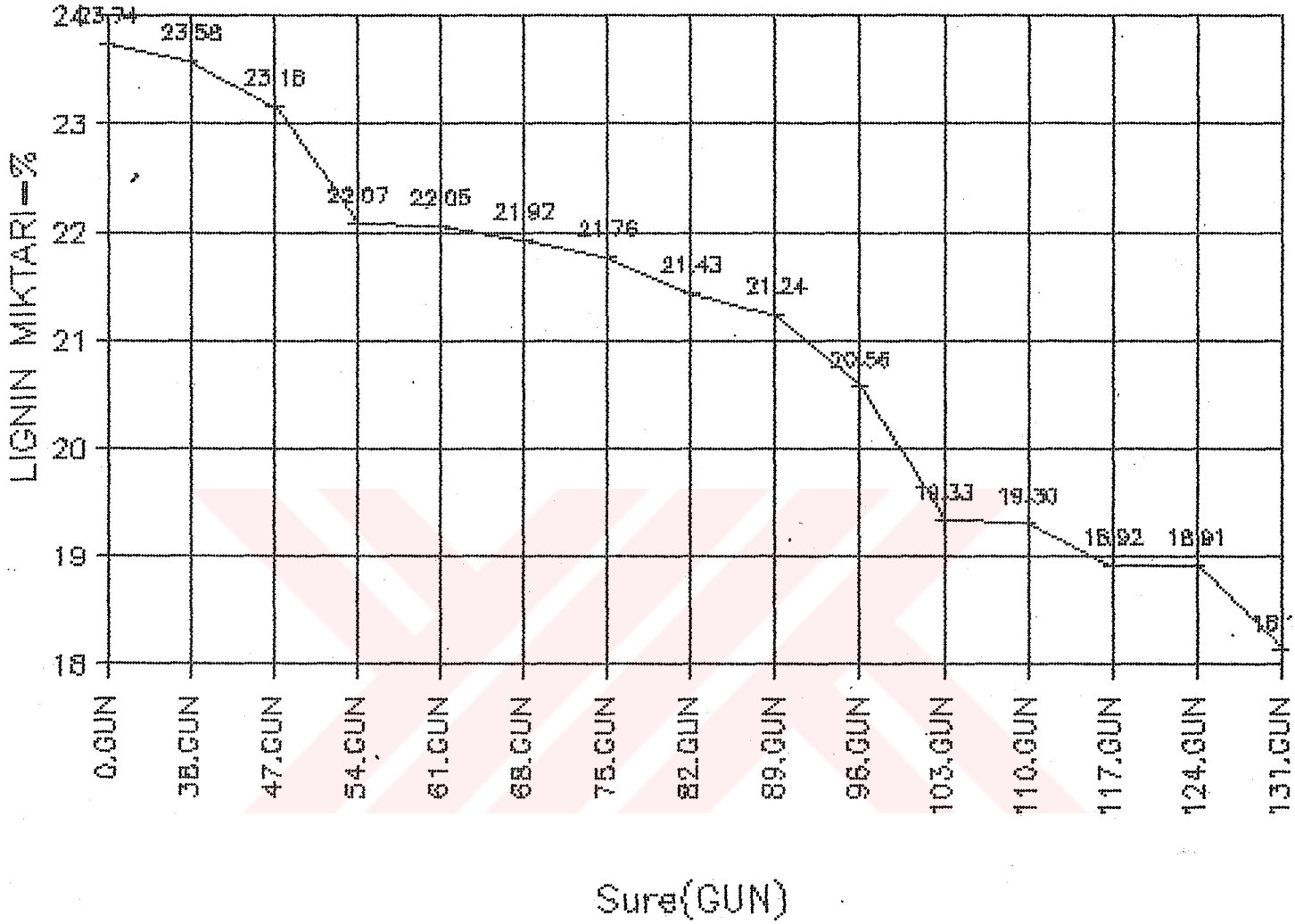
Tablo: 14. Lignin Sonuçları

Süre(GÜN)	Ortalama %	± Hatası	Standart Sapma %	±Hatası	Minimum	Maximum
0.GÜN	23.742	0.238	0.413	0.169	23.456	24.216
38.GÜN	23.580	0.259	0.448	0.183	23.063	23.853
47.GÜN	23.168	0.146	0.253	0.103	22.945	23.443
54.GÜN	22.077	0.248	0.430	0.175	21.661	22.520
61.GÜN	22.055	0.340	0.589	0.240	21.409	22.561
68.GÜN	21.929	0.261	0.452	0.184	21.573	22.437
75.GÜN	21.766	0.399	0.691	0.282	21.335	22.563
82.GÜN	21.433	0.837	1.450	0.592	20.031	22.926
89.GÜN	21.246	0.164	0.285	0.116	20.917	21.432
96.GÜN	20.566	0.585	1.014	0.414	19.401	21.251
103.GÜN	19.334	0.198	0.343	0.140	18.998	19.684
110.GÜN	19.306	0.628	1.087	0.444	18.230	20.244
117.GÜN	18.927	0.072	0.125	0.051	18.802	19.052
124.GÜN	18.913	0.516	0.893	0.364	18.244	19.927
131.GÜN	18.133	0.143	0.247	0.101	17.968	18.417

Tablo: 15. Biyolojik Degradasyonla orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla Lignin miktarındaki azalma(%)

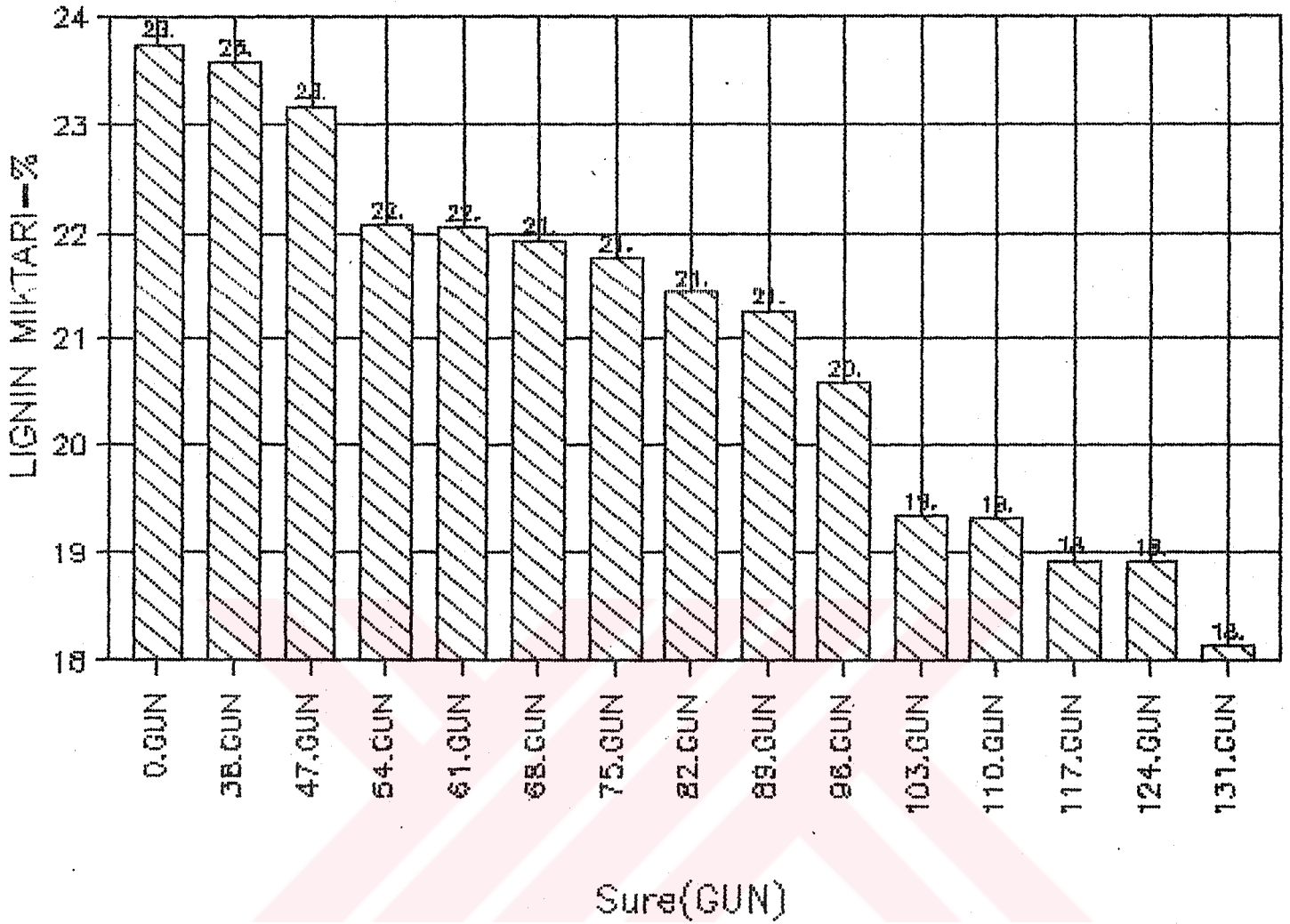
Süre(GÜN)	Orijinal Örneğe Oranla Azalma(%)	Bir Önceki Alınan Örn.Oranla Azalma(%)
38.GÜN	0.68	0.68
47.GÜN	2.42	1.75
54.GÜN	7.01	4.71
61.GÜN	7.11	0.10
68.GÜN	7.64	0.57
75.GÜN	8.32	0.74
82.GÜN	9.72	1.53
89.GÜN	10.51	0.87
96.GÜN	13.38	3.20
103.GÜN	18.57	5.99
110.GÜN	18.68	0.14
117.GÜN	20.29	1.96
124.GÜN	20.34	0.07
131.GÜN	23.62	4.12

Grafik:14-1



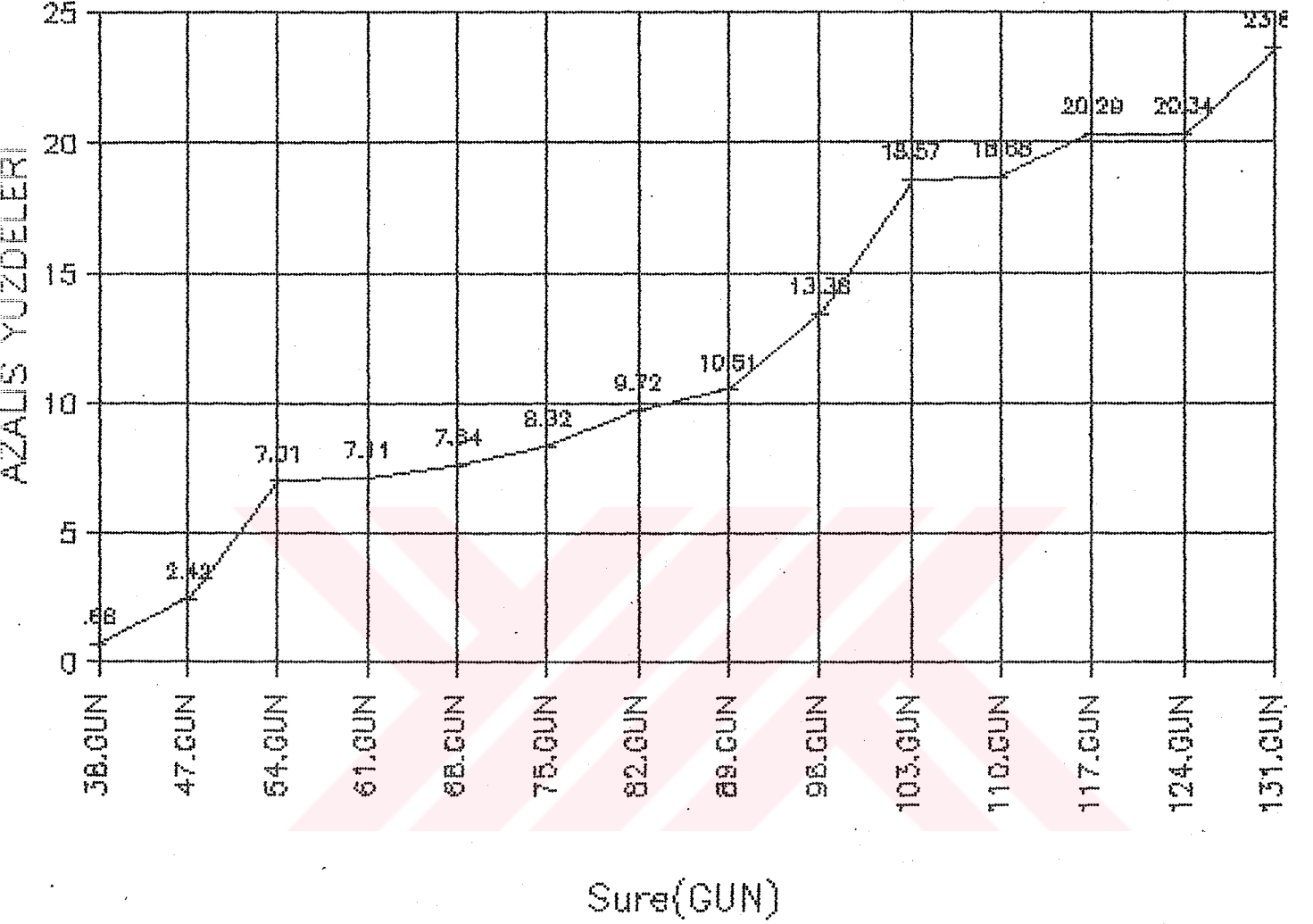
Grafik: 14-1. Süreye Bağlı Olarak Lignin Miktarının Biyolojik Degradasyonla Değişimi (Buğday saplarında)

Grafik: 14-2



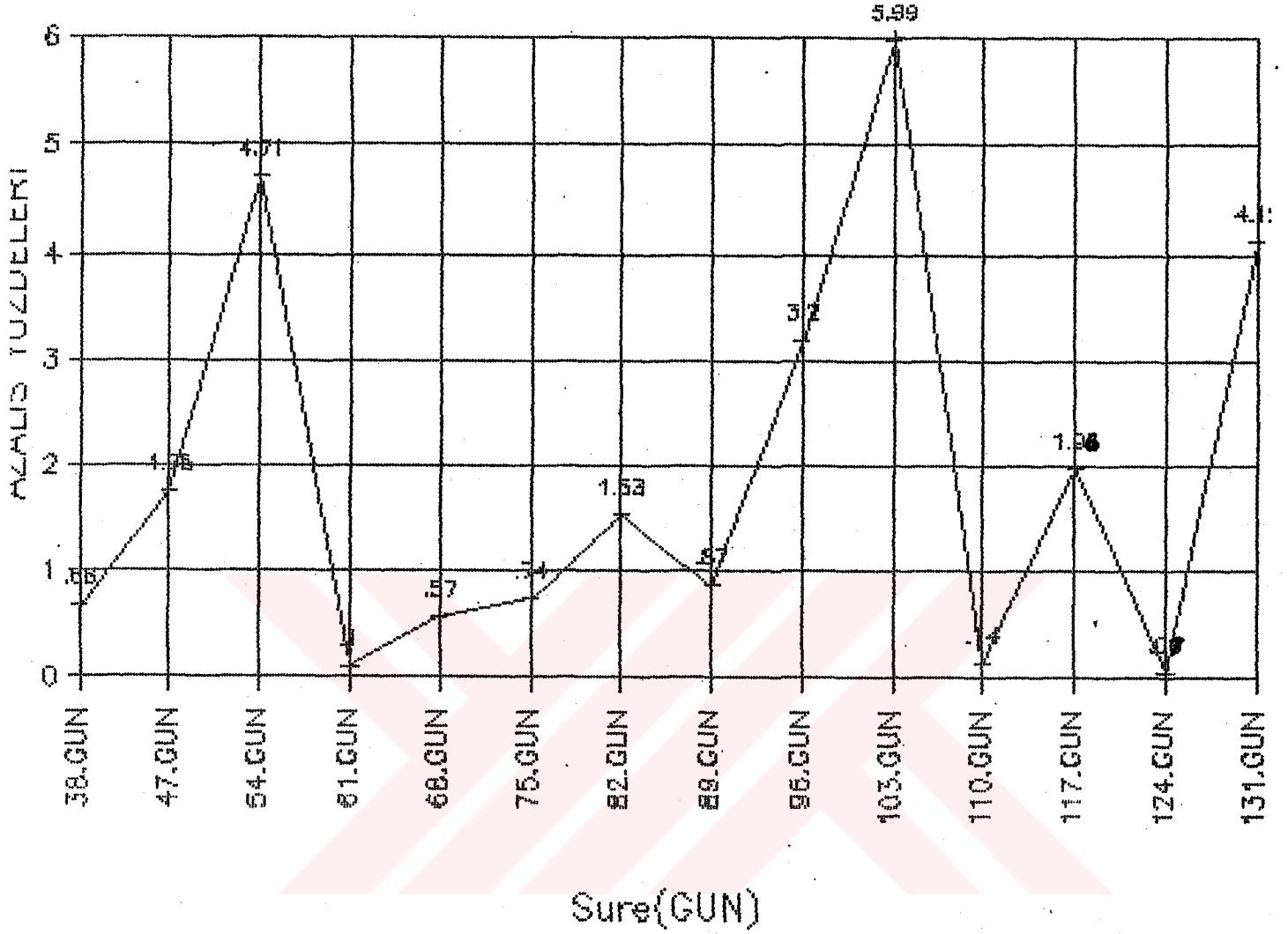
Grafik: 14-2. Biyolojik Degradasyonla Lignin Miktarının Süreye Bağlı Olarak Değişiminin Histogramlar Halinde Gösterilmesi
(Buğday saplarında)

Grafik:15-1



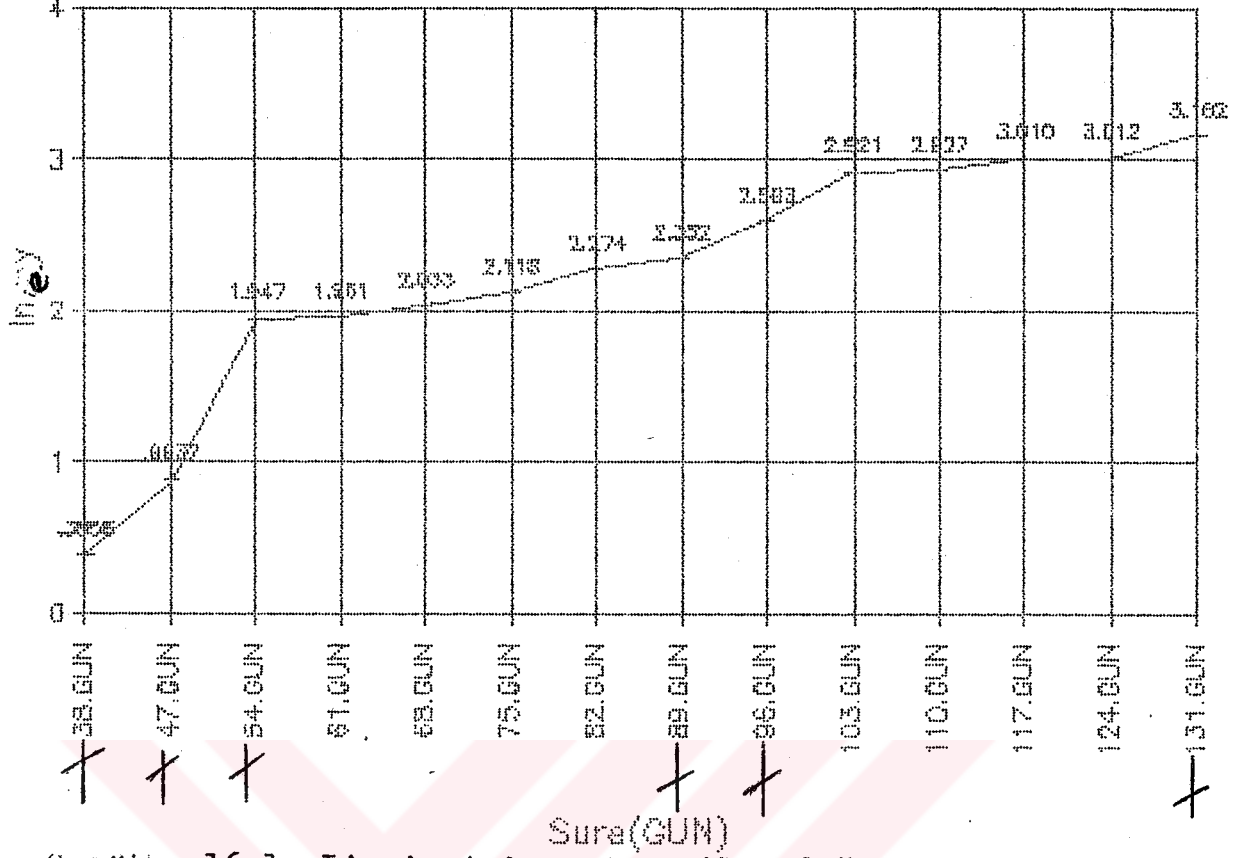
Grafik: 15-1. Orijinal Örneğe Oranla Lignin Miktarındaki Süreye Bağlı Olarak Azalma Miktarı(%)
(Buğday saplarında)

Grafik:15-2



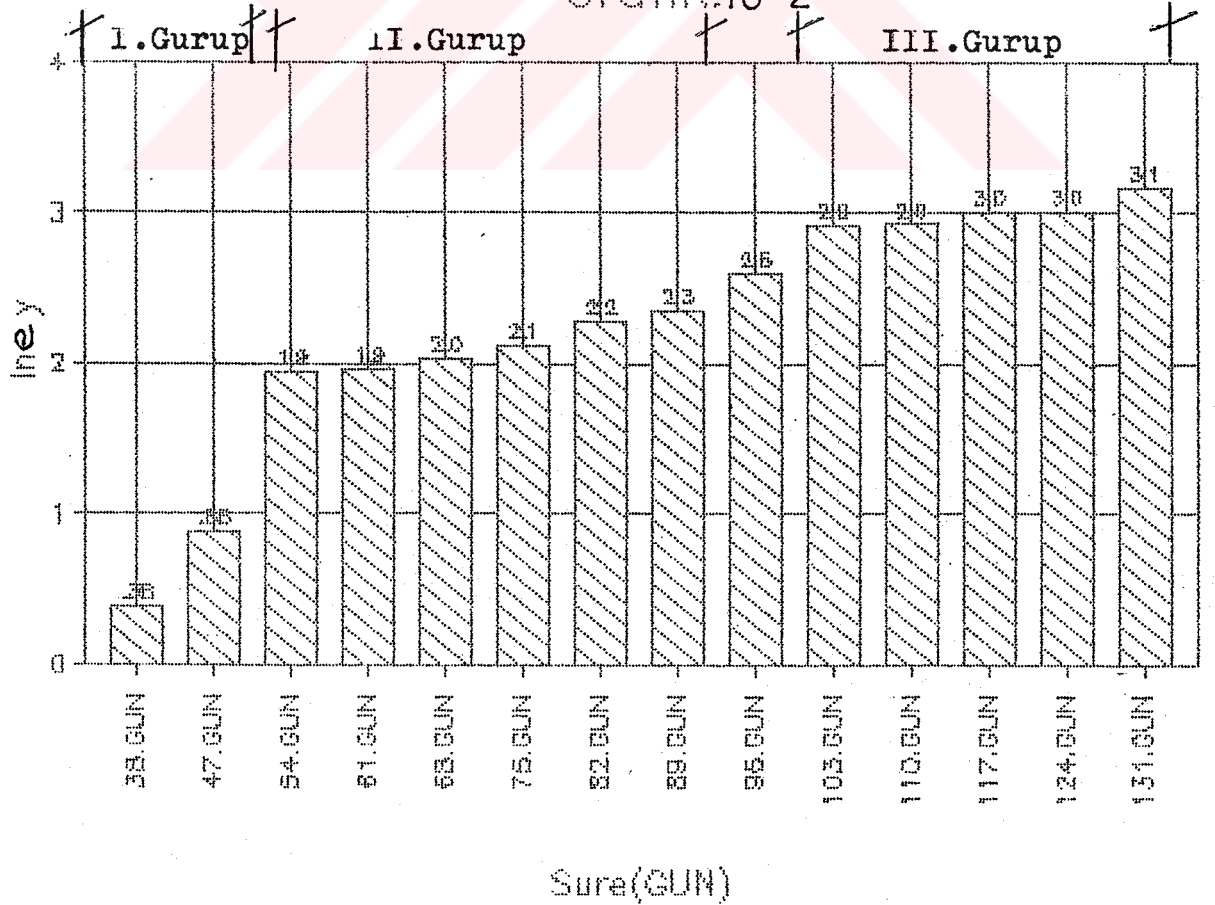
Grafik: 15-2. Bir Onceki Alinan Ornege Oranla Lignin Miktarındaki Süreye Bağlı Olarak Azalma Miktarı(%) (Bugday saplarında)

Grafik: 16-1



Grafik: 16-1. Lignin için elde edilen doğrusal kombinasyonlar

Grafik: 16-2



Grafik: 16-2. Lignin için elde edilen doğrusal kombinasyonların histogramlar halinde gösterilmesi

3.2.1.4. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı

Buğday saplarının başlangıç ve biyolojik degradasyona uğrattılan örneklerinin % 1'lik NaOH'de çözünürlük sonuçları Tablo:16'da, buna göre hesaplanan orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla artış miktarları % olarak Tablo:17'de verilmiştir.

Bu tablolara göre çizilen grafiklerden; Grafik:17-1 ve 17-2 çözünürlük miktarının biyolojik degradasyonla değişimini, Grafik:18-1 ve 18-2 ise çözünürlük miktarındaki artışı orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla % olarak göstermektedir.

% 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarına ilişkin bulgular şöyledir:

1. Biyolojik degradasyonla buğday saplarının % 1'lik NaOH'de çözünürlükleri 131 günde % 39.723'den % 54.135'e yükselmiştir. Orijinal örneğe oranla çözünürlükteki toplam artış miktarı % 36.28'dir.
2. Grafiklerin incelenmesinden de görüleceği gibi, biyolojik degradasyonun ilk döneminde(38.güne kadar) çözünürlükte çok hızlı bir artış olmuş, bu artış hızı sonraki günlerde yavaşlama göstererek 117.güne kadar yumuşak bir meyil çizmiştir. 117.günden sonra çözünürlük değerlerinde başlangıçtan çok daha hızlı bir artış kaydedilmiştir.
3. Bir önceki alınan örneğe göre çözünürlük miktarındaki en fazla artış 38.güne kadarki süre içerisinde(% 11.45) gözlenirken, çözünürlük miktarının en az değişimi 89 ve 117.günlerde (% 0.06) gerçekleşmiştir.
4. Uygulanan t - testi sonuçlarına göre başlangıç orijinal örneği ile öngörülen sürelerde alınan tüm örnekler arasında % 1'lik NaOH'de çözünürlük bakımından farklılığın belirgin olduğu saptanmıştır.
5. Biyolojik degradasyon sırasında alınan örneklerin, orijinal örneğe oranla hesaplanan artış yüzdelerinin logaritmalarından oluşturulan doğrusal kombinasyonları 5 guruba ayrılarak aralarında varyans analizi yapılmış, guruplar arasında farklılık belirlenmesi üzerine uygulanan Scheffe-testi sonuçlarına göre; I-II, II-III, III-IV, III-V ve IV-V gurupları arasındaki farklılığın belirgin olmadığı ancak I-III, I-IV, I-V ve II-IV gurupları arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. (Grafik: 19-1 ve 19-2)

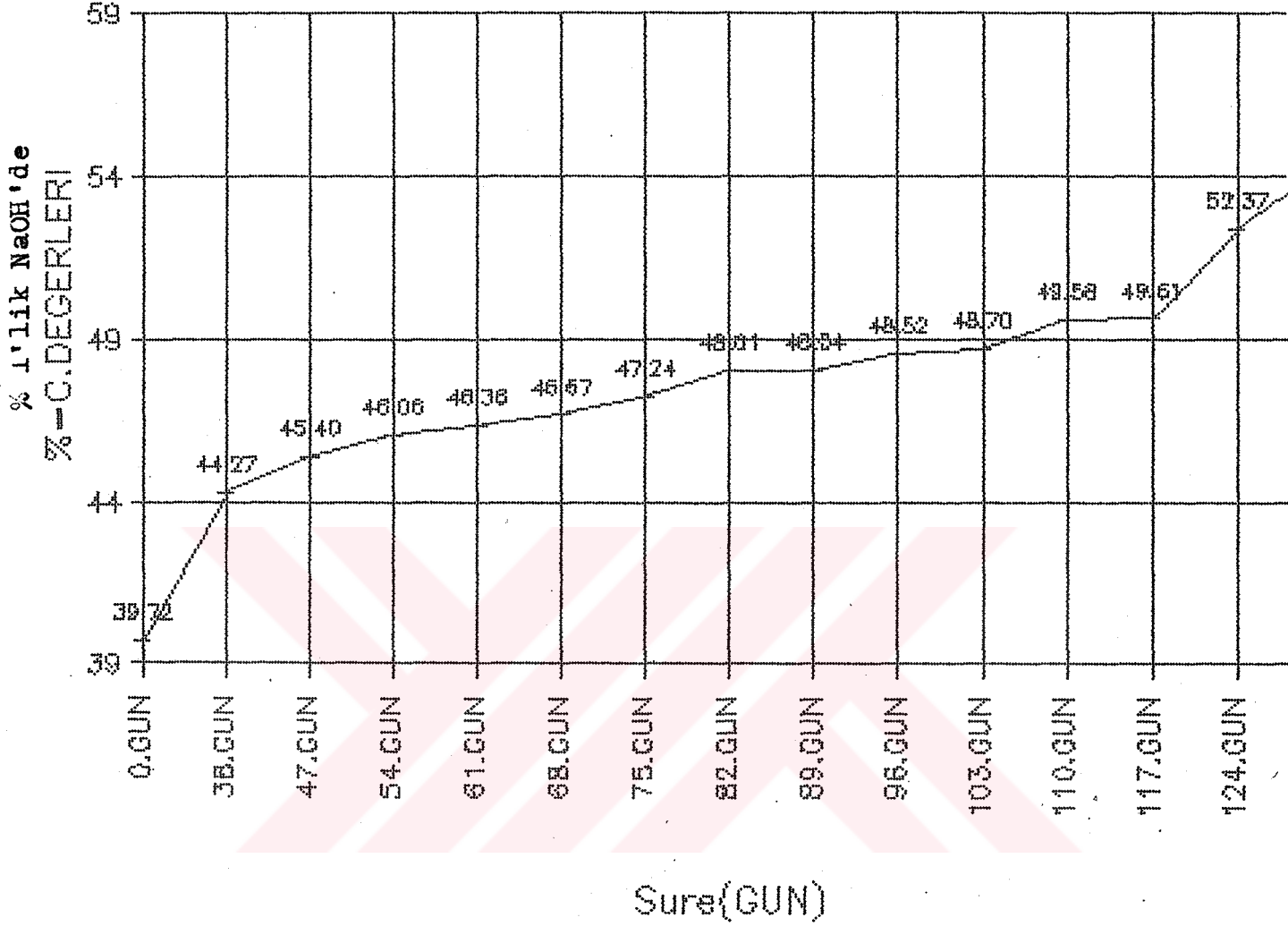
Tablo: 16. % 1'lik NaOH' de Çözünürlük Sonuçları

Süre(GÜN)	Ortalama %	\bar{x} Hatası	Standart Sapma %	\bar{s} Hatası	Minimum	Maximum
0. GÜN	39.723	0.280	0.485	0.198	39.327	40.264
38. GÜN	44.271	0.130	0.225	0.092	44.047	44.498
47. GÜN	45.407	0.058	0.101	0.041	45.316	45.515
54. GÜN	46.063	0.249	0.431	0.176	45.616	46.475
61. GÜN	46.363	0.698	1.209	0.494	45.484	47.741
68. GÜN	46.670	0.241	0.418	0.171	46.326	47.136
75. GÜN	47.246	0.417	0.723	0.295	46.432	47.814
82. GÜN	48.013	0.136	0.235	0.096	47.743	48.178
89. GÜN	48.044	0.092	0.160	0.065	47.966	48.175
96. GÜN	48.521	0.187	0.324	0.132	48.357	48.819
103. GÜN	48.702	0.327	0.566	0.231	48.112	48.752
110. GÜN	49.580	0.167	0.290	0.118	49.329	49.868
117. GÜN	49.610	0.170	0.294	0.120	49.425	49.949
124. GÜN	52.370	0.085	0.147	0.060	52.271	52.539
131. GÜN	54.135	0.279	0.484	0.198	53.579	54.460

Tablo: 17. Biyolojik Degradasyonla orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla % 1'lik NaOH' de çözünürlük miktarındaki artış(%)

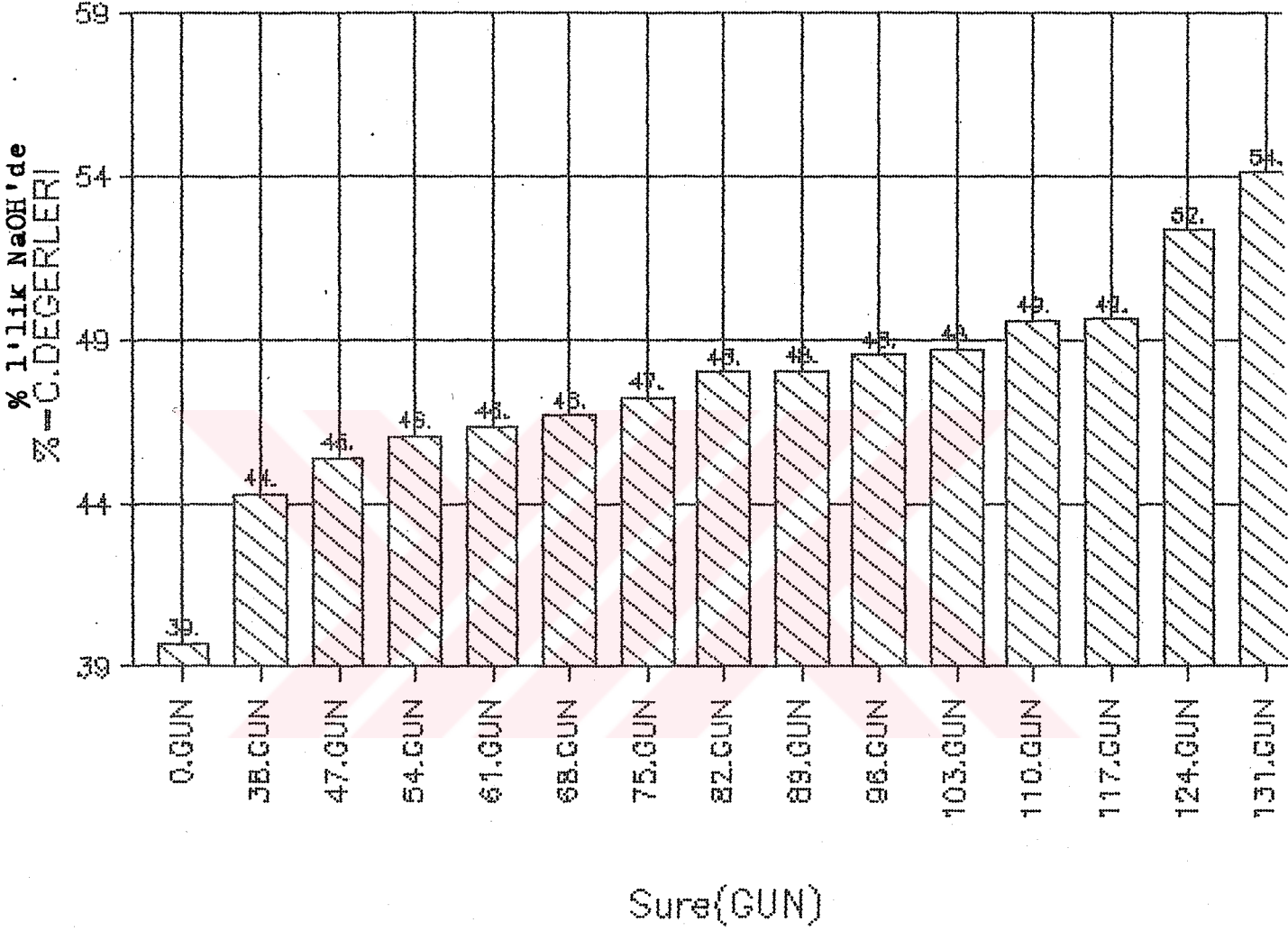
Süre(GÜN)	Orijinal örneğe Oranla Artış(%)	Bir önceki Alınan örn.Oranla Artış(%)
38. GÜN	11.45	11.45
47. GÜN	14.31	2.57
54. GÜN	15.96	1.44
61. GÜN	16.72	0.65
68. GÜN	17.49	0.66
75. GÜN	18.94	1.23
82. GÜN	20.87	1.62
89. GÜN	20.95	0.06
96. GÜN	22.15	0.99
103. GÜN	22.60	0.37
110. GÜN	24.81	1.80
117. GÜN	24.89	0.06
124. GÜN	31.84	5.56
131. GÜN	36.28	3.37

Grafik:17-1



Grafik: 17-1. Biyolojik Degradasyonla Süreye Bağlı Olarak % l'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarının Değişimi (Buğday sap- larında)

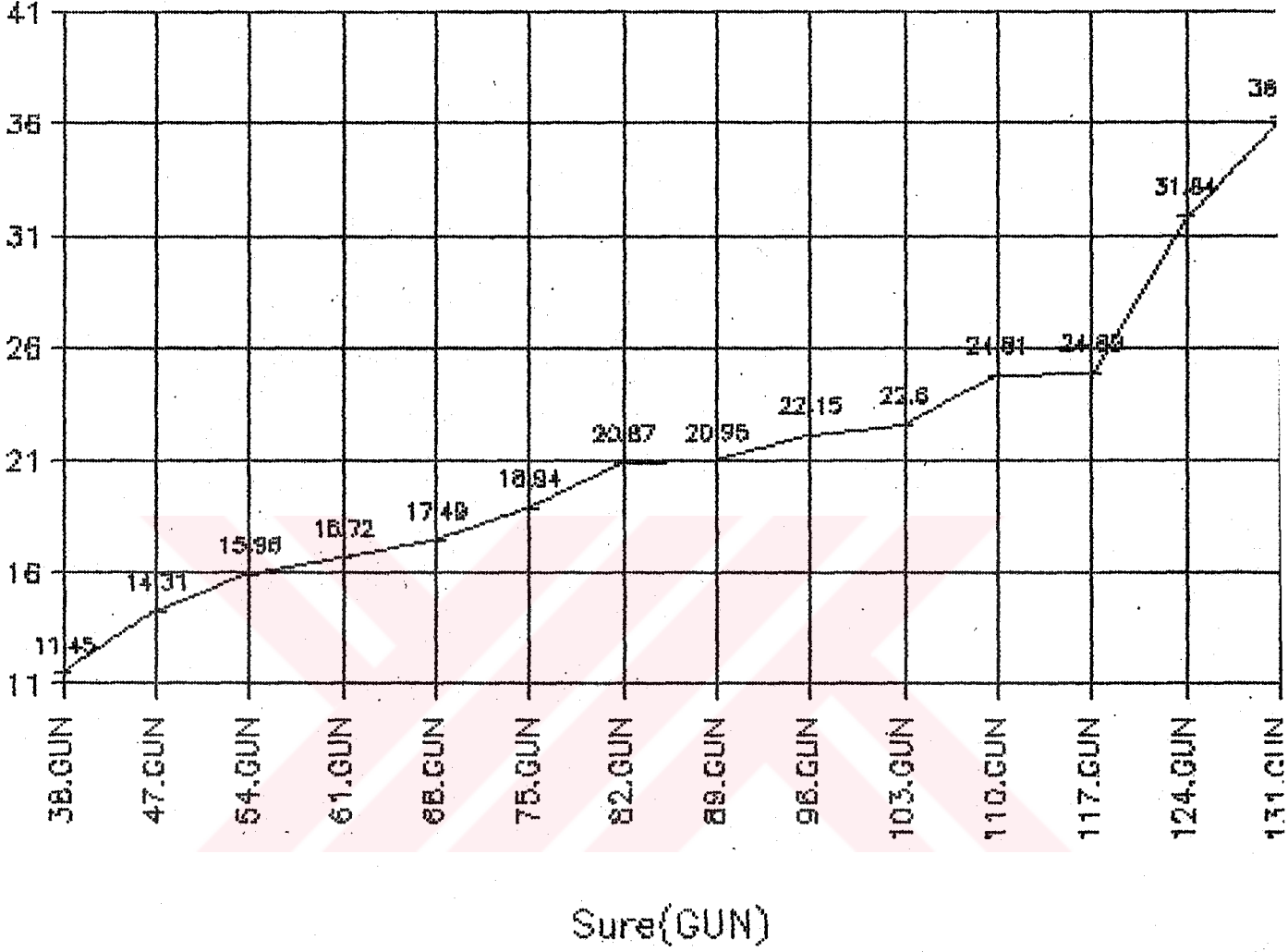
Grafik: 17-2



Grafik: 17-2. Biyolojik Degradasyonla % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Değerlerinde Süreye Bağlı Olarak Değişimin Histogramlarla Gösterilmesi (Buğday saplarında)

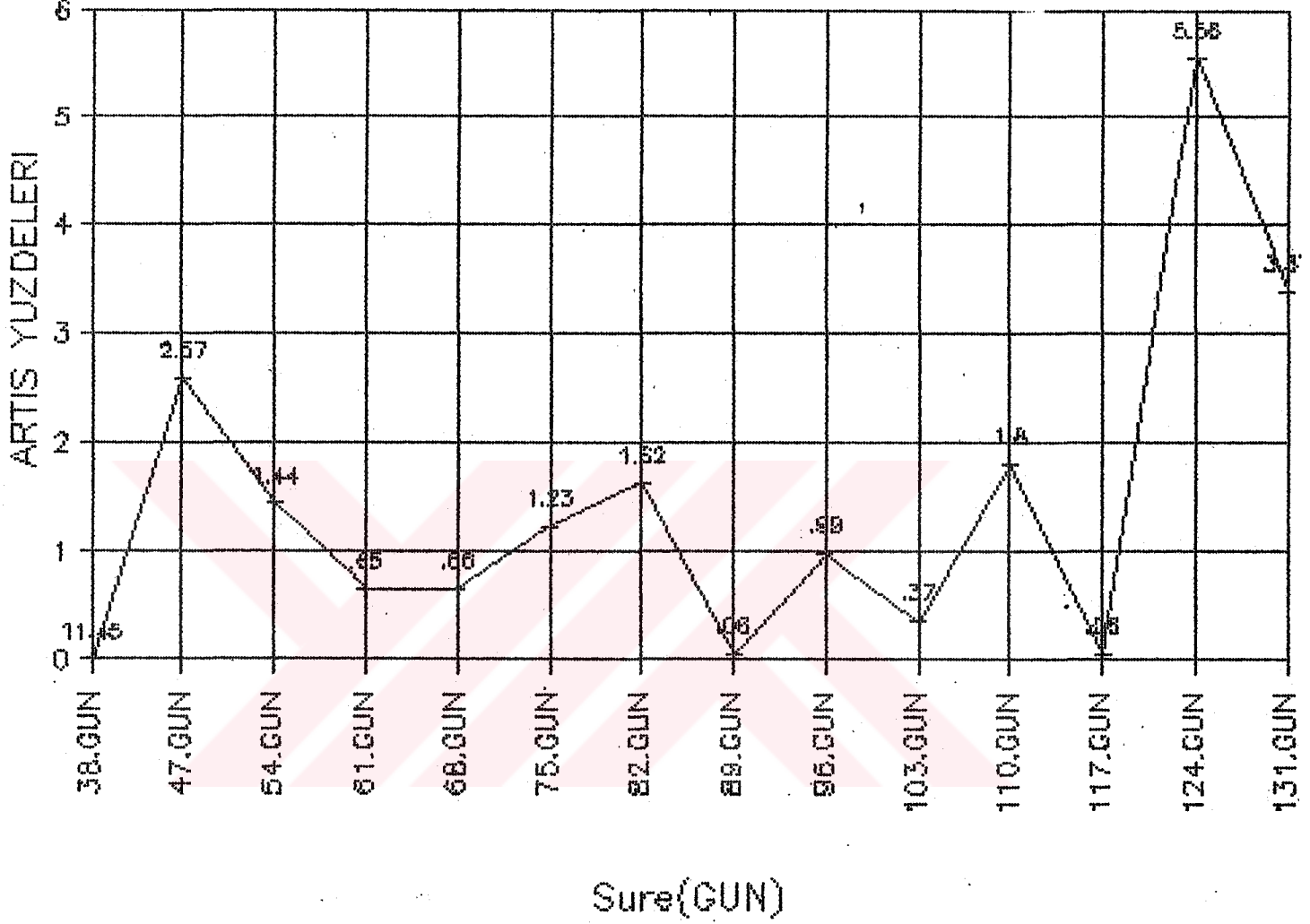
Grafik: 18-1

% 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı
ARTIŞ YUZDELERİ



Grafik: 18-1. Orjinal Örnege Oranla % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarındaki Artış Miktarı(%) (Buğday sap larında)

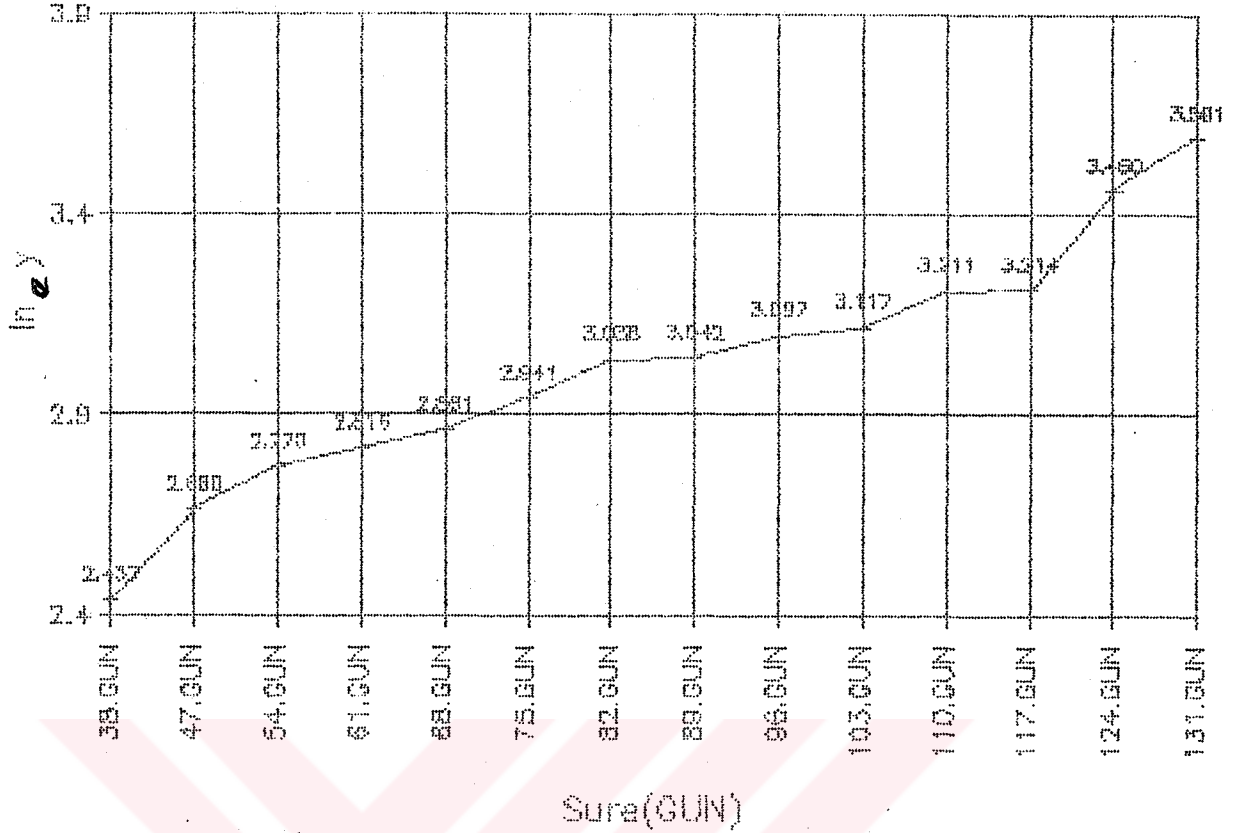
Grafik: 18-2



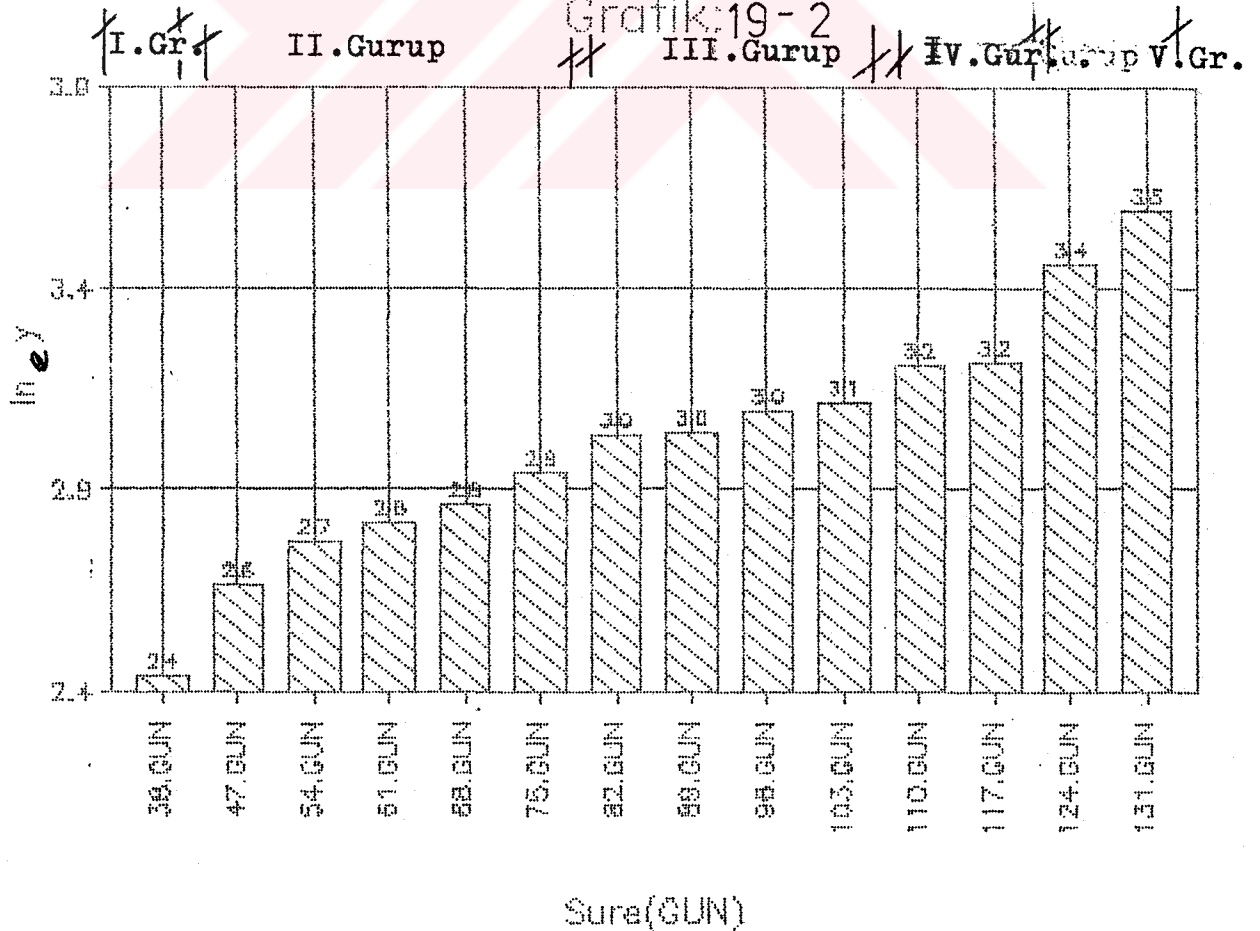
Grafik: 18-2. Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarındaki Artış Miktarı (%)

(Buğday saplarındaki biyolojik degradasyonla)

Grafik: 19- 1



Grafik: 19-1. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı için elde edilen doğrusal kombinasyonlar



Grafik: 19-2. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı için elde edilen doğrusal kombinasyonların histogramlar halinde gösterilmesi

3.2.1.5. Bugday Saplarının Kimyasal Analiz Sonuçlarının Biyolojik Degradasyon Yönünden Karşılaştırılması

3.2.1.5.1. Selüloz-Lignin Biodegradasyonunun Karşılaştırılması

Bugday saplarının 131 gün süreyle biyolojik degradasyona uğratılması sonucu, selüloz ve lignindeki degradasyon birlikte Grafik: 20'de, orijinal ve bir önceki örneğe oranla azalma yüzde-leri de yine aynı grafik üzerinde (Grafik: 21-1 ve 21-2) gösterilmiştir.

Grafikler incelenirse, lignin ve selülozdaki degradasyonun birbirine paralellik gösterdiği görülmektedir.

Orijinal örneğe oranla lignin ve selüloz oranlarındaki azalma biyolojik degradasyonun 47 ve 54.günleri arasında, 68.güne yaklaşırken, 82.gün ve 89 ile 96.günler arasında birbiriyle eşitlenmiştir. 96. günden itibaren lignindeki azalma oranı selüloza göre daha hızlı bir artış göstererek devam ederken, kademeli olarak arttığı kaydedilen bu degradasyon hızı ileriki aşamalarda daha da artarak süreceği izlenimini vermektedir.

3.2.1.5.2. Holoselüloz - Lignin Biodegradasyonunun Karşılaştırılması

Bugday sapları holoselüloz ve lignin oranlarında biyolojik degradasyon sonucu meydana gelen değişim ve azalma oranları % olarak Grafik: 22,23-1 ve 23-2'de verilmiştir.

Grafiklerin incelenmesiyle; her iki bileşen miktarlarında da biyolojik degradasyonla azalma meydana geldiği, önceleri birbirine yakın oranlarda seyreden degradasyondan 89.günden sonra en fazla lignin etkilendiği ve holosellülozdaki degradasyonun giderek azalma gösterdiği saptanmıştır.

3.2.1.5.3. Holoselüloz - Selüloz Biodegradasyonunun Karşılaştırılması

Biyolojik degradasyonla holoselüloz ve selüloz miktarlarının değişimi, orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla hesaplanan % azalma oranları Grafik: 24, 25-1 ve 25-2'de birlikte verilmiştir.

Grafiklerden de görüldüğü gibi,

1. Biyolojik degradasyonla her iki bileşen miktarlarında da azalma meydana gelmiş ve bu azalma yaklaşık olarak birbirine paralel şekilde devam etmiştir.
2. 38. güne kadar selüloz holoselüloza oranla daha hızlı degrade

edilirken 47.güne doğru holoselülozdaki degradasyon selülozdaki degradasyondan daha fazla bir artış göstermiştir. Biyolojik degradasyonun 89. gününde her iki bileşendeki degradasyon orijinal örneğe oranla eşitlenmiş, bundan sonraki günlerde selülozdaki degradasyon holoselüloza oranla daha hızlı bir artışla devam etmiştir.

3. Bir önceki örneğe oranla en fazla degradasyon holoselülozda 47.günde, selülozda ise 68.günde kaydedilmiştir.

3.2.1.5.4. Selüloz - % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Değerlerinin Karşılaştırılması

Biyolojik degradasyonla selülozdaki degradasyon ve % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerlerinin değişimi, artma ve azalma oranları % olarak birlikte Grafik: 26, 27-1 ve 27-2' de verilmiştir.

% 1'lik NaOH' de çözünürlük değerlerinin artması, selüloz miktarındaki azalmayla doğru orantılı olarak gelişmektedir. Selüloz ve % 1'lik NaOH'de çözünürlük oranları biyolojik degradasyonun 47. gününde çakıştıktan sonra bir hiperbol görünümü kazanmıştır.

3.2.1.5.5. Lignin- % 1'lik NaOH' de Çözünürlük Değerlerinin Karşılaştırılması

Lignin miktarında biyolojik degradasyonla görülen azalma, % 1'lik NaOH' de çözünürlük miktarının artışıyla doğru orantılı olarak seyretmektedir.

Biyolojik degradasyonla lignin miktarı ve % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerlerinin değişimi, artma ve azalma oranları Grafik-28, 29-1 ve 29-2'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

3.2.1.5.6. Holoselüloz - % 1'lik NaOH' de Çözünürlük Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bugday saplarının biyolojik degradasyon sonucu holoselüloz ve % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarlarındaki değişim ile orijinal ve bir önceki örneğe oranla artma-azalma yüzdeleri karşılaştırmalı olarak Grafik: 30, 31-1 ve 31-2'de verilmiştir.

Holoselüloz ve % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerlerinin karşılaştırılmasıyla aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. Biyolojik degradasyon süresince % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarının artışıyla doğru orantılı olarak holoselüloz miktarı a-

zalmıştır. Bu artış ve azalış değerleri birbirine simetrik bir durum arz etmektedir.

2. Biyolojik degradasyonun 117. gününe kadar kademeli bir artış gösteren % 1'lik NaOH' de çözünürlük değerleri, holoselülozda ki orantılı azalmanın aksine hızlı bir artış göstermiş ve bu artış 131.güne kadar devam etmiştir.
3. Bir önceki alınan örneğe oranla holoselülozda en fazla degradasyon 38. güne kadarki sürede gerçekleşirken, % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerlerinde en fazla artış 124. günde kaydedilmiştir.

3.2.1.5.7. Holoselüloz - Lignin-Selüloz Biodegradasyonunun Karşılaştırılması

Holoselüloz, lignin ve selüloz miktarlarının biyolojik degradasyonla değişimi, buna bağlı olarak her üç bileşendeki azalma miktarları da; orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla karşılaştırmalı olarak Grafik: 32, 33-1 ve 33-2'de verilmiştir.

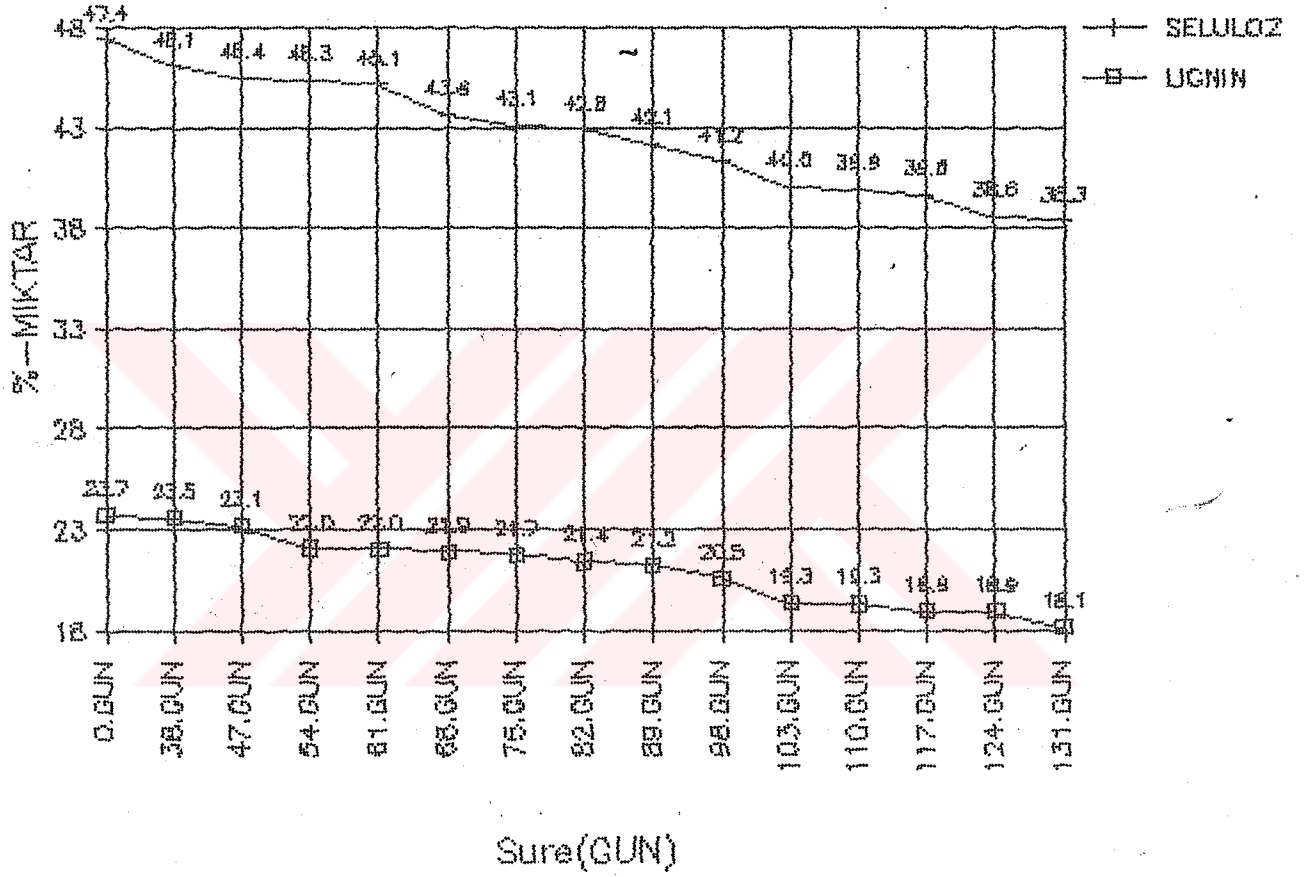
Grafikler incelendiğinde, biyolojik degradasyonun 89.gününe kadar en fazla tahribata holoselüloz uğratılırken; selülozda holoselüloz ve lignine oranla daha yavaş bir degradasyon gözlenmiştir. Ligninde adeta kademeli bir degradasyon söz konusudur. Biyolojik degradasyonun 89. gününde her üç bileşendeki % azalma miktarları hemen hemen eşitlenmiştir. Bu günden itibaren sonraki günlerde holoselüloz tahribatında bir yavaşlama görülürken, selüloz tahribatı hızlanmış, lignindeki degradasyon ise son derece artan bir hızla devam etmiştir.

3.2.1.5.8. Holoselüloz-Lignin-Selüloz ve % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Sonuçlarının Karşılaştırılması

Buğday sapsularının biyolojik degradasyona uğratılmasıyla; inokülasyon süresi boyunca holoselüloz-selüloz ve lignin miktarındaki azalmayla doğru orantılı olarak % 1'lik NaOH' de çözünürlük değerleri artış göstermiştir. Bu durum Grafik: 34'de, Grafik:35-1 ve 35-2'de de bütün sonuçların orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla azalma ve artma yüzdeleri verilmiştir.

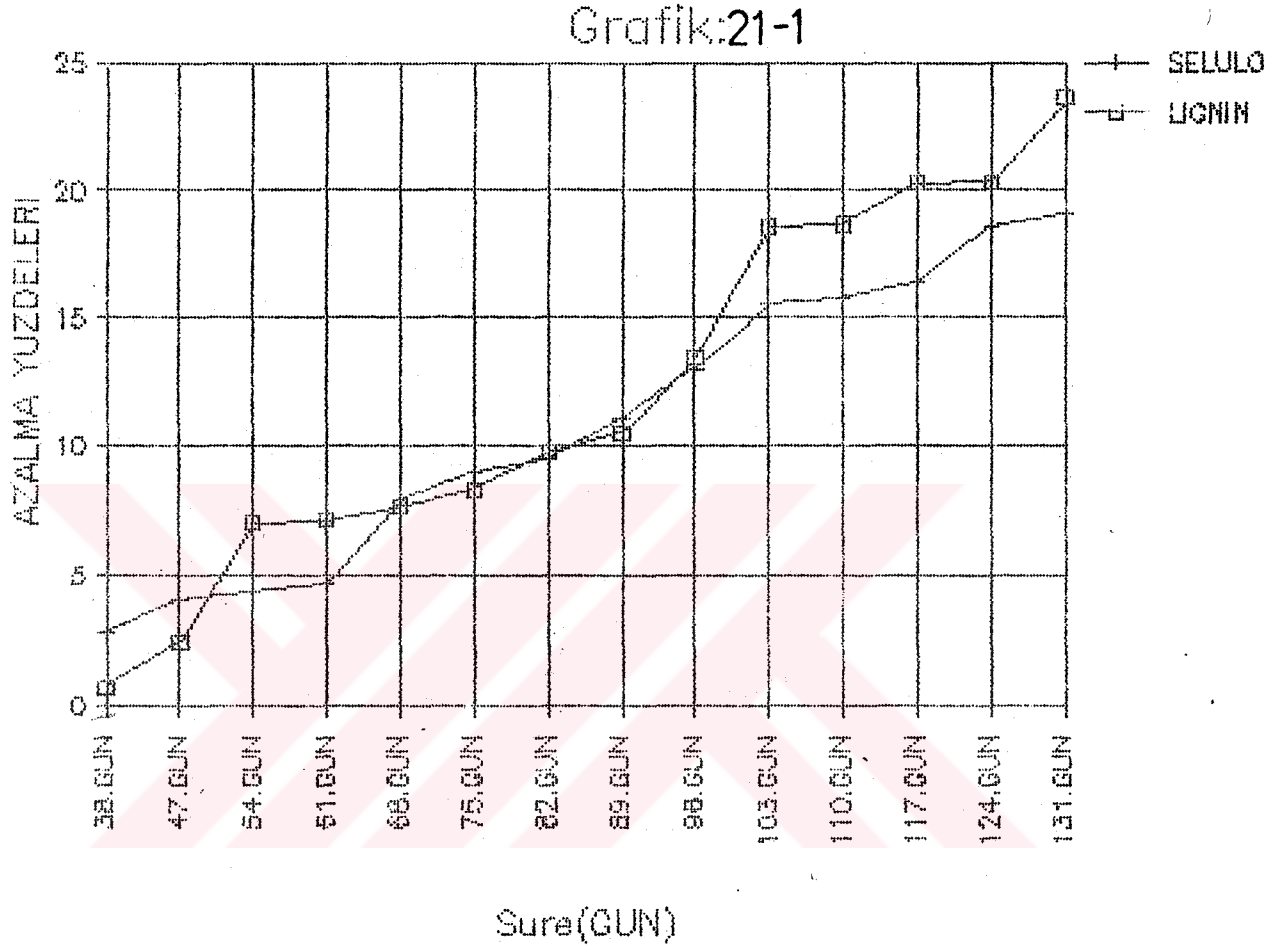
Grafik: 35 2'den de görüldüğü gibi, bir önceki alınan örneğe oranla ligninin en fazla tahrip edildiği ve selülozun en az degradasyona uğratıldığı gün 54. gün olmuş, toplam holoselüloz için bu süre 103 ve 131. günler olarak saptanmıştır.

Grafik: 20

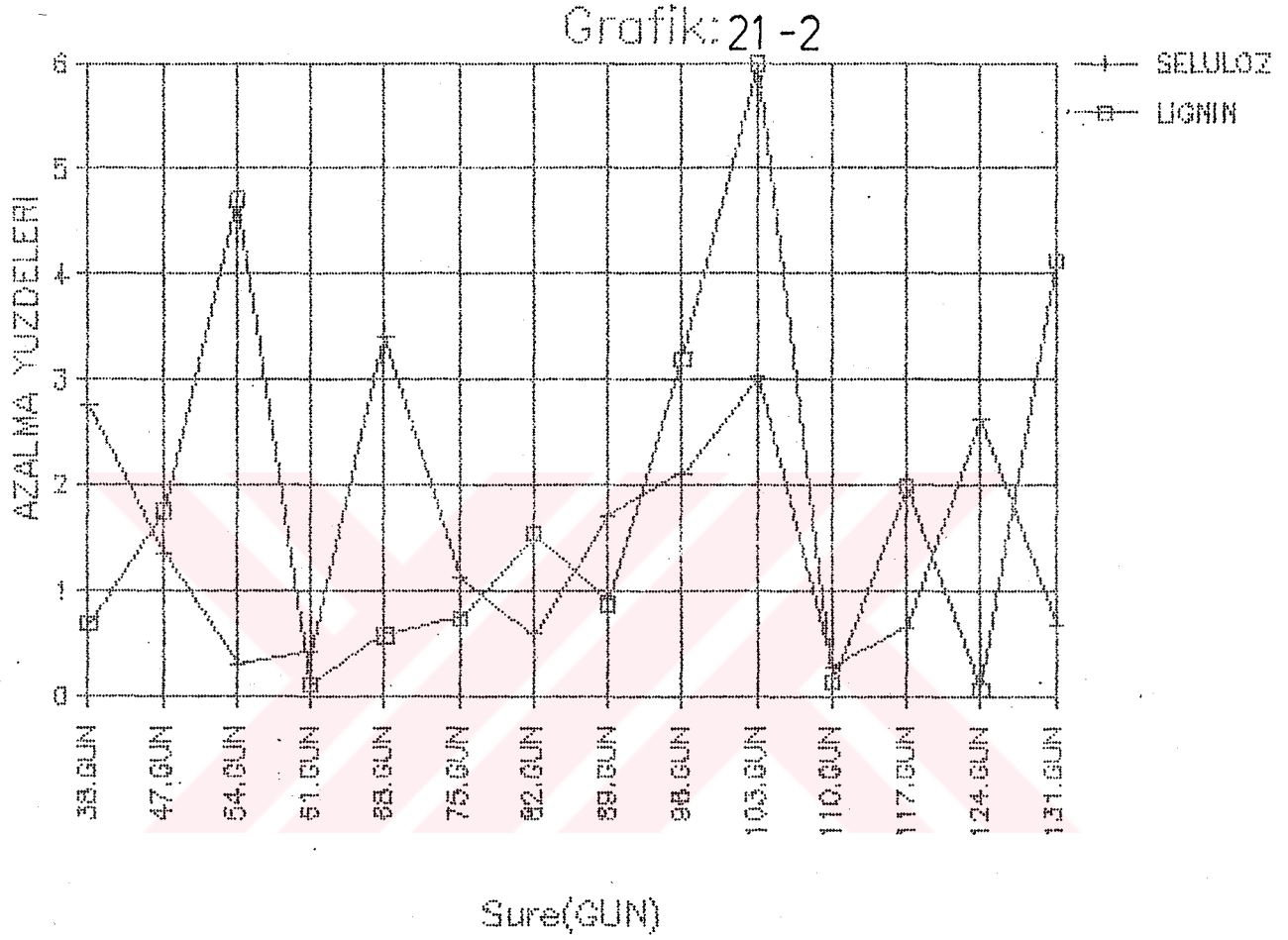


Buğday saplarında biyolojik degradasyon sonucu

Grafik: 20. Lignin ve Selüloz Miktarlarının Süreye Bağlı Olarak Değişiminin Karşılaştırılması

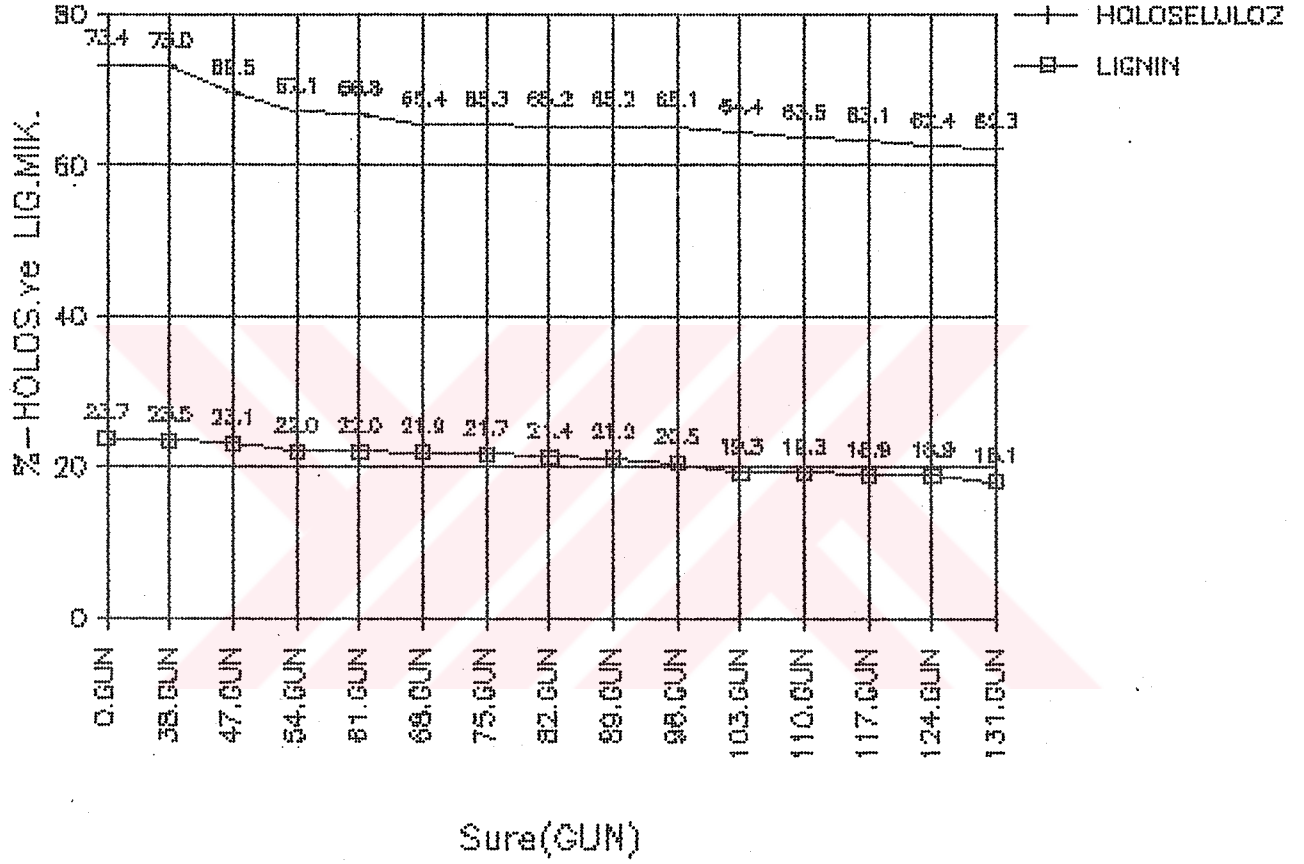


Buğday saplarında biyolojik degradasyon sonucu Grafik: 21-1. Lignin ve Selülez oranlarında erijinal örneğe oranla kaydedilen azalma miktarlarının karşılaştırılması olarak gösterilmesi

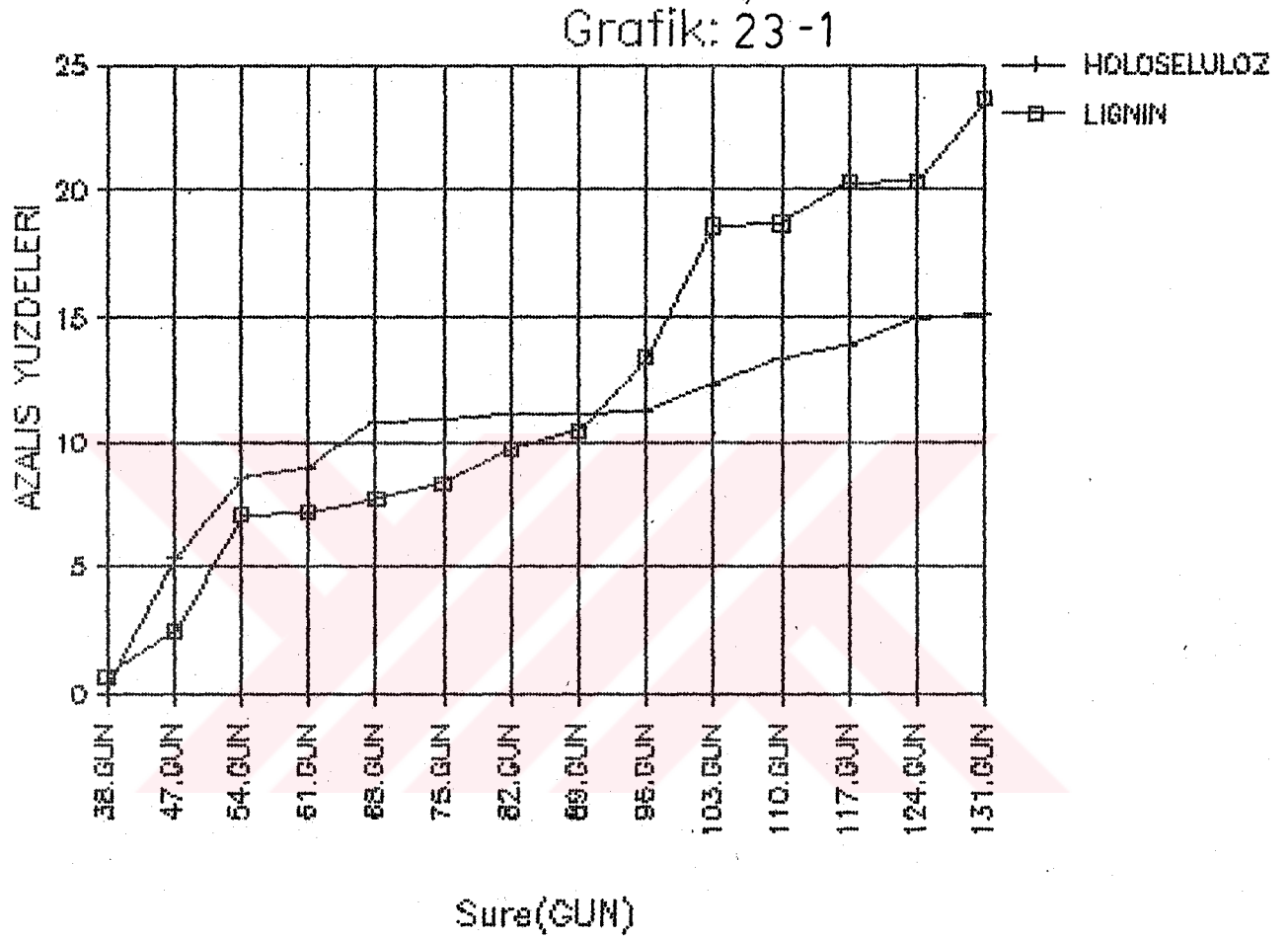


Buğday saplarında biyolojik degradasyon sonucu
Grafik: 21-2. Selüloz ve Lignin oranlarında bir önceki alınan örneğe oranla kaydedilen azalma miktarlarının karşılaştırılması olarak gösterilmesi

Grafik: 22

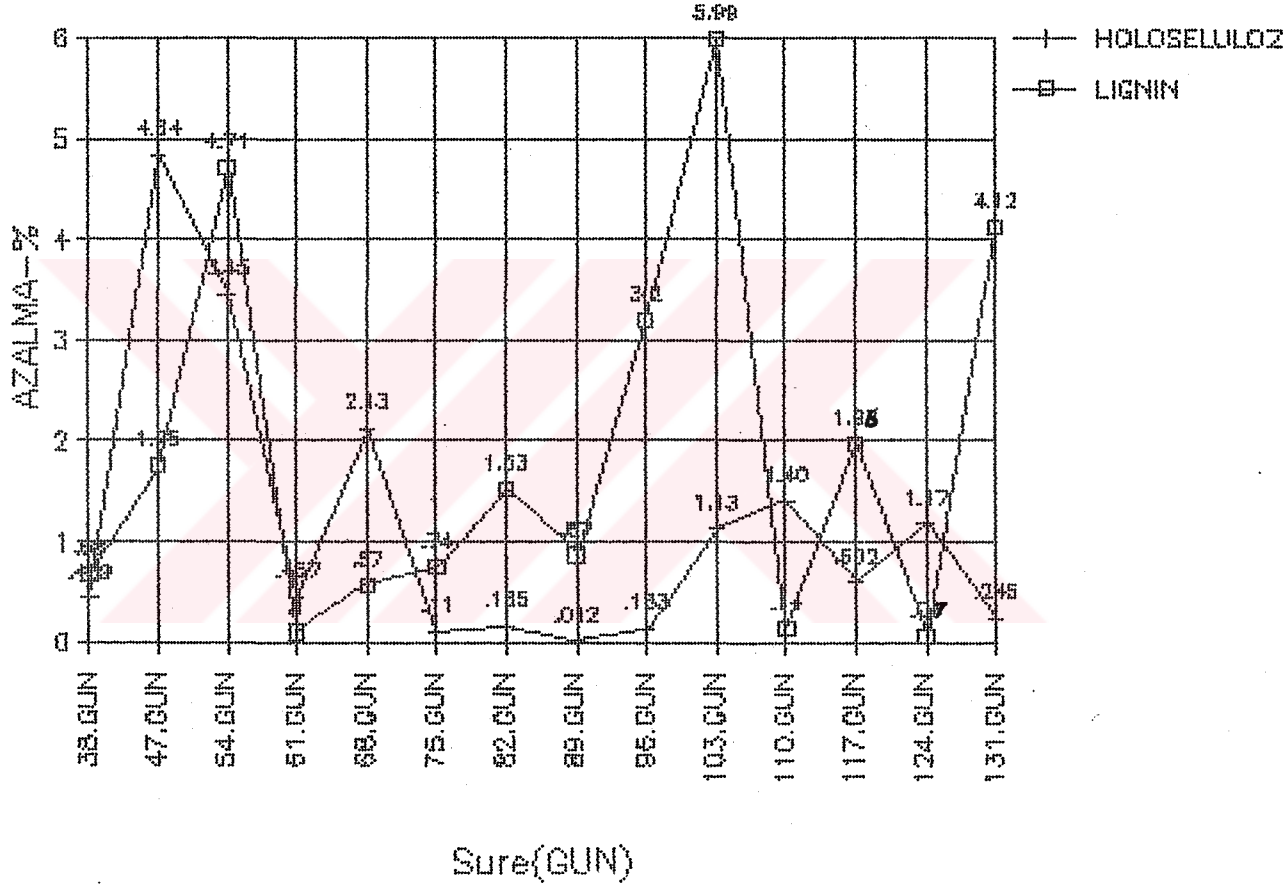


Grafik: 22. Holoşelüloz ve Lignin oranlarının biyolojik degradasyonla değişiminin karşılaştırmalı olarak gösterilmesi (Buğday saplarında)



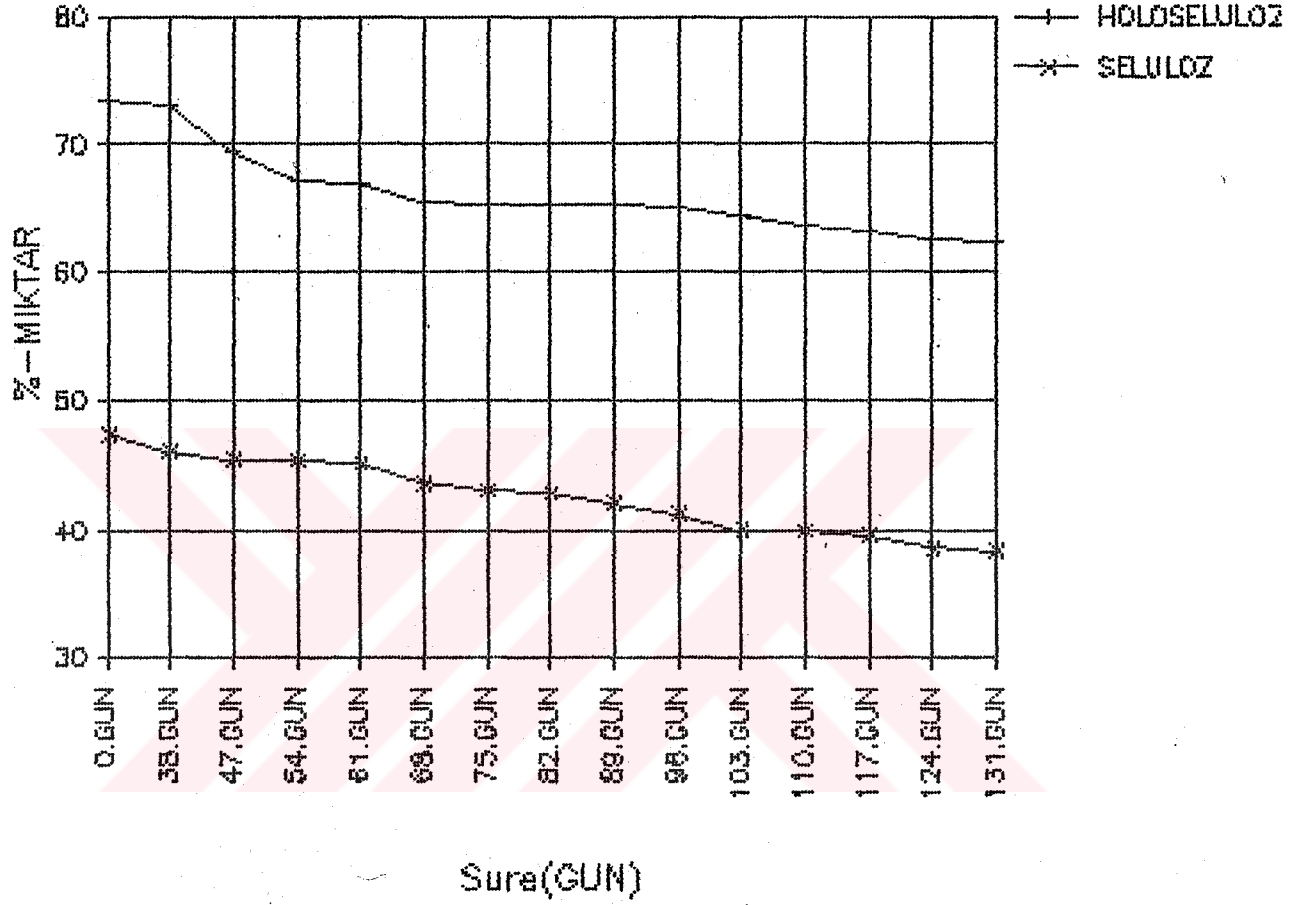
Grafik: 23-1. Buğday saplarında biyolojik degradasyonla Holoşelüloz ve Lignin oranlarında orijinal örneğe oranla kaydedilen azalma miktarlarının karşılaştırılması olarak gösterilmesi

Grafik: 23-2

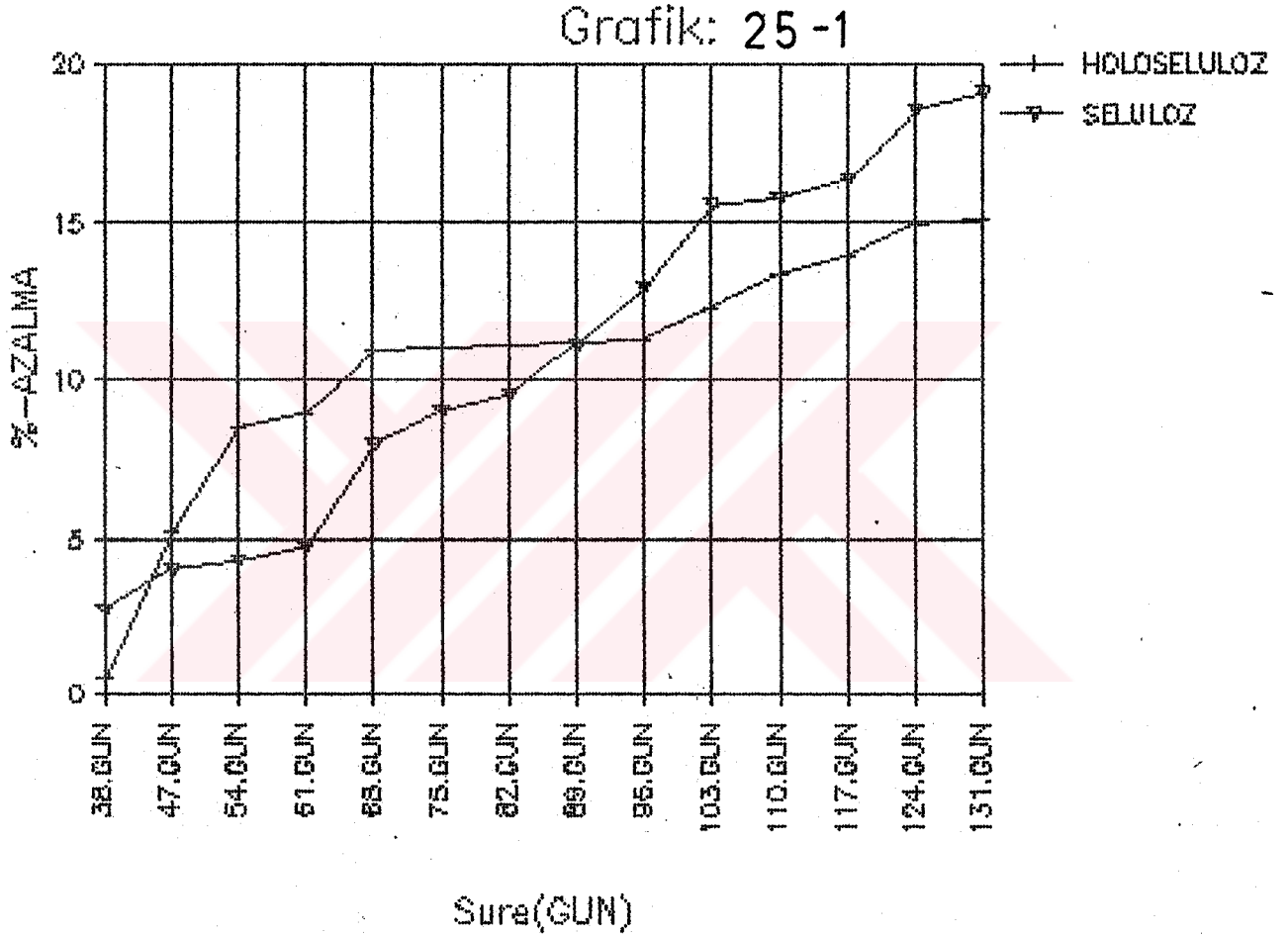


Buğday saplarında biyolojik degradasyon sonucu
Grafik: 23-2. Holoşelüloz ve Lignin oranlarında bir önceki alınan örneğe oranla kaydedilen azalma miktarlarının karşılaştırılması olarak gösterilmesi

Grafik: 24

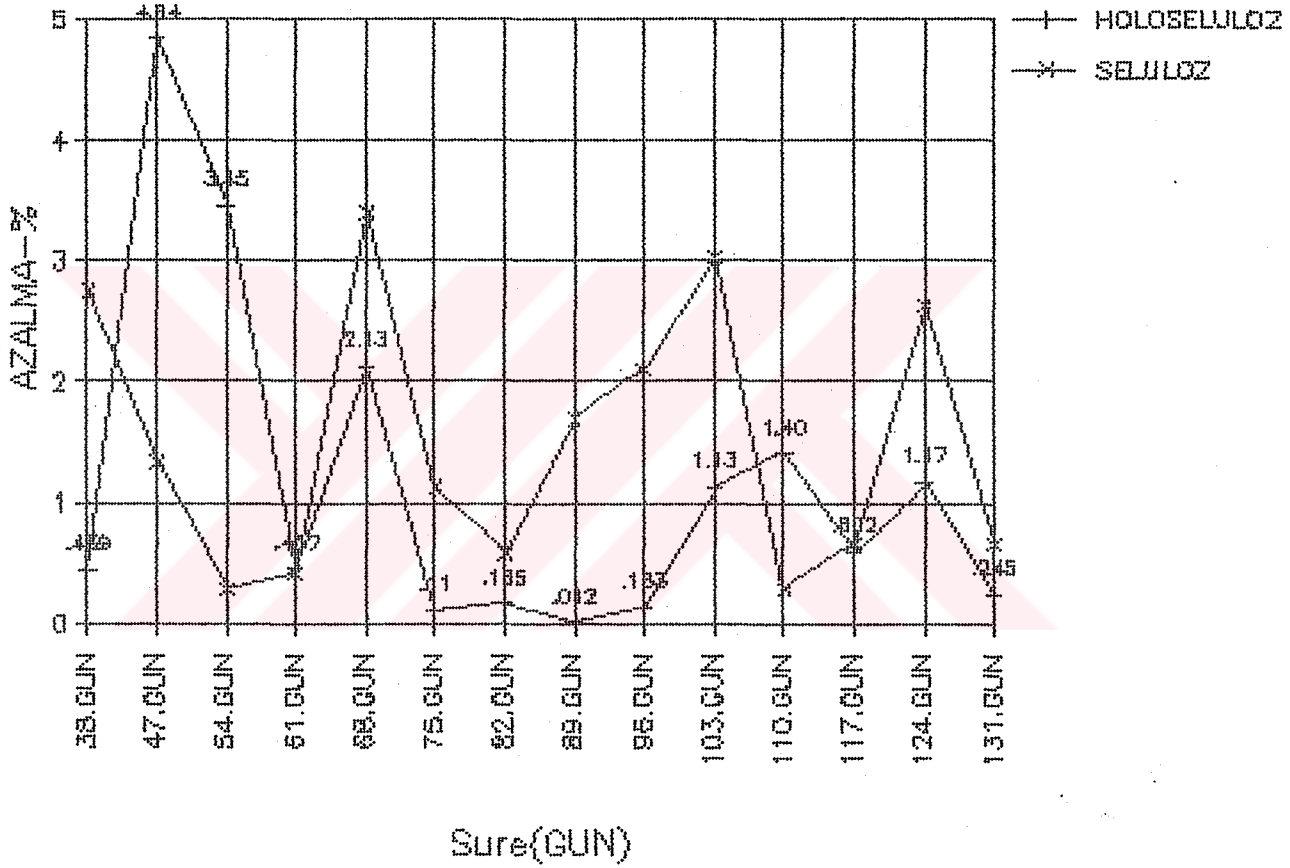


Buğday saplarında biyolojik degradasyon sonucu
Grafik: 24. HoloSeluloz ve Seluloz degradasyonlarının miktar
olarak birlikte gösterimi



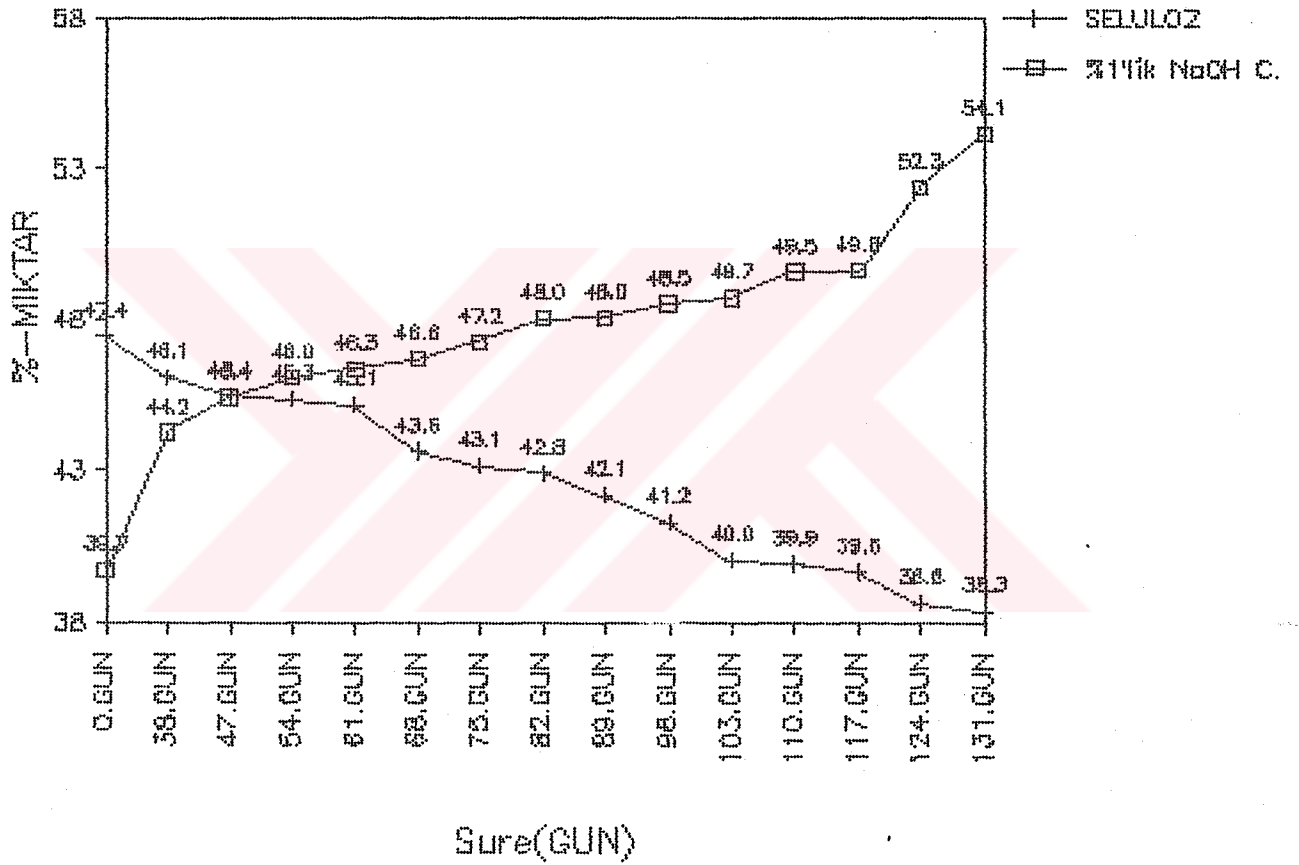
Buğday saplarındaki biyolojik degradasyon sonucu
Grafik: 25-1. Holoşelüloz ve Selüloz degradasyonlarının
orijinal örneğe oranla süreye bağlı olarak
kaydedilen azalma miktarları yönünden kar-
şılaştırmalı olarak gösterimi.

Grafik: 25-2



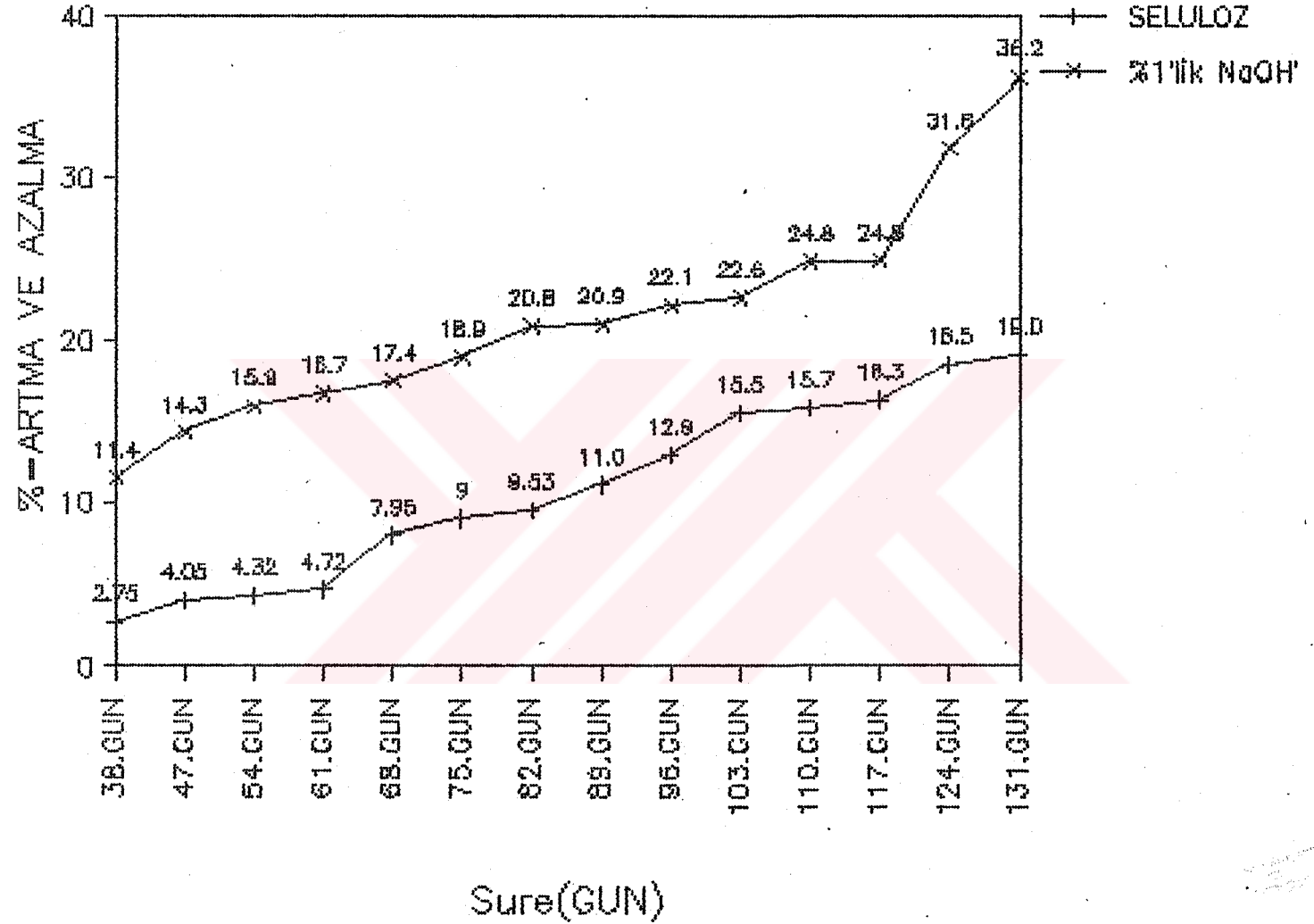
Buğday saplarındaki biy.degradasyon sonucu
Grafik: 25-2. HoloSeluloz ve Seluloz degradasyonlarının bir önceki alınan örneğe oranla süreye bağlı olarak kaydedilen azalma miktarları yönünden karşılaştırmalı olarak gösterilmesi.

Grafik: 26



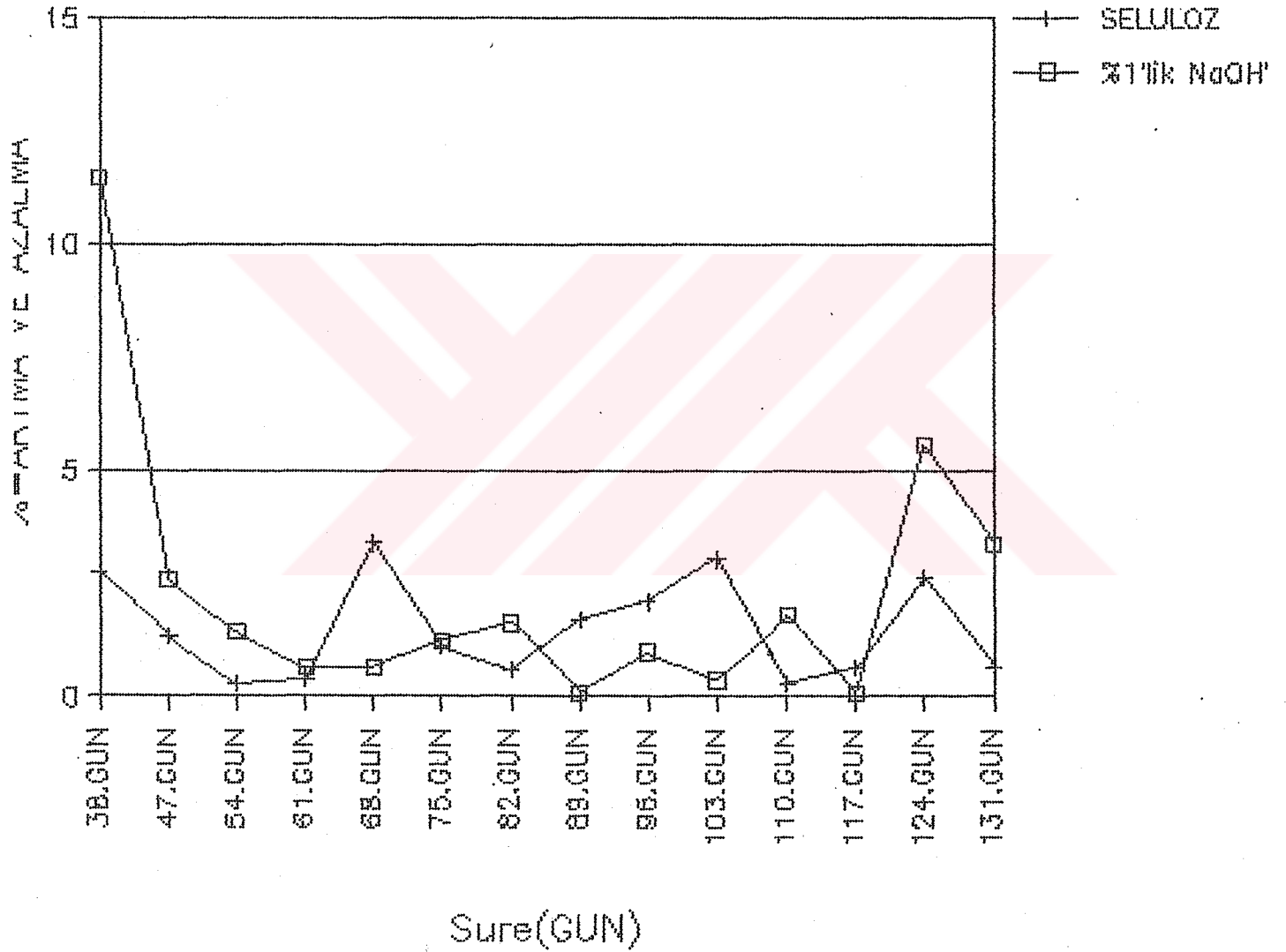
Grafik: 26. Biyolojik degradasyona uğratılan buğday sapları örneklerinin % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarları ile selüloz oranlarının karşılaştırmalı olarak gösterilmesi

Grafik: 27-1



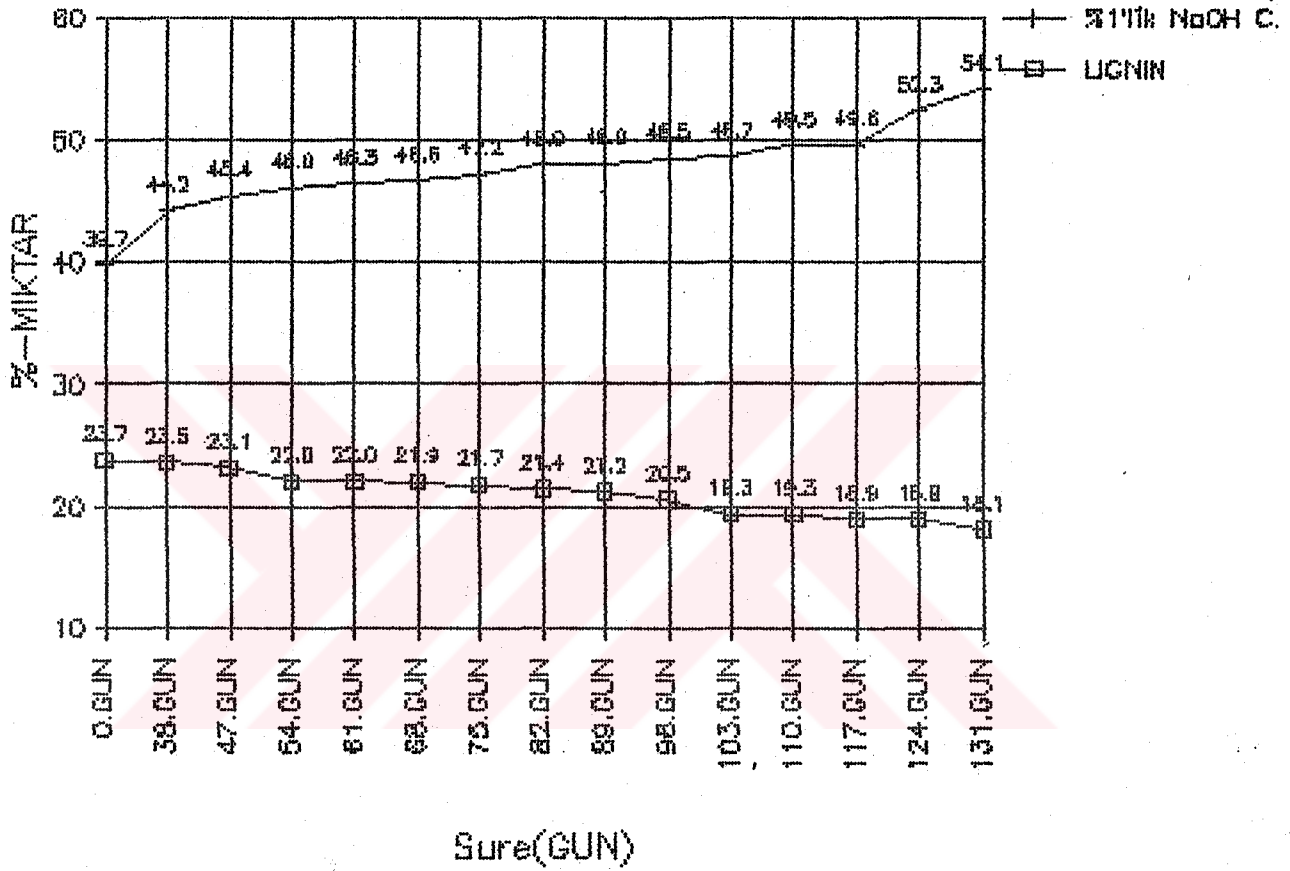
Grafik: 27-1. Buğday saplarındaki biyolojik degradasyon sonucu Selüloz degradasyonu ve % 1'lik NaOH'de Ç. miktarındaki artışın orijinal örneğe oranla karşılaştırılması olarak gösterilmesi

Grafik: 27-2



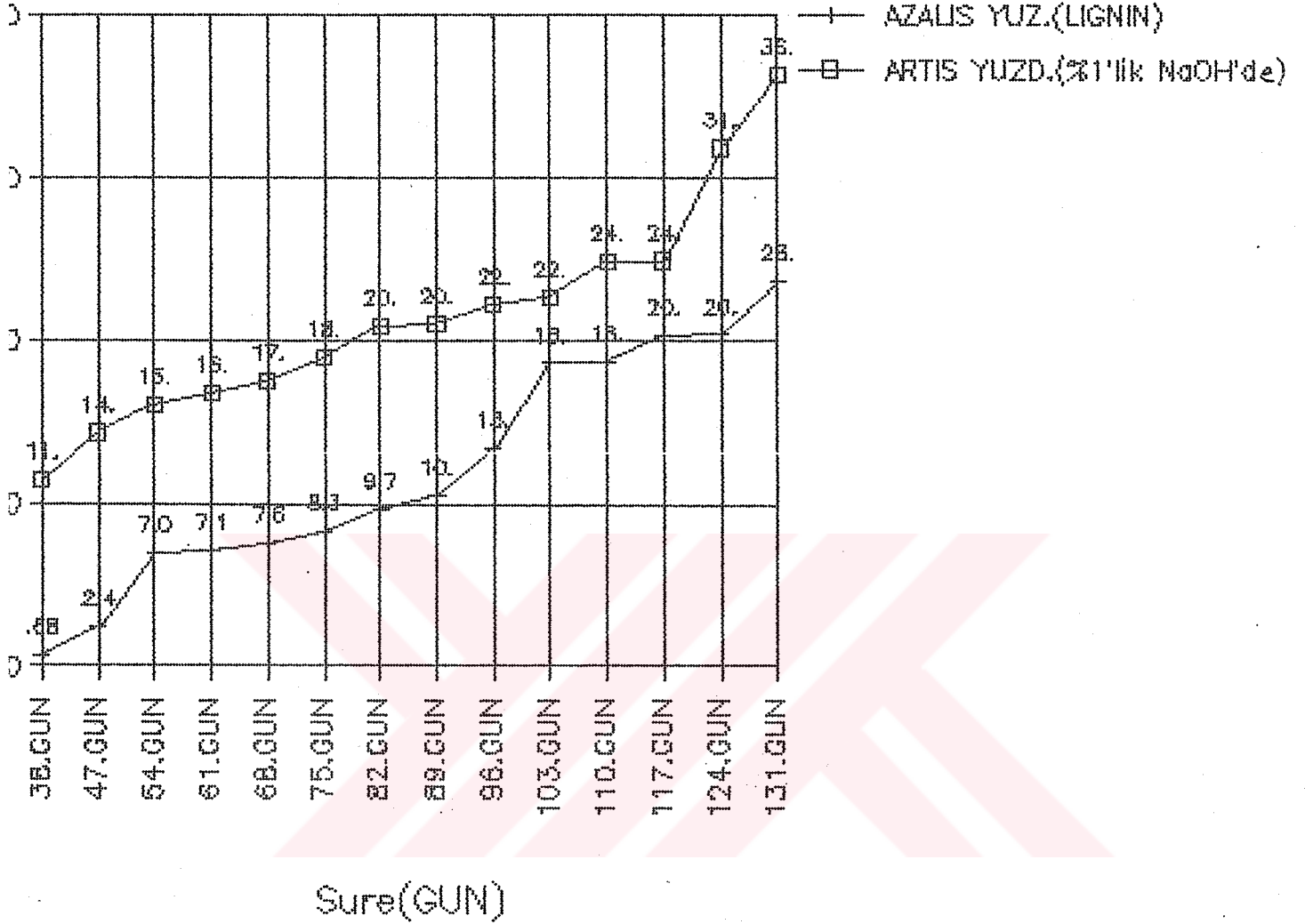
Grafik: 27-2. Buğday saplarında biyolojik degradasyon sonucu selüloz degradasyonu ve % 1'lik NaOH'de ç. miktarındaki artışın bir önceki alınan örneğe oranla karşılaştırılmalı olarak gösterilmesi

Grafik: 28



Grafik: 28. Biyolojik degradasyonla % 1'lik NaOH'de . miktarındaki değişimin, kaydedilen lignin oranlarıyla birlikte karşılaştırılmalı olarak gösterimi (Buğday saplarında)

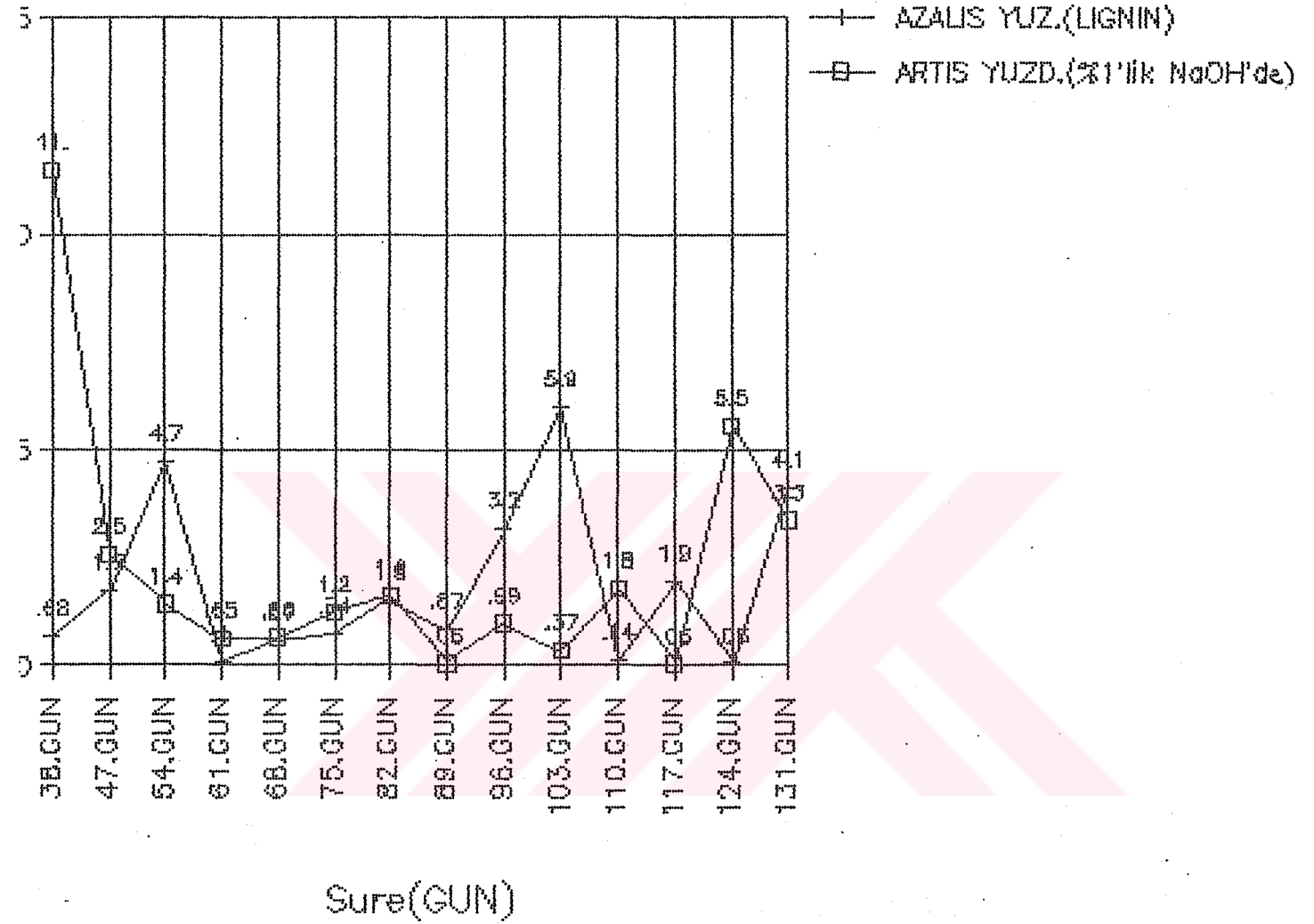
Grafik: 29-1



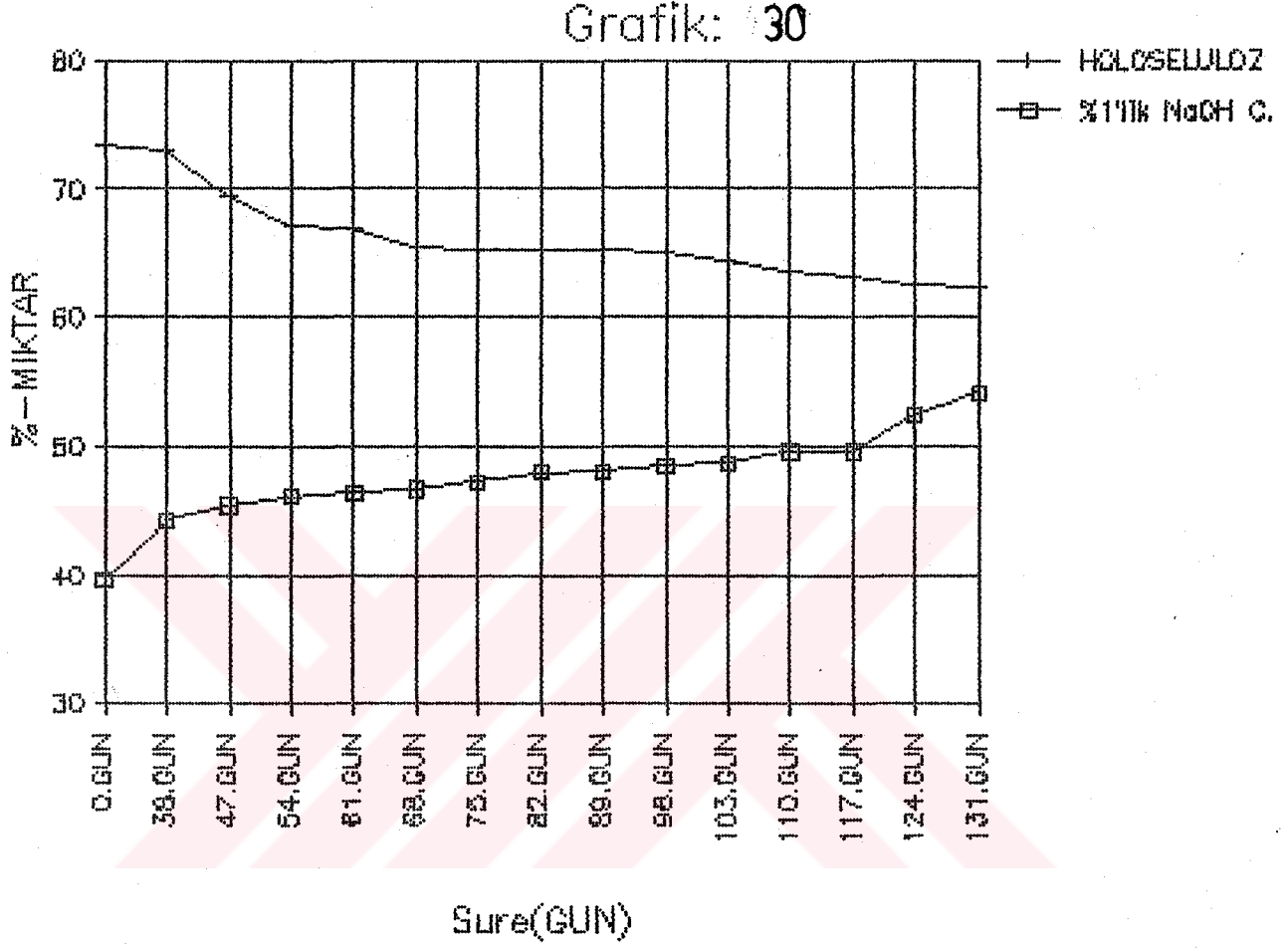
Buğday saplarının biy. degradasyonu

Grafik: 29-1. Lignin degradasyonu ve % 1'lik NaOH'de ç. Miktarındaki artışın orijinal örneğe oranla karşılaştırmalı olarak gösterilmesi

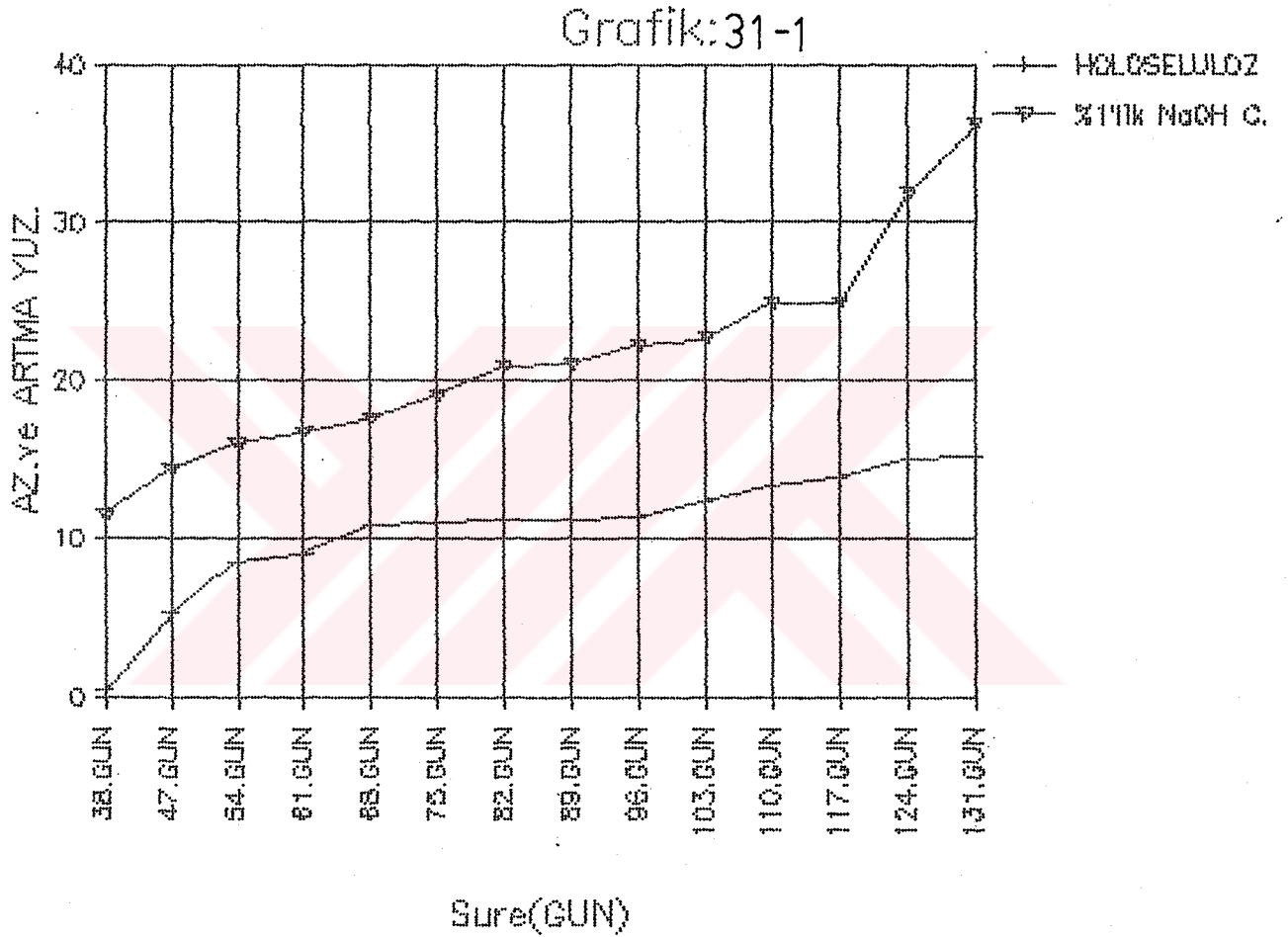
Grafik: 29- 2



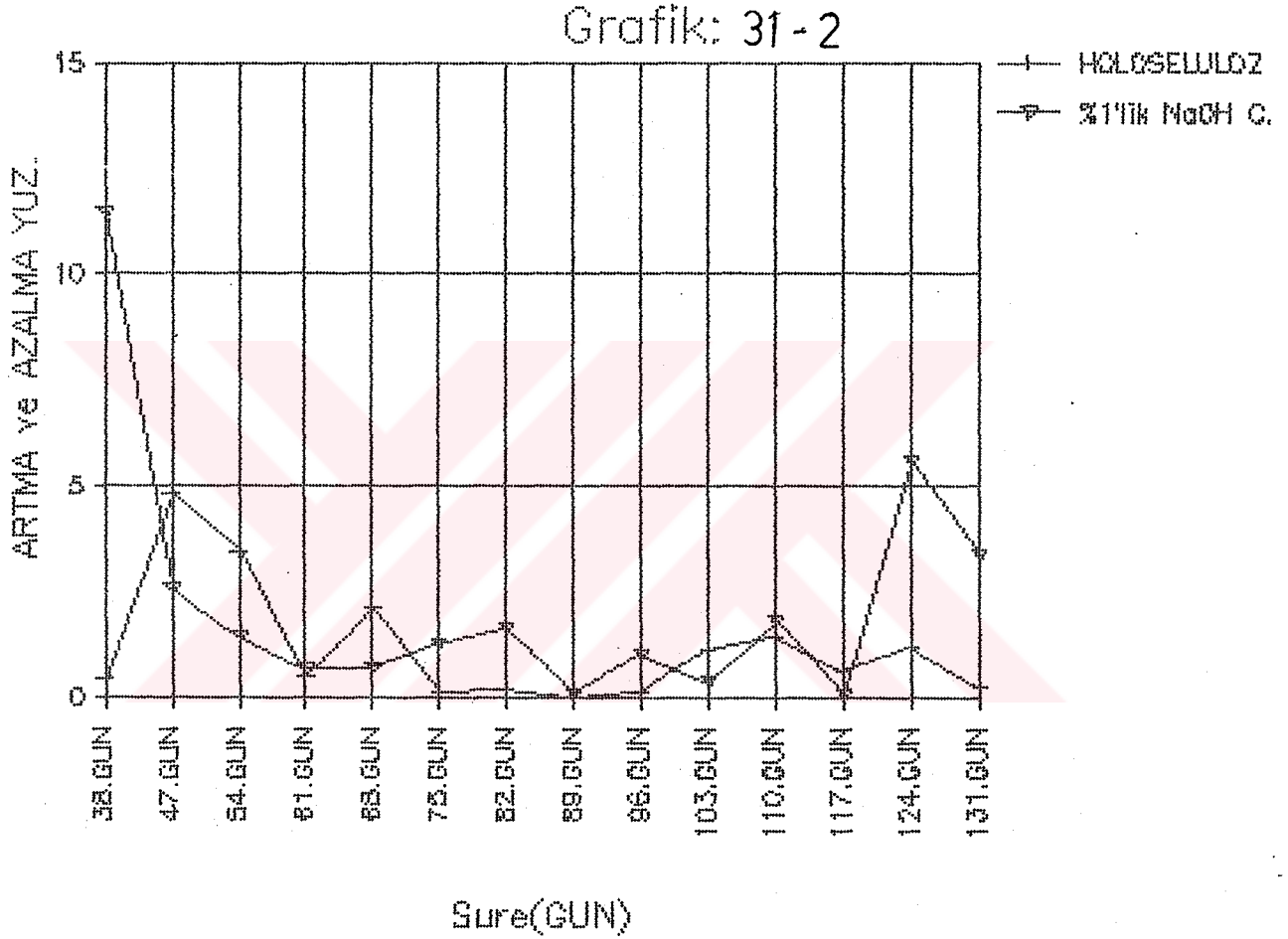
Buğday saplarının biyolojik degradasyonu
Grafik: 29-2. Lignin degradasyonu ve % 1'lik NaOH'de Ç. miktarındaki artışın bir önceki alınan örneğe oranla karşılaştırılması olarak gösterilmesi



Grafik: 36. Biyolojik degradasyonla kaydedilen hemicellüloz oranları ve % 1'lik NaOH'de Ç.miktarlarının karşılaştırılması olarak gösterilmesi (Buğday saplarında)

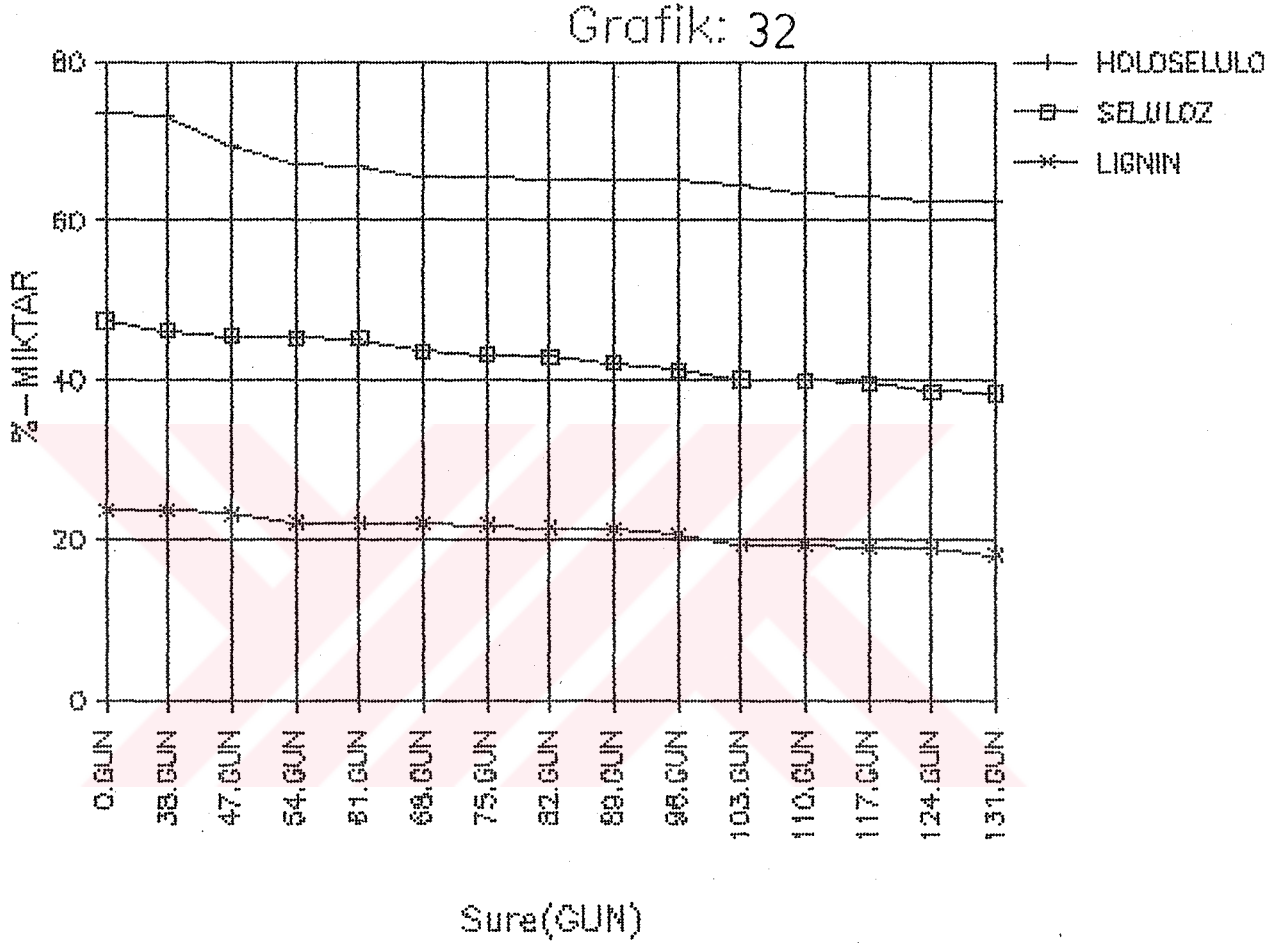


Buğday saplarında biy.degradasyonla
Grafik: 31-1. Hemişelüloz degradasyonu ve % 1'lik NaOH'de
Ç.miktarındaki artışın orijinal örneğe oran-
la karşılaştırılması olarak gösterilmesi



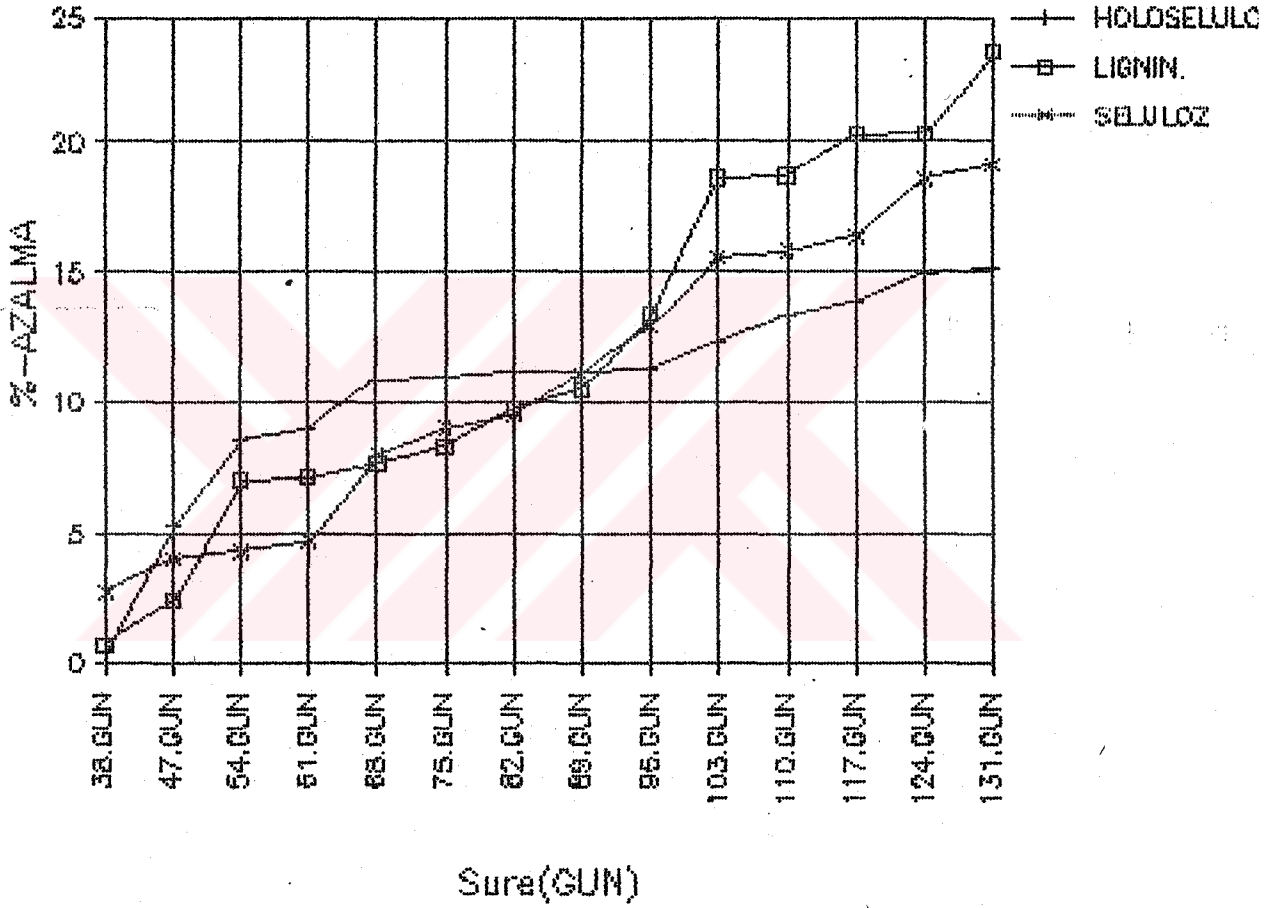
Buğday saplarının biy.degradasyonu

Grafik: 31-2. Holoselüloz degradasyonu ve % 1'lik NaOH'de Ç. miktarındaki artışın bir önceki alınan örneğe oranla karşılaştırılmalı olarak gösterilmesi

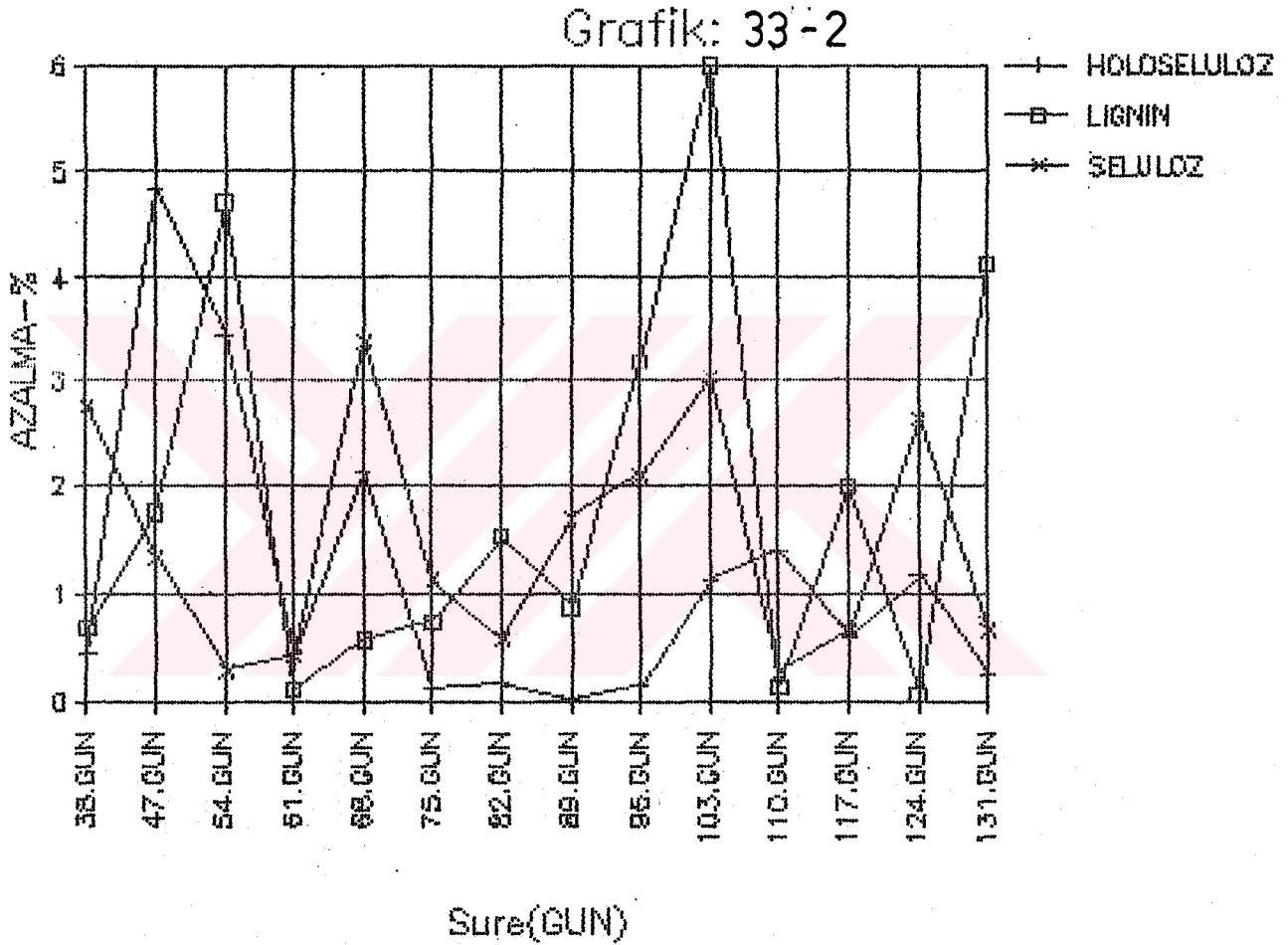


Grafik: 32. HoloSeluloz-Seluloz-Lignin Biyolojik Degradasyonlarının Miktar Yönünden Karşılaştırılması olarak gösterilmesi (Buğday saplarında)

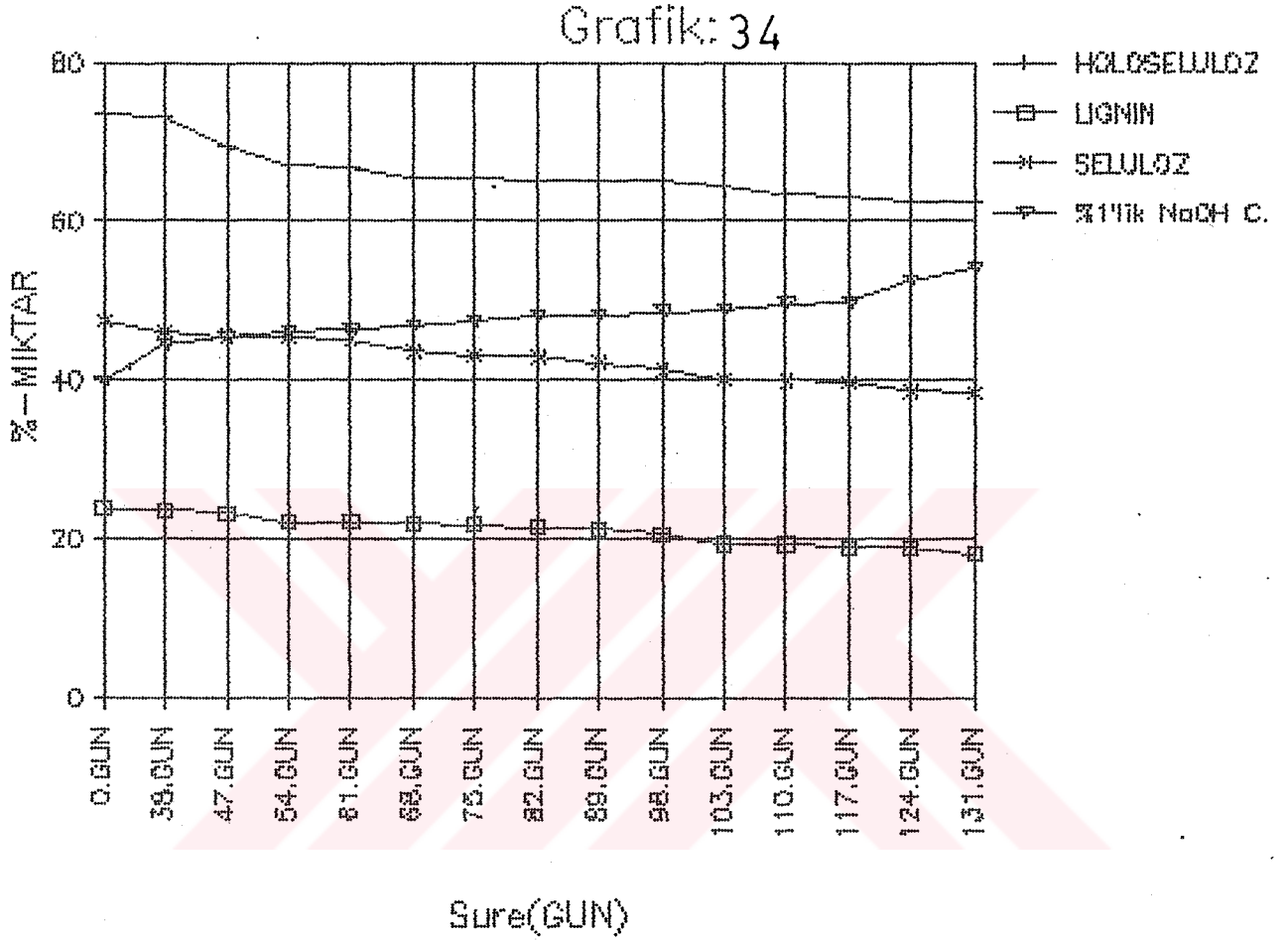
Grafik: 33-1



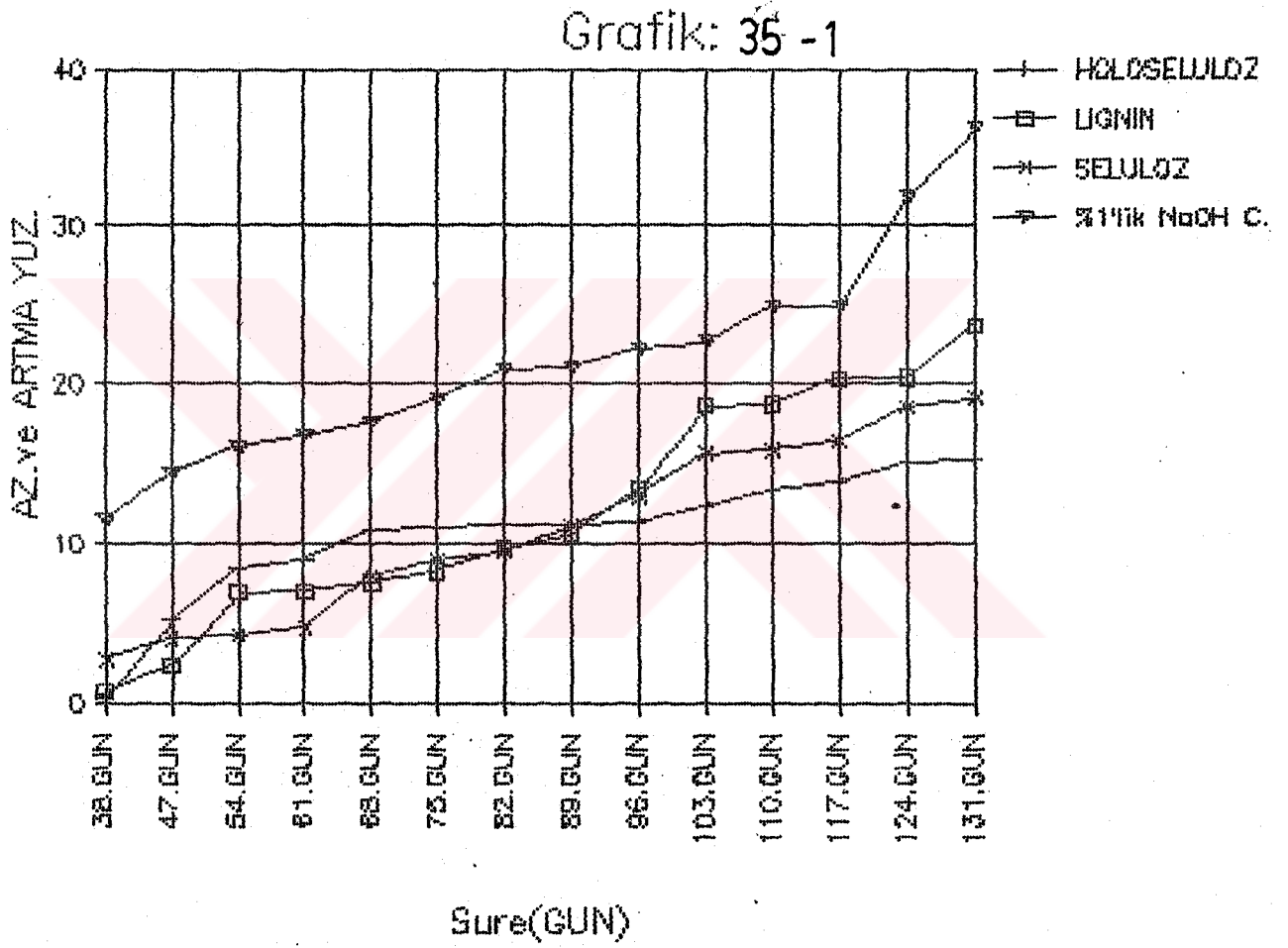
Grafik: 33-1. Holoşelüloz-Lignin-Selüloz biodegradasyonlarının orijinal örneğe oranla azalma miktarları(%) yönünden karşılaştırmalı olarak gösterilmesi (Buğday saplarında)



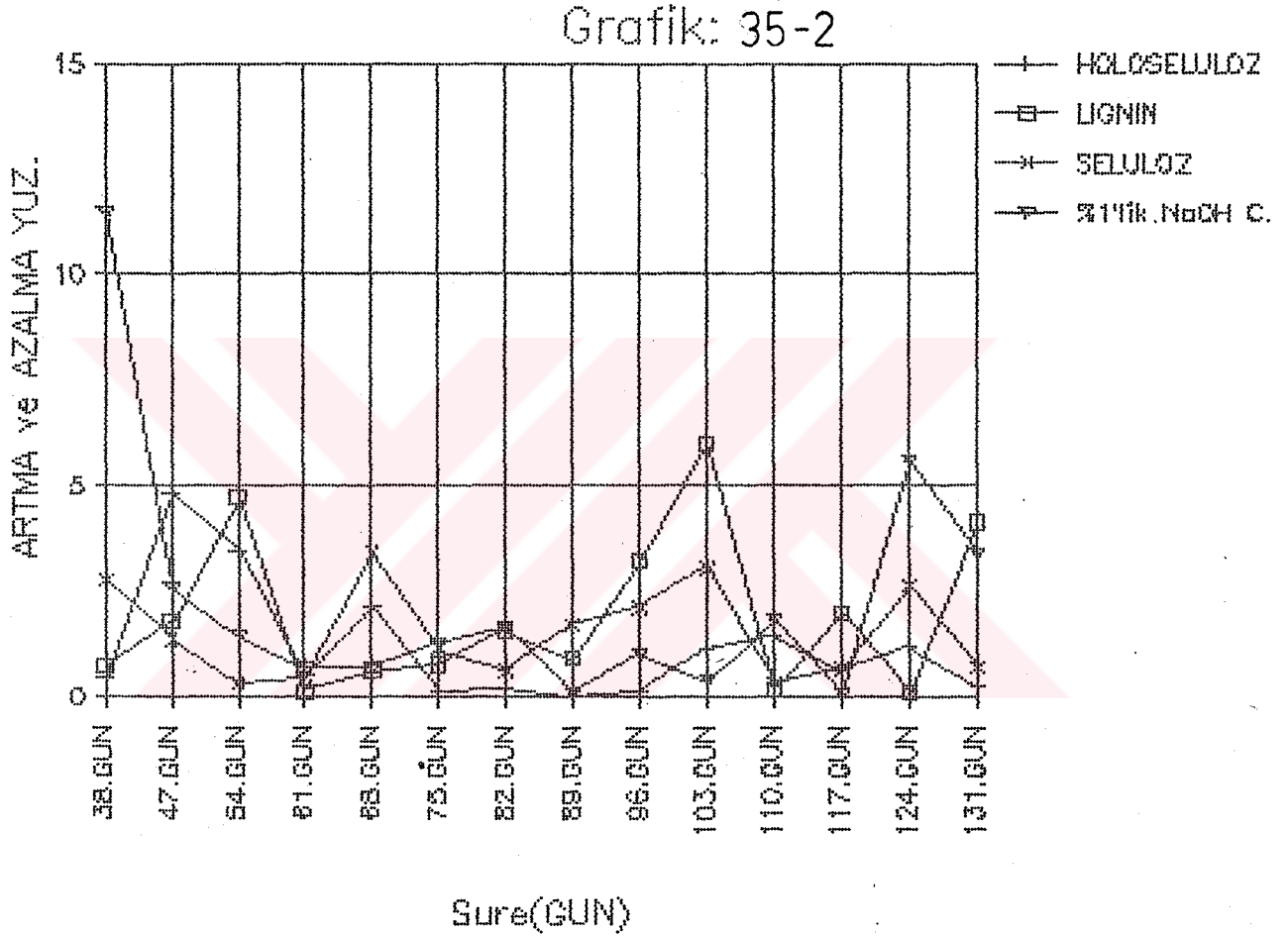
Grafik: 33-2. HoloSeluloz-Lignin-Seluloz biodegradasyonlarının bir önceki alınan örneğe oranla azalma miktarları(%) yönünden karşılaştırmalı olarak gösterilmesi (Buğday saplarında)



Grafik:34. Holoselüloz-Lignin-Selüloz ve % 1'lik NaOH'de Ç. değerlerinin biyolojik degradasyon boyunca kaydedilen miktarları yönünden karşılaştırmalı olarak gösterilmesi (Buğday saplarında)



Grafik: 35-1. Holoşelüloz-Lignin-Selüloz ve % 1'lik NaOH'de Ç. değerlerinin biyolojik degradasyon boyunca kaydedilen orijinal örneğe oranla azalma miktarları yönünden karşılaştırmalı olarak gösterilmesi. (Buğday saplarında)



Grafik: 35-2. Holoseluloz-Lignin-Seluloz ve % 1'lik NaOH'de Ç. degerlerinin biyolojik degradasyon boyunca kaydedilen bir önceki alınan örneğe oranla azalma miktarları yönünden karşılaştırmalı olarak gösterilmesi. (Buğday saplarında)

3.2.2. İğne Yapraklı Ağaç Endüstriyel Yongalarının Kimyasal Analiz Sonuçları

Biyolojik degradasyona uğratılmamış ve uğratılan yongalardan öngörülen sürelerde alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçlarına göre; hücre çeperi ana bileşenlerinin miktarı, orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla % azalma miktarları ile % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerlerinin biyolojik degradasyonla artış oranları hesaplanarak tablo ve grafikler halinde düzenlenmiştir. Buna ilave olarak hücre çeperi bileşenlerindeki degradasyon ve % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerleri ayrı ayrı kendi aralarında biyolojik degradasyon bakımından karşılaştırılmıştır.

Elde edilen tüm kimyasal analiz sonuçları arasında t-testi uygulanarak, sonuçlar değerlendirilmiştir.

3.2.2.1. Holoselüloz Miktarı

"Klorit Yöntemi" ne göre önceden bir alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılarak ekstraktiflerinden arındırılmış örnekler üzerinde belirlenen holoselüloz oranları Tablo:18'de, bu değerlere göre hesaplanan azalma oranları da Tablo:19'da % olarak verilmiştir.

Bu tablolara göre düzenlenen grafiklerden; Grafik: 36 -1 ve 36-2 holoselüloz miktarının biyolojik degradasyonla değişimini, -37-1 ve 37-2 ise azalma oranlarını; orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla göstermektedir.

Holoselüloz sonuçlarının değerlendirilmesiyle aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. 44 gün süreli bir inokülasyonla holoselüloz oranı % 12.085'lik bir azalma göstererek, % 74.001'den % 65.058'e düşmüştür.
2. Orijinal örneğe oranla azalma miktarı biyolojik degradasyonun başlangıcından itibaren doğrusal olarak artış göstermiştir. Bir önceki alınan örneğe oranla en fazla azalma 44. gün (% 4.443) gerçekleşirken, en az degradasyon 14. güne kadarki süre içerisinde (% 0.050) kaydedilmiştir.
3. Uygulanan t-testi sonuçlarına göre, biyolojik degradasyonun 0-14.gün; 0-23. gün; 14-23.günleri arasındaki fark önemsiz bulunurken, diğer tüm günler arasındaki farklılığın belirgin olduğu saptanmıştır.

Tablo:18 .Holoselüloz Sonuçları

Süre(GUN)	Ortalama %	± Hatası	Standart Sapma %	±Hatası	Minimum	Maximum
0.GUN	74.001	0.241	0.418	0.171	73.520	74.282
14.GUN	73.964	0.339	0.587	0.240	73.290	74.360
23.GUN	72.497	0.234	0.405	0.165	72.130	72.932
30.GUN	70.069	0.104	0.180	0.073	69.869	70.217
37.GUN	68.083	0.100	0.174	0.071	67.898	68.243
44.GUN	65.058	0.333	0.577	0.235	64.396	65.331

Tablo:19 . Biyolojik Degradasyonla Orijinal ve Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla Azalma(%)

Süre(GUN)	Orijinal Örneğe Oranla Azalma(%)	Bir Önceki Alınan Örn. Oranla Azalma(%)
14.GUN	0.050	0.050
23.GUN	2.032	1.983
30.GUN	5.313	3.349
37.GUN	7.997	2.834
44.GUN	12.085	4.443

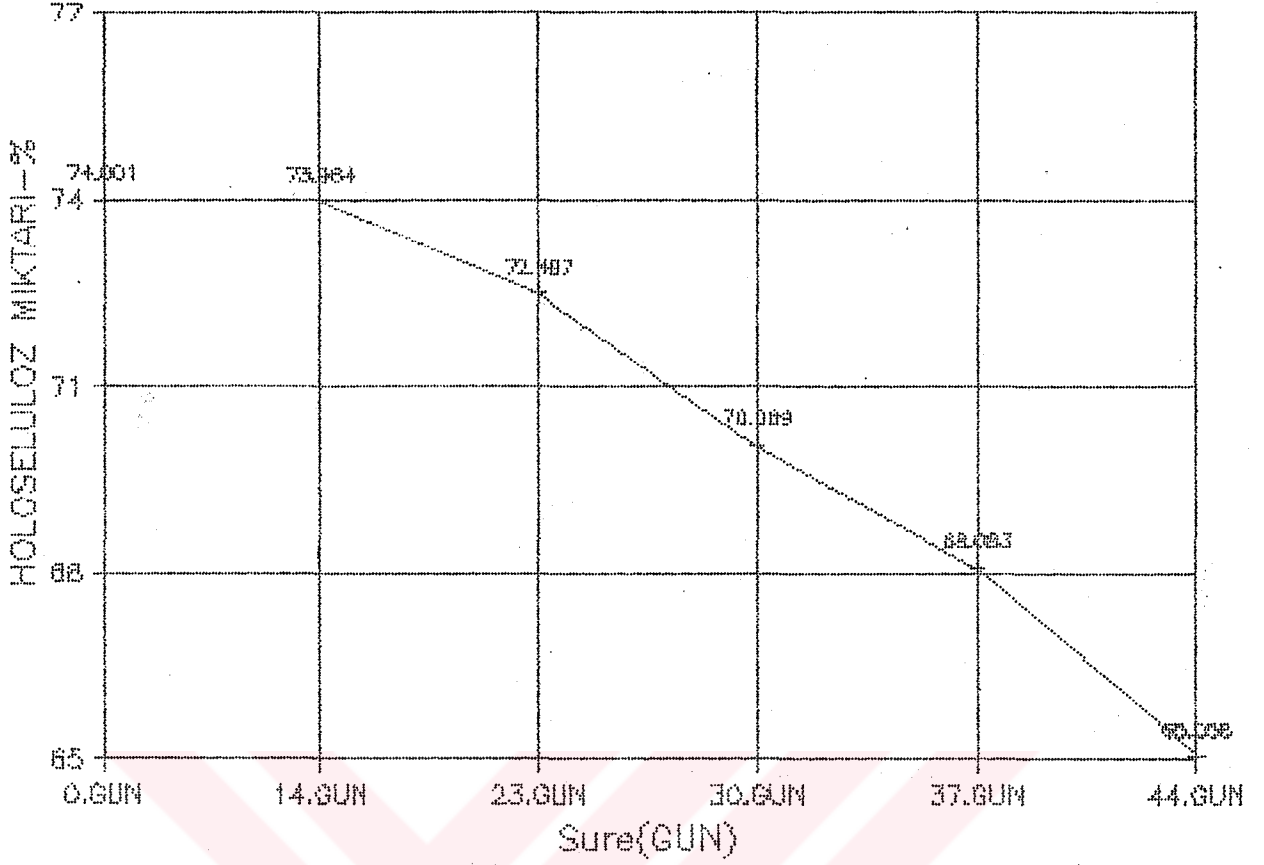
Tablo:24 .% 1'lik NaOH Çözünürlüğü Sonuçları

Süre(GUN)	Ortalama %	± Hatası	Standart Sapma %	±Hatası	Minimum	Maximum
0.GUN	17.881	0.227	0.393	0.160	17.587	18.327
14.GUN	19.331	0.190	0.329	0.134	19.015	19.672
23.GUN	21.495	0.087	0.150	0.061	21.346	21.647
30.GUN	22.517	0.076	0.131	0.053	22.435	22.669
37.GUN	23.804	0.065	0.113	0.046	23.693	23.919
44.GUN	24.902	0.377	0.653	0.266	24.218	25.519

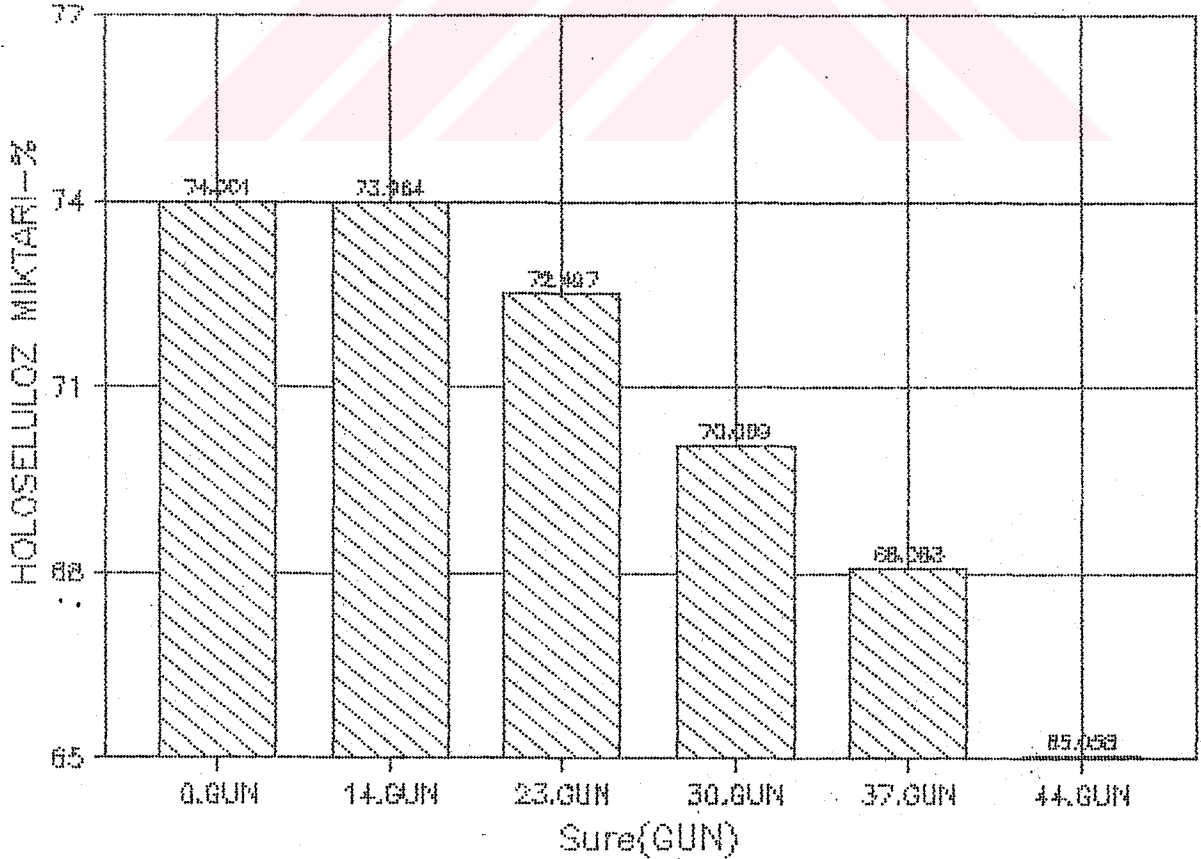
Tablo:25 . Biyolojik Degradasyonla Orijinal ve Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla Artma(%)

Süre(GUN)	Orijinal Örneğe Oranla Artış(%)	Bir Önceki Alınan Örn. Oranla Artış(%)
14.GUN	8.109	8.109
23.GUN	20.211	11.194
30.GUN	25.927	4.755
37.GUN	33.124	5.716
44.GUN	39.265	4.613

Grafik: 36-1

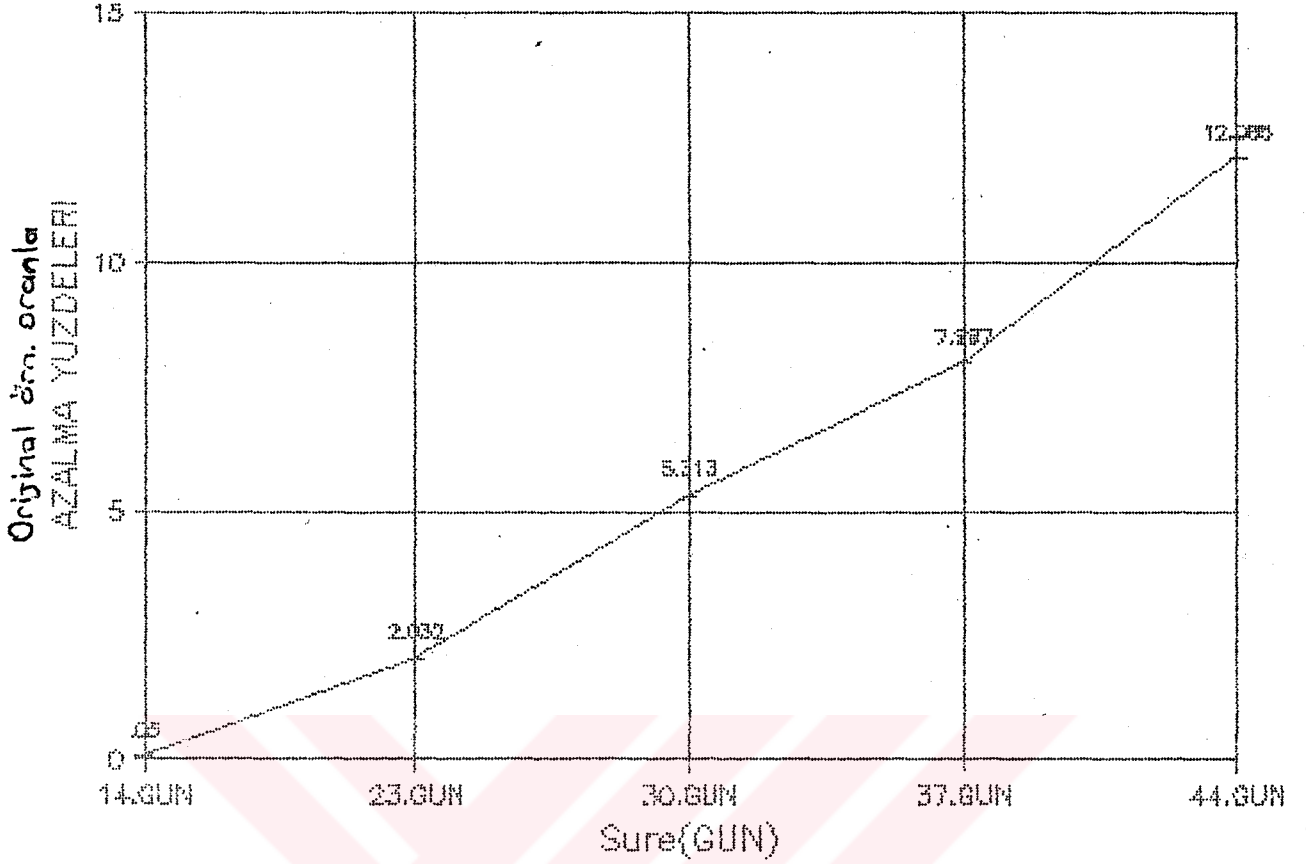


Grafik: 36-1. B.Degradasyonla holoselüloz miktarının değişimi
(iYA. yonga) Grafik: 36-2

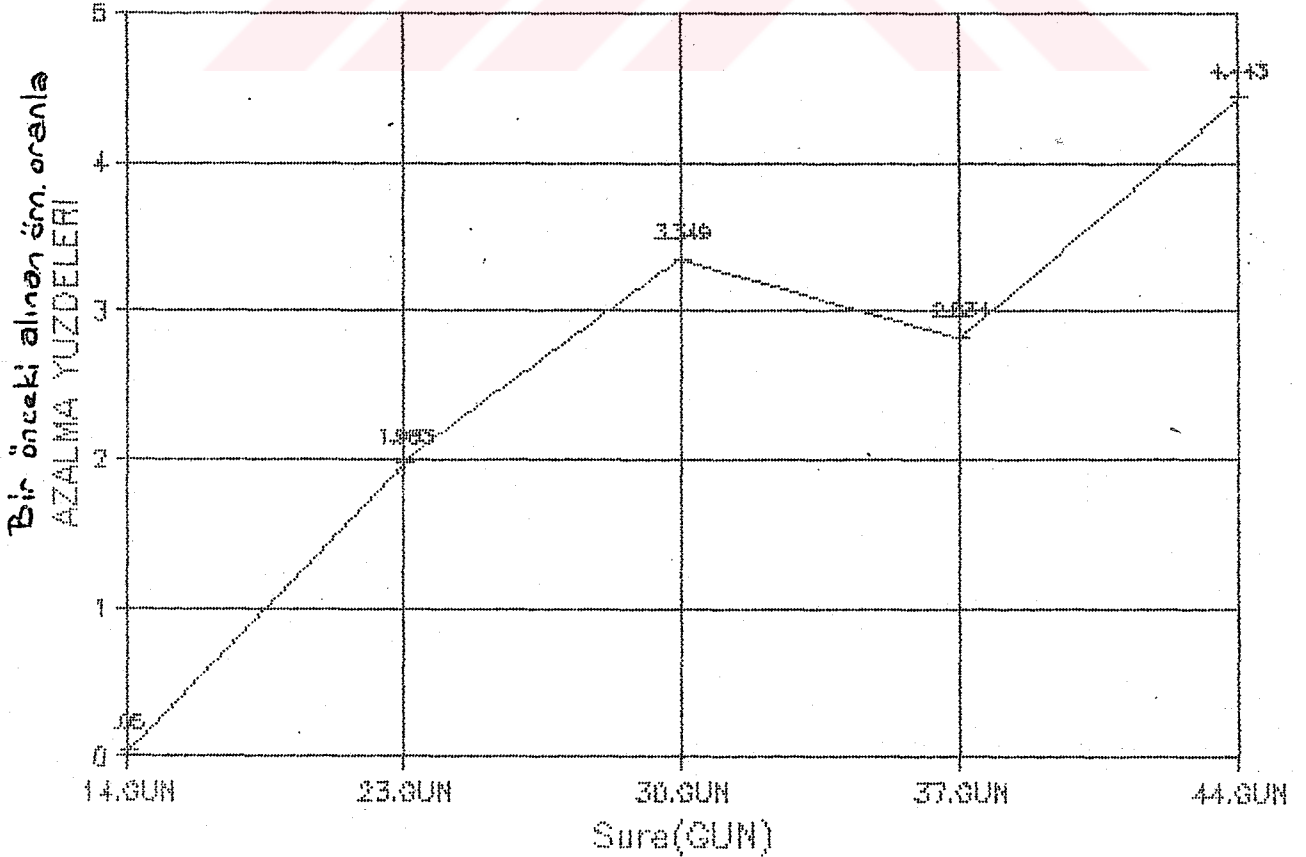


Grafik: 36-2. Holoselüloz oranlarının histogramlarla gösterimi

Grafik: 37-1



Grafik:37-1.Original örn.oranla holoselüloz mikt.đaki azalma(%)
(IYA. yonga) Grafik: 37-2



Grafik:37-2.Bir önceki alınan örneğe oranla holoselüloz mik.đaki azalma(%)

3.2.2.2. Selüloz Miktarı

"Kurschner-Hoffner" yöntemine göre belirlenen iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarının biyolojik degradasyona uğratılan ve uğratılmayan örneklerinin selüloz oranları Tablo: 20'de, bu oranlara göre hesaplanan azalma yüzdeleri de Tablo: 21'de verilmiştir.

Bu tablolardan ve tablolara göre düzenlenen grafiklerden, (Grafik: 38-1;38-2 ve 39-1;39-2) elde edilen bulgular şunlardır:

1. Selüloz miktarı 44 günlük inokülasyonla orijinal örneğe oranla % 9.811 oranında azalarak % 51.461'den % 46.412'ye düşmüştür.
2. Başlangıçta (0-30.gün arası) oldukça yavaş seyreden selüloz degradasyonu, 30.günden sonra hızla artarak devam etmiştir. Bir önceki alınan örneğe oranla en az degradasyon 23.gün gerçekleşirken, en fazla degradasyonun 44.günde olduğu belirlenmiştir.
3. Uygulanan t-testi sonuçlarına göre, biyolojik degradasyonun 0-44. gün; 14-44.gün; 23-44.gün; 30-37.gün; 30-44.gün ve 37-44 günlerinde oluşturulan selüloz degradasyonu arasındaki farkın önemli olduğu diğer günler arasındaki farkın önemli olmadığı bulunmuştur.

3.2.2.3. Lignin Miktarı

"Klason Lignini" yöntemine göre yongalar için belirlenen lignin oranları Tablo: 22'de, bu oranlara göre hesaplanan azalma miktarları da % olarak Tablo: 23'te verilmiştir.

Bu tablolardan ve tablolara göre çizilen grafiklerden (40-1; 40-2 ve 41-1; 41-2) elde edilen bulgular şunlardır:

1. 44 günlük biyolojik degradasyon sırasında holoselülozdan sonra en fazla etkilenen bileşen lignin olmuştur. Orijinal örneğe oranla % 9.996 oranında azalarak, başlangıçta % 29.021 olan lignin miktarı 44.gün sonunda % 26.120'ye düşmüştür.
2. Orijinal örneğe oranla basamak biçiminde kademeli bir degradasyon gösteren ligninin, bir önceki alınan örneğe oranla en fazla degradasyonu 37.gün (% 4.038) gerçekleşirken, en az degradasyon 30.gün (% 0.142)'de saptanmıştır.
3. Uygulanan t-testi sonuçlarına göre; biyolojik degradasyonun saptanması için belirli sürelerde alınan örnekler arasındaki farklılığın belirgin olmadığı bulunmuştur.

Tablo:20 .Selüloz Sonuçları

Süre(GUN)	Ortalama %	± Hatası	Standart Sapma %	±Hatası	Minimum	Maximum
0.GUN	51.461	0.717	1.242	0.507	50.132	52.593
14.GUN	50.133	0.450	0.780	0.318	49.300	50.846
23.GUN	49.996	0.383	0.664	0.271	49.500	50.750
30.GUN	49.798	0.431	0.747	0.305	48.956	50.381
37.GUN	48.311	0.186	0.322	0.131	47.978	48.621
44.GUN	46.412	0.320	0.554	0.226	46.069	47.052

Tablo:21 .Biyolojik Degradasyonla Orijinal ve Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla Azalma(%)

Süre(GUN)	Orijinal Örneğe Oranla Azalma(%)	Bir Önceki Alınan Örn. Oranla Azalma(%)
14.GUN	2.581	2.581
23.GUN	2.847	0.273
30.GUN	3.232	0.396
37.GUN	6.121	2.986
44.GUN	9.811	3.931

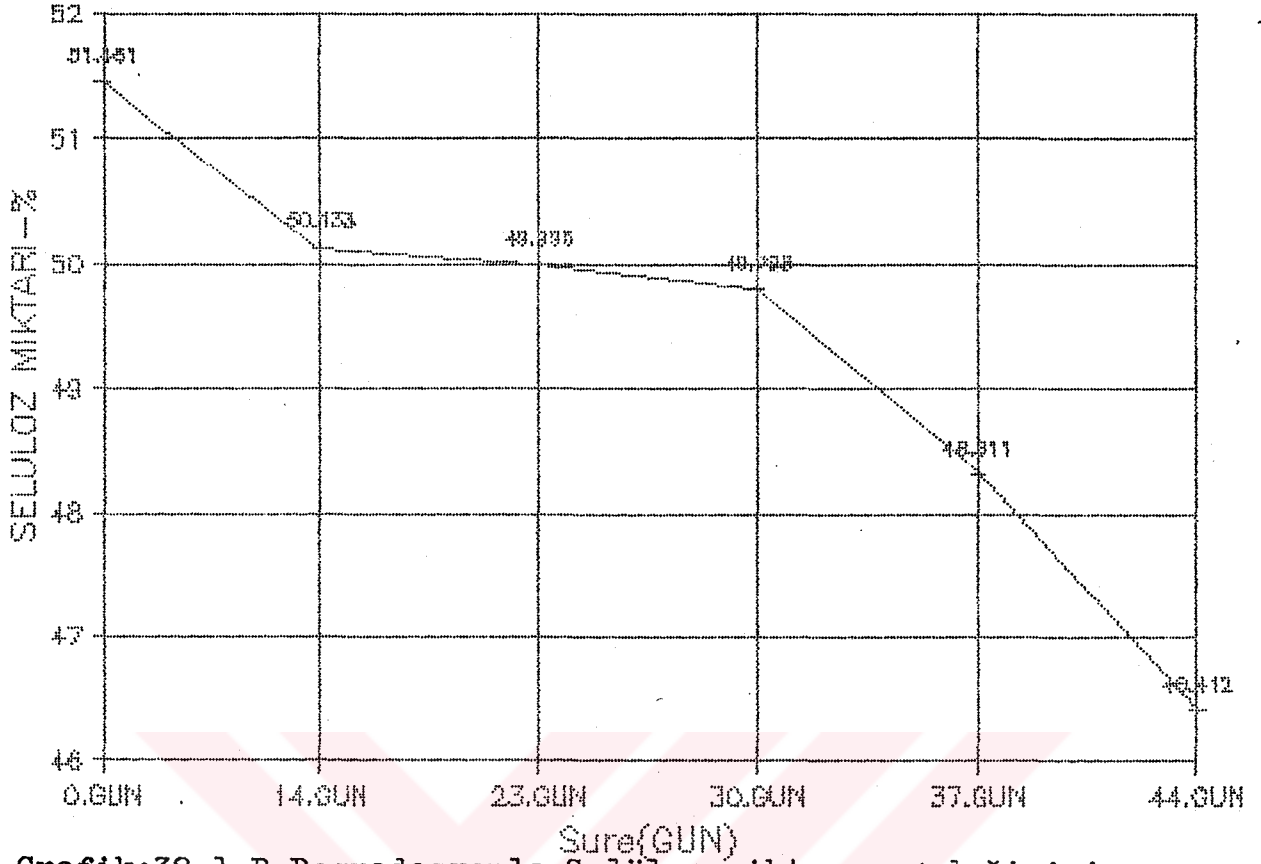
Tablo:22 .Lignin Sonuçları

Süre(GUN)	Ortalama %	± Hatası	Standart Sapma %	±Hatası	Minimum	Maximum
0.GUN	29.021	0.446	0.773	0.316	28.431	29.897
14.GUN	28.193	0.307	0.531	0.217	27.586	28.577
23.GUN	27.378	0.268	0.464	0.189	27.006	27.898
30.GUN	27.339	0.368	1.011	0.413	26.361	28.381
37.GUN	26.235	0.423	1.161	0.474	25.110	27.430
44.GUN	26.120	0.343	0.941	0.384	25.223	27.100

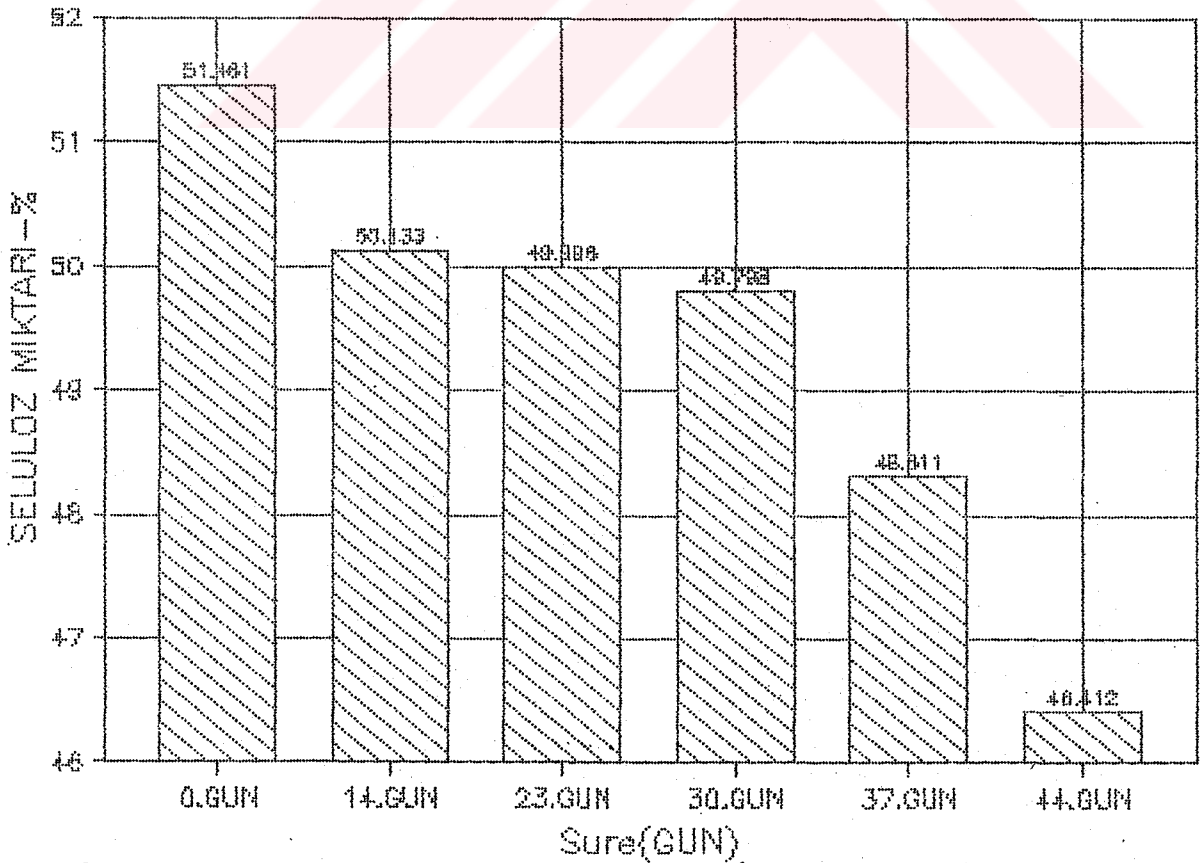
Tablo:23 .Biyolojik Degradasyonla Orijinal ve Bir Önceki Alınan Örneğe Oranla Azalma(%)

Süre(GUN)	Orijinal Örneğe Oranla Azalma(%)	Bir Önceki Alınan Örn. Oranla Azalma(%)
14.GUN	2.853	2.853
23.GUN	5.661	2.891
30.GUN	5.796	0.142
37.GUN	9.600	4.038
44.GUN	9.996	0.438

Grafik:38-1

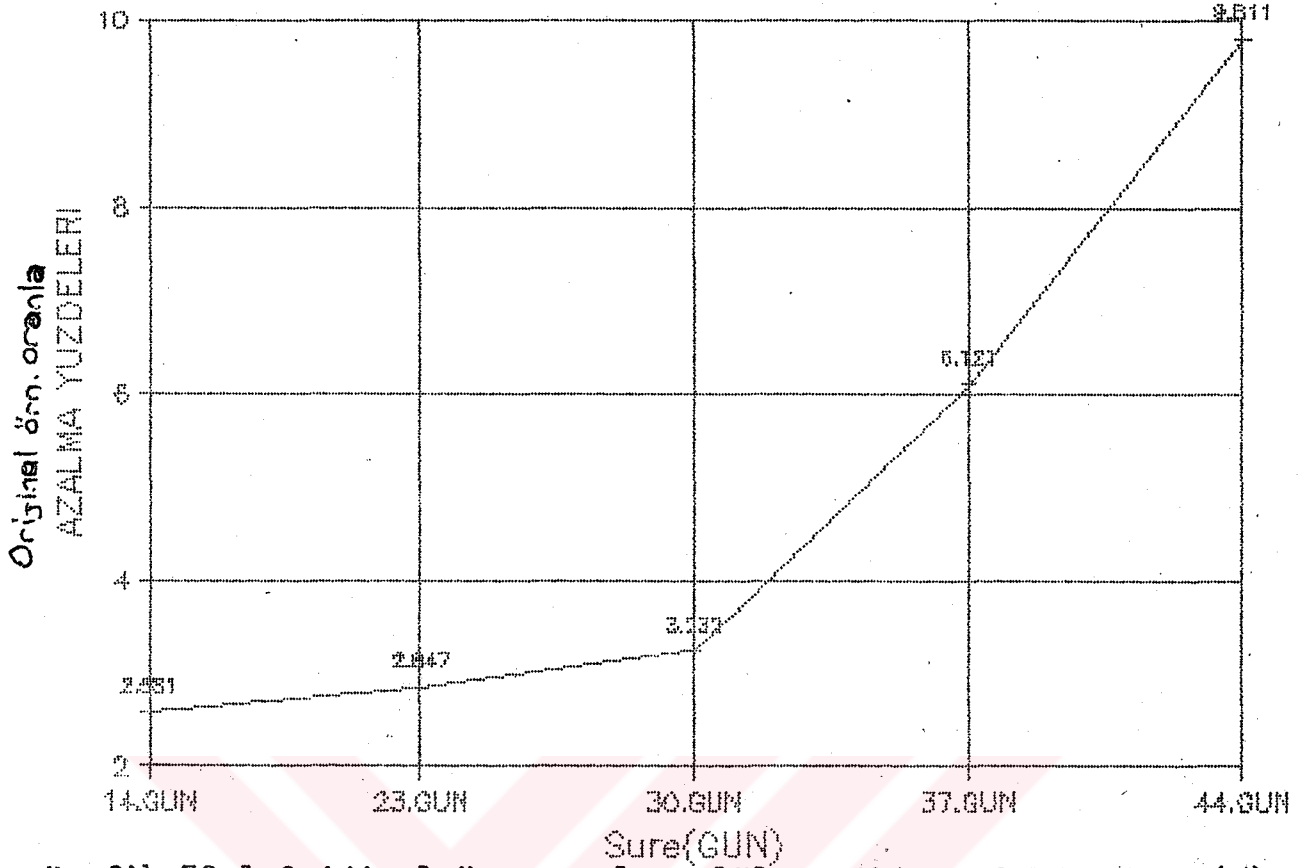


Grafik:38-1.B.Degradasyonla Selüloz miktarının değişimi (İYA.-yonga) Grafik: 38-2



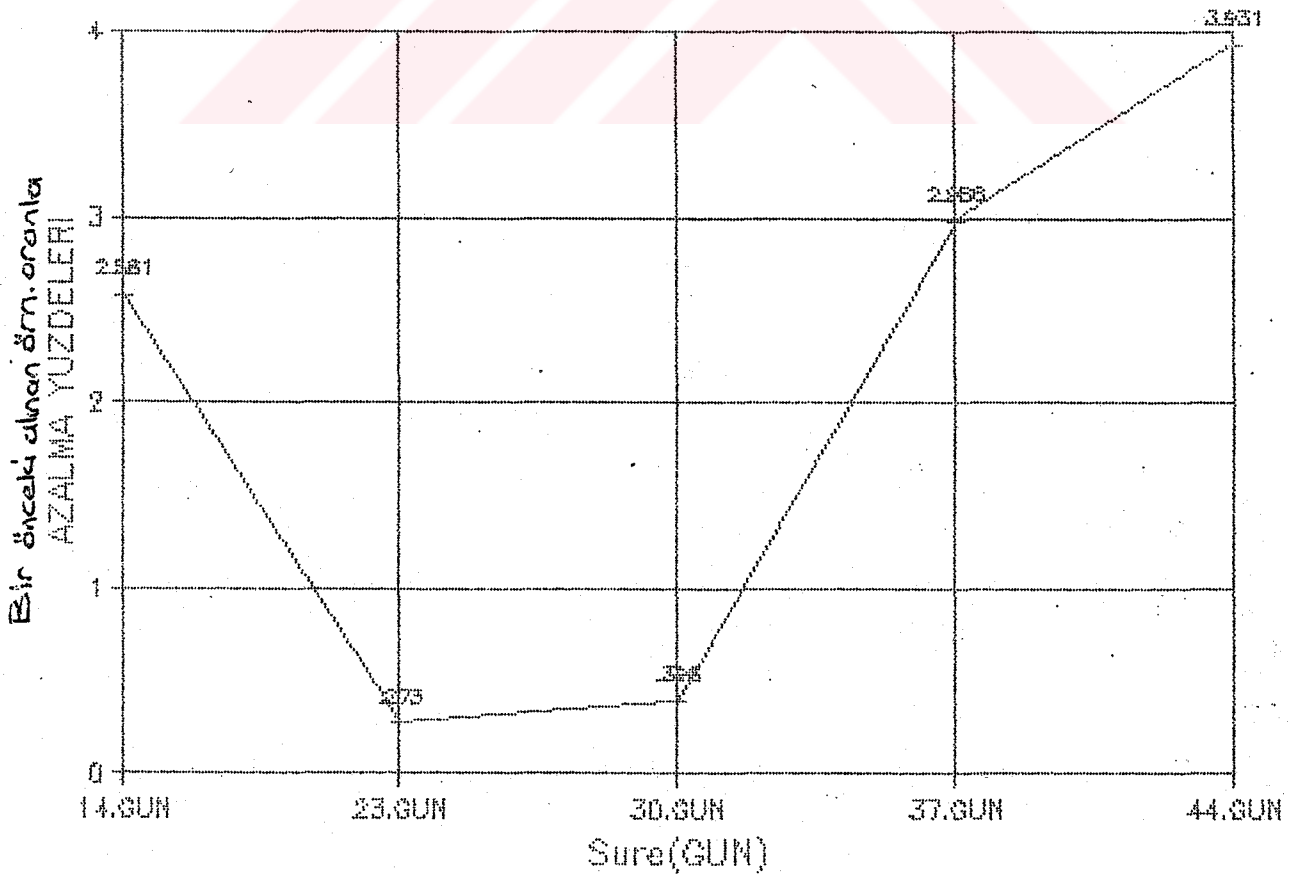
Grafik:38-2.Selüloz miktarındaki değişimin histogramlarla gösterilmesi

Grafik: 39-1



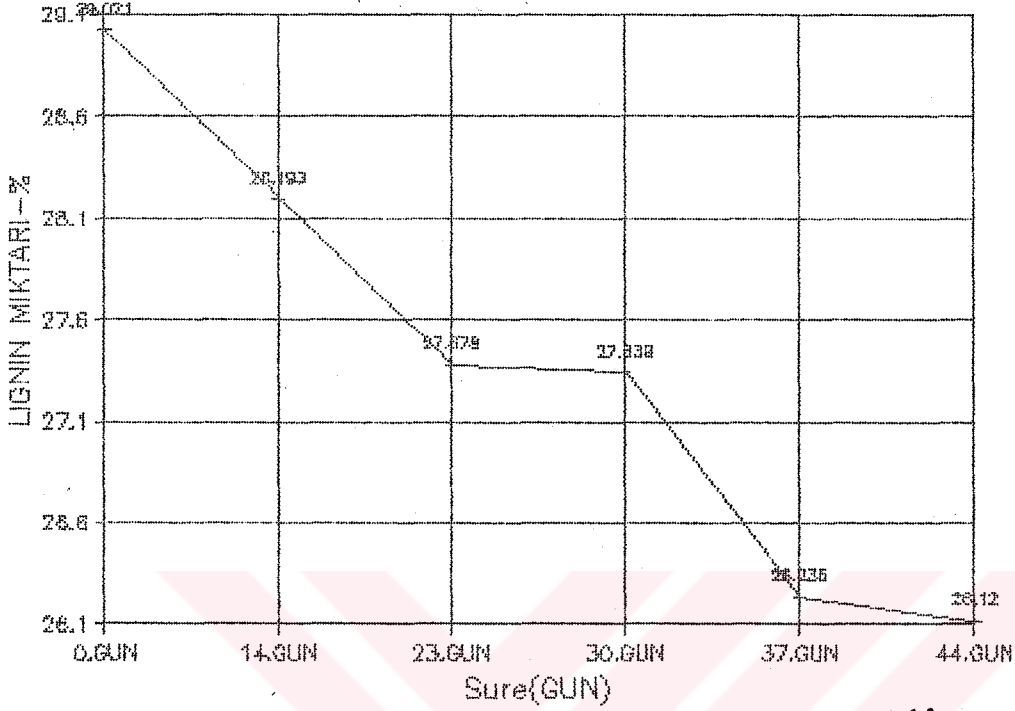
Grafik:39-1.Orijinal örn.oranla selüloz miktarındaki azalma(%)
(iYA.yonga)

Grafik: 39-2

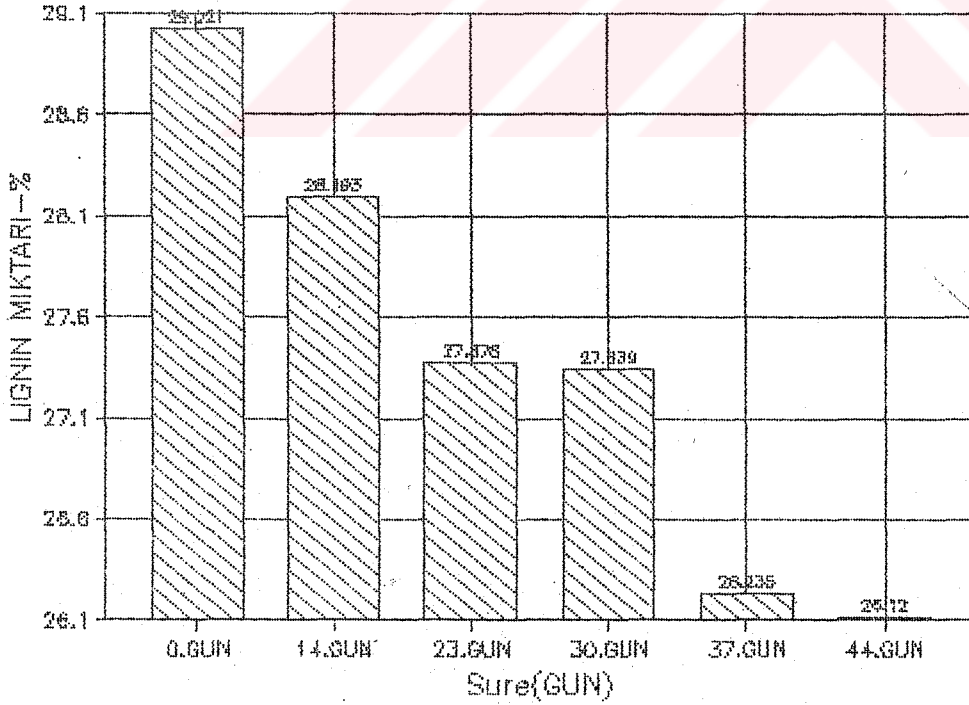


Grafik:39-2.Bir önceki alınan örneğe oranla selüloz miktarındaki azalma(%)

Grafik: 40-1

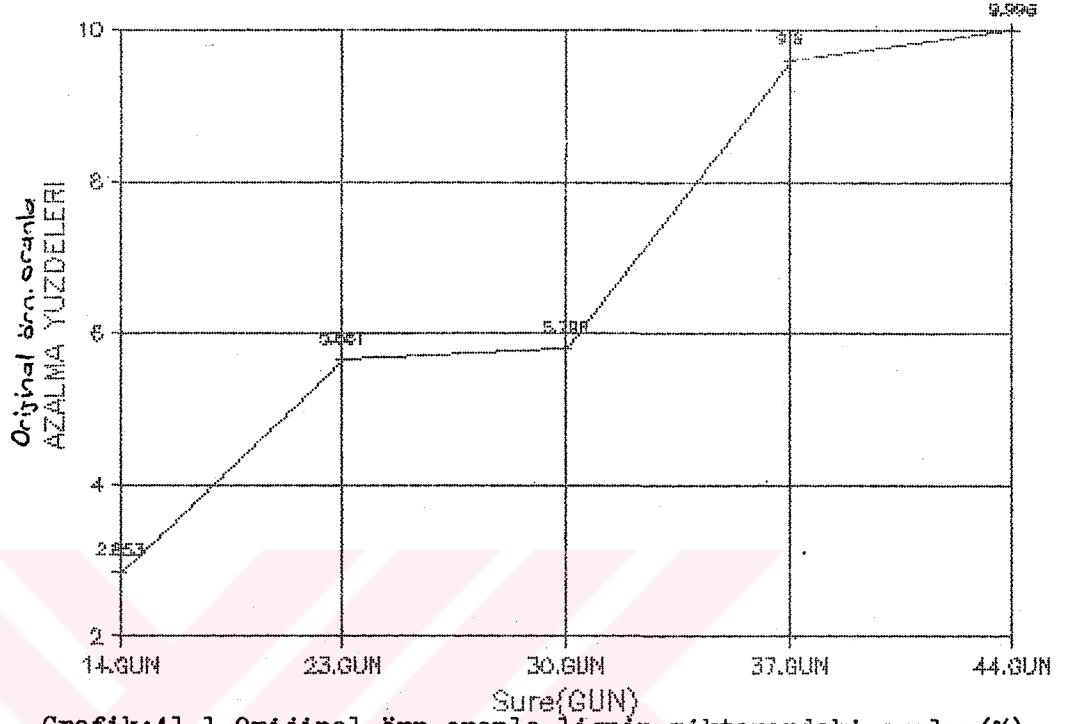


Grafik:40-1.B.Degradasyonla Lignin miktarının değişimi (İYA.yonga)
Grafik: 40-2



Grafik:40-2.Lignin miktarındaki değişimin histogramlarla gösterilmesi

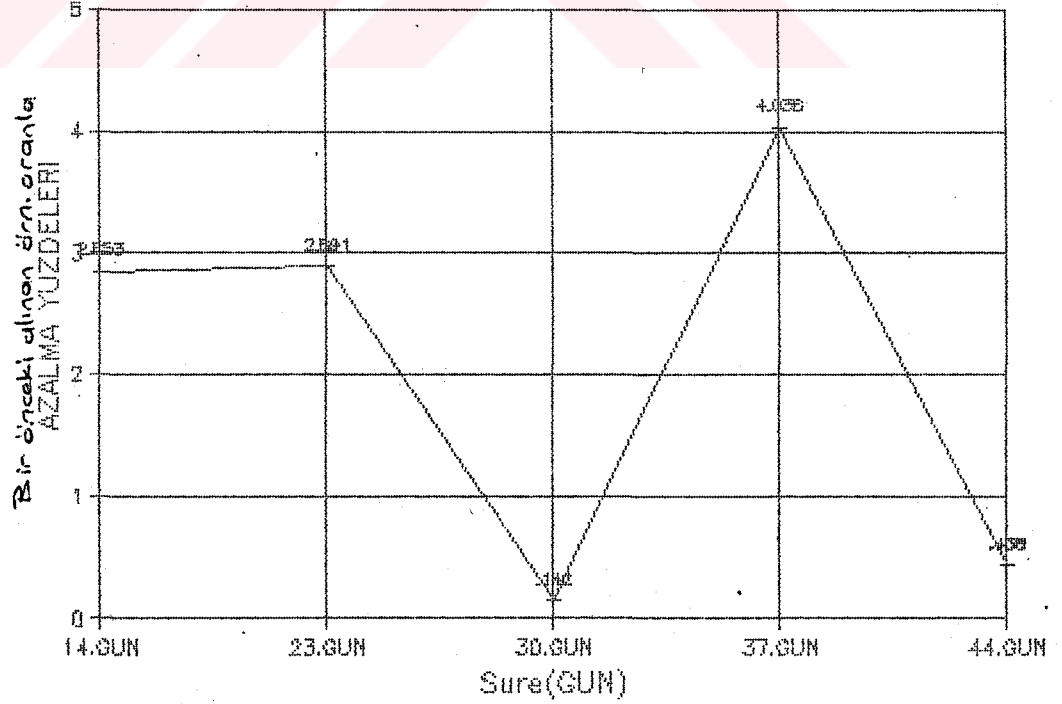
Grafik: 41-1



Grafik:41-1.Original örn.oranla lignin miktarındaki azalma(%)

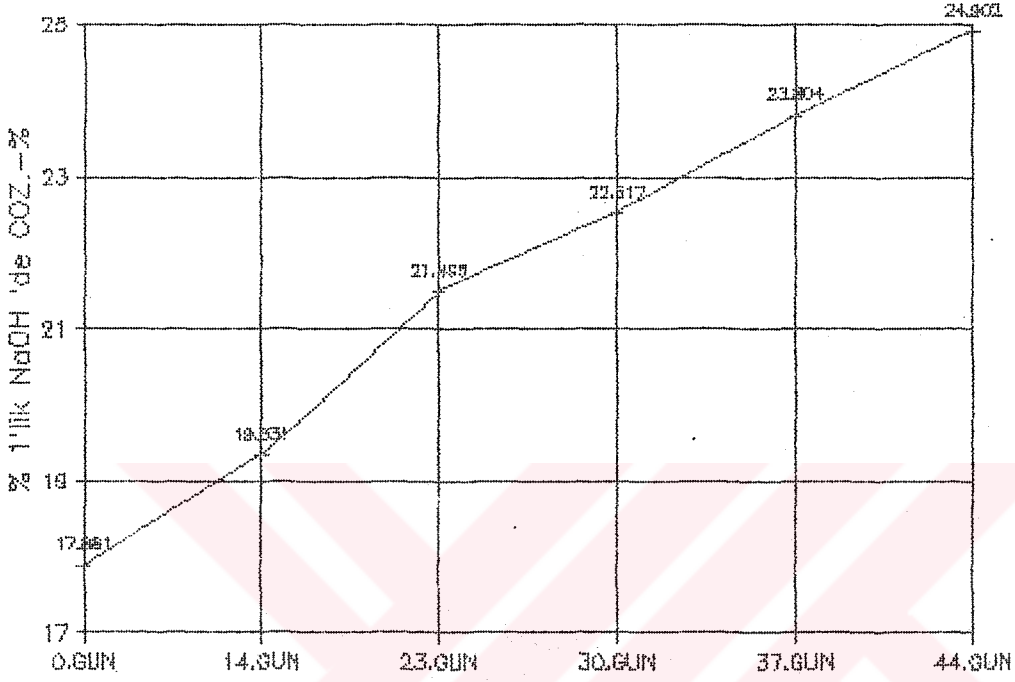
(İYA.yonga)

Grafik: 41 - 2



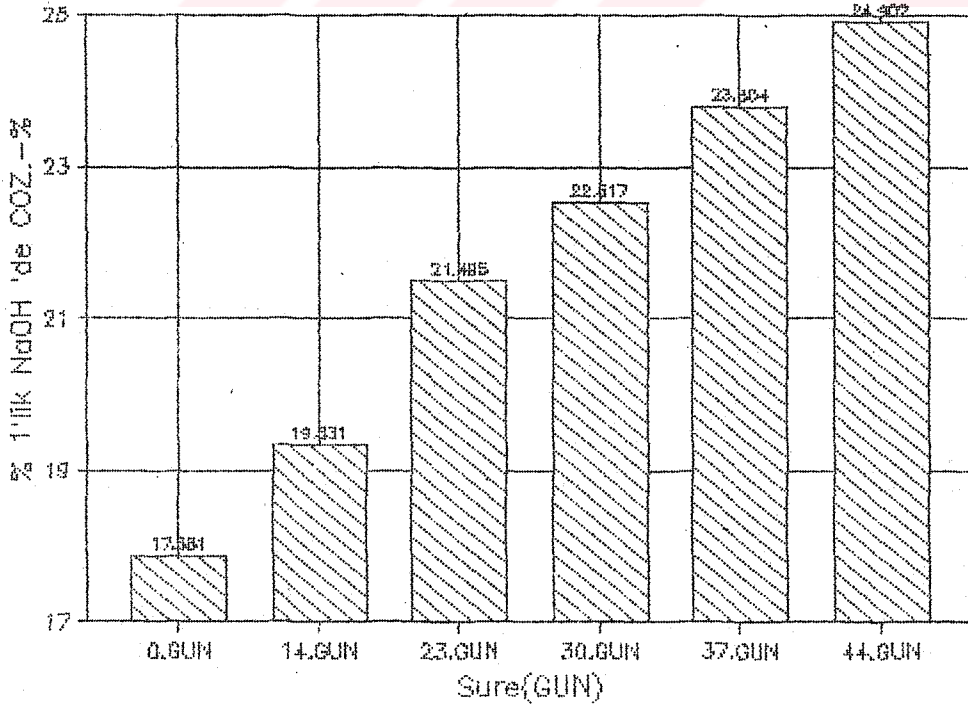
Grafik:41-2.Bir önceki alınan örneğe oranla lignin miktarındaki azalma(%)

Grafik: 42-1

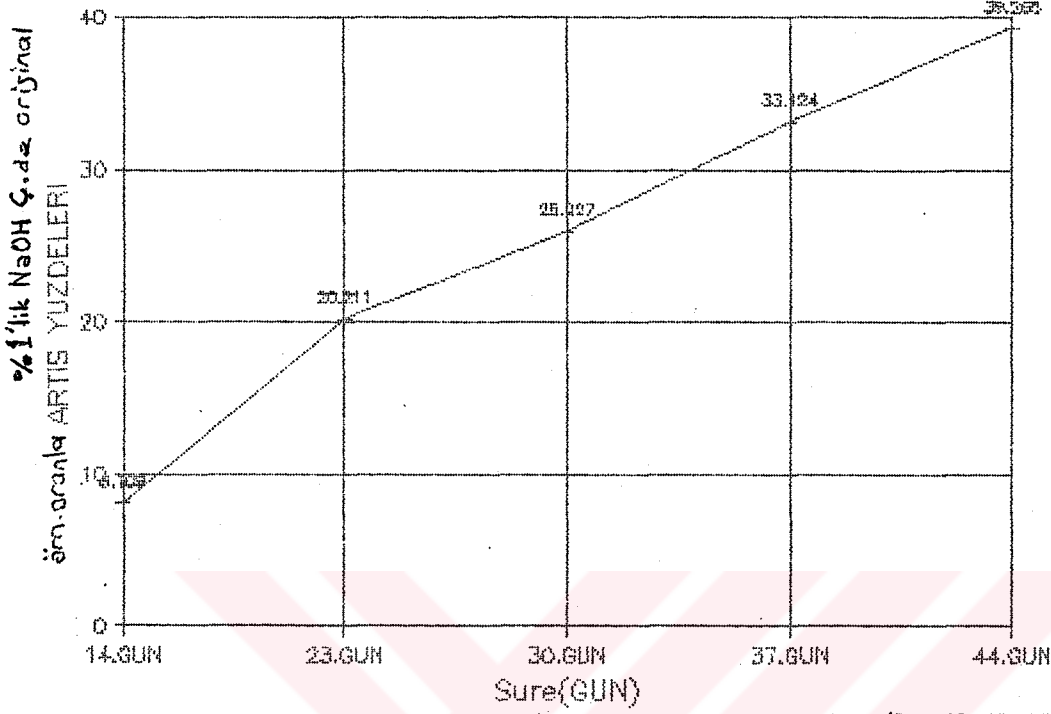


İya yonga.da Sure(GUN)

Grafik:42-1.B.Degradasyonla %1'lik NaOH'de Ç.ün değışimi ve bu değışimin histog.göst(42/2) Grafik: 42-2

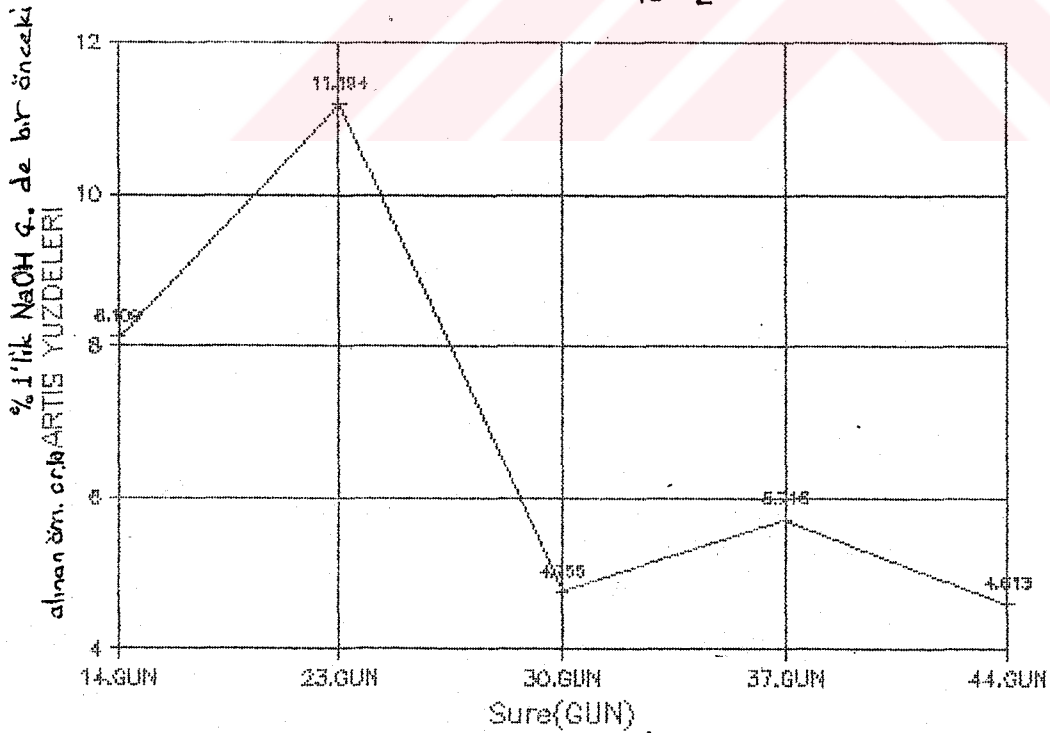


Grafik: 43 -1



Grafik:43-1. B.Degradasyonla orijinal örneğe oranla %1'lik NaOH'de ç.ış. artış miktarı (%) (IYA. yonga)

Grafik:43-2



Grafik: 43-2.B.Degradasyonla bir önceki alınan örneğe oranla %1'lik NaOH'de ç. artış miktarı (%)

3.2.2.4. % 1'lik NaOH'de Çözünürlük Miktarı

Başlangıç orijinal ve biyolojik degradasyona uğratılan iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarının % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerleri Tablo: 24' de, bu değerlere göre orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla artış miktarları da % olarak Tablo: 25'te verilmiştir.

Tablo ve tablolara göre çizilen grafiklere (Grafik: 42-1; 42-2 ve 43-1;43-2) göre elde edilen bulgular şunlardır:

1. Biyolojik degradasyonla iğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarının % 1'lik NaOH'de çözünürlük değerleri % 39.265 oranında bir artış göstererek; % 17.881'den % 24.902'ye yükselmiştir.
2. Biyolojik degradasyonun başlangıcından itibaren doğrusal olarak artış gösteren çözünürlük miktarı, bir önceki alınan örneğe oranla en fazla artışı inokülasyon süresinin 23.gününde (% 11.194) gösterirken, en az artış 44. günde (% 4.613) belirlenmiştir.
3. Öngörülen sürelerde alınan örnekler arasındaki farklılığın belirlenmesi için uygulanan t-testi sonuçlarına göre 37 ve 44.-gün örnekleri dışında tüm örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır.

3.2.2.5. İğne Yapraklı Ağaç Endüstriyel Yongalarının Kimyasal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

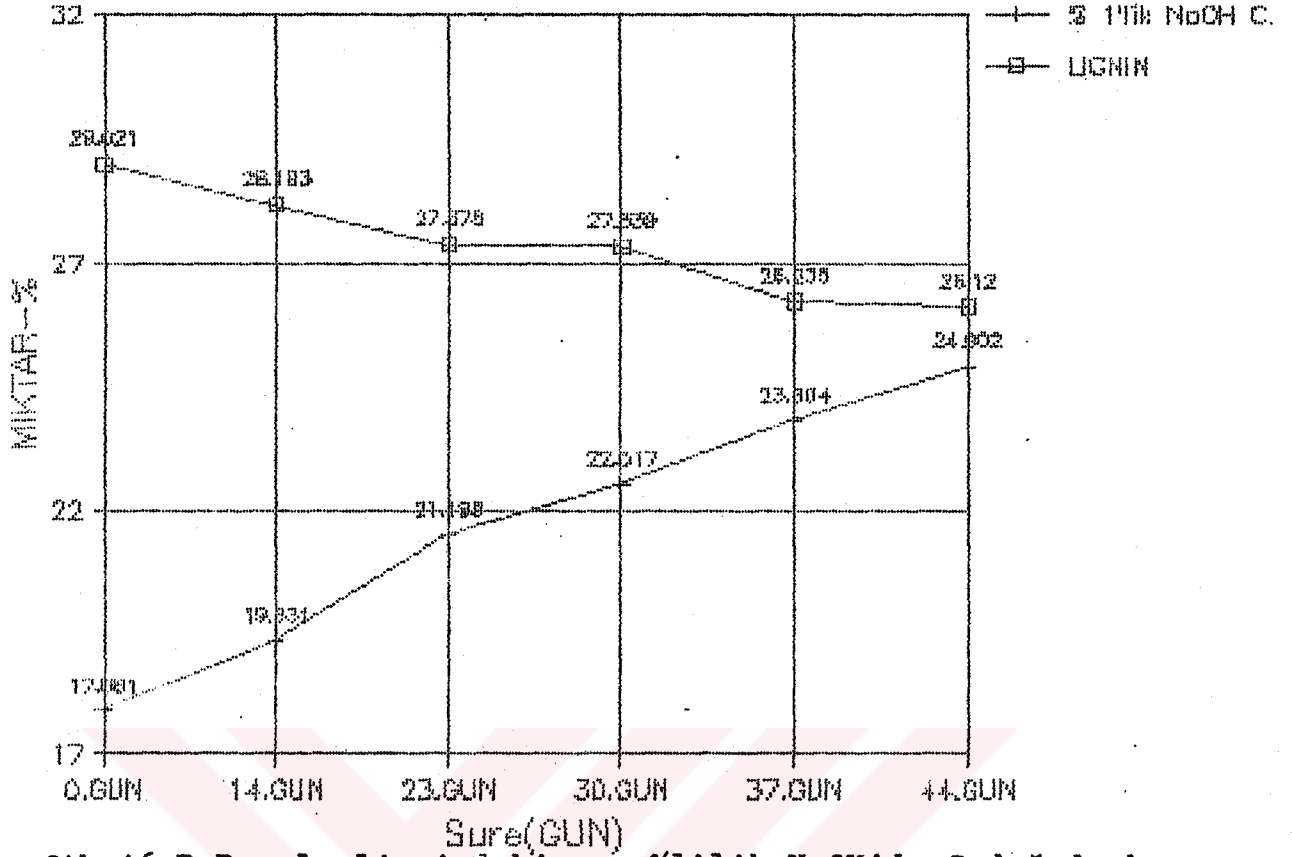
Biyolojik degradasyon yönünden iğne yapraklı ağaç yongalarının kimyasal analiz sonuçlarının karşılaştırılmasıyla aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

1. 44 gün süreli biyolojik degradasyonla selüloz ve lignindeki degradasyonun birbirine paralellik gösterdiği, ancak inokülasyon süresinin başlangıcından itibaren ligninin selüloza oranla daha hızlı degrade edildiği belirlenmiştir. Ligninde kademeli bir degradasyon, selülozda ise önceleri yavaş ancak gittikçe artan (30. günden başlayarak) doğrusal bir tahribat gerçekleşmiştir. (Grafik: 44; 45-1 ve 45-2) Bir önceki alınan örneğe oranla ligninde en fazla, selülozda ise en az degradasyonun belirlendiği süre 23.gün olarak saptanmıştır.
2. Holoselüloz, lignin ve selülozdaki degradasyonun artmasıyla doğru orantılı olarak % 1'lik NaOH' de çözünürlük miktarı da artmaktadır. (Grafik: 46; 47-1; 47-2; 48; 49-1; 49-2; 50; 51-1 51-2)
3. Buğday saplarında biyolojik degradasyonla holoselüloz ve selü-

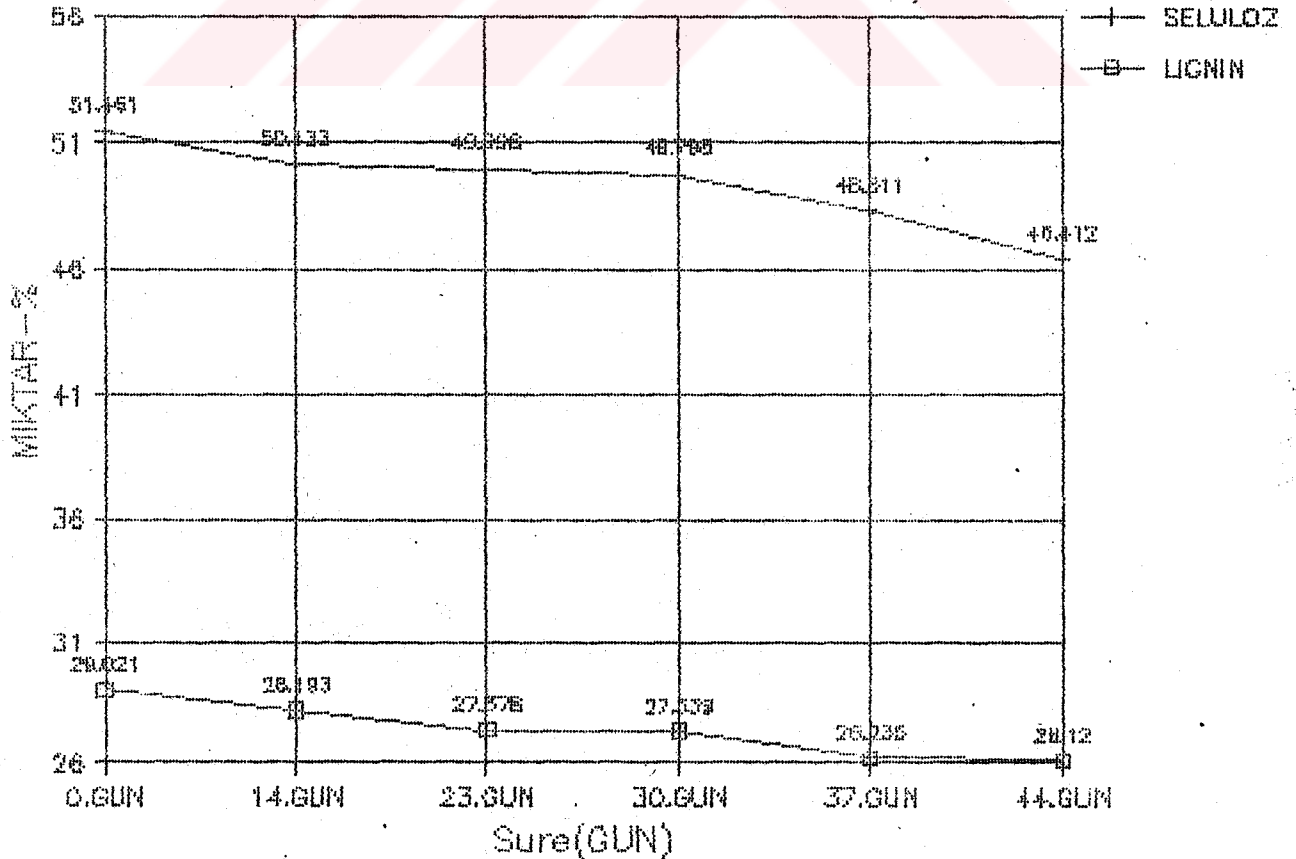
loz degradasyonları arasındaki ilişkiye benzer şekilde yongalarda da holoselüloz-selüloz degradasyonunda bir paralellik belirlenmiştir. Bununla birlikte, her ne kadar selülozdaki degradasyon inokülasyon süresinin 23. gününden bir süre sonrasına kadar holoselülozdan daha fazla oranda seyretmekteyse de bu süreden sonra holoselüloz selüloza oranla daha hızlı bir degradasyona uğratılmıştır. 30.günden sonra degradasyonda yine bir paralellik ortaya çıkmıştır. (Grafik: 52; 53-1; 53-2) Bir önceki alınan örneğe oranla en az degradasyon selülozda 23-30. günler arasında, holoselülozda da 14. güne kadarki sürede; en fazla degradasyon ise, selülozda ve holoselülozda 44. günde oluşturulmuştur.

4. Holoselüloz-lignin sonuçlarının karşılaştırıldığı 54, 55-1 ve 55-2 grafikleri incelendiğinde, selüloz-lignin degradasyonları arasındaki paralellige yakın bir ilişkinin holoselüloz -lignin arasında da bulunduğu görülmüştür. Orijinal örneğe oranla 37-44.günler arasında çakışarak aynı oranda gerçekleşen degradasyon, inokülasyonun başlangıcından beri daha fazla oranda ligninde olmak üzere, holoselüloza yakın olarak gerçekleşmiştir. Holoselüloz miktarındaki azalma sürekli artan bir doğru oluştururken, ligninin kademeli olarak artan bir degradasyon çizgisi oluşturduğu belirlenmiştir.
5. Biyolojik degradasyonla iğne yapraklı ağaç yongalarında hücre çeperi bileşenlerinde oluşturulan degradasyon ve % 1'lik NaOH' de çözünürlük miktarındaki değişim ile orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla artma, azalma yüzdeleri karşılaştırılmalı olarak Grafik: 56; 57-1; 57-2; 58; 59-1 ve 59-2' de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde, holoselüloz, selüloz ve lignin miktarlarının birbirine paralel olarak değiştiği, orijinal ve bir önceki alınan örneğe oranla ligninde en fazla, holoselüloz ve selülozda ise en az degradasyonun gerçekleştiği inokülasyon süresi 23.gün olarak kaydedilmiştir.

Grafik: 46

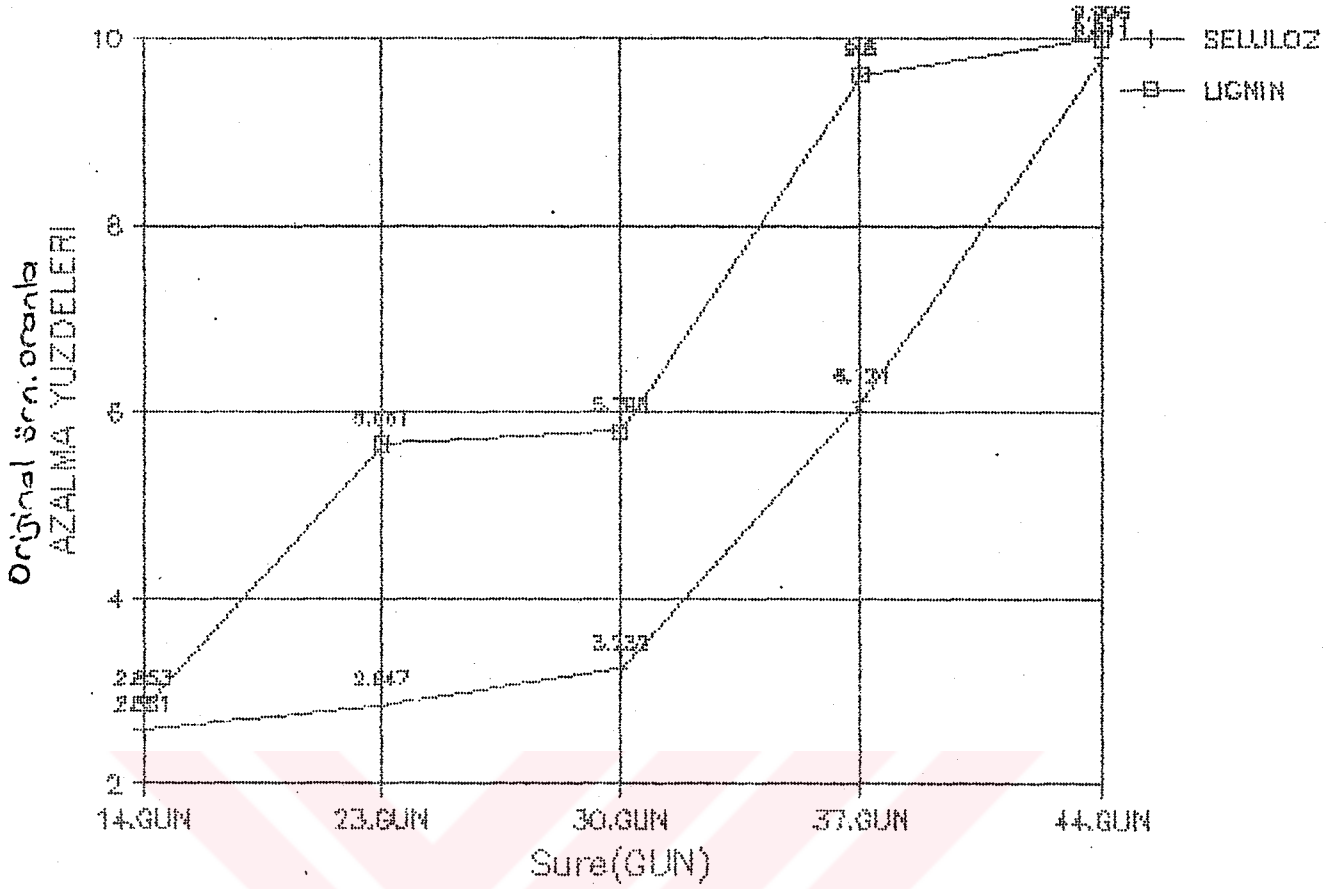


Grafik:46.B.Deg.la lignindeki ve %1'lik NaOH'de Ç.değ.de kaydedilen oranların karşılaştırılması gösterilmesi
(İYA. yonga) Grafik:44



Grafik:44.Selülez ve Lignin biodegradasyonunun miktar yönünden karşılaştırılması

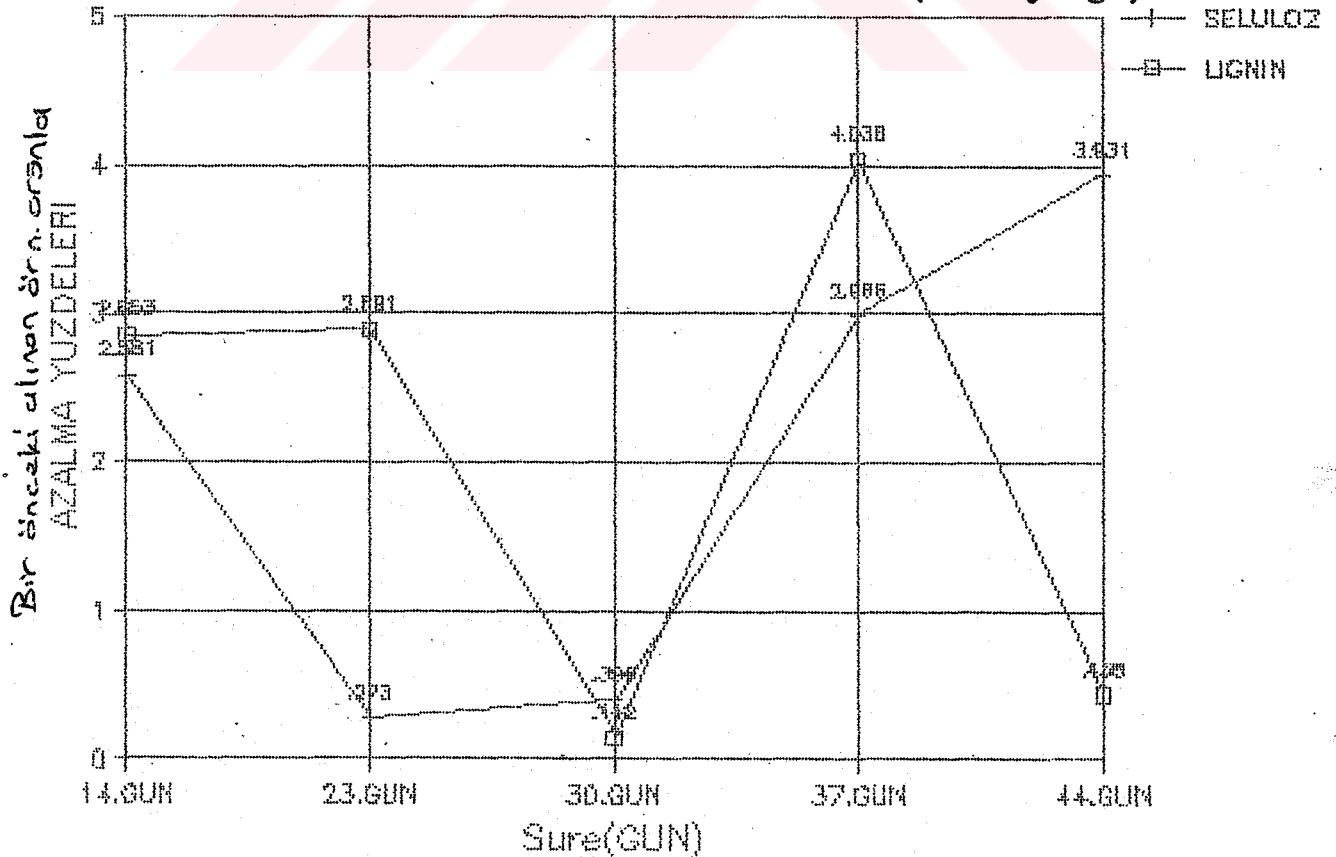
Grafik: 45-1



Grafik: 45-1.Selülez-Lignin biodegradasyonlarının orijinal örneğe oranla azalma miktarları(%) yönünden karşılaştırmalı gösterimi

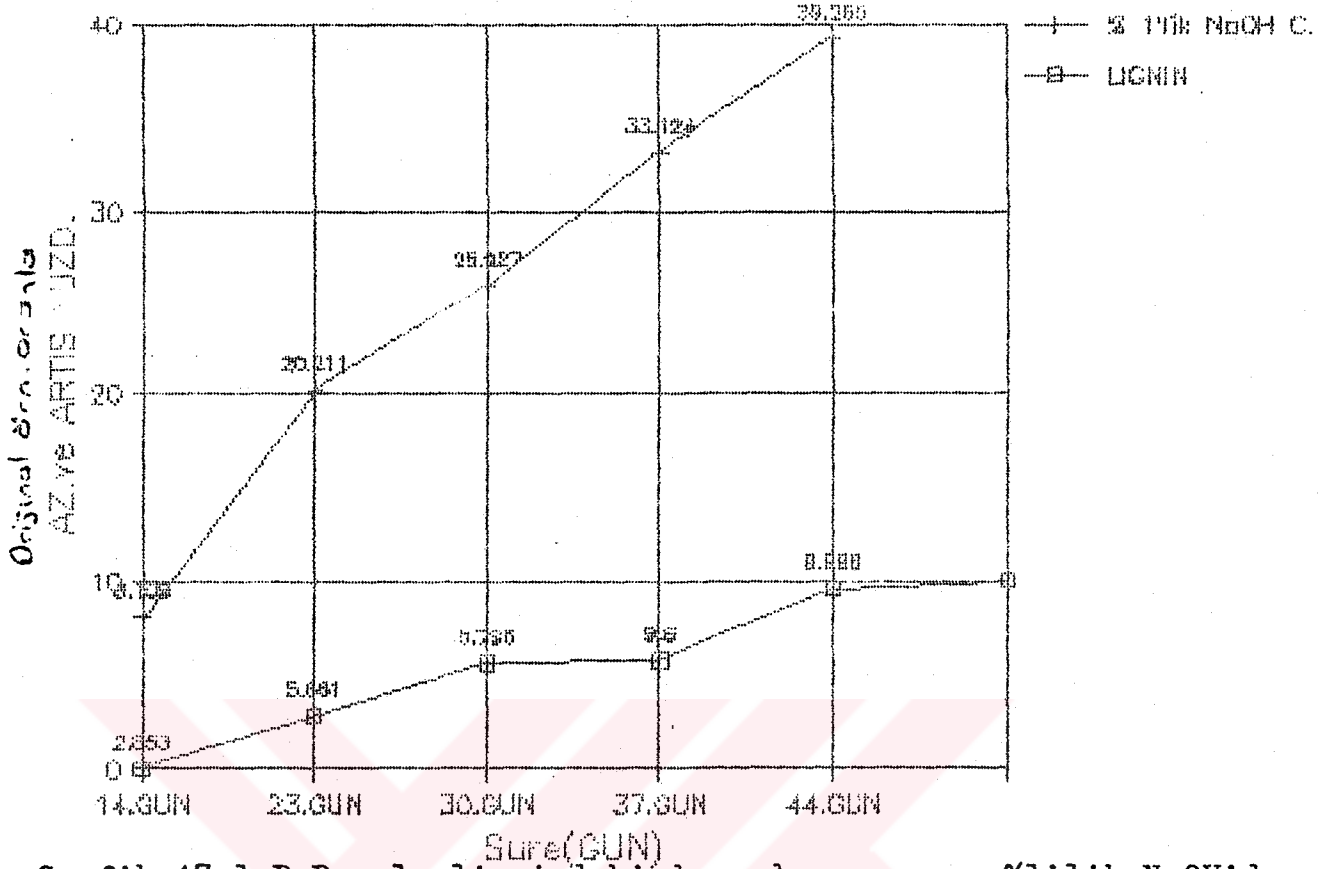
Grafik:45-2

(İYA. yonga)



Grafik:45-2.Selülez-Lignin Biy.Deg.larının bir önceki alınan örneğe oranla azalma mikt.yönünden karşılaştırılması(%)

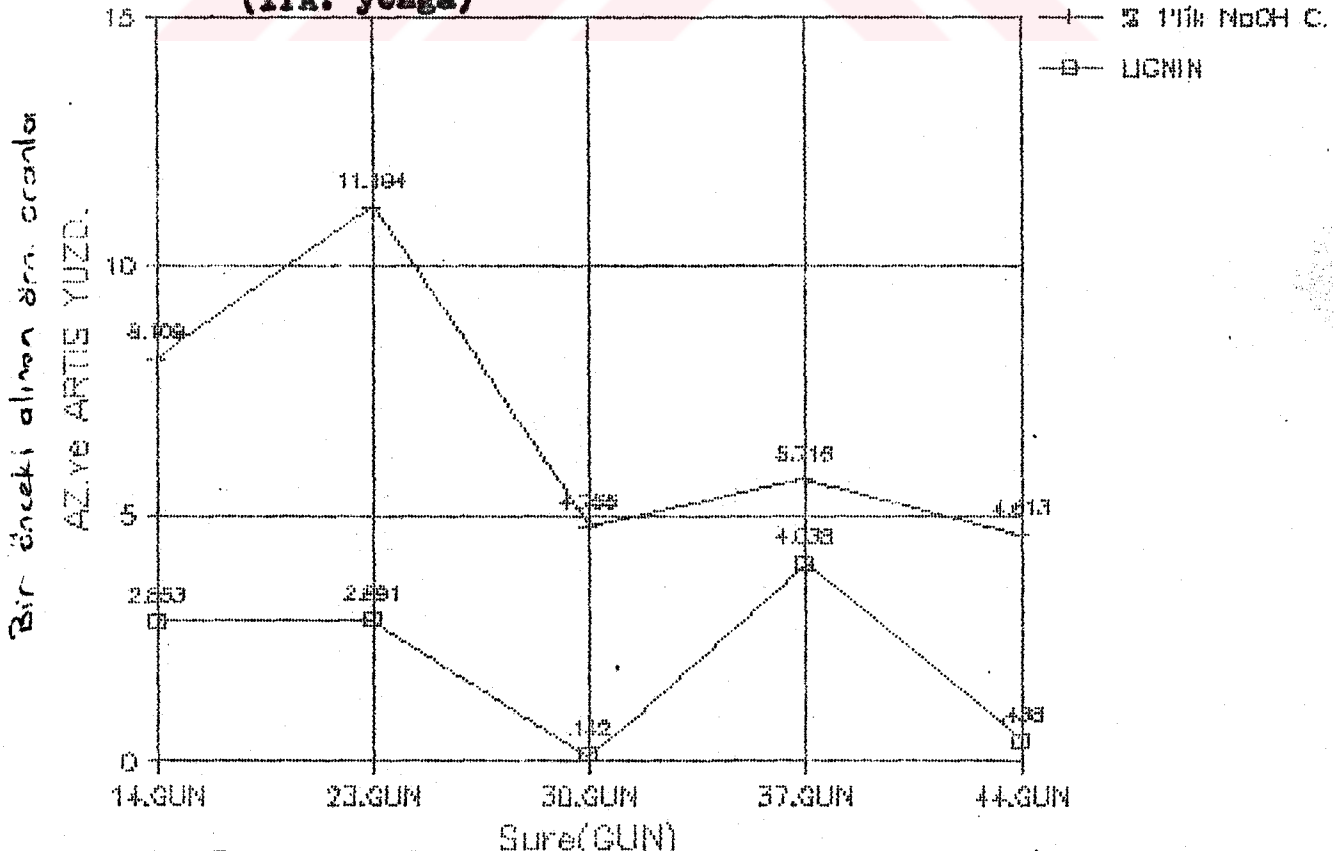
Grafik:47-1



Grafik:47-1.B.Deg.la lignindeki degradasyonun ve %1'lik NaOH'de Ç.değerlerindeki artışın orijinal örneğe göre karşılaştırılması

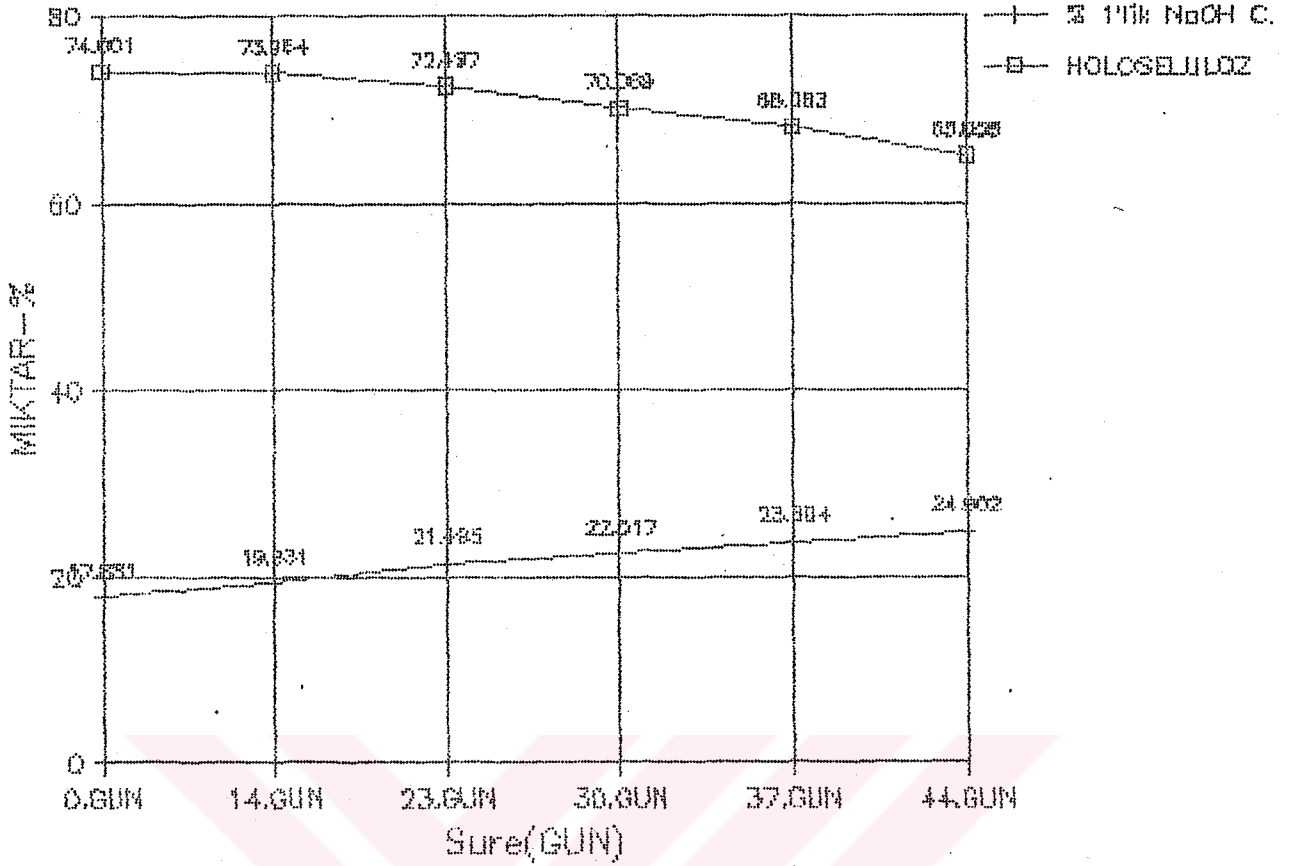
Grafik: 47-2

(İYA. yonga)



Grafik:47-2.B.Deg.la lignindeki degradasyonun ve %1'lik NaOH'de Ç.değerlerindeki artışın bir önceki alınan örneğe göre karşılaştırmalı olarak gösterilmesi

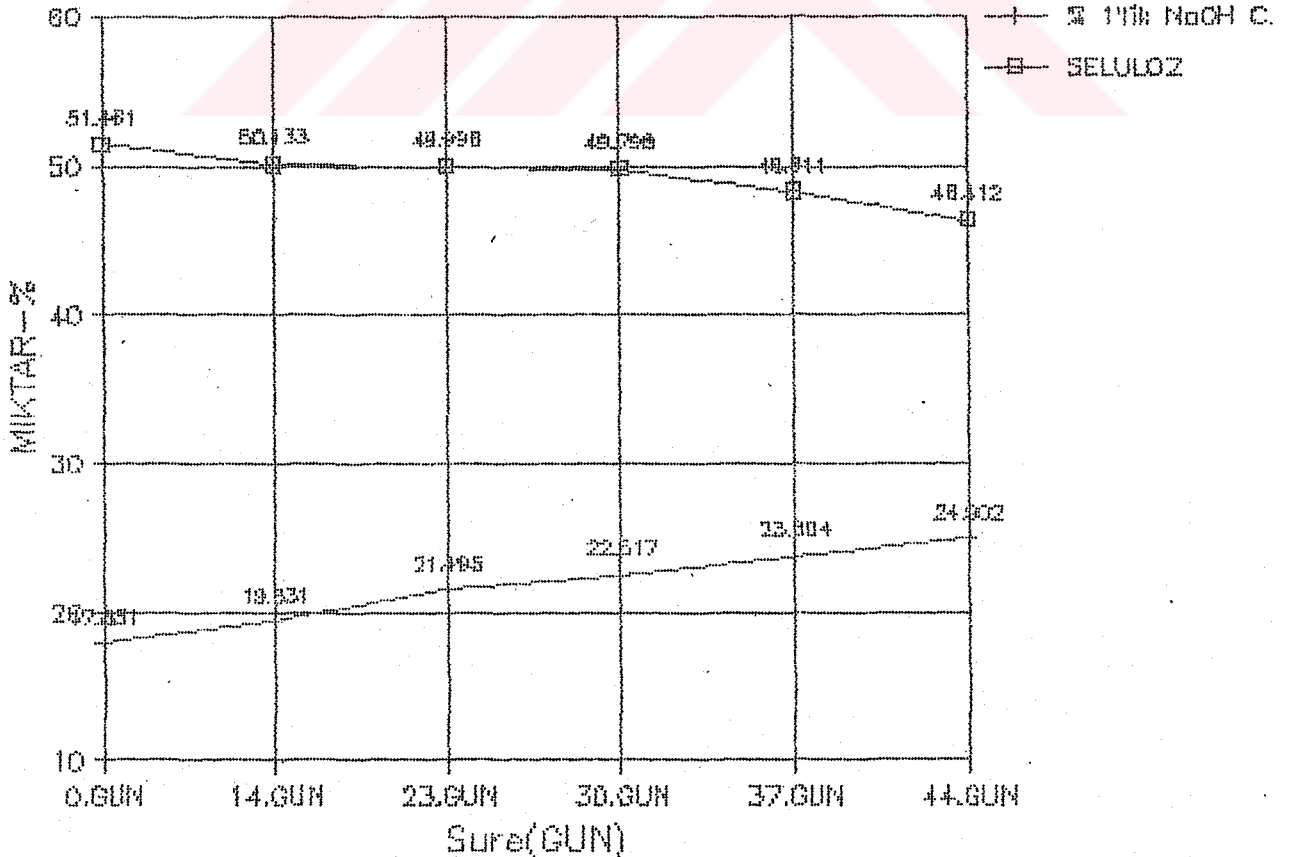
Grafik:48



Grafik:48.Höleleşülöz değradasyonu ve %1'lik NaOH'de Ç.değerlerinin karşılaştırılması

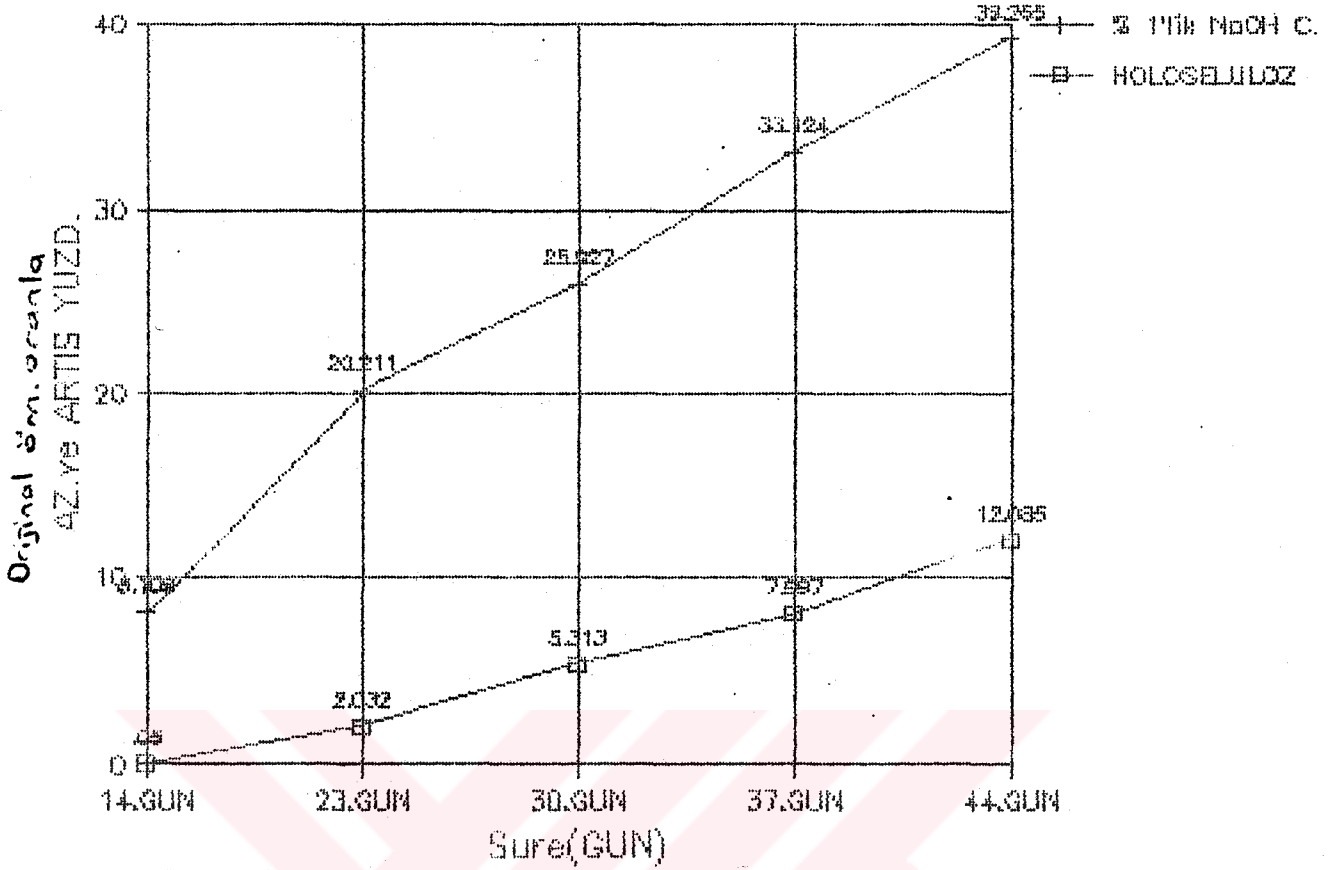
Grafik:50

(İYA. yonga)



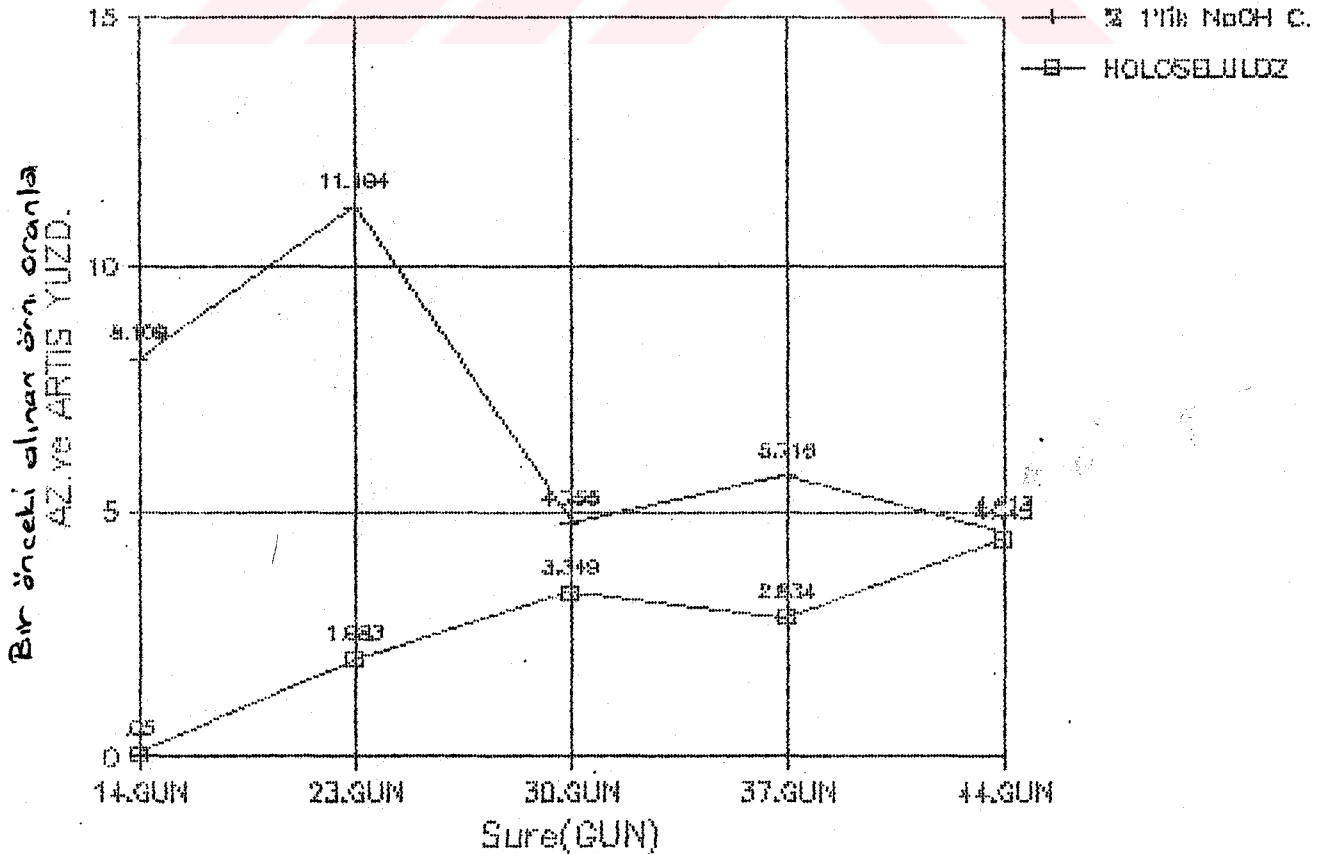
Grafik:50.Selülöz ve%1'lik NaOH'de Ç.değerlerinin miktar yönünden karşılaştırılması

Grafik: 49-1



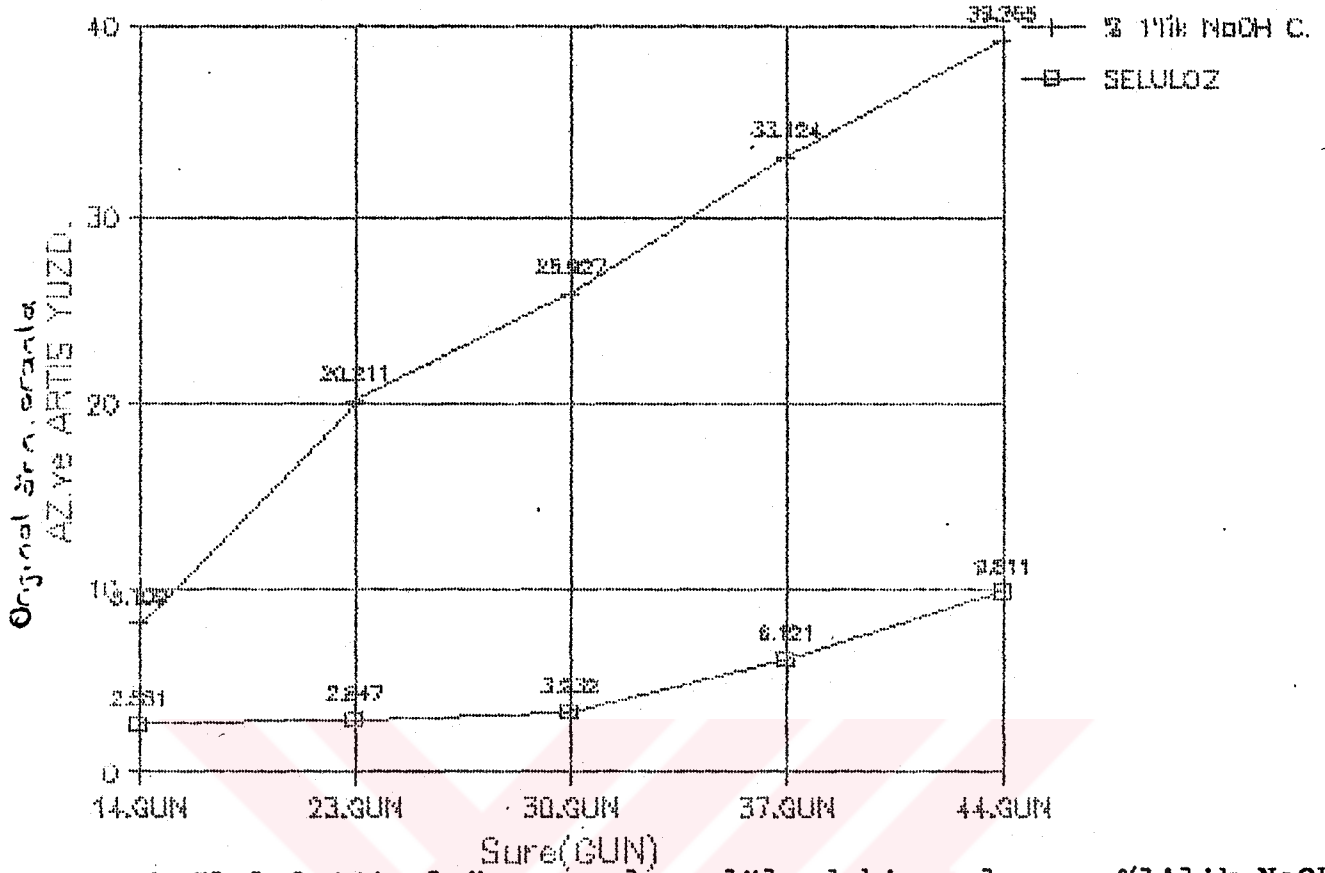
Grafik:49-1.Holoselülezdaki degradasyon ve %1'lik NaOH'de Ç. değerlerinin original örneğe oranla azalma ve artma(%) yönünden karşılaştırılması (İYA. yonga)

Grafik: 49-2



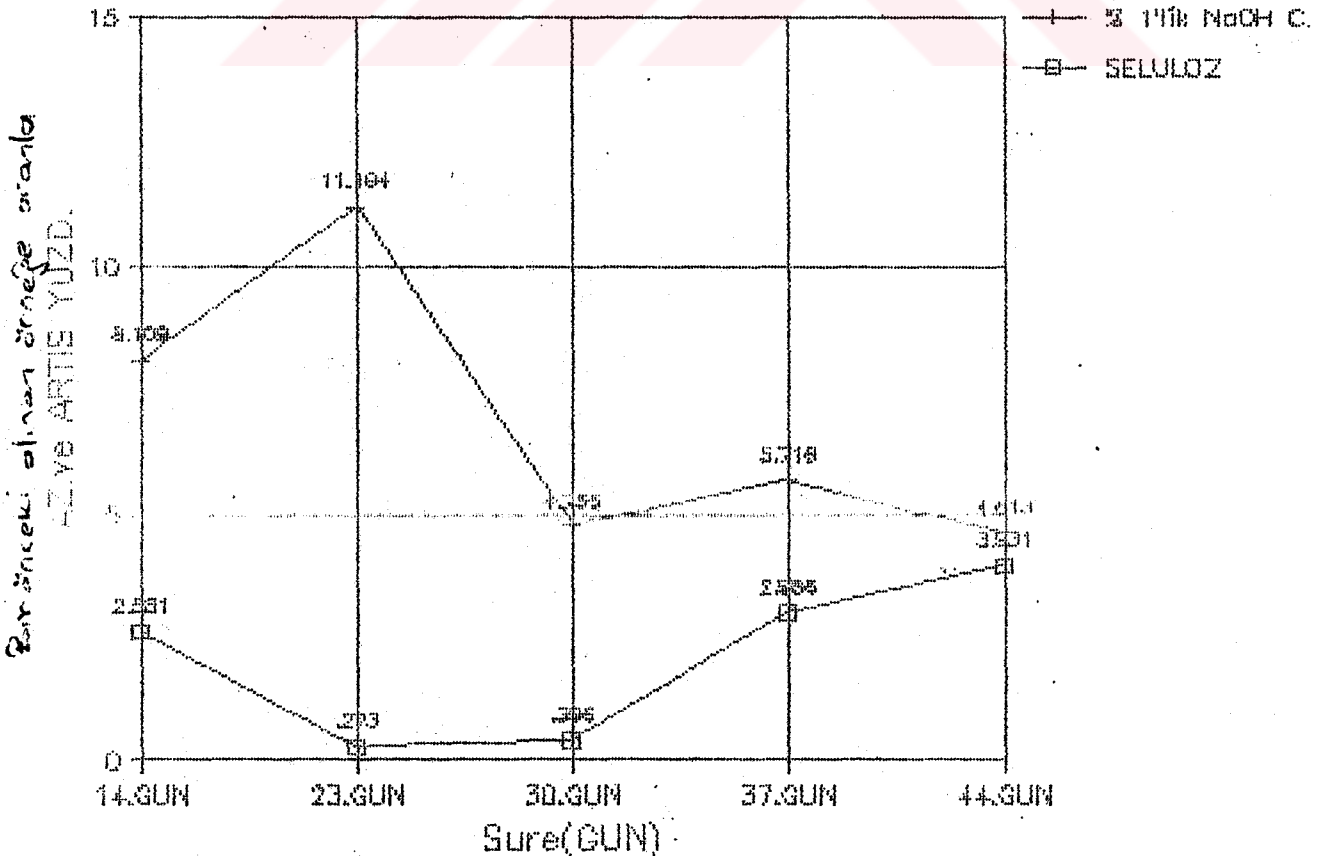
Grafik:49-2.Bir önceki alınan örn.oranla holoselülez ve %1'lik NaOH'de Ç. azalma ve artma mikt.nın karşılaştırılması

Grafik: 51-1



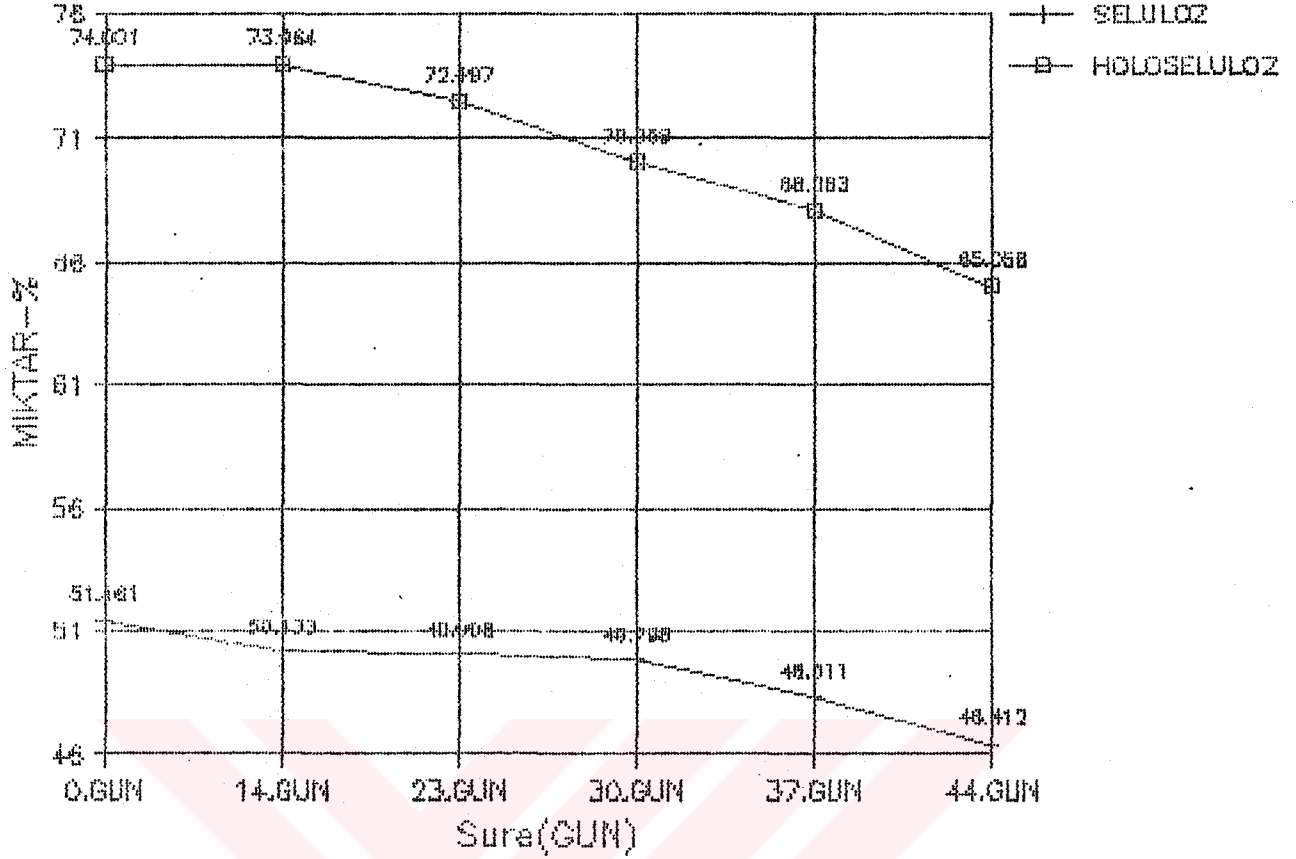
Grafik:51-1.Original örn.oranla selülozdaki azalma ve %1'lik NaOH'de Ç.artış oranlarının karşılaştırılması (İYA. yonga)

Grafik: 51-2



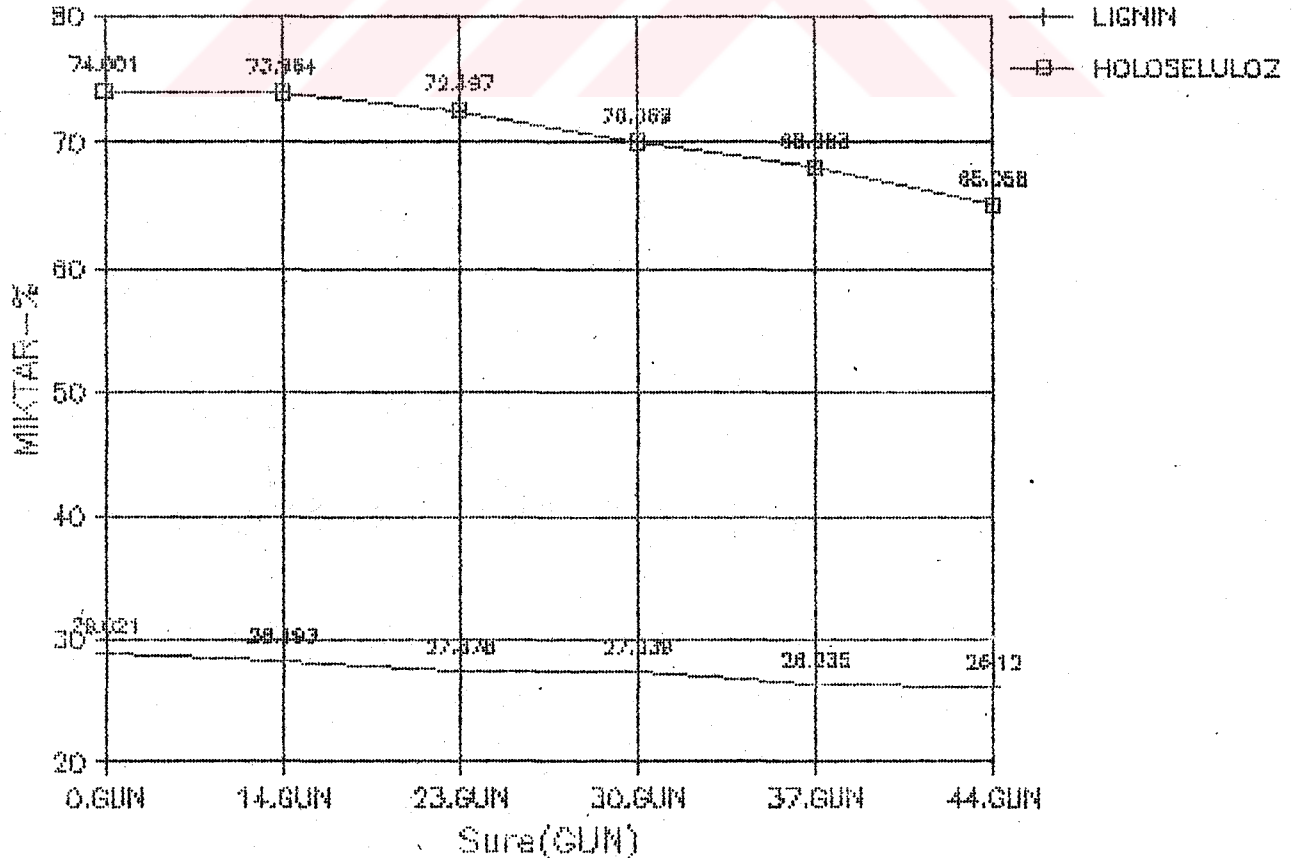
Grafik:51-2.Bir önceki alınan örn.oranla selülozdaki azalma ve %1'lik NaOH'de Ç.artış oranlarının karşılaştırılması

Grafik: 52



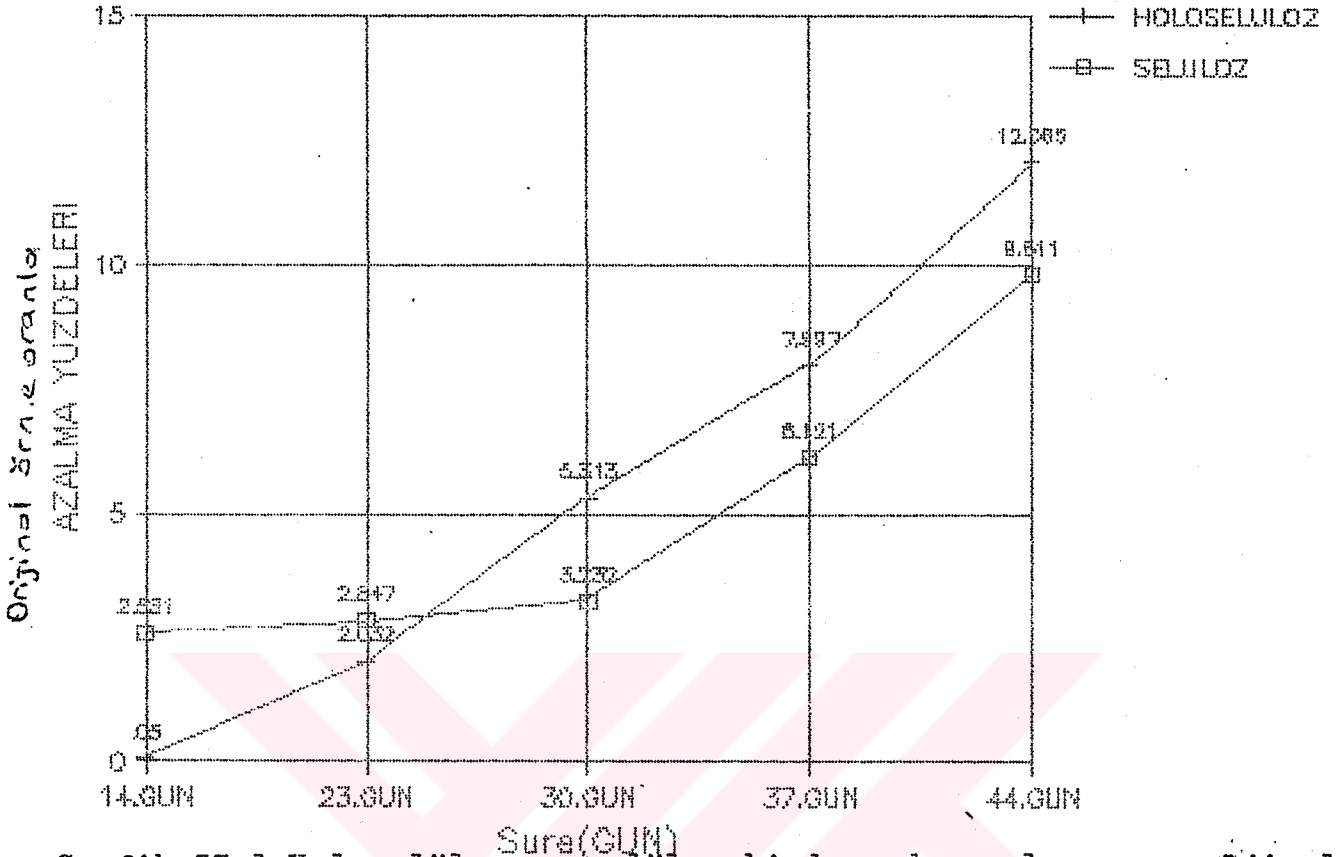
Grafik:52.HoloSeluloz ve seluloz biodegradasyonlarının miktar yönünden karşılaştırılması (İYA. yonga)

Grafik:54

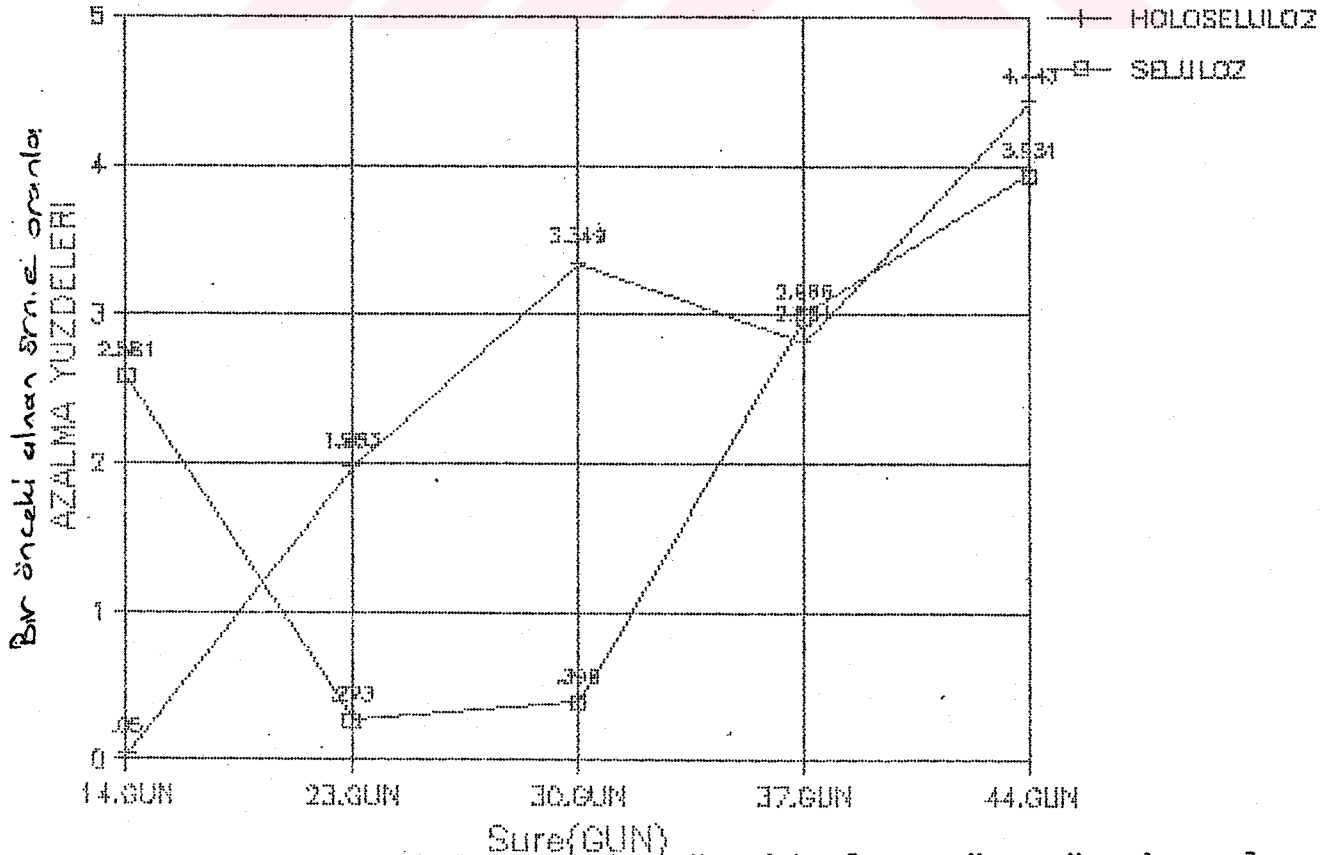


Grafik:54.Lignin ve HoloSeluloz biodegradasyonlarının miktar yönünden karşılaştırılması

Grafik: 53-1

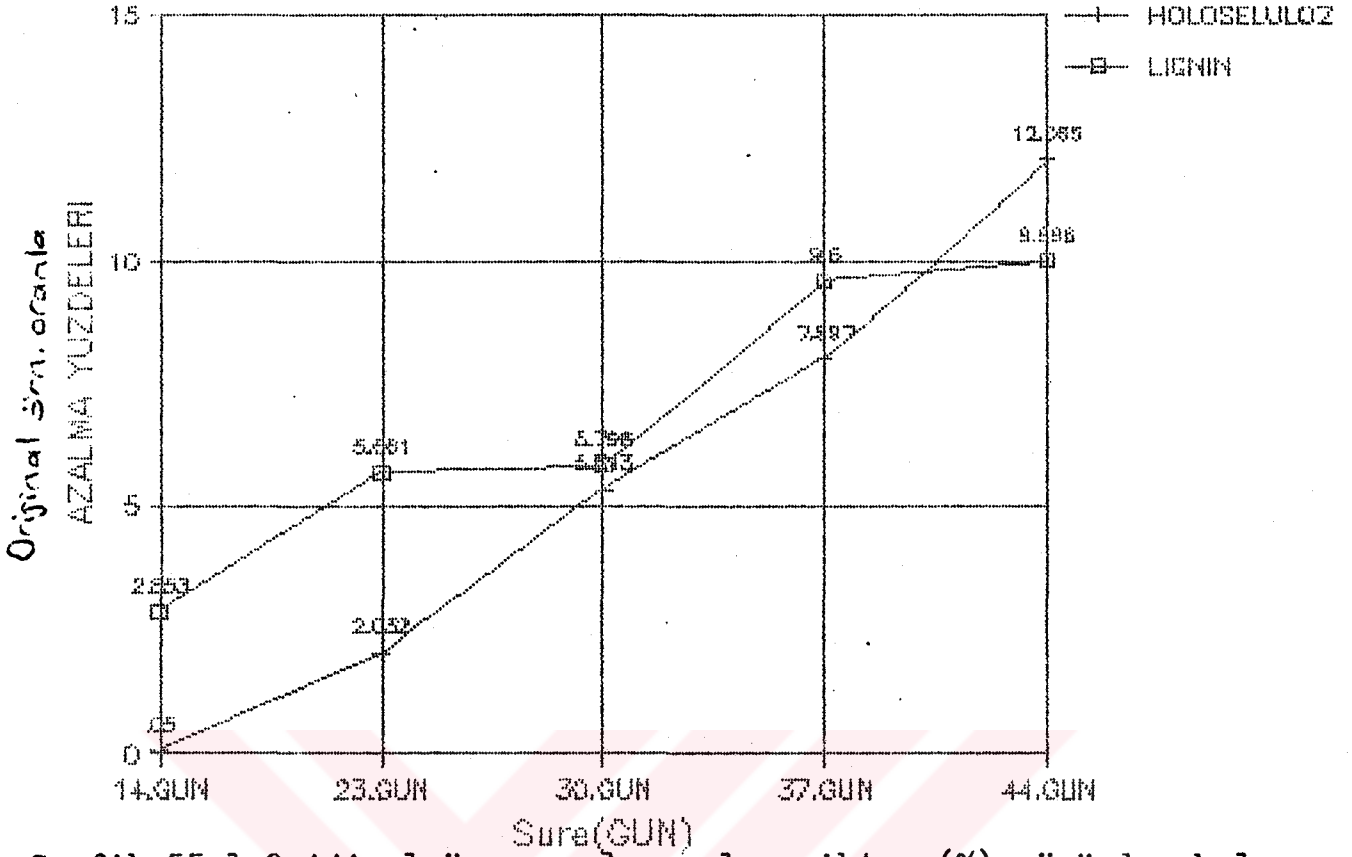


Grafik:53-1.Holocelüloz ve selüloz biodegradasyonlarının orijinal örn.oranla azalma miktarı yönünden karşılaştırılması (İYA. yonga) Grafik: 53-2



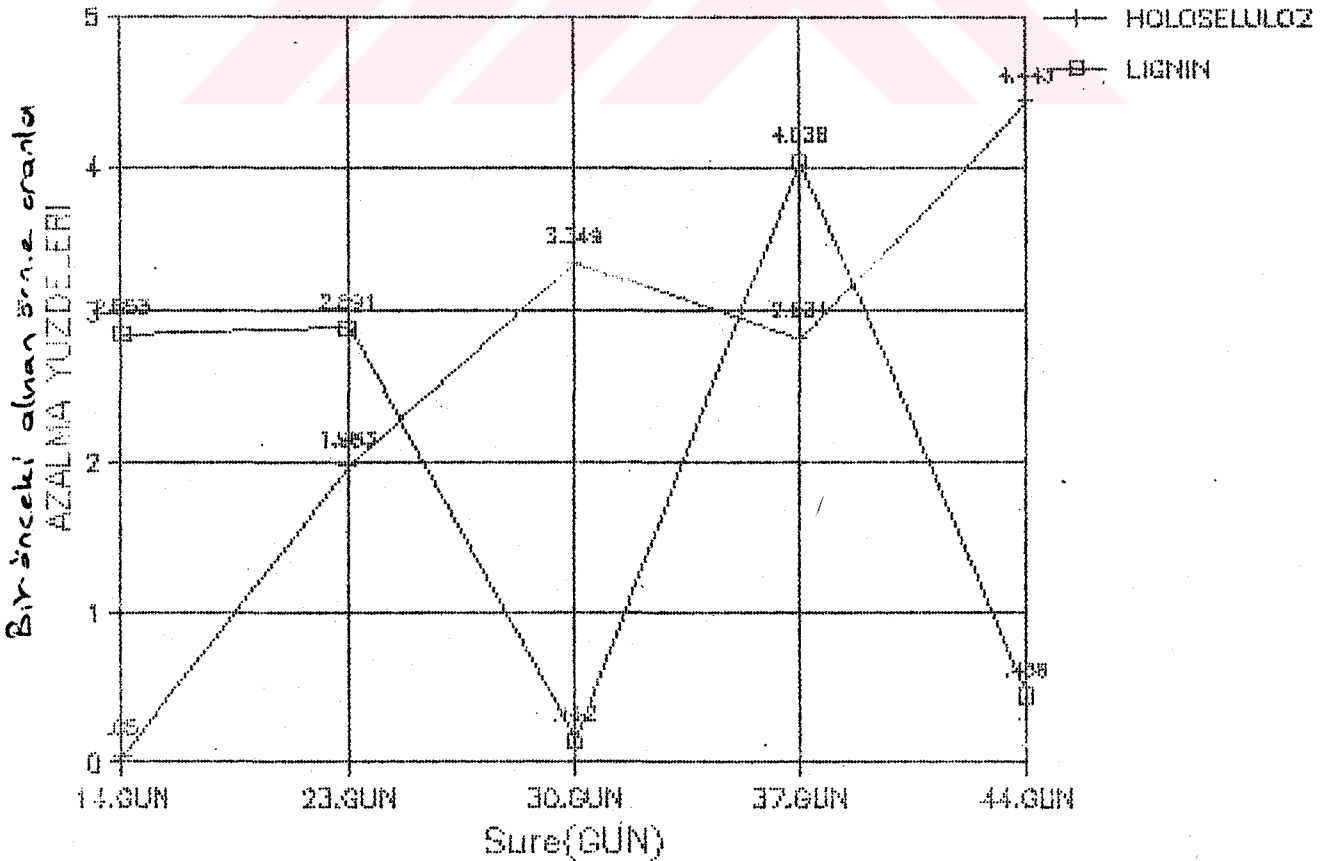
Grafik:53-2.Hol.-Sel.B.D'nin bir önceki alınan örn.göre karşılaştırılması

Grafik: 55-1



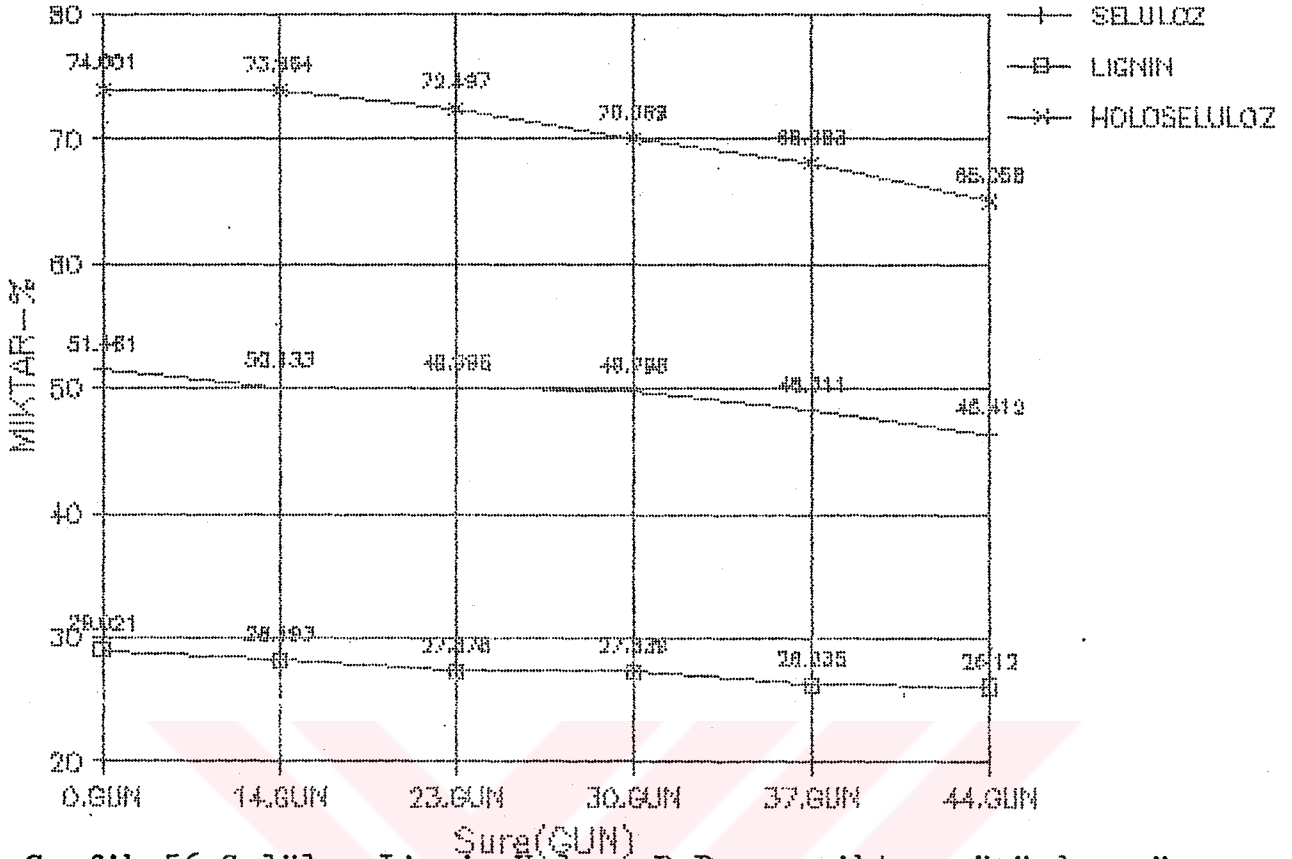
Grafik:55-1.Original örn.oranla azalma miktarı(%) yönünden holes. ve lignin biodegradasyonlarının karşılaştırılması(iYA.yonga)

Grafik: 55-2



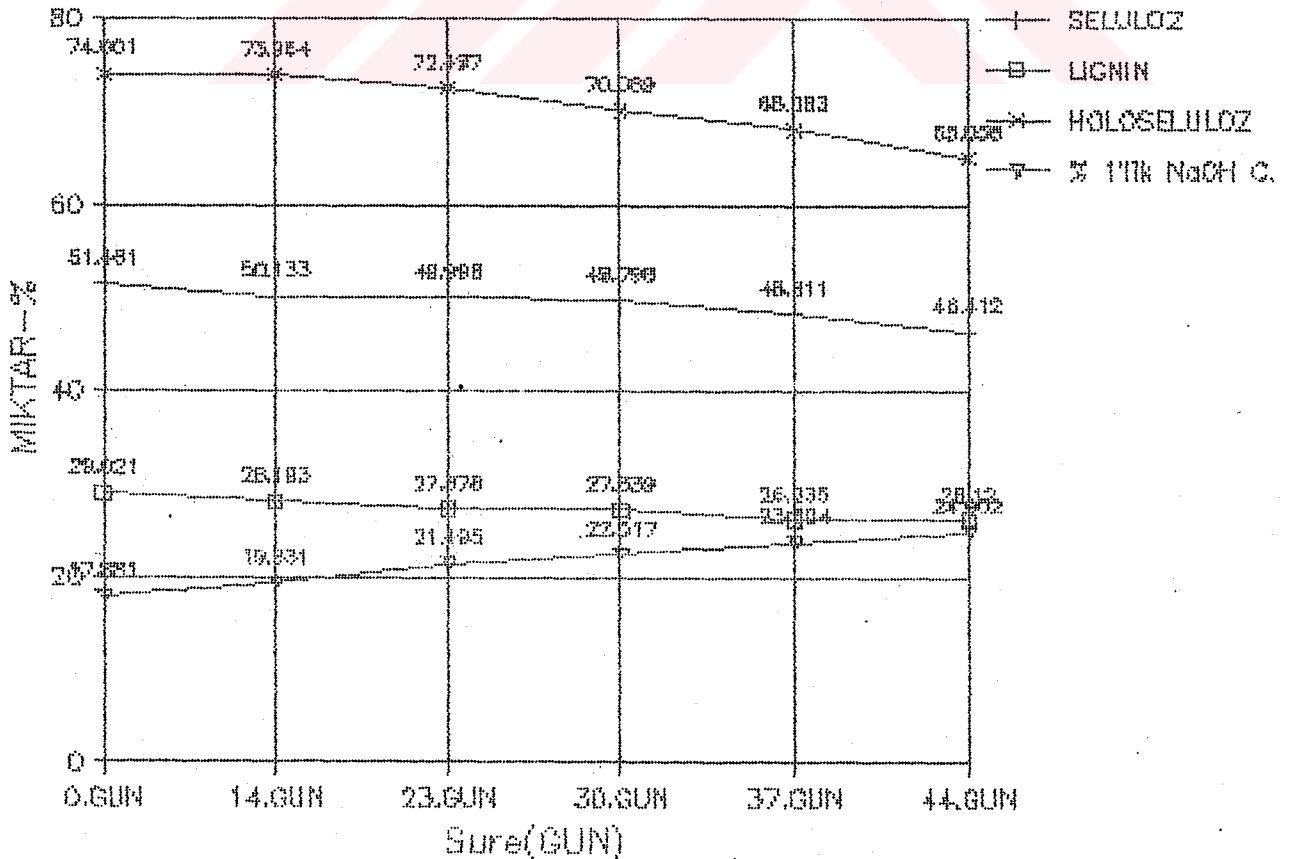
Grafik:55-2.Bir önceki alınan örn.oranla azalma miktarı(%) yönünden holes. ve lignin biodegradasyonlarının karşılaştırılması

Grafik: 56



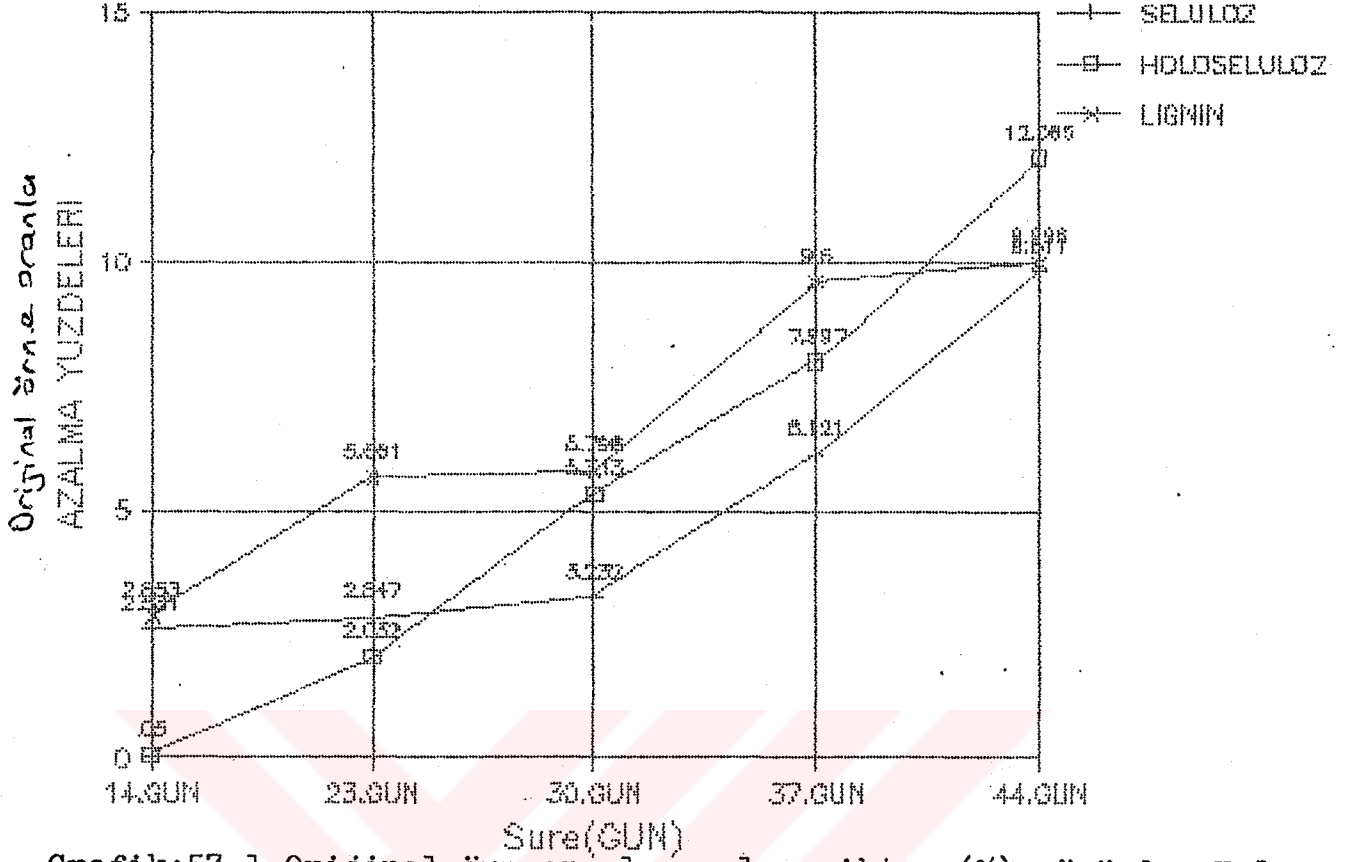
Grafik:56.Selüloz-Lignin-Holos. B.D.nın miktar yönünden süreye bağlı olarak karşılaştırılması (IYA. yonga)

Grafik:58



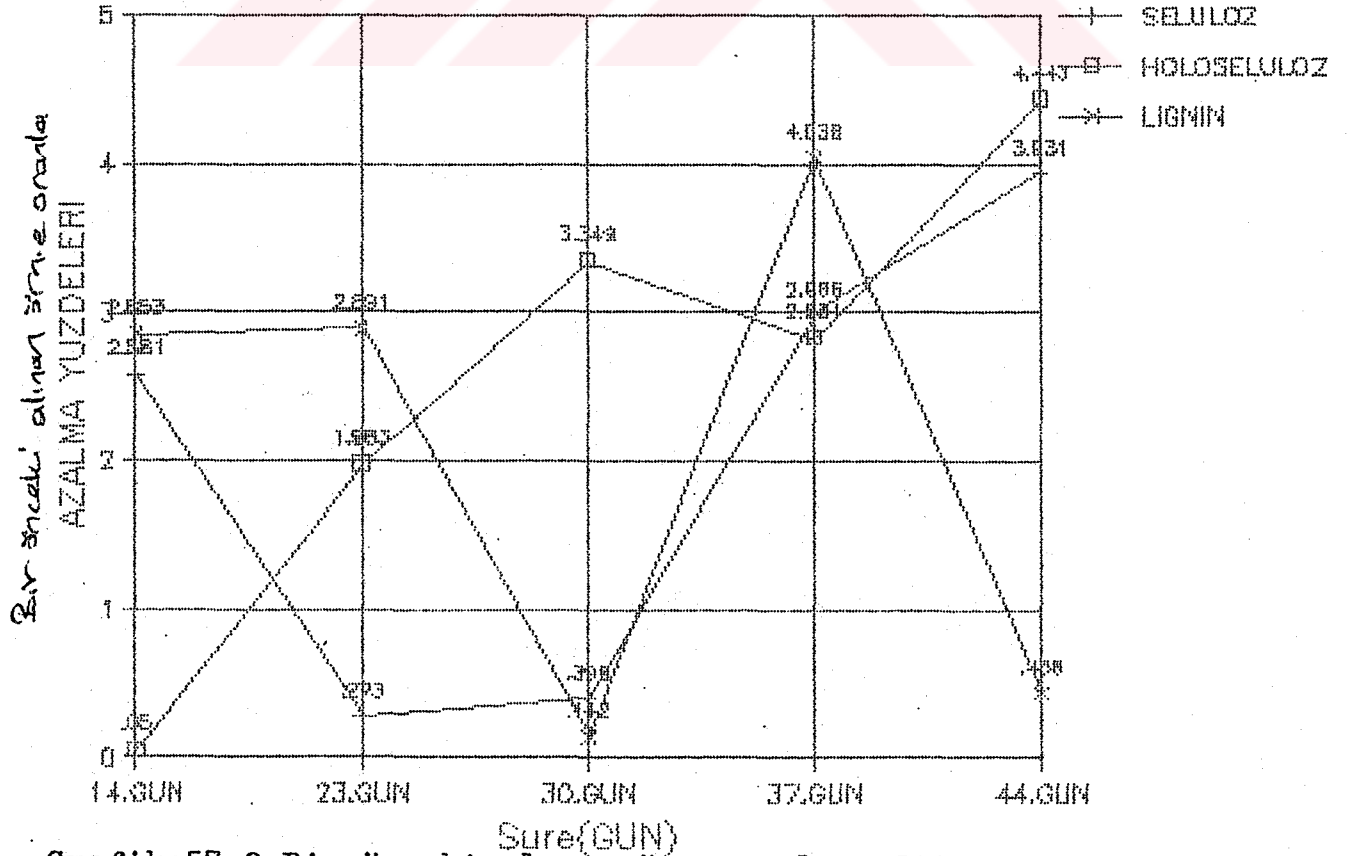
Grafik:58.Holos.-Lignin-Selüloz ve %1'lik NaOH'de Ç.miktarlarının süreye bağlı olarak değişimi toplu karşılaştırması

Grafik: 57-1



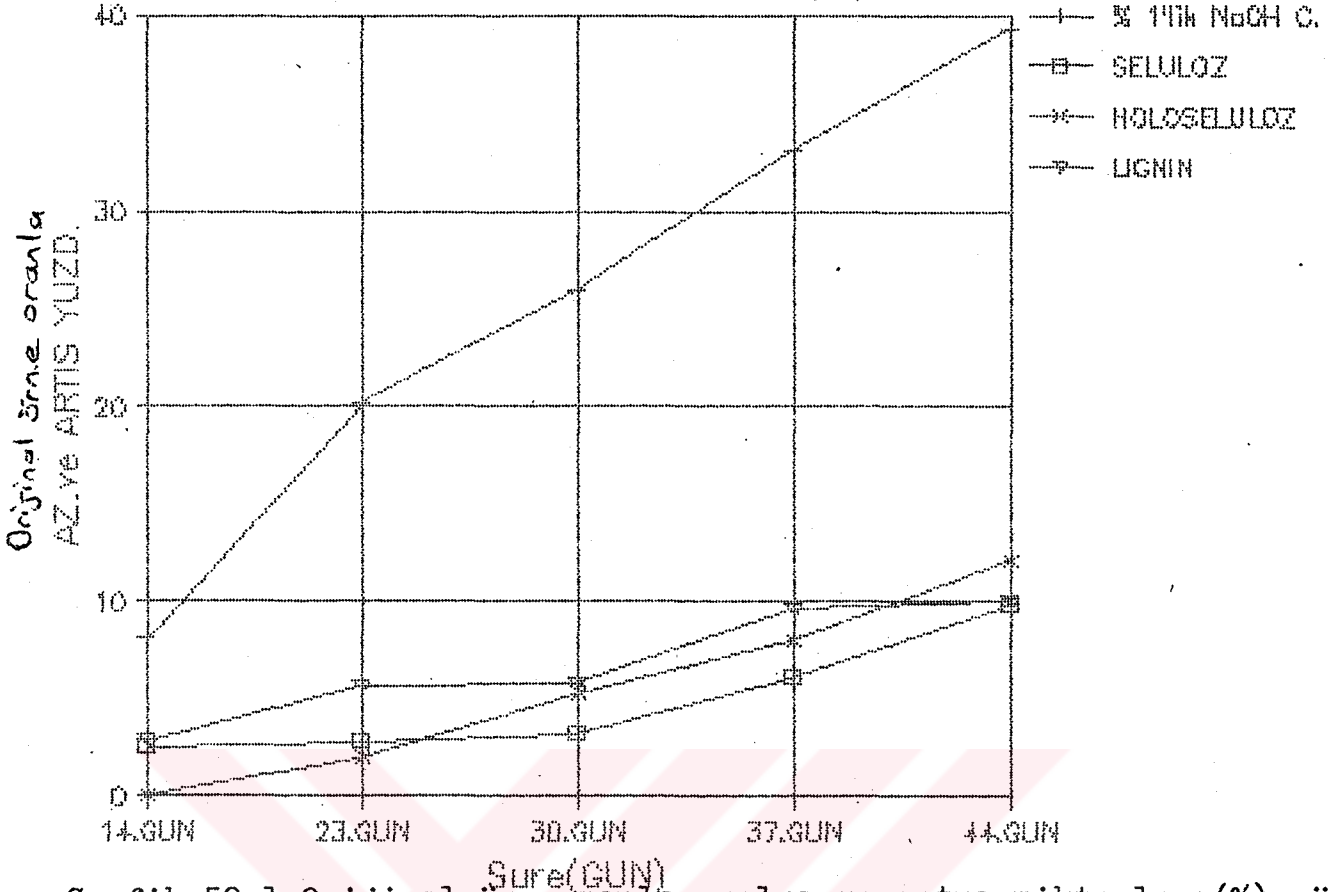
Grafik:57-1.Original örn.oranla azalma miktarı(%) yönünden Holos.-Lignin ve Selüloz Biodegradasyonlarının karşılaştırılm (YA. yonga)

Grafik: 57-2



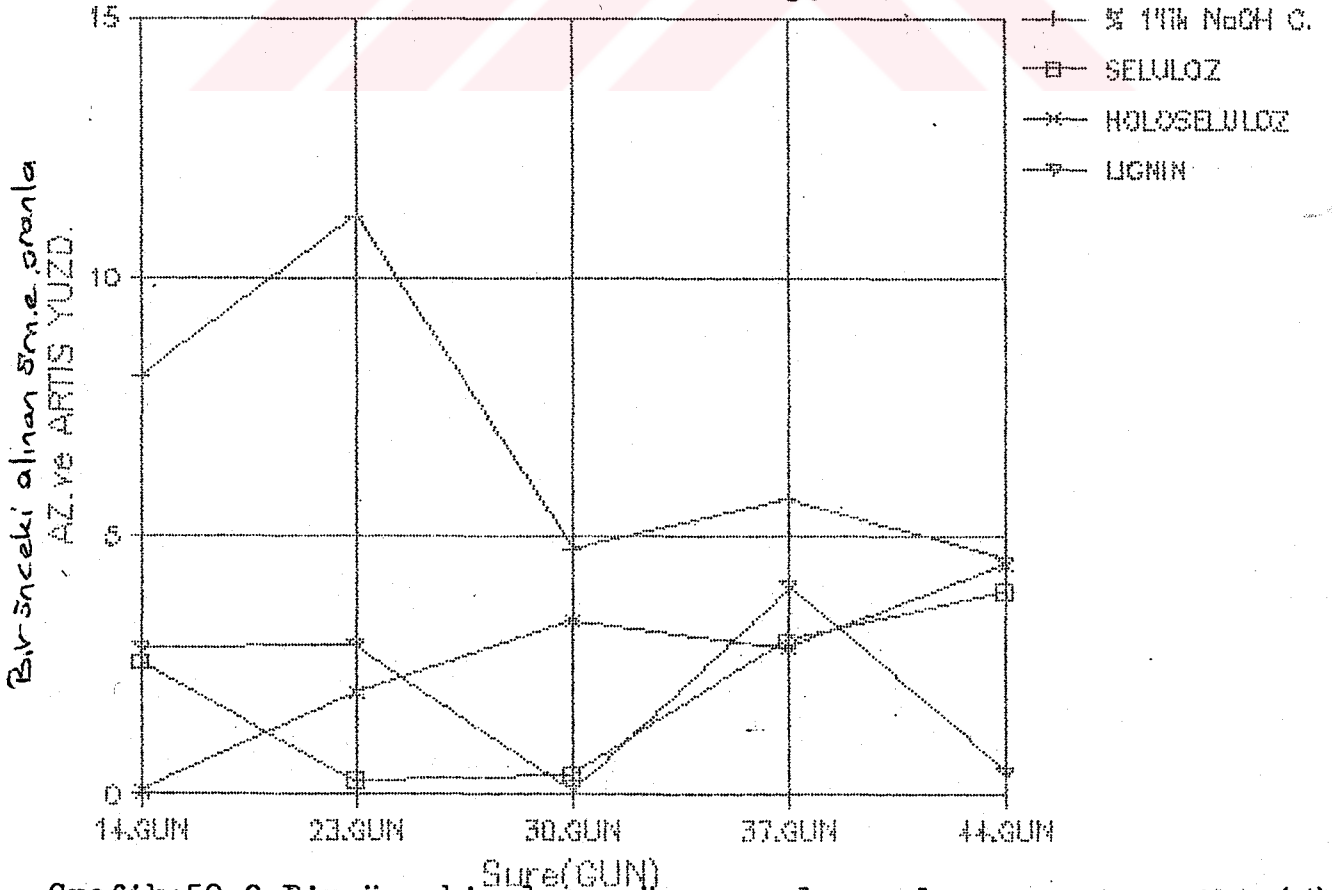
Grafik:57-2.Bir önceki alınan örn.oranla Selülo-Lignin ve Holos. biodegradasyonlarının karşılaştırılması

Grafik: 59-1



Grafik:59-1.Original orn.oranla azalma ve artma miktarları(%) yönünden Holes.-Lignin-Selüloz ve %1'lik NaOH'de Ç.değ.nin süreye bağlı olarak karşılaştırılması (IYA. yonga)

Grafik: 59 - 2



Grafik:59-2.Bir önceki alınan orn.oranla azalma ve artma mikt.(%) yönünden Holes.-Lignin-Sel.ve %1'lik NaOH'de Ç.değ.nin toplu olarak karşılaştırılması.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Biyolojik degradasyonda kullanılmak üzere seçilen mantar türü *Pleurotus ostreatus*'un usulüne uygun olarak üretilmiş miselleri, ülkemizde kağıtlık hammadde olarak önem arzeden endüstriyel olarak hazırlanmış iğne yapraklı ağaç yongalarına ve buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarına aşılacaktır. Buğday sapları üzerinde 38 günde ön gelişmesini tamamlayan *P. ostreatus* miselleri, iğne yapraklı ağaç yongaları üzerinde başlangıçta ya hiç gelişmemiş veya çok yavaş bir gelişme göstermiştir. Bunun üzerine % 3' lük şeker çözeltisinden yaş materyal ağırlığına oranla % 2 oranında hesaplanan çözelti miktarı katılan yongalar tekrar ön gelişme odasına alınmış, burada yapılan gözlem sonucunda ön gelişmenin 14 günde tamamlandığı belirlenmiştir. Şeker katılan örneklerde ön gelişmenin kısa sürede tamamlanması, mantarın gelişme aşamalarının buna bağlı olarak ta biyolojik degradasyonun, optimal çevre koşullarında mantarın gereksinme duyacağı çeşitli katkı maddelerinin besin ortamlarına katılması suretiyle hızlandırılabilceği sonucunu vermektedir. Mantarın ekonomik olarak üretiminde, gelişme aşamalarının kısaltılması daha erken ürün alınmasını sağlayacağından bu durum ayrıca önem kazanmaktadır.

Besin ortamı ve çevre koşullarının eldeki olanaklar ölçüsünde Bölüm: 2.2.1.2.de açıklanan; ısı, ışık, rütubet(besin ortamının içerdiği rütubet miktarı ve çevrenin bağıl nemi) ve yeterli havalandırmanın sağlanmasıyla, buğday saplarında 63-67 gün içerisinde, yongalarda ise 41-48 günde ilk ürün alınabilmektedir.

Yapılan çeşitli gözlemler sonucunda; yetiştirme koşullarının aynı düzeyde tutulması mantarın şapka oluşturmaya ve oluşturulan şapkaların gelişimini hızla sürdürerek hacimli ve gösterişli ürün alınmasını kolaylaştırırken; bu koşulların küçük oranlarda bile bozulması durumunda şapka oluşumunun olumsuz yönde etkilendiği, gelişmekte olan şapkalar da ise şekil bozuklukları meydana geldiği saptanmıştır.

Kağıt hamuru üretiminde kullanılan hammaddelerden, buğday sapı ve iğne yapraklı ağaç yongalarına aşılanaarak hücre çeperi ana bileşenlerini ve hammaddenin % 1'lik NaOH'de çözünürlük miktarını ne ölçüde etkilediği, belirli sürelerde alınan örnekler üzerinde uygulanan kimyasal analizlerle saptanan mantar türü *Pleurotus ostreatus*'un da diğer çoğu beyaz çirüklük mantarı gibi tercihen lignini degrade etmesine karşın, holoselüloz ve selüloz miktarları üzerinde de önemli derecede etide bulunduğu analiz sonuçlarından saptanmıştır.

Bugday saplarına ilişkin tablo ve grafikler incelenirse görülecektir ki, biyolojik degradasyon boyunca 131 gün içerisinde en çok degradasyon orijinal örneğe oranla ligninde (% 23.620) gerçekleşmiş, lignindeki bu degradasyon oranını sırasıyla selüloz (% 19.080) ve holoselülozdaki (% 15.137) degradasyon takip etmiştir. Başlangıçtan itibaren kademeli olarak artan bir seyir çizen lignindeki degradasyon, kademelerde durgunluğun gözlemlendiği periyotların kısalmasıyla biyolojik degradasyonun 89.gününden sonraki dönemde diğer bileşenlere oranla daha fazla artış göstermiştir.

İğne yapraklı ağaç endüstriyel yongalarında ise 44 günlük biyolojik degradasyon sonunda, buğday saplarında olduğu gibi kademeli bir degradasyon gözlenen lignin miktarında, orijinal örneğe oranla % 9.996 bir azalma saptanırken, bu azalma oranı holoselüloz için % 12.085, selüloz için de % 9.811 olarak belirlenmiştir. Buğday saplarında ligninin en fazla oranda degrade edilirken holoselüloz ve selülozun en az etkilendiği inokülasyon süresi; 103., 117. ve 131. günler olarak kaydedilirken, bu süre iğne yapraklı ağaç yongaları için inokülasyon süresinin başlangıcında biyolojik degradasyonun 23. günü olarak saptanmıştır.

Buğday saplarında 89.günden başlayarak ligninin degradasyonunun diğer bileşenlere oranla artması, iğne yapraklı ağaç yongalarında ise bu artışın başlangıç aşamalarında görülmesi aşağıdaki nedenlerden olabileceği düşünülmüştür ;

1. Mantar buğday sapları üzerinde gelişebilmesi için ilk aşamada daha kolay metabolize edebildiği basit şekerleri de içeren karbonhidratları degrade ederken, gelişmesini tamamladıktan 89. ve daha sonraki günlerde lignin üzerinde daha fazla etkili olmaya başlamıştır,
2. İğne yapraklı ağaç yongalarında ise başlangıçta hazır olarak verilen şeker çözeltisi mantar tarafından metabolize edilmiş, bu nedenle ilk aşamada lignin üzerinde diğer bileşenlere oranla daha fazla degradasyon gerçekleştirilmiş, katılan şeker miktarının metabolizasyonunun salgılanan enzimler yardımıyla tamamlanması üzerine aynı enzimlerin işlevlerini sürdürerek holoselülozlar üzerinde etkili olmaya başlamıştır.

Biyolojik degradasyon süresince buğday sapları ve iğne yapraklı ağaç yongalarının % 1'lik NaOH'de çözünürlükleri önemli oranda artmış, bu artış orijinal örneğe oranla buğday sapları için % 36.280, yongalarda % 39.265 olarak gerçekleşmiştir. Burada mantarın biyolojik yoldan örnekleri ne ölçüde çürüttüğünün belirlenmesi söz konusu olduğundan, başlangıç orijinal örnekler sağlam olarak kabul edilirse bu artış oranlarına göre her iki hammadde de kısmen çürük ya da tam çürük olarak kabul edilemezler. Çünkü maddenin kısmen çürük kabul edilebilmesi için % 1'lik NaOH'deki çözünürlüğünün sağlam örneğe oranla 1 misli, tam çürük olarak değerlendirilmesi için de 3-3,5 kat artması gerektiği bildirilmektedir. (Bostancı, 1987, S.54)

Her ne kadar *P. ostreatus*'un da araştırmada uygulanan koşullar altında diğer beyaz çürüklük mantarları gibi hücre çeperi ana bileşenlerinin tümünde değişen oranlarda tahribat yaptığı ve sadece lignin üzerinde degradasyon oluşturmadığı belirlenmişse de, biyolojik degradasyondan beklenen yararların yalnızca biyolojik delignifikasyon olmadığı, bunun yanı sıra amorf ve üç boyutlu bir polimer olarak kompleks bir kimyasal yapı gösteren ligninin modifiye edilmesi (Farell, 1984, S. 31), böylece kağıt hamuru üretimi ve ağartılması sırasında daha az kimyasal madde ve enerji tüketilerek delignifikasyonun amaçlanması nedeniyle konu bu yönü ile de ayrıca ele alınmalıdır.

Araştırmada elde edilen bulgulara göre sonuç olarak, *Pleurotus ostreatus*'un biyolojik degradasyonda kullanılması durumunda aşağıdaki sorunların çözümlenmesi ve çalışmaların bu yönde yoğunlaştırılmasının gerektiği söylenebilir :

1. Mantarın yetiştirilmesi sırasında gereken optimal inokülasyon koşullarının (çevre ve besin ortamı olarak) sağlanması ve bu koşulların sürekli olarak optimumda tutulması,
2. Mantarın lignin üzerinde gösterdiği uzun süreli ve kademeli degradasyonda duraklama periyotlarını kısaltıp, besin ortamındaki ligninolitik aktivitenin artırılması,
3. Çoğu mantarlar tarafından doğal bir metabolizma olarak tüketilen selüloz üzerindeki mantarın etkisinin baskı altına alınarak, selülozik liflerin en az zarar göreceği besin ortamı bileşiminin çok çeşitli katkı maddeleri kullanarak denemelerle saptanması,
4. Gerek aşılama ve gerekse daha sonraki ön gelişme ve yetiştirme devrelerinde mantar kültürü ve besin ortamının istenmeyen çeşitli organizmalarca, özellikle küf mantarları ve mantar sineklerince potansiyel kontaminasyon sorunlarının çözümlenmesi,

Yukarıda açıklanan problemlerin çözümüne paralel olarak, biyolojik degradasyona uğratılan hammaddelerden belirli sürelerde alınan örnekler kullanılarak üretilecek kağıtların çeşitli testlere tabi tutulması suretiyle optik ve fiziksel özelliklerin belirlenmesinin yanı sıra biyolojik degradasyondan sağlanacak yararların mantar verimi ile birlikte ekonomik yönden de ayrıca araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anşin, R. (1984). Orman Fitopatolojisi, K.Ü. Orman Fak. Yay.No:87 Trabzon, 108 s.
- Anşin, R. (1987). Orman Ağaçlarında Görülen Parazit ve Saprofit Mantarlar, Kayı Yayıncılık, İstanbul, 162 s.
- Bostancı, Ş. (1976). Türkiye Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L) carr) odununun kimyasal bileşimi ve Doğu Ladini ile Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmandiana* (Spach)) yongalarından elde edilen mekanik kâğıt hamurunun endüstride kullanıma olanakları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 6, Doktora Tezi, Trabzon, 83 s.
- Bostancı, Ş. (1980). Ayçiçek (*Helianthus annuus* L.) sap ve köklerini kâğıt endüstrisinde değerlendirme olanakları, Doçentlik Tezi, Yayınlanmamıştır, 159 s.
- Bostancı, Ş. (1983). Lif Teknolojisi Ders Notları, K.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 67, 368 s.
- Bostancı, Ş. (1987). Kâğıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, K.Ü. Yayın No: 114, Orm Fak.Yayın No: 13, Trabzon, 516 s.
- Boyce, J. S. (1961). Forest Pathology, third edition, Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, 572 p.
- Bozkurt, A. Y. (1980). Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, I.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 259, İstanbul, 151 s.
- Cartwright and Findlay (1952). Decay of Timber, Chemical Publishing Co., Inc. Brooklyn, New York, 294 pp.
- Casey, J. P. (1966). Pulp and Paper Vol: I, Interscience Publishers Inc., New York, 580 pp.
- Düzgüneş, O. (1963). Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları, Ege Üni. Matbası, İzmir.
- Erkel, I. (1985). *Pleurotus* spp. yetiştiriciliğinde değişik yetiştirme ortamlarının verime etkisi, Proje, Yayınlanmamıştır, 11 s.
- Eriksson, K. E. (1985). Swedish developments in biotechnology related to the pulp and paper industry, Tappi Journal, Vol.: 68 No: 7, 46-56 pp.

- Eroglu, H. (1980). O - NaOH yöntemiyle buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarından kağıt hamuru elde etme olanaklarının araştırılması, Doçentlik Tezi, Yayınlanmamıştır, 214 s.
- Eroglu, H. (1985). Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, K.Ü. Yayın No: 90, Orman Fak. Yayın No: 6, Trabzon, 623 s.
- Farell, R. (1984). Biocatalysts hold promise of better pulp quality, *Tappi Journal*, Vol.: 67, No: 10, 31-33 pp.
- Griffin, E. A. (1985). Can we use biotechnology to reduce industrial energy consumption ?, *Tappi Journal*, Vol.:68, No: 7, 56-59 pp.
- Günel, A. (1986). İstatistik Analiz ve Kalite Kontrolü, K.Ü. Ders Tezsizleri Serisi No: 13, Trabzon, 207 s.
- Hafızoğlu, H. (1982). Odun Kimyası, K.T.Ü. Orman Fak. Yayını No:-52, Trabzon, 245 s.
- İlhan, R. (1984). Odun Patolojisi Ders Notları, Yayınlanmamıştır, 118 s.
- Kalıpsız, A. (1981). İstatistik Metodlar, I.Ü. Orman Fak. Yayını No: ,İstanbul, s.
- Kirk, T. K. (1973). *The Chemistry and Biochemistry of Decay*, - Syracuse University Press, 149-181 pp.
- Koçyigit, E. (1980). Türkiye için yeni bir yemeklik mantar türü olan *Pleurotus ostreatus*'un özellikleri ve yetiştirme tekniği, Türkiye II. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi, 6 s.
- Öner, M. (1980). Mikoloji-I, Ege Uni., Fen Fak. Yayını No: 53,- Bornova, İzmir, 180 s.
- Öner, M. (1980). Mikoloji-II, Ege Uni., Fen Fak. Yayını No: 39,- Bornova, İzmir, 136 s.
- SCAN TEST METHODS, (1959-1973). Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee, Stockholm, Sweden.
- Selik, M. (1966). Ormancılık Fitopatolojisi, Dizerkonca Matbası,- İstanbul, 178 s.
- Sukan, Ş. S. (1986). Enzim Sentezinin Yönlendirilmesi, Temel ve Uygulamalı Enzimoloji Yaz Okulu Kitabı, Ege Uni. Fen Fak.-TÜ-BİTAK ortak yayını, İzmir. 92-99 s.
- TAPPI STANDARTS, (1972). Standart methods related in pulp and paper, Tech. Assoc. Pulp and Paper, Ind. Atlanta.

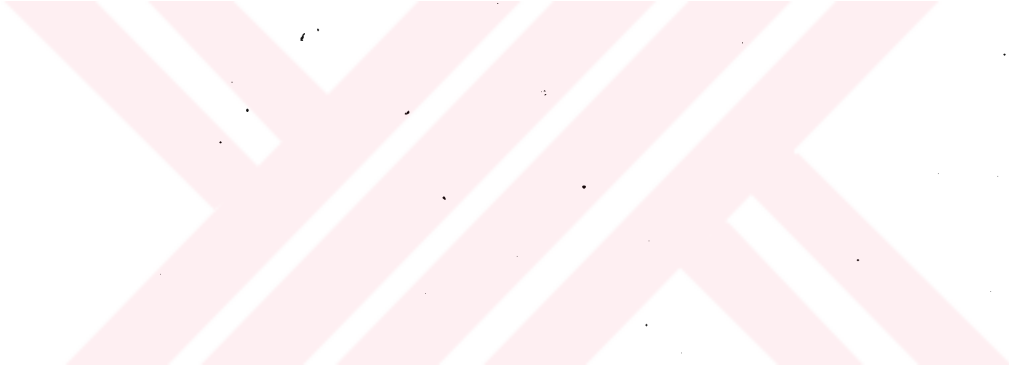
Telefoncu, N. (1986). Enzimolojiye Genel Bakış, Temel ve Uygulamalı Enzimoloji Yaz Okulu Kitabı, Ege Üni. Fen Fak.-TÜBİTAK ortak yayını, İzmir, 1-18 s.

Weber, E. (1967). Grunriss der biologiscen statistic 6 Auflage,- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 674 pp.

Wise, E. L., and Karl, H. L. (1962). Cellulose and hemicellulose, in pulp and paper science and technology Vol.: I, Pulp. Edited by C. Earl Libby. Mc. Graw-Hill Book Co., New York.

Wise, E. L.; E. L. Jehn.(1952). Wood Chemistry Volume: 1-2.

33ref.



ÖZGEÇMİŞ

1961 yılında Malatya'da doğan M. Kemal YALINKILIÇ, 1977 yılında Malatya Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üni. Edebiyat Fak. Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü'nde yüksek öğrenimine başladı. Bir yıl sonra bu bölümden ayrılarak K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne kaydolan M. Kemal YALINKILIÇ 1982 yılında yüksek öğrenimini tamamladı. Öğrenimi sırasında I.A.E.S.T.E. bursuyla İRLANDA CUMHURİYETİ Ormanlık ve Balıkçılık Bakanlığı'na bağlı çeşitli araştırma enstitülerinde üç ay süreyle staj yaptı.

1982-1984 yılları arasında sırasıyla ADEL- Kurşun Kalem Lata Tesisleri (GİRESUN) ve Kuzey Mobilya (TRABZON) fabrikalarında Orman Endüstri Mühendisi olarak görev yaptı. 1984 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi'ne Araştırma Görevlisi olarak atanmasının ardından 1984-1985 yılları arasında yedek subay olarak askerliğini tamamladı. Askerlik bitiminde tekrar fakülte'deki görevine başlayan ve bu göreve halen devam etmekte olan M. Kemal YALINKILIÇ 1986-bahar döneminde Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans programına kaydoldu.

V. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi