

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANADOLU KESTANESİ (*Castanea sativa* Mill.) ODUNUNDA
YIKANMA İŞLEMİNİN BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL, MEKANİK VE
DAYANIM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer KERİMOĞLU

HAZİRAN 2019
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Ömer KERİMOĞLU Tarafından Hazırlanan**

**ANADOLU KESTANESİ (*Castanea sativa* Mill.) ODUNUNDA YIKANMA İŞLEMİNİN BAZI
FİZİKSEL, KİMYASAL, MEKANİK VE DAYANIM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

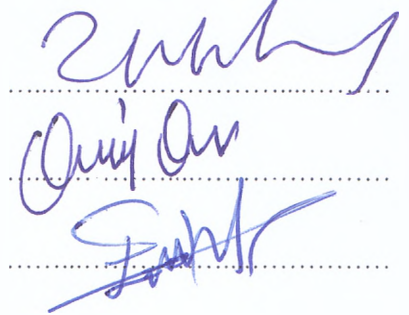
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ

Üye : Prof. Dr. Selim ŞEN

Üye : Doç. Dr. Engin Derya GEZER



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

“Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odununda Yıkanma İşleminin Bazı Fiziksel, Kimyasal, Mekanik ve Dayanım Özelliklerine Etkisi” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Odun Koruma Teknolojisi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmalarım sırasında zaman mefhumu gözetmeden desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans sürecinin teorik eğitim kısmında emeği geçen Prof. Dr. Sibel YILDIZ’a, Prof. Dr. Ali TEMİZ’e, Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’ya, Doç. Dr. Engin Derya GEZER’e, Dr. Öğr. Üyesi İlker AKYÜZ’e teşekkürlerimi sunarım.

Kimyasal analizlerin yapılmasında bulunmaz destek sağlayan Doç. Dr. Zehra CAN’a ve verilerin istatistik analiz sürecinde yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIM’a teşekkürlerimi sunarım.

Renk ve pürüzlülük ölçümlerinde yardımlarını sunan öğrenci arkadaşlarıma, gerektiğinde moral ve motivasyon sağlayan Arş. Gör. Süleyman KUŞTAŞ’a, yazım sürecinde teknik destek veren birlikte ders aldığım doktora öğrencisi Ceyhun KILIÇ’a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaları yürüttüğüm laboratuvar ortamında bulunan ekipman ve cihazlar ile alet ve gereçlerin temin edilmesinde rolü olan tüm bilim insanlarına şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmalarının laboratuvar ortamındaki tüm süreçlerinde bilgi ve tecrübelerini paylaşarak öncülük eden, tez yazım sürecinde eşsiz katkıları olan Arş. Gör. Ayşenur GÜRGEN’e ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarda kullanılacak örneklerin toplanmasında yardımcı olan işletme yetkilileri ile Borçka’dan Perşembe’ye kadar kestane odunuyla ilgili yılların getirdiği tecrübeleri benimle paylaşıp araştırmalarıma yön veren paydaşlara teşekkürlerimi sunarım.

Bu zorlu süreçte oluşan yoğunluğu benimle paylaşan ve desteğini eksik etmeyen sevgili eşime en içten şükranlarımı sunarım.

Ömer KERİMOĞLU

HAZİRAN 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ANADOLU KESTANESİ (*Castanea sativa* Mill.) ODUNUNDA YIKANMA İŞLEMİNİN BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL, MEKANİK VE DAYANIM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 11/06/2019

Ömer KERİMOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kestane Ağacının Yayılışı ve Servet Miktarı	2
1.3. Kestane Odununun Kullanım Yerleri	5
1.4. Kestane Odununun Anatomik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	7
1.5. Kestane Odununun Doğal Dayanım Özellikleri	8
1.5.1. Odunda Doğal Dayanımı Sağlayan Maddeler ve Kimyasal Özellikler	10
1.6. Kestane Odununun Doğal Kurutulması	11
1.7. Kestane Odununda Yıkanma Mekanizması	13
1.7.1. Yıkanmanın Odun Özelliklerine Etkisi.....	13
1.7.2. Problem Tanımlaması	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	17
2.1. Deneme Materyali.....	17
2.1.1. Deneme Ağaçlarının Seçimi	17
2.1.2. Örneklerin Hazırlanması	18
2.2. Deneme Metodu.....	19
2.2.1. Tam Kuru Yoğunluk	19
2.2.2. Su Alma Oranı ve Su İticilik.....	20
2.2.3. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik.....	22
2.2.4. Liflere Paralel Basınç Direnci.....	23
2.2.5. Renk Özellikleri	24
2.2.6. Yüzey Pürüzlülüğü.....	26

2.2.7.	Kimyasal Analiz.....	27
2.2.7.1.	Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	27
2.2.7.1.1.	Ekstraksiyon Hazırlanması	27
2.2.7.1.2.	Toplam Polifenol Miktarının Belirlenmesi	28
2.2.7.1.3.	Toplam Flavonoid Madde Miktarının Belirlenmesi	29
2.2.7.1.4.	Kondanse Tanen Miktarının Belirlenmesi	29
2.2.7.1.5.	FRAP Metodu	29
2.2.7.2.	HPLC Analizleri	30
2.2.7.2.1.	Ekstraksiyon Hazırlanması	30
2.2.7.2.2.	HPLC Analizinin Yapılması	31
2.2.8.	Mantar Çürüklüğü	32
2.2.9.	İstatistik Uygulama	33
3.	BULGULAR.....	34
3.1.	Tam Kuru Yoğunluk	34
3.1.1.	Yıkama İşleminde Önce Tam Kuru Yoğunluk	34
3.1.2.	Yıkama İşleminde Sonra Tam Kuru Yoğunluk Değişimi.....	34
3.2.	Su Alma Oranı ve Su İticilik.....	35
3.2.1.	Yıkama İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (gram).....	35
3.2.2.	Yıkama İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (%).....	36
3.2.3.	Su alma Oranı ve Su İticilik Etkisi Değerleri	36
3.3.	Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik.....	45
3.4.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	54
3.5.	Renk Özellikleri	55
3.6.	Yüzey Pürüzlülüğü.....	57
3.7.	Kimyasal Analiz.....	58
3.7.1.	Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	58
3.7.2.	HPLC Analizleri	60
3.8.	Mantar Çürüklüğü	62
4.	İRDELEME	64
4.1.	Tam Kuru Yoğunluk	64
4.1.1.	Yıkama İşleminde Önce Tam Kuru Yoğunluk	64
4.1.2.	Yıkama İşleminde Sonra Tam Kuru Yoğunluk Değişimi.....	64
4.2.	Su Alma Oranı ve Su İticilik.....	65

4.2.1.	Yıkama İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (gram).....	65
4.2.2.	Yıkama İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (%).....	65
4.2.3.	Su Alma Oranı ve Su İticilik Etkisi Değerleri	66
4.3.	Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik.....	73
4.4.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	78
4.5.	Renk Özellikleri	80
4.6.	Yüzey Pürüzlülüğü.....	83
4.7.	Kimyasal Analiz.....	84
4.7.1.	Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	84
4.7.2.	HPLC Analizleri	87
4.8.	Mantar Çürüklüğü	89
5.	SONUÇLAR	91
5.1.	Tam Kuru Yoğunluk	91
5.2.	Su Alma Oranı ve Su İticilik.....	91
5.3.	Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik.....	91
5.4.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	92
5.5.	Renk Özellikleri	92
5.6.	Yüzey Pürüzlülüğü.....	92
5.7.	Kimyasal Analiz.....	92
5.8.	Mantar Çürüklüğü	93
6.	ÖNERİLER.....	94
7.	KAYNAKLAR	96

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

ANADOLU KESTANESİ (*Castanea sativa* Mill.) ODUNUNDA YIKANMA İŞLEMİNİN BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL, MEKANİK VE DAYANIM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ömer KERİMOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ
2019, 101 Sayfa

Bu çalışmada Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda yıkanma sonrası fiziksel, kimyasal, mekanik ve dayanım özelliklerinde oluşabilecek değişimler araştırılmıştır. Araştırma bölgesi olarak seçilen Artvin/ Borçka ve Ordu/Perşembe yöresinden 4 er adet taze ve hiç yıkanmamış, 3 er adet doğal şartlarda 2 yıl yıkanmış kereste alınmış, toplamda 14 farklı ağaç örneği üzerinde çalışılmıştır. Yapılan deney ve çalışmalar sonucunda yıkanma işleminin kestane odununda ağırlığı azalttığı, ancak tam kuru yoğunluk bakımından anlamlı bir değişiklik oluşturmadığı görülmüştür. Yıkanma işlemi su alma oranı ile genişleme miktarını artırmaktadır. Su alma oranı yönünden Perşembe odunu, genişleme miktarı yönünden ise Borçka odunu daha fazla etkilenmektedir. Bu durum Borçka odununun yıkanma sonrası daha fazla çalışması anlamı taşımaktadır. Laboratuvarında yıkanma odunun liflere paralel basınç direncini düşürürken, doğal yıkanma süreci artırmaktadır. Doğal yıkanma süreci renkte kararmaya, laboratuvarında yıkanma işlemi ise beyazlanmaya yol açmıştır. Yıkanma işlemi yüzey pürüzlülüğünü oldukça iyileştirmektedir. Bu iyileşme Borçka odunu için Perşembe odununa kıyasla iki kat olmaktadır. Yıkanma işlemi odun bileşiklerinden toplam polifenoller ve toplam flavonoid miktarı ile antioksidan aktivite gücünü yarı yarıya, kondanse tanen miktarını ise %95 oranında azaltmıştır. Laboratuvarında yıkanma odunun mantar çürüklük dayanımını düşürmekte, doğal yıkanma ise önemli bir değişiklik oluşturmamaktadır.

Anahtar Kelimeler : Daralma-Genişleme, Kestane, Kimyasal analiz, Liflere paralel basınç direnci, Yıkanma

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECTS OF LEACHING CHESTNUT (*Castanea sativa* Mill.) WOOD ON SOME PHYSICAL, CHEMICAL, MECHANICAL AND STRENGTH PROPERTIES

Ömer KERİMOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ
2019, 101 Pages

In this study, the possible effects of leaching on the chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood in terms of physical, chemical, mechanical and strength properties was investigated. A total of 14 samples was studied on which were obtained from the two research areas, Artvin/Borçka and Ordu/Perşembe; 4 greenwood and un-leached samples and 3 samples that were leached in natural circumstances for 2 years, from each research area. Results of experiments and studies indicated that leaching process decreased the weight on chestnut tree wood, but had no significant effect on the dry density. Leaching process increased the water uptake rate and swelling rate. Wood obtained from Perşembe is more likely affected by water uptake rate, the wood obtained from Borçka was affected by swelling rate more. This means that the wood taken from Borçka had more swelling-shrinkage properties after leaching process. Leaching process in laboratory decreased the compressive strength parallel to the grain of the wood, whereas natural leaching increased it. Natural leaching darkened the color of the wood, while leaching process in laboratory lightened the color. Leaching process was very effective at decreasing the surface roughness, twice as effective on samples obtained from Borçka compared to samples obtained from Perşembe. Leaching process decreased the amount of both polyphenol and flavonoid and also the effect of antioxidant activity in half and reduced the amount of condensed tannin in the wood by 95%. Leaching process in laboratory decreased the wood's resistance of fungi decay, natural leaching did not cause any significant changes.

Key Words : Swelling-Shrinkage, *Cestanea sativia*, Chemical analysis, Compressive strength parallel to the grain, Leaching

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Kestane ağacı (URL-1, 2019).....	1
Şekil 2. Anadolu ve Avrupa’da Anadolu kestanesi yayılış alanı (URL-2, 2019).	2
Şekil 3. Türkiye’de kestane ağacının yayılış alanları (URL-2, 2019).	3
Şekil 4. Dünyada kestane meyvesi üretimi (FAO, 2011).	4
Şekil 5. İllere göre saf kestane ormanları (OGM, 2001).	4
Şekil 6. Kestane ile karışım oluşturan diğer orman ağaçları (OGM, 2001).	5
Şekil 7. Kestaneden yapılan bir konsol örneği (Trabzon, 2019).	6
Şekil 8. Kestane kerestesinden yapılan bir tekne omurgası (URL-7, 2019).....	6
Şekil 9. Kestane ağacının makroskobik görünümü (URL-4, 2019).	8
Şekil 10. Oduna arız olan mantarlar (Bozkurt vd., 1993).	9
Şekil 11. Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık dereceleri (URL-5, 2019).	10
Şekil 12. Yıkanmaya bırakılmış kereste istifi ve tanen akışı (Arsin, 2019).	12
Şekil 13. Yıkanma işlemine hazır deney örnekleri.....	18
Şekil 14. Liflere paralel basınç direnci deneyi örnek boyutları ve basınç yönü (Yazıcı, 1998).	24
Şekil 15. CIE renk sistemine göre renk bölgeleri (URL-8, 2019).	25
Şekil 16. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm uzunluğu ve grafik çıktısı (Ekinci, 2011).	26
Şekil 17. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için hazırlanan ekstraktların son aşaması..	28
Şekil 18. HPLC analizi için ekstraksiyon süreci	31
Şekil 19. Petri kaplarına yerleştirilen deney örnekleri	33
Şekil 20. Yıkanma işlemi sonrası ağırlık değişim miktarı (gram).....	65
Şekil 21. Yıkanma işlemi sonrası ağırlık kaybı miktarı (%)	66
Şekil 22. Kontrol örneklerinin su alma oranı (%)	67
Şekil 23. Doğal şartlarda yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%)	68
Şekil 24. 2 Gün yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%).....	69
Şekil 25. 6 Gün yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%).....	70
Şekil 26. 14 Gün yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%).....	71

Şekil 27. Yıkanma durumuna göre su alma oranındaki yüzdelerdeki değişim	72
Şekil 28. Yıkanma durumuna göre su iticilik etkisindeki yüzdelerdeki değişim	72
Şekil 29. Kontrol örneklerinin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)	73
Şekil 30. Doğal şartlarda yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)	74
Şekil 31. 2 Gün yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)	75
Şekil 32. 6 Gün yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)	75
Şekil 33. 14 Gün yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)	76
Şekil 34. Yıkanma durumuna göre genişleme miktarındaki yüzdelerdeki değişim	76
Şekil 35. Borçka örneklerinde meydana gelen genişlemeyi önleyici etkinlik değişimleri..	77
Şekil 36. Perşembe örneklerinde meydana gelen genişlemeyi önleyici etkinlik değişimleri	77
Şekil 37. Yıkanma durumuna göre genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerindeki yüzdelerdeki değişim	78
Şekil 38. Liflere paralel basınç direnci değerlerinde yıkanma durumuna göre oluşan değişim grafiği	79
Şekil 39. Yıkanma sonrası direnç değerlerinde oluşan yüzdelerdeki değişim grafiği	79
Şekil 40. Kontrol örnekleri ile doğal şartlarda yıkanan örnekler arasında bulunan renk farkı grafiği	80
Şekil 41. Kontrol örneklerinde laboratuvarında yıkanma işlemi sonrasında oluşan renk değişimi grafiği	81
Şekil 42. Borçka ve Perşembe örnekleri arasındaki renk farkı grafiği	82
Şekil 43. Yıkanma durumuna göre örneklerin pürüzlülük değerleri grafiği	83
Şekil 44. Yıkanma durumuna göre örneklerde oluşan pürüzlülük iyileşme yüzdeleri grafiği	83
Şekil 45. Toplam polifenol miktarındaki değişim grafiği	84
Şekil 46. Toplam flavonoid madde miktarındaki değişim grafiği	85
Şekil 47. Kondanse tanen miktarındaki değişim grafiği	85
Şekil 48. Antioksidan aktivite gücündeki değişim grafiği	86

Şekil 49. Yıkama sürecinin oluşturduğu bileşen kayıplarının yüzdelerik grafiği	87
Şekil 50. Borçka örneklerine ilişkin HPLC analizi sonuçları.....	88
Şekil 51. Perşembe örneklerine ilişkin HPLC analizi sonuçları.....	88
Şekil 52. Mantar çürüklük deneyi sonrası oluşan ortalama ağırlık kayıpları	89
Şekil 53. Bölge kıyaslaması ile mantar çürüklük deneyi sonrası ortalama ağırlık kayıpları	90



TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Örnek alınan ağaçların genel tanımlaması	17
Tablo 2. Deneylede kullanılan toplam örnek sayısı	19
Tablo 3. Balon jöjelerin önceki ve sonraki ağırlıkları arasındaki fark ve katı madde miktarı	30
Tablo 4. Hiçbir işlem yapılmadan elde edilen tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm ³)	34
Tablo 5. Örneklerin yıkanma işlemi sonrasındaki tam kuru yoğunluk değişimleri	34
Tablo 6. Örneklerin yıkanma işlemi sonrasındaki tam kuru yoğunluk değişimlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	35
Tablo 7. Örneklerin yıkanma işlemi sonrasındaki ağırlık değişimleri (gram)	36
Tablo 8. Yıkanma sonrası meydana gelen yüzdelik ağırlık değişimleri.....	36
Tablo 9. Kontrol örneklerine ilişkin su alma oranı değerleri	37
Tablo 10. Doğal şartlarda yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri.....	38
Tablo 11. 2 Gün yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri	39
Tablo 12. 6 Gün yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri	40
Tablo 13. 14 Gün yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri	41
Tablo 14. Yıkanma durumuna göre su alma oranı ve su iticilik etkisi değerlerine ilişkin yüzdelik değişim oranları	42
Tablo 15. Deneylede kullanılan örneklere ait su alma oranı değerlerinin basit varyans analizi sonuçları.....	43
Tablo 16. Su alma oranlarına ilişkin Duncan homojenlik grupları	44
Tablo 17. Su iticilik etkisi değerlerinin basit varyans analizi sonuçları.....	44
Tablo 18. Su iticilik etkisi değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları	45
Tablo 19. Kontrol örneklerine ilişkin genişleme miktarı değerleri	46
Tablo 20. Doğal şartlarda yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.....	47
Tablo 21. 2 Gün yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.....	48
Tablo 22. 6 Gün yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.....	49

Tablo 23. 14 Gün yıkanan örneklerle ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri.....	50
Tablo 24. Yıkanma durumuna göre genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin yüzdelik değişim oranları	51
Tablo 25. Genişleme miktarı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	52
Tablo 26. Genişleme miktarı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları.....	53
Tablo 27. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	53
Tablo 28. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları .	54
Tablo 29. Yıkanma durumuna göre liflere paralel basınç direnci değerleri ve değişimleri	54
Tablo 30. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	55
Tablo 31. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları ..	55
Tablo 32. Yıkanma durumuna ve örnek bölgesine göre renk farkı değerleri.....	55
Tablo 33. Yıkanma sonrası örnek bölgesine göre renk farkı değerleri	56
Tablo 34. Yıkanma durumuna göre örnekler arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	56
Tablo 35. Borçka ve Perşembe örnekleri arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	56
Tablo 36. Kontrol örnekleri, doğal şartlarda yıkanmış ve laboratuvarında yıkanmış örnekler arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları.....	57
Tablo 37. Borçka ve Perşembe örnekleri arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları	57
Tablo 38. Yıkanma durumuna göre örnekler arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerleri	57
Tablo 39. Örnekler arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 40. Yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları	58
Tablo 41. Antioksidan aktiviteye ilişkin kimyasal analiz değerleri	59
Tablo 42. Antioksidan aktiviteye ilişkin yüzdelik değişim değerleri.....	59
Tablo 43. Antioksidan aktiviteye ilişkin değerlerin basit varyans analizi sonuçları	60
Tablo 44. Antioksidan aktiviteye ilişkin değerlerin Duncan homojenlik grupları	60
Tablo 45. HPLC analizi sonucu elde edilen değerler	61
Tablo 46. Mantar çürüklük deneyi sonrası oluşan ağırlık kaybı değerleri	62

Tablo 47. Mantar çürüklük deneyi sonrası ağırlık kaybı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	62
Tablo 48. Mantar çürüklük deneyi sonrası ağırlık kaybı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları	63



SEMBOLLER DİZİNİ

a*(65)	Yeşil (-) ve Kırmızı (+) yönlü renk değişimi
AD %	Tam kuru ağırlık değişimi
a x b	Örnek enine kesit alanı
b*(65)	Mavi (-) ve Sarı (+) yönlü renk değişimi
BK1	Borçka'dan alınan 1 numaralı doğal yıkanmış ağaç
BK2	Borçka'dan alınan 2 numaralı doğal yıkanmış ağaç
BK3	Borçka'dan alınan 3 numaralı doğal yıkanmış ağaç
BT1	Borçka'dan alınan 1 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
BT2	Borçka'dan alınan 2 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
BT3	Borçka'dan alınan 3 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
BT4	Borçka'dan alınan 4 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
BVA	Basit Varyans Analizi
CIE	International Commission on Illumination
CT	Kondanse Tanen
FAO	Food and Agriculture Organization
FeSO ₄	Demir sülfat
F _{max}	Kırılma anındaki kuvvet
FRAP	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
GET	Genişlemeyi Önleyici Etkinlik
GET _v	Hacimsel Genişlemeyi Önleyici Etkinlik
GM	Genişleme Miktarı
GM _d	Deney (test) örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı
GM _k	Kontrol örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı
GM _l	Lif yönündeki genişleme miktarı
GM _r	Radyal yönündeki genişleme miktarı
GM _t	Teğet yönündeki genişleme miktarı
GM _v	Hacimsel genişleme miktarı
HCl	Hidroklorik asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
L*(D65)	Siyah (-) ve Beyaz (+) yönlü renk değişimi

LDN	Lif Doygunluk Noktası
Lif	Odunun lif yönü
Mn	Örneğe ait “n” periyodu sonrası ağırlık
Mo	Tam kuru ağırlık
Ms	Yıkanma sonrası tam kuru ağırlık
Mö	İlk tam kuru ağırlık
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
Ön	Örneğe ait ‘n’ periyodu sonrası lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçü
Öo	Tam kuru lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçü
PK1	Perşembe’den alınan 1 numaralı doğal yıkanmış ağaç
PK2	Perşembe’den alınan 2 numaralı doğal yıkanmış ağaç
PK3	Perşembe’den alınan 3 numaralı doğal yıkanmış ağaç
PT1	Perşembe’den alınan 1 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
PT2	Perşembe’den alınan 1 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
PT3	Perşembe’den alınan 1 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
PT4	Perşembe’den alınan 1 numaralı taze ve yıkanmamış ağaç
QAE	Kuarsetin eşdeğeri
Ra	Ölçüm yapılan alandaki ortalama yükseklik farkı
Rad	Odunun radyal yönü
Rz	Ölçüm aralığındaki 5 en büyük ve 5 en küçük değerlerin ortalaması
SAO	Su Alma Oranı
SAOd	Deney (test) örneğine ait su alma miktarı
SAOk	Kontrol örneğine ait su alma miktarı
SİE	Su İticilik Etkisi
Teğ	Odunun teğet yönü
TF	Toplam Flavonoid Miktarı
TP	Toplam Polifenol Miktarı
Vo	Tam kuru hacim
ΔE	Toplam renk değişimi
δo	Tam kuru yoğunluk
$\sigma\beta$	Liflere paralel basınç direnci

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kestane ağacı kış mevsiminde yaprakları dökülen, yüzlerce yıl yaşayabilen, Fagaceae (kayingiller) familyasından olan bir ağaçtır. 30 metre boya kadar uzayabilmekte, 2 metre çapa kadar kalınlaşabilmekte ve geniş bir tepe örtüsü yapmaktadır (Yaltırık, 1993). Kestane su ihtiyacı yüksek olan bir ağaç türüdür (Yılmaz, 2011). Kestane, kökleri derine inen yani kazık köklü bir bitkidir. Bu nedenle derin ve yumuşak toprakları seven bir yapıdadır (Duyar, 1998). Şekil 1’de kestane ağacının genel görünümü verilmiştir.

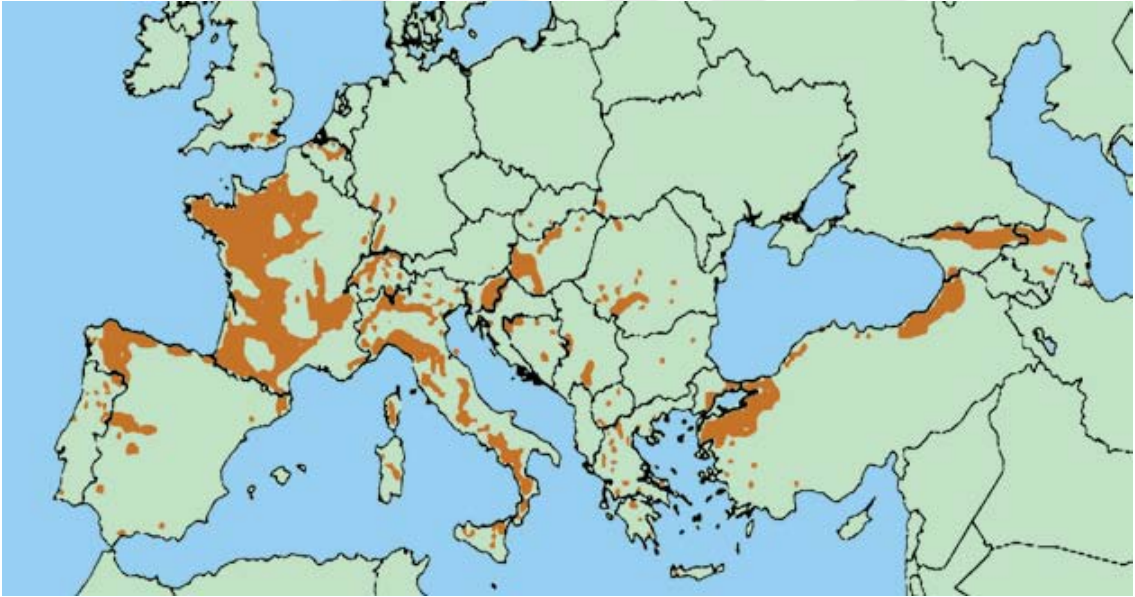


Şekil 1. Kestane ağacı (URL-1, 2019).

1.2. Kestane Ağacının Yayılışı ve Servet Miktarı

Dünya genelinde doğal olarak yayılma alanı kuzey yarım kürenin ılıman kesimleridir. Çin, Kore, Güney Avrupa, Türkiye, Bolivya ve Kuzey Amerika yetiştiği yerlerin başlıcalarıdır. Bazı kaynaklarda kestanenin dünyaya yayılış yerinin Kastanis (Kastamonu) şehri olduğu, adını da buradan aldığı ileri sürülmektedir (Demirtaş, 2013).

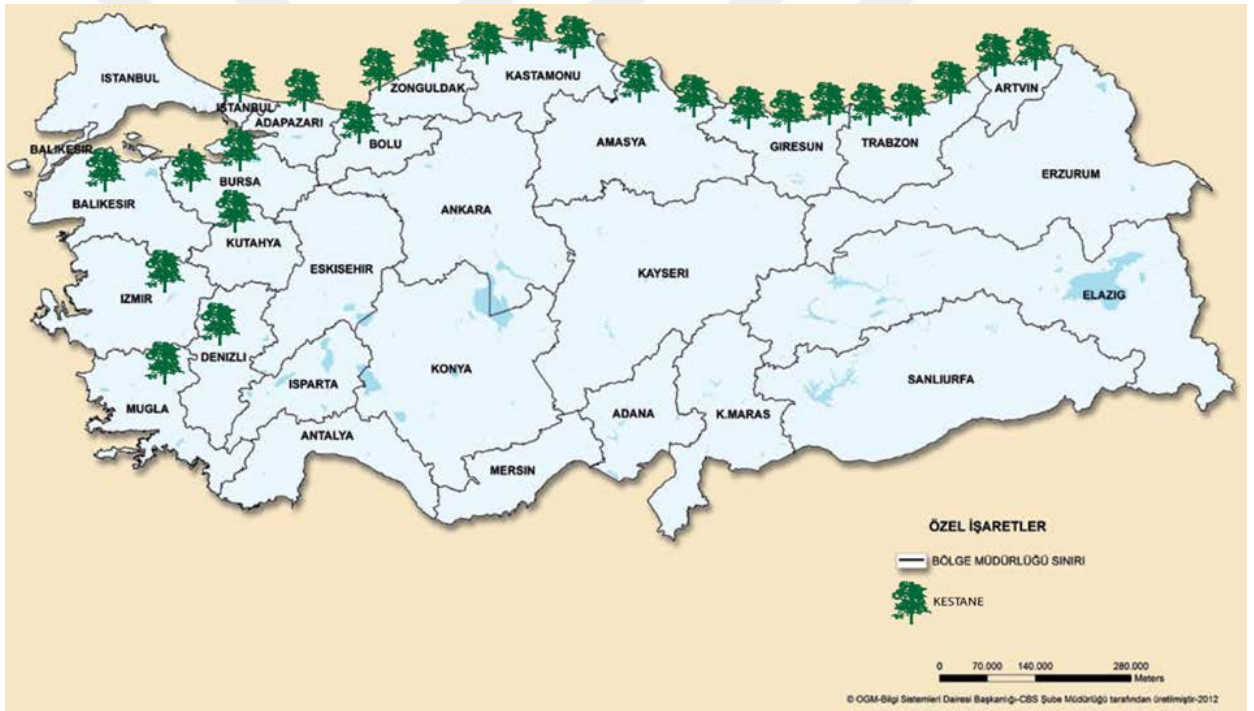
Yer yüzünde 12 türü mevcuttur. Ancak bunlardan sadece dört tür ekonomik değer ifade etmektedir. Bu türler doğal yetiştirme alanlarına göre; Çin’de *Castanea mollissima* Blume (Çin kestanesi), Japonya’da *Castanea crenata* Siebold & Zucc. (Japon kestanesi), ABD’nin doğusunda *Castanea dentata* Marshall (Amerikan kestanesi), Güney Avrupa ve Anadolu’da ise *Castanea sativa* Mill. (Anadolu kestanesi)’dir (Kaynak, 2013). Türkiye’de sadece Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill) doğal olarak yetişmektedir. Bu tür ilk kez 1768 yılında *Castanea sativa* Mil. olarak Miller tarafından isimlendirilmiştir (Davis, 1982). Şekil 2’de Anadolu kestanesinin dünyadaki yayılış alanı verilmiştir.



Şekil 2. Anadolu ve Avrupa’da Anadolu kestanesi yayılış alanı (URL-2, 2019).

Anadolu kestanesi ülkemizde Gürcistan sınırından başlayarak Karadeniz kıyı şeridi boyunca Balkanlar’a kadar varlık göstermektedir. Bu bölgede kıyıda içeriyeye 1200 metre rakıma kadar çıkabilmektedir. Marmara Denizi çevresi ve Anadolu’nun batı kesimlerinde de yayılış göstermektedir. Ege Bölgesinde bulunan kestane varlığı 1800 metre yüksekliğe

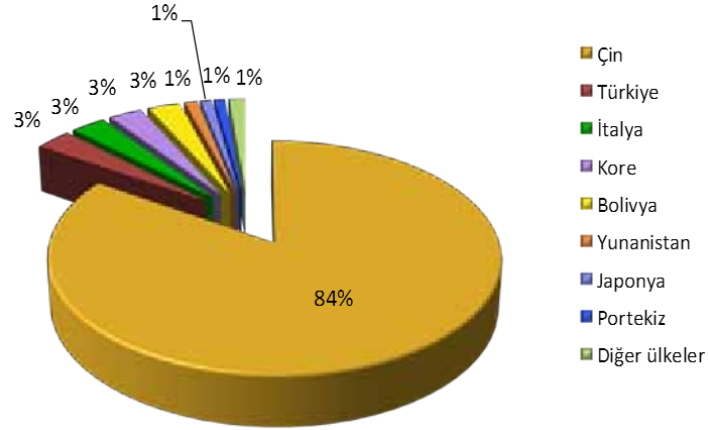
kadar tırmanabilmektedir. Bunun yanında Akdeniz Bölgesinde de yer yer görülmektedir. (Duyar, 1998). Tek başına oluşturduğu meşcereler çok azdır. Genellikle birçok türle karışık halde bulunurlar. En ideal yetiştirme alanı 600-900 metre yükselti aralığıdır. Doğuya ve kuzeye bakan yamaçlarda daha iyi gelişme gösterir. Ülkemizde kestane meşcerelerine orman ağacı olarak Artvin-Hopa dolaylarında bulunan Sultan Selim Dağı'nda, Marmara Denizi etrafında ise Kapıdağı Yarımadası'nda rastlanır. Bunun yanında Orta ve Batı Karadeniz Bölümü'nün kıyı şeridinde geniş yayılma alanı bulur. OGM (Orman Genel Müdürlüğü) kaynaklarına göre Türkiye genelinde toplam 262045 hektar alanda varlık göstermektedir (URL-2, 2019). Şekil 3'te kestane ağacının Türkiye'deki yayılış alanı verilmiştir.



Şekil 3. Türkiye'de kestane ağacının yayılış alanları (URL-2, 2019).

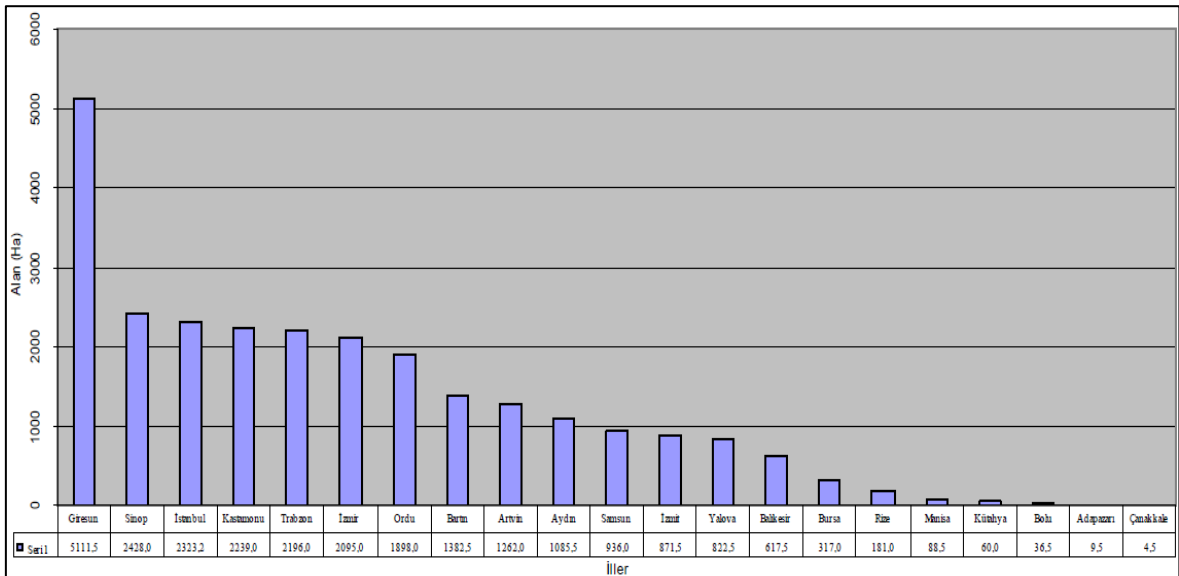
Kestane ağacının meyveleri farklı boyutlarda olabilmektedir. Geniş ve oval şekilli, krem rengi ete sahiptir. Tarım amaçlı özel plantasyonlarda üretim yapılmakta ve en yüksek verimi ağacın 60 lı yaşlarında vermektedir. Eylül ayında hasat edilmektedir (Subaşı, 2004). FAO (Food and Agriculture Organization) verilerine göre; Çin 2012 yılında tek başına dünya kestane üretiminin %84 ünü gerçekleştirmiştir. Türkiye ve Bolivya, Çin'i takip etmektedir (URL-2, 2019). Ülkemizin meyve amaçlı kestanelikleri daha çok Bursa

çevresinde görülmektedir (Seçkin, 1981; Yaltrık, 1993). Şekil 4’te dünya genelinde kestane meyve üretimi istatistikleri verilmiştir.

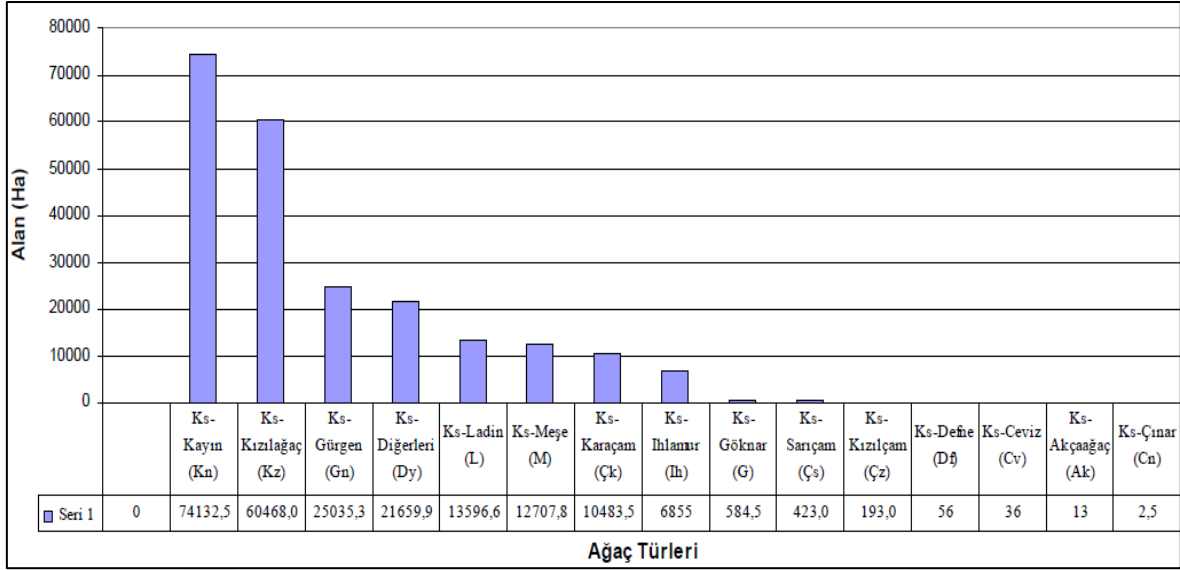


Şekil 4. Dünyada kestane meyvesi üretimi (FAO, 2011).

OGM verilerine göre toplam kestane alanlarının %74’ü Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesinde bulunmaktadır. Bu durum bu bölgelerin önemini ayrıca ortaya koymaktadır. Türkiye’de kestane ormanlarının saf olarak yayıldığı alanların yanında diğer orman ağaçları ile yapmış olduğu karışımlar da oldukça geniş yer almaktadır. Şekil 5 ve Şekil 6’da kestane ormanlarının Türkiye’deki dağılım istatistikleri verilmiştir.



Şekil 5. İllere göre saf kestane ormanları (OGM, 2001).



Şekil 6. Kestane ile karışım oluşturan diğer orman ağaçları (OGM, 2001).

1.3. Kestane Odununun Kullanım Yerleri

Kestane ağacı meyve ve odun üretimi ile çift üretim kapasitesine sahip, ekonomik önemi yüksek olan bir ağaç türüdür (Çıbık, 2011).

Kestane ağacının kerestesi, dayanıklılık ve dekoratif özellikleri yönüyle çok kullanışlıdır. Uzun liflidir ve kolay bükülür. Bu nedenle bükülerek yapılan mobilyalarda aranan bir ağaçtır. Pencere doğramalarında, dış cephe kaplamalarında, iç ve dış mekân mobilyalarında, çit kazığı olarak, parke üretiminde, oyun parklarında, ev ve ofis dekorasyonunda kullanılır. Kestane kerestesinin artıkları ve kütük kısmı kömür ve barut imalatında kullanılmaktadır (URL-2, 2019). Halk arasında “Kestanenin kabuğu dahi şehittir.” deymi gelişmiştir (Anonim-3, 2017).

Yapı malzemesi olarak ve travers yapımında da kestane odunundan yararlanılır. Anadolu kestenesi çubukları, buharlama işlemi uygulandıktan sonra kolayca bükülebilmekte ve bambu adıyla bilinen bahçe mobilyası yapımında kullanılmaktadır. Piyasada, tomruk, kereste, direk ve sırık olarak satılmaktadır (Ay ve Şahin, 2002). Şekil 7’de kestane odunundan yapılmış bir mobilya görülmektedir.



Şekil 7. Kestaneden yapılan bir konsol örneği (Trabzon, 2019).

Kestane kerestesi su içerisinde dayanıklılığının fazla olması nedeniyle su altı inşaatlarında ve iskele direkleri yapımında kullanılır. Özellikle Karadeniz bölgesinin sahil kesimlerinde balıkçı tekneleri ve ev inşaatında kullanılmaktadır. Kayık yapımı için eğimi yüksek arazide yetişen ve basınç odunu oluşturan ağaçların dip tomrukları aranmaktadır (Yazıcı, 1998; Anonim-5, 2019). Şekil 8’de kestane kerestesinden yapılan bir tekne omurgası görülmektedir.



Şekil 8. Kestane kerestesinden yapılan bir tekne omurgası (URL-7, 2019).

Kestane ağacı tam ölmeye başladığı sırada odununun rengi çikolata rengine dönüşmeye başlar. Bu renk restorasyon işlerinde aranan bir özelliktir (Anonim-5, 2019).

Doğu Karadeniz yaylalarında yapılan evlerin çoğunluğu kestane odunlarından yapılmıştır ve halen sağlamlıklarını sürdürmektedir. Doğal dayanım özelliklerinden dolayı kabir tahtası olarak yaygın kullanım alanı vardır. Ancak yaşlı kestane ağaçları aşırı kullanımdan dolayı neredeyse tükenmiştir (URL-3, 2019).

Kestanenin tohum, kabuk ve yaprakları eczacılıkta tedavi amaçlı doğal materyal olarak kullanılmaktadır (Stoyanov, 1982).

Kestanenin meyveleri besin olarak, odunu kereste olarak kullanılırken, meyve kabukları tanen üretiminde, üretilen tanen boya sanayisinde kahverengi renk elde etmede, yaprak ve çiçekleri ise ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır. (Kendir vd., 2016).

1.4. Kestane Odununun Anatomik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Ağaçların var olma aşamasında gençlik, erginlik ve yaşlılık olmak üzere üç hayat evresi vardır. Her safhada oluşturulan gövde odunu farklı nitelikler göstermektedir. Genç odun ağaç enine kesitinin ortasında bulunur, geniş yıllık halkalarda oluşur ve takriben ilk 20 yıllık oluşumdur. Yaşlılık odunu ise 200 yaşından sonra varlık göstermektedir (Bozkurt, 1982). Anadolu Kestanesi odunu halkalı traheliler grubundandır. Yıllık halkaları oldukça belirgindir. İlkbahar odunu traheleri yaz odunu trahelerine kıyasla çok daha büyüktür (Köse, 2008). Kestane ağacının odunu yoğunluk bakımından değerlendirildiğinde orta yoğunlukta olduğu görülmektedir (As vd., 2016). Yoğunluk değerini ağacın yaşı başta olmak üzere yetiştirme yeri, yaz odunu miktarı, yıllık halka genişliği gibi faktörler etkilemektedir (Berkel, 1943). Yıllık halka genişliği arttıkça iğne yapraklı ağaçlarda yoğunluk artmakta, yapraklı ağaçlarda ise azalmaktadır. Yaş ilerledikçe hem iğne yapraklı ağaçlarda hem de yapraklı ağaçlarda yıllık halka genişliği düşmektedir. Bu nedenle ilerleyen yaşlarda oluşan odun yoğunluğu iğne yapraklı ağaçlarda artarken yapraklı ağaçlarda azalmaktadır (Bozkurt, 1982). Anadolu kestanesi odununda öz ve öze yakın olan orta kısımlarda tam kuru yoğunluk değerleri daha yüksektir. Çok yaşlı ağaçların odun özelliğini kaybetmeye başlamış olan öz kısmı haricinde genel olarak çevreden öze doğru gidildikçe tam kuru yoğunluk değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Berkel, 1943).

Kestane, 1 m³ odunda 500 kg'dan fazla su içermekte ve bu özelliğiyle çok yaş ağaçlar grubuna girmektedir (Bozkurt, 1982). Tam kuru yoğunluğuna göre

değerlendirildiğinde fazla çalışmayan bir odundur (Berkel, 1943). Bir araştırmada hacimce daralma miktarı % 11,467 bulunmuştur (Ay ve Şahin, 2002).

Lif doygunluk noktası (LDN) rutubet değeri %22 ile %24 arasında değişmektedir. Bu yönüyle lif doygunluk noktası düşük olan ağaçlar grubuna girmektedir (Bozkurt, 1982).

Kestane odunu koyu renklidir. El aletleri ve ağaç işleme makineleri ile kolay işlenir ve bütün yüzey işlemlerini kabul eder (Titmus ve Richards, 1971).

Yapışma ve vida tutma özelliği oldukça iyidir. Kolay cilalanır (Bozkurt ve Erdin, 1995). Cila ve boya odunun bünyesine kolayca nüfuz eder. Çivi ya da tutkalla iyi bağlantı kurar (URL-2, 2019). Kestane odunu bünyesinde %8,2 oranında tanen barındırmaktadır (Berkel, 1943). Şekil 9'da kestane odununun makroskobik görünümü verilmiştir.



Şekil 9. Kestane ağacının makroskobik görünümü (URL-4, 2019).

1.5. Kestane Odununun Doğal Dayanım Özellikleri

Ahşap malzeme doğal ve yenilenebilir özellikleriyle vazgeçilmez bir hammaddedir. İnsan yaşamında sınırsız kullanım alanı vardır. (Engür ve Kartal, 2006). Odunun kimyasal yapısında bulunan ve bulunduğu ortamdan su kabul etmesini sağlayan hidroksil grupları, hem boyut değişikliği yaşamasına yani çalışmaya hem de içeriye giren rutubet sayesinde böcek ve mantarlar tarafından saldırıya uğramasına neden olmaktadır (Kartal, 2013).

Ahşabın dayanım özelliklerinin kaybolmasında etkili olan biyolojik faktörler genel olarak mantarlar, böcekler, bakteriler ve deniz canlılarıdır (Sundar, 2005). Mantarlar, odunun bozunmasına neden olan en önemli faktördür (Fengel ve Wegener, 1984). Odunda mantarlar tarafından oluşturulan yıkım sonucu; esmer çürüklük mantarlarında %70, beyaz

çürüklük mantarlarında %96-97, yumuşak çürüklük mantarlarında ise %3-60 aralığında ağırlık kaybı meydana gelebilmekte, ağaç ve mantar türüne göre bu kayıp oranları değişiklik göstermektedir (Zabel ve Morrel, 1992). Şekil 10'da oduna arız olan mantarlar verilmiştir.



Şekil 10. Oduna arız olan mantarlar (Bozkurt vd., 1993).

Bazı ağaçların odununda sepi maddeleri adı verilen ve polifenollerden oluşan “Depsid, Tanen ve Gikyosit” isimli maddeler bulunmaktadır. Kestane odunu ortalama %10 sepi maddesi barındırmaktadır. Ağacın öz odununda bulunan maddelerden özellikle tanen, dayanım açısından büyük önem arz etmektedir (Berkel, 1970). Kestane odunu tanence zengin olduğundan, değişik hava koşulları ile böcek ve parazitlere karşı doğal bir dayanıma sahiptir. Özellikle rutubetli ortamlarda ve su içinde dayanma direnci oldukça fazladır (Bozkurt ve Erdin, 1995). Şekil 11’de ağaç türlerinin mantar ve böceklere karşı doğal dayanım sınıfları verilmiştir.

Dayanaksız	Az Dayanıklı	Orta Dayanıklı	Dayanıklı	Çok Dayanıklı
5 Yıl	5-10 Yıl	10-15 Yıl	15-25 Yıl	25 Yıl ve Daha Fazla
	Çam (Y) Gökmar (Y) Hemlock Ladin (Y) Parana pine Radiata pine (T)	Agathis Douglas gökmarı Melez Servi (Y)	Ardıç (Y) Porsuk (Y) Sedir (Y) Boylu mazi	
Akcağaç (Y) Atkestanesi (Y) Balsa (T) Bombax (T) Cedrela (T) Ceiba (T) Dişbudak (Y) Gürgen (Y) Huş (Y) Ihlamur (Y) Ilomba (T) Kavak (Y) Kayın (Y) Kızılağaç (Y) Ramin (T) Söğüt (Y)	Abura (T) Afara (T) Avodire (T) Dut (Y) Hickory Jelutong (T) Kara ağaç (Y) Kırmızı meşe Mengkulang (T) Obeche (T) Okoume (T) Sterculia (T) Tchitola (T) (Y) Yerli (T) Tropikal	Afrika mahunu (T) Anisoptera (T) Ayan (T) Ceviz (Y) Coigue (T) Dibetou (T) Keruing (T) Kosipo (T) Meranti, Dark (T) Okwen (T) Sapele (T) Seraya (T) Tiama (T)	Agba (T) Akmeşe (Y) Dahoma (T) Framire (T) Guarea (T) Idigbo (T) Kam (T) Kempas (T) Kestane (Y) Kotibe (T) Mahun (T) Niangon (T) Utile (T)	Afromosia (T) Afzelia (T) Angelique (T) Azobe (T) Greenheart (T) Iroko (T) Iron bark (T) Jarrah (T) Kapur (T) Makore (T) Mansonia (T) Muhuhu (T) Opepe (T) Paduk (T) Pyinkado (T) Pelesenk (T) Rhodesian teak (T) Teak (T)

Şekil 11. Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık dereceleri (URL-5, 2019)

1.5.1. Odunda Doğal Dayanımı Sağlayan Maddeler ve Kimyasal Özellikler

Ağaç gövdesinde oluşan odunsu dokunun yaklaşık %90'ı selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşmaktadır. Geriye kalan %10 luk kısmı ise ekstraktif maddeler adı verilen organik ve inorganik ayrıştırılabilir maddelerdir. En önemli ekstraktif maddelerden bazıları tanen, eterik yağlar, karbonlu hidrojenler, boyar maddeler, reçine, anorganik tuzlar, nişasta, protein, pektin, organik asitler, kül ve azot gibi maddelerdir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Odun dokusunda bulunan ekstraktiflerin bir kısmı mekanik direnç özelliklerini artırırken, bir kısmı çürümeye karşı dayanım özelliklerini geliştirmektedir (Hafizoğlu ve Deniz, 2011). Ağaç malzemenin doğal dayanıklı olmasında en önemli etken olarak mantar ve böceklere karşı etkili olan ekstraktif maddeler düşünülmektedir (Taylor vd., 2002).

Kestane ağacının farklı bölümleri üzerinde yapılan kimyasal çalışmalarda, fenolik bileşikler ile sekonder metabolitler belirlenmiştir. Bunların değişik kısımlarının sitotoksik, antioksidan, antibakteriyel ve antifungal etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir (Kendir vd., 2016).

Ağacın kesim yaşı ve zamanı, odun dokusunda bulunan kimyasal bileşenlerin oranı bakımından büyük önem arz etmektedir. Kestane ağacında ekonomik verimin üst düzeyde tutulması adına 50-70 yaşları arasında kesim uygulanmaktadır. Ancak ağaçtan meyve alınıyorsa 80 ve daha yüksek yaşlara kadar kesim yapılmamaktadır (Mayer ve Aksoy, 1998).

Kış mevsiminde yani ağacın büyüme durdurduğu dönemde kesilen ağaçların, renk değişikliği ve çürümeye karşı daha dayanıklı olduğu anlaşılmıştır (Zabel ve Morrel, 1992).

Kestane ağacının odunu belli bir yaştan sonra çikolata rengine dönüşmektedir. Bu renk değişimi meydana gelmeden kesim yapılması gerekmektedir. En ideal kesim zamanı kış aylarının sonu ve ağaca yeni besi suyu yürümeden hemen öncesidir. 40-60 cm çap aralığı en uygun kesim çapıdır. Bazı durumlarda kestane ağacının odunu kırmızı renkte oluşmaktadır. Buna piyasada karpuz adı verilmektedir. Dayanımı son derece düşük olan bu odunun gelişmesinde en büyük etken yetiştirme yeri ve toprağı olarak değerlendirilmektedir (Anonim-5, 2019).

1.6. Kestane Odununun Doğal Kurutulması

Kurutma, ağaç malzemenin içerisinde bulunan ve kullanım amacı için uygun olmayan suyun atılması işlemidir. İdeal bir kurutmada; kurutulacak malzemenin kalitesinin korunması, kurutma süresinin mümkün olduğu kadar kısa olması ve kurutma giderlerinin en düşük düzeyde tutulması amaçları bir bütün olarak birlikte gerçekleştirilmelidir.

Ahşap sektöründe, kereste kullanım yerine ulaşmadan önce kurutulmak üzere ya doğrudan doğruya açıkta veya sundurmalar altında istif edilerek doğal kurutmaya bırakılmakta ya da kurutma amaçlı yapılmış kurutma fırınlarında teknik kurutmaya sevk edilmektedir. Bu sayede kerestenin çevresindeki havanın sıcaklığı, bağıl nemi ve hareketi gibi dış faktörlerinin etkisi ile kuruma gerçekleşmektedir. Doğal kurutmada kurumayı etkileyen bu dış faktörlere hiçbir teknik müdahale söz konusu değildir. Ağaç malzemenin kuruluk derecesi havanın sıcaklığını ve bağıl nemini etkileyen coğrafi mevki, yükseklik, rutubetli ve kuru rüzgarlar, güneşli ve yağışlı günler, gece gündüz, mevsimler gibi birçok faktörün etkisi altında meydana gelmektedir. Teknik kurutmada ise, dış kurutma faktörleri kontrol altına alınıp ayarlanabilmekte ve ağacın özellikleri, kurutmanın amacı ve

kurutmada kalite istekleri dikkate alınarak istenilen şiddette ve istenilen sonuç rutubetine kadar kurutma yapmak mümkün olmaktadır (URL-6, 2019).

Teknik kurutma kısa zamanda istenilen rutubet derecesini sağlmasına karşın yakıt ve işletme masrafları yüksektir (Özalp ve Ordu, 2010). Maliyet açısından değerlendirildiğinde doğal kurutma daha avantajlıdır. Ancak doğal kurutma yöntemi ile kurutulan ağaç malzeme uzun süre depoda kurumak için bekletildiğinden bu süre zarfında sermaye atıl durumdadır ve piyasanın uygun olduğu zamanlarda keresteyi hemen piyasaya sürmek ve piyasa hareketlerine uymak mümkün olamamaktadır (Kantay, 1969).

Yapılan saha araştırmalarında kestane ağacının teknik kurutmadan ziyade doğal kurutma yöntemi ile kurutulduğu görülmüştür. Buna gerekçe olarak teknik kurutmada kestane odununda oluşan kurutma kusurlarıyla karşılaşma riskinin daha yüksek olacağı, doğal kurutma yönteminin odundaki çalışma miktarı aralığını daralttığı, teknik kurutma sırasındaki sıcaklık artışının odun yapısında dayanım ve direnç azalmalarına neden olacağı ileri sürülmektedir (Anonim-5, 2019).

Yadigaroglu (1997) tarafından yapılan çalışma piyasadaki bu yaygın kanıyı destekler nitelikte değildir. Araştırmada güneş fırınında kurutma ile doğal kurutma arasındaki farklılıklar incelenmiş ve kayda değer bir kurutma kusuru farklılığı bulunmadığı belirtilmiştir (Yadigaroglu, 1997). Şekil 12’de yıkanmaya bırakılmış kereste istifi ve tanen akışı görülmektedir.



Şekil 12. Yıkanmaya bırakılmış kereste istifi ve tanen akışı (Arsin, 2019).

1.7. Kestane Odununda Yıkanma Mekanizması

Odunun bünyesinde bulunan ve koruyucu nitelikte olduğu anlaşılan ekstraktif maddeler; eter, aseton, metanol ve su gibi çözücülerle etkileşime girerek odunu terk edebilmektedir (Hafizoğlu ve Deniz, 2011). Kestane odununun içerisinde bulunan koyu renkli ekstraktif maddelerin suyla temas edebilecek kullanım alanlarında odundan ayrılıp renk değişimlerine yol açmasını önlemek amacıyla taze haldeki keresteler değişik istifleme yöntemleriyle açık havada yağmur suyu etkisine maruz bırakılmakta, bu süreç en az 1 yıl devam etmektedir. Bu sayede difüzyon ile odundaki çözünebilir ekstraktif maddelerin ayrılması sağlanmakta, sonrasında doğal veya teknik kurutma yapılarak keresteler üretim sürecine dahil edilmektedir (Anonim-5, 2019).

1.7.1. Yıkanmanın Odun Özelliklerine Etkisi

Ekstraktif maddelerin odundan ayrılması, istenmeyen dayanım değişikliklerine neden olabilmektedir (Hafizoğlu ve Deniz, 2011). Bünyesindeki ekstraktif maddeler ayrılmış olan ahşap malzemenin zararlılara karşı daha dayanıksız hale geldiği değerlendirilmektedir (Taylor vd., 2002). Yıkanma ile ahşaptan uzaklaşan ekstraktif maddeler ahşabın birçok özelliğinin değişmesine neden olmaktadır (Erdin, 2009). Taze haldeki tomrukların tatlı su içerisinde uzun süre bekletilmesi veya suyla nakledilerek yıkanmasının, odunda çalışmayı bir miktar azalttığı ileri sürülmektedir (Berkel, 1972).

Yapılan bir araştırmaya göre odunu uzun süre su etkisine maruz bırakmak, suda çözünebilir toksik maddelerin odundan uzaklaşmasına sebebiyet verdiği için dayanıklılığın azalmasına yol açmaktadır (Panshin ve Zeeuw, 1980). Ancak Amerika'da yürütülen bir araştırmada ise 6 ay su etkisinde bırakılan çam odununun dayanımı sudaki mikroorganizmaların ürettiği antibiyotik maddelerin odunun içine nüfuz etmesi dolayısıyla artış göstermiştir (Suolahti, 1940). Ekstraktif maddelerin odundan yıkanarak uzaklaşması öz odununda renk ve koku gibi özellikleri değiştirmektedir. Mantarlara ve böceklere karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Odunun yoğunluğunu, sertliğini, basınç direncini de iyileştirebilmektedir (Erdin, 2009).

1.7.2. Problem Tanımlaması

Bilimsel araştırmalarda ortaya konulan bu farklı bulgular kestane odununun fiziksel, kimyasal, mekanik ve dayanım özellikleriyle ilgili kullanım alanında farklı deneyim ve kabullerin gelişmesini de normalleştirmektedir. Doğu Karadeniz sahil kesiminde Borçka-Perşembe arasında yapılan saha araştırması ve mülakatlarda temelde iki, özelde pek çok farklı deneyim ve kabul olduğu belirlenmiş, bu kabuller aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

a) Kestane kerestesinin yağmur etkisinde bırakılarak içindeki siyah renk veren bileşiklerin yıkanması, aslen kuruma sürecinin kolaylaşması ve hızlandırılması amacına yöneliktir. Bunun yanında kesildikten sonra bekletilmeden doğal hava şartlarında yağmur etkisine tabi tutulan kerestenin dayanımı artmaktadır. Dayanımı etkileyen en önemli faktörlerden biri de ağacın yetiştirme yeri ve sürecidir. Yıkanmaya maruz kalmayan kestane odunu daha zor ve uzun sürede kurumaktadır (Anonim-1, 2017)

b) Kestane kerestesi çatı gibi su ile temas etmeyeceği bir alanda kullanılacaksa yıkanma işlemine gerek yoktur. Yıkanma işlemi dayanımı düşürmektedir ancak kurumayı da hızlandırmaktadır. Kuru alanda kullanılacak kerestenin kuruma süreci kullanım alanında da devam edeceğinden yavaş olması sorun oluşturmazdır (Anonim-2, 2017).

c) Kestane kerestesinin içindeki siyah renk veren bileşenleri çok az akıtmak gerekir. Bu da kullanım yerinde suyla temas ettiği zaman oluşacak renk değişikliğini biraz olsun azaltmak için yapılmalıdır. Uzun süre su etkisinde bırakıp zehirli bileşenleri tamamıyla akıtmak dayanımın düşmesine, kestane odununun kızılağaç odunu gibi olmasına neden olmaktadır. Aynı bileşenler meşe odununda da vardır ve odunu koruyan bu bileşenlerdir. Bunun yıkanmaması dayanım açısından daha olumludur. Ayakta kuruyan veya kesildikten sonra su etkisinde kalarak yıkanan kestane odunundan yapılan odun kömürü boş ve hafif olmakta iken; kesildikten sonra yıkanmayan kestane odununun kömürü çok daha sağlam, ağır ve verimli olmaktadır. Bu durum yıkanma işleminin dayanım özelliklerine olumsuz etkisine bir işareti niteliğindedir (Anonim-3, 2017).

d) Kestane kerestesinin suda yıkanması demir gibi olan odun yapısının sünger kadar zayıflamasına neden olmakta, hem çürümeye ve böceklere karşı dayanımını düşürmekte, hem de mekanik direnç özelliklerini azaltmaktadır (Anonim-4, 2018).

e) Doğu Karadeniz sahilinde yetişen kestane ağacı ve odunu iki ana karaktere ayrılabilir. Birincisi Of-Artvin-Borçka arasında yetişen kestane ağacıdır. Odunu yumuşak

ve koyu renklidir. İkincisi Sürmene'den itibaren batıda Ordu-Perşembe'ye kadar yetişen kestane ağacıdır. Odunu sert, mekanik olarak daha dirençli ve açık renkli olmaktadır. Son dönemde kestane kerestesini müşteriye zamanında ulaştırabilmek amacıyla yıkama işlemi yapılmamaktadır. Zaman sorununun göz ardı edilmesi ve odundaki siyah renk veren bileşiklerin su etkisiyle yıkanması durumunda, odunun kullanım yerinde oluşacak çalışma kaynaklı şekil değiştirmeler azalacak, su etkisiyle oluşacak renklenmeler de en aza inecektir. Ancak yıkanma işlemine tabi tutulan odunda böcek tahribatı meydana gelmekte mantar çürüklük dayanımı da düşmektedir (Anonim-5, 2019).

f) Kestane kerestesinde doğal yıkanma işlemi dayanımı bir miktar düşürmektedir. Ancak bu düşüş, yıkanmanın sağladığı faydalarla kıyaslandığında önemsiz kalmaktadır. Çünkü yıkanmayan kereste, kullanım alanında suyla temas ettiğinde çok yoğun bir siyah renkli sıvı kismakta, kullanıcıyı rahatsız etmektedir. Bakım yapılırsa dahi her ıslanma sonrası aynı bakımın tekrarlanması gerekmektedir. Ayrıca yıkanma işlemi çalışmayı da kontrol altına almaktadır (Anonim-6, 2019; Anonim-7, 2019).

g) Doğal yıkanma işlemi dayanımı düşürmez. Buharlama yapılması halinde dayanımın düşeceği doğrudur. Çünkü buharlama işlemi odunun tüm morfolojisini değiştirmektedir (Anonim-8, 2019).

h) Yıkanmanın dayanımla bir ilişkisi yoktur. Ağacın çalışmasını kontrol altına almaya faydası olmaktadır (Anonim-9, 2019).

İ) Kestane kerestesi 10 yıl da yıkansa odunun içindeki zehirli bileşikler tam anlamıyla yıkanıp temizlenemez. Kerestenin yüzeyine su değdiğinde yine siyah leke oluşacaktır. Bu nedenle yıkanma sonrası dayanımı bir miktar azalsa bile dayanıksız bir ağaç haline gelmeyecektir (Anonim-10, 2019).

j) Kestane kerestesinin yağmur etkisinde bırakılması, bünyesindeki siyah renk veren bileşenlerin uzaklaştırılmasında yetersiz kalmakta, buna rağmen dayanımı artırmaktadır. Etkin bir yıkanma için piyasada buharlama yapılmakta ancak bu uygulama odun rengini sarartmaktadır. Bu durum özellikle Avrupalı müşteri tarafından istenmemektedir. En ideal yıkanma işlemi için, kesilen ve tomruk haline getirilen ağacı tatlı su havuzunda birkaç hafta bekletmek gerekmektedir. Özellikle böcek tahribatları için, kestane odununda bulunan ve "acı su" olarak tabir edilen bileşenler teşvik edici etki oluşturmaktadır. Etkili bir yıkanma işlemi böcek tahribatını önlemekte, mantar çürüklük dayanımını da oldukça artırmaktadır. Yıkanma sonrası bu etkiyi elde edebilmek için, ağaç kesim zamanı olarak kış kesimi tercih edilmiş olmalıdır (Anonim-11, 2019).

Kestane odununda yıkanma işleminin etkileri üzerine hem bilimsel çalışmalarda hem de üretici ve kullanıcı çevrede var olan çelişkiler bu konuda bilimsel bir çalışma yapılmasını zorunluluk haline getirmiştir. Tez çalışmasının çıkış noktası bu şekilde ortaya koyulabilir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

2.1.1. Deneme Ağaçlarının Seçimi

Yapılan saha araştırmaları ve mülakatlar doğrultusunda piyasada kullanılan kestane kerestesinin temin edildiği yerler ve elde edilen kerestenin özelliklerinde beliren temel farklılıkların iki bölgede kümeleşmesi dikkate alınarak, deneme ağacı seçiminde Artvin-Borçka yöresi ve Ordu-Perşembe yöresi olmak üzere iki farklı coğrafya tercih edilmiştir. Her iki bölgeden de yaş, yükselti ve bakı açısından denk olacak şekilde; kesildikten sonra TS 2470 esaslarına uygun olarak biçilen ağaçların kerestelerinden doğal şartlarda istif edilerek yağmur suyunda 2 yıl süreyle yıkanmaya tabi tutulan üçer deneme örneği alınmıştır (T.S.E., 1976). Yine her iki bölgeden de yaş, yükselti ve bakı açısından denk olacak şekilde; kesildikten sonra hiçbir yıkanma etkisine maruz kalmamış dört farklı ağaçtan deneme örneği alınmıştır. Alınan keresteler, ağacını yerden yukarıya 130-230 cm aralığından elde edilmiştir. Örnek ağaçların alındığı yerler ve ağacın genel özellikleri TS 4176 esaslarına göre belirlenmiştir (T.S.E., 1984). Deneme ağaçlarının alındıkları yer ve deney sırasında verilen kod Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Örnek alınan ağaçların genel tanımlaması

Ağaç Türü	Seçildiği Bölge	Deneme Ağacı	
		No	Ağaç Kodu
Anadolu Kestanesi	Artvin - Borçka	1	BK1
		2	BK2
		3	BK3
		4	BT1
		5	BT2
		6	BT3
		7	BT4
	Ordu - Perşembe	8	PK1
		9	PK2
		10	PK3
		11	PT1
		12	PT2
		13	PT3
		14	PT4

2.1.2. Örneklerin Hazırlanması

Deneme ağaçlarından alınan keresteler planya, kalınlık, daire testere ve boy kesme makinelerinde işlenerek yapılacak her testin standardında belirlenen ölçüye uygun şekilde örnekler hazırlanmıştır. Kerestelerin dış kısmından öze doğru ilk 10 yıllık halkası atılmış, örnek temininde sonraki 10 cm'lik bölüm kullanılmıştır. Odunun bünyesinden kaynaklanabilecek farklılıkları en aza indirebilmek amacıyla aynı yıllık halkaları içeren ve birbirini izleyen örnekler alınmıştır. Örnek alınmasında TS 53 esaslarına uyulmuştur (T.S.E., 1982). Alınan bütün örnekler 20 °C sıcaklık ve %65 bağıl nemde bekletilerek hava kurusu kuruluğa gelmeleri sağlanmıştır. Deneylede doğal şartlarda yıkanmış kerestelerden alınan dörder örnek, hiç yıkanmayan kerestelerden alınan on altışar örnek kullanılmıştır. Bütün deneyler için hiç yıkanmamış olan örneklerden dörder tanesi 2 gün, dörder tanesi 6 gün, dörder tanesi ise 14 gün süreyle TS 6193 EN 84 esaslarına uygun olarak yıkanma işlemine tabi tutulmuştur (T.S.E., 1997). Şekil 13'te yıkanma işlemine hazırlanan örnekler görülmektedir.



Şekil 13. Yıkanma işlemine hazır deney örnekleri

Yıkanma işlemine tabi tutulmayan dörder örnek ise kontrol örneği olarak kullanılmıştır. Deneylede kullanılan toplam örnek sayısı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneilerde kullanılan toplam örnek sayısı

Deney Adı	Örnek Ölçüleri (mm) (Lif*Teğ*Rad)	Örnek Niteliği	Borçka Örnekleri	Perşembe Örnekleri	Toplam
Tam kuru yoğunluk, su alma oranı ve su iticilik, genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik	15*30*30	Doğal yıkanmış	12	12	24
		Hiç yıkanmamış	16	16	32
		2 gün yıkanmış	16	16	32
		6 gün yıkanmış	16	16	32
		14 gün yıkanmış	16	16	32
		Toplam	76	76	152
Liflere Paralel Basınç Direnci	30*20*20	Doğal yıkanmış	12	12	24
		Hiç yıkanmamış	16	16	32
		2 gün yıkanmış	16	16	32
		6 gün yıkanmış	16	16	32
		14 gün yıkanmış	16	16	32
		Toplam	76	76	152
Renk ve Pürüzlülük	150*150*50	Doğal yıkanmış	3	3	6
		Hiç yıkanmamış	4	4	8
		14 gün yıkanmış	4	4	8
		Toplam	11	11	22
Mantar Çürüklüğü	25*7,5*12,5	Kayın kontrol	-	-	4
		Doğal yıkanmış	4	4	8
		Hiç yıkanmamış	4	4	8
		6 gün yıkanmış	4	4	8
		14 gün yıkanmış	4	4	8
		Toplam	16	16	36
Kimyasal Analiz	Talaş	Doğal yıkanmış	3	3	6
		Hiç yıkanmamış	4	4	8
		2 gün yıkanmış	4	4	8
		6 gün yıkanmış	4	4	8
		14 gün yıkanmış	4	4	8
		Toplam	19	19	38
Toplam Kullanılan Örnek Sayısı					922

2.2. Deneme Metodu

2.2.1. Tam Kuru Yoğunluk

Yapılan çalışmalarda tam kuru yoğunluk, su alma oranı ve su iticilik ile genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik deneylerinde aynı örnekler kullanılmıştır. Tam

kuru yoğunluğun belirlenmesi için Lif yünü*Teğet*Radyal yönde (Lif*Teğ*Rad) 15*30*30 mm ölçülerindeki örnekler TS 2472 esas alınarak (T.S.E., 1976) etüvde 103±2 °C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleninceye kadar kurutulmuş, daha sonra desikatörde soğutulularak önce ağırlıkları tartılmış, ardından boyutları ölçülmüş ve tam kuru hacimleri hesaplanmış, buradan tam kuru yoğunlukları belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk belirleme işlemi laboratuvarında yapılan yıkanma işlemi sonrası aynı yöntemle yeniden ölçülmüş ve kıyaslamada kullanılmıştır. Yoğunluk belirlemede 1 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır (Kılıç, 2012):

$$\delta_o = \frac{M_o}{V_o} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Verilen eşitlikte;

δ_o : Tam kuru yoğunluk (g/cm³),

M_o : Tam kuru ağırlık (g),

V_o : Tam kuru hacim (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

2.2.2. Su Alma Oranı ve Su İticilik

TS-2471 ve TS-4043 esasları dikkate alınarak (Lif*Teğ*Rad) 15*30*30 mm ölçülerinde tam teğet ve tam radyal örnekler hazırlanmıştır. Su alma oranı ve su iticilik deneyinde kullanılan örnekler genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin belirlenmesinde de kullanılmıştır. Yıkanma sonrası örnekler 103±2 °C olan etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek sonrasında desikatörde soğutulmuş, ağırlık ve boyutları ölçülmüş, tam kuru ağırlık değişim yüzdeleri hesaplanmıştır. Hesaplama 2 numaralı eşitlik kullanılmıştır (Kılıç, 2012):

$$AD \text{ (\%)} = \frac{M_s - M_b}{M_b} \times 100 \quad (2)$$

Verilen eşitlikte;

AD: Tam kuru ağırlık değişimi (%),

Ms: Yıkanma sonrası tam kuru ağırlık (g),

Mö: İlk tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir.

Hava kurusu hale gelmesi sağlanan örnekler 20 °C lik saf suyun içine koyulmuş, üzerine ağırlık konularak suya gömülmesi sağlanmıştır.

Bütün örneklerin ağırlık ve boyutlarındaki değişimler 30 dakika, 1,2,4,6 saat, 1,2,4,6,8,10,12,14 gün periyotlarında ölçülerek kaydedilmiştir. Her periyotta ve her örnek için, başlangıçtaki tam kuru ağırlık değerlerine göre su alma oranı hesaplanmıştır. Su alma oranı hesaplamasında 3 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır (Kılıç, 2012):

$$SAO (\%) = \frac{M_n - M_o}{M_o} \times 100 \quad (3)$$

Verilen eşitlikte;

SAO: Su alma oranı (%),

Mn: Örneğe ait 'n' periyodu sonrası ağırlık (g),

Mo: Tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir.

Odon bünyesine alınan su, odunun hacminde genişlemeye neden olmaktadır. Suyun oduna nüfuz etme süresinde oluşan değişim su iticilik olarak tanımlanmakta, bu süre uzadıkça odunun genişleme süreci de zamana yayılmaktadır (Yıldız, 2002). Su iticilik etkisinin hesaplanmasında 4 numaralı eşitlikten yararlanılmış, her periyot sonunda elde edilen değerler birlikte kullanılmıştır (Kılıç, 2012):

$$SİE (\%) = \frac{SAOk - SAOd}{SAOk} \times 100 \quad (4)$$

Verilen eşitlikte;

SİE: Su iticilik etkisi (%),

SAOk: Kontrol örneğine ait su alma oranı (%),

SAOd: Deney (test) örneğine ait su alma oranı (%) değerlerini ifade etmektedir.

2.2.3. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik

Genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik deneyinde, su alma oranı ve su iticilik deneyinde kullanılan örnekler ve ölçüm periyotlarından faydalanılmıştır. TS-4083 esaslarına göre (T.S.E., 1984) örneklerin tam kuru haldeki ölçüleri milimetrenin onda biri hassasiyetle ölçülmüş ve kaydedilmiş, her periyot sonrası aynı ölçümler aynı noktalardan tekrarlanarak 5 numaralı eşitlik doğrultusunda lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı ayrı ayrı hesaplanmıştır (Topaloğlu, 2013):

$$GM (l.f.r.) (\%) = \frac{\bar{O}_n - \bar{O}_o}{\bar{O}_o} \times 100 \quad (5)$$

Verilen eşitlikte;

GM (l.f.r.): Lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı (%),

Ön: Örneğe ait 'n' periyodu sonrası lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçü (mm),

Öo: Tam kuru lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçüleri (mm) ifade etmektedir.

Tam kuru hacimsel genişleme miktarı; teğet ve radyal genişleme miktarı değerlerinin toplanmasıyla 6 numaralı eşitlik doğrultusunda hesaplanmış, lif yönündeki değerler hesaplamaya dahil edilmemiştir (Yazıcı, 1998):

$$GM_v (\%) = GM_t + GM_r \quad (6)$$

Verilen eşitlikte;

GM_v: Tam kuru hacimsel genişleme miktarı (%),

GM_t: Teğet yöndeki genişleme miktarı (%),

GM_r: Radyal yöndeki genişleme miktarı (%) değerlerini ifade etmektedir.

Odun bünyesine meydana gelen genişleme miktarının test ve kontrol örneklerinde farklılık gösterip göstermediğini belirlemek, bu sayede yıkanma işleminin çalışma üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla; lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri hesaplanmış, hesaplamada 7 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır (Yıldız, 2002):

$$GET (l.f.r.) (\%) = \frac{GM_k - GM_d}{GM_k} \times 100 \quad (7)$$

Verilen eşitlikte;

GET (l.f.r.): Lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişlemeyi önleyici etkinlik (%),

GM_k: Kontrol örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı (%),

GM_d: Deney (test) örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı (%) değerlerini ifade etmektedir.

Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik; teğet ve radyal genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin toplanmasıyla 8 numaralı eşitlik doğrultusunda hesaplanmış, lif yönündeki değerler hesaplamaya dahil edilmemiştir (Yazıcı, 1998):

$$GET_v (\%) = GET_t + GET_r \quad (8)$$

Verilen eşitlikte;

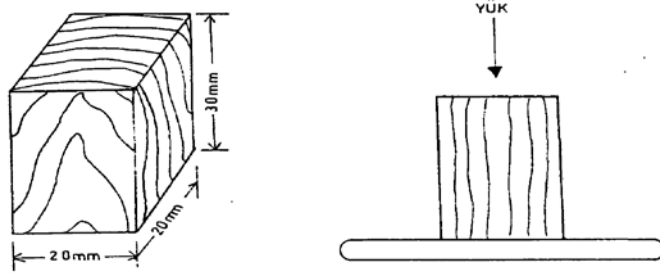
GET_v: Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (%),

GET_t: Teğet yönündeki genişlemeyi önleyici etkinlik (%),

GET_r: Radyal yönündeki genişlemeyi önleyici etkinlik (%) değerlerini ifade etmektedir.

2.2.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

ISO 13061-17 Standardı esasları doğrultusunda (Lif*Teğet*Radyal) 30*20*20 mm ebatlarında deney örnekleri hazırlanmış, her bir gruptaki örneklerin aynı yıllık halka ve kesitten alınmasına önem verilmiş, lif yönünün tam dikey konumda olmasına dikkat edilmiştir. Hava kurusu örnekler universal test makinesinde basıncın dakikada 250 kp/cm² artacağı şekilde basınç altında bırakılmış, kırılma anındaki kuvvet kaydedilmiştir. Şekil 14'te liflere paralel basınç direnci deneyi örnek boyutları ve basınç yönü görülmektedir.



Şekil 14. Liflere paralel basınç direnci deneyi örnek boyutları ve basınç yönü (Yazıcı, 1998).

Odunun liflere paralel basınç direncini, rutubet oranı ve sıcaklık faktörlerindeki artış düşürmektedir. Tam kuru yoğunluk arttıkça liflere paralel basınç direnci de artmaktadır (Bozkurt, 1982). Anadolu kestanesi liflere paralel basınç direnci bakımından orta sınıfta bir oduna sahiptir (As vd., 2016). Liflere paralel basınç direncinin hesaplanmasında 9 numaralı eşitlikten faydalanılmıştır (Yıldız, 2002):

$$\sigma_{\beta} = \frac{F_{\max}}{a \times b} \text{ (kp/cm}^2\text{)} \quad (9)$$

Verilen eşitlikte;

σ_{β} : Liflere paralel basınç direnci (kp/cm²),

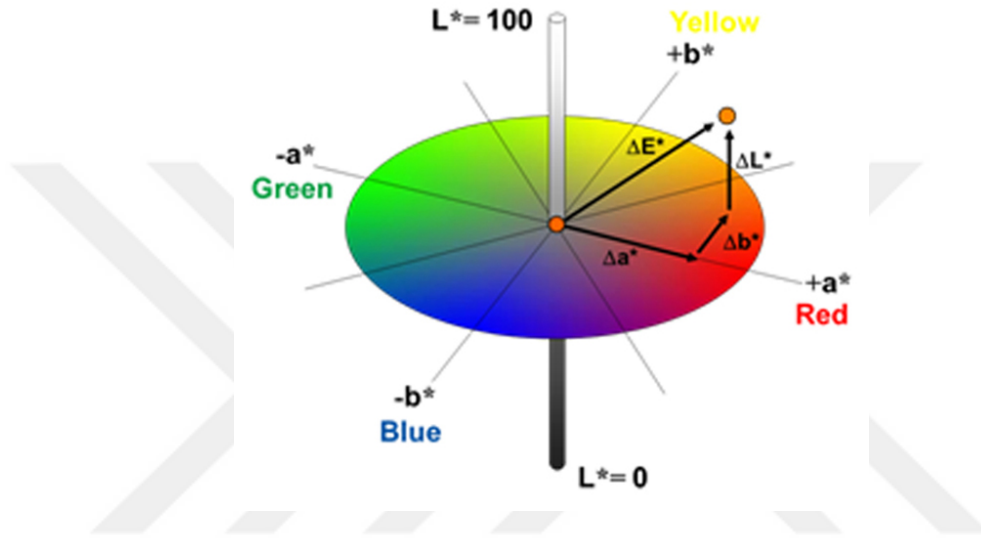
F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet (kp),

$a \times b$: Örnek enine kesit alanı (cm²) değerlerini ifade etmektedir.

2.2.5. Renk Özellikleri

Renk ölçümleri her bir deneme ağacından alınan (Lif*Teğ*Rad) 150*150*50 cm uzunluğundaki örnekler üzerinde teğet kesit üzerinde 5 farklı bölgeden yapılmıştır. Ölçümlerde kalibrasyonu yapılan, renk farkı kıyaslamasını bilgisayar programı aracılığıyla kendisi yapan Konica Minolta marka ölçüm cihazı kullanılmıştır. Örneklerin teğet yüzeyleri planya makinesi ile rendelenerek temizlenmiş, başka bir işleme tabii tutulmadan hava kurusu halde ölçüm gerçekleştirilmiştir. Kontrol örnekleri ile doğal şartlarda yıkanan örnekler birbiriyle kıyaslanacak şekilde renk ölçümü yapılmış, sonrasında kontrol örnekleri 14 gün süreyle TS 6193 EN 84 esaslarına göre yıkanma işlemine tabi tutulmuştur (T.S.E.,

1997). Yıkanan örnekler hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuş, teğet yüzeyleri yeniden planya makinesiyle rendelenmiş ve yıkanma öncesi renkleriyle yıkanma sonrası renkleri kıyaslanacak şekilde tekrar aynı yüzeylerden ölçüm gerçekleştirilmiştir. Son olarak Borçka ve Perşembe yöresi örneklerini karşılaştırabilmek amacıyla her iki bölge örnekleri birbiriyle kıyaslanacak şekilde ölçüm gerçekleştirilmiştir. Şekil 15'te CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) renk sistemine göre renk skalası verilmiştir.



Şekil 15. CIE renk sistemine göre renk bölgeleri (URL-8, 2019).

CIE renk skalasında 'L*(D65)' yönü siyah (-) ve beyaz (+) arasındaki değişimin karşılığıdır. ΔL değerindeki artış beyazlaşma, azalma ise siyahlaşma anlamı taşır. 'a*(D65)' yönü yeşil (-) ile kırmızı (+) arasındaki değişimin karşılığıdır. Δa değerindeki artış kızarma, azalma ise yeşillenme anlamındadır. 'b*(D65)' yönü mavi (-) ile sarı (+) arasındaki değişimin karşılığıdır. Δb değerindeki artış rengin sarardığını, azalma ise mavileştiğini gösterir. Odunda renk değişimi, rengin üç farklı yönde hareketinin toplamı olarak ΔE ile ifade edilir (Ekinci, 2011). Deneyde 'L*(D65)' yönü değeri beyazlık, 'a*(D65)' yönü değeri kızarma, 'b*(D65)' yönü değeri sararma bakımından ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca ΔE değeri ile odundaki toplam renk değişimi de tahlil edilmiştir.

2.2.6. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, TS 2495 EN ISO 3274 standardı doğrultusunda (T.S.E., 2005), ardışık profil değişimini ölçebilen, temas uçlu (iğneli) yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı kullanılarak teğet kesitte liflere dik yönde yapılmıştır. Cihaz, kullanım öncesi 3,14 değerine göre kalibre edilmiştir. TS EN 10049 doğrultusunda (T.S.E., 2014) örneklerden her biri için 5'er adet ölçüm alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü 'Ra' değerleri tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü deneyinde renk ölçümünde kullanılan örneklerden faydalanılmıştır. Kontrol örnekleri ile doğal şartlarda yıkanan örnekler birbiriyle kıyaslanacak şekilde pürüzlülük ölçümü yapılmış, sonrasında kontrol örnekleri 14 gün süreyle yıkanma işlemine tabi tutulmuş, hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuş, teğet yüzeyleri yeniden planya makinesiyle rendelenmiş ve tekrar aynı yerden ölçüm gerçekleştirilmiştir. Şekil 16'da yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazının kaydettiği bir ölçme işlemine ait grafik görülmektedir.



Şekil 16. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm uzunluğu ve grafik çıktısı (Ekinci, 2011).

Yüzey pürüzlük cihazlarıyla yapılan ölçümlerde üç farklı değer elde edilmektedir. 'Ra' değeri, ölçüm yapılan alandaki ortalama yükseklik farkını ifade etmektedir. Pürüzlülük ölçümlerinde en fazla kullanılan parametredir ve cihaz üzerinden doğrudan okunabilmektedir. 'Rz' değeri ölçüm aralığındaki 5 en büyük ve 5 en küçük değerlerin ortalamasıdır. 'Ry' değeri ise tüm ölçüm uzunluğundaki en yüksek değer ile en düşük değerlerin toplamını ifade etmektedir (Ekinci, 2011). Yapılan deneyde 'Ra' ve 'Rz' değerleri kaydedilmiş, 'Ra' değeri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

2.2.7. Kimyasal Analiz

Kimyasal analiz işlemlerinde kullanılan odun örnekleri hava kurusu rutubetteyken, örnek grupları birbirine karışmayacak şekilde keserle yarılarak kibrit çöpü büyüklüğünde parçalar haline getirilmiş, ardından WILLEY tipi değirmende öğütülerek 60 mesh elekten geçirilmiştir. Elde edilen odun parçacıkları kimyasal analiz işlemine kullanılmıştır. Kimyasal analizler, Antioksidan Aktivite Belirleme ve HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) analizi olarak iki kısımda yapılmıştır.

2.2.7.1. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Antioksidan aktivite; toplam polifenol miktarı, toplam flavonoid miktarı, kondanse tanen miktarı ve FRAP (Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) metodu olmak üzere 4 parametre bazında araştırılmıştır.

2.2.7.1.1. Ekstraksiyon Hazırlanması

Örneklerdeki antioksidan miktarının tespit edilebilmesi için her bir örnek grubundan elde edilen odun parçacıklarından 4 g numune üzerine 40 ml metanol eklenmiş, 180 rpm hızda 24 saat süreyle çalkalanmıştır. Ardında elde edilen ekstraktlar önce 4 numaralı filtre kağıdından sonra enjektörlü filtreden geçirilmiş ve 4 °C sıcaklıkta muhafaza edilerek kimyasal analiz işlemine tabi tutulmak üzere kimya laboratuvarına götürülmüştür. Şekil 17'de antioksidan aktivitenin belirlenmesi için hazırlanan ekstraktların son aşaması görülmektedir.



Şekil 17. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için hazırlanan ekstraktların son aşaması

2.2.7.1.2. Toplam Polifenol Miktarının Belirlenmesi

Analiz, Folin-Ciocalteu ayracına (Slinkard ve Singleton, 1977) göre yapılmıştır. Toplam fenolik madde tayininin esası fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin - Ciocalteu ayracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin-Ciocalteu ayracı burada oksitleyici bileşik olarak rol almaktadır. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayracın oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesiyle, analizi yapılan örnekteki fenolik bileşiklerin toplam miktarlarının hesaplanması mümkün olmaktadır. Oluşan kompleksin renk şiddeti fenolik maddelerin konsantrasyonu ile doğru orantılı olup, 760 nm’de absorbans vermektedir.

Çalışmada, standart garfiğin hazırlanmasında, fenolik bir madde olan gallik asit standardı kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965; Slinkard ve Singleton, 1977). Gallik asidin farklı konsantrasyonları (0,5- 0,25- 0,125- 0,0625- 0,03125 ve 0,015625 mg/mL) hazırlanıp, absorbansları okunmuştur. Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile grafik çizilmiştir. Çizilen grafiğe göre numune ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı bulunmuş, seyreltme faktörleri de dikkate alınarak asıl numunenin mg GAE (Gallik asit eşdeğeri) /g numune olarak fenolik madde miktarı bulunmuştur.

2.2.7.1.3. Toplam Flavonoid Madde Miktarının Belirlenmesi

Fenolik bileşiklerden flavonollerin tayini Fukumoto & Mazza yöntemine (Fukumoto ve Mazza, 2000) göre yapılmıştır.

Çalışmada metanolik olarak hazırlanan her bir örnek grubuna ait kestane odunu örnek grubu ekstraktları kullanılmıştır. Aynı zamanda standart olarak Kuarsetinin 0,25 - 0,125 - 0,0625 - 0,03125 - 0,015625 mg/mL'lik farklı konsantrasyonları hazırlanıp absorbans değerleri okunmuştur. Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile grafik çizilmiştir. Çizilen grafiğe göre kestane odunu örnek grubu ekstraktlarının toplam flavonoid madde miktarı bulunmuş, seyreltme faktörleri de dikkate alınarak asıl numunenin mg QAE (Kuarsetin eşdeğeri) /g kestane odun örnek grubu olarak flavonoid madde miktarı tespit edilmiştir.

2.2.7.1.4. Kondanse Tanen Miktarının Belirlenmesi

Kondanse tanen tayini Juluken-Titto metoduna (Julkunen-Tiitto, 1985) göre yapılmıştır. Standart ve analizi yapılacak numuneden 50µL alınmış ve üzerine 1.5 mL %4 vanillin çözeltisi (metanolde) ilave edilmiştir. Daha sonra derişik 750 µL HCl (Hidroklorik asit) ilave edilmiş, vorteks yapılmış ve karanlıkta 20 dakika bekletildikten sonra 500 nm'de absorbansları okunmuştur. Standart olarak kateşin (1- 0,05 mg/mL arasında) kullanılmıştır.

2.2.7.1.5. FRAP Metodu

Bu yöntemin ilkesi; antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu, oksidan olarak kullanılan ferrik-tripiridiltriazin kompleksinin, renkli formdaki ferro (Fe^{2+}) formuna indirgenmesine dayanmaktadır. Bu yöntem ile, 1 mmol L⁻¹ demir sülfata ($FeSO_4$) eşdeğer, ferrik indirgeme yeteneğine sahip antioksidanların konsantrasyonu belirlenmektedir. FRAP yöntemi nispeten basit bir yöntem olup, kolaylıkla standardize edilebilmektedir (Guo vd., 2003).

2.2.7.2. HPLC Analizleri

2.2.7.2.1. Ekstraksiyon Hazırlanması

15 gr toz örnek grubu numunlerine 300 ml metanol eklenmiş ve manyetik karıştırıcıda 1000 rpm de 4 saat boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra solüsyon içerisindeki parçalardan arındırmak için Whatman 4 nolu kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen solüsyonların çözücüleri evaporatörde 60 °C’de uzaklaştırılmıştır. Ölçüm yapılan balon joculararın önceki ve sonraki ağırlıkları arasındaki fark alınarak katı madde miktarı belirlenmiştir. Elde edilen ağırlık değerleri ve katı madde miktarı Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Balon joculararın önceki ve sonraki ağırlıkları arasındaki fark ve katı madde miktarı

Örnek bölgesi	Örnek niteliği	Önceki ağırlık (g)	Sonraki ağırlık (g)	Katı madde miktarı (g)
Borçka örnekleri	Hiç yıkanmamış	149,9579	151,352	1,3941
	2 Gün Yıkanmış	182,4437	183,8202	1,3765
	6 Gün Yıkanmış	107,9804	108,0608	0,0804
	14 Gün Yıkanmış	147,5191	148,3766	0,8575
	Doğal Yıkanmış	148,3319	148,9484	0,6165
Perşembe örnekleri	Hiç yıkanmamış	146,7613	147,7588	0,9975
	2 Gün Yıkanmış	149,8968	150,5572	0,6604
	6 Gün Yıkanmış	147,3558	148,1025	0,7467
	14 Gün Yıkanmış	146,6666	147,3082	0,6416
	Doğal Yıkanmış	148,4334	149,1907	0,7573

Katı madde miktarı belirlendikten sonra tüm ekstraktlar 50mg/mL olacak şekilde son konsantrasyona getirilmiş ve HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazında

okuma yapılmadan önce enjektörlü filtreden geçirilerek ve küçük kirliliklerden arındırılmıştır. Şekil 18’de ekstraksiyon sürecinin aşamaları görülmektedir.



Şekil 18. HPLC analizi için ekstraksiyon süreci

2.2.7.2.2. HPLC Analizinin Yapılması

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), hareketli fazın sıvı olduğu, yüksek basınç altında hareketli faz ile sabit faz arasında maddelerin dağılması esasına dayanmaktadır. Duyarlılığı yüksektir. Kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir. Uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca bozulabilen bileşiklerin ayrılmasına uygundur. HPLC ünitesi; pompa, degazör, oto örnekleyici ve kolon fırınından oluşmaktadır. SPD-M20A, RID-20A Refraktif İndeks Absorbans, Spektrofotometrik Flurosans dedektörleri ve C18, NH₂, PAH kolonları mevcuttur. Bal ve meyve sularının analizinde, kuru yemişlerde aflatoxin analizlerinde ve fenolik madde belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (URL-9, 2019).

HPLC süreci, örneğin kolona enjeksiyonu ile başlar. Bileşenlerin ayrılması, analit ve hareketli fazın kolona pompalanması ile devam eder. Ayrılarak sürüklenen her bir bileşenin pikleri kaydedilir. Her bir bileşen için alınan dedektör cevabı bir kaydedici veya bilgisayar ekranında kromatogram olarak görüntülenir (URL-9, 2019).

2.2.8. Mantar Çürüklüğü

Mantar çürüklük deneyi EN 113 standardının modifiye edilmiş şekliyle (Lif*Teğet*Radyal) 25*7,5*12,5 mm ölçülerindeki örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Deneyde, kestane ağacının geniş yapraklı olması ve geniş yapraklı ağaçları yıkımlayan mantarların ağırlıklı olarak beyaz çürüklük mantarları olması dikkate alınarak standartta öngörüldüğü üzere en agresif olan *Trametes versicolor* mantarı kullanılmıştır. Mantar hüflerinin yetiştirilmesi için 1 litre saf suya 48 g malt- agar eklenmiş, homojen bir şekilde karışması için manyetik karıştırıcıda 5 dakika karıştırılmıştır. Çözelti sterilize edilmek üzere 1 litrelik erlenlerin içinde ağzları alüminyum folyo ile kaplanarak 121 °C'deki otoklavda 30 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda otoklavdan çıkarılarak UV ışığı altında steril kabinde soğumaya bırakılmışlardır. Soğuyan çözeltilerden her steril plastik petri kabına bir miktar agar aktarılmış ve 1 gün boyunca UV kabininde bekletilmiştir. Agar çözeltileri iyice katılaştıktan sonra petrilere mantar miselleri aşılacaktır. Misellerin petrilere iyice sarması için 20 °C ve % 65 bağıl nem koşullarındaki iklim dolabında bir hafta bekletilmiştir.

Deneyde kullanılacak olan örnekler 103±2 °C'lik etüvde değişmeyen ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir. Hava kuru rutubete gelmesi sağlanan örnekler daha sonra otoklavda 120 °C'de 40 dakika sterilize edilmişlerdir. Soğuduktan sonra her bir petriye karışık olarak 2 şer örnek yerleştirilmiş, 60 gün süreyle 24 °C ve % 70 bağıl nemli bir odada mantar saldırısına maruz bırakılmıştır, Deney sonrasında mantar miselleri örneklerden temizlenmiş, ikinci kez tam kuru ağırlıkları belirlenerek ağırlık kayıpları hesaplanmış ve biyolojik dayanım özelliklerinde meydana gelen değişiklikler değerlendirilmiştir.

Deneyde kullanılan mantarın etkisini değerlendirmek üzere kayın örnekler kullanılmış, doğal dayanıklı ağaç kategorisinde bulunan kestane odununun oluşturacağı yanıtıcı etki böylece ortadan kaldırılmıştır. Şekil 19'da mantar hüflerinin üzerine yerleştirilen deney örnekleri görülmektedir.



Şekil 19. Petri kaplarına yerleştirilen deney örnekleri

2.2.9. İstatistik Uygulama

Tez kapsamında yapılan deneylerin ölçümlerine ilişkin veriler SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak ve % 95 güven düzeyi esas alınmak suretiyle analiz edilmiştir. Her bir özellik için aritmetik ortalama, standart sapma ile minimum ve maksimum değerler belirlenmiştir. Yapılan çalışmada hem bölge bazında hem de örneklerin yıkanma durumuna göre değerlendirme yapılmıştır. Yıkanmış-yıkanmamış örnekler ve bölgeler arasında istatistiksel anlamda bir farklılık olup olmadığı basit varyans analizi (BVA) ile belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler “Duncan” homojenlik grupları ile karşılaştırılmıştır. Homojenlik değerlerini ifade eden harfler yüksek ortalamadan düşüğe doğru sıralanmıştır. İstatistiksel açıdan aynı olan gruplar aynı harf koduyla kodlanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Tam Kuru Yoğunluk

3.1.1. Yıkanma İşleminde Önce Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluk değerlerinin belirlenmesinde kullanılan örneklerin, hiçbir işlem yapılmadan belirlenen tam kuru yoğunluk değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Hiçbir işlem yapılmadan elde edilen tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm³)

Odun Türü	Örnek Bölgesi	Örnek Niteliği	Tam Kuru Yoğunluk Değerleri (g/cm ³)			
			Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Anadolu Keşanesi	Artvin/Borçka	Doğal Yıkanmış	0,457	0,014	0,442	0,484
		Hiç Yıkanmamış	0,447	0,045	0,371	0,526
	Ordu/Perşembe	Doğal Yıkanmış	0,518	0,041	0,476	0,603
		Hiç Yıkanmamış	0,469	0,049	0,406	0,568

3.1.2. Yıkanma İşleminde Sonra Tam Kuru Yoğunluk Değişimi

Yıkanma işlemi sonrasındaki tam kuru yoğunluk değişimlerine ilişkin istatistiksel veriler karşılaştırmalı olarak Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Örneklerin yıkanma işlemi sonrasındaki tam kuru yoğunluk değişimleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Öncesi Değerler				Yıkanma Durumu	Yıkanma Sonrası Değerler			
	Art Ort	Std Sap	Min	Mak		Art Ort	Std Sap	Min	Mak
Artvin/Borçka	0,451	0,037	0,394	0,495	2 Gün Yıkanmış	0,449	0,039	0,390	0,497
	0,449	0,043	0,383	0,526	6 Gün Yıkanmış	0,449	0,039	0,377	0,521
	0,449	0,046	0,383	0,514	14 Gün Yıkanmış	0,434	0,045	0,370	0,495
Ordu/Perşembe	0,468	0,048	0,408	0,541	2 Gün Yıkanmış	0,465	0,047	0,404	0,539
	0,468	0,053	0,406	0,562	6 Gün Yıkanmış	0,465	0,047	0,402	0,544
	0,472	0,053	0,406	0,568	14 Gün Yıkanmış	0,451	0,049	0,392	0,559

Deneyleerde kullanılan örneklere ait tam kuru yoğunluk değerlerinin yıkanma durumuna göre karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Örneklerin yıkanma işlemi sonrasındaki tam kuru yoğunluk değişimlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Örneğin Alındığı Bölge	Varyansın Kaynağı	Karelerin Toplamı	Ser. Değeri	Karelerin Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Artvin/ Borçka	Gruplar arası	0,005	6	0,001	0,399	0,878
	Grup içi	0,204	105	0,002		
	Toplamı	0,209	111			
Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	0,005	6	0,001	0,361	0,902
	Grup içi	0,250	103	0,002		
	Toplamı	0,255	109			
İki Bölge Birlikte	Gruplar arası	0,031	13	0,002	1,101	0,360
	Grup içi	0,454	208	0,002		
	Toplamı	0,486	221			

Her iki bölgeden alınan örnekler birlikte ve ayrı ayrı değerlendirildiğinde doğal şartlarda yıkanmış ve hiç yıkanmamış örnekler arasında basit varyans analizi sonuçlarına göre (önem derecesi <0.05) tam kuru yoğunluk değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılık saptanmamıştır.

3.2. Su Alma Oranı ve Su İticilik

3.2.1. Yıkanma İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (gram)

Su alma oranı ve su iticilik etkisi deneylelerinde kullanılan örneklerden yıkanma işlemine tabi tutulanlarda yıkanma sonrası meydana gelen ağırlık değişimlerine ilişkin istatistiksel veriler gram birimiyle karşılaştırmalı olarak Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Örneklerin yıkanma işlemi sonrasındaki ağırlık değişimleri (gram)

Örnek Bölgesi	Yıkanma Öncesi Değerler				Yıkanma Durumu	Yıkanma Sonrası Değerler			
	Art Ort	Std Sap	Min	Mak		Art Ort	Std Sap	Min	Mak
Artvin/ Borçka	5,741	0,405	5,170	6,350	2 Gün Yıkanmış	5,651	0,392	5,080	6,230
	5,744	0,476	5,070	6,810	6 Gün Yıkanmış	5,554	0,469	4,890	6,590
	5,737	0,499	5,050	6,320	14 Gün Yıkanmış	5,469	0,490	4,800	6,070
Ordu/ Perşembe	5,823	0,579	5,090	6,680	2 Gün Yıkanmış	5,715	0,547	5,010	6,570
	5,777	0,555	5,170	6,640	6 Gün Yıkanmış	5,595	0,526	5,000	6,420
	5,834	0,551	5,080	6,730	14 Gün Yıkanmış	5,559	0,518	4,850	6,590

3.2.2. Yıkanma İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (%)

Su alma oranı ve su iticilik etkisi deneylerinde kullanılan örneklerden yıkanma işlemine tabi tutulanlarda yıkanma sonrası meydana gelen yüzdelik ağırlık değişimlerine ilişkin istatistiksel veriler karşılaştırmalı olarak Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Yıkanma sonrası meydana gelen yüzdelik ağırlık değişimleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Durumu	Yıkanma Sonrası Değişim %			
		Art.Ort.	Std.Sap.	Min.	Max.
Artvin/Borçka	2 Gün Yıkanmış	-1,549	0,265	-1,161	-2,000
	6 Gün Yıkanmış	-3,306	0,630	-2,610	-4,562
	14 Gün Yıkanmış	-4,694	0,431	-3,865	-5,284
Ordu/Perşembe	2 Gün Yıkanmış	-1,805	1,165	-0,575	-4,688
	6 Gün Yıkanmış	-3,127	1,114	-1,433	-5,128
	14 Gün Yıkanmış	-4,682	1,868	-2,080	-8,764

3.2.3. Su alma Oranı ve Su İticilik Etkisi Değerleri

Su alma oranı ve su iticilik etkisi deneylerinin değerlendirilmesinde kullanılan örneklerin, su alma deneyi sonrasındaki yüzde ağırlık artışlarına ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri 9, 10, 11, 12 ve 13 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 9. Kontrol örneklerine ilişkin su alma oranı değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	SAO (%)		SİE (%)	
		Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Artvin/Borçka	30 Dakika	12,192	2,393		
	1 Saat	17,945	8,451		
	2 Saat	25,103	2,074		
	4 Saat	30,730	2,116		
	6 Saat	35,121	4,800		
	1 Gün	62,155	4,220		
	2 Gün	81,618	7,363		
	4 Gün	104,293	11,454		
	6 Gün	117,437	11,810		
	8 Gün	123,309	13,461		
	10 Gün	127,911	13,548		
	12 Gün	131,685	13,903		
	14 Gün	134,754	14,832		
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	12,664	4,049	
1 Saat		16,545	7,808		
2 Saat		23,932	4,423		
4 Saat		29,015	4,624		
6 Saat		34,123	4,984		
1 Gün		59,503	5,337		
2 Gün		79,492	5,743		
4 Gün		102,456	6,330		
6 Gün		115,624	7,137		
8 Gün		121,259	7,576		
10 Gün		125,633	7,877		
12 Gün		129,232	8,754		
14 Gün		132,157	9,604		

Tablo 10. Doğal şartlarda yıkanan örneklerle ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	SAO (%)		SİE (%)	
		Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Artvin/Borçka	30 Dakika	12,879	1,365	-5,628	1,120
	1 Saat	16,972	2,019	14,718	1,014
	2 Saat	21,781	2,141	13,234	0,853
	4 Saat	26,310	3,189	14,384	1,038
	6 Saat	30,541	3,593	15,792	0,991
	1 Gün	53,692	6,147	13,616	0,989
	2 Gün	74,354	5,908	8,901	0,724
	4 Gün	100,624	7,130	3,517	0,684
	6 Gün	113,513	7,435	3,342	0,633
	8 Gün	120,196	7,358	2,524	0,597
	10 Gün	124,896	8,334	2,357	0,652
	12 Gün	129,513	7,563	1,649	0,574
	14 Gün	133,538	7,055	0,902	0,524
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	13,195	2,332	-4,190
1 Saat		17,434	2,832	8,164	1,492
2 Saat		21,270	3,337	11,125	1,394
4 Saat		25,506	4,068	12,092	1,402
6 Saat		29,860	4,923	12,494	1,443
1 Gün		51,908	8,306	12,764	1,396
2 Gün		69,883	11,616	12,089	1,461
4 Gün		90,364	12,677	11,802	1,237
6 Gün		102,314	11,718	11,511	1,013
8 Gün		108,356	11,833	10,640	0,976
10 Gün		113,339	11,923	9,786	0,949
12 Gün		117,488	12,143	9,088	0,940
14 Gün		120,776	11,967	8,611	0,906

Tablo 11. 2 Gün yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	SAO (%)		SİE (%)	
		Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Artvin/Borçka	30 Dakika	16,270	5,410	-20,632	3,699
	1 Saat	22,990	4,580	-10,894	2,119
	2 Saat	29,820	3,930	-11,552	0,819
	4 Saat	36,660	3,610	-12,662	0,713
	6 Saat	44,270	4,520	-13,838	0,829
	1 Gün	66,210	5,760	-3,307	0,333
	2 Gün	85,460	6,880	-3,058	0,500
	4 Gün	104,830	9,990	-0,263	0,059
	6 Gün	115,000	11,460	1,757	0,569
	8 Gün	121,520	12,140	0,657	0,066
	10 Gün	128,660	12,940	-0,492	0,056
	12 Gün	133,130	14,450	-0,775	0,059
	14 Gün	135,080	14,460	-0,132	0,054
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	17,250	2,420	-18,904
1 Saat		24,200	3,340	-12,042	2,306
2 Saat		29,180	4,070	-7,690	1,720
4 Saat		35,810	4,450	-9,710	1,833
6 Saat		43,840	4,620	-14,532	2,290
1 Gün		65,920	5,550	-2,941	1,195
2 Gün		86,650	6,170	-3,142	1,047
4 Gün		106,290	7,500	0,193	0,064
6 Gün		116,900	8,690	1,752	0,482
8 Gün		123,530	9,590	1,080	0,521
10 Gün		131,150	10,860	-0,691	0,062
12 Gün		135,730	11,630	-1,462	0,717
14 Gün		136,430	11,880	-0,100	0,067

Tablo 12. 6 Gün yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	SAO (%)		SİE (%)	
		Art.Ort.	Std.Sap.	Art.Ort.	Std.Sap.
Artvin/Borçka	30 Dakika	15,614	3,490	-31,274	3,733
	1 Saat	22,161	4,829	-12,282	2,721
	2 Saat	29,501	5,461	-17,726	2,244
	4 Saat	35,514	5,785	-15,561	1,803
	6 Saat	43,201	6,988	-18,922	1,727
	1 Gün	62,985	7,429	-1,264	0,913
	2 Gün	80,846	7,196	0,783	0,582
	4 Gün	102,049	9,282	1,882	0,458
	6 Gün	113,611	10,191	3,072	0,454
	8 Gün	121,703	11,530	1,046	0,534
	10 Gün	129,781	12,356	-1,641	0,456
	12 Gün	135,579	13,394	-3,096	0,460
	14 Gün	136,947	13,823	-1,804	0,482
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	13,316	4,148	-15,427
1 Saat		19,303	3,669	-6,087	2,306
2 Saat		27,306	4,542	-17,121	2,010
4 Saat		34,006	4,873	-19,041	1,415
6 Saat		42,235	5,016	-25,641	1,322
1 Gün		61,694	5,218	-4,028	0,661
2 Gün		83,239	4,953	-4,634	0,507
4 Gün		104,582	5,230	-1,835	0,452
6 Gün		117,646	6,431	-1,323	0,365
8 Gün		125,356	8,037	-2,861	0,376
10 Gün		135,028	9,111	-6,930	0,459
12 Gün		139,518	9,846	-7,343	0,474
14 Gün		141,147	10,528	-6,145	0,452

Tablo 13. 14 Gün yıkanan örneklere ilişkin su alma oranı ve su iticilik etkisi değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	SAO (%)		SİE (%)	
		Art.Ort.	Std.Sap.	Art.Ort.	Std.Sap.
Artvin/Borçka	30 Dakika	10,548	2,649	9,873	3,284
	1 Saat	15,748	2,121	19,890	1,455
	2 Saat	21,986	2,413	12,112	1,081
	4 Saat	28,206	2,928	8,059	0,978
	6 Saat	35,280	3,446	2,647	0,937
	1 Gün	53,745	5,632	13,389	0,901
	2 Gün	75,168	6,263	7,456	0,917
	4 Gün	95,872	7,595	7,543	0,745
	6 Gün	109,336	8,498	6,432	0,745
	8 Gün	119,336	10,136	2,752	0,722
	10 Gün	130,242	10,989	-2,174	0,586
	12 Gün	135,388	11,749	-3,185	0,666
	14 Gün	137,921	12,884	-2,663	0,586
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	9,159	3,611	24,984
1 Saat		15,643	3,519	15,897	1,833
2 Saat		23,789	3,103	-1,186	1,653
4 Saat		30,092	3,883	-4,715	1,343
6 Saat		38,226	3,340	-13,329	1,350
1 Gün		57,294	3,504	3,267	0,779
2 Gün		78,476	3,517	0,784	0,088
4 Gün		98,779	3,178	3,306	0,598
6 Gün		111,299	3,753	3,465	0,590
8 Gün		120,724	4,442	0,212	0,053
10 Gün		130,212	5,815	-3,870	0,585
12 Gün		134,554	6,559	-4,363	0,598
14 Gün		136,990	6,537	-3,942	0,599

Örneklerin yıkanma durumuna göre su alma oranı ve su iticilik etkisine ilişkin yüzdelik değişim oranları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Yıkanma durumuna göre su alma oranı ve su iticilik etkisi değerlerine ilişkin yüzdelik değişim oranları

Yıkanma Durumu	Su Alma Oranı Değişimi (%)		Su İticilik Etkisi Değişimi (%)	
	Borçka	Perşembe	Borçka	Perşembe
Doğal Yıkanmış	-0,902	-8,611	0,902	8,611*
2 Gün Yıkanmış	0,244	3,236	-0,132	-0,100
6 Gün Yıkanmış	1,628	6,803	-1,804	-6,145
14 Gün Yıkanmış	2,350	3,657	-2,663	-3,942

* Ham verileri istatistik değerlendirmede %95 güven düzeyini geçememiştir.

Deneylede kullanılan örneklere ait su alma oranı değerlerinin (%) yıkanma durumuna göre karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 15 ve 16 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 15. Deneylerde kullanılan örneklere ait su alma oranı değerlerinin basit varyans analizi sonuçları

Yıkama Süresi	Örneğin Alındığı Bölge	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Kontrol Örnekleri	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	447343,463	12	37278,622	394,102	0,000
		Grup içi	18445,326	195	94,591		
		Toplamı	465788,789	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	436302,078	12	36358,506	809,404	0,000
		Grup içi	8759,421	195	44,920		
		Toplamı	445061,499	207			
Doğal Yıkanan Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	335094,284	12	27924,524	817,046	0,000
		Grup içi	4887,370	143	34,177		
		Toplamı	339981,654	155			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	261057,382	12	21754,782	246,144	0,000
		Grup içi	12638,676	143	88,382		
		Toplamı	273696,059	155			
2 gün Yıkanan Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	399813,346	12	33317,779	378,234	0,000
		Grup içi	17177,125	195	88,088		
		Toplamı	416990,471	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	414795,025	12	34566,252	590,016	0,000
		Grup içi	11424,136	195	58,585		
		Toplamı	426219,161	207			
6 Gün Yıkanan Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	412429,381	12	34369,115	402,061	0,000
		Grup içi	16669,039	195	85,482		
		Toplamı	429098,420	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	435784,161	12	36315,347	768,150	0,000
		Grup içi	8604,295	182	47,276		
		Toplamı	444388,456	194			
14 Gün Yıkanan Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	454999,993	12	37916,666	585,200	0,000
		Grup içi	12634,559	195	64,793		
		Toplamı	467634,552	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	464386,759	12	38698,897	1577,722	0,000
		Grup içi	4783,024	195	24,528		
		Toplamı	469169,784	207			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkama sonrasında deneylerde kullanılan örneklerde yıkama süreleri dikkate alındığında her iki bölge için de su alma oranı değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 16. Su alma oranlarına ilişkin Duncan homojenlik grupları

Borçka rnekleri		Perşembe rnekleri	
Yıkama Süreleri	Homojenlik Grupları	Yıkama Süreleri	Homojenlik Grupları
Kontrol rnekleri	ı	Kontrol rnekleri	k
Doğal Yıkamış	j	Doğal Yıkamış	ı
2 Gün Yıkamış	j	2 Gün Yıkamış	j
6 Gün Yıkamış	k	6 Gün Yıkamış	m
14 Gün Yıkamış	k	14 Gün Yıkamış	k

Deneylede kullanılan örneklere ait su iticilik etkisi değerlerinin (%) yıkama durumuna göre karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 17 ve 18 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 17. Su iticilik etkisi değerlerinin basit varyans analizi sonuçları

Yıkama Süresi	rneğin Alındığı Bölge	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	nem Derecesi
Doğal Yıkanan rnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	6837,574	12	569,798	8,396	0,000
		Grup içi	9705,313	143	67,869		
		Toplamı	16542,887	155			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	2832,646	12	236,054	1,407	0,169
		Grup içi	23986,275	143	167,736		
		Toplamı	26818,921	155			
2 gün Yıkanan rnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	9911,962	12	825,997	4,78	0,000
		Grup içi	33693,672	195	172,788		
		Toplamı	43605,635	207			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	8556,259	12	713,022	3,164	0,000
		Grup içi	43949,049	195	225,38		
		Toplamı	52505,308	207			
6 Gün Yıkanan rnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	21671,723	12	1805,977	6,681	0,000
		Grup içi	52709,023	195	270,303		
		Toplamı	74380,746	207			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	10503,544	12	875,295	3,207	0,000
		Grup içi	49680,897	182	272,972		
		Toplamı	60184,441	194			
14 Gün Yıkanan rnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	8888,23	12	740,686	4,739	0,000
		Grup içi	30479,757	195	156,306		
		Toplamı	39367,987	207			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	18074,053	12	1506,171	9,127	0,000
		Grup içi	32178,661	195	165,019		
		Toplamı	50252,714	207			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkanma sonrasında deneylerde kullanılan örneklerde yıkanma süreleri dikkate alındığında Perşembe örneklerinden doğal yıkananlar haricinde su iticilik etkisi değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 18. Su iticilik etkisi değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Borçka Örnekleri		Perşembe Örnekleri	
Yıkanma Süreleri	Homojenlik Grupları	Yıkanma Süreleri	Homojenlik Grupları
Doğal Yıkanmış	d	Doğal Yıkanmış	b
2 Gün Yıkanmış	c	2 Gün Yıkanmış	d
6 Gün Yıkanmış	d	6 Gün Yıkanmış	d
14 Gün Yıkanmış	e	14 Gün Yıkanmış	d

3.3. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik

Deney örneklerinin yıkanma durumuna göre her bir periyot sonrasında ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri 19, 20, 21, 22 ve 23 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 19. Kontrol örneklerine ilişkin genişleme miktarı değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkama Süresi	GM (%)		GET (%)	
		Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Artvin/Borçka	30 Dakika	1,190	0,191		
	1 Saat	2,611	0,200		
	2 Saat	4,011	0,790		
	4 Saat	5,250	0,646		
	6 Saat	6,279	0,552		
	1 Gün	8,689	0,660		
	2 Gün	9,202	0,867		
	4 Gün	9,533	0,926		
	6 Gün	9,568	0,905		
	8 Gün	9,599	0,896		
	10 Gün	9,668	0,898		
	12 Gün	9,638	0,919		
	14 Gün	9,617	0,944		
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	1,728	0,400	
1 Saat		3,197	0,778		
2 Saat		4,398	0,746		
4 Saat		5,780	0,775		
6 Saat		6,962	0,725		
1 Gün		9,766	1,141		
2 Gün		10,279	1,278		
4 Gün		10,582	1,337		
6 Gün		10,670	1,323		
8 Gün		10,679	1,384		
10 Gün		10,736	1,368		
12 Gün		10,782	1,392		
14 Gün		10,797	1,323		

Tablo 20. Doğal şartlarda yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	GM %		GET %	
		Art.Ort.	Std.Sap.	Art.Ort.	Std.Sap.
Artvin/Borçka	30 Dakika	1,940	0,305	-48,417	7,177
	1 Saat	2,914	0,323	-4,147	2,977
	2 Saat	4,099	0,324	-5,744	1,660
	4 Saat	5,271	0,385	-3,788	1,412
	6 Saat	6,112	0,462	2,360	1,360
	1 Gün	8,847	0,768	-5,219	1,973
	2 Gün	9,508	0,729	-3,253	2,059
	4 Gün	9,803	0,814	-2,205	2,077
	6 Gün	9,883	0,822	-3,095	2,151
	8 Gün	9,656	1,524	-3,596	2,160
	10 Gün	10,011	0,760	-3,657	2,013
	12 Gün	10,037	0,762	-4,459	2,035
	14 Gün	10,048	0,765	-4,796	2,031
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	2,045	0,440	-18,350
1 Saat		2,885	0,501	9,778	1,568
2 Saat		3,984	0,600	9,417	1,365
4 Saat		5,094	0,705	11,865	1,220
6 Saat		6,164	0,758	11,460	1,088
1 Gün		9,170	0,827	6,105	0,847
2 Gün		9,961	0,868	3,094	0,844
4 Gün		10,258	0,915	3,059	0,865
6 Gün		10,365	0,910	2,861	0,852
8 Gün		10,425	0,951	2,380	0,890
10 Gün		10,525	0,978	1,959	0,911
12 Gün		10,534	1,012	2,303	0,939
14 Gün		10,411	0,954	3,573	0,883

Tablo 21. 2 Gün yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	GM %		GET %	
		Art.Ort.	Std.Sap.	Art.Ort.	Std.Sap.
Artvin/Borçka	30 Dakika	1,273	0,248	-2,794	1,949
	1 Saat	2,372	0,373	7,667	1,538
	2 Saat	3,922	0,627	5,312	1,137
	4 Saat	5,496	0,570	-0,351	0,064
	6 Saat	6,902	0,548	-4,759	0,930
	1 Gün	8,938	0,804	-0,084	0,069
	2 Gün	9,430	0,863	0,605	0,072
	4 Gün	9,624	0,911	1,204	0,060
	6 Gün	9,745	0,937	0,267	0,053
	8 Gün	9,845	0,897	0,231	0,059
	10 Gün	9,832	0,871	0,832	0,055
	12 Gün	9,902	0,949	0,124	0,059
	14 Gün	9,893	0,888	0,004	0,001
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	1,497	0,385	13,126
1 Saat		2,848	0,529	11,091	1,618
2 Saat		4,566	0,693	0,319	0,119
4 Saat		6,295	0,709	-5,623	1,059
6 Saat		7,790	0,872	-8,657	0,840
1 Gün		9,802	1,259	-4,806	1,059
2 Gün		10,266	1,372	-5,384	1,267
4 Gün		10,486	1,397	-4,882	1,242
6 Gün		10,598	1,427	-5,319	1,276
8 Gün		10,702	1,417	-6,030	1,280
10 Gün		10,708	1,404	-5,789	1,252
12 Gün		10,762	1,387	-5,705	1,280
14 Gün		10,743	1,415	-5,217	1,205

Tablo 22. 6 Gün yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	GM %		GET %	
		Art.Ort.	Std.Sap.	Art.Ort.	Std.Sap.
Artvin/Borçka	30 Dakika	1,194	0,237	-0,288	0,199
	1 Saat	2,477	0,368	5,114	1,420
	2 Saat	4,058	0,411	-2,598	1,567
	4 Saat	5,676	0,473	-8,466	0,933
	6 Saat	7,152	0,395	-14,154	0,623
	1 Gün	9,095	0,487	-4,939	0,566
	2 Gün	9,594	0,650	-4,621	0,647
	4 Gün	9,793	0,682	-3,064	0,611
	6 Gün	9,900	0,731	-3,762	0,598
	8 Gün	9,980	0,694	-4,286	0,595
	10 Gün	10,030	0,690	-4,084	0,630
	12 Gün	10,065	0,717	-4,756	0,607
	14 Gün	10,054	0,718	-4,896	0,594
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	1,625	0,546	1,183
1 Saat		2,711	0,738	12,098	1,982
2 Saat		4,458	0,934	-3,043	1,510
4 Saat		6,365	1,023	-11,600	1,136
6 Saat		7,883	1,080	-14,239	0,993
1 Gün		9,899	1,401	-2,039	0,535
2 Gün		10,385	1,561	-1,633	0,053
4 Gün		10,608	1,629	-0,835	0,054
6 Gün		10,773	1,709	-1,421	0,059
8 Gün		10,811	1,687	-1,822	0,053
10 Gün		10,853	1,715	-1,637	0,055
12 Gün		10,878	1,668	-1,497	0,049
14 Gün		10,861	1,702	-1,070	0,057

Tablo 23. 14 Gün yıkanan örneklere ilişkin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Örnek Bölgesi	Yıkanma Süresi	GM %		GET %	
		Art.Ort.	Std.Sap.	Art.Ort.	Std.Sap.
Artvin/Borçka	30 Dakika	1,301	0,332	-12,092	2,924
	1 Saat	2,209	0,342	12,770	1,562
	2 Saat	3,753	0,356	-2,229	1,303
	4 Saat	5,158	0,413	-5,394	0,933
	6 Saat	6,587	0,474	-11,347	0,884
	1 Gün	8,737	0,696	-8,557	0,731
	2 Gün	9,415	0,763	-9,616	0,906
	4 Gün	9,679	0,790	-7,697	0,869
	6 Gün	9,834	0,837	-8,517	0,793
	8 Gün	9,869	0,822	-9,074	0,714
	10 Gün	9,928	0,824	-7,940	0,627
	12 Gün	9,963	0,800	-9,049	0,707
	14 Gün	9,931	0,810	-9,119	0,764
	Ordu/Perşembe	30 Dakika	1,275	0,530	25,787
1 Saat		2,430	0,639	21,443	2,197
2 Saat		4,110	0,558	5,221	1,522
4 Saat		5,957	0,631	-3,982	1,320
6 Saat		7,545	0,725	-8,625	0,822
1 Gün		9,617	1,301	1,595	0,637
2 Gün		10,277	1,502	0,105	0,067
4 Gün		10,540	1,561	0,433	0,074
6 Gün		10,690	1,569	-0,118	0,071
8 Gün		10,723	1,574	-0,394	0,069
10 Gün		10,785	1,589	-0,418	0,071
12 Gün		10,833	1,632	-0,438	0,074
14 Gün		10,835	1,647	-0,251	0,078

Örneklerin yıkanma durumuna göre genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin yüzdelik değişim oranları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Yıkanma durumuna göre genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin yüzdellik değişim oranları

Yıkanma Durumu	GM Değişimi %		GET Değişimi %	
	Borçka	Perşembe	Borçka	Perşembe
Doğal Yıkanmış	4,492	-3,573	-4,796	3,573
2 Gün Yıkanmış	2,876	-0,497	0,004*	-5,217
6 Gün Yıkanmış	4,553	0,595	-4,896	-1,070
14 Gün Yıkanmış	3,266	0,351	-9,119	-0,251

* Ham verileri istatistik değerlendirmede %95 güven düzeyini geçememiştir.

Deneylerde kullanılan örneklere ait genişleme miktarı değerlerinin (%) yıkanma durumuna göre karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 25 ve 26 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 25. Genişleme miktarı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Yıkama Süresi	Örneğin Alındığı Bölge	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Kontrol Örnekleri	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	1908,926	12	159,077	203,083	0,000
		Grup içi	152,745	195	0,783		
		Toplamı	2061,671	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	2200,764	12	183,397	120,060	0,000
		Grup içi	297,872	195	1,528		
		Toplamı	2498,636	207			
Doğal Yıkama Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	1444,710	12	120,392	107,213	0,000
		Grup içi	160,579	143	1,123		
		Toplamı	1605,289	155			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	1716,247	12	143,021	112,053	0,000
		Grup içi	182,520	143	1,276		
		Toplamı	1898,767	155			
2 Gün Yıkama Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	2019,769	12	168,314	270,387	0,000
		Grup içi	121,386	195	0,622		
		Toplamı	2141,155	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	2203,470	12	183,623	140,559	0,000
		Grup içi	254,742	195	1,306		
		Toplamı	2458,212	207			
6 Gün Yıkama Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	2147,249	12	178,937	288,071	0,000
		Grup içi	121,126	195	0,621		
		Toplamı	2268,374	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	2250,454	12	187,538	95,060	0,000
		Grup içi	359,056	182	1,973		
		Toplamı	2609,510	194			
14 Gün Yıkama Örnekler	Artvin/ Borçka	Gruplar arası	2139,588	12	178,299	330,507	0,000
		Grup içi	105,197	195	0,539		
		Toplamı	2244,785	207			
	Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	2459,552	12	204,963	120,563	0,000
		Grup içi	331,508	195	1,700		
		Toplamı	2791,061	207			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkama sonrasında deneylerde kullanılan örneklerde yıkama süreleri dikkate alındığında her iki bölge için de genişleme miktarı değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 26. Genişleme miktarı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Borçka Örnekleri		Perşembe Örnekleri	
Yıkama Süreleri	Homojenlik Grupları	Yıkama Süreleri	Homojenlik Grupları
Kontrol Örnekleri	g	Kontrol Örnekleri	f
Doğal Yıkanmış	f	Doğal Yıkanmış	f
2 Gün Yıkanmış	g	2 Gün Yıkanmış	g
6 Gün Yıkanmış	g	6 Gün Yıkanmış	f
14 Gün Yıkanmış	g	14 Gün Yıkanmış	g

Deneylede kullanılan örneklere ait genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin (%) yıkama durumuna göre karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 27 ve 28 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 27. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Yıkama Süresi	Örneğin Alındığı Bölge	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Doğal Yıkanan Örnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	22949,428	12	1912,452	2,461	0,006
		Grup içi	111132,801	143	777,152		
		Toplamı	134082,229	155			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	8358,848	12	696,571	4,601	0,000
		Grup içi	21647,88	143	151,384		
		Toplamı	30006,728	155			
2 gün Yıkanan Örnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	2529,254	12	210,771	1,099	0,363
		Grup içi	37396,491	195	191,777		
		Toplamı	39925,745	207			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	8841,187	12	736,766	4,207	0,000
		Grup içi	34149,792	195	175,127		
		Toplamı	42990,979	207			
6 Gün Yıkanan Örnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	5747,807	12	478,984	1,910	0,035
		Grup içi	48907,194	195	250,806		
		Toplamı	54655,001	207			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	6822,609	12	568,551	3,246	0,000
		Grup içi	31878,993	182	175,159		
		Toplamı	38701,602	194			
14 Gün Yıkanan Örnekler	Artvin/Borçka	Gruplar arası	7778,979	12	648,248	4,420	0,000
		Grup içi	28597,059	195	146,652		
		Toplamı	36376,039	207			
	Ordu/Perşembe	Gruplar arası	17925,665	12	1493,805	9,810	0,000
		Grup içi	29694,051	195	152,277		
		Toplamı	47619,717	207			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkanma sonrasında deneylerde kullanılan örneklerde yıkanma süreleri dikkate alındığında Borçka örneklerinden 2 gün yıkananlar haricinde genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 28. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Borçka Örnekleri		Perşembe Örnekleri	
Yıkanma Süreleri	Homojenlik Grupları	Yıkanma Süreleri	Homojenlik Grupları
Doğal Yıkanmış	b	Doğal Yıkanmış	b
2 Gün Yıkanmış	b	2 Gün Yıkanmış	b
6 Gün Yıkanmış	b	6 Gün Yıkanmış	d
14 Gün Yıkanmış	b	14 Gün Yıkanmış	c

3.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

Deney örneklerinin yıkanma durumuna göre her bir bölgeye ilişkin liflere paralel basınç direnci değerleri Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Yıkanma durumuna göre liflere paralel basınç direnci değerleri ve değişimleri

Yıkanma Durumu	Basınç Değerleri (kp/cm ²)						
	Artvin/Borçka			Bölgeler Arası Direnç Farkı (%)	Ordu/Perşembe		
	Art Ort	Std Sap	Direnç Değişimi (%)		Direnç Değişimi (%)	Art Ort	Std Sap
Doğal Yıkanmış	507,794	71,394	14,834	10,729	6,620	562,276	54,418
Kontrol Örnekleri	442,199	48,831	0,000	19,260	0,000	527,366	63,120
2 Gün Yıkanmış	401,162	42,968	-9,280	23,890	-5,758	497,001	63,224
6 Gün Yıkanmış	399,980	43,632	-9,547	15,529	-12,377	462,092	69,371
14 Gün Yıkanmış	385,467	49,217	-12,829	9,022	-20,313	420,244	71,549

Deneylerde kullanılan örneklere ait liflere paralel basınç değerlerinin (%) yıkanma durumuna göre karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 30 ve 31 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 30. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Örneğin Alındığı Bölge	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Artvin/ Borçka	Gruplar arası	130828,370	4	32707,092	12,592	0,000
	Grup içi	184417,822	71	2597,434		
	Toplamı	315246,192	75			
Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	176120,057	4	44030,014	10,376	0,000
	Grup içi	301270,578	71	4243,248		
	Toplamı	477390,635	75			
İki Bölge Birlikte	Gruplar arası	478071,545	9	53119,061	15,530	0,000
	Grup içi	485688,400	142	3420,341		
	Toplamı	963759,945	151			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre deneylerde kullanılan örneklerde, yıkanma sonrasında yıkanma süreleri dikkate alındığında her iki bölge için de liflere paralel basınç direnci değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 31. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Örnek Bölgesi	Homojenlik Grupları
Artvin/ Borçka	c
Ordu/ Perşembe	d
İki Bölge Birlikte	f

3.5. Renk Özellikleri

Deneme ağaçları üzerinde yapılan yıkanma işlemleri sonrası elde edilen renk bulguları 32 ve 33 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 32. Yıkanma durumuna ve örnek bölgesine göre renk farkı değerleri

Kıyaslanan Yıkanma Durumu	Örnek Bölgesi	Renk Farklılıkları							
		L*(D65)		a*(D65)		b*(D65)		ΔE	
		Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Kontrol Örnekleri ve Doğal Yıkanan	Borçka	-0,113	0,042	0,696	0,012	2,184	0,029	4,983	0,027
	Perşembe	-3,666	0,055	2,628	0,013	0,472	0,021	6,398	0,039
Kontrol Örnekleri ve Laboratuvarında Yıkanan	Borçka	0,153	0,039	0,003	0,013	0,464	0,011	3,582	0,023
	Perşembe	2,618	0,023	0,005	0,011	-1,107	0,022	3,609	0,025

Tablo 33. Yıkanma sonrası örnek bölgesine göre renk farkı değerleri

Kıyaslanan Örnek Bölgesi	Renk Farklılıkları							
	L*(D65)		a*(D65)		b*(D65)		ΔE	
	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Borçka ve Perşembe	1,326	0,072	0,322	0,013	-0,517	0,039	6,611	0,051

Deneyleerde kullanılan örneklere ait renk farklılıklarının yıkanma durumuna göre örnek bölgesi bazında karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 34, 35, 36, ve 37 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 34. Yıkanma durumuna göre örnekler arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Yıkanma Grubu	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Kontrol ve Doğal	Gruplar arası	1370,74	7	195,820	17,928	0,000
	Grup içi	1660,223	152	10,923		
	Toplamı	3030,963	159			
Kontrol ve Laboratuvar	Gruplar arası	465,892	7	66,556	12,976	0,000
	Grup içi	779,661	152	5,129		
	Toplamı	1245,553	159			

Tablo 35. Borçka ve Perşembe örnekleri arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Renk Skalası	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
L*(D65)	Gruplar arası	873,559	13	67,197	9,978	0,000
	Grup içi	377,127	56	6,734		
	Toplamı	1250,686	69			
a*(D65)	Gruplar arası	70,759	13	5,443	19,864	0,000
	Grup içi	15,345	56	0,274		
	Toplamı	86,104	69			
b*(D65)	Gruplar arası	247,417	13	19,032	13,171	0,000
	Grup içi	80,923	56	1,445		
	Toplamı	328,340	69			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkanma sonrasında deneylerde kullanılan örneklerde yıkanma süreleri dikkate alındığında her iki bölge için de renk değişim değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 36. Kontrol örnekleri, doğal şartlarda yıkanmış ve laboratuvarında yıkanmış örnekler arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Grup Niteliği	Homojenlik Grupları		
	Artvin/ Borçka	Ordu/ Perşembe	İki Bölge Birlikte
Kontrol Örnekleri -Doğal Yıkanan	c	c	d
Kontrol Örnekleri -Lab. Yıkanan	b	b	b

Tablo 37. Borçka ve Perşembe örnekleri arasındaki renk farkı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Borçka ile Perşembe	Homojenlik Grupları
L*(D65)	e
a*(D65)	g
b*(D65)	e

3.6. Yüzey Pürüzlülüğü

Deneme ağaçları üzerinde yapılan yıkanma işlemleri sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük bulguları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Yıkanma durumuna göre örnekler arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerleri

Yıkanma Durumu	Örnek Bölgesi	Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi									
		Yıkanma Öncesi				Ra Değişimi (%)	Yıkanma sonrası				
		Ra		Rz			Ra		Rz		
		Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap		
Kontrol ve Doğal	Borçka	2,085	0,596	17,340	6,264	-26,331	1,536	0,473	13,705	4,290	
	Perşembe	2,037	0,743	16,485	5,374	-10,825	1,817	0,634	16,980	6,381	
Kontrol ve Lab.	Borçka	2,085	0,596	17,340	6,264	-21,679	1,633	0,398	14,705	4,673	
	Perşembe	2,037	0,743	16,485	5,374	-14,359	1,745	0,679	14,205	5,496	
Doğal ve Lab.	Borçka	2,085	0,596	17,340	6,264	-26,331	1,536	0,473	13,705	4,290	
	Perşembe	2,037	0,743	16,485	5,374	-10,825	1,817	0,634	16,980	6,381	

Deneylerde kullanılan örneklere ait renk farklılıklarının yıkanma durumuna göre örnek bölgesi bazında karşılaştırıldığı basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 39 ve 40 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 39. Örnekler arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Yıkama Grubu	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Kontrol ve Doğal	Gruplar arası	8300,256	7	1185,751	73,667	0,000
	Grup içi	2446,601	152	16,096		
	Toplamı	10746,856	159			
Kontrol ve Laboratuvar	Gruplar arası	7760,916	7	1108,702	72,888	0,000
	Grup içi	2312,086	152	15,211		
	Toplamı	10073,002	159			
Doğal ve Laboratuvar	Gruplar arası	7113,194	7	1016,171	72,321	0,000
	Grup içi	2135,73	152	14,051		
	Toplamı	9248,925	159			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre deneylerde kullanılan örneklerde yıkama sonrası, yıkama süreleri dikkate alındığında her iki bölge için de renk değişim değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 40. Yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Grup Niteliği	Homojenlik Grupları		
	Artvin/ Borçka	Ordu/ Perşembe	İki Bölge Birlikte
Kontrol -Doğal Yıkanan	c	b	c
Kontrol -Lab. Yıkanan	c	b	c
Doğal Yıkanan-Lab. Yıkanan	c	c	c

3.7. Kimyasal Analiz

3.7.1. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Antioksidan aktivitenin belirlenmesine yönelik kimyasal analiz sonucu elde edilen toplam polifenol miktarı (TP mgGAE/g), toplam flavonoid madde miktarı (TF mgQE/g), kondanse tanen miktarı (CT mgKE/g) ve antioksidan özellikler (FRAP) ile ilgili bulgular 41 ve 42 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 41. Antioksidan aktiviteye ilişkin kimyasal analiz değerleri

Örnek Bölgesi	Örnek Niteliği	TP mgGAE/g numune	TF mgQE/g numune	CT mgKE/g numune	FRAP ($\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$)
Borçka Örnekleri	Kontrol Örnekleri	62.461±2.526	2.259±0.359	0.923±0.007	1076.750±16.499
	2 Gün Yıkanmış	56.521±0.352	2.171±0.283	0.825±0.009	875.917±15.927
	6 Gün Yıkanmış	48.172±1.234	1.970±0.300	0.458±0.002	737.167±14.731
	14 Gün Yıkanmış	41.776±1.938	1.717±0.309	0.065±0.003	558.833±15.945
	Doğal Yıkanmış	28.526±2.115	0.856±0.075	0.040±0.001	528.417±16.534
Perşembe Örnekleri	Kontrol Örnekleri	48.629±1.762	1.900±0.183	0.431±0.005	766.333±12.374
	2 Gün Yıkanmış	39.450±1.938	1.546±0.167	0.293±0.007	518.417±20.035
	6 Gün Yıkanmış	31.434±0.940	0.844±0.042	0.056±0.004	505.083±11.785
	14 Gün Yıkanmış	30.354±1.762	0.838±0.083	0.030±0.001	432.167±1.768
	Doğal Yıkanmış	27.571±0.764	0.644±0.225	0.023±0.002	421.333±7.660

Tablo 42. Antioksidan aktiviteye ilişkin yüzdellik değişim değerleri

Yıkanma Durumu	TP		TF		CT		FRAP	
	Borçka	Perş.	Borçka	Perş.	Borçka	Perş.	Borçka	Perş.
2 Gün Yıkanmış	-9,51	-18,88	-3,90	-18,63	-10,62	-32,02	-18,65	-32,35
6 Gün Yıkanmış	-22,88	-35,36	-12,79	-55,58	-50,38	-87,01	-31,54	-34,09
14 Gün Yıkanmış	-33,12	-37,58	-23,99	-55,89	-92,96	-93,04	-48,10	-43,61
Doğal Yıkanmış	-54,33	-43,30	-62,11	-66,11	-95,67	-94,66	-50,92	-45,02

Antioksidan aktivite verilerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 43 ve 44 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 43. Antioksidan aktiviteye ilişkin değerlerin basit varyans analizi sonuçları

Analiz Edilen Madde	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
TP	Gruplar arası	4218,883	9	468,765	138,347	0,000
	Grup içi	67,767	20	3,388		
	Toplamı	4286,649	29			
TF	Gruplar arası	10,398	9	1,155	22,187	0,000
	Grup içi	1,041	20	0,052		
	Toplamı	11,439	29			
TC	Gruplar arası	3,108	9	0,345	14446,923	0,000
	Grup içi	0	20	0		
	Toplamı	3,108	29			
FRAP	Gruplar arası	1244427,187	9	138269,687	682,216	0,000
	Grup içi	4053,546	20	202,677		
	Toplamı	1248480,733	29			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkanma periyotları göz önüne alındığında kimyasal analiz işlemi sonrası elde edilen değerlerin tamamında anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 44. Antioksidan aktiviteye ilişkin değerlerin Duncan homojenlik grupları

Analiz Edilen Madde	Homojenlik Grupları
TP	f
TF	d
TC	ı
FRAP	g

3.7.2. HPLC Analizleri

Yapılan HPLC analizi sonucu elde edilen bulgular her bir bölge ve her bir yıkanma durumu için ayrı ayrı Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. HPLC analizi sonucu elde edilen değerler

Örnek Bölgesi	Fenolik Bileşen	Yıkama Durumu				
		Doğal Yıkanan	Hiç Yıkam.	2 Gün Yıkanan	6 Gün Yıkanan	14 Gün Yıkanan
Borçka Örnekleri	Gallik Asit	0,705±0,018	0,764±0,021	0,820±0,014	0,754±0,016	0,651±0,021
	Protokatekuik Asit	---	---	---	---	---
	Protokatekuik Aldehit	0,024±0,002	0,010±0,001	0,006±0,000	0,013±0,001	0,021±0,001
	<i>p</i> -OH Benzoik Asit	0,067±0,005	0,014±0,001	---	0,030±0,002	0,059±0,004
	Kateşin	---	---	---	---	---
	Klorojenik Asit	---	---	---	---	---
	Vanillik Asit	---	---	---	---	---
	Kaffeik Asit	0,036±0,005	0,089±0,003	0,104±0,009	0,091±0,009	0,060±0,002
	Şiringik Asit	---	---	---	---	---
	Epikateşin	---	---	---	---	---
	<i>p</i> -kumarik Asit	---	---	---	---	---
	Elajik Asit	6,980±0,109	6,180±0,114	7,766±0,109	7,369±0,091	8,504±0,099
	Rutin	0,166±0,014	0,215±0,012	0,139±0,011	0,280±0,009	0,236±0,031
	Ferulik Asit	---	0,016±0,002	0,016±0,001	0,024±0,001	0,030±0,002
	Benzoik Asit	0,259±0,015	---	---	---	0,291±0,058
	Rosmarinik Asit	---	---	---	---	---
Kuersetin	---	---	---	---	---	
Perşembe Örnekleri	Gallik Asit	0,230±0,015	0,873±0,022	1,134±0,019	0,929±0,021	0,669±0,014
	Protokatekuik Asit	---	---	---	---	---
	Protokatekuik Aldehit	0,010±0,001	0,023±0,008	0,035±0,007	0,028±0,009	0,017±0,003
	<i>p</i> -OH Benzoik Asit	0,008±0,000	0,021±0,007	0,031±0,005	0,024±0,003	0,007±0,000
	Kateşin	---	---	---	---	---
	Klorojenik Asit	---	---	---	---	---
	Vanillik Asit	---	---	---	---	---
	Kaffeik Asit	0,038±0,006	0,066±0,004	0,084±0,010	0,063±0,009	0,040±0,002
	Şiringik Asit	---	---	---	---	---
	Epikateşin	---	---	---	---	---
	<i>p</i> -kumarik Asit	---	---	---	---	---
	Elajik Asit	9,305±0,108	6,026±0,111	7,464±0,081	7,108±0,095	5,943±0,068
	Rutin	0,151±0,007	0,299±0,029	0,510±0,011	0,521±0,012	0,400±0,013
	Ferulik Asit	---	0,013±0,002	0,018±0,004	0,020±0,002	0,022±0,001
	Benzoik Asit	0,182±0,008	---	---	---	0,259±0,015
	Rosmarinik Asit	---	---	---	---	---
Kuersetin	---	---	---	---	---	

3.8. Mantar Çürüklüğü

Deneye tabi tutulan örneklerinin ortalama ağırlık kaybı değerleri (%) standart sapma değerleri ile birlikte karşılaştırmalı olarak Tablo 46’da verilmektedir.

Tablo 46. Mantar çürüklük deneyi sonrası oluşan ağırlık kaybı değerleri

Yıkanma Durumu	Ağırlık Kaybı %					
	Artvin/Borçka		Her İki Bölge		Ordu/Perşembe	
	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap	Art Ort	Std Sap
Kayın Kontrol			13,072	0,012		
Doğal Yıkanmış	0,501	0,077	0,658	0,082	0,815	0,088
Kontrol Örnekleri	0,380	0,056	0,478	0,063	0,575	0,070
2 Gün Yıkanmış	1,286	0,080	1,306	0,076	1,326	0,074
6 Gün Yıkanmış	3,633	1,071	3,623	0,164	3,613	0,162
14 Gün Yıkanmış	5,039	2,012	4,770	0,207	4,502	0,205

Mantar çürüklük deneyi verilerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları ile Duncan homojenlik grupları 47 ve 48 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 47. Mantar çürüklük deneyi sonrası ağırlık kaybı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Örneğin Alındığı Bölge	Varyans Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Hesap	Önem Derecesi
Artvin/ Borçka	Gruplar arası	262,594	4	65,649	35,290	0,000
	Grup içi	132,077	71	1,860		
	Toplamı	394,672	75			
Ordu/ Perşembe	Gruplar arası	194,056	4	48,514	27,291	0,000
	Grup içi	126,212	71	1,778		
	Toplamı	320,268	75			
İki Bölge Birlikte	Gruplar arası	456,663	9	50,740	27,896	0,000
	Grup içi	258,289	142	1,819		
	Toplamı	714,952	151			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre yıkanma periyotları göz önüne alındığında kimyasal analiz işlemi sonrası elde edilen değerlerin tamamında anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Tablo 48. Mantar çürüklük deneyi sonrası ağırlık kaybı değerlerine ilişkin Duncan homojenlik grupları

Örnek Bölgesi	Homojenlik Grupları
Artvin/ Borçka	c
Ordu/ Perşembe	b
İki Bölge Birlikte	c

4. İRDELEME

4.1. Tam Kuru Yoğunluk

4.1.1. Yıkanma İşleminde Önce Tam Kuru Yoğunluk

Yapılan ölçümlerde hiçbir işlem yapılmamış kestane örneklerine ait ortalama tam kuru yoğunluk değeri Borçka örnekleri için $0,45 \text{ g/cm}^3$, Perşembe örnekleri içinse $0,47 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda kestane için tam kuru yoğunluk değeri Berkel (1943) tarafından $0,542 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur (Berkel, 1943). Yine Berkel (1970) tarafından $0,59 \text{ g/cm}^3$ olarak verilmektedir (Berkel, 1943). Başka bir araştırmada ise tam kuru hacim yoğunluğu Yazıcı (1998) tarafından $0,517 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir (Yazıcı, 1998). Ay ve Şahin (2002) tarafından $0,45 \text{ g/cm}^3$, Oral (2006) tarafından ise $0,47 \text{ g/cm}^3$ şeklinde tespit edilmiştir (Çetin ve Gündüz, 2016). Bulunan tam kuru yoğunluk değerleri literatürle paralellik göstermektedir.

Akbulut (2002) tarafından yapılan dendrokronolojik bir çalışmada, Anadolu Kestanesinin yıllık halka genişliği yapma bakımından çevre koşullarından fazla etkilenmediği anlaşılmıştır (Akbulut, 2002). Buna karşın Perşembe yöresinden alınan özellikle doğal şartlarda yıkanmış örneklerde tam kuru yoğunluk diğer örnek gruplarına kıyasla belirgin biçimde yüksektir.

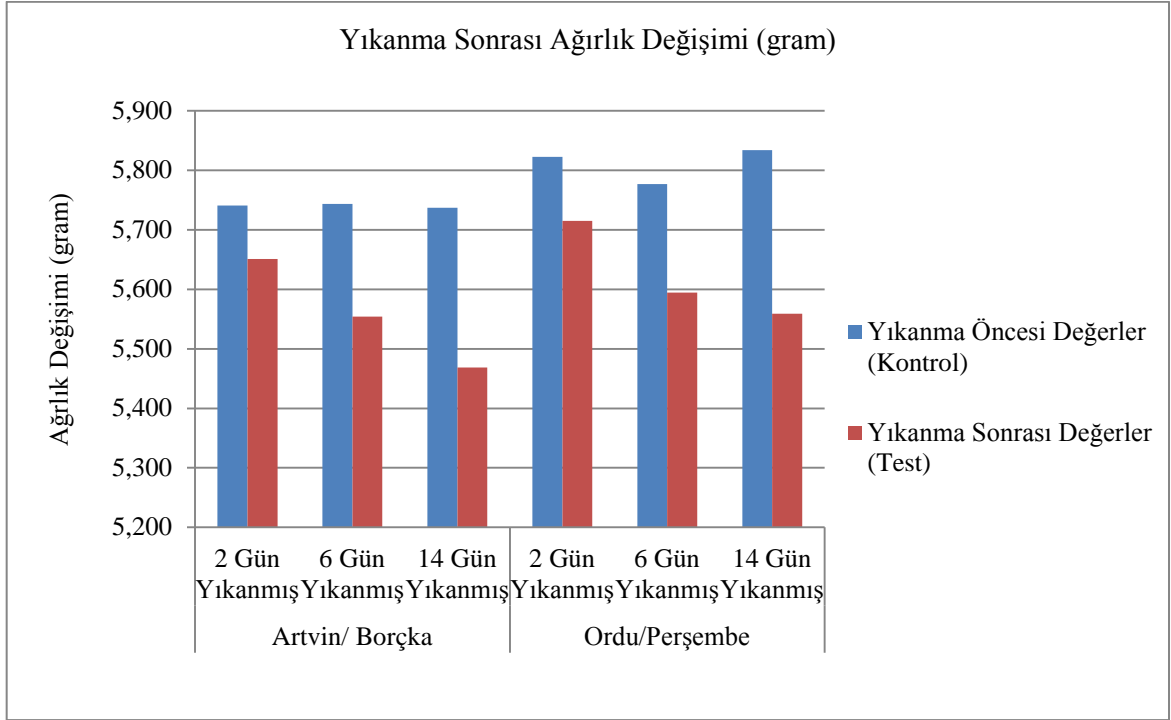
4.1.2. Yıkanma İşleminde Sonra Tam Kuru Yoğunluk Değişimi

Yıkanma işlemi sonrası örnek gruplarında oluşan tam kuru yoğunluk değişimleri istatistiksel açıdan % 95 güven düzeyini geçememiş ve anlamlı bulunmamış, bu nedenle üzerinde değerlendirme yapılmamıştır.

4.2. Su Alma Oranı ve Su İticilik

4.2.1. Yıkanma İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (gram)

Yıkanma işlemi sonrasında odunun ağırlığı azalmış, ağırlık değerlerinde meydana gelen değişim miktarları Şekil 20’de gram cinsinden grafik halinde verilmiştir.

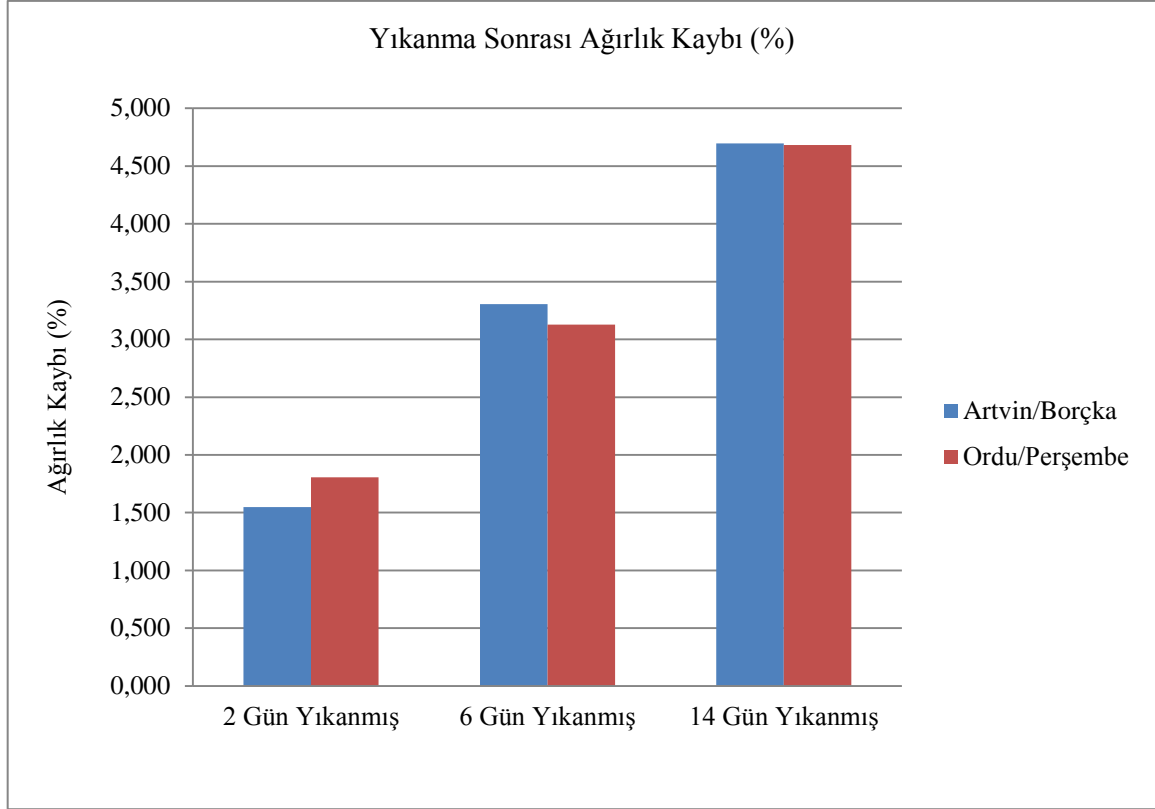


Şekil 20. Yıkanma işlemi sonrası ağırlık değişim miktarı (gram)

Perşembe yöresinden alınan örneklerin ağırlık kayıpları 6 günlük yıkanmada büyük oranda gerçekleşmiş, sonrasındaki kayıplar daha az olmuştur. Borçka örneklerinde yıkanma boyunca ağırlık kaybı sabit ivmeyle devam etmiştir.

4.2.2. Yıkanma İşleminde Sonra Ağırlık Değişimi (%)

Yıkanma işlemi sonrasında ağırlık değerlerinde meydana gelen değişim miktarları Şekil 21’de yüzdeler cinsinden grafik halinde verilmiştir.

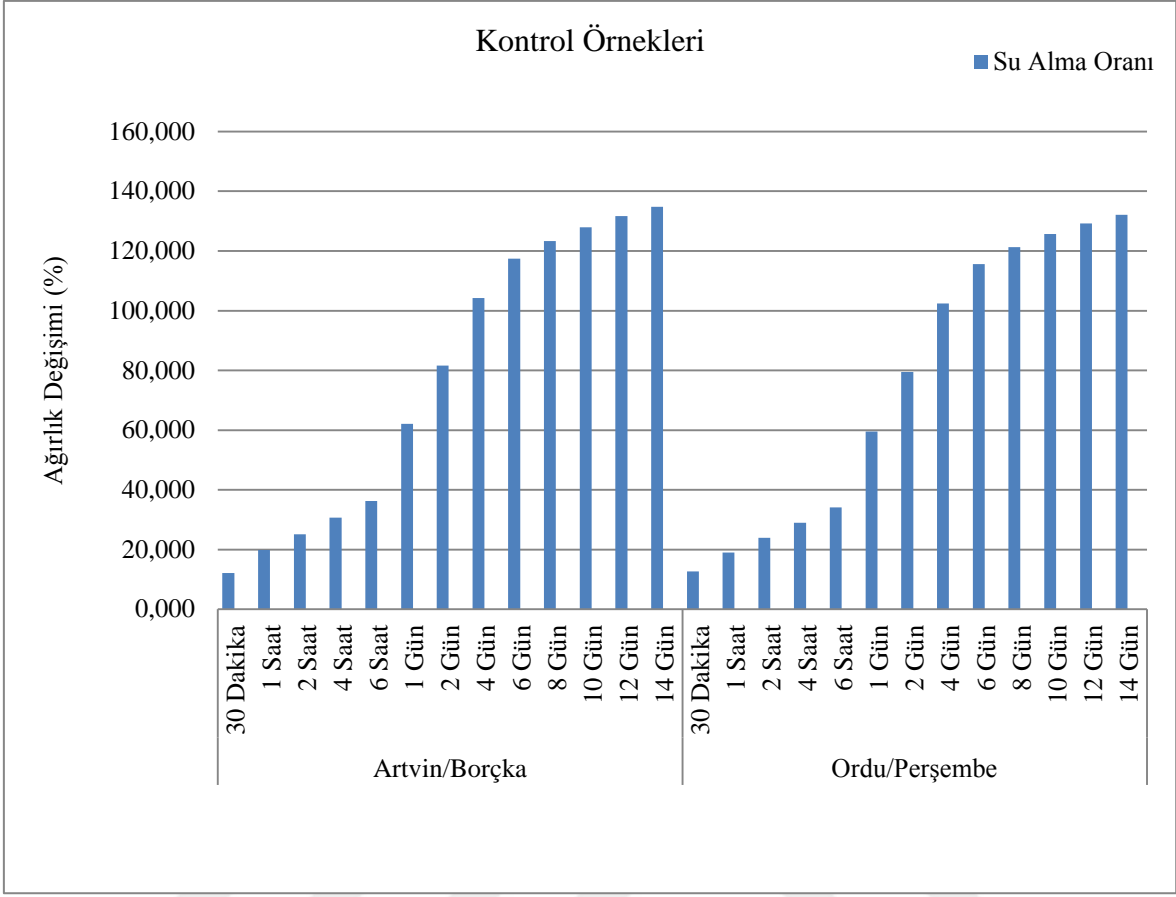


Şekil 21. Yıkanma işlemi sonrası ağırlık kaybı miktarı (%)

Perşembe örneklerinde oluşan ağırlık kayıpları yıkanmanın ilk evrelerinde Borçka örneklerine göre daha fazla olmakta, sonradan ağırlık kayıp hızı azalmaktadır. Bu durum, Perşembe yöresinde yetişen kestane ağacının daha ilk aşamada kolay ve hızlı yıkandığı anlamını taşımaktadır. 14 günlük yıkanma sonrası ortalama % 4,68 ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Arslan (2017) tarafından farklı ithal ağaçlar üzerinde yapılan bir araştırmada yıkanma sonrası Doussie için % 2,85, Sapelli için % 2,59, Iroko için % 4,45 ağırlık kaybı tespit edilmiştir (Arslan, 2017).

4.2.3. Su Alma Oranı ve Su İticilik Etkisi Değerleri

Yapılan deneylerde elde edilen su alma oranı ve su iticilik etkisi değerlerine ilişkin sonuçlar örneklerin yıkanma durumuna göre 22, 23, 24, 25 ve 26 numaralı şekillerde grafik halinde verilmiş ve her bir grafik bir önceki periyot dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

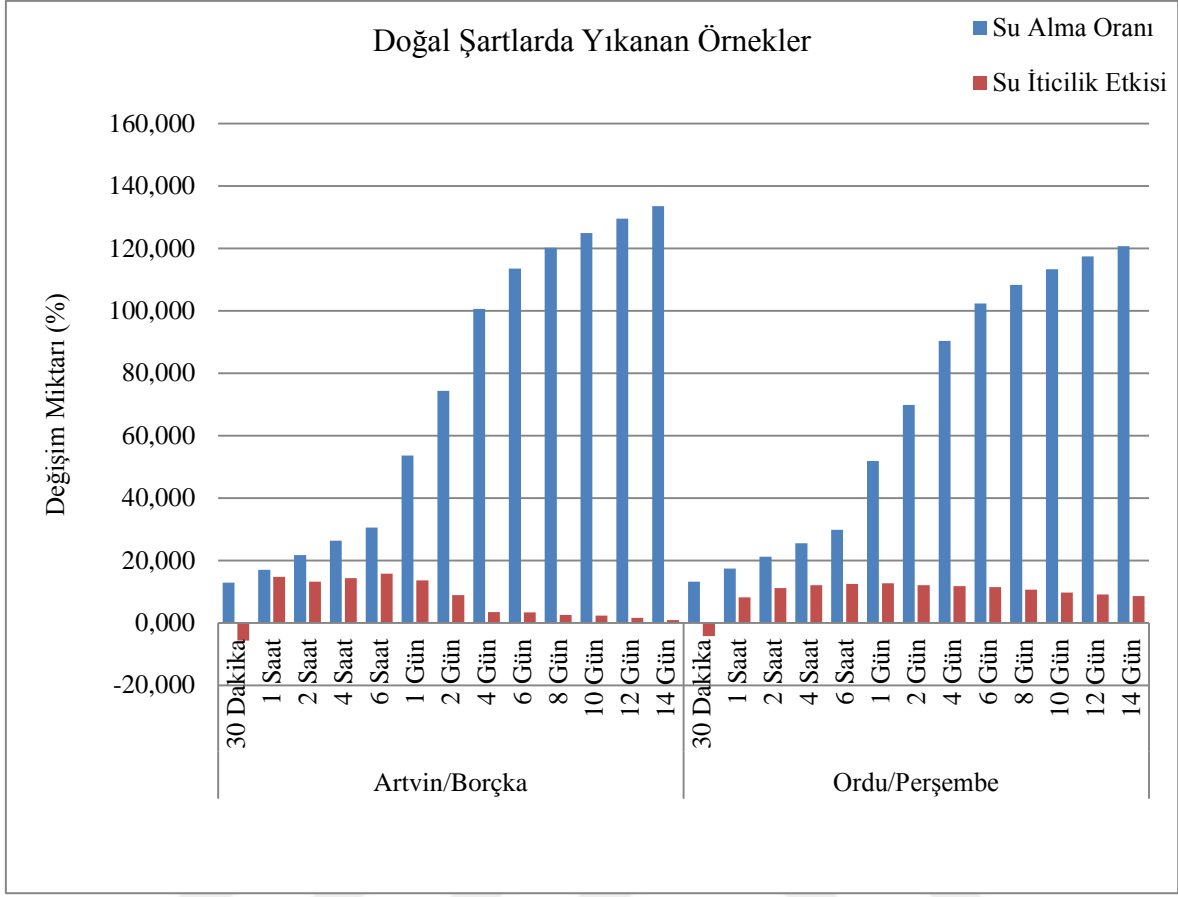


Şekil 22. Kontrol örneklerinin su alma oranı (%)

Hiç yıkanmayan kontrol örneklerinin içine alabileceği maksimum su oranı Borçka örnekleri için %134,7 ve Perşembe örnekleri için % 132,1 olmuştur. Bu durum su alma oranı bakımından iki bölge kestane ağacı arasında kayda değer bir fark olmadığını göstermektedir.

Kestane odununun içine alabileceği maksimum su miktarı Ay ve Şahin (2002) tarafından % 156,54 bulunmuşken Oral'ın (2006) çalışmasında % 147,4 şeklinde belirlenmiştir (Çetin ve Gündüz, 2016).

Deneilerde elde edilen sonuçlar bu bakımdan literatüre göre bir miktar geride görülmektedir. Her iki bölge ağacında da aynı farkın olması nedeniyle bu durum göz ardı edilebilecek bir nitelik taşımaktadır.

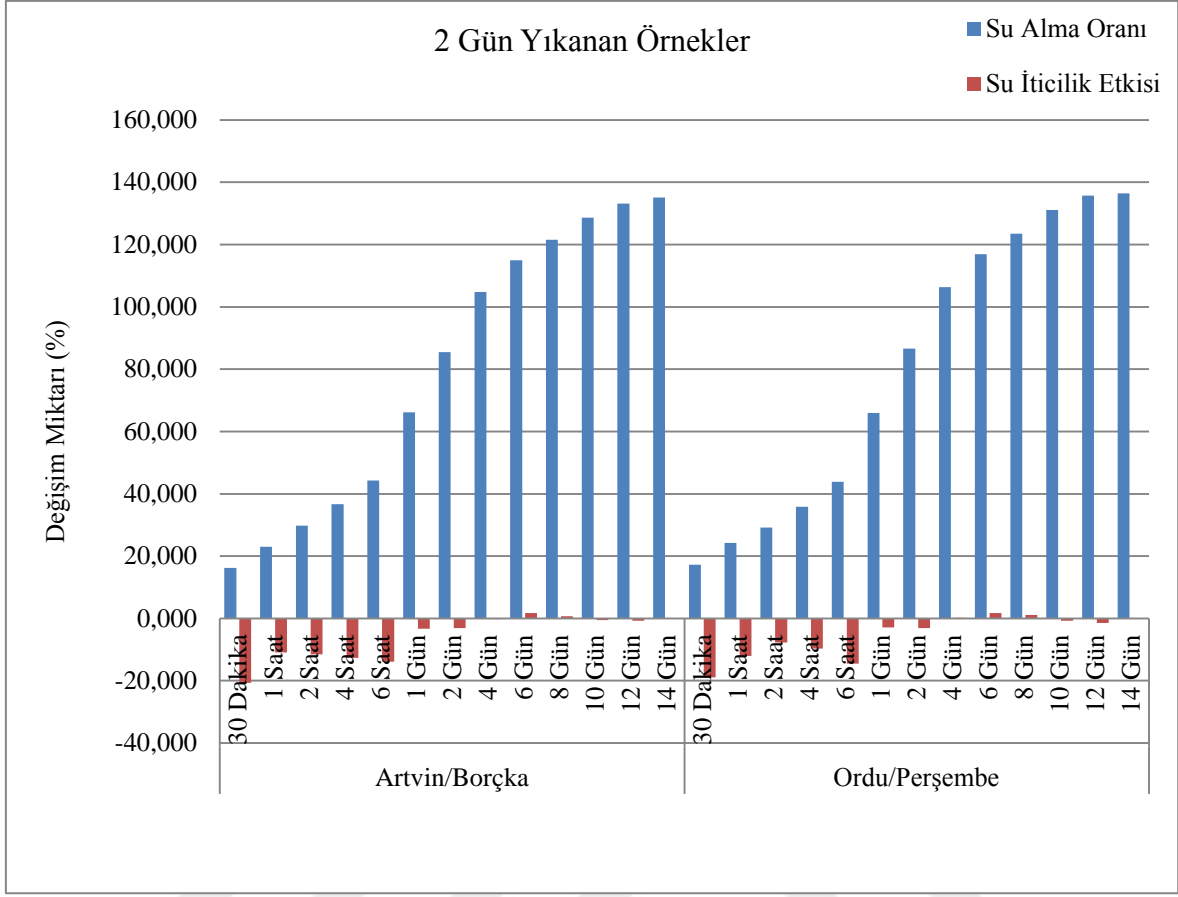


Şekil 23. Doğal şartlarda yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%)

Doğal şartlarda yıkanan örneklerde su alma oranı kontrol örneklerine göre daha düşüktür. Perşembe örneklerinde bu düşüş daha belirgindir.

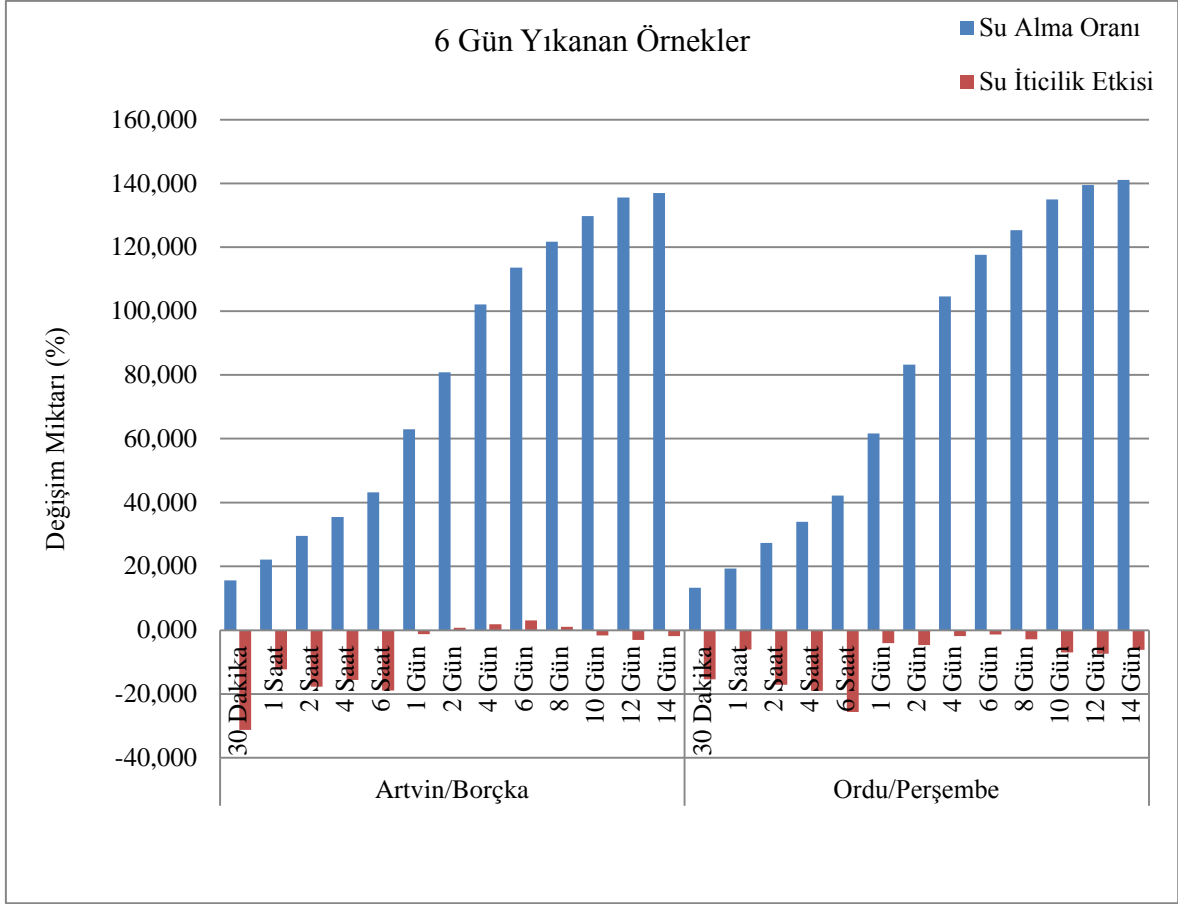
Su iticilik etkisi kontrol örnekleri için sıfır (0) kabul edilmiştir. Buna göre suyla ilk temasta çok az azalma söz konusudur.

Doğal yıkama işlemi su iticilik etkisini bir miktar artırmıştır. Suyla temasın ilerleyen döneminde bu artış oranı azalmış ancak sıfırın altına inmemiştir.



Şekil 24. 2 Gün yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%)

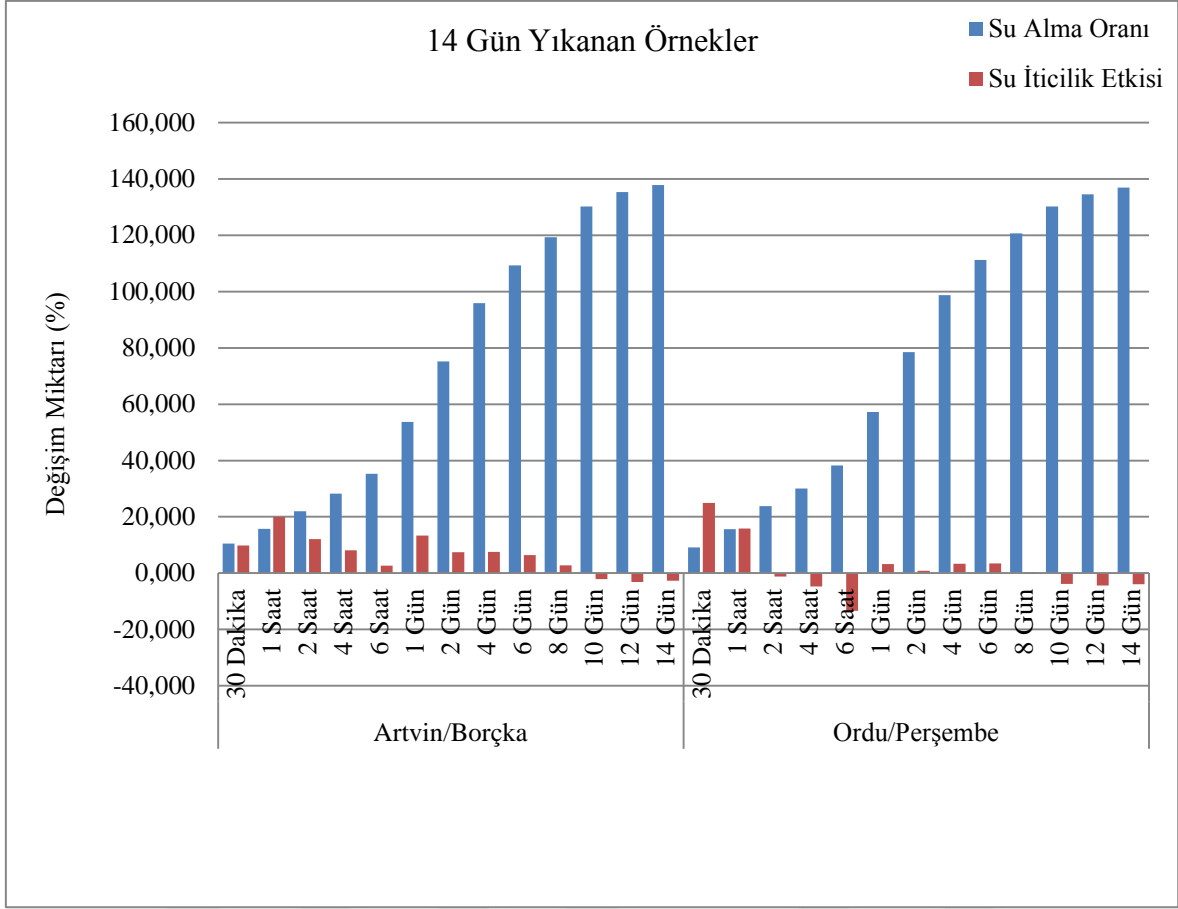
2 Gün yıkanan örneklerin toplam su alma oranlarında çok az bir artış gözlenmiştir. Su iticilik etkisi bakımından ise özellikle suyla temasın ilk bölümünde bir düşüş söz konusu olmuş, 1 günlük süre sonrasında bu düşüş etkisini kaybetmiştir. Borçka ve Perşembe örnekleri arasında herhangi bir fark görülmemiştir.



Şekil 25. 6 Gün yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%)

6 Gün yıkanan örneklerde bölge farkı gözetmeksizin toplam su alma oranındaki hafif artışın aynı ivmeyle devam ettiği görülmektedir.

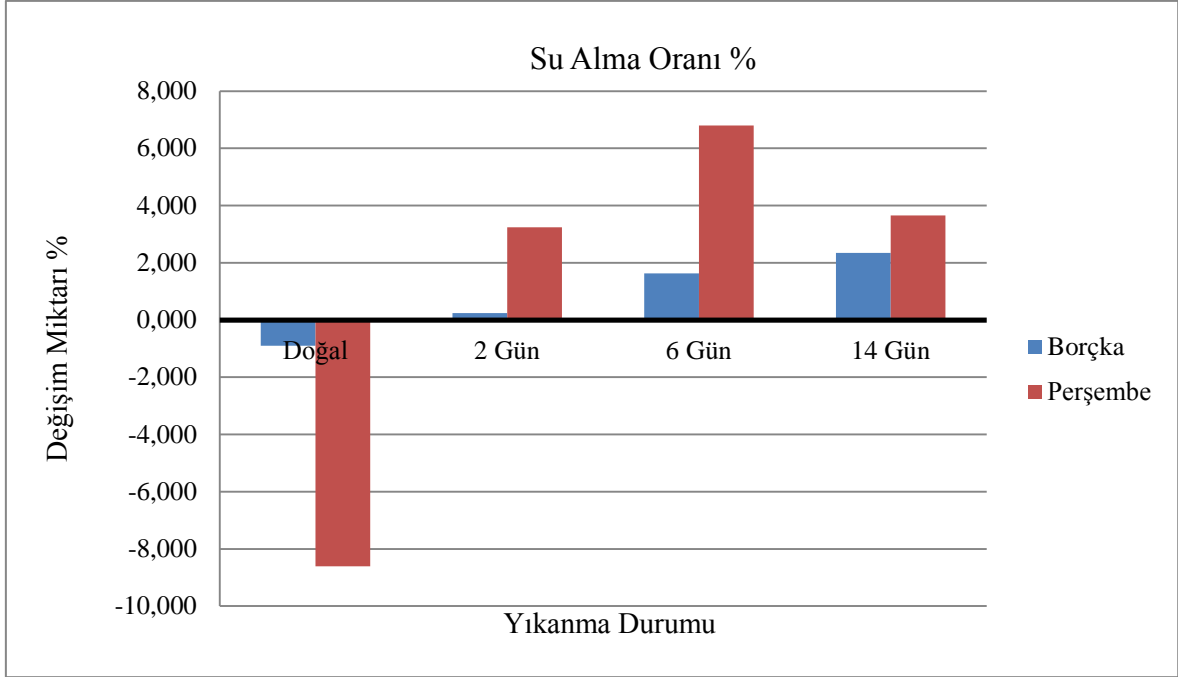
Su iticilik etkisi ilk 6 saatte düşüş göstermiş, 1 gün sonra değişim ortadan kalkmıştır.



Şekil 26. 14 Gün yıkanan örneklerin su alma oranı ve su iticilik etkisi (%)

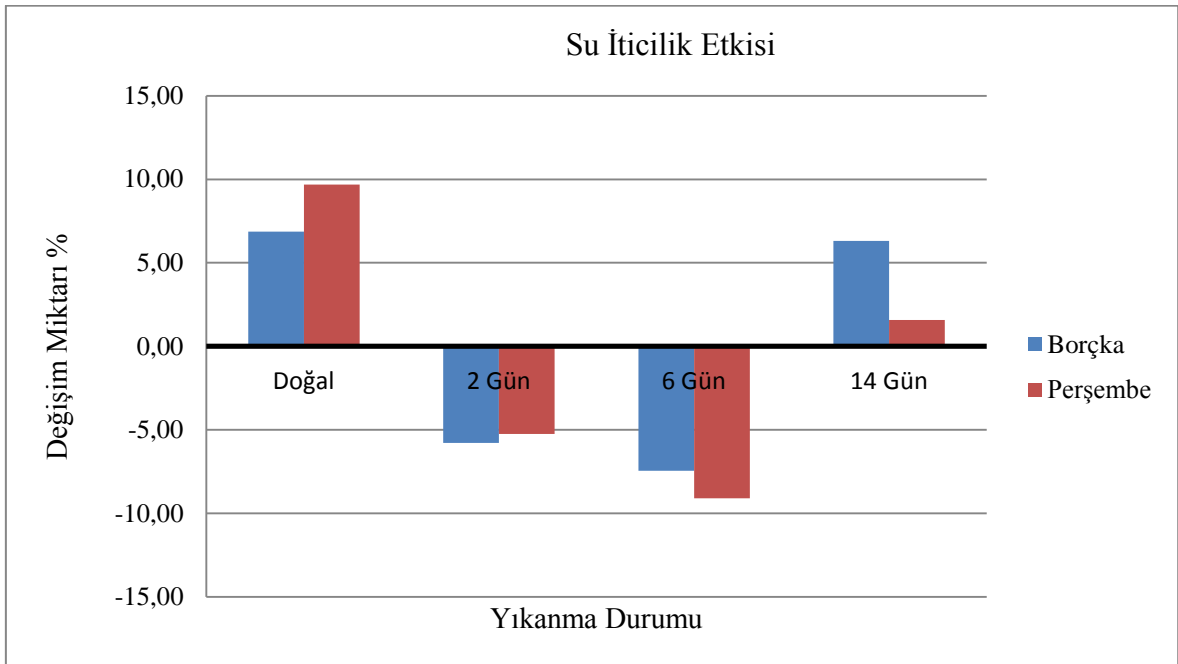
14 Gün yıkanan örneklerde toplam su alma oranı bir miktar artmış ancak önemsiz denecek boyutta kalmıştır. Su iticilik etkisi laboratuvarında tam anlamıyla yıkanan örneklerde artış göstermiştir.

Örneklerin yıkama durumuna göre su alma oranında ve su iticilik etkisinde meydana gelen yüzdelik değişim, kontrol örnekleri için sıfır (0) kabul edilerek 27 ve 28 numaralı şekillerde grafik olarak verilmiştir.



Şekil 27. Yıkama durumuna göre su alma oranındaki yüzdelik değişim

Bu grafiğe göre doğal yıkama işlemi su alma oranını azaltmış, bu azalma Perşembe örneklerinde % 9 olmuştur. Laboratuvar ortamında yıkanan örneklerde ise su alma oranında artış meydana gelmiştir. Perşembe örneklerinde bu artış daha belirgindir.



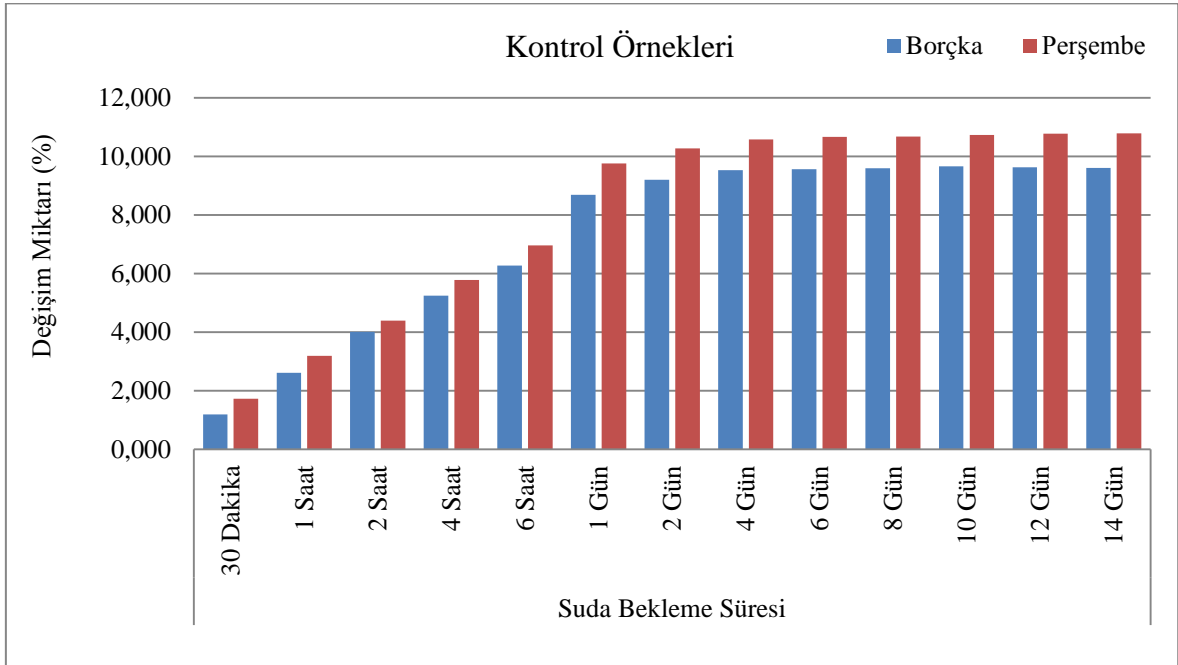
Şekil 28. Yıkama durumuna göre su iticilik etkisindeki yüzdelik değişim

Su iticilik etkisinin özellikle doğal şartlarda yapılan yıkanma işlemiyle arttığı, laboratuvar ortamında yapılan yıkanma işleminin 2 ve 6 günlük periyotlarında ise azaldığı anlaşılmaktadır.

Bütün süreçler birlikte değerlendirildiğinde toplam su alma oranı ve su iticilik etkisi bakımından Perşembe örnekleri Borçka örneklerine kıyasla yıkanma işlemine daha fazla tepki vermektedir. Doğal şartlarda yıkanan örnekler ile laboratuvar ortamında yıkanmaya tabi tutulan örnekler arasında toplam su alma oranı açısından zıtlık söz konusudur. Bu durum araştırmaya değer bir durum olarak görülmektedir. Su iticilik yönünden tam yıkanmayan örneklerde azalma görülmüştür.

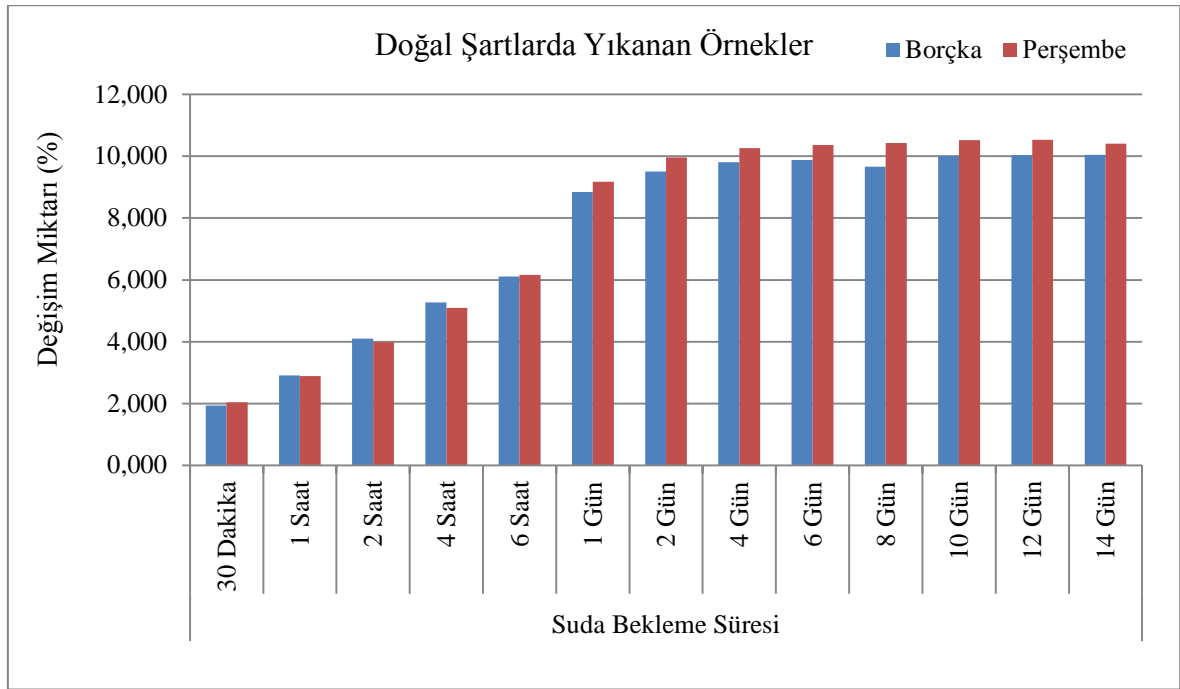
4.3. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik

Yapılan deneylerde elde edilen genişleme miktarı değerlerine ilişkin sonuçlar bölge farkı da dikkate alınarak örneklerin yıkanma durumuna göre 29, 30, 31, 32 ve 33 numaralı şekillerde yüzdeler cinsinden grafik olarak verilmiş ve her grafik bir önceki periyota göre değerlendirilmiştir.



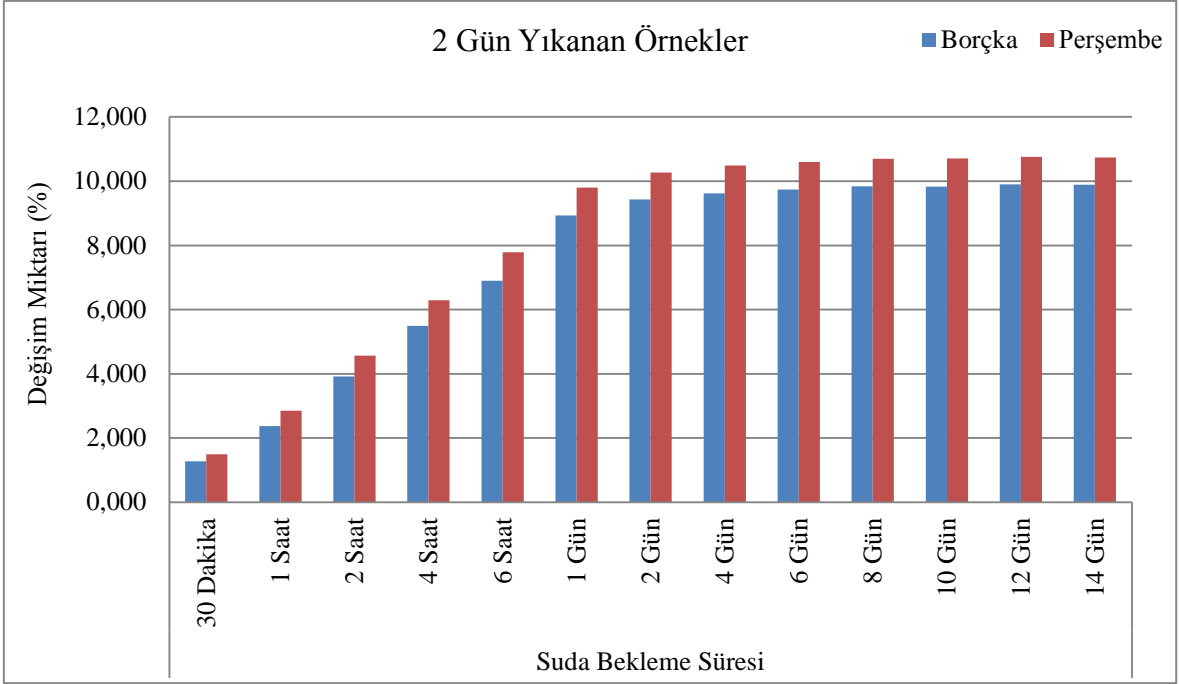
Şekil 29. Kontrol örneklerinin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)

Deneysel sonucu elde edilen bulgulara göre üzerinde hiçbir işlem yapılmayan Perşembe bölgesi örnekleri % 11 genişlerken, Borçka bölgesi örnekleri ise % 9,5 genişlemiştir. Berkel (1943) tarafından kestane odununun hacimce genişlemesi % 10,64 olarak tespit edilmiştir (Berkel, 1943). Oral (2006) tarafından yapılan bir araştırmada ise % 10,2 olarak bulunmuştur (Oral, 2006). Elde edilen genişleme miktarı bu bakımdan literatürle paralellik göstermektedir. Her iki bölge için de genişleme miktarının neredeyse tamamı su etkisinde kalınan ilk 1 günlük sürede gerçekleşmiş, dördüncü günden sonra ise önemli bir değişiklik göstermemiştir.



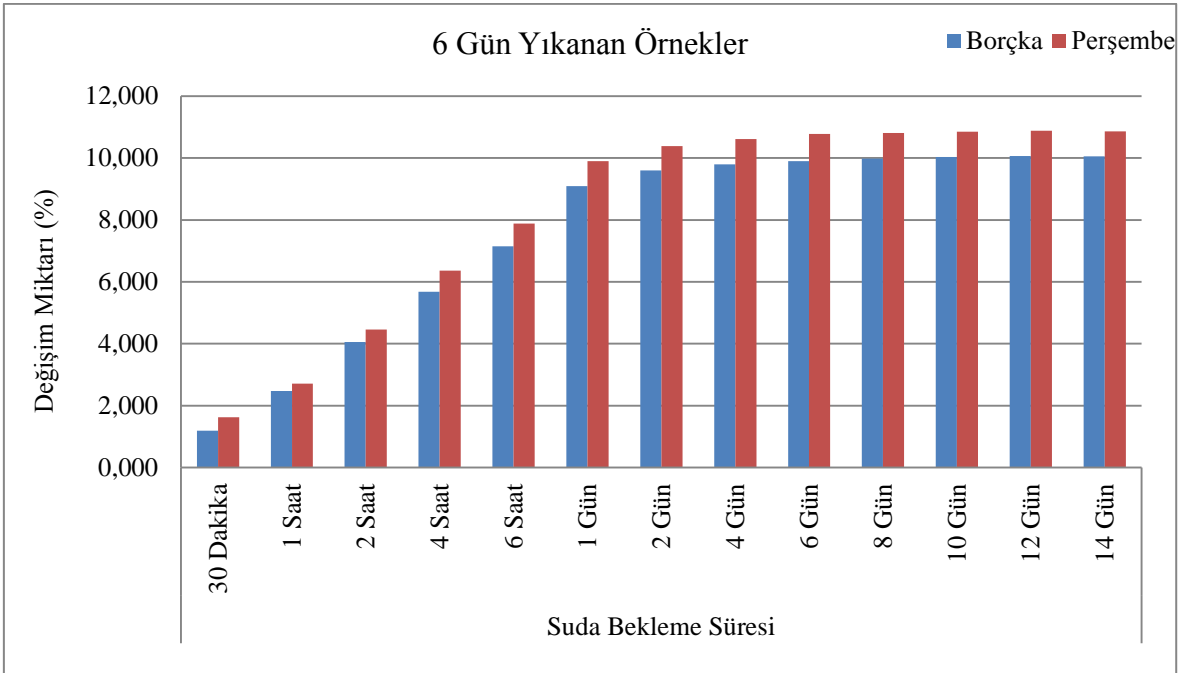
Şekil 30. Doğal şartlarda yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)

Grafiğe göre genişleme miktarının Perşembe örneklerinde bir miktar yüksek olduğu görülmektedir.



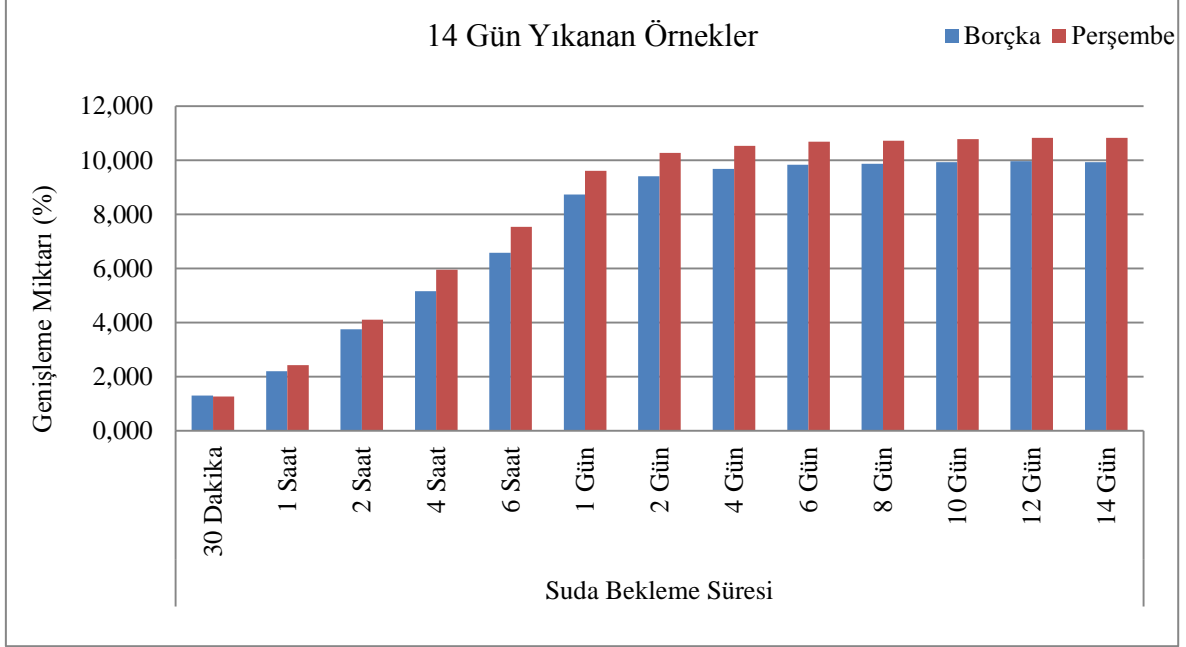
Şekil 31. 2 Gün yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)

2 gün süreyle yıkanan örneklerde Perşembe örnekleri Borçka örneklerine göre biraz daha fazla genişlemiştir.



Şekil 32. 6 Gün yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)

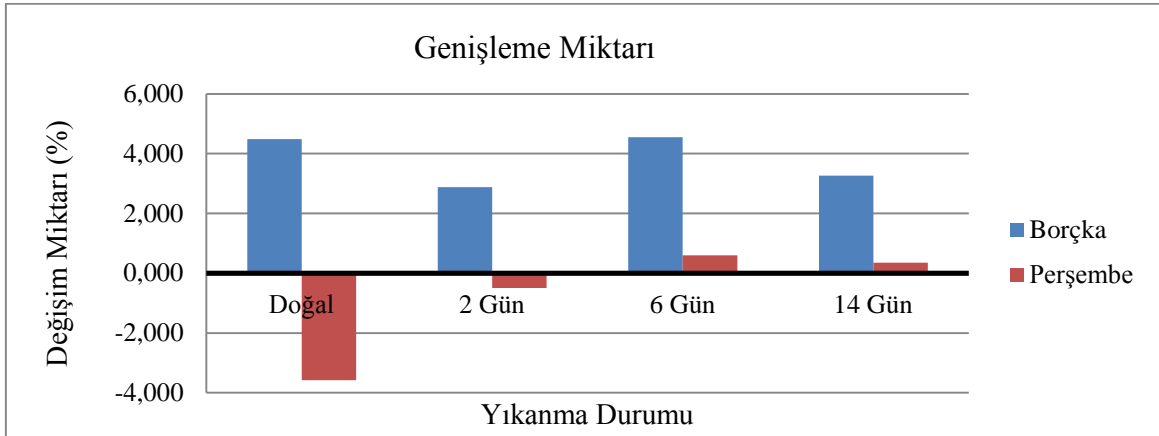
6 gün süreyle yıkanan Perşembe örnekleri, Borçka örneklerine göre biraz daha fazla genişlemiştir.



Şekil 33. 14 Gün yıkanan örneklerin genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri grafiği (%)

14 Gün süreyle yıkanan örneklerde Perşembe yöresinden alınanların genişleme miktarı Borçka yöresinden alınanlara göre biraz daha fazladır.

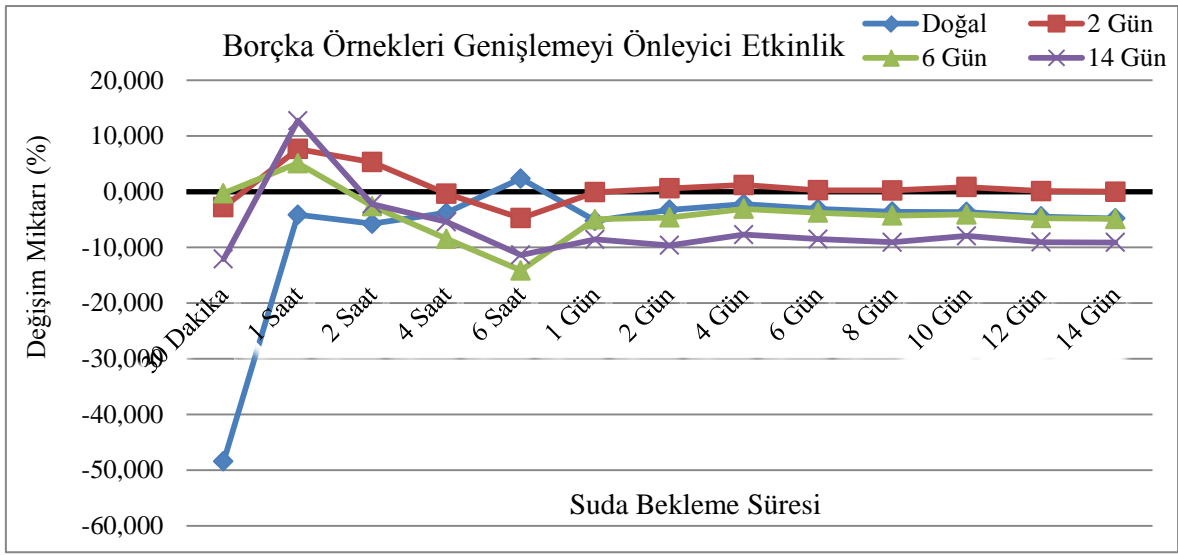
Örneklerin yıkanma durumuna göre genişleme miktarında meydana gelen yüzdelik değişim, kontrol örnekleri için sıfır (0) kabul edilerek Şekil 34'te grafik olarak verilmiştir.



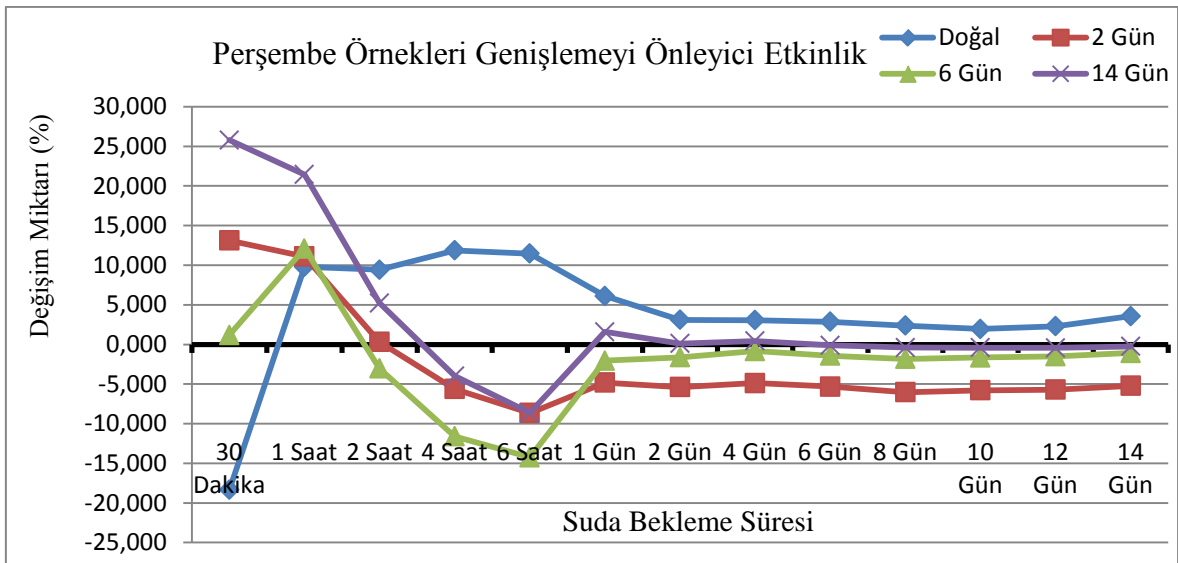
Şekil 34. Yıkanma durumuna göre genişleme miktarındaki yüzdelik değişim

Yıkama sonrası genişleme miktarında meydana gelen değişim genel olarak artış yönündedir. Doğal yıkama işlemi Perşembe örneklerinde ayrıışarak genişleme miktarını azaltmıştır. Borçka örnekleri genişleme miktarı bakımından yıkama işlemine daha fazla tepki vermektedir.

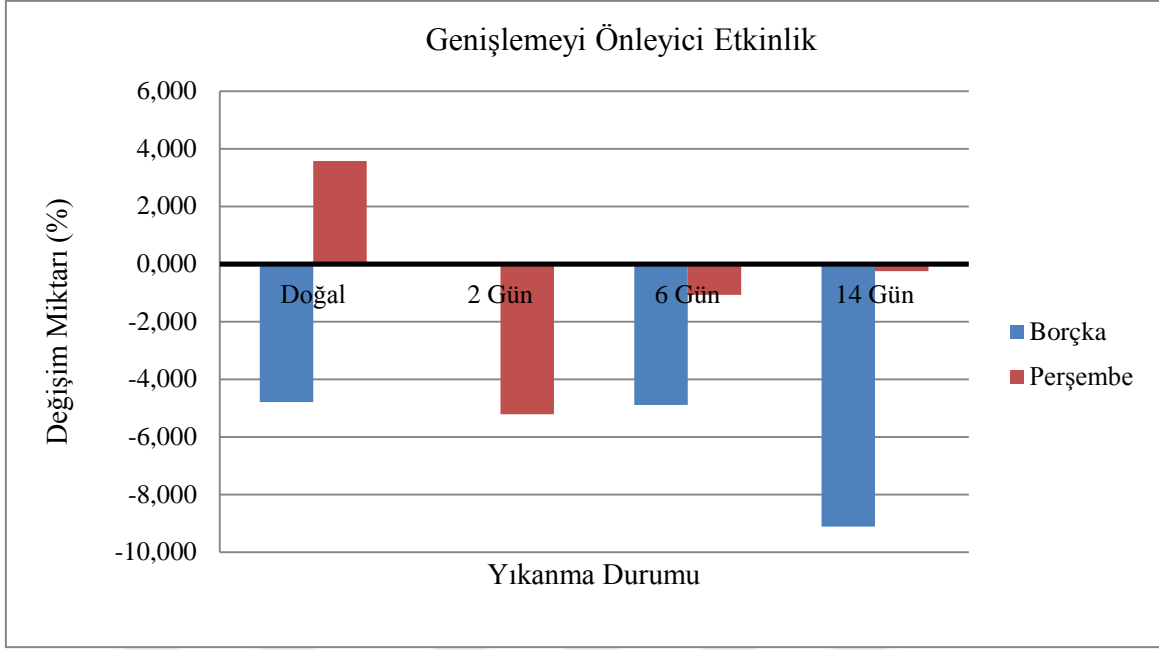
Örneklerin yıkama durumuna göre genişlemeyi önleyici etkinlik miktarında meydana gelen yüzdelik değişim, kontrol örnekleri için sıfır (0) kabul edilerek 35, 36 ve 37 numaralı şekillerde grafik olarak verilmiştir.



Şekil 35. Borçka örneklerinde meydana gelen genişlemeyi önleyici etkinlik değişimleri



Şekil 36. Perşembe örneklerinde meydana gelen genişlemeyi önleyici etkinlik değişimleri

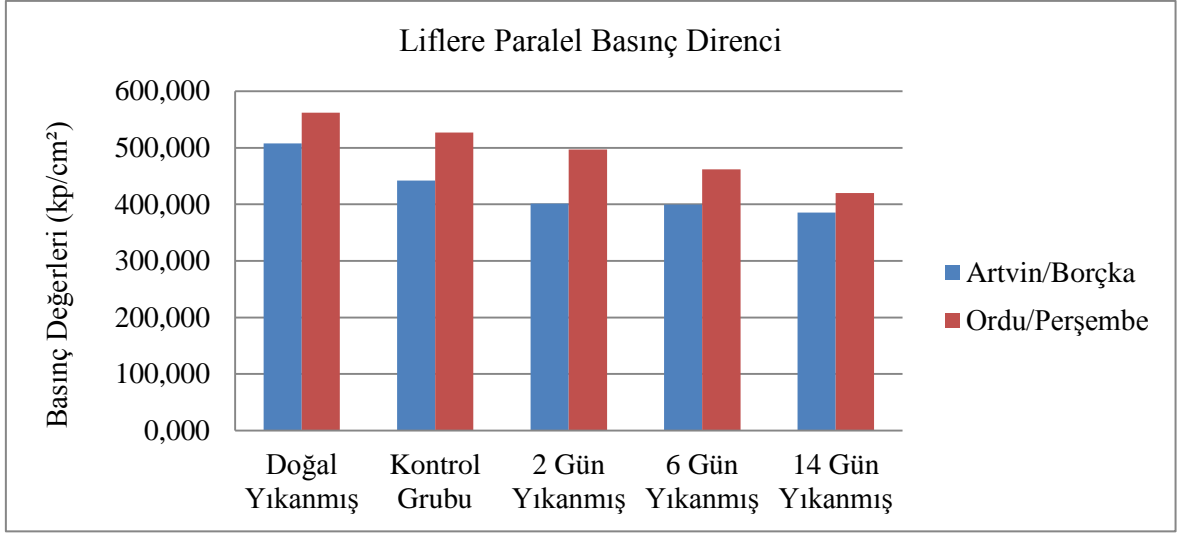


Şekil 37. Yıkanma durumuna göre genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerindeki yüzdelik değişim

Bütün süreçler birlikte değerlendirildiğinde yıkanma işlemi genel olarak genişlemeyi önleyici etkinlik değerini düşürmüştür. Borçka örneklerinde düşüş daha belirgindir. Bu durum Borçka örneklerinin yıkanma işlemi sonrası çalışmaya daha eğilimli hale geldiği anlamı taşımaktadır. Doğal yıkanma işlemi sonrasında genişlemeyi önleyici etkinlik değişimi Perşembe yöresi örneklerinde pozitif olarak ayrılmaktadır.

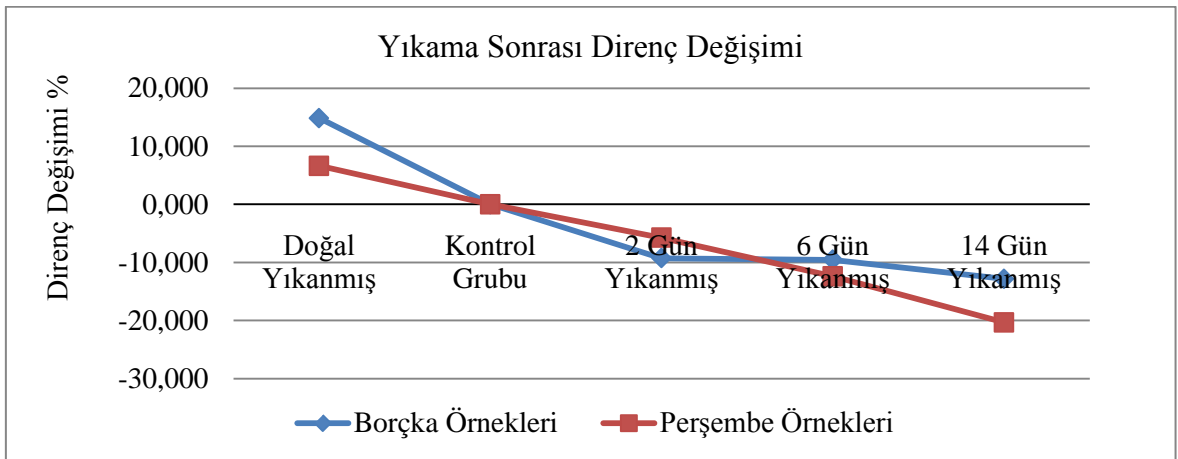
4.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

Yıkanma işlemi sonrasında liflere paralel basınç direnci değerlerinde meydana gelen değişim miktarları Şekil 38’de cinsinden grafik halinde verilmiştir.



Şekil 38. Liflere paralel basınç direnci değerlerinde yıkanma durumuna göre oluşan değişim grafiği

Yapılan deneylerde kontrol örnekler için Liflere paralel basınç değeri Borçka numunelerinde ortalama 442,199 kp/cm² iken Perşembe numunelerinde 527,366 kp/cm² olmuştur. Anadolu kestanesi odununun liflere paralel basınç direnci Yazıcı (1998) tarafından 459,82 kp/cm² olarak bulunmuştur (Yazıcı, 1998). Bir başka araştırmada ise 581,913 kp/cm² olarak tespit edilmiştir (Ay ve Şahin, 2002). Bu bakımdan elde edilen değerler literatürle paralellik göstermektedir. Bununla birlikte Perşembe örneklerinin Borçka'dan alınan örneklere göre hiç yıkanmamış durumda % 20, yıkanma sonrasında ise % 10 daha dirençli olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 39'da yıkanma süreçleri sonrası odunda oluşan direnç değişimleri yüzdelik ifadeyle grafik halinde sunulmuştur.

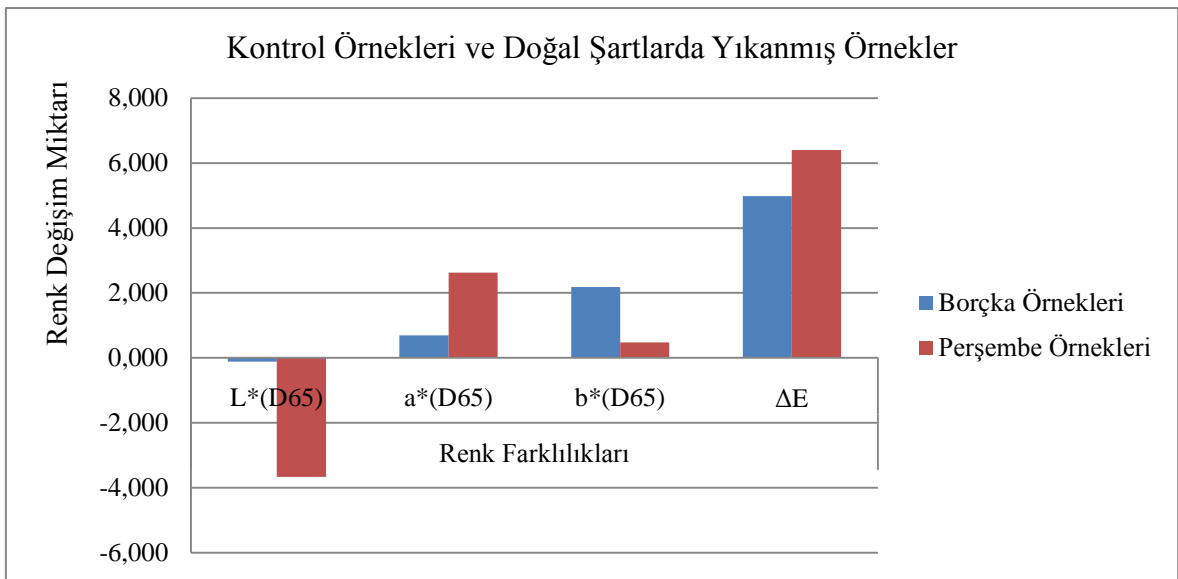


Şekil 39. Yıkama sonrası direnç değerlerinde oluşan yüzdelik değişim grafiği

Laboratuvar ortamında gerçekleşen yıkanma, örneklerin liflere paralel basınç direncini düşürmüştür. Bu düşüş Perşembe örneklerinde yıkanma süresiyle doğru orantılı ve daha fazladır. Borçka örneklerinde ise yıkanmanın ilk safhasında direnç kaybı daha fazla olmaktadır. Doğal şartlarda yıkanmış olan örnekler ise her iki bölge için de kontrol örneklerine göre daha dirençli görünmektedir. Bu durum mantıksal açıdan beklenmeyen bir sonuç olmakla birlikte; doğal şartlarda yıkanan örneklerin aylar süren yıkanma koşullarında tekraren lif doygunluk noktası rutubetin altına düşmesi, sonra yeniden yüksek rutubet düzeylerine ulaşması ve bu sayede fiziksel anlamda defalarca daralıp genişlemesi, mekanik direnç özelliklerinde oluşacak iyileşmeyi açıklar niteliktedir. Bu yorumlamaya ek olarak bu konu, yapılacak yeni araştırmalarla dikkate değer bir çalışma alanı olarak ortaya çıkmaktadır.

4.5. Renk Özellikleri

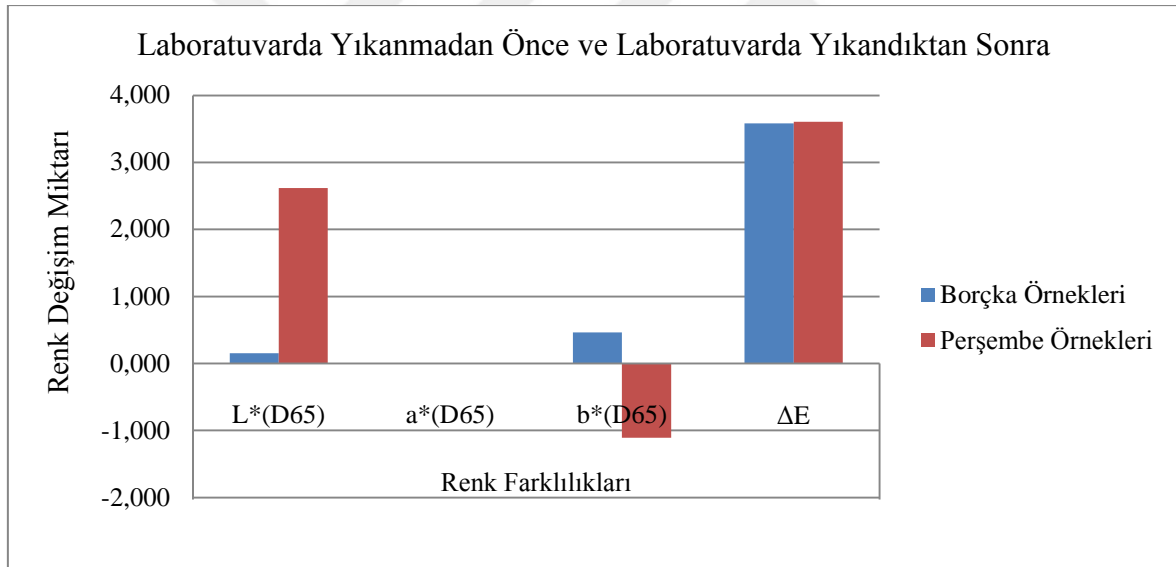
Kestane odununun renk tarifi Berkel (1970) tarafından diri odunda kirli beyaz, öz odununda ise açık ile koyu kahverengi şeklinde yapılmıştır (Berkel, 1970). Yıkanma işlemleri sonrasında örneklerin yüzeylerindeki renk özelliklerinde meydana gelen değişim miktarları kontrol örnekleri ve doğal yıkanmış örnekler için Şekil 40'ta karşılaştırmalı olarak grafik halinde verilmiştir.



Şekil 40. Kontrol örnekleri ile doğal şartlarda yıkanan örnekler arasında bulunan renk farkı grafiği

Grafikte, kontrol örneklerine ait değer her iki bölge için de 0 (sıfır) olarak kabul edilmiştir. Kararma (-) ve beyazlaşma (+) olarak ifade edilen L değerinin her iki bölge örneklerinde de eksi yönde olduğu görülmektedir. Bu durum örneklerin doğal şartlarda yıkanmasının kararmaya neden olduğuna işaret etmektedir. Kararma Perşembe örneklerinde oldukça belirgindir. Yeşil (-) ve kırmızı (+) aralığını ifade eden a değerine göre Perşembe örnekleri açık şekilde kızarmış, Borçka örnekleri ise kırmızı yönde hafif değişim göstermiştir. Sarı (-) ve mavi (+) skalasının gösterildiği b değerine göre Perşembe örnekleri çok hafif, Borçka örnekleri ise anlamlı düzeyde mavileşmiştir. Tüm bu değişimlerin toplamı olarak ifade edilen ΔE değeri ise doğal yıkanma sürecinin odunda anlamlı bir şekilde renk değişikliğine neden olduğu ortaya koymaktadır.

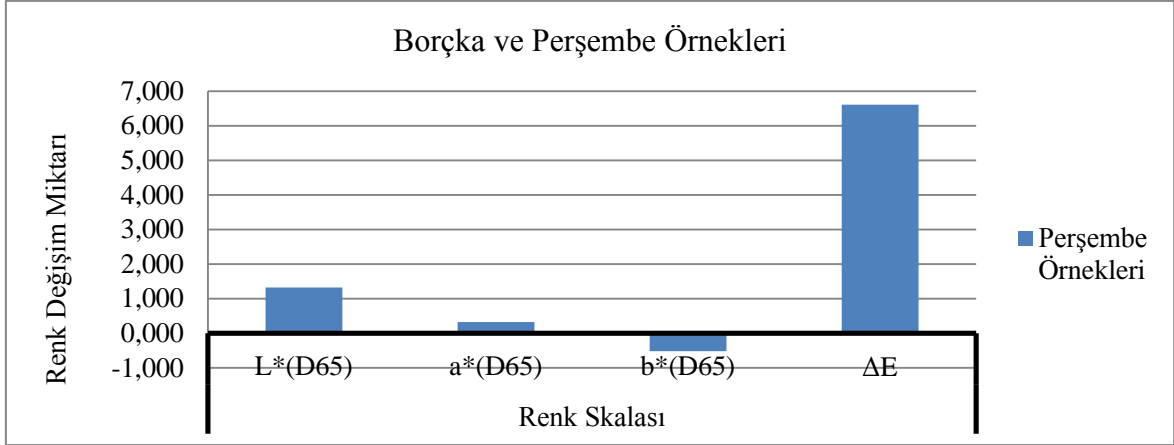
Kontrol örneklerinin laboratuvarında yıkanmasından önce ve sonra yapılan ölçümlerde elde edilen renk kıyaslamasına ait grafik Şekil 41’de sunulmuştur.



Şekil 41. Kontrol örneklerinde laboratuvarında yıkanma işlemi sonrasında oluşan renk değişimi grafiği

Laboratuvar ortamında yıkanan örnekler yıkanma işleminin öncesine göre belirgin bir biçimde renk değişikliğine uğramıştır. Özellikle Perşembe örneklerinde beyazlaşma söz konusudur. Her iki bölge örnekleri için de kızarma veya yeşillenme söz konusu değildir. Borçka örnekleri hafif sararmış, Perşembe örnekleri ise bir miktar mavileşmiştir.

Borçka örnekleri ile Perşembe örnekleri arasında yapılan renk kıyaslamasına ait grafik Şekil 42’de sunulmuştur.



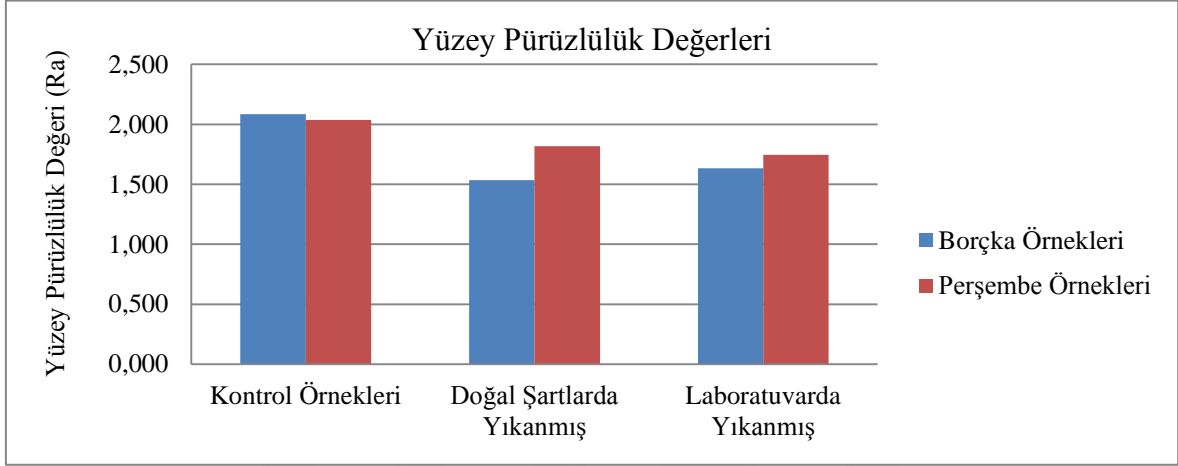
Şekil 42. Borçka ve Perşembe örnekleri arasındaki renk farkı grafiği

Bu grafiğe göre Karadeniz sahilinin doğusu ile ortaya yakın olan doğu kesiminde yetişen Anadolu Kestanesi odunu arasında belirgin renk farklılığı bulunmaktadır. Grafikte Borçka örnekleri için 0 (sıfır) değeri esas kabul edilmektedir. Perşembe’de yetişen kestane odununun yüzey rengi Borçka’da yetişene göre daha beyaz, çok az kırmızı, çok az mavimsi tondadır. Belirleyici fark beyazlık değerinde ortaya çıkmaktadır.

Her üç kıyaslama grafiği birlikte değerlendirildiğinde yıkanma işleminin odun yüzeyinde renk değişimine neden olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Doğal yıkanma sürecinin renkte kararmaya, laboratuvarında yıkanma işleminin ise beyazlanmaya yol açtığı görülmektedir. Doğal yıkanmaya tabi tutulan örneklerdeki kararmaya neden olan en önemli etkenin, açık hava şartlarında doğal çevrenin kirletici etkilerine doğrudan maruz kalma ve güneş ışığı olduğu değerlendirilmektedir. Berkel’e (1970) göre odun bünyesinde özellikle özışını paranzim hücrelerinde bulunan sepi maddeleri kesimden sonra havayla etkileşime girerek okside olurlar ve oksidasyonla renkleri koyulaşır. Bu durum zamanla renk değişimlerine neden olmaktadır. Ultraviyole ışınlarına maruz kalan odunun renginde kahverengimsi bir dönüşüm meydana gelmektedir (Berkel, 1970). Atmosfere terkedilen odunun rengi genel olarak koyulaşmaktadır. Yağmur ve yüksek rutubet altında kalan odunun rengi koyu kül rengine dönüşmektedir (Bozkurt, 1982). Budakçı ve Karamanoğlu (2013) tarafından yapılan bir çalışmada sarıçam, sapsız meşe ve doğu kayını ve Anadolu kestanesi odunu açık hava koşullarında kararma göstermiştir. Açık hava koşullarında ve iklim şartlarında bırakılan odunun yüzeyinde güneş ışınlarının etkisi ile özellikle odun rengi çok hızlı bir değişime uğramaktadır (Budakçı ve Karamanoğlu, 2013). Literatürde var olan bu değerlendirmelerle deney sonuçları örtüşmektedir.

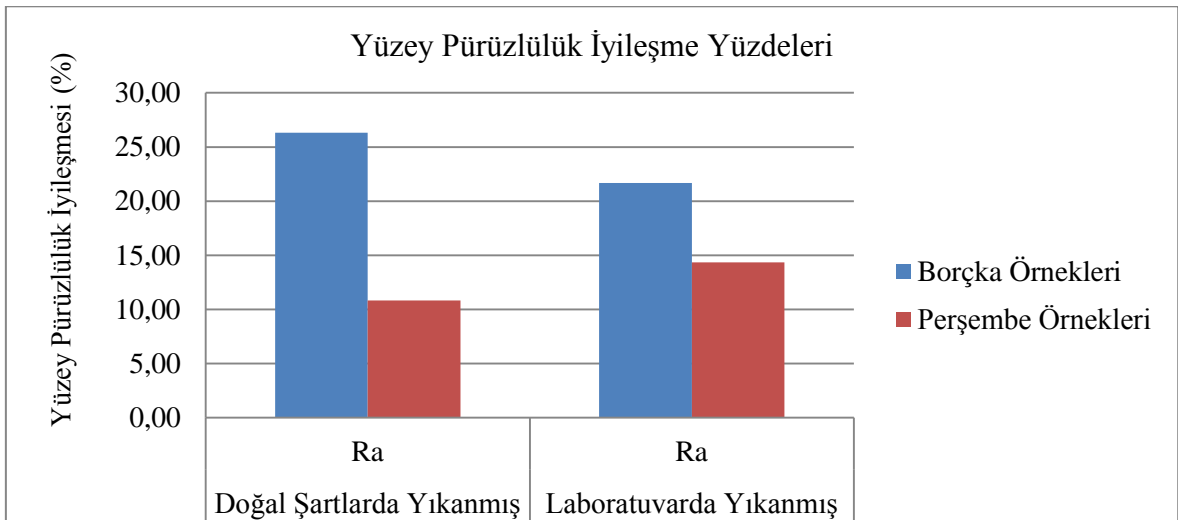
4.6. Yüzey Pürüzlülüğü

Yıkama işlemleri sonrasında örneklerin yüzeylerindeki pürüzlülük özelliklerine ilişkin değerler Şekil 43'te örneklerin yıkama durumuna göre karşılaştırmalı olarak grafik halinde verilmiştir.



Şekil 43. Yıkama durumuna göre örneklerin pürüzlülük değerleri grafiği

Yıkama işlemi yüzey pürüzlülüğünü azaltmaktadır. Yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen iyileşme doğal şartlarda yıkanan örneklerde biraz daha belirgindir. Şekil 44'te yüzelik cinsinden pürüzlülük iyileşme durumu sunulmuştur.



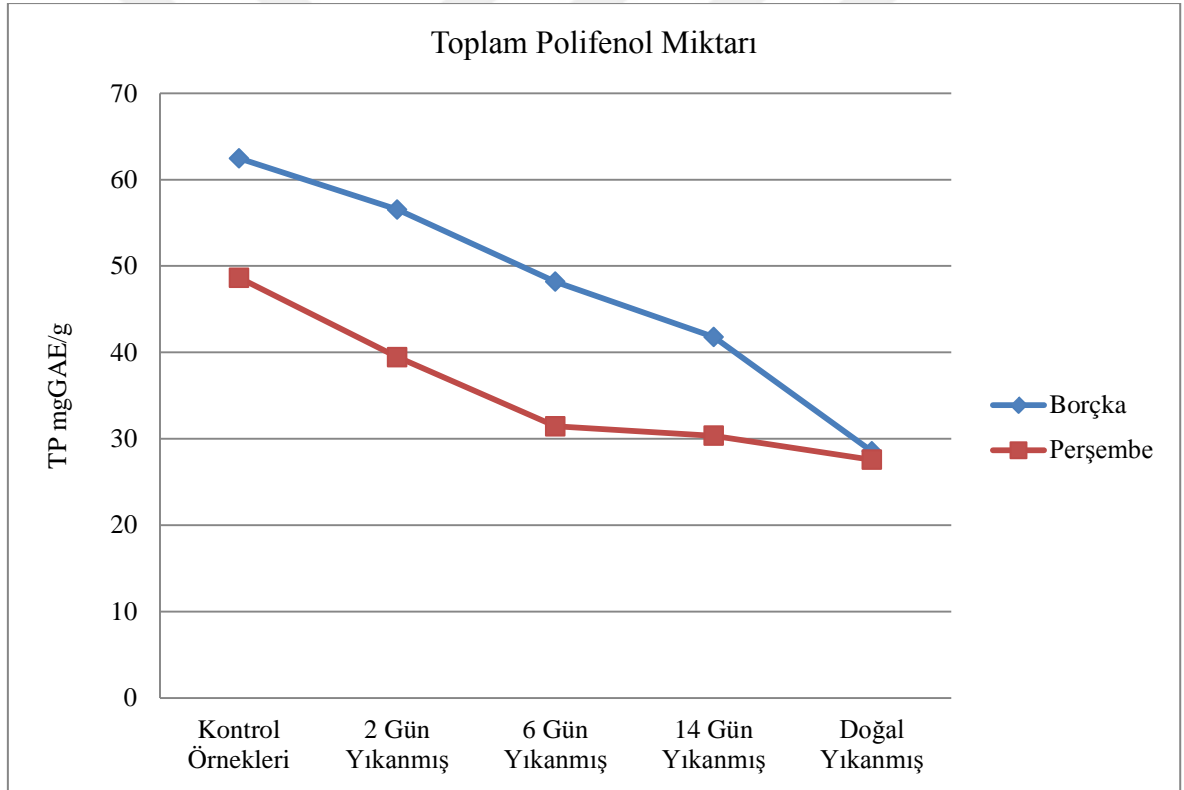
Şekil 44. Yıkama durumuna göre örneklerde oluşan pürüzlülük iyileşme yüzdeleri grafiği

Hem doğal şartlarda hem de laboratuvar ortamında yapılan yıkanma işlemleri sonrası Borçka örneklerinde % 20'nin, Perşembe örneklerinde ise % 10'un üzerinde bir iyileşme görülmüştür.

4.7. Kimyasal Analiz

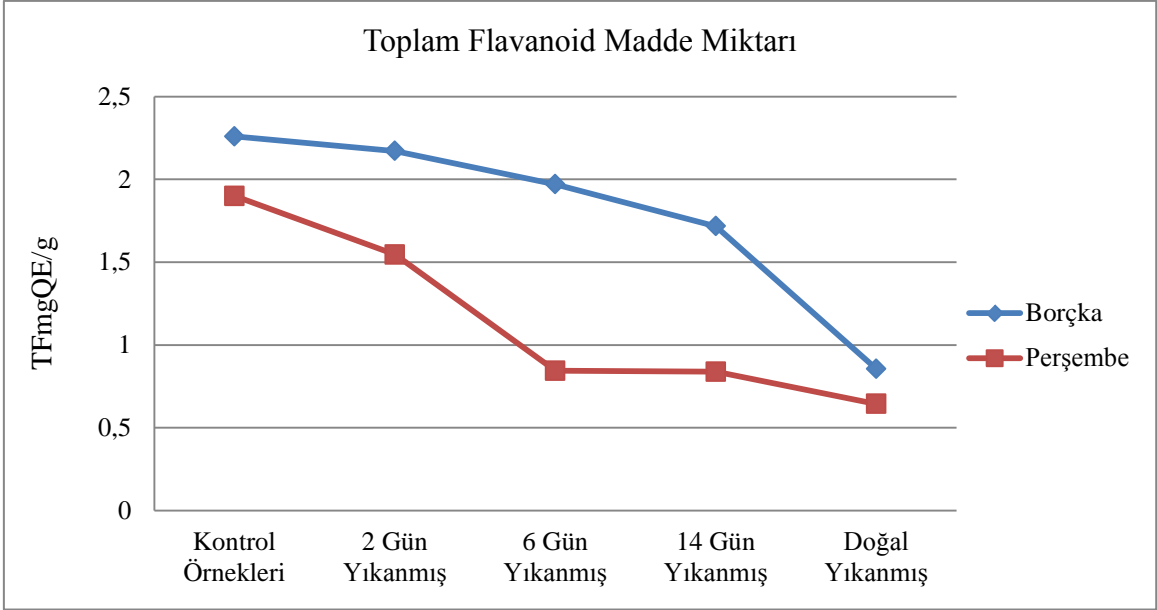
4.7.1. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Kimyasal analiz işlemi sonrası elde edilen bulgulara ilişkin veriler 45, 46, 47 ve 48 numaralı şekillerde grafik olarak sunulmuştur.



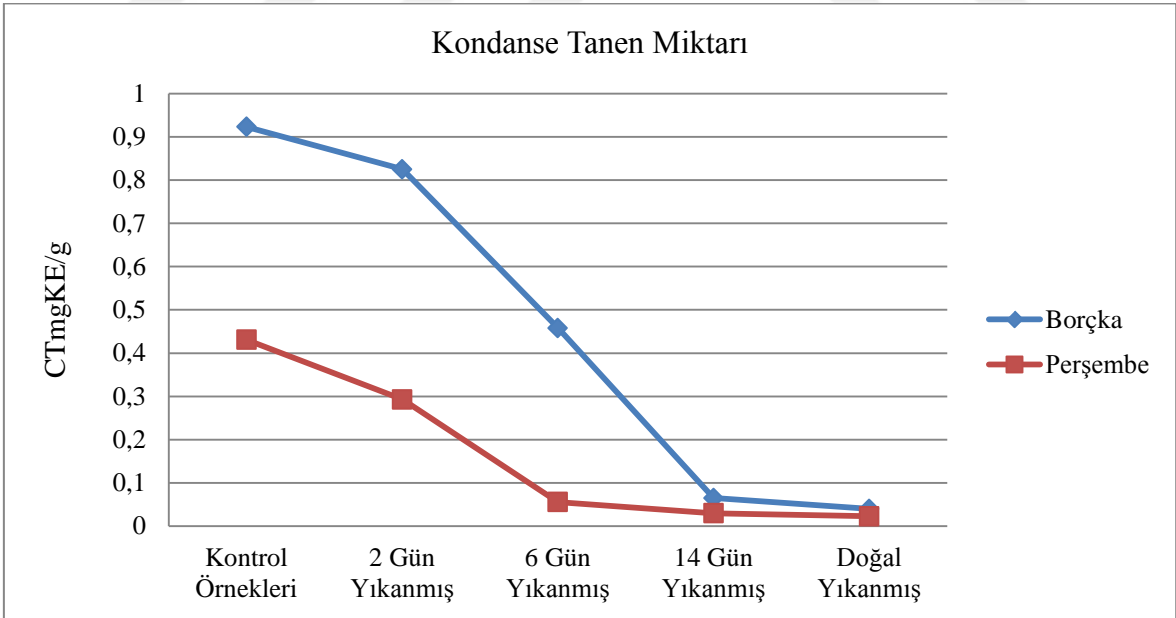
Şekil 45. Toplam polifenol miktarındaki değişim grafiği

Toplam polifenol miktarı yıkanma öncesi Borçka örneklerinde daha fazla iken, yıkanma sonrası Perşembe örnekleri ile aynı düzeye gerilemiştir. Bileşen kayıp hızı iki bölge için de aynıdır.



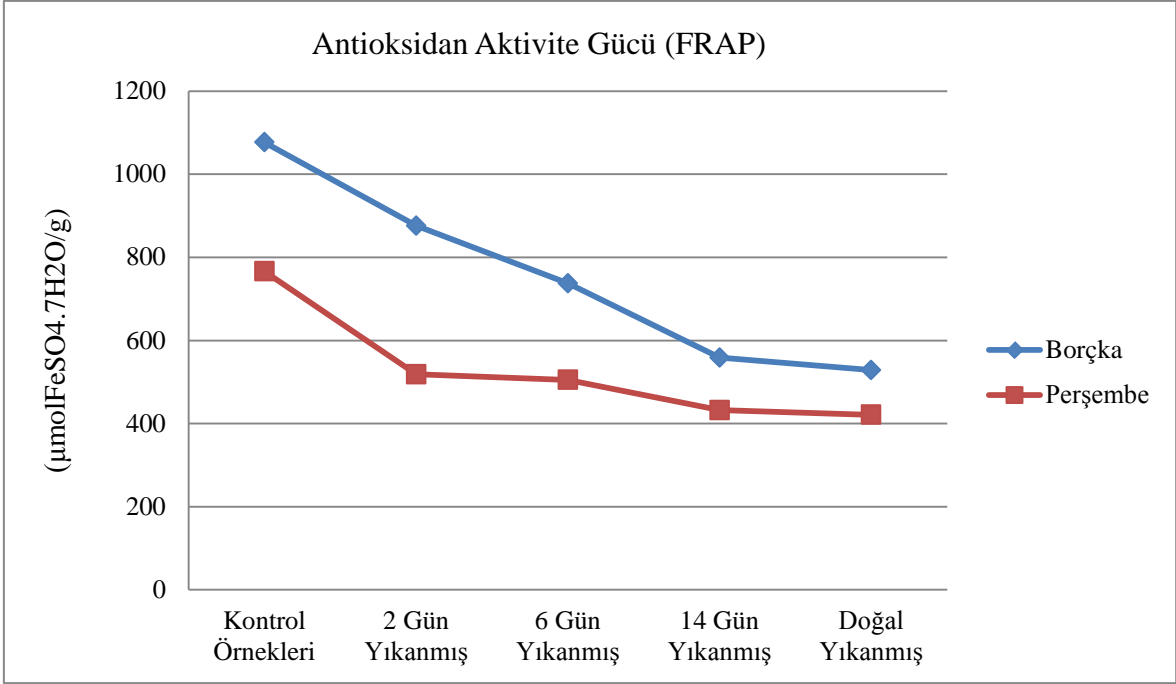
Şekil 46. Toplam flavonoid madde miktarındaki değişim grafiği

Toplam flavonoid kaybı Perşembe örneklerinde daha hızlı yaşanmıştır. Laboratuvar ortamındaki yıkanma sürecinde oluşan kayıp Borçka örneklerinde daha sınırlı kalmıştır.



Şekil 47. Kondanse tanen miktarındaki değişim grafiği

Kondanse tanen miktarı Borçka örneklerinde çok daha fazladır. Özellikle yıkanmanın ilerleyen bölümünde hızlıca odunu terk etmiş, neredeyse kalmamıştır.



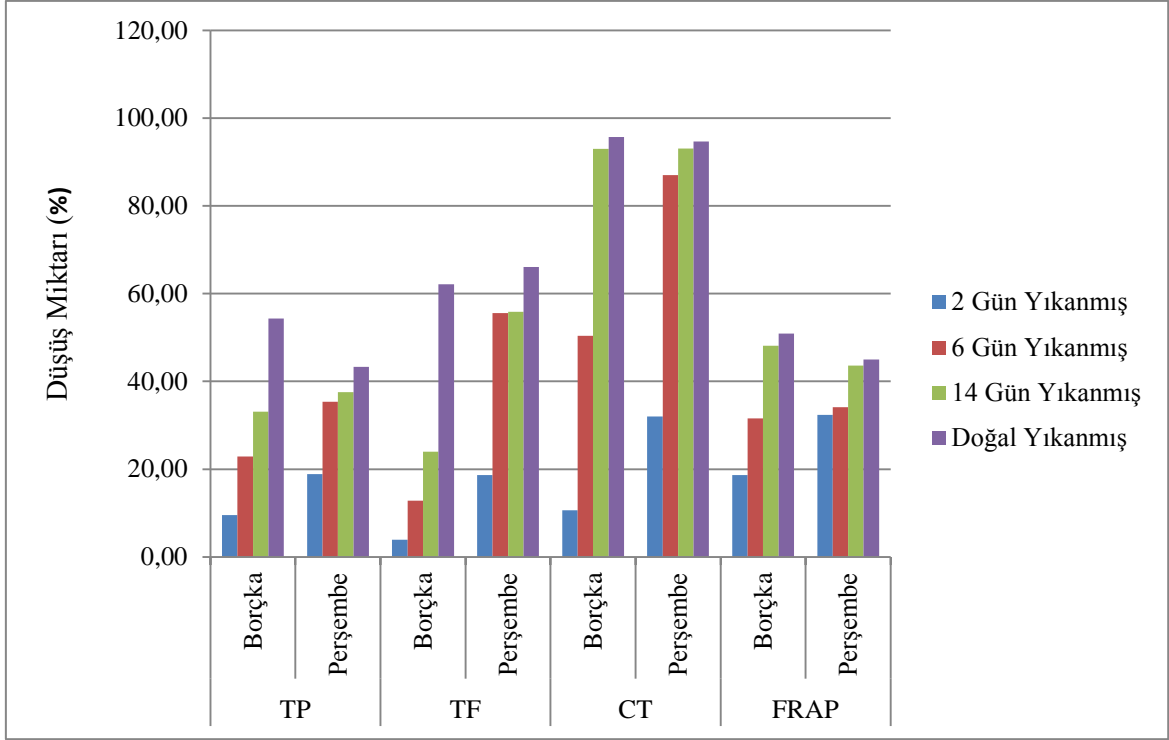
Şekil 48. Antioksidan aktivite gücündeki değişim grafiği

Antioksidan aktivite gücü, bileşen kayıplarına paralel olarak azalmaktadır.

Bütün grafikler birlikte değerlendirildiğinde, kontrol örnekleri ile doğal şartlarda veya laboratuvar ortamında farklı periyotlarda yıkanan örnekler için yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre yıkanma işlemi odun yapısındaki bütün fenolik bileşenlerde yıkanma süresiyle doğru orantılı bir şekilde azalmaya neden olmuştur. Toplam polifenol ve toplam flavonoid miktarı için doğal şartlarda meydana gelen kayıp, laboratuvar ortamında yıkanan örneklere oranla daha fazladır. Kondanse tanen miktarı ve antioksidan aktivite gücü ise eşit miktarda azalmıştır.

Borçka örnekleri Perşembe örneklerine göre analiz edilen bütün nitelikler yönünden daha zengindir. Ancak yıkanma süreci sonrası neredeyse tamamında Perşembe örnekleri ile aynı düzeye gelmektedir. En büyük düşüş kondanse tanen miktarında yaşanmıştır.

Yıkanma sürecinin oluşturduğu bileşen kayıplarının yüzdelik kayıp oranı Şekil 49'da grafik olarak verilmiştir.

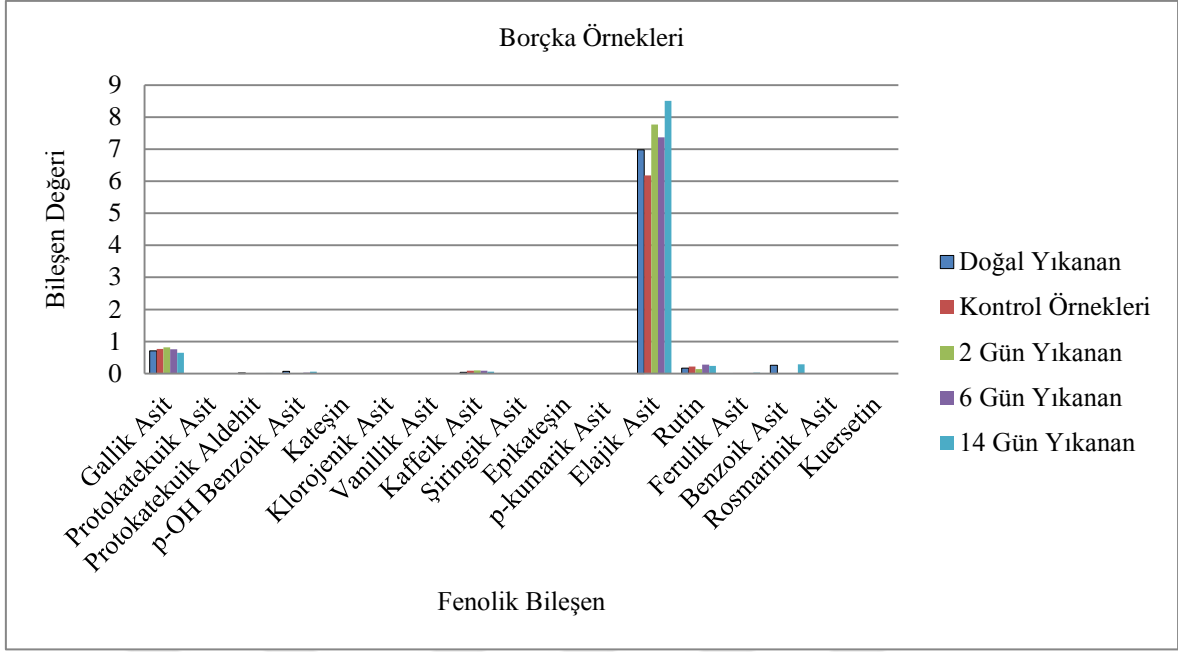


Şekil 49. Yıkanma sürecinin oluşturduğu bileşen kayıplarının yüzdelerik grafiği

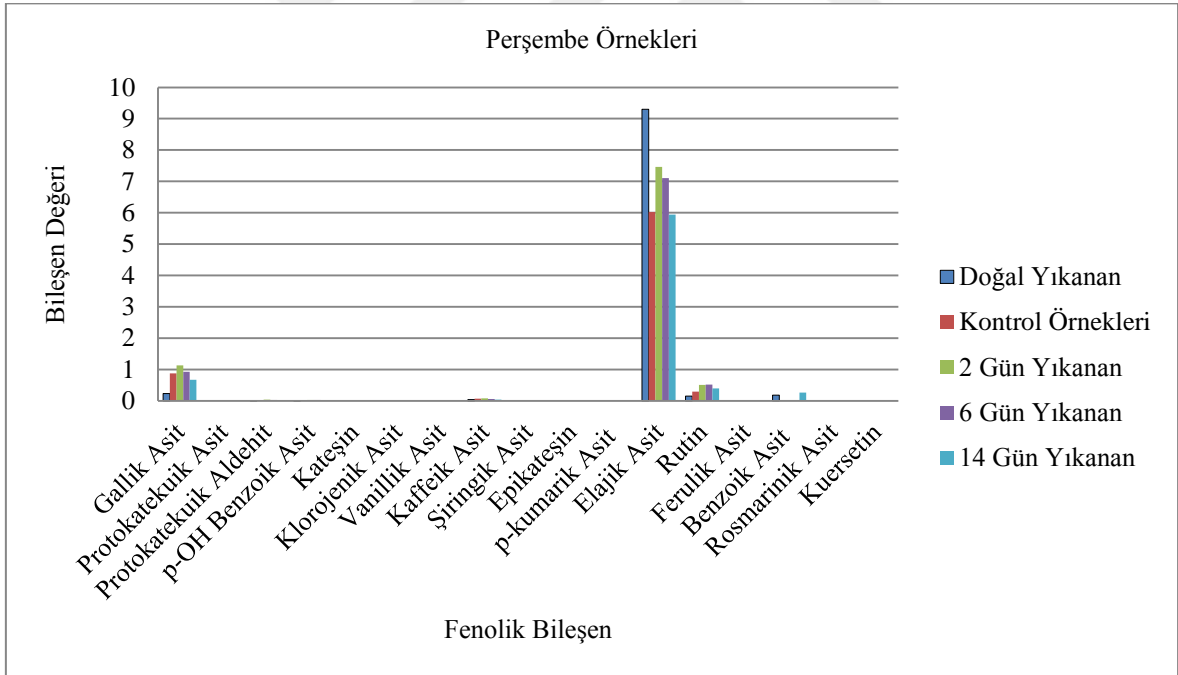
Canas vd. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada kestane odunu 18 ay boyunca açık hava koşullarında istif edilmiş ve odun kompozisyonunun evrimi incelenmiştir. Çalışma bulgularında odun içerisinde bulunan çözünebilir bileşiklerin yarısından fazlasının ilk 6 aylık yıkanma süreci sonrası odunu terk ettiği görülmüştür (Canas vd., 2006). Kimyasal analiz bulguları bu araştırmayı destekler niteliktedir. Gençay (2010) tarafından yapılan bir araştırmada ise açık hava koşullarına maruz bırakılan kestane örneklerinde bulunan bileşenlerden şeker esaslı olan hidrofilik bileşenlerin % 90'ı ilk 3 aylık dönemde odundan ayrılmıştır (Gençay, 2010).

4.7.2. HPLC Analizleri

Kimyasal analiz işlemi sonrası elde edilen veriler 50 ve 51 numaralı şekillerde bölge bazında yıkanma durumuna göre grafik olarak sunulmuştur.



Şekil 50. Borçka örneklerine ilişkin HPLC analizi sonuçları



Şekil 51. Perşembe örneklerine ilişkin HPLC analizi sonuçları

HPLC analizi sonuçlarına göre yıkanma yapılmamış haldeki kestane odununda Elajjik asit, Gallik asit ve Rutin önemli ölçüde bulunmakta, Ferulik asit, Kaffeik asit, Protokatekuik aldehit ve p-OH Benzoik asit az miktarda varlık göstermektedir. Fernandez de Simon vd. (1999) tarafından ispanyada meşe ağacı üzerinde yapılan bir araştırmada

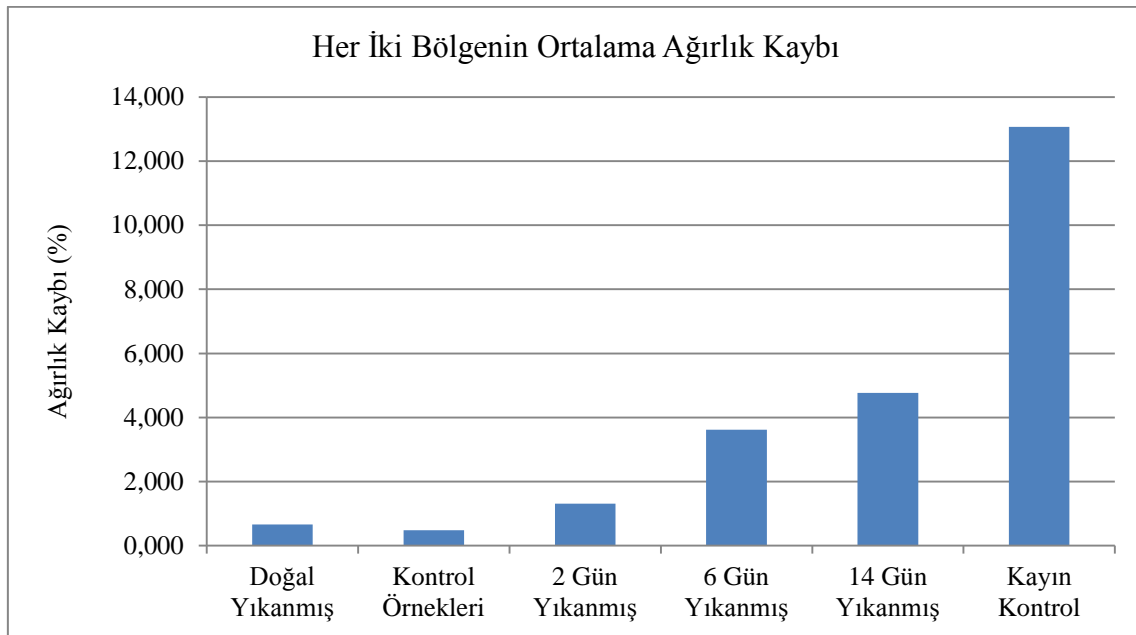
ahşabın ana bileşenleri olarak öncelikle elajik asit, sonrasında ise gallik asit tespit edilmiştir. 1 yıllık doğal kurutma süreci sonrası bu bileşenlerin artış gösterdiği saptanmıştır (Fernandez de Simon vd., 1999).

Yıkama işlemi Borçka örneklerinde özellikle elajik asit ve benzoik asit düzeyini artırmıştır. Kaffeik asitte ise azalma görülmektedir. Gıda muhafazasında kullanılan önemli bir antioksidan olan Ferrulik asit, her iki bölge için de doğal şartlarda yıkanan örneklerde tespit edilememiştir.

Perşembe örneklerinin özellikle doğal yıkama işlemine tabi tutulanlarında Elajik asit düzeyi yüksek ancak Gallik asit miktarı düşüktür. Tanenlerin bir parçası olan Gallik asit miktarının düşük olması ile; antioksidan özelliği bilinen Elajik asitin ve antimikrobiyal özellik taşıyan Benzoik asitin yüksek oluşu, doğal yıkanmanın odun dayanım niteliklerindeki değişimine ilişkin ilgi uyandırıcı bir durumdur.

4.8. Mantar Çürüklüğü

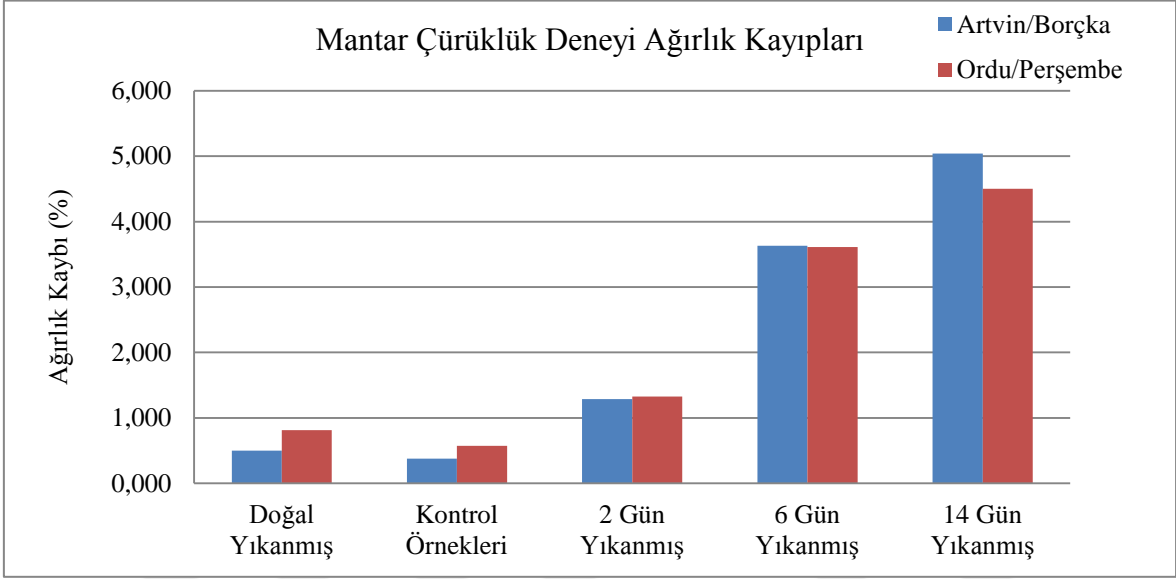
Yıkama işlemleri sonrasında mantar çürüklüğüne karşı meydana gelen ağırlık değişim miktarları örneklerin yıkama durumuna göre Şekil 52'de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 52. Mantar çürüklük deneyi sonrası oluşan ortalama ağırlık kayıpları

Kontrol örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı % 13,07'dir. Bu kayıp mantar misellerinin yeterli etkiye sahip olduğu anlamı taşımaktadır.

Yıkanma işlemleri sonrasında mantar çürüklüğüne karşı meydana gelen ağırlık değişim miktarları örneklerin yıkanma durumuna göre bölge farkı da dikkate alınarak karşılaştırmalı olarak Şekil 53'te grafik halinde verilmiştir.



Şekil 53. Bölge kıyaslaması ile mantar çürüklük deneyi sonrası ortalama ağırlık kayıpları

Hiçbir işlem yapılmayan kontrol örneklerinden anlaşılacağı üzere Borçka ağacı Perşembe ağacına göre mantar çürüklüğü bakımından daha dayanıklıdır. Laboratuvarda yıkanma işlemi her iki bölge odununda da mantar dayanımını olumsuz olarak etkilemiştir. Borçka örneklerinde oluşan olumsuz etki Perşembe örneklerine kıyasla biraz daha belirgindir. Doğal şartlarda yıkanan örneklerin mantar çürüklüğüne karşı direnç kaybı her iki bölge için de önemsiz derecede azdır.

Aloui vd.'ne (2004) göre, Dumonceaud (1999) tarafından kestane odununda yapılan bir araştırmada odun dayanımı, yıkanma işlemi sonrası bir kademe alt sınıf düzeyine gerilemektedir. Meşe odunu üzerinde yapılan araştırmalar da bu bulguyu destekler niteliktedir. Yıkanan örneklerde dayanımın yıkanmayan örneklere kıyasla % 25 azaldığı görülmüştür (Aloui vd, 2004). Bu yönden elde edilen bulgular literatürle paralellik göstermektedir. Doğal yıkanma işlemi ile laboratuvar ortamında yapılan yıkanma işleminin mantar çürüklüğü dayanım etkisindeki farklılaşma araştırılmaya değer görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Doğu Karadeniz sahil kesiminde doğal olarak yetişen Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda yıkanma sonrası oluşabilecek fiziksel, kimyasal, mekanik ve dayanım özellikleri değişimleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda varılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

5.1. Tam Kuru Yoğunluk

Perşembe odununun tam kuru yoğunluğu Borçka odununa kıyasla daha yüksektir. Yıkanma işlemi odunun ağırlığını azaltmakta, tam kuru yoğunluk bakımından gruplar arasında anlamlı bir değişiklik oluşturmamaktadır.

5.2. Su Alma Oranı ve Su İticilik

İki bölge ağacı arasında yıkanma öncesi su alma oranı bakımından önemli bir fark yoktur. Perşembe odunu su alma oranı ve su iticilik bakımından yıkanma işleminden daha fazla etkilenmektedir. Yıkanma işlemi su iticilik etkisini, su alma oranı ile ters orantılı şekilde düşürmektedir. Özellikle Perşembe ağacında doğal yıkanma su alma oranını önemli ölçüde azaltmakta, laboratuvar ortamındaki yıkanma ise artırmaktadır. Doğal şartlarda yapılan yıkanma işlemi ile laboratuvar şartlarında yapılan yıkanma işlemi su alma oranı ve su iticilik bakımından zıt sonuçlar doğurmaktadır.

5.3. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik

Yıkanma yapılmayan Perşembe odunu Borçka odununa göre biraz daha fazla genişlemektedir. Doğal yıkanma işlemi genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerini Perşembe odununda artırmakta, Borçka odununda ise azaltmaktadır. Borçka odunu genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik bakımından yıkanma işleminden daha fazla etkilenmektedir. Genel anlamda yıkanma işlemi odunun genişleme miktarını artırmakta, genişlemeyi önleyici etkinlik değerini azaltmaktadır. Doğal şartlarda yapılan yıkanma

işlemi ile laboratuvar şartlarında yapılan yıkanma işlemi Perşembe odunu için genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik bakımından zıt sonuçlar doğurmaktadır.

5.4. Liflere Paralel Basınç Direnci

Perşembe ağacı Borçka ağacına göre yıkanmamış halde % 20, yıkanma sonrası % 10 daha dirençlidir. Laboratuvarda yıkanma işlemi odunun liflere paralel basınç direncini düşürürken, doğal yıkanma süreci artırmaktadır. Direnç bakımından Borçka ağacı yıkanma işleminden daha fazla etkilenmektedir.

5.5. Renk Özellikleri

Perşembe ağacı Borçka ağacına göre daha beyaz renklidir. Doğal yıkanma süreci renkte kararmaya, laboratuvarda yıkanma işlemi ise beyazlanmaya yol açmıştır. Özellikle kararma bakımından Perşembe ağacı yıkanmadan oldukça fazla etkilenmektedir.

5.6. Yüzey Pürüzlülüğü

Yıkanma işlemi yüzey pürüzlülüğünü oldukça iyileştirmekte, bu iyileşme Borçka yöresi odunu için Perşembe odununa kıyasla iki kat olmaktadır. Hem doğal şartlarda hem de laboratuvar ortamında yapılan yıkanma işlemleri sonrası Borçka örneklerinde % 20'nin, Perşembe örneklerinde ise % 10'un üzerinde bir iyileşme görülmüştür.

5.7. Kimyasal Analiz

Borçka örnekleri Perşembe örneklerine göre analiz edilen bütün nitelikler yönünden daha zengindir. Ancak yıkanma süreci sonrası neredeyse tamamında Perşembe örnekleri ile aynı düzeye gelmektedir. Her iki bölge ağacı için de en büyük düşüş kondanse tanen miktarında yaşanmaktadır. Yıkanma işlemi odun bileşiklerinden toplam polifenoller ve toplam flavonoid miktarı ile antioksidan aktivite etkisini yarı yarıya, kondanse tanen miktarını ise % 95 oranında azaltmıştır.

5.8. Mantar Çürüklüğü

Borçka ağacı Perşembe ağacına göre mantar çürüklüğü bakımından daha dayanıklıdır. Laboratuvarda yıkanma işlemi her iki bölge odununda da mantar çürüklük dayanımını olumsuz olarak etkilemiştir. Borçka örneklerinde oluşan olumsuz etki Perşembe örneklerine kıyasla biraz daha belirgindir. Borçka örneklerinde dayanımı % 5,04 düşmekte, Perşembe örneklerinde ise % 4,5 azalmaktadır.

Doğal şartlarda yıkanan örneklerin mantar çürüklüğüne karşı direnç kaybı her iki bölge için de önemsiz derecede azdır. Doğal yıkanma işlemi ile laboratuvar ortamında yapılan yıkanma işleminin mantar çürüklüğü dayanım etkisi bakımından yüksek derecede farklılaşması araştırılmaya değer görülmektedir.

6. ÖNERİLER

Anadolu kestanesine yapılan yıkanma işlemi odunun kimyasal bileşenlerini, mantar çürüklük dayanımını, su alma oranını, su iticilik etkisini, genişleme miktarını, genişlemeyi önleyici etkinlik değerini, yüzey pürüzlülüğünü, paralel basınç direncini ve renk özelliklerini etkilemektedir.

Yıkanan odunda kimyasal bileşenler önemli ölçüde azalmakta bu durum antioksidan aktivite etkinliğini düşürmektedir. Odunun bozunmasına neden olan etkenlere karşı koruyucu özellik sağlayan bu bileşenlerin kaybı istenmeyen bir durumdur.

Laboratuvarında yıkanma işlemi odununun mantar etkisine karşı dayanıklılığını önemli ölçüde azaltmakta, doğal yıkanma süreci mantar çürüklük dayanımı açısından önemli bir fark oluşturmamaktadır. Laboratuvar ortamındaki yıkanma standardının tomruk havuzu ile paralellik gösterdiği dikkatten kaçırılmamalıdır. Yıkanma işleminin böcek tahribatına karşı etkilerinin inceleneceği yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

Laboratuvarında yıkanma odunun su alma oranını artırmakta, doğal yıkanma süreci ise özellikle Perşembe odununda azaltmaktadır. Yıkanma işlemi su alma oranı ve su iticilik bakımından Perşembe odununda; genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik bakımından Borçka odununda daha fazla etki oluşturmaktadır. Borçka odununda su alma oranı bakımından değişim oranı düşük, genişleme miktarı bakımından ise yüksektir. Bu durum odunun daha az su alarak daha fazla genişleme yapması yani daha fazla çalışması anlamı taşımaktadır. Özellikle kapı veya pencere gibi doğrama elemanlarının üretiminde kullanılacak kereste için bu etki büyük olumsuzluk arz etmektedir.

Doğal yıkanma işlemi, odunun maruz kaldığı güneş ışığı ve kirletici çevresel etmenlerin yağmur suyuyla odun bünyesine işlemesi gibi olası nedenlerle, yaygın kanının aksine odun renginde kararmaya neden olmaktadır. Laboratuvarında yıkanan örneklerde bir miktar beyazlaşma meydana gelmiştir ancak bu da önemli düzeyde değildir.

Yıkanma işlemi özellikle doğal yıkanmada yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde iyileştirmektedir. Bu durum üst yüzey işlemi görececek olan ürünlerin yapımında kullanılacak kereste için önemli bir avantaj sağlayacaktır.

Laboratuvar ortamında yapılan yıkanma, odunun liflere paralel basınç direncini düşürmüştür. Doğal şartlarda yapılan yıkanma ise her iki bölge odununda da önemli bir direnç artışı sağlamaktadır. Bu durum mantıksal açıdan beklenmeyen bir sonuç olmakla

birlikte; doğal şartlarda yıkanan odunun aylar süren yıkanma koşullarında tekraren lif doygunluk noktası rutubetin altına düşmesi, sonra yeniden yüksek rutubet düzeylerine ulaşması ve bu sayede fiziksel anlamda defalarca daralıp genişlemesi, mekanik dirençte oluşan iyileşmeyi açıklayabilir niteliktedir. Özellikle çatı kerestesi gibi liflere paralel yük taşıması söz konusu olan yerlerde kullanılacak kereste için doğal yıkanma avantajlı görünmektedir.

Yıkanma işleminden etkilenen bütün nitelikler birlikte değerlendirildiğinde doğal yıkanmanın yapay yıkanmaya kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiği, yıkanmadan olumsuz etkilenen nitelikler üzerinde ise daha az olumsuzluğa neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu yönüyle yapılacak muhtemel bir yıkanma işleminde doğal yıkanmanın tercih edilmesi daha uygun olacaktır. Laboratuvar ortamında yapılan yapay yıkanma işleminin odunu tomruk havuzunda bekletme uygulaması ile aynı çerçevede olması, kestane kerestesinin su içinde bekletilmesi deneyimine de temkinli yaklaşılması gerektiğini işaret etmektedir.

Anadolu kestanesi kerestesinin kullanım öncesi yıkanma işlemine tabi tutulup tutulmayacağı değerlendirilirken, kullanım yerinin özelliklerine göre yukarıda sıralanan olumlu ve olumsuz yönlerin birlikte değerlendirilmesi karar verme sürecinde üreticiye ve kullanıcıya ışık tutacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Akbulut, S., 2002. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Akgün, H., C., 2005. Anadolu Kestanesi Odununun Kimyasal Bileşimi ve Kağıt Yapımına Uygunluğu, Yüksek Lisans Tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Aloui, F., Ayadi, N., Charrier, F. ve Charrier, B., 2004. Durability of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) against white rot fungi (*Coriolus versicolor*) relations with phenol extractives, Holz Roh Werkst., 62, 286–290.
- Anonim-1, 2017. Topçuoğlu Orman Ürünleri, Topçu, H., Akçaabat.
- Anonim-2, 2017. Bahçekapılı Keretecilik, Bahçekapılı, Ş., Arsin.
- Anonim-3, 2017. Zanaatkâr, Adanur, M., Yomra.
- Anonim-4, 2018. Adanur Orman Ürünleri, Adanur, F., Yomra.
- Anonim-5, 2019. Yılmaz Orman Ürünleri, Yılmaz, S., Z., Arsin.
- Anonim-6, 2019. Aydınlar Orman Ürünleri, Aydın, N., Borçka.
- Anonim-7, 2019. Kav Orman Ürünleri, Kav, H., Of.
- Anonim-8, 2019. Topçuoğlu Kereste, Topçu, U., S., Borçka.
- Anonim-9, 2019. Ağaç İş Orman Ürünleri, Serdaroğlu, M., Ardeşen.
- Anonim-10, 2019. Gözde Kerestecilik, Yakut, N., Hopa.
- Anonim-11, 2019. Livane Orman Ürünleri, Yılmaz, T. ve Atasever, A., Ordu.
- As, N., Dündar, T. ve Büyüksarı, Ü., 2016. Istanbul University, Journal of the Faculty of Forestry, 66, 2, 727-735.
- Ay, N. ve Şahin, H., 2002. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 63-71.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, 1, İstanbul Üniversitesi, 1448, Orman Fakültesi, 147, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 592 s.

- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi, 2, İstanbul Üniversitesi, 1745, Orman Fakültesi, 183, Sermet Matbaası, İstanbul, 386 s.
- Berkel, A., 1943. Kestane Odununun Önemli Teknolojik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar, Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi, 1, 1, 397-418.
- Bozkurt, Y., 1982. Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, 2839, Orman Fakültesi, 296, İstanbul, 220 s.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1995. İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi), İstanbul Üniversitesi, 3907, ISBN 975-404-6, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, 445, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, 3779, Orman Fakültesi, 425, İstanbul.
- Budakçı, M. ve Karamanoğlu, M., 2014. Açık Hava Koşullarının Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 14, 1, 37 – 47.
- Canas, S., Caldeira, I., Mateus, A., M., Belchior, A., P, Climaco, M., C. and Sousa, R., B., 2006. Effect Of Natural Seasoning On The Chemical Composition Of Chestnut Wood Used For Barrel Making, Ciencia Tec. Vitiv., 21, 1, 1-16.
- Çetin, F. ve Gündüz, G., 2016. Türkiye'deki Bazı Ağaç Türü Odunlarının Fiziksel Özellikleri Üzerine Yapılan Araştırmaların Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18,2, 175-193.
- Çıbık, A., 2011. Denizli Yöresi Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin Bazı Morfolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Davis, P., H., 1982. Flora of Turkey and East Aegean Islands, 7, Edinburg, 659 s.
- Demirtaş, B., 2013. Aydın İli Köşk İlçesinde Potansiyel İncir (*Ficus carica* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Üretim Alanlarının Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Duyar, E., 1998. Türkiye Kestane Florası İçerisinde Aydın İli Kestane Yetiştiriciliği, Sorunları ve Çözüm Yolları, Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül, Aydın, 715 s.
- Ekinci, E., 2011. Su Bazlı Koruyucu Maddelerle Muamele Edilmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Örneklerinde Açık Havada Meydana Gelen Fiziksel Değişikliklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Bartın.

- Engür, M., O., Kartal, S., N. ve Eker, S., Y., 2006. 21. Yüzyılın Yapı Malzemesi, III. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, 24-26 Kasım, Ankara, 496 s.
- Erdin, N., 2009. Ahşap Konservasyonu Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi, 4840, İstanbul.
- Fengel, D. and Wegener, G., 1984. Wood: Chemistry, Ultrastructure And Reactions, New York, USA.
- Fernandez de Simon, B., Cadahia, E., Conde, E. and Valleo, M., 1999. Evolution of Phenolic Compounds of Spanish Oak Wood during Natural Seasoning. First Results, J. Agric. Food Chem., 47, 1687-1694.
- Fukumoto, L. and Mazza, G., 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds, Journal of agricultural and food chemistry, 48, 8, 3597-3604.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. and Jiang, Y., 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay., Nutrition Research., 23, 12, 1719-1726.
- Gençay, E., 2010. Açık Hava Koşullarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Odunlarının Kimyasal Yapısında Meydana Gelen Değişikliklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Hafizoğlu, H. ve Deniz, İ., 2011. Odun Kimyası Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- ISO, 2017. Specifies A Method For Determining The Ultimate Stress In Compression Parallel To Grain Of Wood, ISO 13061-17.
- Julkunen-Tiitto, R., 1985. Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics, Journal of agricultural and food chemistry. 33, 2, 213-217.
- Kantay, R., 1969. Parkelik Ağaç Malzemenin Kurutulması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B 19, 3, 53-69.
- Kartal, S., N., 2013. Tarihi Ahşap Yapılarda Biyotik / Abiyotik Bozunmalar ve Koruma / Bakım Önlemleri, Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 4, 16, 59-71.
- Kaynak, Z., 2013. İnegöl Kestanelerinin (*Castanea sativa* Mill.) Seleksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Kendir, G., Öztürk, A. ve Köroğlu, A., 2016. *Castanea sativa* Mill. (Kestane), Meyve ve Yaprak Anatomisi, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 40, 2, 1-18.

- Kılıç, C., 2012. Silikon Bazlı Kimyasal Maddelerle Emprenye İşleminin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Köse, M., 2008. Antalya-Zerk, Isparta-Ayazmana ve Bartın-Kumluca Kestanelerinin (*Castanea sativa* Mill.) Karşılaştırmalı Odun Anatomisi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Mayer, H. ve Aksoy, H., 1998. Türkiye Ormanları, Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, 1, Bolu.
- Oral, M., A., 2006. Anadolu Kestanesinin (*Castanea sativa* Mill.) Sağlıklı ve Hastalıklı Odunlarının Bazı Anatomik ve Fiziksel Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Özalp, M. ve Ordu, M., 2010. Kereste Kurutmada Kullanılan Enerji Kaynağının Maliyete Etkileri, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, 99-108.
- Panshin A. J. and Zeeuw, C., 1980. Text Of Wood Technology, McGraw-Hill Book Company, Canada, USA.
- Seçkin, E., 1981. Bursa İli Kestanelerinde (*Castanea sativa* Mill.) Zarar Yapan Torticidae (*Lepidoptera*) Familyası Türleri, Tanınmaları, Zararları, Kısa Biyolojileri ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar, İstanbul Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, No 16.
- Singleton, V. and Rossi, J., A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, American Journal of Enology and Viticulture, 16, 3, 144-158.
- Slinkard, K. and Singleton, V., L., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods, American Journal of Enology and Viticulture, 28, 1, 49-55.
- Stoyanov, N., 1982. Tıbbi Bitkilerimizi Değerlendirelim, Çeviren: Makaklı, B., Akgün Yayınevi, İstanbul.
- Subaşı, B., 2004. Kestane Sektör Profili, İstanbul Ticaret Odası, Etüt ve Araştırma Şubesi, 19.
- Sundar, S., 2005. Chemical Modification of Wood Fiber to Enchange the İnterface Between Wood and Polymer in Wood Plastic, Master Thesis, Universty of Idaho, USA.
- Suolahti, O., 1940. Dependence of the Resistance to Decay on the Quality of Scots Pine, Pappr Tra, 23, 421-425.
- Taylor, A., M., Gartner, B., L. and Morrell, J., J., 2002. Heartwood Formation and Natural Durability–A Review, Wood and Fiber Science, 34, 587-611.

- Titmus, F., H. and Richards, C., H., 1971. Commercial Timbers of the World, The Technical Press Ltd., London.
- Topaloğlu, E., 2013. Doğu Kayınının (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odun Özellikleri Üzerine Bazı Yetişme Ortamı Koşullarının Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- T.S.E., 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Tam Kuru Ağırlığı Tayini, TS-2472, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikleri, TS-2470, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TS-2471, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1982. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, TS-53, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Ahşap Koruyucular-Emprenye Edilmiş Ahşabın Hızlandırılmış Eskitme Metodu İle Biyolojik Deneylere Hazırlanması-Yıkama Metodu, TS 6193 EN 84, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TS-4083, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 1984. Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşçerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, TS-4176, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 2005. Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ) - Yüzey Yapısı: Profil Metodu - Temas Uçlu (İğneli) Ölçme Cihazlarının Anma Karakteristikleri, TS 2495 EN ISO 3274, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- T.S.E., 2014. Metal Düz Mamuller Üzerinde Pürüzlülük Ortalaması Ra'nın ve Tepe Sayısı Rz'nin Ölçülmesi, TS EN 10049, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- URL-1, <https://nigde.csb.gov.tr/anit-kestane-agaci-koruma-altinda-haber-232138.>, 4 Nisan 2019.
- URL-2, <https://www.ogm.gov.tr/Lists/Haberler/Attachments/457/KESTANE%20EYLEM%20PLANI.pdf.>, 8 Nisan 2019.
- URL-3, <http://www.beykozses.com/sifali-orman-bitkileri-4.html.>, 4 Nisan 2019.
- URL-4, <http://www.tuzlaahsap.com/MakaleDetay/9/kestane-agaci-hakkinda.>, 7 Nisan 2019.
- URL-5, <https://slideplayer.biz.tr/slide/2741836/>, 8 Nisan 2019.

- URL-6, <http://www.gncahsap.com/ahsap-sanayinde-kurutma/>, 5 Mart 2019.
- URL-7, http://www.fuatturan.com/yacht_brokerage.aspx, 20 Nisan 2019.
- URL-8, <https://tr.redsearch.org/images/1375969#images-11>, 18 Nisan 2019.
- URL-9, <https://www.merlab.kastamonu.edu.tr/cihaz/hplc-yuksek-performansli-sivi-kromatografisi/>, 14 Mayıs 2019.
- URL-10, http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/gokcemerey_13.10.2015_1O8A.pdf, 18 Nisan 2019.
- Varan, S., 2008. Artvin Orijinli Kestane (*Castanea sativa*), Meşe (*Quercus petrea*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) Türleri İle Ankara Orijinli Karaçam (*Pinus nigra*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) Türlerin Ölü Örtü Ayırışma Oranları Üzerinde Kimyasal Bileşenlerin ve İklim Özelliklerinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Yadigaroğlu, R., 1997. Trabzon (41 derece kuzey) İklim Koşullarında Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* mill.) Kerestesinin Güneş Fırınında ve Açık Havada Kurutulması Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı II, İstanbul Üniversitesi, 3767, Orman Fakültesi, 420, İstanbul.
- Yasav, A., 2007. Çeşitli Koruyucu Maddelerle Muamele Edilmiş Meşe (*Quercus robur* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Panellerinde Açık Hava Koşullarında Meydana Gelen Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Yazıcı, H., 1998. Ahşap Tekne Yapımında Kullanılan ve Doğal Olarak Eğri Bükülmüş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Ağaçlarının Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Yıldız, S., 2002. Isıl İşlem Uygulanan Doğu Ladini ve Doğu Kayını Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, F., K., 2011. *Castanea sativa*'nın (Kestane) Afyon'da Yayılışı. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3, 1, 145-150.
- Zabel, R., A. and Morrel, J., J., 1992. Wood Microbiology, Decay and Its Prevention,, Academic Press inc., USA, California.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1999 yılında Niğde Üniversitesi Çamardı MYO Ağaç İşleri Programını tamamladı. 2000-2004 yılları arası Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümünde eğitim aldı. 2005 Yılında Milli Eğitim Bakanlığı kadrolarında Mobilya ve Dekorasyon Öğretmeni olarak göreve başladı. Halen bu görevi sürdürmektedir. Evli olan Ömer KERİMOĞLU orta derecede Almanca ve İngilizce bilmektedir.

