

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOTERMAL KAYNAK SULARIYLA MUAMELE EDİLEN
KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİ**

Abdulkadir SOYGÜDER

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2017**

© 2017 [Abdulkadir SOYGÜDER]

TEZ ONAYI

Abdulkadir SOYGÜDER tarafından hazırlanan "**Jeotermal Kaynak Sularıyla Muamele Edilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Bazı Fiziksel Özellikleri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ
Karadeniz Teknik Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Turgut ŞAHİN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Abdulkadir SOYGÜDER

İÇİNDEKİLER	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
2.1. Kızılçamın Özellikleri.....	2
2.2. Ahşabın Emprenyesi (Kimyasal Koruma)	3
2.2.1. Emprenye Maddeleri.....	3
2.2.2. Emprenye Metotları	4
2.2.2.1. Basınç Uygulamayan Emprenye Metotları	4
2.2.2.1.1. Fırça ile Sürme Püskürtme Metotları	4
2.2.2.1.2. Daldırma Metodu	4
2.2.2.1.3. Batırma Metodu	4
2.2.2.1.4. Sıcak ve Soğuk Metot	4
2.2.2.1.5. Besi Suyunun Çıkarma Metodu	5
2.2.2.1.6. Difüzyon Metodu	5
2.2.2.1.7. Yerinde Bakım Metodu.....	5
2.2.2.2. Basınç Uygulanan Metotlar	5
2.2.2.2.1. Dolu Hücre Yöntemi	6
2.2.2.2.2. Boş Hücre Yöntemi.....	6
2.2.3. Jeotermal Kaynaklar	6
2.2.3.1. Dünya’da Jeotermal Kaynaklar.....	7
2.2.3.2. Türkiye’de Jeotermal Kaynaklar.....	7
2.2.3.3. Sakarya’daki Jeotermal Kaynaklar	10
2.2.4. Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları	11
2.2.4.1.Jeotermal Enerjinin Kâğıt Sektöründe Kullanılması.....	13
2.2.4.2.Jeotermal Enerjinin Kereste Üretiminde Kullanımı.....	14
2.2.4.3.Jeotermal Enerjinin Ahşap Kaplama Endüstrisinde Kullanımı.....	14
2.2.4.4.Jeotermal Kaynakların Emprenye Sektöründe Kullanılması	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Kullanılan Malzemeler.....	17
3.1.1. Deney Numunelerin Hazırlanışı.....	17

3.1.2. Kullanılan Jeotermal Sular	18
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Emprenye İşlemi	20
3.2.2. Absorbsiyon Tayini.....	20
3.2.3. Retensiyon Tayini	20
3.2.4. Yoğunluk Tayini	21
3.2.5. Denge Rutubeti Tayini	21
3.2.6. Genişleme Tayini	21
3.2.7. Su Alma Oranı Tayini	22
3.2.8. Eğilme Direnci Tayini.....	22
3.2.9. Eğilmede Elastikiyet Modülü Tayini	22
3.2.10. Liflere Paralel Basınç Direnci Tayini	23
3.2.11 İstatistiksel Analiz.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	24
4.1 Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	24
4.2. Absorbsiyona İlişkin Bulgular ve Tartışma	25
4.3. Retensiyona İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	27
4.4. Yoğunluğa İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	31
4.5. Denge Rutubetine İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	33
4.6. Genişlemeye İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	36
4.6.1. Radyal Yönde Genişlemeye İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	36
4.6.2. Teğet Yönde Genişlemeye İlişkin Bulgular ve Tartışma	39
4.7. Su Alma Oranına İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	41
4.8. Eğilme Direncine İlişkin Bulgular ve Tartışma	43
4.9. Eğilmede Elastikiyet Modülüne İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	46
4.10. Liflere Paralel Basınç Direncine İlişkin Bulgular ve Tartışma	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKÇA.....	54
ÖZGEÇMİŞ	62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

JEOTERMAL KAYNAK SULARIYLA MUAMELE EDİLEN KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Abdulkadir SOYGÜDER

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR

Bu çalışmada; Sakarya yöresine ait bazı jeotermal kaynakların empenye maddesi potansiyelinin incelenmesi, farklı sıcaklık değerlerinde jeotermal sularla empenye edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarının bazı özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Deneylerde Sakarya yöresine ait Geyve, Kuzuluk ve Taraklı jeotermal suları kullanılmıştır. Yapılan saha araştırmaları sonucu jeotermal kaynakların çıkış yerlerinin empenye işlemi yapmaya uygun olmamasından dolayı jeotermal sular laboratuvar ortamına taşınmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen üç farklı jeotermal kaynağa ait sular, dört farklı sıcaklık ($23^{\circ}\text{C} \pm 2$, $48^{\circ}\text{C} \pm 2$, $69^{\circ}\text{C} \pm 2$, $92^{\circ}\text{C} \pm 2$) değerlerine getirilmiştir. Hazırlanan örnekler jeotermal sularda soğuk-sıcak daldırma yöntemi uygulanarak empenye edilmiştir.

Emprenye işlemi sonunda örnekler üzerinde absorpsiyon, retensiyon, yoğunluk, rutubet, genişleme, su alma, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci testleri yapılmıştır. Testlerin sonuçları istatistiksel anlamda değerlendirilmiş ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre, jeotermal akışkanlar ağaç malzemenin yoğunluk, rutubet, absorpsiyon ve retensiyon performansını artırmıştır. Su alma oranı, eğilme direnci, liflere paralel basınç direnci ve eğilmede elastikiyet modülü kontrole göre azalmıştır. Bu jeotermal sularla empenyede absorpsiyon 0.25 g/cm^3 - 0.57 g/cm^3 ; rutubet %6.50-%26.63; yoğunluk 0.53 - 0.57 g/cm^3 ; retensiyon 0.28 - 2.54 kg/m^3 , su alma oranı %58.10-79.09 arasında değişirken; genişleme miktarı ise, radyal yönde %5.42-%6.41 ve teğet yönde %6.79-%8.22 arasında değişmiştir. Eğilme direnci 76.82 - 131.66 N/mm^2 ; eğilmede elastikiyet modülü 5128.43 - 11304.61 N/mm^2 ve liflere paralel basınç direnci ise 31.29 - 64.07 N/mm^2 arasında değiştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ahşap malzeme, Emprenye, Jeotermal, Geyve, Kuzuluk, Taraklı

2017, 62 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SOME PHYSICAL CHARACTERISTICS OF TURKISH REDPINE (*Pinus brutia* Ten.) TREATED BY GEOTHERMAL WELDING WATER

M. Abdulkadir SOYGÜDER

Süleyman Demirel University
Graduate School of Naturaland Applied Sciences
Department of Forest Industrial Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet Ali VAR

In this study; Investigation of impregnation potential of some geothermal sources belonging to Sakarya region and some properties of Turkish redpine (*Pinus brutia* Ten.) chambers impregnated with geothermal waters at different temperature values.

Geothermal waters belonging to the Sakarya region were used in the experiments. Geothermal waters have been moved to the laboratory due to the fact that the exit sites of the resulting geothermal resources are not suitable for impregnation. The waters belonging to three different geothermal resources brought to the laboratory were brought to four different temperatures ($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, $48\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, $69\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, $92\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$). Prepared samples were impregnated by cold-hot dipping method in geothermal waters.

At the end of the impregnation process, absorption, retention, density, equilibrium moisture content, swelling, water uptake rate, bending resistance, modulus of elasticity in bending and parallel pressure resistance tests were performed on samples. The results of the tests were evaluated statistically and significant results were obtained. Accordingly, geothermal fluids increased the equilibrium moisture content, absorption and retention performance of wood materials. Density, water uptake rate, bending resistance, and pressure parallel to the fiber are reduced compared to the resistance control.

Absorption in the impregnation with these geothermal waters is 0.25 g/cm^3 - 0.57 g/cm^3 ; humidity 6.50% -26.63%; density 0.53 - 0.57 g/cm^3 ; retention is 0.28 - 2.54 kg/m^3 , water uptake is 58.10-79.09%; while the amount of swelling ranged from 5.42% to 6.41% in the radial swelling and from 6.79% to 8.22% in the tangential swelling, respectively. Bending resistance 76.82-131.66 N/mm²; The modulus of elasticity in bending was reported to vary from 5128.43 to 11304.61 N/mm² and the pressure resistance parallel to the fiber varied from 31.29 to 64.07 N/mm².

Keywords: Wood material, Impregnation, Geothermal, Geyve, Kuzuluk, Taraklı

2017, 62 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, arazi çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR'a teőekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli arkadaşım Arş. Gör. Ömer mit YALÇIN'a teşekkür ederim.

4124-YL1-14 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Abdulkadir SOYGÜDER
ISPARTA, 2017

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Türkiye’de zamana bağlı olarak jeotermal enerji arama çalışmaları.	8
Şekil 4.1. Absorbsiyona ilişkin grafik.....	26
Şekil 4.2. Retensiyon grafiği.....	28
Şekil 4.3. Yoğunluğa ilişkin grafik.....	32
Şekil 4.4. Denge rutubetine ilişkin grafik.....	35
Şekil 4.5. Radyal yönde genişlemeye ilişkin grafik.....	37
Şekil 4.6. Teğet yönde genişlemeye grafiği.....	40
Şekil 4.7. Su alma oranına ilişkin grafik.....	42
Şekil 4.8. Eğilme direncine ilişkin grafik.....	45
Şekil 4.9. Eğilmede elastikiyet modülü grafiği.....	48
Şekil 4.10. Liflere paralel basınç direnci grafiği.....	51

Çizelge 2.1. Emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	3
Çizelge 2.2. Türkiye'nin enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretim ve payları	9
Çizelge 2.3. Türkiye' deki jeotermal uygulamaların karşılaştırılması.....	9
Çizelge 2.4. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	9
Çizelge 2.5. Kuzuluk, Taraklı, Geyve kaynaklarına ait jeotermal veriler.....	10
Çizelge 2.6. Dünyadaki jeotermal su sıcaklıklarına göre kullanım alanları.....	11
Çizelge 2.7. Onuncu plan döneminde (2014–2018) gerekli olan yatırım tutarları.	12
Çizelge 2.8. 2010 yılına ait Türkiye'de jeotermal kaynak kullanım dağılımı.....	12
Çizelge 2.9. Kâğıt hamuru işleminde buhar gereksinimlerinin karşılaştırılması	13
Çizelge 3.1. Deney örneklerine ait numune sayıları	18
Çizelge 3.2. Kaynak türüne göre jeotermal su kimyasal analiz sonuçları.....	19
Çizelge 4.1. Absorbsiyona ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	25
Çizelge 4.2. Absorbsiyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.3. Absorbsiyonuna ilişkin Duncan testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.4. Retensiyona ilişkin tanımlayıcı istatistikler	28
Çizelge 4.5. Retensiyona ilişkin varyans analizi sonuçları	29
Çizelge 4.6. Retensiyona ilişkin Duncan testi sonuçları	29
Çizelge 4.7. Yoğunluğa ilişkin tanımlayıcı istatistikler	31
Çizelge 4.8. Yoğunluğa ilişkin varyans analizi sonuçları	32
Çizelge 4.9. Yoğunluğa ilişkin Duncan testi verileri	32
Çizelge 4.10. Rutubete ilişkin tanımlayıcı istatistikler	34
Çizelge 4.11. Rutubet miktarına ilişkin varyans analizi	35
Çizelge 4.12. Rutubete ilişkin Duncan testi verileri	35
Çizelge 4.13. Radyal yönde genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	36
Çizelge 4.14. Radyal yönde genişlemeye ilişkin varyans analizi sonuçları.....	37
Çizelge 4.15. Radyal yönde genişlemeye ilişkin Duncan testi sonuçları.....	38
Çizelge 4.16. Teğet yönde genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler	39
Çizelge 4.17. Teğet yönde genişlemeye ilişkin varyans analizi sonuçları	40
Çizelge 4.18. Teğet yönde genişlemeye ilişkin Duncan testi sonuçları	40
Çizelge 4.19. Su almaya ilişkin tanımlayıcı istatistikler	41
Çizelge 4.20. Su alma oranına ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 4.21. Su alma oranına ilişkin Duncan testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.22. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	44
Çizelge 4.23. Eğilme direncine ilişkin varyans analizi sonuçları	45
Çizelge 4.24. Eğilme direncine ilişkin Duncan testi sonuçları	45

Çizelge 4.25. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin tanımlayıcı istatistikler	47
Çizelge 4.26. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin varyans analizi sonuçları	48
Çizelge 4.27. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin Duncan testi sonuçları	49
Çizelge 4.28. Liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	50
Çizelge 4.29. Liflere paralel basınç direncine ilişkin varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.30. Liflere paralel basınç direncine ilişkin Duncan testi sonuçları	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Aehs _y	Emprenye hemen sonrası yaş ağırlık
Aeö ₀	Emprenye öncesi tam kuru ağırlık
bkz.	Bakınız
CBA	Krom/Bakır/Arsenik
d ₀	Tam kuru yoğunluk
d ₁₂	Hava kurusu yoğunluk
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DRM	Denge rutubet miktarı
ED	Eğilme direnci
EE	Eğilmede Elastikiyet
F*	SPSS’de Test istatistiği
G	Genişleme (%)
Gwh	Gigawatt saat
H	Yükseklik
K*	Jeotermal çözelti derişimi (%)
kPa	kilo pascal (basınç birimi)
kWh	kiowatt saat
L	mesnetler arası mesafe
LDN	Lif doygunluk noktası
LP	Liflere paralel basınç direnci
L _r _{es}	Emprenye sonrası radyal yönde genişleme
L _r _{max}	Radyal yönde maksimum genişleme
L _r _{min}	Radyal yönde minimum genişleme
L _t _{max}	Teğet yönde maksimum genişleme
L _t _{min}	Teğet yönde minimum genişleme
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MWt	Megawatt
P*	İstatistiksel anlamlılık (Sig.)
P _{max}	Maksimum Basınç
R	Radyal kesit
r _d	rutubet
RYŞ _{max}	Radyal yönde maksimum genişleme
SAO	Su alma oranı
SPSS	İstatistiksel analiz programı
T	Teğet kesit
Te _s _y	Emprenye sonrası yaş halde teğet kesit
TSE	Türk Standartlar Enstirüsü
TYŞ _{max}	Teğet yönde maksimum genişleme
V ₁₂	Hava kurusu hacim
YR	Yoğunluk – Rutubet
±	Artı eksi

1.GİRİŞ

Ahşap, dış ortamda kullanışı yaygınlaşan doğal bir materyaldir. Dayanımının ve boyutsal kararlılığının artırılması ve uzun süre ahşaptan fayda sağlanması nihai amaç arasındadır. Bu amaçlara ulaşmak için; ahşabın biyolojik özelliklerinden dolayı ahşaba zarar verecek etkenlerin daha aza indirme çabası oluşmaktadır. Çünkü ahşap malzemenin bulunduğu ortamda zarar verici etkenler yüzünden ahşabın tahrip edilmesi veya çürümesiyle büyük maddi kayıpların olacağı aşikârdır. Odun zararlılarının odundaki tahribatını engellemek, ahşaba kararlı yapıyı sunmak için ahşabın emprenyesi sağlanmaktadır. Geleneksel emprenye işleminde odun zararlılarına karşı zehirli (toksik) etkide bulunan bu kimyasalların kullanılması ile ahşabın ömrü uzatılmaktadır. Bu emprenye işlemi için birçok sağlığa zararlı kimyasalların kullanılması da önem arz etmektedir. Geçmişten günümüze ahşabın emprenyesinde kullanılan kimyasalların çevreye ve insana daha az zarar verecek, yenilenebilir, doğal nitelikte olmasına özen gösterecek yaklaşımlar olduğu rapor edilmiştir. (Bozkurt, 1993). Bu durumun; dünya genelinde yaşanan çevresel kirlilik ve sonrasında insan sağlığında yaşanan sorunlar neticesinde oluştuğu söylenebilir. Bundan dolayı; jeotermal akışkanların içerdiği mineraller ile kimyasalların, ahşabın emprenyesinde kullanılan kimyasalların potansiyelini taşıdığı rapor edilmiştir (Var, 2009).

Ahşap koruma endüstrisinde kullanılan kimyasalların ikamesi olarak jeotermal kaynaklar, hem sosyal hem de ekonomik faydalar sağlayacağı rapor edilmiştir. Çünkü jeotermal akışkanlardaki çözülmüş kimyasalların, odun zararlılarına karşı etkili olabilecek potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir. Dışa bağımlılığın azalması, boşa akan jeotermal suların ekonomiye kazandırılmasıyla tasarrufun sağlanması gerekliliği vurgulanmış ve emprenye maddelerinin ithal yükünün azaltılması açısından da jeotermal kaynak sularının değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Var, 2009).

Jeotermal sularda yüksek oranda çözülmüş kimyasalların ve minerallerin varlığı nedeniyle; bulunduğu ortamda kalıcı bir tabaka bıraktığı vurgulanmıştır (Arslan vd., 2001; Ilgar, 2005; Akkuş ve Aydoğdu, 2006; Özdemir, 2009). Ancak bu akışkanların, ahşabın performansını etkileyip etkilemedikleri bilinmemektedir (Var ve Bilgin, 2007; Var, 2009).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kızılçamın Özellikleri

İğne yapraklı ağaçlarda iletim ve destek görevi boyuna traheidlerle sağlanır. Bu hücreler odun olgunlaştıktan sonra canlılığını kaybederek lümen denilen boş hücrelere dönüşmektedirler. Emprenye sıvısı da bu hücreler arasından geçerek oduna nüfuz eder. Ahşap içine emprenye malzemesinin nüfuz etme miktarı ahşabın geçirgenlik (permeabilite) özelliğine bağlı olarak değişir. İğne yapraklı ağaçlarda boyuna yöndeki geçirgenliğin radyal yöndekinden daha büyük olduğu bilinmektedir. İğne yapraklı ağaçlarda emprenye sıvısının akış yolu traheidlerden traheidlere doğrudur. Hücrelerde geçit; kenarlı geçit zarından (margo), zarın ortasında oluşan torustan ve geçit ağzı olarak adlandırılan porus yapısından oluşmaktadır (Bozkurt vd., 1993). Torus her iki taraftan porusu açıp sonra kapatılarak (aspirasyon) geçiş dengesini sağlar. Eğer torus porusu tıkanırsa emprenye sıvısının akışı durur ve aspirasyon devamlı olur. Buna ek olarak margo eğer lignin gibi çözülme-yen maddelerle tıkanırsa traheidler arası sıvı akışı durur. Enine traheidlerin (öz ışını traheidleri) radyal yönde emprenye akışını artırdığı ek olarak vurgulamak gerekir. Yaz odunundaki geçitler ilkbahar odunundakilerden daha fazla geçirgendirler. Bunun nedeni ise yaz odunundaki geçit çeperlerinin kalınlaşması olarak ifade edilmiştir. Ayrıca diri odunlar geçirgenliği de öz odundan fazladır (Bozkurt ve Erdin, 1998).

Kızılçam; Türkiye’de yayılışı alanı en fazla olan bir ağaç türüdür. Pinaceae familyasına dâhil olan Kızılçam (*P. brutia* Ten; Syn: *P. Pityusa* Stev.) 20-25 m boy ve 60 cm’ye kadar çap yapabilen, genel görünümü ile Halep çamına benzeyen, kalın dallı ve genellikle düzgün olmayan gövdeye sahip önemli bir ağaç türü olduğu vurgulanmıştır (Öktem, 1987).

Türkiye’nin; Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde özellikle kıyıya bakan yamaçlarında geniş ve saf ormanlar kurduğu rapor edilmiştir. Türkiye’de doğal olarak yayılış sergileyen kızılçam daha çok Akdeniz ikliminin hâkim olduğu coğrafyalarda bulunur (Karaca, 2012). Bunun nedeni ise ışık ve ısı isteğinin fazla olması, rüzgâr karşı dayanıklılığının az olması ve donlardan hemen etkilendiği ifade edilmektedir (Ateş, 2012). Kızılçam odununun makroskopik yapısında, diri odun doğal halde kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımtırak kahverengidir (Öktem, 1987). Yıllık halka sınırları belirgindir. Özgül ağırlığı tam kuru halde 0.53 gr/cm^3 , hava kurusu halde (% 12 rutubet) 0.57 gr/cm^3 ve hacim yoğunluk değeri 478 kg/m^3 olduğu vurgulanmıştır (Berkel, 1957). Kızılçamın diri odunu % 79 - 126 oranında rutubet ihtiva ettiği ve kızılçam odunu özellikle toprakla temas halinde dayanıksız olduğu bu nedenle özellikle kızılçam tel direk ve çit kazıklarının emprenye edilmeden kullanılmaması belirtilmiştir (Berkel, 1978).

Kızılçam odunu çok kolay empenye edildiği ve sıcak-soğuk açık tank yöntemine göre en iyi empenye edilen ağaç türü olduğu ayrıca vurgulanmıştır. Kızılçam odunu, inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tarım aletleri, ağaç tel direği, maden direği, çit kazığı, deniz taşıtlarının yapımı, kâğıt sanayisi gibi çok çeşitli alanlarda kullanıldığı belirtilmiştir (Bozkurt, 1971). Kızılçam odunu içeriğinde; % 65 holoselüloz, % 27.5 lignin, % 1 O pentozan ve % 0.5 kül ihtiva ettiği rapor edilmiştir (Öktem, 1987).

2.2. Ahşabın Emprenyesi (Kimyasal Koruma)

2.2.1. Emprenye Maddeleri

Dünyada ve Türkiye’de orman varlığının giderek azalmasından dolayı odun kaynağının daha verimli kullanılması için birçok çalışmalar yapıldığı aşikârdır. Bu bağlamda ahşabın ömrünü uzatmak, kullanım alanlarını çeşitlendirmek için odun zararlılarından korumak üzere empenye edilmesi gerekmektedir. Emprenye işlemi; odunu daha kararlı hale getirecek, odunun kısa sürede odun zararlılarından ve çürümesinden kurtaracak bazı kimyasal maddeleri ahşaba nüfuz ettirme çabasıdır. Ağaç malzeme doğal halde iken çok uzun dayanıklılık göstermemekle birlikte empenye uygulandıktan sonra ömrünün 5, 10 kat daha uzun ömürlü olduğu yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Aytaşkın, 2009).

Emprenye maddeleri genel olarak organik solventlerde çözünen, suda çözünen ve yağlı empenye maddeleri olarak sınıflandırılmaktadır. En yaygın bilinen empenye maddeleri kreozot, CCA (bakır, krom, arsenik) ve (Pentaklorofenol) PCP olduğu rapor edilmiştir (Aşçı, 2016). Aşağıdaki Çizelge 2.1’de empenye maddeleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Emprenye maddelerinin sınıflandırılması

Emprenye Maddeleri	Kimyasallar
Yağlı Emprenye Maddeleri	Kreozot
	Karbolineum
	Maden kömürü katranı
	Odun katranı ve katran yağı
	Petrol ürünleri
Organik Solventlerde Çözünen Emprenye Maddeleri	Tribütül-tin oksit
	Naftenatlar
	Bakır 8 –kinolinolat
	Organik civa bileşikleri
	Klorlu hidrokarbonatlar
	Pentaklorfenol (PCP)
	Sentetik piretroid’ler
Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	CCA (Bakır/krom/Arsenik) tipi empenye
	ACC (Asit Bakır Kromat) tipi empenye
	ACA (Amonyak Bakır Arsenik) tipi empenye
	ACZA (Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik) tipi empenye
	CCB (Bakır Krom Krom Bor) tipi empenye
	CZC (Kromlu Çinko Klorür) tipi empenye
	FCAP (FluorKrom Arsenik Fenol) tipi empenye
	Bor bileşikleri
PAS (Pentaklor fenol Amonyak Solven) tipi empenye	

2.2.2. Emprenye Metotları

2.2.2.1. Basınç Uygulamayan Emprenye Metotları

Emprenye maddesini ahşaba tatbik ederken herhangi bir basınç kullanılmaması durumudur. Basit bir emprenye yöntemidir. Fırça ile sürme, püskürtme, sulama, daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak-soğuk emprenye metotları olarak belirtilmiştir. Bu yöntemde kimyasalın ahşaba absorpsiyonu ve nüfuz derinliği az olduğu rapor edilmiştir (Bozkurt vd, 1993; Aytaşkın, 2009).

2.2.2.1.1. Fırça ile Sürme Püskürtme Metotları

En basit ve kolay olanı olan bu yöntemde emprenye maddesi derine nüfuz etmeden yüzeysel olarak uygulanmış olur. Bu metodlar tatbik edildiğinde emprenye maddesi, odunsu hücreler ve yüzeye sürülen sıvı arasındaki kapılar etki yardımıyla ağaç malzemeye nüfuz eder (Genç, 2013).

2.2.2.1.2. Daldırma Metodu

Fırça ile sürme metodundan daha etkilidir. 3-60 dakika boyunca emprenye maddesi içerisine daldırılıp çıkarılmasıyla uygulanır. Bu uygulama şeklinde de enine yöndeki nüfuz sınırlı kalmakta, absorbe edilen koruyucu maddenin büyük bir kısmı malzeme içerisinde boyuna yönde yayılmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

2.2.2.1.3. Batırma Metodu

Ağaç malzeme 2-3 gün boyunca emprenye sıvısı içine bırakılmasıyla yapılır. Emprenye süresi uzadıkça absorpsiyon miktarı da artmaktadır. Süre uzun olduğu için kullanımı tercih edilmemektedir. Batırma metodunda suda çözünen tuzlar kullanıldığında, taze haldeki ağaç malzemeyi emprenye etmek mümkündür. Çünkü tuzlar, ıslak odunda difüzyon yolu ile yayılırlar. Kurutulmuş ağaç malzeme suda çözünen tuzlarla emprenye edilecekse, kurutulmuş malzeme hem suyu, hem de tuzu absorbe ettiğinden, emprenye çözeltisinin yüksek konsantrasyon da hazırlanması gerekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

2.2.2.1.4. Sıcak ve Soğuk Metot

Basınç uygulanmayan emprenye yöntemleri içerisinde en etkili olan metottur. Sıcaklık değişimi ile basınç farklılıklarından yararlanarak emprenye maddesinin daha derine nüfuzunun sağlanmasıdır. Bu metotta, hava kurusu haldeki ağaç malzeme önce sıcak emprenye maddesi içine batırılır.

Hava kurusu malzeme içerisinde hacminin yaklaşık % 50'si kadar hava bulunduğundan, hücreler içindeki hava, sıcak emprenye maddesi ile ısınarak genişlemekte ve dışına atılmaktadır. Malzeme sıcak emprenye maddesinden soğuk emprenye maddesine geçirildiğinde, soğuma nedeniyle hücrelerde küçülen hava vakum etkisi yaparak, koruma maddesini malzemenin içine çekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

2.2.2.1.5. Besi Suyunun Çıkarma Metodu

Bu metot 1838 yılında Fransız Dr. AugusteBoucherie tarafından bulunmuştur. Metodun esası yeni kesilmiş taze haldeki kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besi suyunun emprenye maddesi ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır (Bozkurt vd, 1993; Aytaşkın, 2009).

2.2.2.1.6. Difüzyon Metodu

Birbiri ile temas halinde bulunan çeşitli maddelerde moleküller birbiri içerisine karışıp, yayılabilmekte ve bu olaya difüzyon adı verilmektedir. Difüzyon metodu çok rutubetli haldeki ağaç malzemeye yoğunlaştırılmış halde suda çok kolay çözünen emprenye maddelerinin tatbik edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Emprenye maddesi hücrelerdeki su içinde çözünerek yüzeylerden içeriye doğru yavaş yavaş yayılmaktadır. Bu metoda göre ağaç malzeme yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batırılmakta veya bulamaç halindeki madde yüzeylere sürülmektedir (Bozkurt ve Göker,1993; Aytaşkın, 2009).

2.2.2.1.7. Yerinde Bakım Metodu

Telefon, elektrik ve tel direkleri, ayrıca ağaç köprü ayakları ve yapılarda kullanılan kiriş basları gibi çürümeye açık kısımların korunmasında, bu kısımların etrafına veya içerisine yoğunlaştırılmış halde emprenye tuzları tatbik edilerek tuzların zaman içerisinde difüzyon yoluyla malzemeye nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Ancak, difüzyon için yeterli rutubet gereklidir. Bandaj metodu, kobra metodu, oyma delik metodu gibi farklı uygulamaları vardır (Bozkurt ve Göker,1993; Aytaşkın, 2009).

2.2.2.2. Basınç Uygulanan Metotlar

Ağaç malzemenin en etkili emprenye uygulanma metodu olup endüstride kullanılmaktadır. Çelik bir kazan içerisine yerleştirilen ahşap malzeme belirli bir basınç veya vakum etkisinde emprenye maddesine maruz bırakılarak yapılmaktadır. Bu şekilde emprenye sıvısı odunun daha derinine ve homojen bir şekilde yayılması sağlanır. Basınç uygulayan yöntemlerden, dolu hücre ve boş hücre yöntemleri endüstride en çok kullanılan ahşap koruma yöntemleridir (Bozkurt vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

2.2.2.2.1. Dolu Hücre Yöntemi

Bu metot, 1938 yılında John Bethell tarafından bulunmuştur. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlamaktır. Genellikle bu metotta suda çözünen tuzlar kullanıldığı rapor edilmiştir (Aytaşkın, 2009). Odunsu hücreler içindeki hava, ön vakumla boşaltılması ve emprenye sıvısının daha çok ahşap hücrelerine nüfuzunun sağlanması esasına dayanır.

2.2.2.2.2. Boş Hücre Yöntemi

Dolu hücre yöntemlerinin fazla emprenye maddesi harcaması nedeniyle pahalı olduğundan boş hücre yöntemleri geliştirilmiştir. Buna göre; yeterli koruma sağlayacak şekilde hücre boşluklarını dolduran emprenye maddesi dışarı atılarak lümenler boşaltılmakta, bunun sonucunda hücre çeperleri emprenye edilmektedir. Bu metotlarda emprenye maddesi verilmeden önce ve sevk sırasında vakum yapılmamaktadır. Ayrıca boş hücre metodunun uygulanmasında basınç sona erdiğinde ağaç malzeme içinde sıkışık durumda bulunan hava yardımıyla, ihtiyaç dışı emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır. Böylece hücreler büyük oranda boş kalmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993; Aytaşkın, 2009).

2.2.3. Jeotermal Kaynaklar

Jeotermal enerjiye dayalı modern elektrik santrallerinde zehirli gazların salınımı çok düşük olduğu için; jeotermal temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2016-a). Çevre dostu, yenilenebilir, doğal bir kaynak özelliğine sahip olan jeotermal kaynakların önemi her geçen zaman içinde daha da artmaktadır. Bu nedenle çok çeşitli alanlarda kullanım imkânı sağlanmıştır. İçerisinde yüksek oranda çözülmüş kimyasallar ve zengin mineral tuzları barındırdığı için de ayrıca değer kazanmaktadır. Sanayi, tarım, hayvancılık, ısınma, tıbbi tedavi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli incelendiğinde, orman endüstri alanında enerji ve hammadde ihtiyacının karşılanması adına önemli bir potansiyele sahip olduğu görülecektir. Kereste kurutmadan kaplama üretimine, kâğıt sanayinden odun korumaya kadar birçok alanda değerlendirilebilecek bir enerji ve hammadde kaynağı olabilir (Var, 2009). Türkiye'de çeşitli ısı değerlerine sahip çok sayıda jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklardan farklı ısı değerlerinde orman endüstrisinde istifade edilebilir. Örneğin; 120°C- 150°C bir kaynak kereste kurutma alanında, 70°C- 80°C bir kaynak kaplama üretiminde tomrukların yumuşatılmasında ve kâğıt hamuru eldesinde, oda sıcaklığında ki bir jeotermal akışkanı odun korumada kullanılabilir. Bunların dışında zengin mineral yapıya sahip jeotermal kaynaklar emprenye kimyasalları ve tuzu üretiminde de kullanılabilir (Var, 2009).

2.2.3.1. Dünya’da Jeotermal Kaynaklar

Dünyadaki jeotermal kaynaklar, levhaların çarpışması sonucu aktif kıta kenarlarında, okyanus ortası sirtlarda, yarıklarında ve volkanik adalar üzerinde bulunduğu ifade edilmiştir. Zayıflık zonlarına bağlı olarak oluşan tektonik ve aktif volkanik kuşaklar boyunca devam ettiği vurgulanmıştır. Kuzey ve güney Amerika kıtasının batı kıyılarında (Amerika, Meksika, El Salvador, Nikaragua, Kostarika, Arjantin); Akdeniz ülkelerinde (Türkiye, Yunanistan, İtalya); doğu ve güneydoğu Asya ülkelerinde (Çin, Tayland, Filipinler, Endonezya); Yeni Zelanda, Japonya, Portekiz’in Azor adalarında; Afrika kıtasında (Kenya, Etopya) ve İzlanda da jeotermal kaynaklar bulunduğu rapor edilmiştir (Arslan vd, 2001).

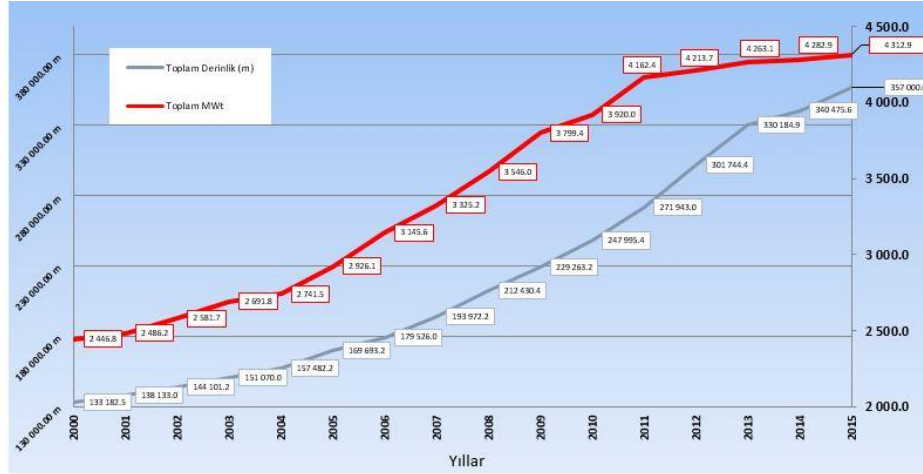
Dünya’da 78 ülkede jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı yapıldığı rapor edilmiştir. Jeotermal bölgesel ısıtma sistemi yıllık enerji kullanımında İzlanda, Çin ve Türkiye en büyük pay sahibi ülkeler olduğu ayrıca belirtilmiştir (Anonim, 2010-a). Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2015 yılı Uluslararası Jeotermal Birliği verilerine göre Ağustos ayı itibariyle 12.636 MWe olduğu rapor edilmiştir.

Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 70.329 MWt olup, Dünya’da doğrudan kullanım uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve İzlanda olduğu vurgulanmıştır (Anonim, 2001).

2.2.3.2. Türkiye’de Jeotermal Kaynaklar

Türkiye zengin jeotermal kaynaklara sahip olup, potansiyel olarak dünyanın 7. ülkesi konumdadır (Arslan vd, 2000). Türkiye, Avrupa’da bulunan ülkeler arasında jeotermal enerji kaynağı İtalya’dan sonra en fazla olan ülkedir. Bu kaynaklar ülkenin jeolojik yapısı nedeniyle Batı Anadolu’da Ege Bölgesinde hem sıcaklık ve hem de sayıca diğer bölgelere göre daha fazla yoğunlaşmıştır (Koçak, 2005). Türkiye, jeolojik ve coğrafik konumu itibarı ile aktif bir tektonik kuşak üzerinde yer aldığı için jeotermal açıdan dünya ülkeleri arasında zengin bir konumdadır. Türkiye’nin her tarafında yayılmış 1000 adet civarında doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda birçok jeotermal kaynak mevcut olduğu; jeotermal potansiyeli teorik olarak 31.500 MW olduğu; potansiyel oluşturan alanların % 78’i Batı Anadolu’da, % 9’u İç Anadolu’da, % 7 si Marmara Bölgesinde, % 5’i Doğu Anadolu’da ve % 1’i diğer bölgelerde yer aldığı rapor edilmiştir (Adıyaman, 2012). Ayrıca; Türkiye’nin jeotermal kaynaklarının % 90’ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi vs.) için uygun olup, % 10’u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygun olduğu belirtilmiştir (MTA, 2016).

MTA'nın 1960 yılından beri yaptığı araştırmalar sonucunda 500'den fazla jeotermal kaynak suyunun varlığı Türkiye'nin önemli bir jeotermal kaynak potansiyelinin varlığını göstermektedir. Bunun nedeni; Türkiye; Alp-Himalaya dağlarının üzerinde bulunmasıyla bağlantılı olarak, orojenik (yer kürenin yatay ve dikey hareketleri) magmatik ve volkanik aktivitelerin çok olduğudur (Var ve Karademir, 2011). Şekil 2.1'de Türkiye'de zamana bağlı olarak jeotermal enerji arama çalışmalarını ifade eden bir veri sunmaktadır.



Şekil 2.1. Türkiye'de zamana bağlı olarak jeotermal enerji arama alışmaları (MTA, 2015).

Şekil 2.1 incelendiğinde özellikle 2004-2010 yılları arasında jeotermal enerji arama çalışmaları giderek artmıştır. 2010-2015 yılları arasında daha az eğim sergilese de artışın devam ettiği görülmektedir.

Türkiye'deki jeotermal alanların, kaynak ve kuyu sıcaklık değerleri esas alındığında dağılımı; % 88 düşük ve orta, % 12 sıcaklığı 287 °C'ye kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı sahalar Şeklinde olduğu; alanların % 43 gibi önemli bir bölümü konut, termal tesis ısıtmacılığında, % 45'i ise sera, termal turizm ve balneoloji gibi diğer uygulamalarda kullanılabilir özelliği yansıttığı rapor edilmektedir (Akkuş ve Alan, 2016).Türkiye'nin enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretim ve payları izelge 2.2'de gösterilmiştir (TÜİK, 2016).

Çizelge 2.2. Türkiye'nin enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretim ve payları

Yıl	GWh	%				
	Toplam	Kömür	Sıvı yakıtlar	Doğal gaz	Hidrolik	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar
2004	150.698	22.8	5	41.3	30.6	0.3
2005	161.956	26.6	3.4	45.3	24.4	0.3
2006	176.300	26.4	2.4	45.8	25.1	0.3
2007	191.558	27.9	3.4	49.6	18.7	0.4
2008	198.418	29.1	3.8	49.7	16.8	0.6
2009	194.813	28.6	2.5	49.3	18.5	1.2
2010	211.208	26.1	1	46.5	24.5	1.9
2011	229.395	28.8	0.4	45.4	22.8	2.6
2012	239.497	28.4	0.7	43.6	24.2	3.1
2013	240.154	26.6	0.7	43.8	24.7	4.2
2014	251.963	30.2	0.9	47.9	16.1	4.9

Çizelge 2.2 incelendiğinde Türkiye'nin 2004 yılından 2014 yılına kadar elektrik elde etme artış oranı kömürde % 32.46; doğal gazda % 15.98; yenilenebilir enerji ve atıklarda ise % 1533.33 olarak kendini göstermektedir. Buradaki en büyük artış oranı yenilenebilir kaynakları olduğu sevindirici olmakla beraber, jeotermal enerjinin de bu grupta yer aldığı ifade edilmiştir. Sıvı yakıtlar ve hidrolikten elektrik elde etme ise yıllara göre azalış göstererek devam etmiştir. 2002-2015 yılları için Türkiye' deki jeotermal uygulamaların karşılaştırılması aşağıdaki Çizelge 2.3'deki gibi rapor edilmiştir (Anonim, 2015-a).

Çizelge 2.3. Türkiye' deki jeotermal uygulamaların karşılaştırılması

Jeotermal Uygulamalar	2002	2015	Artış (%)
Elektrik üretimine uygun saha sayısı	16	25	56.25
Sera ısıtması (dönüm)	500	3931	686.20
Konut Isıtması	30000	114567	281.89
Elektrik Üretimi (MWe)	15	625	4066.67
Ülke Görünür ısı kapasitesi (MWt)	3000	14000	366.67

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımını gösteren Çizelge 2.4 aşağıdaki gibidir (Barut ve Erdoğan, 2011).

Çizelge 2.4. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımı

Bölge	Başlıca Şehirler	Jeotermal Enerji Potansiyel Dağılımı (%)
Marmara	İstanbul. Kocaeli. Bursa	12.8
Karadeniz	Samsun. Trabzon	1.9
Doğu Anadolu	Malatya. Erzurum	2.5
Ege Bölgesi	İzmir. Denizli	66.7
İç Anadolu	Ankara. Konya. Eskişehir	15.2
Akdeniz	Adana. Antalya. Mersin	0.7
Güneydoğu Anadolu	Gaziantep. Diyarbakır. Şanlıurfa	0.2

Çizelge 2.4 incelendiğinde; çoktan aza doğru sıralandığında Ege yöresi> İç Anadolu yöresi> Marmara yöresi göze çarpmaktadır. Bu çalışma Sakarya yöresindeki jeotermal suları konu aldığı için Marmara yöresine kısaca değinmek gerekmektedir. Marmara Bölgesi'nde kaynakların illere göre sayısal dağılımı dikkate alındığında Balıkesir'de 46 (%30), Bursa'da 30 (%19), Çanakkale'de 30 (%19), Sakarya'da 17 (%11), Yalova'da 15 (%1), Kocaeli'de 5, Bilecik'te 4, Tekirdağ ve İstanbul'da 2 şer, Kırklareli ve Edirne'de de 1 er olmak üzere 153 termal mineralli su kaynağı bulunduğu rapor edilmiştir (Barut ve Erdoğan, 2011). Türkiye'deki jeotermal uygulamalar en çok konut ısıtması ve termal turizm alanında gerçekleştiği, elektrik üretimi için yeteri kadar yararlanılmadığı rapor edilmiştir (Demirtaş, 2015).

2.2.3.3. Sakarya'daki Jeotermal Kaynaklar

Sakarya'da bulunan kaynakların genel özelliği bikarbonatlı olması, zamanla kimyasal içeriğinde anyon ve katyonların oranı değişime uğradığı rapor edilmiştir. Ahibaba 1. Kaynak'ta Na ve Ca artarken, HCO₃ değerleri düştüğü; Geyve'de bulunan Taraklı Kil Hamamı ile Ilıcaköy İçmesi'nde Ca ve HCO₃ oranı arttığı ek olarak Na, Mg ve SO₄ oranları düştüğü vurgulanmıştır (Barut ve Erdoğan, 2011). Sakarya ili dâhilinde bilinen jeotermal alanlar Kuzuluk, Taraklı ve Geyve sahalarıdır. Çizelge 2.5'de gösterildiği gibi; Kuzuluk jeotermal alanında 60- 84°C sıcaklığa sahip akışkanın debisi 293 lt/sn olarak tespit edilmiş ve 56.5MWt termal güce sahip jeotermal enerji ülke ekonomisine kazandırıldığı ayrıca ifade edilmiştir (MTA, 2001).

Çizelge 2.5. Kuzuluk, Taraklı, Geyve kaynaklarına ait jeotermal veriler

Jeotermal Alan Adı	Sıcak Su Doğal Çıkış Adı	Doğal Çıkış			Sondaj			Kullanım Alanı	Kurulu Tesis	Kaynakça
		Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn)	Potansiyel (MWt)	Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn)	Potansiyel (MWt)			
Kuzuluk	Kuzuluk	30-51	4		60-84	293	56.5	Kaplıca, kaplıca tesisi, sera, Akyazı ilçesinin ısıtılması vb.	Kaplıca	(MTA, 1996) (MTA, 2005) (DPT, 2001)
Taraklı	Taraklı	26-41	5					Kaplıca, kaplıca tesisi ısıtılması vb.	Kaplıca	(MTA, 1996) (MTA, 2005)
Geyve		26.5-29	5.5							(MTA, 2005)

Sakarya'daki suların 1948-1992 yılları arasındaki zayıf asit köklerinin (CO₃+HCO₃) yüksekliği dikkat çektiği, karbonat oranı yüksek klorürlü sular grubunda olduğu, yalnız Ahibaba 2. Kaynak (1990) ve Kuzuluk K11 (1989) kaynaklarının farklı özellikte klorür oranı yüksek sular grubunda yer aldığı rapor edilmiştir.

Anyon dağılımında dikkat çeken başlıca özellik Ahibaba 2. Kaynak (1990) ve Kuzuluk K11 (1989) kaynakları dışındakiler bikarbonatlı sular iken katyon dağılımı çok farklılık gösterdiği; Taraklı Kil Hamamı 1948-1952 yılı değerlerine göre Ca, Mg, Na oranı yüksek iken 1990 yılındaki verilerine göre Ca yüksek özelliğinde olduğu, Geyve Ilıcaköy'ün 45 yıllık süreçte Ca ile Mg⁺ (Na⁺ K) oranı farklılık gösterdiği vurgulanmıştır (Barut ve Erdoğan, 2011).

2.2.4. Jeotermal Kaynakların Kullanım Alanları

Türkiye’de şu anda elektrik üretimi, jeotermal merkezi ısıtma, karbondioksit üretimi, termal turizm ve diğerleri ile Türk milli ekonomisine jeotermalin katkısı yaklaşık 12 milyar TL olarak belirtilmiş, ayrıca sektörde yapılan toplam istihdam ise 42.000 kişi olduğu vurgulanmıştır (Anonim, 2015-b).

Kaymakçioğlu vd, 2005’e göre Dünyadaki jeotermal su sıcaklıklarına göre kullanım alanları Çizelge 2.6’da ifade edilmiştir (Anonim 2010-c).

Çizelge 2.6. Dünyadaki jeotermal su sıcaklıklarına göre kullanım alanları

Sıcaklık (°C)	Kullanım Alanları
180	Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, diatomitlerin kurutulması
160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması
150	Bayer’s yolu ile alüminyum eldesi
140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservecilikte)
130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi
120	Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması
110	Çimento kurutulması
100	Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama
90	Balık kurutma
80	Ev ve sera ısıtma
70	Soğutma
60	Kümes ve ahır ısıtma
50	Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi)
40	Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri
30	Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri
20	Balık çiftlikleri

Çizelge 2.7. Onuncu plan döneminde (2014–2018) gerekli olan yatırım tutarları (Anonim, 2015-b).

Jeotermal Uygulama	2018 yılı tahmini hedefleri	İlave Yatırım Farkı (USD) (2018'e kadar)
Elektrik Üretimi	750 Mwe (6 Milyar kWh)	2.0 Milyar USD
Isıtma (konut, otel, termal tesis vb)	4000 MWt (500.000 konut eşd.)	1.4 Milyar USD
Sera ısıtma	2040 MWt (6000 dönüm)	300 Milyon USD (kuyular dahil)
Kurutma vb.	500 MWt (500.000 ton/yıl)	180 Milyon USD
Termal Turizm	1100 MWt 400 kaplıca eşd.	1.2 Milyar USD
Soğutma	300 MWt (50.000 konut eşd.)	300 Milyon USD
Balıkçılık + diğer kullanımlar	400 MWt	150 Milyon USD
Toplam doğrudan kullanım	8340 MWt	5 Milyar 530 Milyon USD
Yukarıdaki tüm jeotermal kullanımların doğalgaz eşdeğeri		6.1 Milyar ABD\$/Yıl
Jeotermal elektrik üretimi, ısıtma (konut, termal tesis vb), termal turizm (kaplıca), seracılık, kurutma, balıkçılık vb uygulamaların 2018'deki hedeflere ulaşıldığı takdirde yaratacağı ekonomik büyüklük		32 Milyar USD/yıl
Yaratacağı Doğrudan ve Dolaylı İstihdam		300.000 kişi (Üçyüzbin)

Kalkınma Bakanlığı 10'uncu plan döneminde (2014–2018) jeotermal elektrik üretimi, ısıtma (konut, termal tesis vb), sera ısıtma, kurutma, termal turizm hedeflerine ulaşılması için gerekli olan yatırım tutarları toplamı 5.53 Milyar USD olmaktadır. Buna karşılık yaratılacak ekonomik büyüklük 32 Milyar USD/yıl olduğu Çizelge 2.7'de rapor edilmiştir (Anonim, 2015-b). Aşağıdaki Çizelge 2.8'de 2010 yılına ait Türkiye'de jeotermal kaynak kullanım dağılımı verilmiş ve direk ısı enerjisi kullanım potansiyeli vurgulanmıştır (Anonim, 2010-c).

Çizelge 2.8. 2010 yılına ait Türkiye'de jeotermal kaynak kullanım dağılımı

Kullanım Türü	Miktarı (MWt)	Miktar (TJ/yr)
Bireysel Isıtma	219	2.417
Merkezi ısıtma	792	7.386
Sera Isıtması	483	9.183
Havuz Isıtılması	552	17.408
Isı Pompası Kaynağı Olarak	38	536.5
Genel Toplam	2084	36885.9

2.2.4.1. Jeotermal Enerjinin Kâğıt Sektöründe Kullanılması

Yeni Zelanda'daki bir kâğıt ve kereste fabrikası 1952 yılından beri dört jeotermal kuyudan iki farklı basınçta buhar üreterek endüstrisinde kullanacağı enerjisini karşılamaktadır. Jeotermal suların ortaya çıkan buharı direk tesiste kullanılmamaktadır. Tesis kâğıt üretmek için kullandığı enerjinin % 30'unu 121 °C'deki jeotermal akışkanlardan sağladığı hatta 200 °C'deki jeotermal akışkan varlığı olsaydı tesisin tüm enerji ihtiyacının karşılanabileceği rapor edilmiştir (Dağdaş, 2007). Beyazlatılmış kâğıt hamuru üretimi için kurulan tesislerde kullanılan buhar; ağaç kabukları ile beslenen kazanlar ve sıvı veya gaz yakıtlı kazanlarda üretilir. Kâğıt hamuru yapılacak ağacın önce kabuğu soyulur. Kabuk, işletme için gerekli olan buharı elde etmek için yakıt olarak kullanılabilir.

Jeotermal akışkanlar kâğıt kurutulmasında, suyun ve havanın ısıtılması için kullanılır. Suyu 99°C son sıcaklığa getirmek için, 100°C sıcaklıktaki jeotermal akışkan kullanan ve 172 kPa basınç değerinde buhar kullanan iki yıkama suyu ısıtıcısı kullanılabilir. Ayrıca kurutma bölümündeki havaya ön ısıtma yapmak için bir hava kurutucusu kullanılabilir. Bu bölüm, 896 kPa değerindeki basınç yerine 172 kPa değerinde basınç kullanılması için de tasarlanabilir. Siyahımsı çözeltiliyi ısıtmak ve çeşitli yüksek basınç talepleri için 896 kPa değerindeki basınç yerine 517 kPa değerinde buhar kullanılabilir. Lienau (2003)'a göre; kâğıt hamuru işleminde buhar gereksinimlerinin karşılaştırılması ile ilgili veriler aşağıdaki Çizelge 2.9'da verilmiştir (Günerhan, 2015).

Çizelge 2.9. Kâğıt hamuru işleminde buhar gereksinimlerinin karşılaştırılması

İşlem	Geleneksel Sistem (buhar, kPa)	Jeotermal Sistem (buhar, kPa)
Yıkama Suyu Isıtma	172	172 ve sıcak su
Buharlaştırıcılar	172	172
Düşük Basınçlı Buhar	172	172
Siyah Su Isıtma	896	517
Çürütme Tankı	896	896
Kurutucu	896	172 ve sıcak su
Yüksek Basınçlı Buhar	896	517

2.2.4.2.Jeotermal Enerjinin Kereste Üretiminde Kullanımı

Kerestenin kurutulmasıyla hem ahşabın öz suyu ayarlanmış olur hem de kerestenin eğilmesi önlenir. Öz suyunun alınması 55-60 °C’lerde gerçekleştiği ve ahşap türüne göre kereste kurutma sıcaklığının değiştiği rapor edilmiştir. Jeotermal sular borulardan geçirilerek havanın ısıtılıp keresteye uygulanması ile yapılmaktadır. Genelde 84 °C’nin altındaki jeotermal sular kereste kurutmada etkin olamadığı rapor edilmiştir (Dağdaş, 2007). Jeotermal kereste kurutması sona erdiğinde, kullanım sonrası geriye kalan jeotermal akışkanın sıcaklığı 71.1–82.2 °C arasında değiştiği, bu akışkan tekrar yeraltına gönderilmeden önce kereste fabrikasında düşük sıcaklık gerektiren (örneğin; yönetim binasının ısıtılması gibi) değişik kullanım amaçlarında da değerlendirilebileceği konusunda görüş bildiren çalışmalar da mevcuttur. (Var ve Bilgin, 2007).

2.2.4.3.Jeotermal Enerjinin Ahşap Kaplama Endüstrisinde Kullanımı

Ahşap kaplama üretim işlemleri, tomruğun buharlanması, kaplamanın kesilmesi ve kurutulması ile kaplamaların ölçülendirilip paketler halinde bağlanması işlemlerinden oluşmaktadır (Küçükyavuz, 1995). Demirtaş (2015)’a göre; ahşap kaplama işlemleri için gerekli enerjinin jeotermal akışkanlardan sağlanması mümkündür. Çünkü jeotermal sıvıların buhar sıcaklığı kaplama endüstrisi için yeterli görüldüğü ifade edilmektedir (Karademir, 2012). Ünsal (2004)’a göre belirtilen ahşap kaplama işleyişinde 5-16 saat tomruğun kazanda pişirilmesi belirtilmiştir. Bu pişirme işlemini sağlayan suyun sıcaklığı, jeotermal kaynaklardan çıkan suyun sıcaklığı ile ikame edilebileceği ifade edilmiş ve tomruğun buharla pişirilmesi için 48-72 saatin yeterli olabileceği vurgulanmıştır (Demirtaş, 2015). Bu sayede pişirme için gerekli enerji jeotermal kaynaklardan sağlanıp enerji tasarrufu yapılabilir.

2.2.4.4.Jeotermal Kaynakların Emprenye Sektöründe Kullanılması

Var (2009)’da; ahşabın empenyesinde kullanılacak bir kimyasalın ya da kimyasal karışımın çevreyi kirletmemesi, sıcakkanlılar ve memeliler için zehirsiz olması, viskozitesinin düşük olup daha derinlerine nüfuz etmesi ve liflere tutunucu olması, zararlı organizmalar için zehirli olup bu etkisinin kalıcı olması, empenye çalışanlarının sağlığını olumsuz etkilememesi, yanıcı olmayıp odunun yanmasını kolaylaştırmaması, odunu ayrıştırıp fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltmaması gibi nitelikleri taşıması gerekliliği ifade edilmiştir (Berkel, 1972; Bozkurt vd., 1993).

Var (2009) ve Karademir (2012)'in bahsettiği gibi jeotermal akışkanlar yüksek oranlarda çözülmüş halde sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), klorür (Cl), azot (nitrojen, N₂), hidrojen (H₂), civa (Hg), bikarbonat (HCO₃), hidrojen sülfür (H₂S), sülfat (SO₄), silisyum dioksit (SiO₂), amonyak (NH₄), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), potasyum (K), florür (F), demir (Fe), bor (B), lityum (Li), bakır (Cu), radon (Rn), mangan (Mn), nikel (Ni), kurşun (Pb), arsenik (As), çinko (Zn), karbonat (CO₃) gibi kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içermektedir (Lund vd., 1978; Mahon vd., 2000; Akıllı ve Ersöz, 2002; Yeşin, 2003; Tarcan, 2003; Tarcan, 2005; Data ve Bahati, 2003; Mutlu, 2004; Var, 2009).

Demirtaş (2015) ise; jeotermal kaynakların, yeraltında geçtikleri biçim özelliklerine bağlı olarak bileşimlerindeki tuz miktarı değiştiği; termal suların buharlaşma ve kristalleşme havuzlarına taşınarak, çeşitli aşamalardan geçirilerek bünyesindeki tuzlar ayrıştırılabilirliği vurgulamıştır (Ergin, 1988). Demirtaş (2015); jeotermal sıcak su buharının ve gayzerlerin 10 bar (10.2kp/cm²) ve üstü bir basınç oluşturdukları ve bu değerlerin sanayi kullanımları için uygun oldukları belirtilmektedir. Ahşabın empenyesinde ise, kullanılan akışkanların sıcaklıklarının 115°C'ye kadar olabildiği uygulanan basıncın 0.5kp/cm²-70 kp/cm²arasında değiştiği açıklanmaktadır (Var, 2009).

Var (2009)'a göre; jeotermal sıvılar doğaya boşaltıldığı takdirde; bu akışkanların besin zincirini ve ortamın kirlilik değerini etkileyebildikleri, barındırdıkları Na, Ca, Mg, HCO₃, CO₃, B, As, NH₄, H₂S gibi kimyasal maddelerin ve bileşiklerin sularda yaşayan canlılar için olumsuz etkiler yapabildikleri rapor edilmiştir. Ayrıca toprağın tuzlanmasına ve çoraklaşmasına neden olup onun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozabildikleri; oluşan çökeltilerinin kimyasal tepkimeye girip zehirli olabilmeleri nedeniyle bitkilerin, böceklerin ve mikrobiyolojik canlıların yaşama habitatlarını daraltabildikleri vurgulanmıştır (Karaman ve Kurunç, 2004; Ilgar, 2005).

Ilgar (2005) ise; jeotermal kaynaklar düşük viskoziteye sahip, kullanıma hazır halde olup, empenye çalışanları ve çevreye olumsuz etkisinin olmaması, sıcaklığının azalmasıyla temas ettiği yüzeyde tabaka oluşturması, gaz halindeki maddelerin serbest kalması gibi özellikleri vurgulamıştır. Karademir (2012)'e ve Demirtaş (2015)'a göre; kirliliğe neden olan tehlikeli kimyasal maddeler bakımından ve çevresini kirleten maddeler ile jeotermik maddeler karşılaştırıldığında; jeotermik akışkanlardaki çözülmüş kimyasalların daha az tehlikeli maddeler içerisinde yer aldığı vurgulanmıştır. Çünkü su ve çevresinde daha az kirliliğe neden olan maddelerin; alüminyum, amonyum, arsenik, bakır, baryum, bor, brom, çinko, demir, florid, hidrokarbonlar, kalay, kobalt, klorid, krom, kurşun, nikel, nitrat, sülfat, sülfid, vanadyum ve bunların bileşikleri olduğu rapor edilmiştir.

Jeotermal sıvılar, ahşabın emprenyesinde kullanılabilir potansiyel kimyasalların derişimleri bakımından yetersiz olması halinde, ihtiyaç duyulan derişim oranı, dışarıdan belirli miktarda jeotermal esaslı kimyasallar devreye sokularak karşılanabilirliğinin olduğu ayrıca ifade edilmiştir (Var, 2009). Jeotermal sıvılar içinde ve yukarıda bahsedilen kimyasallarla yapılan araştırmalar mevcuttur. Örneğin; borlu bileşiklerin ($\text{Na}_2\text{-5B}_2\text{O}_3\text{-10H}_2\text{O}$ gibi) oduna etkisi üzerine yapılan bir çalışmada odunun yanma mukavemetini artırmak için çözelti içine daldırma metodu uygulanmış ve sonucunda emprenye süresine bağlı olarak yanma sonrası kalan madde miktarında artış olduğu rapor edilmiştir (Kaya, 2011; Aşçı, 2016). Bu bağlamda jeotermal sıvılar içindeki kimyasalların emprenyede kullanılması uygun olduğu sonucuna varılabilir.

Jeotermal suların içeriğinde kimyasallardan ve asidik değerlerinden dolayı çevreye zarar verme durumu vardır. Toprakta bırakacağı toplam tuzluluk, alkalilik, bor miktarı gibi etkenlerden dolayı özellikle tarımsal alanlarda olumsuz sonuçlar doğurabildiği rapor edilmiştir. Ama diğer enerji hammaddelerine nazaran jeotermal akışkanların daha az zararının olduğu belirtilmiş; jeotermal akışkanlardan doğacak olumsuzlukların diğer enerji hammaddelerinden daha az maliyetle ve kolaylıkla giderilme imkânının olduğu vurgulanmıştır (Şamilgil, 1986).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Malzemeler

Deneylerde ağaç malzeme olarak endüstri de çok kullanılan, ekonomik değere sahip kızılçam odunu kullanılmıştır. Jeotermal su olarak; Sakarya yöresine ait Geyve, Kuzuluk ve Taraklı jeotermal kuyularından faydalanılmıştır.

3.1.1. Deney Numunelerin Hazırlanışı

Kızılçam tomruğundan her deney için TS 4176 (1984) standardına uygun test ve kontrol örnekleri hazırlanmıştır. Deneysel tomruklardan elde edilen büyük parçaların öz odun ile diri odun kısmı birbirinden ayrılarak kesilmiştir. Sonrasında TS 4176 (1984) standartlarına göre diri odun kısmına ait odunlar kesilmiştir. Çıtalar halindeki bu odunlar hava akımı olacak şekilde uygun istiflenerek hava kurusu halinde kurumaya bırakılmıştır. Hava kurusu hale gelen kızılçam odunları planya makinesinden geçirilerek kalınlık hatalarının giderilmesi sağlanmıştır.

Her deney çıtası seçiminde yıllık halka şekillerine özen gösterilmiştir. Elde edilen planyalanmış çıtalar tekrar ölçülerek standartların verdiği değerler arasında kaldığından emin olunmuştur. İlgili standartlar gereği her deney için farklı ölçülerde numuneler hazırlanmıştır. Örnekler; 2x2x3 cm, 2x2x10 cm, 2x2x30 cm ve 3x3x1.5 cm ebatlarına kesilerek hazır hale getirilmiştir. Absorbsiyon ve retensiyon deneyleri hariç her test için 10'ar adet olmak üzere kontrol örnekleri oluşturulmuş; su alma testleri için 3x3x1.5 cm'lik boyutlarda; absorbsiyon-retensiyon, yoğunluk-rutubet, genişleme testleri için 2x2x3cm'lik ölçülerde örnekler hazırlanmıştır. Ayrıca; eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü için sırasıyla; 2x2x10 cm ve liflere paralel basınç direnci için 2x2x30 cm örnekler hazır edilmiştir (Çizelge 3.1). Her örnek titizlikle, teker teker incelenmiş ve fiziksel özellikleri uygun olmayan defolu örnekler (budaklı, yanık, çarpık vb.) elenmiştir.

Çizelge 3. 1. Deney örneklerine ait numune sayıları

Kaynaklar	Sıcaklık (°C)	DENEYLER							Toplam	
		Absorbsiyon ve Retensiyon	Yoğunluk ve Rutubet	Genişleme	Su alma	Eğilme Direnci	Eğilmede Elastikiyet Modülü	Liflere Paralel Basınç Direnci		
TEST ÖRNEKLERİ	GEYVE	23±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		48±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		69±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		92±2	10	10	10	10	10	10	10	70
	KUZULUK	23±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		48±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		69±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		92±2	10	10	10	10	10	10	10	70
	TARAKLI	23±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		48±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		69±2	10	10	10	10	10	10	10	70
		92±2	10	10	10	10	10	10	10	70
KONTROL ÖRNEKLERİ		-	10	10	10	10	10	10	60	
TOPLAM									900	

Hava kurusu halde hazırlanan test-kontrol örnekleri, radyal (R), teğet (T), boyuna (B) olarak hassas kalınlık ölçer cihaz olan kumpas ile ebatları tayin edilmiş; ayrıca ağırlıkları hassas terazide ölçülerek kaydedilmiştir. Bu işlemler yapıldıktan sonra etüv cihazına konulmuş ve 24 saat ve 103 (±2) °C sıcaklığa maruz bırakılarak tam kuru hale getirilmiştir. Tam kuru hale getirilen örnekler desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutma işlemi yapılmıştır. Bu işlemlerin ardından test ve kontrol örnekleri; şeffaf ağzı kilitlenebilen naylon torbalara bırakılarak dışarıdan nem alınması engellenmiştir.

3.1.2. Kullanılan Jeotermal Sular

Sakarya yöresine ait; Geyve, Kuzuluk ve Taraklı jeotermal suları tez kapsamında ağaç örnekleri üzerinde denenmiştir. Test örnekleri, her jeotermal kaynağın dört adet farklı sıcaklık (23±2 °C, 48±2 °C, 69±2 °C, 92±2 °C) değerinde, emprenye işlemine tabi tutulması sağlanmıştır. Sakarya yöresine ait; aşağıdaki Çizelge 3.2’de de belirtilen; her kuyudan üçer adet su örneği alınarak laboratuvar ortamına taşınmıştır. Burada normal oda sıcaklığına gelene dek bekletildikten sonra emprenye işlemleri için muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3. 2. Kaynak türüne göre jeotermal su kimyasal analiz sonuçları

Analizler ^a	Jeotermal kaynak türü			Referanslar	
	Kuzuluk	Taraklı	Geyve		
Sıcaklı (°C)	20-84	27-51	27-41	(Arslan vd., 2001; Akkuş ve Alan, 2016; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Anonim, 2011; Ateş, 2012; Zengin ve Eker, 2016; DPT, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2005; MTA, 1981; Sipahi, 2013; Pehlivan ve Yılmaz, 1995; Anonim, 2001)	
pH (25 °C'de)	6.3-7.6	6.4-7.2	6.2-6.4	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008)	
Jeotermal kimyasal (mg/L)	CO ₂ * (Karbon dioksit)	83.4-245	338	223	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008)
	Na* (Sodyum)	33-850	32-32.2	31	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	K* (Potasyum)	15-60	4.6-5.3	5	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	Ca* (Kalsiyum)	36-139.7	132.4-136	127	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	Mg* (Magnezyum)	12.5-24	22-24.6	27	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	Cl* (Klorür)	120-413	6.9-16	11	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	SO ₄ * (Sülfat)	13-60	17.5-19	25	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	CO ₃ (Karbonat)	<1	<1	<1	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008)
	HCO ₃ (Bikarbonat)	31.5-1641	585-610	555	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	Fe (Demir)	0.5-0.8	0.05-0.2	0.05	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	F* (Florür)	3,7-4	0.8-1.42	0.8	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	Br (Bromür)	0.06-0.6	<1	8.95	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008; Anonim, 2011)
	I (Iyodür)	<1	<1	<0.5	(Anonim, 2016-a; Barut ve Erdoğan, 2011; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008)
	B* (Bor)	28	0.9-2.3	...	(Anonim, 2016-a; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008)
	SiO ₂ * (Silisyum dioksit)	148	35-35.8	...	(Anonim, 2016-a; Yalçın vd., 2002; Zengin ve Eker, 2016; Özdemir, 2008)
	Rn ₂ (Radon)	14.4-31.8	27.3	25.9	(Barut ve Erdoğan, 2011)
	NH ₄ * (Amonyum)	<0.05	0.05	...	(Anonim, 2013; Özdemir, 2008)
	Al* (alüminyum)	0,091	...	...	(Özdemir, 2008)
	NO ₃ (Nitrat)	<0.2	...	...	(Özdemir, 2008)
	NO ₂ (Nitrit)	<0.2	...	...	(Özdemir, 2008)
NaHCO ₃ (Sodyumbikarbonat)	1464	...	...	(Özdemir, 2008)	
Mn (Mangan)	0.026	0.02	...	(Anonim, 2013; Anonim, 2011; Özdemir, 2008)	
Toplam jeotermal kimyasal derişimi(mg/L)	205.627-5120.467 (Ort:2663.047)	1205.47-1251.14 (Ort:1228.305)	1041.20		
Toplam ahşap empenye maddesi derişimi (mg/L)	492.691-1971.791 (Ort:1232.241)	590.191-611.62 (Ort: 600.955)	449.80		

a: İlgili referanslardan alınmıştır. *: Ahşap empenye maddesidir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Emprenye İşlemi

Test örneklerinin hepsi farklı sıcaklık ve farklı jeotermal sular altında ayrı ayrı emprenyesi sağlanmıştır. Deneyler için TS 343 (2012)'e göre açık kazanda sıcak-soğuk batırma (termik metot) yöntemi kullanılmıştır. Emprenye işlemi, TS EN 47 (2011)'ye göre laboratuarda normal hava şartlarında gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla, tam kuru odun örnekleri, sıcak ve soğuk jeotermal sıvı içinde, sırasıyla, 6'şar ve 2'şer saat bekletilip çıkarıldıktan sonra hafifçe kurulanmıştır. Bütün örnekler, bu şekilde, üç farklı kaynağa dair dört farklı sıcaklıklı jeotermal sıvı için ayrı ayrı emprenye edilmiştir. Emprenye sonrası, hafif kuru örnekler, ± 0.01 hassasiyetle tartılıp ölçüldükten sonra hava kurusu rutubete kadar kondisyonlanmıştır. Ardından, tam kuru ağırlığa kadar kurutulup oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tekrar aynı hassasiyetle tartılıp ölçülmüştür. Böylece, örneklerin, emprenyeden sonraki, sırasıyla, hafif kuru (yaş/ıslak), hava kurusu ve tam kuru ağırlıkları ve boyutları bulunmuştur.

3.2.2 Absorbsiyon Tayini

Her bir numunedeki jeotermal su miktarını ifade eden absorpsiyon tayini; TS EN 47 (2011) standardına uygun olarak belirlenmiştir. Absorbe edilen jeotermal su miktarı g/cm^3 olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$A_b = [(A_{ehs_y}) - (A_{eö_0})] / (V_{eö_{12}}) \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte;

- A_b : Jeotermal u absorpsiyonu (g/cm^3)
 A_{ehs_y} : Emprenye hemen sonrası yaş ağırlık (g),
 $A_{eö_0}$: Emprenye öncesi tam kuru ağırlık (g),
 $V_{eö_{12}}$: Emrenye öncesi hava kurusu hacim (cm^3).

3.2.3. Retensiyon Tayini

Jeotermal kimyasal retensiyonu (jeotermal kimyasal tutunma miktarı) tayinini ölçmek için; TS EN 47'ye uygun olarak işlemler takip edilmiştir. Bu deney testi için absorpsiyon örneklerinden faydalanılmıştır. Her örnek için retensiyon miktarı kg/m^3 olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$Ret = \{[(A_{ehs_y} - A_{eö_0}) * K] / (V_{eö_{12}})\} * 10 \quad (3.2)$$

- Ret : Retensiyon miktarı (kg/m^3),
 K : Jeotermal çözelti su derişimi (%)

3.2.4. Yoğunluk Tayini

Yoğunluk tayini için TS 2472 standartlarına uyulmuştur. Her örnek için aşağıdaki formülle yoğunluk tayini yapılmıştır.

$$D = A/V \quad (3.3)$$

Bu eşitlikte;

- D : Hava kurusu yoğunluk (g/cm³),
A : Hava kuru ağırlık (g),
V : Hava kuru hacim (cm³).

3.2.5. Denge Rutubeti Tayini

Denge rutubeti tayini için TS 2471 standartlarına uyulan bu testte, yoğunluk örneklerinden faydalanılmıştır. Her örnek için rutubet miktarı yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$RUT = [(A_{12}-A_0)/A_0]*100 \quad (3.4)$$

Bu eşitlikte;

- RUT : Denge rutubet miktarı (DRM) (%),
A₁₂ : Hava kurusu ağırlık (g),
A₀ : Tam kuru ağırlık (g).

3.2.6. Genişleme Tayini

Radyal ve teğet yöndeki genişlemeler; TS 4084 standardına göre yapılmıştır. Her örnek için radyal ve teğet yöndeki genişleme aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$RYŞ = [(L_{r_{max}}-L_{r_{min}})/L_{r_{min}}]*100 \quad (3.5)$$

$$TYŞ = [(L_{t_{max}}-L_{t_{min}})/L_{t_{min}}]*100 \quad (3.6)$$

Bu eşitlikte;

- RYŞ : Radyal yönde genişleme oranı (%),
TYŞ : Teğet yönde genişleme oranı (%),
L_{r_{max}}, L_{t_{max}} : LDN üzerinde sırasıyla radyal ve teğet yönlerdeki maksimum boyut (mm),
L_{r_{min}}, L_{t_{min}} : Tam kuru halde sırasıyla radyal ve teğet yönlerdeki minimum boyut (mm).

3.2.7. Su Alma Oranı Tayini

Su alma oranı tayini ASTM D570 (2010)'ye göre tayin edilmiştir. Her bir örnek için su alma oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$SAO = [(A_y - A_0) / A_0] * 100 \quad (3.7)$$

Bu eşitlikte;

- SAO : Su alma oranı (%),
A_y : Deney sonrası yaş ağırlık (g),
A₀ : Deney öncesi tam kuru ağırlık (g).

3.2.8. Eğilme Direnci Tayini

Eğilme direnci, TS 2474 standartlarına göre laboratuvar ortamında üniversal test cihazında tayin edilmiştir. Her örnek için eğilme direnci aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$ED = (3 \times P_{\max} \times L) / (2 \times b \times h^2) \text{ N/mm}^2 \quad (3.8)$$

Bu eşitlikte;

- ED : Eğilme direnci (N/mm²),
P_{max} : Kırılma yükü (N),
L : Mesnetlerin merkezleri arası mesafe (mm),
B ve h : Deney parçasının, sırasıyla, genişliği (mm) ve kalınlığı (mm).

3.2.9. Eğilmede Elastikiyet Modülü Tayini

Eğilmede elastikiyet modülü ise; TS 2478 standartlarına göre tayin edilmiştir. Her örnek için EE değerini bulmak için aşağıdaki formülden faydalanılmıştır:

$$EE = (P \times L^3) / (4 \times b \times f \times h^3) \text{ N/mm}^2 \quad (3.9)$$

Bu eşitlikte;

- EE : Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²),
P : Elastik sınırların altındaki yüklerin ortalaması (N),
L : Mesnetlerin merkezleri arasındaki mesafe (mm),
f : Elastik sınırlar arasındaki sehimler ortalaması (mm),
b ve h : Deney parçalarının, sırasıyla, genişlik ve kalınlıkları (mm).

3.2.10. Liflere Paralel Basınç Direnci Tayini

Liflere paralel basınç direnci, TS 2595'e göre tayin edilmiştir. Her örnek için liflere paralel basınç direnci aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$LPB = P_{max}/(bxh) \quad (3.10)$$

Bu eşitlikte;

LPB : Liflere paralel basınç direnci (N/mm²),

b ve h : Deney parçalarının, sırasıyla, genişlik ve kalınlık (mm).

3.2.11 İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen değerler, %95 istatistikî güvenle, varyans analizi ve Duncan testiyle irdelenmiştir. Bu maksatla, bahsedilen fiziksel özellikler için, jeotermal kaynak türüne göre tanımlayıcı istatistikler elde edildikten sonra, her faktör için, sözkonusu özellikler üzerindeki etkilerinin önem dereceleri belirlenmiştir. Sonra, etkisi anlamlı çıkan faktörler için homojenlik grupları araştırılmıştır. Harfli gösterimle ifade edilen farklılıklar için ortalamalar karşılaştırılmıştır. Tüm istatistikî değerler, SPSS yazılım programında hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın jeotermal sahası Sakarya yöresi olduğundan Marmara Bölgesi'nde yapılan jeotermal ağırlıklı çalışmalar incelendiğinde; bu tezde kullanılan Geyve-Kuzuluk-Taraklı jeotermal sularının kimyasal analiz sonuçları ve potansiyel emprenye maddesi Çizelge 3.2.'de ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

Marmara Bölgesindeki jeotermal su kaynaklarının % 17'lik kısmı Sakarya ilinde yer aldığı belirtilmiştir. Ayrıca; Sakarya, Marmara Bölgesi içinde en yüksek sıcaklığa sahip kaynakların birkaçını barındırdığı ve karbonat oranı yüksek klorürlü sularının olduğu ifade edilmiştir (Barut ve Erdoğan, 2011). Sakarya jeotermaller hakkında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Sakarya'da 26 °C ile 51 °C arasında sıcaklık değerlerinin ölçüldüğü, Akyazı-Kuzuluk'ta bu değerlerin 60 °C ile 84 °C sıcaklık arasında değiştiği rapor edilmiştir (Ateş, 2012).

Çizelge 3.2'ye bakıldığında Kuzuluk kaynağına ait toplam kimyasal madde miktarı diğer iki kaynağa göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca toplam kimyasal madde miktarı büyükten küçüğe doğru; Kuzuluk > Taraklı > Geyve sıralamak mümkündür. Yapılan araştırmalar sonucu Sakarya jeotermallerinin oldukça zengin minerallere ve çözünmüş emprenye maddeleri potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 3.2 incelendiğinde ahşap emrenye için olması gereken birçok kimyasalın (B, Na, K, Ca, Mg, Br, F, Cl, SO₄, SiO₂, Al, CO₂, NH₄) jeotermal akışkan içinde yer aldığı görülmektedir.

Ahşap emprenyesinde kullanılan suda çözünen emprenye maddeleri, jeotermal sularda eriyik halde bulunan kimyasallarda da olduğu için önemlidir. Çizelge 3.2 incelendiğinde; ahşabın emprenyesi için kullanılan oniki adet mineralin toplam jeotermal sulardaki derişimi 449.80 mg/lit ile 1971.791 mg/lit arasında değişmektedir. Ahşabın emprenyesinde önem arz eden emprenye maddeleri; jeotermal kaynak sulardaki kimyasalların sayısal olarak yaklaşık % 40'a yakınıni teşkil etmektedirler. Ahşabın emprenyesi için suda çözünen kimyasalların önem arz ettiği ve bunların emprenye çözeltisindeki oranının %34-40 arasında olduğu söylenebilir. Ahşap emprenyesinde ise yukarıda bahsi geçen kimyasalların suda çözünen emprenye maddeleri konusunda önem arz etmekte ve emprenye çözeltisindeki oranı %0.1 ile %35-40 dağılım yaptığı rapor edilmiştir (Var, 2009). Bu bağlamda; jeotermal akışkanlar içindeki kimyasallar ile ahşabın emprenye edilmesinde kullanılan kimyasalların çeşitleri ve miktarları karşılaştırılmıştır. Jeotermal sulardaki eriyik kimyasalların ahşabın emprenyesi için uygun nitelikleri barındırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.2. Absorbsiyona İlişkin Bulgular ve Tartışma

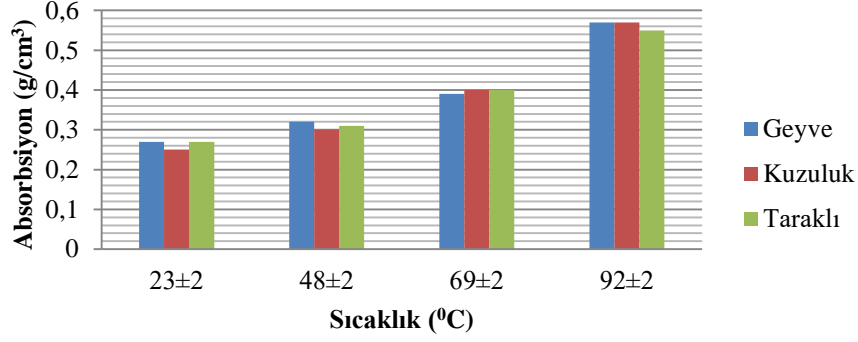
Absorbsiyona ilişkin tamamlayıcı istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.1.'de, Çizelge 4.2'de ve Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Absorbsiyona ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık (°C)	Tanımlayıcı İstatistikler (g/cm ³)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	0.27	0.016	0.25	0.29
	48±2	0.32	0.017	0.29	0.35
	69±2	0.39	0.021	0.35	0.42
	92±2	0.57	0.024	0.53	0.61
Kuzuluk	23±2	0.25	0.016	0.23	0.28
	48±2	0.30	0.009	0.28	0.31
	69±2	0.40	0.055	0.37	0.55
	92±2	0.57	0.018	0.55	0.60
Taraklı	23±2	0.27	0.013	0.26	0.30
	48±2	0.31	0.012	0.29	0.32
	69±2	0.40	0.023	0.36	0.44
	92±2	0.55	0.110	0.53	0.57

Çizelge 4.1 incelendiğinde jeotermal su absorpsiyonu Geyve için 23 °C'deki sıcaklıkta 0.25 g/cm³-0.29 g/cm³ ve ortalama 0.27 g/cm³; 48 °C'deki sıcaklıkta 0.29 g/cm³-0.35 g/cm³ ve ortalama 0.32 g/cm³; 69 °C'deki sıcaklıkta 0.35 g/cm³-0.42 g/cm³ ve ortalama 0.39 g/cm³; 92 °C'deki sıcaklıkta 0.53 g/cm³-0.61 g/cm³ ve ortalama 0.57 g/cm³ olduğu görülmektedir. Kuzuluk için 23 °C'deki sıcaklıkta 0.23 g/cm³-0.28 g/cm³ ve ortalama 0.25 g/cm³; 48 °C'deki sıcaklıkta 0.28 g/cm³-0.31 g/cm³ ve ortalama 0.30 g/cm³; 69 °C'deki sıcaklıkta 0.37 g/cm³-0.55 g/cm³ ve ortalama 0.40 g/cm³; 92 °C'deki sıcaklıkta 0.55 g/cm³-0.60 g/cm³ ve ortalama 0.57 g/cm³ olduğu görülmektedir. Taraklı için 23 °C'deki sıcaklıkta 0.26 g/cm³-0.30 g/cm³ ve ortalama 0.27 g/cm³; 48 °C'deki sıcaklıkta 0.29 g/cm³-0.32 g/cm³ ve ortalama 0.31 g/cm³; 69 °C'deki sıcaklıkta 0.36 g/cm³-0.44 g/cm³ ve ortalama 0.39 g/cm³; 92 °C'deki sıcaklıkta 0.53 g/cm³-0.57 g/cm³ ve ortalama 0.55 g/cm³ olduğu görülmektedir.

Bu veriler ışığında; jeotermal su absorpsiyonu Geyve için en yüksek 92 °C'de 0.57 g/cm³ ile olurken 23 °C'de 0.27 g/cm³ ile en az olmuştur. Kuzuluk için en yüksek 92 °C'de 0.57 g/cm³ ile olurken 23 °C'de 0.25 g/cm³ ile en az olmuştur. Taraklı için en yüksek 92 °C'de 0.55 g/cm³ ile olurken 23 °C'de 0.27 g/cm³ ile en az olmuştur (Şekil 4.1). Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Absorbsiyona ilişkin grafik

Çizelge 4.2. Absorbsiyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	0.502	3	0.167	434.883	0.000
	Gruplar İçi	0.014	36	0.000		
	Toplam	0.516	39			
Kuzuluk	Gruplar Arası	0.612	3	0.204	221.331	0.000
	Gruplar İçi	0.033	36	0.001		
	Toplam	0.645	39			
Taraklı	Gruplar Arası	0.460	3	0.153	612.426	0.000
	Gruplar İçi	0.009	36	0.000		
	Toplam	0.469	39			

ANOVA sonucu $p < 0.05$ (0.000) olduğu için jeotermal su sıcaklıklarının kızılçam odununda absorpsiyon üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkiler arasında homojenlik olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların farklı homojenlik gruplarında olduğu, absorpsiyon değerini arttırdığı görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Absorbsiyonuna ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Absorbsiyon (g/cm³)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	D
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	D
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	D

Çizelge 4.3'e göre absorpsiyona etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ile bu kaynaklardaki farklı sıcaklık değerlerine ilişkin dört farklı homojenik grup (A,B,C,D) oluşturmaktadır. Bu homojenik gruplardan en az etkiyi A ifade ederken en fazla etkiyi D ifade etmektedir. Kuzuluk jeotermal su kaynağı absorpsiyon üzerine en fazla etki yapan akışkan D homojenik grupta yer almaktadır. Bu akışkan grubu için absorpsiyon miktarı 92 °C sıcaklıkta 0.57 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Ayrıca Kuzuluk kaynağı jeotermal su absorpsiyonu üzerine en az etki yapan akışkan A homojenik grupta 23 °C sıcaklıkta 0.27 g/cm³ olarak yer almaktadır.

Sıcaklık bağlamında incelendiğinde ise bahsedilen üç jeotermal su kaynaklarında en yüksek absorpsiyonun 92 °C sıcaklık ve D homojenik grup içerisinde gerçekleştiği Çizelge 4.4'de görülmektedir. Bu veriler ışığında 92 °C sıcaklıktaki absorpsiyon bakımından jeotermal sular kendi aralarında karşılaştırıldığı zaman çoktan aza doğru; Kuzuluk (0.57 g/cm³) > Geyve (0.57 g/cm³) > Taraklı (0.55 g/cm³) şeklinde sıralanmıştır. Bu bilgiler sonucunda absorpsiyon için en uygun akışkanın; 23 °C'de Taraklı, 48 °C'de Geyve, 69 °C ile 92 °C'de Kuzuluk jeotermal kaynakları olduğu söylenebilir.

Başka bir çalışmada; kızılçam örnekleri üzerinde sıcak/soğuk açık tank metoduyla CBC (bakır/krom/bakır) ile empenye edildikten sonra absorpsiyon miktarı 37.8 kg/m³ ölçülmüş ve absorpsiyon miktarının özgül ağırlıkla ters, yıllık halka genişliği ile doğru orantılı olduğu vurgulanmıştır (Erten, 1983). CCA (bakır/krom/arsenik) ile muamele edilen kauçuk odununa nüfuzun edilebilirliği en yüksek bakırın ve en düşük olanın ise arsenik olduğu vurgulanmıştır (Sreeja ve Edwin, 2013). Kuzuluk kaynağının absorpsiyon üzerinde en fazla etkiyi sağlaması; içerdiği kimyasal madde derişiminin diğer kaynaklardan fazla olmasına (özellikle bor mineralinin) bağlanabilir (bkz. Çizelge 3.2).

Jeotermal su absorpsiyonu bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Karademir, 2012; Genç, 2013; Demirtaş, 2015) karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada absorpsiyon için elde edilen değerlerin 0.27-0.57 g/cm³ arasında değiştiği ve bu değerlerin literatüre uyumlu olduğu görülmüştür.

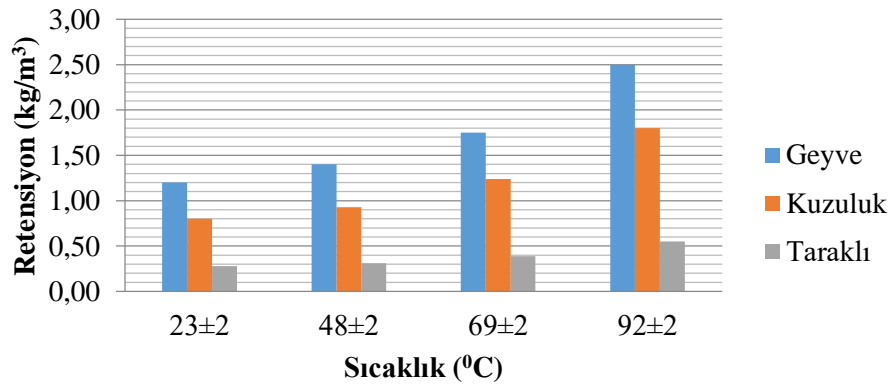
4.3. Retensiyona İlişkin Bulgular ve Tartışma

Retensiyona ilişkin tamamlayıcı istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.4.'de, Çizelge 4.5'de ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Retensiyona ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık	Tanımlayıcı İstatistikler (kg/m ³)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	1.20	0.075	1.09	1.30
	48±2	1.40	0.075	1.30	1.55
	69±2	1.75	0.086	1.56	1.86
	92±2	2.50	0.104	2.36	2.70
Kuzuluk	23±2	0.80	0.049	0.73	0.89
	48±2	0.93	0.033	0.86	0.98
	69±2	1.24	0.172	1.15	1.72
	92±2	1.80	0.057	1.73	1.88
Taraklı	23±2	0.28	0.013	0.26	0.3
	48±2	0.31	0.010	0.29	0.32
	69±2	0.39	0.022	0.36	0.44
	92±2	0.55	0.013	0.54	0.58

Çizelge 4.4 incelendiğinde retensiyon miktarı Geyve için 23 °C'de 1.09-1.30 kg/m³ ve ortalama 1.20 kg/m³; 48 °C'de 1.30-1.55 kg/m³ ve ortalama 1.40 kg/m³; 69 °C'de 1.56-1.86 kg/m³ ve ortalama 1.75 kg/m³; 92 °C'de 2.36-2.70 kg/m³ ve ortalama 2.50 kg/m³ olduğu görülmüştür. Kuzuluk için 23°C'de 0.73-0.89 kg/m³ ve ortalama 0.80 kg/m³; 48 °C'de 0.86-0.98 kg/m³ ve ortalama 0.93 kg/m³; 69 °C'de 1.15-1.72 kg/m³ ve ortalama 1.24 kg/m³; 92 °C'de 1.73-1.88 kg/m³ ve ortalama 1.80 kg/m³ olduğu görülmüştür. Taraklı için 23 °C'de 0.26-0.30 kg/m³ ve ortalama 0.28 kg/m³; 48 °C'de 0.29-0.32 kg/m³ ve ortalama 0.31 kg/m³; 69 °C'de 0.36-0.44 kg/m³ ve ortalama 0.39 kg/m³; 92 °C'de 0.54-0.58 kg/m³ ve ortalama 0.56 kg/m³ olduğu görülmüştür. Bu verilere göre retensiyon miktarı 92 °C'de Geyve kaynağında 2.50 kg/m³ olarak en fazla, en az retensiyon ise 23 °C'de Taraklı kaynağından 0.28 kg/m³ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Retensiyon grafiği

Çizelge 4.5. Retensiyona ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	9.902	3	3.301	447.712	0.000
	Gruplar İçi	0.265	36	0.007		
	Toplam	10.168	39			
Kuzuluk	Gruplar Arası	5.957	3	1.986	219.344	0.000
	Gruplar İçi	0.326	36	0.009		
	Toplam	6.283	39			
Taraklı	Gruplar Arası	0.469	3	0.156	641.333	0.000
	Gruplar İçi	0.009	36	0.000		
	Toplam	0.477	39			

Çizelge 4.5'ya göre; $p < 0.05$ (0.000) olduğu için jeotermal su sıcaklıklarının kızılçam odununda retensiyon üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından tüm sıcaklıkların farklı homojenlik grubunda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Retensiyona ilişkin duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Retensiyon (kg/m ³)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	D
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	D
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	D

Yapılan duncan testi sonuçlarına göre retensiyon üzerine etkileri bakımından dört homojenik grup (A,B,C,D) oluşturmuştur. Burada en az etkiyi A; en fazla etkiyi D ifade etmektedir. Bu bilgiler sonucunda retensiyon için en uygun akışkanın; tüm sıcaklıklarda Geyve kaynağının olduğu söylenebilir. Ayrıca ortalama retensiyon değerleri jeotermal kaynaklar için Geyve jeotermal kaynağında en fazla olduğu saptanmıştır.

Sarıçam odununda yapılan çalışmada retensiyon miktarları; CBC (Bakır/Bor/Krom) ile emprenyede 19.38 kg/m³, amonyum sulfat ile 58.32 kg/m³, diamonyum fosfat ile 30.84 kg/m³, borik asitle 56 kg/m³, borax ile 50.91 kg/m³ ölçülmüştür (Peker vd., 1999). Başka bir çalışmada; bor yağı (daldırma yöntemi) ile muamele edilen sarıçam odununda retensiyon miktarı 4.7 kg/m³ olarak ölçüldüğü ve çam odunlarında retensiyonun iyi sonuçlar vermesinin nedeni, boyuna yönde akışı sağlayan geçit çiftlerinin olmasıyla fazla emprenye maddesi depolmasına yorumlanmıştır (Özçiftçi ve Batan, 2009). CCA (bakır/krom/arsenik) ile muamele edilen (%1, %3, %10) kızılbaş odununda retensiyon miktarı 7.27 kg/m³ olduğu ifade edilmiştir (Temiz vd., 2004). Okalıptüs odununda retensiyon; CBC ile emprenyede 121.64 kg/m³, amonyum sulfat ile 39.62 kg/m³, borik asitle 43.21 kg/m³ olarak ölçülmüştür. Ayrıca odundaki asidik ve bazik kimyasalların odun polisakkaritlerinde bozunma yaptıkları için nötr veya nötre yakın kimyasalların emprenyede kullanılmasıyla odun dokularının daha az etkileneceği vurgulanmıştır (Bardak vd., 2011). CCA ile muamele edilen kauçuk odununda retensiyon miktarı en yüksek 42 kg/m³ olduğu rapor edilmiştir (Sreeja, 2013). Başka bir çalışmada; kızılçam örnekleri üzerinde sıcak soğuk açık tank metoduyla CBC (bakır/krom/bakır) ile emprenye edildikten sonra retensiyon miktarı 10.71 kg/m³ ölçülmüştür (Erten, 1983). Kızılçam odununda yapılan başka bir CCA emprenyesinde ise en yüksek retensiyonun 30 kg/m³ ölçüldüğü; ayrıca retensiyon üzerinde en çok kromun etkisi olduğu, en az etkiyi ise bakırın yaptığı ifade edilmiştir (Gezer ve Cooper, 2016). Yapılan bir çalışmada; %1'lik Barit (BSO₄) ile oluşturulan çözeltiyle muamele edilen sarıçam odununda retensiyon miktarının 8.02 kg/m³ olduğu saptanmıştır. Konsantrasyonun artmasına bağlı olarak retensiyon miktarında da artışın olduğu raporlanmıştır. Amonyum tetra flu borat (%1) ile sarıçam odununun emrenyesinin olduğu bir çalışmada retensiyonun 4.60 kg/m³ olduğu saptanmıştır (Atılğan ve Peker, 2012). Monteri çamı CO₂ ile 100 bar basınç altında 40 °C'de emprenye edilmiş ve sonuçta; 0.28 kg/m³ retensiyon ölçümü yapılmıştır (Kang vd., 2012). Borlu bileşiklerle emprenye edilen sarıçam odununda retensiyon miktarı en az sodyum parboratta olduğu açıklanmıştır (Tan ve Peker, 2014). Bu bağlamda Geyve kaynağında, amonyum değerinin olmaması, CO₂ miktarının yüksek gözlenmesi ile retensiyonun en yüksek çıkması arasında bir ilişkinin olabileceği yorumu yapılabilir. Ayrıca; Kuzuluk ve Taraklı'da retensiyonun çok olmaması sodyum miktarlarının yüksek olmasına bağlanabilir. (bkz. Çizelge 3.2). Jeotermal retensiyon bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Karademir, 2012; Genç, 2013; Göncü vd., 2013; Demirtaş, 2015; Kardaş, vd., 2015.) karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada retensiyon için elde edilen değerlerin 0.28-2.50 kg/m³ arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürden farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılık; jeotermal kaynaklardan ve bu kaynakların içerdiği kimyasal madde türü, miktarı ve katılım oranlarından kaynaklanabilir.

4.4. Yoğunluğa İlişkin Bulgular ve Tartışma

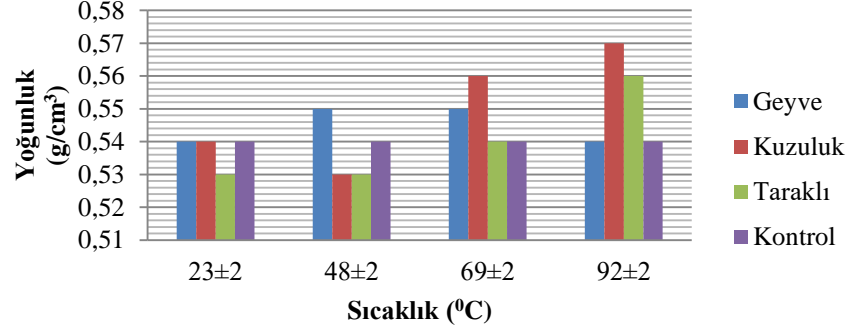
Jeotermal sularla emprenye edilen örneklerin yoğunluklarını gösteren tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.7.'de, Çizelge 4.8'de ve Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Yoğunluğa ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık	Tanımlayıcı İstatistikler (g/cm ³)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	0.54	0.031	0.51	0.58
	48±2	0.55	0.033	0.50	0.59
	69±2	0.55	0.034	0.50	0.58
	92±2	0.54	0.035	0.49	0.58
Kuzuluk	23±2	0.54	0.016	0.51	0.57
	48±2	0.53	0.013	0.51	0.55
	69±2	0.56	0.050	0.51	0.61
	92±2	0.57	0.034	0.51	0.60
Taraklı	23±2	0.53	0.031	0.49	0.58
	48±2	0.53	0.058	0.42	0.63
	69±2	0.54	0.032	0.49	0.62
	92±2	0.56	0.046	0.50	0.63
Kontrol		0.54	0.040	0.51	0.57

Çizelge 4.7 incelendiğinde yoğunluk miktarı kontrol örneklerinde 0.51-0.57 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.54 g/cm³ olduğu görülmektedir. Gevyeye için; 23 °C'de 0.51-0.58 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.54 g/cm³; 48 °C'de 0.50-0.59 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.55 g/cm³; 69 °C'de 0.50-0.58 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.55 g/cm³; 92 °C'de 0.49-0.58 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.54 g/cm³ olarak görülmüştür. Kuzuluk için; 23 °C'de 0.51-0.57 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.54 g/cm³; 48 °C'de 0.51-0.55 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.53 g/cm³; 69 °C'de 0.51-0.61 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.56 g/cm³; 92 °C'de 0.51-0.60 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.57 g/cm³ olarak görülmüştür. Taraklı için; 23 °C'de 0.49-0.58 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.53 g/cm³; 48 °C'de 0.42-0.63 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.53 g/cm³; 69 °C'de 0.49-0.62 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.54 g/cm³; 92 °C'de 0.50-0.63 g/cm³ aralığında ve ortalama 0.56 g/cm³ olarak görülmüştür.

Bu veriler gösterildiği gibi; yoğunluk miktarı 92 °C'de 0.57 g/cm³ ile en fazla Kuzuluk'da, en az etkiyi ise 48 °C'de 0.53 g/cm³ olarak Taraklı ve Kuzuluk'da görülmüştür (Şekil 4.3). Jeotermal sularla emprenyede yoğunluğa ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de belirtilmiştir.



Şekil 4.3. Yoğunluğa ilişkin grafik

Çizelge 4.8. Yoğunluğa ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	0.002	4	0.000	0.511	0.728
	Gruplar İçi	0.043	45	0.001		
	Toplam	0.045	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	0.006	4	0.002	2.014	0.109
	Gruplar İçi	0.035	45	0.001		
	Toplam	0.041	49			
Taraklı	Gruplar Arası	0.004	4	0.001	0.735	0.573
	Gruplar İçi	0.055	45	0.001		
	Toplam	0.058	49			

Buna göre; %95 istatistikî güven düzeyinde, yoğunluk üzerine etki eden jeotermal kaynakların yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($p>0.05$). Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından tüm sıcaklıkların farklı homojenlik grubunda olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. Yoğunluğa ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Yoğunluk (g/cm³)	
		Numune Sayısı	Homojenik Gruplar
Geyve	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	B
	92±2	10	A,B
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Kontrol		10	A,B

Çizelge 4.9'daki Duncan tablosu incelendiğinde; kontrol örnekleriyle test örneklerinin yoğunluk değişimleri arasında en fazla değişimin yüksek sıcaklıklarda olduğu görülmüştür. Ayrıca Kuzuluk kaynağında 92 °C'deki yoğunluğun, kontrol örneklerinden daha fazla olduğu saptanmıştır. En az etki Taraklı kaynağının olduğu söylenebilir.

Duncan testi sonucunda üç homojen grup (A,B) olduğu ve en az etkiyi A, en fazla etkiyi B ifade ettiği görülmektedir. Kontrol örnekleri için A,B gruplarında; Geyve ve Taraklı'nın bütün sıcaklıklarda A grubunda olduğu saptanmıştır. Ayrıca; Kuzuluk kaynağına ait 69 °C B grubunda dağılım olurken, 92 °C'de A ve B gruplarında dağılım sergilenmiştir. Sıcaklıklar arası sıralama yapmak gerekirse 23 °C'de Kuzuluk > Geyve > Taraklı; 48 °C'de Geyve > Kuzuluk > Taraklı; 69 °C'de Kuzuluk > Geyve > Taraklı; 92 °C'de Kuzuluk > Taraklı > Geyve şeklinde yapılabilir.

Amonyum tetra flu borat (%1) ile sarıçam odununun emrenyesinin olduğu bir çalışmada yoğunluğun kontrole göre %19 arttığı saptanmıştır (Atılğan ve Peker, 2012). Bor yağı (daldırma yöntemi) ile muamele edilen sarıçam odunundaki başka bir çalışmada; yoğunluk miktarı kontrole göre %9.7 arttığı vurgulanmıştır (Özçiftçi ve Batan, 2009). Yapılan başka bir çalışmada ise %2'lik silisyum dioksit (SiO₂) ile kavak odunu emrenyesinde, yoğunlukta %27 artış olduğu ifade edilmiştir (Dong vd., 2015). Tan ve Peker (2015)'e göre; %1'lik barit (BaSO₄) ile muamele edilen sarıçam odununun yoğunluğunda hemen hemen bir azalma olduğu rapor edilmiştir. Amonyak (NH₃) ile emprenye edilen kayın odununda yoğunluğun kontrole göre, çok fazla olmasa da, arttığı bunu nedeninin ise muamele sırasında kimyasal etki sonucu odun hücrelerinin çok genişlemesi olarak değerlendirilmiştir (Bariska, 1975). Literatür incelendiğinde ahşabın emrenye sonra yoğunluğu arttığı vurgulanmış; ama bu çalışmada nispeten az bir artış sergilemiştir. Özellikle 48 °C'de yoğunlukta belirgin düşüş gözlemlenmiştir. Bu durumun nedeni; uygulanan emprenye sıvısındaki amonyumun (NH₄) lümen çeperlerini çok fazla genişletmesinden olabilir.

Yoğunluk bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd., 1993; Karademir, 2012; Genç, 2013; Öktem ve Sözen 2014; Demirtaş, 2015) karşılaştırılmıştır. Çalışmada yoğunluk için elde edilen değerler 0.53 – 0.57 g/cm³ arasında değiştiği, bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.5. Denge Rutubetine İlişkin Bulgular ve Tartışma

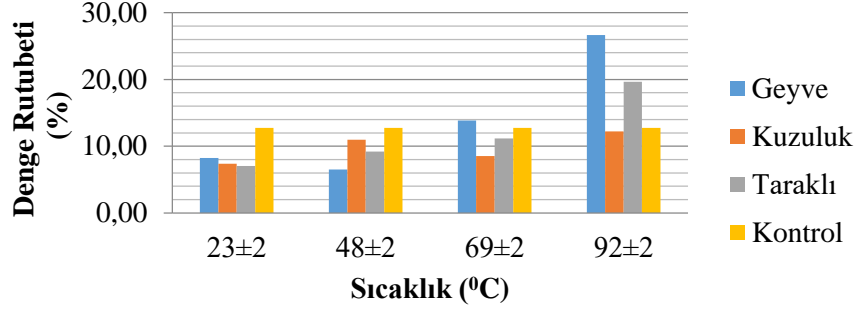
Jeotermal sularla emprenye edilen örneklerin denge rutubetini gösteren tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.10.'da, Çizelge 4.11'de ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Denge rutubetine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık	Tanımlayıcı İstatistikler (%)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	8.25	0.386	7.52	8.73
	48±2	6.50	5.110	-7.97	8.73
	69±2	13.84	1.680	10.96	15.78
	92±2	26.64	7.327	15.01	39.74
Kuzuluk	23±2	7.39	2.280	2.73	12.34
	48±2	10.98	0.845	9.49	11.97
	69±2	8.52	5.320	6.35	23.63
	92±2	12.22	1.496	8.96	14.04
Taraklı	23±2	7.05	0.365	6.30	7.49
	48±2	9.20	0.454	8.49	9.66
	69±2	11.17	1.718	8.71	13.46
	92±2	19.64	4.621	11.71	25.56
Kontrol		12.75	8.223	1.71	26.11

Çizelge 4.10. incelendiğinde Geyve için kontrol örneklerinde %1.71-%26.11 aralığında ve ortalama %12.75 olduğu; 23 °C’de % 7.52-% 8.73 aralığında ve ortalama % 8.25; 48 °C’de % -7.97-% 8.73 aralığında ve ortalama 6.50; 69 °C’de % 10.96-% 15.78 aralığında ve ortalama 13.83; 92 °C’de % 15.0-% 39.74 aralığında ve ortalama %26.64 olduğu görülmüştür. Kuzuluk için kontrol örneklerinde %1.71-% 26.11 aralığında ve ortalama % 12.75 olduğu; 23 °C’de % 2.73-% 12.34 aralığında ve ortalama %7.39; 48 °C’de % 9.49-% 11.97 aralığında ve ortalama 10.97; 69 °C’de % 6.35-% 23.63 aralığında ve ortalama 8.52; 92 °C’de % 8.96-% 14.04 aralığında ve ortalama %12.22 olduğu görülmüştür. Taraklı için kontrol örneklerinde %1.71-% 26.11 aralığında ve ortalama % 12.75 olduğu; 23 °C’de %6.30-%7.49 aralığında ve ortalama %7.05; 48 °C’de % 8.49-% 9.66 aralığında ve ortalama 9.20; 69 °C’de % 8.71-% 13.46 aralığında ve ortalama 11.17; 92 °C’de % 11.71-% 25.56 aralığında ve ortalama %19.64 olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlar itibariyle denge rutubet miktarı en az Geyve (48 °C)’de %6.5, en fazla rutubet miktarı ise Geyve (92 °C)’de %26.64 sağlandığı görülmüştür (Şekil 4.4). Rutubet miktarına ilişkin varyans analizi verileri Çizelge 4.11.’de sunulmuştur.



Şekil 4.4. Denge rutubetine ilişkin grafik

Çizelge 4.11. Denge rutubet miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	2497.957	4	624.489	20.771	0.000
	Gruplar İçi	1352.942	45	30.065		
	Toplam	3850.899	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	218.023	4	54.506	2.619	0.047
	Gruplar İçi	936.548	45	20.812		
	Toplam	1154.572	49			
Taraklı	Gruplar Arası	920.229	4	230.057	12.468	0.000
	Gruplar İçi	830.301	45	18.451		
	Toplam	1750.530	49			

Buna göre; $p < 0.05$ (0.000) olduğu için jeotermal kaynaklarının kızılçam odununda denge rutubet üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından tüm sıcaklıkların farklı homojenlik grubunda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12). Bu sonuca göre sıcaklıklardan en fazla 92 °C sıcaklığın denge rutubeti arttırdığı, diğerlerinin ise kontrol numunesinden anlamlı bir fark içermediği saptanmıştır.

Çizelge 4.12. Denge rutubetine ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Denge rutubet (%)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	A,B
	48±2	10	A
	69±2	10	C
	92±2	10	D
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	A,B
	69±2	10	A,B
	92±2	10	B
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	A,B
	69±2	10	B
	92±2	10	C
Kontrol		10	B,C

Çizelge 4.12.'daki duncan testi tablosu incelendiğinde dört (A,B,C,D) homojen grup oluşturduğu gözlenmiştir. Kontrol örneklerine göre en fazla denge rutubet miktarı artışı Geyve kaynağına ait 92 °C'de % 26.64 iken; en az denge rutubet miktarı değişimi Geyve kaynağına ait 48 °C'de % 6.50 olarak görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada; %4'lük CB (Krom/Bor) çözeltisiyle (84 °C) kızılçam örnekleri üzerinde sıcak/soğuk açık tank metoduyla emprenye edildikten sonra denge rutubeti %11.30 ölçülmüştür (Erten, 1983). Borun rutubet üzerinde azaltıcı etkisi olabileceği ve bu çalışmada rutubetin azalmasına etki edebileceği yargısına varılabilir. Ayrıca bu çalışmada düşük sıcaklıklarda rutubetin kontrolden daha az çıkmasının nedeni; absorpsiyonun derine yeterince nüfuz edememesi ve jeotermal akışkanlardaki minerallerin odunun lümenlere gerektiği kadar tutanamaması olarak açıklanabilir. Yüksek sıcaklıklarda ise rutubet miktarında yükselme olduğu görülmektedir.

Denge rutubeti bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Karademir, 2012; Genç, 2013; Demirtaş, 2015) karşılaştırılmıştır. Çalışmada rutubet için elde edilen değerler % 8.95 – 26.24 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda rutubete dair sonuçlar literatürle hemen hemen uyumlu olduğu görülmüştür.

4.6. Genişlemeye İlişkin Bulgular ve Tartışma

4.6.1. Radyal Yönde Genişlemeye İlişkin Bulgular ve Tartışma

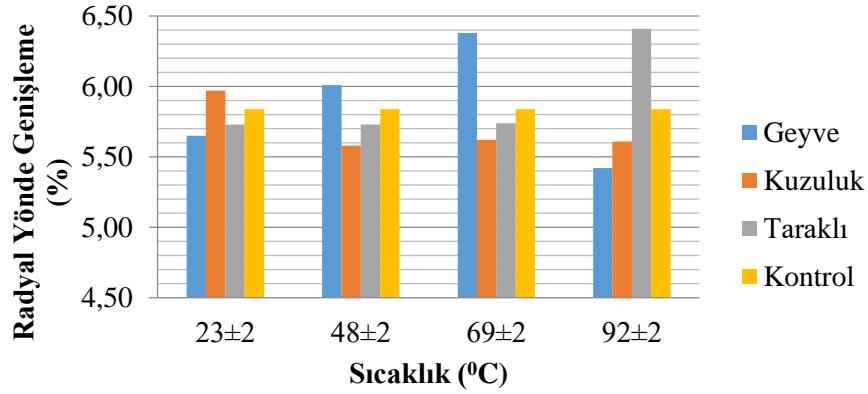
Radyal yönde genişlemeyi gösterecek tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.13'de; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14'de; Duncan testi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Radyal yönde genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık	Tanımlayıcı İstatistikler (%)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	5.65	1.172	3.43	7.0
	48±2	6.01	0.563	4.91	6.98
	69±2	6.38	1.023	4.53	7.99
	92±2	5.42	0.893	3.94	6.7
Kuzuluk	23±2	5.97	0.644	4.70	6.84
	48±2	5.58	1.163	3.92	7.21
	69±2	5.62	0.846	4.07	6.54
	92±2	5.61	0.948	3.78	6.61
Taraklı	23±2	5.73	0.790	4.66	7.20
	48±2	5.73	0.723	4.42	6.74
	69±2	5.74	1.325	3.28	7.19
	92±2	6.41	0.640	5.74	7.90
Kontrol		5.84	1.00086	3.55	7.35

Çizelge 4.13. incelendiğinde radyal yönde genişleme yüzdesi kontrol örneklerinde %3.55-%7.35 aralığında ve ortalama %5.84 olduğu saptanmıştır. Ayrıca test grubu örneklerden Geyve için 23 °C’de %3.43-%7.0 aralığında ve ortalama %5.65; 48 °C’de %4.91-%6.98 aralığında ve ortalama %6.01; 69 °C’de %4.53-%7.99 aralığında ve ortalama %6.38; 92 °C’de %3.94-%6.7 aralığında ve ortalama %5.42 olduğu görülmüştür. Kuzuluk için 23 °C’de %4.66-%6.84 aralığında ve ortalama %5.97; 48 °C’de %3.92-%7.21 aralığında ve ortalama %5.58; 69 °C’de %4.07-%6.54 aralığında ve ortalama %5.62; 92 °C’de %3.78-%6.61 aralığında ve ortalama %5.61 olarak görülmüştür. Taraklı için 23 °C’de %4.66-%7.20 aralığında ve ortalama %5.73; 48 °C’de %4.42-%6.74 aralığında %5.73; 69 °C’de %3.28-%7.19 aralığında ve ortalama %5.74; 92 °C’de %5.74-%7.90 aralığında ve ortalama %6.41 olarak görülmüştür.

Bu değerler incelendiğinde; kontrol örnekleriyle kıyaslama yapılırsa Taraklı (92 °C), Kuzuluk (23 °C), Geyve (48 °C-69 °C) kaynaklarının radyal yönde genişlemeye daha etkili olduğu söylenebilir. Aralarında çoktan aza doğru sıralamayı; Taraklı (92 °C) > Geyve (69 °C) > Geyve (48 °C) olarak belirlemek mümkündür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Radyal yönde genişlemeye ilişkin grafik

Çizelge 4.14. Radyal yönde genişlemeye ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	5.439	4	1.360	10.498	0.219
	Gruplar İçi	40.845	45	0.908		
	Toplam	46.284	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	1.155	4	0.289	0.329	0.857
	Gruplar İçi	39.442	45	0.876		
	Toplam	40.596	49			
Taraklı	Gruplar Arası	3.600	4	0.900	10.042	0.396
	Gruplar İçi	38.881	45	0.864		
	Toplam	42.481	49			

Çizelge 4.14'e göre jeotermal türünün Geyve $p>0.05$ (0.219), Kuzuluk $p>(0.857)$, Taraklı $p>(0.396)$ olduğu için radyal yönde genişleme üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından farklı homojenlik grupları olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.15. Radyal yönde genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Radyal yönde genişleme (%)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	A,B
	48±2	10	A,B
	69±2	10	B
	92±2	10	A
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Kontrol		10	A,B

Çizelge 4.15 incelendiğinde; Geyve 23 °C, 48 °C, 69 °C aynı homojen grupta yer almıştır. Diğer tüm kaynaklara ait sıcaklıkların farklı homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Duncan testi sonucunda; radyal yönde genişlemeyi en fazla Taraklı 92 °C ile %6.41, en az radyal yönde genişlemeyi ise Geyve 92 °C %5.42 oranında sağladığı görülmektedir. Kontrol örneğine göre radyal yönde genişlemeyi; Taraklı 92 °C %9.76 oranında artırırken, Geyve 92 °C %7.19 oranında azalttığı saptanmıştır. Bunun sebebi ise; Taraklı kaynağındaki toplam kimyasal madde miktarının Geyve kaynağından daha fazla olması olarak açıklanabilir. Jeotermal akışkanların radyal yöndeki genişlemeyi ifade edecek sıralama çoktan aza doğru; Taraklı (92 °C) > Geyve (69°C) > Geyve (92 °C) şeklinde yapılabilir.

Kayın odununu amonyak (NH₃) ile muamele edildikten sonra radyal yönde şişmenin arttığı ama teğet yönde şişmeden çok gerçekleşmediği, bunun nedeni ise teğet yönde su geçişinin daha hızlı olduğu ile açıklanmıştır (Bariska, 1975). Geyve'de sıcaklık arttıkça radyal genişleme azalması, genişlemeyi artırıcı kimyasalların az ve deforme olmasına bağlanabilir. Taraklı; Geyve'den fazla genişleme olması, derişiminin Geyve'den fazla olması olarak açıklanabilir. Ayrıca Taraklı kaynağı Kuzuluk ve Geyve'den fazla CO₂ ve NH₄ içermesi, genişlemesi üzerinde olumlu etki edebileceği yorumu yapılabilir.

Radyal yönde genişleme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Genç, 2013; Var vd., 2013; Kardaş, 2014) karşılaştırılmıştır. Çalışmada radyal yönde genişleme için elde edilen değerler % 5.42 – 6.41 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda radyal yönde genişlemeye dair sonuçlar literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.6.2. Teğet Yönde Genişlemeye İlişkin Bulgular ve Tartışma

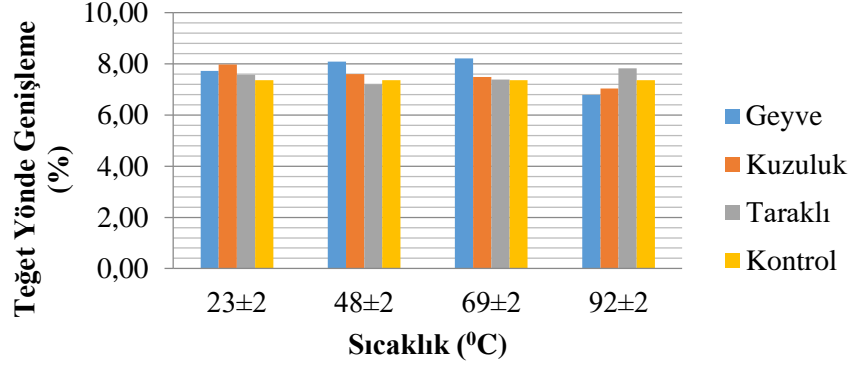
Ahşabın teğet yöndeki genişlemesini tanımlayacak istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.16’da, Çizelge 4.17’de ve Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Teğet yönde genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık °C	Tanımlayıcı İstatistikler (%)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	7.72	1.183	5.22	8.70
	48±2	8.09	0.611	6.86	8.83
	69±2	8.22	1.934	6.44	13.42
	92±2	6.79	1.748	2.82	9.48
Kuzuluk	23±2	7.98	0.492	7.11	8.72
	48±2	7.60	1.018	6.11	9.33
	69±2	7.49	0.884	5.82	8.44
	92±2	7.04	1.914	2.43	8.80
Taraklı	23±2	7.58	0.631	6.80	8.73
	48±2	7.20	1.010	5.17	8.16
	69±2	7.39	1.309	4.91	8.29
	92±2	7.82	0.470	6.77	8.51
Kontrol		7.36	1.247	5.36	9.04

Çizelge 4.16.’ya göre; kontrol örnekleri için teğet yönde genişleme değerleri %5.36-%9.04 aralığında ve ortalama %7.36 değerlerinde olduğu görülmüştür. Test grubu örneklerinin teğet yöndeki maksimum genişlemesi ise Geyve için 23 °C’de %5.22-%8.7 aralığında ve ortalama %7.72; 48 °C’de %6.86-%8.83 aralığında ve ortalama %8.093; 69 °C’de %6.44-%13.42 aralığında ve ortalama %8.22; 92 °C’de %2.82-%9.48 aralığında ve ortalama %6.79 olduğu saptanmıştır. Kuzuluk için 23 °C’de %7.11-%8.72 aralığında ve ortalama %7.98; 48 °C’de %6.11-%9.33 aralığında ve ortalama %7.6; 69 °C’de %5.82-%8.44 aralığında ve ortalama %7.49; 92 °C’de %2.43-%8.80 aralığında ve ortalama %7.04; Taraklı için 23 °C’de %6.8-8.73 aralığında ve ortalama %7.58; 48 °C’de %5.17-%8.16 aralığında ve ortalama %7.2; 69 °C’de %4.91-%8.29 aralığında ve ortalama %7.39; 92 °C’de %5.36-%9.04 aralığında ve ortalama %7.82 olduğu görülmüştür.

Bu değerler incelendiğinde; kontrol örnekleriyle karşılaştırılması sonucu; Geyve (69 °C)’nin en fazla teğet yönde genişlemeyi artırdığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Geyve (92 °C)’nin teğet yönde genişlemeyi en az etkilediği saptanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Teğet yönde genişleme grafiği

Çizelge 4.17. Teğet yönde genişlemeye ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	13.514	4	3.379	1.668	0.174
	Gruplar İçi	91.144	45	2.025		
	Toplam	104.658	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	4.667	4	1.167	0.802	0.530
	Gruplar İçi	65.485	45	1.455		
	Toplam	70.152	49			
Taraklı	Gruplar Arası	2.220	4	0.555	0.565	0.689
	Gruplar İçi	44.215	45	0.983		
	Toplam	46.434	49			

Çizelge 4.17'e göre; $p > 0.05$ (0.000) olduğu için jeotermal kaynaklardan hangi birinin teğet yönde genişleme üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından sıcaklıkların farklı homojenlik gruplarda olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.18. Teğet yönde genişlemeye ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Teğet yönde genişleme (%)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	A,B
	48±2	10	A,B
	69±2	10	B
	92±2	10	A
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Kontrol		10	A,B

Çizelge 4.18'deki sonuçlara göre; teğet yönde genişlemeye etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenik grup (A,B) oluşturmaktadır. Kontrol örnekleri farklı homojen gruplarda toplanmış ve Geyve 23 °C, 48 °C, 69 °C aynı homojen grupta yer almıştır. Kontrol örneklerine göre teğet yönde genişlemeye en fazla etkiyi yapan Geyve 69 °C'nin olduğu, %11.71 oranında katkı sağladığı saptanmıştır. Ayrıca, teğet yönde genişlemeye en az etkisinin olan Geyve 92 °C'nin olduğu ve %7.7 oranında kontrol örneğine göre daha az gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Teğet yönde genişleme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Genç, 2013; Var vd., 2013; Kardaş, 2014) karşılaştırılmıştır. Çalışmada teğet yönde genişleme için elde edilen değerler % 6.79 – 8.22 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda teğet yönde genişlemeye dair sonuçlar literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.7. Su Alma Oranına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Su alma oranına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.19'da, Çizelge 4.20'de ve Çizelge 4.21'de verilmiştir.

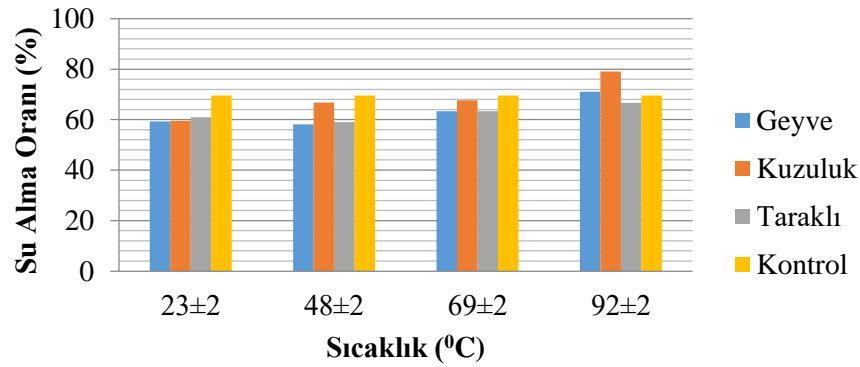
Çizelge 4.19. Su almaya ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık °C	Tanımlayıcı İstatistikler (%)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	59.26	1.381	56.63	61.02
	48±2	58.10	2.576	54.17	62.67
	69±2	63.33	2.651	59.74	68.15
	92±2	71.05	2.849	67.44	76.01
Kuzuluk	23±2	59.50	2.125	56.46	64.40
	48±2	66.78	2.255	63.96	72.22
	69±2	67.69	2.165	64.74	71.67
	92±2	79.10	3.458	73.27	83.05
Taraklı	23±2	60.87	1.729	57.78	64.32
	48±2	59.04	2.254	55.21	61.84
	69±2	63.35	3.274	59.44	68.43
	92±2	66.65	9.318	44.18	78.19
Kontrol		69.50	15.213	43.46	99.68

Çizelge 4.19'e göre; kontrol örnekleri için su alma oranı %43.46-%99.68 aralığında ve ortalama %69.5 değerlerinde olduğu görülmüştür. Test grubu örneklerinin su alma oranı ise Geyve için 23 °C'de %56.63-%61.02 aralığında ve ortalama %59.26; 48 °C'de %54.17-%62.67 aralığında ve ortalama %58.10; 69 °C'de %59.74-%62.67 aralığında ve ortalama %63.33; 92 °C'de %67.44-%76.01 aralığında ve ortalama %71.05 olduğu saptanmıştır.

Kuzuluk için 23 °C'de 56.46-%64.40 aralığında ve ortalama %59.50; 48 °C'de %63.96-%72.22 aralığında ve ortalama %66.78; 69 °C'de %64.74-%71.67 aralığında ve ortalama %67.69; 92 °C'de %73.27-%83.05 aralığında ve ortalama %79.10; Taraklı için 23 °C'de %57.78-64.32 aralığında ve ortalama %60.87; 48 °C'de %55.21-%61.84 aralığında ve ortalama %59.04; 69 °C'de %59.44-%68.43 aralığında ve ortalama %63.35; 92 °C'de %44.18-%78.19 aralığında ve ortalama %66.65 olduğu görülmüştür.

Bu değerler incelendiğinde; kontrol örnekleriyle karşılaştırılması sonucu; Kuzuluk 92°C'nin %79.10 ile en fazla su alma oranını artırdığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Geyve 48°C'nin % 58.10 ile su almayı en az etkilediği saptanmıştır. Çoktan aza doğru; Kuzuluk (92 °C) > Geyve (92 °C) > Geyve (48 °C) şeklinde sıralamak mümkündür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Su alma oranına ilişkin grafik

Çizelge 4.20. Su alma oranına ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	1372.125	4	343.031	6.723	0.000
	Gruplar İçi	2296.081	45	51.024		
	Toplam	3668.206	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	1374.601	4	343.650	6.768	0.000
	Gruplar İçi	2284.626	45	50.769		
	Toplam	3659.227	49			
Taraklı	Gruplar Arası	718.261	4	179.565	2.664	0.044
	Gruplar İçi	3033.388	45	67.409		
	Toplam	3751.648	49			

Çizelge 4.20'e göre; $p < 0,05$ (0,000) olduğu için jeotermal kaynakların kızılçam odununda su alma oranı üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından sıcaklıkların farklı homojenlik gruplarda olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre jeotermal kaynaklar için en fazla 92 °C sıcaklığın su alma oranını artırdığı; fakat bu artışın ise kontrol numunesinden anlamlı bir fark içermediği, sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.21. Su alma oranına ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Su alma (%)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A,B
	92±2	10	C
Kuzuluk	23±2	10	A
	48±2	10	B
	69±2	10	B
	92±2	10	C
Taraklı	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A,B
	92±2	10	A,B
Kontrol		10	B,C

Çizelge 4.21 sonuçlara göre; su alma oranına etkileri bakımından jeotermal kaynaklar üç farklı homojenik grup (A, B, C) oluşturmaktadır. Kontrol örneklerinin homojen gruplardan B ve C’de toplanmıştır. Geyve 23 °C, 48 °C, 69 °C aynı homojen grup olan A’da yer almıştır. C’de ise; Geyve 92 °C ile Kuzuluk 92 °C aynı homojen grubu paylaştığı görülmektedir. Kontrol örneklerine göre su alma oranına en fazla etkiyi yapanın Kuzuluk 92 °C’nin olduğu ve %79.09 oranına katkı sağladığı saptanmıştır. Ayrıca su almaya en az etkisi olanın Geyve 48 °C’nin olduğu ve %58.10 oranında daha az su alma gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir.

Baysal vd., (2004), cennet odununda yapılan bir araştırmasında kontrol örneğine göre su almayı azaltan kimyasalları CBC ve fosforik asit olduğunu; su almayı artıran emprenye maddelerinin ise borik asitle borax olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada; Kuzuluk kaynağının su alma oranında artış sergilemesinin nedeni içerdiği bor mineralinin fazla olmasına bağlanabilir (bkz. Çizelge 3.2).

4.8. Eğilme Direncine İlişkin Bulgular ve Tartışma

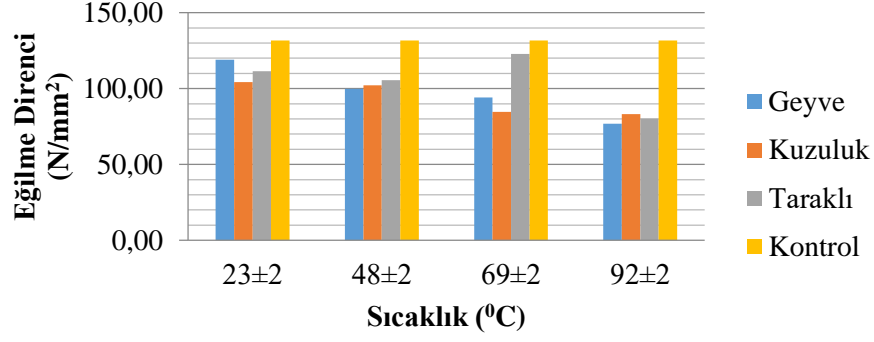
Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.22’de, Çizelge 4.23’de ve Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık °C	Tanımlayıcı İstatistikler (N/mm ²)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	118.94	21.923	83.20	154.67
	48±2	99.85	20.135	63.16	120.40
	69±2	94.23	20.092	62.20	127.01
	92±2	76.82	15.172	50.65	95.62
Kuzuluk	23±2	104.21	22.335	75.48	147.39
	48±2	102.13	12.240	85.90	122.28
	69±2	84.63	12.484	66.19	110.02
	92±2	83.10	16.126	57.20	105.97
Taraklı	23±2	111.45	11.917	92.31	131.31
	48±2	105.51	10.962	87.84	125.09
	69±2	122.87	15.691	101.49	146.60
	92±2	80.23	8.514	68.96	95.93
Kontrol		131.66	25.904	74.38	166.44

Çizelge 4.22 incelendiğinde kontrol örneklerine ait eğilme direnci 74.38-166.44 (N/mm²) aralığında ve ortalama 131.66 (N/mm²) olduğu görülmektedir. Test grubu örneklere ait veriler incelendiğinde Geyve için 23 °C'de 83.20-154.67 (N/mm²) aralığında ve ortalama 118.94 (N/mm²); 48 °C'de 63.16-120.40 (N/mm²) aralığında ve ortalama 99.85 (N/mm²); 69 °C'de 62.20-127.01 (N/mm²) aralığında ve ortalama 94.23 (N/mm²); 92 °C'de 50.65-95.62 (N/mm²) aralığında ve ortalama 76.82 (N/mm²) olduğu saptanmıştır. Kuzuluk için 23 °C'de 75.48-147.39 (N/mm²) aralığında ve ortalama 104.21 (N/mm²); 48 °C'de 85.90-122.28 (N/mm²) aralığında ve ortalama 102.12 (N/mm²); 69 °C'de 66.19-110.02 (N/mm²) aralığında ve ortalama 84.63 (N/mm²); 92 °C'de 57.20-105.97 (N/mm²) aralığında ve ortalama 83.10 (N/mm²); Taraklı için 23 °C'de 92.31-131.31 (N/mm²) aralığında ve ortalama 111.45 (N/mm²); 48 °C'de 87.84-125.09 (N/mm²) aralığında ve ortalama 105.51 (N/mm²); 69 °C'de 101.49-146.60 (N/mm²) aralığında ve ortalama 122.87 (N/mm²); 92 °C'de 68.96-95.93 (N/mm²) aralığında ve ortalama 80.23 (N/mm²) olduğu görülmüştür.

Bu değerler incelendiğinde; kontrole göre tüm test örnekleri için eğilme direncinin azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte Geyve 92 °C jeotermal suyu ile empenyede 76.82 N/mm² ile en az eğilme direnci değeri verirken, Taraklı 69 °C jeotermal suyu ile empenyede 122.87 N/mm² ile en fazla eğilme direnci verisi sunmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Eğilme direncine ilişkin grafik

Çizelge 4.23. Eğilme direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	18393.158	4	4598.289	10.494	0.000
	Gruplar İçi	19718.080	45	438.180		
	Toplam	38111.237	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	15400.934	4	3850.233	11.092	0.000
	Gruplar İçi	15619.903	45	347.109		
	Toplam	31020.837	49			
Taraklı	Gruplar Arası	15429.454	4	3857.363	15.406	0.000
	Gruplar İçi	11266.799	45	250.373		
	Toplam	26696.253	49			

Çizelge 4.23'deki ANOVA testi sonucu $p < 0.05$ (0.000) olduğu için jeotermal kaynakların kızılçam odununda eğilme direnci üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından tüm sıcaklıkların farklı homojenlik grubunda olduğu görülmüştür. Bu sonucuna göre en fazla 92 °C sıcaklığın eğilmeyi azalttığı; sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.24. Eğilme direncine ilişkin Duncan testi verileri

Kaynak	Sıcaklık °C	Eğilme direnci (N/mm²)	
		Numune Sayısı	Homojenik Grup
Geyve	23±2	10	C
	48±2	10	B
	69±2	10	A,B
	92±2	10	A
Kuzuluk	23±2	10	B
	48±2	10	B
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Taraklı	23±2	10	B,C
	48±2	10	B
	69±2	10	C,D
	92±2	10	A
Kontrol		10	D

Çizelge 4.24.'deki Duncan testi verileri incelendiğinde dört farklı homojen grup (A,B,C,D) oluştuğu ve en az etkiyi A grubu; en fazla etkiyi ise D grubu verdiği görülmektedir. Taraklı 69 °C'un en fazla etkiyi vererek kontrol örneği ile aynı grubu paylaştığı saptanmıştır. Ayrıca; çoktan aza Taraklı (69 °C) > Geyve (23 °C) > Taraklı (23 °C) şeklinde sıralama yapılabilir.

Başka bir çalışmada; bor yağı (daldırma yöntemi) ile muamele edilen sarıçam odununda eğilme direnci kontrol örneğine göre %0.22 daha az olduğu ifade edilmiştir (Özçiftçi ve Batan, 2009). CCA ile muamele edilen (%1, %3, %10) kızılgaç odununda en yüksek eğilme direncinin 100 °C sıcaklıktaki %10'luk çözelti ile olduğu ve kontrole göre %18 arttığı; ama 60 °C'deki muamelede eğilme direncinde azalma olduğu vurgulanmıştır. Bu azalmanın nedeni ise; asidik krom içerem emprenye maddelerinin odun şekerlerini azalttığı ve hücre çeperleriyle etkileşim içine girmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Temiz vd., 2004). Sarıçam odununda yapılan başka bir çalışmada ise eğilme direnci; kontrol örneklerine göre; CBC ile emprenyede %15 artma, amonyum sulfat ile emprenyede %48 azalma, diamonyum fosfat ile emprenyede %5 azalma, borik asitle emprenyede %30 azalma, borax ile emprenyede %12 artma ölçülmüştür (Peker vd., 1999). Kavak odunu nano-alüminyum-oksit ile muamele edildikten sonra eğilme direnci, liflere paralel basınç ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin artan bir eğilim sergilediğinden bahsedilmektedir (Taghiyari vd., 2015). Kore çamının APP (amonyum fosfat polimeri) ile emprenyesini konu alan başka bir çalışmada ise; eğilme direnci, kontrol örneklerine göre %14.4 azaldığı rapor edilmiştir (Wem Yu vd., 2014). Kavak odunu %10'luk reçine çözeltisi ile emprenye edildikten sonra eğilme direncinde %8 artma olduğu yapılan bir çalışmada vurgulanmıştır (Dong vd., 2016). Yapılan başka bir çalışmada ise %2'lik silisyum dioksit (SiO₂) ile kavak odunu emprenyesinde, eğilme direncinde %5 azalma olduğu ifade edilmiştir (Dong vd., 2015). Bu bağlamda tüm kaynakların; Taraklı (69 °C) harici; sıcaklıkla beraber eğilme dirençlerinde azalma olduğunun sebebi hücresel yıkımın nedeni olabilir. Ayrıca Taraklı (69 °C)'nın eğilme direncinde artma görülmesi; bor ve amonyuma bağlı olabileceği düşünülmektedir (bkz. Çizelge 3.2).

Eğilme direnci bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd. 1993; Karademir, 2012; Genç, 2013; Öktem ve Sözen, 2014; Demirtaş, 2015.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada eğilme direnci için elde edilen değerler 76.82-122.87 N/mm² arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.9. Eğilmede Elastikiyet Modülüne İlişkin Bulgular ve Tartışma

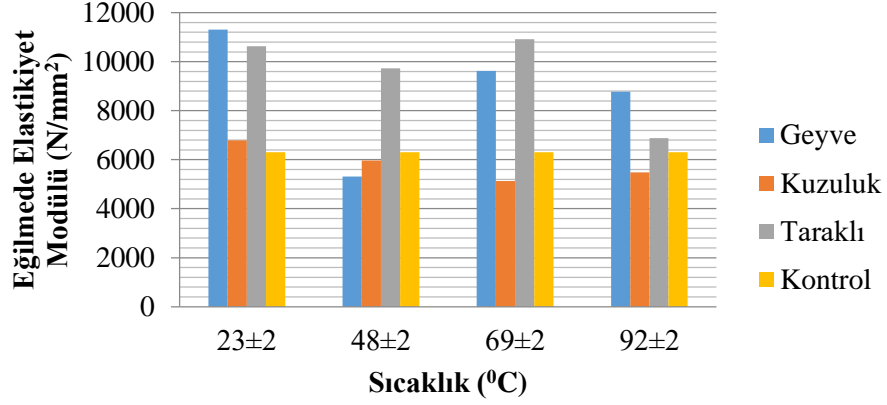
Eğilme elastikiyet modülüne ilişkin; tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.25'de, Çizelge 4.26'da ve Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık °C	Tanımlayıcı İstatistikler (N/mm ²)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	11304.61	15610.204	4833.61	55577.19
	48±2	5312.47	1050.144	4033.09	7127.86
	69±2	9623.95	2044.512	7023.18	13064.00
	92±2	8773.36	1370.631	6410.29	10330.24
Kuzuluk	23±2	6789.14	1479.797	4882.36	9194.09
	48±2	5966.13	885.450	4644.77	7821.23
	69±2	5128.43	812.733	3899.57	6261.73
	92±2	5477.35	1227.348	3197.13	6968.75
Taraklı	23±2	10631.86	1297.533	8667.59	13321.48
	48±2	9732.63	2001.622	6040.83	12236.06
	69±2	10922.14	2272.893	6106.38	13724.74
	92±2	6881.59	2594.771	4038.17	11132.14
Kontrol		6307.06	2631.963	259.44	9953.65

Çizelge 4.25 incelendiğinde kontrol örneklerine ait eğilmede elastikiyet değerleri 259.44-9953.65 (N/mm²) aralığında ve ortalama 6307.06 (N/mm²) olduğu görülmektedir. Test grubu örneklere ait veriler incelendiğinde Geyve için 23 °C'de 4833.61 (N/mm²) aralığında ve ortalama 11304.61 (N/mm²); 48 °C'de 4033.09-7127.86 (N/mm²) aralığında ve ortalama 5312.47 (N/mm²); 69 °C'de 7023.18-13064.00 (N/mm²) aralığında ve ortalama 9623.94 (N/mm²); 92 °C'de 6410.29-10330.24 (N/mm²) aralığında ve ortalama 8773.36 (N/mm²) olduğu saptanmıştır. Kuzuluk için 23 °C'de 4882.36-9194.09 (N/mm²) aralığında ve ortalama 6789.14 (N/mm²); 48 °C'de 4644.77-7821.23 (N/mm²) aralığında ve ortalama 5966.13 (N/mm²); 69 °C'de 3899.57-6261.73 (N/mm²) aralığında ve ortalama 5128.43 (N/mm²); 92 °C'de 3197.13-6968.75 (N/mm²) aralığında ve ortalama 5477.35 (N/mm²); Taraklı için 23 °C'de 8667.59-13321.48 (N/mm²) aralığında ve ortalama 10631.86 (N/mm²); 48 °C'de 6040.83-12236.06 (N/mm²) aralığında ve ortalama 9732.63 (N/mm²); 69 °C'de 6106.38-13724.74 (N/mm²) aralığında ve ortalama 10922.14 (N/mm²); 92 °C'de 4038.17-11132.14 (N/mm²) aralığında ve ortalama 6881.59 (N/mm²) olduğu görülmüştür.

Bu değerler incelendiğinde; kontrol örneklerine göre (6307.063N/mm²) eğilmede elastikiyet değerlerinde; Geyve 48 °C, Kuzuluk 48 °C, 69 °C ve 92 °C için azalma ve diğerlerinde ise artma olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9). En fazla artışın, Geyve (23 °C) jeotermal suyu ile muamelenin sağladığı (11304.613N/mm²) ifade edilebilir. Tüm sıcaklıklarda ise; Taraklı kaynağının kontrolden daha fazla eğilmede elastikiyet sağladığı görülmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Eğilmede elastikiyet modülü grafiği

Çizelge 4.26. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	238953495.886	4	59738373.971	1.159	0.342
	Gruplar İçi	2319904557.261	45	51553434.606		
	Toplam	2558858053.147	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	17289414.974	4	4322353.743	1.791	0.147
	Gruplar İçi	108611687.105	45	2413593.047		
	Toplam	125901102.079	49			
Taraklı	Gruplar Arası	185788471.291	4	46447117.823	9.473	0.000
	Gruplar İçi	220645733.506	45	4903238.522		
	Toplam	406434204.797	49			

Çizelge 4.26'deki ANOVA testi sonucu; Geyve kaynağının $p > 0.05$ (0.342) ve Kuzuluk kaynağının $p > 0.05$ (0.147) istatistiksel anlamda kızılçam odununda elastikiyet modülü üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Taraklı kaynağının ise $p < 0.05$ (0.000) istatistiksel anlamda etkisinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından tüm sıcaklıkların farklı homojenlik grubunda olduğu görülmüştür. Çizelge 4.27'deki Duncan testi sonucuna göre; jeotermal su sıcaklığının elastikiyet modülünü azalttığı ancak bazı değerlerin kontrol numunesinden anlamlı bir fark içermediği not edilmiştir.

Çizelge 4.27. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Eğilmede Elastikiyet (N/mm ²)	
		Numune Sayısı	Homojenik Gruplar
Geyve	23±2	10	A
	48±2	10	A
	69±2	10	A
	92±2	10	A
Kuzuluk	23±2	10	B
	48±2	10	A,B
	69±2	10	A
	92±2	10	A,B
Taraklı	23±2	10	B
	48±2	10	B
	69±2	10	B
	92±2	10	A
Kontrol		10	A,B

Kore çamının APP (amonyum fosfat polimeri) ile empenyesini konu alan bir çalışmada ise; eğilmede elastikiyet modülü, kontrol örneklerine göre %1.7 azaldığı rapor edilmiştir (Wem Yu vd., 2014). Başka bir çalışmada; bor yağı (daldırma yöntemi) ile muamele edilen sarıçam odununda eğilmede elastikiyet modülünde kontrol örneğine göre %2.2 daha az olduğu ifade edilmiştir (Özçiftçi ve Batan, 2009). Kavak odunu % 10'luk reçine çözeltisi ile empenye edildikten sonra eğilmede elastikiyet modülünde %11 artma olduğu yapılan bir çalışmada vurgulanmıştır (Dong vd., 2016). Yapılan başka bir çalışmada ise %2'lik silisyum dioksit (SiO₂) ile kavak odunu empenyesinde, eğilmede elastikiyet modülünde %40 artış olduğu ifade edilmiştir (Dong vd., 2015). Bu bağlamda eğilmede elastikiyetin arttığı noktalardaki sebebi; jeotermal suların içerdiği kimyasallar (silisyum vb.) ile kızılçamdaki reçinesinin olumlu etkisi olabileceğidir.

Eğilme elastikiyet modülü bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd. 1993; Karademir, 2012; Genç, 2013; Öktem ve Sözen, 2014; Demirtaş, 2015.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada elde edilen değerlerin 5128.43-11304.61 N/mm² arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürden farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılık; kullanılan jeotermal akışkanın kimyasal içeriğinden kaynaklanmış olabilir.

4.10. Liflere Paralel Basınç Direncine İlişkin Bulgular ve Tartışma

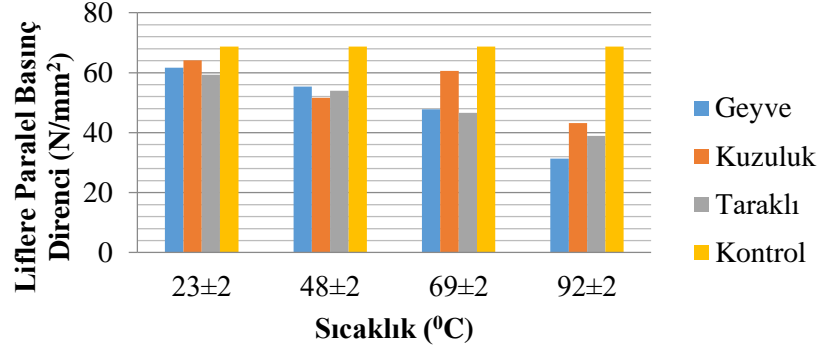
Jeotermal sularla empenyeli ahşap malzemenin liflere basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları, sırasıyla, Çizelge 4.28'de, Çizelge 4.29'da ve Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Kaynak	Sıcaklık	Tanımlayıcı İstatistikler (N/mm ²)			
		Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Geyve	23±2	61.70	5.967	50.51	69.10
	48±2	55.32	8.214	37.60	65.94
	69±2	47.76	8.094	30.06	57.58
	92±2	31.29	3.356	26.19	36.14
Kuzuluk	23±2	64.07	6.768	55.64	75.66
	48±2	51.58	5.362	45.68	62.83
	69±2	60.64	5.502	53.36	70.37
	92±2	43.20	4.672	34.11	48.35
Taraklı	23±2	59.29	5.405	51.08	68.49
	48±2	53.95	5.218	47.11	64.02
	69±2	46.60	4.465	38.36	53.60
	92±2	38.88	6.004	30.43	49.47
Kontrol		68.68	7.092	54.81	77.10

Çizelge 4.28. incelendiğinde kontrol örneklerine ait eğilme direnci 54.81-77.10 (N/mm²) aralığında ve ortalama 68.68 (N/mm²) olduğu görülmektedir. Test grubu örneklere ait veriler incelendiğinde Geyve için 23 °C’de 50.51-69.10 (N/mm²) aralığında ve ortalama 61.70 (N/mm²); 48 °C’de 37.60-65.94 (N/mm²) aralığında ve ortalama 55.32 (N/mm²); 69 °C’de 30.06-57.58 (N/mm²) aralığında ve ortalama 47.76 (N/mm²); 92 °C’de 26.19-36.14 (N/mm²) aralığında ve ortalama 31.29 (N/mm²) olduğu saptanmıştır. Kuzuluk için 23 °C’de 55.64-75.66 (N/mm²) aralığında ve ortalama 64.07 (N/mm²); 48 °C’de 45.68-62.83 (N/mm²) aralığında ve ortalama 51.58 (N/mm²); 69 °C’de 53.36-70.37 (N/mm²) aralığında ve ortalama 60.64 (N/mm²); 92 °C’de 34.11-48.35 (N/mm²) aralığında ve ortalama 43.20(N/mm²); Taraklı için 23 °C’de 51.08-68.49 (N/mm²) aralığında ve ortalama 59.29 (N/mm²); 48 °C’de 47.11-64.02 (N/mm²) aralığında ve ortalama 53.95 (N/mm²); 69 °C’de 38.36-53.60 (N/mm²) aralığında ve ortalama 46.60 (N/mm²); 92 °C’de 30.43-49.47 (N/mm²) aralığında ve ortalama 38.88 (N/mm²) olduğu görülmüştür.

Bu değerler incelendiğinde; liflere paralel basınç direncinin kontrol örneklerine; tüm jeotermal kaynaklar için azaldığı saptanmıştır. Ayrıca; jeotermal su sıcaklığı arttığında liflere paralel basınç direncinin düştüğü de görülmüştür (Şekil 4.10). Liflere paralel basınç direnci en fazla Kuzuluk 23 °C ile empenyede (64.07 N/mm²) elde edilirken, en az değer ise Geyve 92 °C ile empenyede (31.29 N/mm²) olduğu not edilmiştir.



Şekil 4.10. Liflere paralel basınç direnci grafiği

Çizelge 4.29. Liflere paralel basınç direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Jeotermal Kaynaklar	Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	P
Geyve	Gruplar Arası	8256.491	4	2064.123	44.846	0.000
	Gruplar İçi	2071.196	45	46.027		
	Toplam	10327.688	49			
Kuzuluk	Gruplar Arası	4175.873	4	1043.968	29.500	0.000
	Gruplar İçi	1592.477	45	35.388		
	Toplam	5768.350	49			
Taraklı	Gruplar Arası	5254.869	4	1313.717	40.368	0.000
	Gruplar İçi	1464.459	45	32.544		
	Toplam	6719.328	49			

Çizelge 4.29'daki ANOVA testi sonucu $p < 0.05$ (0,000) olduğu için jeotermal kaynakların kızılcım odununda liflere paralel direnci üzerinde (%95 istatistikî güven düzeyinde) etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkiler arasında farklılık olup olmadığını anlamak için Duncan testi yapılmış, sıcaklıkların etkisi açısından tüm sıcaklıkların farklı homojenlik grubunda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Liflere paralel basınç direncine ilişkin Duncan testi sonuçları

Kaynak	Sıcaklık °C	Liflere paralel basınç direnci (N/mm²)	
		Numune Sayısı	Homojenik Gruplar
Geyve	23±2	10	D
	48±2	10	C
	69±2	10	B
	92±2	10	A
Kuzuluk	23±2	10	C,D
	48±2	10	B
	69±2	10	C
	92±2	10	A
Taraklı	23±2	10	D
	48±2	10	C
	69±2	10	B
	92±2	10	A
Kontrol		10	D,E

Çizelge 4.30 incelendiğinde beş farklı homojen grup (A,B,C,D,E) oluştuğu ve en az etkiyi A, en fazla etkiyi E verdiği görülmektedir. Kontrol örnekleri D ve E homojen grupta toplanmıştır. Geyve 23⁰C, Kuzuluk 23⁰C ve Taraklı 23⁰C aynı grubu paylaşmıştır. Geyve 69⁰C, Kuzuluk 48⁰C ve Taraklı 69⁰C aynı gruptadır. Duncan testine göre çoktan aza; Kuzuluk (23⁰C) > Geyve (23⁰C) > Taraklı (23⁰C) şeklinde sıralamak mümkündür.

Sarıçam odununun %1'lik Barit (BaSO₄) çözeltisiyle emprenye edildiği bir çalışmada; emprenye edilen test örnekleri, kontrol örneğine göre %55 daha fazla liflere paralel basınç direnci sağladığı rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada; bor yağı (daldırma yöntemi) ile muamele edilen sarıçam odununda liflere paralel basınç direnci kontrol örneğine göre %3.16 daha az olduğu ifade edilmiş ve bu düşüşün nedeni bor maddesinin odundaki selüloz zincirlerini hidrolize etmesi olarak açıklanmıştır (Özçiftçi ve Batan, 2009). CCA (bakır/krom/arsenik) ile muamele edilen (%1, %3, %10) kızılâğaç odununda en yüksek liflere paralel basınç direncinin 100⁰C sıcaklıktaki %10'luk çözelti ile olduğu ve kontrole göre %46 arttığı; ama 60⁰C'deki muamelede liflere paralel basınç direncinde azalma olduğu vurgulanmıştır. Bu azalmanın nedeni ise; asidik krom içeren emprenye maddelerinin odun şekerlerini azalttığı ve hücre çeperleriyle etkileşim içine girmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Temiz vd., 2004). Bu bağlamda liflere paralel basıncın Kuzuluk (69⁰C) haricinde giderek azalması hücre çeperlerinde meydana gelen yıkımla alakalı olabilir. Ayrıca Kuzuluk (69⁰C)'un artış sergilemesi kimyasal madde derişimi fazla olan Kuzuluk kaynağındaki minerallerin hücre çeperlerinde sertleşerek dirence katkı sağlaması olarak yorumlanabilir. Nitekim başka bir çalışmada; krom oksit (Cr₂O₃) ile muamele edilen sarıçam odununda (%2'lik etüv örnekleri) kontrole göre liflere paralel basınç direncinde %40 artış sağladığı rapor edilmiştir (Akgül ve Apay, 2016).

Liflere paralel basınç direnci bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd. 1993; Karademir, 2012; Genç, 2013; Öktem ve Sözen, 2014; Demirtaş, 2015.) karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen değerlerin 31.29-64.07 N/mm² arasında değiştiği ve bu değerlerin literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sakarya ili Kuzuluk, Taraklı ve Geyve jeotermal kaynaklarından hazırlanan dört farklı sıcaklıklı jeotermal suyla yapılan emprenye işleminde, jeotermal kaynak türünün, kızılçam diri odununda absorpsiyon, retensiyon, yoğunluk, rutubet, su alma, eğilme direnci ve liflere paralel basınç direnci istatistiksel anlamda önemli derecede etkilediği; fakat radyal ve teğet yönde genişleme, eğilmede elastikiyet modülü üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Jeotermal işlemler, kızılçamın absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerlerini önemli bir derecede arttırırken; liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve su almayı azalttığı; eğilmede elastikiyet modülü ve genişleme değerleri işlem görmemiş kontrol örnekleri ile hemen hemen aynı düzeyde olduğu rapor edilmiştir.

Kuzuluk kaynağı absorpsiyon üzerinde Geyve'den %1.5 ve Taraklı'dan %4.0 daha fazla etkin olmuştur. En fazla retensiyon değeri Geyve ile yapılan işlemlerde saptanmıştır. Geyve'nin retensiyon üzerine etkisi Kuzuluk'dan %28 ve Taraklı'dan %77.76 daha fazla olmuştur. Yoğunluğun, Geyve 92°C işleminde kontrole göre %3 daha fazla olduğu saptanmıştır. Yoğunluk üzerine en az etkinin Taraklı 48°C işleminde olduğu, bu işlem sıcaklığı için söz konusu değer %12.7 oranında azaldığı görülmüştür. Rutubet ise; kontrole göre Geyve 92°C'de %108.9 ve Taraklı 92°C'de %54.03 artarken; Kuzuluk 92°C'de %4.15 azalmıştır. Taraklı 92°C, Geyve 92°C'den %18.26; kontrole göre % 9.76 daha çok radyal yönde genişleme sağlamıştır. Geyve 69°C, Geyve 92°C'ye göre %52.08; kontrole göre %59.10 daha fazla teğet yönde genişlemeyi sağladığı görülmektedir. Su alma üzerine en fazla etki Kuzuluk 92°C olduğu ve Geyve 48°C'den %36.12, kontrolden %13.9 daha fazla su almayı gerçekleştirdiği sonucuna varılmıştır. Taraklı 69°C, Geyve 92°C'den %59.94 daha çok eğilme direnci sağlarken; kontrolden % 6.67 daha az eğilme direnci vermiştir. Eğilmede elastikiyet modülü, Geyve 23°C kontrole göre %79.23; Kuzuluk 69°C'ye göre ise % 120.4 daha fazla çıkmıştır. Liflere paralel basınç; Kuzuluk 23°C'nin kontrole göre %6.71 daha az, Geyve 92°C'ye göre %104.7 daha çok ölçülmüştür.

Kuzuluk, Taraklı ve Geyve jeotermalleri, sırasıyla, 1232.24 mg/l, 600.96 mg/l ve 449.80 mg/l derişimde ahşap emprenye maddesi potansiyeline sahiptir. Bu kaynaklar, su bazlı ahşap emprenye maddeleri kapsamında önem arz eden 12 adet kimyasal madde veya mineral tuz içermektedir. Toplam jeotermal kimyasalın %54.5'ini oluşturan bu kimyasalların ya da mineral tuzların oranı %0.05–%0.12 arasında değişmektedir. Bu bağlamda Kuzuluk jeotermali ahşap koruyucu madde veya mineral tuz üretimi bakımından diğerlerine göre daha başarılı sonuçlar vermesi beklenebilir. Ahşap emprenye, jeotermal akışkanlarla sağlanması halinde dışa bağımlılık azaltılmış ve büyük tasarruf sağlanmış olacağı için önemlidir.

KAYNAKÇA

- ASTM D570, 2010. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. Erişim Tarihi: 02.07.2015. <https://www.astm.org/Standards/D570.htm>.
- Adıyaman, Ç., 2012. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları. Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 180s, Niğde.
- Akan, B., 2002. Jeotermal Sistemlerde Isı Taşımının Modellenmesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 26(2), 3-16.
- Akıllı, H., Ersöz, M.E 2002. The application and the progress of geothermal energy in Turkey, 11 (67-78).
- Akgül, T., Apay, A., 2016. Krom Oksit (Cr₂O₃) Nano Partikül Emprenye Edilmiş Çam Ahşabın Basınç ve Çekme Dayanımının İncelenmesi. Akademik Platform ISITES 2016, 69-80.
- Akkuş, İ., Alan, H., 2016. Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar Ve Öneriler Raporu. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 89s.
- Akkuş, İ., Aydoğdu, Ö., 2006. Türkiye'nin jeotermal kaynaklarının potansiyeli ve önemi. Jeoloji Mühendisleri Odası, Jeotermal Enerji ve Yasal Düzenlemeler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 48-57.
- Aksoy, N., Jeotermal Enerji Rezervuar Gözlemi. Jeotermal Enerji Semineri, Ankara, 187-233.
- Anonim, 2001. Devlet Planlama Teşkilatı. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Erişim Tarihi: 18.10.2016. <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/zel%20htisas%20Komisyonu%20Raporlar/Attachments/116/oik620.pdf>.
- Anonim, 2005. Maden Tetkik ve arama Genel Müdürlüğü. Sakarya İli Maden Ve Enerji Kaynakları. Erişim Tarihi: 01.10.2016. http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Sakarya_Madenler.pdf.
- Anonim, 2010-a. İlbank. Jeotermal Enerji. Erişim Tarihi: 02.10.2016. <http://www.ilbank.gov.tr/index.php?Sayfa=htmlsayfa&hid=2228>.
- Anonim, 2010-b. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Jeotermal Enerji Araştırmaları. Erişim Tarihi: 05.10.2016. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>.
- Anonim, 2010-c. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. Türkiye'de Jeotermal Enerji, Erişim Tarihi: 04.11.2016. http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/turkiyede_jeo.aspx.
- Anonim, 2011. İstanbul Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü. B.10.4.RSH.105.06.00-(120-140)/4656 Sayılı. İstanbul.
- Anonim, 2015-a. Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (Jenarum). Jeotermal Enerji. Erişim Tarihi: 05.11.2016. <http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/tr/2014-10-28-09-06-30>.

- Anonim, 2015-b. Türkiye Jeotermal Derneği. Türkiye’de Jeotermal Enerji. Erişim Tarihi: 28.10.2016. <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Turkiye-de-Jeotermal>.
- Anonim, 2016-a. Enerji ve Tabii Kaynaklar bakanlığı. Jeotermal. Erişim Tarihi 28.09.2016. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>.
- Anonim, 2016-b. Türkiye İstatistik kurumu. Enerji İstatistikleri, Ankara.
- Arslan, S., Darıcı, M., Karahan, Ç., 2001. Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli. MTA Genel Müdürlüğü, 21-28.
- As, N., Koç, K., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2001. Türkiye’de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 51, Sayı: 1, 71-88.
- Aslan, Z., 1995. Termal Hizmetlerin Oluşturulmasında Termal Suyun Standartlarının Belirlenmesi. Ekoloji Dergisi, Sayı: 14, 40-42.
- Aşçı, T., 2016. Emprenye Maddesi Olarak Kullanılan Borlu Bileşiklerin Performans Özelliklerinin Modifikasyonu. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 167s, Ankara.
- Ateş, G., 2012. Akyazı ’daki Jeotermal Enerjiden Yararlanma Ve Ekonomiklik Etüdü. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 92s, Sakarya.
- Atılğan, A., Peker, H., 2012. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Mobilya ve Yapı Endüstrisinde Kullanılan Odun Türlerinin Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 13(1), 67-78.
- Ayan, T., Pabuçcu, H., 2013. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırım Projelerinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(03), 89-110.
- Aytaşkın, A; 2009. Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemenin Bazı Teknolojik Özellikleri. Karabük Üniversitesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, Yüksek lisans tezi, 115s, Karabük.
- Bardak, S., Yel, H., Bakır, D., Peker, H., 2011. Emprenye Maddelerinin Okaliptüs (Eucalyptus camaldulensis Dehn.) Odununun Fiziksel Özelliklerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12 (19), 26-34.
- Bariska, M., 1975. Collapse Phenomena in Beechwood during and after NH₃-Impregnation. Wood Science and Technology, 9(1975), 293-306.
- Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., Gökteş, O., 2003. Çeşitli Emprenye Maddeleri İle Muamele Edilen Kayın Odunun Yoğunluğu, Eğilme Direnci Ve Elastikiyet Modülü. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(4), 655-672.
- Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., 2004. Borlu Bileşikler Ve Su İtici Maddelerin Cennet Ağacı Odununun Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1-2), 55-65.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İÜ Yayınları No:1745/183, İstanbul.

- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emrenye Tekniği, İstanbul Üniversite Orman Fakültesi Yayınları No: 3779/425, İstanbul.
- Camgöz, B., Saç, M., Bolca, M., Özen, F., Oruç, Ö., Demirel, N., 2010. Termal Suların Radyoaktivite ve Kimyasal İçeriklerinin İncelenmesi; İzmir, Seferihisar Bölgesi Örneği. Ekoloji Dergisi, Cilt: 19, Sayı: 76, 78-87.
- Çağlar, K. O., 1947, Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları, Fasikül 1, MTA Yayınlarından, Seri B, No.11, 96s., Ankara. Çağlar, K, O, 1970, Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları, No: 1, MTA Yayınlarından, 791s, Ankara.
- Dağdaş, A., 2007. Jeotermal Enerjiden Endüstriyel Uygulamalarda Yararlanma. Mühendis ve Makine Dergisi, 48(564), 11-16.
- Data, G., Bahati, G., 2003. The Chemistry of Geothermal Waters From Areas Outside the Active.
- Demirtaş, M., 2015. Jeotermal Akışkan İle Emprenyeli Ahşabın Açık Hava Ortamındaki Dayanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78s, Isparta.
- Dirisu, N.Ş., 1952, İdroloji (İçme Ve Kaplıca Tedavisi), Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınlarından No: 28, Akın Matbaası-Ankara, 594s.
- Dong, Y., Yan, Y., Zhang, S., Li, J., Wang, J., 2015. Flammability And Physical-Mechanical Properties Assessment Of Wood Treated With Furfuryl Alcohol And Nano-SiO₂. Eur. J. Wood Prod. 73(2015), 457-464.
- Dong, Y., Yan, Y., Wang, K., Li, J., Zhang, S., Xia, C., Shi, S., Cai, L., 2016. Improvement Of Water Resistance, Dimensional Stability, And Mechanical Properties Of Poplar Wood By Rosin Impregnation. Eur. J. Wood Prod, 74(2016), 177–184.
- Ergin, Z., 1988. Tuzun üretim Teknolojisi ve İnsan Sağlığındaki Yeri. Madencilik Dergisi, 27(1), 9-30.
- Erkul, H., 2012. Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği. Yönetim Bilimleri Dergisi, 10(09), 1-30.
- Erten., 1983. Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) ve Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Richard) Çeşitli Yöntemlerle Emprenyesi. Ormancılık AraştırmaEnstitüsü Yayınları, No:161.
- Ethemoğlu, A., İşmam, M., Can, M., 2006. Bursa ve Çevresinde Jeotermal Enerjinin Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 1, 55-64.
- Genç, A., 2013. Afyonkarahisar Ömer-Gecek Jeotermal Kaynaklarında Emprenye Maddelerinin ve Bu Kaynaklarla İşlem Görmüş Ahşabın Bazı Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88s, Isparta.
- Gezer, E., Cooper, P., 2016. Effects of Wood Species And Retention Levels On Removal of Copper, Chromium, And Arsenic From CCA-Treated Wood Using Sodium Hypochlorite. Northeast Forestry University and Springer, 27(2), 433-442.

- Greber, E., 1992, Das Geothermal Feld von Kuzuluk/Adapazarı (NW-Türkei) Geologie, Active Tektonik, Hydrogeologie, Hydrochemie, Gaseundisotope. Ph.D. thesis, ETH-Z, Unpubl., 213 pp.
- Günerhan, H., 2015. Jeotermal Enerji Kullanımının Endüstriyel Uygulamaları. 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan, İzmir, 203-210.
- Güneş, S., Güneş, C., 2012. Jeotermal Kaynaklı Arseniğin Yeraltı Suyu ve Yüzeysel sulardaki Jeokimyasal Davranışı: Birlikte Çökelme, Adsorbsiyon, ph-eh. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 14, Sayı: 41, 43-64.
- Haklıdır, F., 2008. Türkiye'deki Jeotermal Alanlar ve Bu Alanlardaki Farklı Güncel Uygulamalara Bakış. Yedinci Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık, İstanbul.
- İlgar, R., 2005. Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Dualist Yaklaşım. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 4(13), 88-98.
- İzmir Jeotermal, 2011. Erişim Tarihi: 29.01.2015, <http://www.izmirjeotermal.com.tr/jeotermal-hakkindajeotermal-hakkinda>.
- Kang, S., Cho, M., Kim, K., Kang, D., Koo, W., Kim, H., Park, J., Lee, S., 2012. Cyproconazole Impregnation Into Wood Using Sub-And Supercritical Carbon Dioxide. Wood Sci Technol 46(2012), 643–656.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı: Uşak Yöresi Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, Isparta.
- Karaman, S., Kurunç, A., 2004. Seraların Jeotermal Enerji ile Isıtılmasında Ortaya Çıkabilecek Çevresel Etkiler. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 80-85.
- Kaya, O., 2011. Ahşap Emprenyesinde Bor Bileşiklerinin Kullanımının Ahşabın Yanmasına Etkisi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 100s, Ankara.
- Kaymakçıoğlu, F., Çirkin, T., 2005. Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi Ve Elektrik Üretimi. 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21 Ekim, Mersin, 1-5.
- Kılıç, F., Kılıç, M., 2013. Jeotermal Enerji ve Türkiye. Mühendis ve Makina Dergisi, 54(639), 45-56.
- Koçak, A., 2005. Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli. MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı, Ankara, 217-233.
- Kortelainen, S., Antikainen, T., Viitaniemi, P., 2006. The water absorption of sapwood and heart wood of Scots pine and Norwayspruce heat-treated at 170 °C, 190 °C, 210 °C and 230 °C. Springer-Verlag, 64, 192-197.
- Küçükyavuz, O. , 1995. Ahşap Kaplama Üretim Tesisi Proje Profili. Proje s.4 Yıl 1995 Ankara.

- Külekçi, Ö., 2010. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 83-91.
- LiShi, J., Kocaefe, D., Zhang, J., Mechanicalbehaviour of Québec wood species heat-treated using ThermoWood process. Springer-Verlag, 65, 255-259.
- Lund, J. W., Culver, G., Lienau, J., 1978. Ground water Characteristics and Corrosion Problems Associated with the Use of Geothermal Water in Klamath Falls, Oregon, Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology, Klamath Falls, OR.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Enerji Dairesi, 2012. Jeotermal Kaynaklarımız ve Marmara Bölgesinin Jeotermal Enerji Potansiyeli, 1-9.
- Mahon, T., Harvey, C., Crosby, D., 2000. The Chemistry of Geothermal Fluids in Indonesia and Their Relationship to Water and Vapour Dominated Systems, Proceeding World Geothermal Congress, Kyushu– Tohoku, Japan, May 28–Jun 10, p.1389–394.
- Mutlu, M.A., 2004. Jeotermal Enerji ve Türkiye’deki Durumu, Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Potansiyeli ve Enerji Politikaları Konferans Notları (www.turkocagi.org.tr/toa/grup-enerji), Erişim: 21 Ocak 2007.
- Ocakoğlu, F., 2013. Genel Jeoloji 1 Ders Notları. Osman Gazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir.
- Öktem, E., 1987. Kızılçam El Kitabı. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi (52), Ankara.
- Öven, A., 2015. Jeotermal Enerji Santrallerinde Akışkan Viskozite Hesaplamaları ve Elektrokimyasal Korozyon Önlemleri. Mühendis ve Makine Dergisi, 56(668), 21-28.
- Özalp, M., Ordu, M., 2010. Kereste Kurutmada Kullanılan Enerji Kaynağının Maliyete Etkileri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, S:22, 99-108.
- Özçiftçi, A., Batan, F., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi. Politeknik Dergisi, 12(4), 287-292.
- Özdemir, A., 2008. Türkiye Jeotermal Sularının Jeokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Sondaj ve Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, 7, 52-67.
- Özdemir, A., 2009. Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli, Şehir Sağlığı Dergisi, 15(3): 34-37.
- Peker, H., Tan, H., Ay, N., 2005. Çeşitli Borlu Bileşiklerin Cennet Ağacı Odununun (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) Boyutsal Stabilizasyonu Üzerine Etkileri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(4), 665-673.
- Peker, H., Sivrikaya, H., Baysal, E., Yalınkılıç, M., 1999. Ağaç Malzemede Yanmayı Geciktirici Ve Su İtici Kimyasal Maddelerin Eğilme Direncine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(5), 975-982.
- Selik, M., 1967. Memleketimizde Az Tanınan Bir Odun Emprenye Maddesi, Bolidensalz K 33 Ve Bununla Odunun Emprenyesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(2), 178-184.

- Seyhan, İ., 1971. Türkiye Maden Rezervlerinin Oluşumu. MTA Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu III. Bilimsel Kongresi, Ankara, 51-57.
- Sipahi, A., 2013. Sakarya İli Akyazı İlçesi Kuzuluk Mevkiinin Düşey Elektrik Sondajı Verileri İle Jeotermal Potansiyelinin Araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Sivas.
- Söğütlü, C., Döngel, N., 2009. Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi. Politeknik Dergisi, 12(3), 179-184.
- Sreeja, A., Edwin, L., 2013. Physical Barriers: An Alternative To Prevent Negative Impacts Of Chemically Treated Wood. Indian Academy of Wood Science, 10(2), 140-146.
- Şamilgil, 1986. Jeotermal Uygulamalarda Çevre Sorunları. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, 5(1-2), 91-106.
- Şanlı, İ., 1989. Ahşap ve Arkeoloji. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 130-141.
- Taghiyari, H., Rassam, G., Ahmadi-DavazdahEmam, K., 2015. Effects Of Densification On Untreated And Nano-Aluminum-Oxide İmpregnated Poplar Wood. Northeast Forestry University and Springer, 1-8.
- Tan, H., Peker, H., 2015. Barit (BaSO₄) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilebilme Özelliği ve Yoğunluk Üzerine Etkisi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27(1), 29-33.
- Tan, H., Peker, H., 2014. Barit (BaSO₄) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilebilme Özelliği ve Basınç Direnci Üzerine Etkisi. Politeknik Dergisi, 18(1), 15-19.
- Tarcan, G., 2003. Jeotermal Su Kimyası, Jeotermalde Yerbilimsel Uygulamalar, Yaz Okulu Ders Kitabı– Jenarum, DEÜ Mühendislik Fakültesi, İzmir, Yayın No: 306, s.198–245.
- Tarcan, G., 2005. Mineral Saturation and Scaling Tendencies of Waters Discharged from Wells (>150°C) in Geothermal Areas of Turkey, J. of Volcanology and Geothermal Research, 142: 263-283. TS 2478,1976. Odunun statik eğilmede elastikiyet modülü tayini. TSE, Ankara.
- Taşdelen, S., 2012. Jeolojik Zaman Çizelgesi. SDUGEO e-Dergisi, Yıl: 3, Sayı: 2, Isparta, 26-35.
- Temiz, A., Yıldız, Ü., Gezer, E., Yılmaz, S., Dizman, E., 2004. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2), 18-23.
- Tomak, E., 2014. Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Korunması ve Performansının Belirlenmesi. Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Seminer Günleri, 17.04.2014, Bursa.
- TS 2471,1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. TSE, Ankara.
- TS 2472,1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. TSE, Ankara.
- TS 2474,1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. TSE, Ankara.

- TS 2478 1976. Odunun statik eğilmede elastikiyet modülü tayini. TSE, Ankara.
- TS 2595,1977. Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımının tayini. TSE, Ankara.
- TS 343, 2012. Ahşap koruma. – Terimler ve Tarifler, TSE, Ankara.
- TS 4176,1984. Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen mescerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması. TSE, Ankara.
- TS 4084, 1983. Odunda .radyal ve Teğet Yönde Şişme Tayini. TSE, Ankara.
- TS 5563 EN 113 1996. Odunun fiziksel ve mekaniksel deneyler için ağırlık kaybı tayini TSE, Ankara.
- TS EN 47 2011. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için su absorpsiyonu ve net kuru madde retensiyon tayini TSE, Ankara.
- Uluata,1988. Ağaç Malzemenin Mekanik Özelliklerine Etki Eden Faktörler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültür teknik Bölümü, Erzurum, 113-124.
- Üna.Lan, Gêner., 2003. Türkiye Enerji Kaynaklarının Genel Değerlendirmesi. Jeoioji Mühendisliği Dergisi, 27(1), 17-44.
- Ünsal, Ö., 2004. Duglas Göknaından Elde Edilmiş Soyma Kaplama Levhalarında, Tomruk Halde İken Depolamanın, Pişirmenin Ve Soyma Sıcaklığının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 124-134.
- Var, A., 2009. Jeotermal Akışkanlarda Potansiyel Emprenye Maddelerinin Miktarı Ve Bunların Ahşap Emprenye İşlemine Uygunluğu. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 184-197.
- Var, A., Bilgin, A., 2007. Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Kullanım Maksatları ve Orman Endüstrisi: Kereste Kurutma Örneği 15. Mühendislik mimarlık sempozyumu. 2007.
- Var, A., Karademir, E., 2011. Türkiye'de Orman Ürünleri Endüstrisi İçin Yeni Bir Yaklaşım: Jeotermal Enerji Uygulamaları. Birinci Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş.
- Var, A., Yalcin, M., Sen, S., Tascioğlu, C., 2012. Antifungal Activity of Geothermal Fluids from Different Regions of Turkey, BioResources, 7(3),4226-4236.
- Var, A., Yıldız, Ü., Kalaycıoğlu, H., 2002. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 19-38.
- Var, A., Genç, A., Kardeş, İ., 2014. Afyonkarahisar-Ömer-Gecek-Gazlıgöl Jeotermal Suları İle Emprenyeli Karaçam (P. Nigra Arnold.) Ve Kızılcam (P. Brutia Ten.) Diri Odunlarında Bazı Özelliklerin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15, 114-122.
- Var, A., Genç, A., Kardeş, İ., 2014. Kütahya-Simav Yöresi Jeotermal Sularının Emprenye Maddesi Potansiyeli İle Ahşaptaki Absorpsiyon, Retensiyon Ve Yoğunluk Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Türkiye Ormancılık Dergisi, 15(1), 42-49.

- Var, A., Göncü, D., Karsantöz, F., 2013. İzmir-Doğanbey Jeotermal Suları İle Emprenye Edilmiş Kızılcım (Pinus Brutia Ten.) Odununda Absorbsiyon, Retensiyon Ve Genişlemenin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(2), 127-133.
- Wen, M., Kang, C., Park, H., 2014. Impregnation And Mechanical Properties Of Three Softwoods Treated With A New Fire Retardant Chemical. The Japan Wood Research Society, 60(2014), 367-375.
- Yalçın, T., Suner, F., Bozkurtoğlu, E., 2002. Effect of Long-Term Production on pH and CO₂ Content of the Kuzuluk Geothermal Waters. Progress in Mining and Oilfield Chemistry. Erişim Tarihi: 06.11.2016. <https://www.researchgate.net/publication/283052967>.
- Yalınkılıç, K., Baysal, E., Demirci, Z., Peker, H., 1996. Sarıçam, Kayın, Ladin Ve Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(2), 147-156.
- Yenal, O., Kanan, E., Bilecen, L., Öz, G., Öz, Ü., Göksel A., Alkan, H., Kutluat S., Yassa, K., 1975, Türkiye Maden Suları, Marmara Bölgesi. İ.Ü. Tıp Fak. Hidro- Klimatoloji Kürsüsü, 212s, İstanbul.
- Yeşin, O., 2003. Türkiye’de Jeotermal Enerji Uygulamaları, 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 3-5 Eylül 2003, Isparta, s.xxi-xxxiii.
- Zengin, B., Eker, N., 2016. Sakarya İli Termal Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, S:13, 165-181.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abdulkadir SOYGÜDER
Doğum Yeri ve Yılı : Van, 1986
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yl1230132002@stud.sdu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : İstanbul Bağcılar Barbaros Lisesi, 2003
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği
Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği

Mesleki Deneyim

Gümrük ve Ticaret Bakanlığı 2013-..... (halen)