

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

**JEOTERMAL AKIŞKAN İLE EMPRENYELİ AHŞABIN AÇIK
HAVA ORTAMINDAKİ DAYANIMI**

Mehmet DEMİRTAŞ

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2015**

© 2015 [Mehmet DEMİRTAŞ]

TEZ ONAYI

Mehmet DEMİRTAŞ tarafından hazırlanan "**Jeotermal Akışkan İle Emprenyeli Ahşabın Açık Hava Ortamındaki Dayanımı**" 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. Halil Turgut ŞAHİN**

Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi **Doç. Dr. Birol ÜNER**

Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü **Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER**

TAAHHÜTNAME

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

Mehmet DEMİRTAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Genel Bilgiler.....	2
1.1.1.Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.)	2
1.1.2. Karaçam (<i>Pinus nigra</i> Arnold.).....	3
1.1.3.Ahşabın emprenyesi (Kimyasal koruma)	4
1.1.3.1. Emrenye maddeleri	4
1.1.3.2. Emprenye Metotları.....	5
1.1.4.Jeotermal Kaynaklar	7
1.1.4.1.Dünya’da jeotermal kaynaklar.....	8
1.1.4.2.Türkiye’de jeotermal kaynaklar.....	9
1.1.4.3.Uşak’ta jeotermal kaynaklar.....	11
1.1.3.4. Jeotermal kaynakların kullanım alanları... ..	12
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1.Materyal.....	24
3.1.1.Odun numuneleri	24
3.1.2.Jeotermal sular	25
3.2.Yöntem	27
3.2.1.Emprenye işlemi.....	27
3.2.2.Açık havada bırakma işlemi.....	29
3.2.3.Deneyler ve tayinler.....	30
3.2.3.1. Jeotermal kaynaklarında emrenye maddelerin tayini	30
3.2.3.2. Jeotermal su absorpsiyonu tayini.....	31
3.2.3.3. Jeotermal net kurumadde retensiyon tayini.....	31

3.2.3.4 Ağırlık kaybı tayini	31
3.2.3.5. Rutubet miktarı tayini.....	32
3.2.3.6. Yoğunluk miktarı tayini	32
3.2.3.7. Eğilme direnci tayini	33
3.2.3.8. Eğilmede elastikiyet modülü tayini.....	33
3.2.3.9. Liflere paralel basınç direnci tayini	34
3.2.4.İstatistiksel analiz	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Jeotermal Kaynaklarda Potansiyel Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	35
4.2. Jeotermal Su Absorpsiyonuna İlişkin Bulgular Ve Tartışma	37
4.3. Jeotermal Net Kuru Madde Retensiyonu İlişkin Bulgular Ve Tartışma	39
4.4. Ağırlık Kaybına İlişkin Bulgular Ve Tartışma	42
4.5. Rutubet Miktarına İlişkin Bulgular Ve Tartışma.....	45
4.6. Yoğunluk Miktarına İlişkin Bulgular Ve Tartışma.....	47
4.7. Eğilme Direncine İlişkin Bulgular Ve Tartışma	50
4.8. Eğilmede Elastikiyet Modülüne İlişkin Bulgular Ve Tartışma.....	52
4.9. Liflere Paralel Basınç Direncine İlişkin Bulgular Ve Tartışma.....	55

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

JEOTERMAL AKIŞKAN İLE EMPRENYELİ AHŞABIN AÇIK HAVA ORTAMINDAKİ DAYANIMI

Mehmet DEMİRTAŞ

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

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR

Çalışmamız Uşak ili Banaz ilçesi Hamam boğazı jeotermal kaynakların emprenye maddeleri açısından incelenmesi ve bu kaynaklar ile emprenye edilmiş karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarının bazı özellikleri üzerine açık hava şartlarının etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Deneyde emprenye maddesi olarak Uşak Hamam boğazı jeotermal sahasında bulunan kaynaklar kullanılmıştır. Ağaç malzeme olarak kızılçam ve karaçam ağaç türleri kullanılmıştır. Hazırlanan örnekler jeotermal kaynaktan sıcak soğuk daldırma metodu uygulanarak emprenye edilmiştir. Emprenye işlemi sonunda örnekler açık havada bekletilmiştir. Örnekler üzerinde absorpsiyon, net kuru madde retensiyonu, yoğunluk, rutubet, eğilme direnci eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci testleri yapılmıştır. Testlerin sonuçları istatistiksel anlamda değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak jeotermal kaynakları açık hava koşullarında, kızılçam ve karaçam diri odunlarından hazırlanan örneklerinin, yoğunluk, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünü iyileştirdiği, rutubet, ağırlık kaybı ve liflere paralel basınç direnci ise kötüleştirdiği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Ağaç malzeme, Uşak, Banaz, Emprenye, Jeotermal

2015, 64 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

PERFORMANCE IN OUTDOOR ENVIRONMENT OF WOOD MATERIALS IMPREGNATED WITH GEOTHERMAL FLUIDS

Mehmet DEMİRTAŞ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Physics**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet Ali VAR

Our study Uşak Banaz district Bath throat Investigation of impregnation of geothermal resources and larch these resources are impregnated with pine (*Pinus nigra* Arnold.) And pine (*Pinus brutia* Ten.) Was aimed to investigate the effects of outdoor conditions on some of the properties of wood. As a preservative in the experiment

Usak Bath throat geothermal resources are used in the field. Red pine trees and larch tree species are used as materials. Prepared samples were impregnated by applying hot and cold immersion method in geothermal resources. Impregnation the test sample was stored outdoors. Examples of absorption on net solids retention, density, moisture, modulus of elasticity in bending strengths and compressive strength tests were conducted in parallel to the fibers of the test results were evaluated statistically

As a result, the geothermal resources of outdoor conditions, pine and larch samples prepared from the sapwood density, bending strength and to improve the flexural modulus of elasticity, moisture, weight loss and fiber to say that worsen the compression strength parallel.

Keywords: Wood material, Uşak, Banaz, impregnation, Geothermal

2015, 64 pages

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seğimi ve y¼r¼t¼lmesi sırasında fikir ve katkılarından yararlandığım danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR' a, ęalıřmamın, ¼rneklerinin kesiminde yardımcı olan Oskar Mobilya A.Ő. Őaban KARA beye ve ęalıřanlarına, ¼rneklerin istatistiksel değerlerin ulaşılmasında yardımcı olan UŞAK nv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak¼ltesi işletme b¼l¼m¼nden Doç. Dr. Nezih TAYYAR bey'e ęalıřmamda bana ışık tutan Erkan KARADEMİR e, Hamam boğazı jeotermal kaynağının kullanılması konusunda yardımlarını esirgemeyen UŞak İl zel İdaresi ęalıřanlarına bilhassa Mehmet İLHAN bey'e deney ¼rneklerinin fiziki ¼lę¼mlerinde yardımlarını esirgemeyen Yunus BİNGL ve Ramazan ÇEVİK beylere.

Ayrıca bu tezin hazırlanmasında 3123-YL-12 numaralı projeme destek veren S¼leyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne de teŐekk¼r¼ bir borę bilirim.

Her zaman yanımda olan ve maddi ve manevi desteklerini hep yanımda grd¼ğ¼m sevgili aileme, eşim zlem Hanım'a, oğlum Burak Eymen'e ve kızım Elif Yaren'e sonsuz teŐekk¼r¼ ederim.

Mehmet DEMİRTAŞ

ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Entegre jeotermal değerlendirme gösterimi.....	9
Şekil 1.2. Türkiye’de jeotermal enerjinin kullanım alanlarına göre dağılımı.....	11
Şekil 1.3. Jeotermal in kâğıt üretiminde kullanımının şematik gösterimi.....	14
Şekil 1.4. Jeotermal kereste kurutmada fırın içinde ve ısı eşanjörlerinin konumu..	15
Şekil 1.5. Jeotermal kaynaktan faydalanarak kaplama üretim şeması.....	17
Şekil 3.1. Tomrukların kesilerek öz odun ve diri odun kısmına ayrılması.....	24
Şekil 3.2. Örneklerin hazırlanması ve kurutulması.....	25
Şekil 3.3. Örneklerin hazırlanması ve tam kuru hale getirilerek saklanması.....	25
Şekil 3.4. Hamam boğazı jeotermal alanı uydu görüntüsü.....	26
Şekil 3.5. Hamam boğazı jeotermal kaynağı.....	27
Şekil 3.6. Daldırma düzeneği.....	27
Şekil 3.7. Jeotermal kaynaklarda sıcak soğuk daldırma işlemi.....	28
Şekil 3.8. Örnekleri fiziki ölçümlerinin yapıp tam kuru hale getirilmesi.....	28
Şekil 3.9. Açık havada bırakılan deney örnekleri.....	29
Şekil 3.10. Örneklerin açık hava ortamında bırakılma süreci	29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımı.....	10
Çizelge 1.2. Uşak ilinde bulunan Jeotermal kaynaklar	11
Çizelge 1.3. Jeotermal akışkanlarının sıcaklığa göre kullanım alanları.....	13
Çizelge 3.1. Hamamboğazı jeotermal kuyuları koordinat, derinlik ve sıcaklık değerler.....	26
Çizelge 4.1. Uşak Hamamboğazı jeotermal kaynakları kimyasal analiz değerler.....	35
Çizelge 4.2. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	37
Çizelge 4.3. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.4. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin duncan testine sonuçları.....	39
Çizelge 4.5. Jeotermal netkuru madde retensiyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	40
Çizelge 4.6. Jeotermal net kuru madde retensiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.7. Jeotermal net kuru madde retensiyonuna ilişkin duncan test sonuçları.....	42
Çizelge 4.8. Ağırlık kaybına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	43
Çizelge 4.9. Ağırlık kaybına ilişkin varyans analizi bulgular.....	44
Çizelge 4.10. Ağırlık kaybına ilişkin duncan test bulguları.....	45
Çizelge 4.11. Rutubet miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	46
Çizelge 4.12. Rutubet miktarına ilişkin varyans analizi bulgular.....	47
Çizelge 4.13. Rutubet miktarına ilişkin duncan test bulgular	48
Çizelge 4.14. Yoğunluk miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	49
Çizelge 4.15. Yoğunluk miktarın ailişkin varyans analizi ilişkin bulgular.....	50
Çizelge 4.16. Yoğunluk miktarına ilişkin duncan test bulgular.....	51
Çizelge 4.17. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	52
Çizelge 4.18. Eğilme direncine ilişkin varyans analizi ilişkin bulgular.....	53
Çizelge 4.19. Eğilme direncine ilişkin duncan testi bulgular.....	54
Çizelge 4.20. Elastikiyet modülününe ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	55
Çizelge 4.21. Elastikiyet modülününe ilişkin varyans analizi ilişkin bulgular.....	56
Çizelge 4.22. Elastikiyet modülününe ilişkin duncan testi sonuçları.....	57

Çizelge 4.23. Liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	58
Çizelge 4.24. Liflere paralel basınç direncine varyans analizi bulgular.....	59
Çizelge 4.25. Liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan testi bulguları.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ÇK :	Karaçam
ÇZ :	Kızılçam
HB1 :	Hamam boğazı birinci kuyu
HB2 :	Hamam boğazı ikinci kuyu
HB3:	Hamam boğazı üçüncü kuyu
JSA :	Jeotermal su absorpsiyonu
K :	Kontrol
pH :	Asidite değeri
P_{max} :	Kırılma yükü
W :	Rutubet
A_{esy} :	Emprenyeden hemen sonraki yaş ağırlık
$A_{eö12}$:	Hava kurusu ağırlık
$V_{eö12}$:	Emprenye öncesi hava kurusu hacim
JNR :	Jeotermal net kuru madde retensiyonu
A_{es} :	Emprenye sonrası tam kuru ağırlık
$A_{eö}$:	Emprenye öncesi tam kuru ağırlık
A_K :	Ağırlık kaybı
R :	Rutubet miktarı
A_{12} :	Hava kurusu ağırlık
A_0 :	Tam kuru ağırlık
Y_{12} :	Hava kurusu yoğunluk
V_{12} :	Hacim
ED :	Eğilme direnci
L :	Dayanak noktalarının merkezleri arasındaki uzaklık
EM :	Eğilmede elastikiyet modülü
P :	Uygulanan kuvvet
F :	Net eğilme alanındaki sehim
LPB:	Liflere paralel basınç direnci

1. GİRİŞ

Ahşap, yoğun olarak yapısal amaçlı olarak değerlendirilmektedir. Ancak organik bir malzeme olan ahşap, biyotik ve abiyotik odun zararlıları tarafından tahrip edilmektedir. Bunun sonucu, yapısında meydana gelen bozunmalara ve kayıplara bağlı olarak performansı azalmakta ve kendisinden rasyonel bir fayda elde edilememektedir. Böylesi doğal bir malzemedен rasyonel fayda sağlayabilmek için, bunların faydalı özelliklerini koruyan ve artıran, sakıncalı özelliklerini ise azaltan ve iyileştiren işlem veya işlemlere tabi tutulması gerekmektedir (Bozkurt vd, 1993). Bu anlamda, yeni bir yaklaşımla, klasik emprenye maddelerine ilaveten, jeotermal akışkanlar da uygun bir potansiyel ahşap emprenye işlemi akışkanı pozisyonunda bulunmaktadır (Var, 2009).

Ülkemizde Jeotermal akışkanların ahşap koruma endüstrisinde değerlendirilmesi önemli bir katma değer oluşturacak ve önemli ölçüde sosyo-ekonomik faydalar sağlayacaktır. Zira jeotermal akışkanlar, bünyesinde, büyük oranda suda çözünen ahşap emprenye maddeleri sınıfına giren, biyotik odun zararlılarına karşı zehirli olabilecek nitelikte ve derişimde, birincil ve ikincil olarak en fazla çözünmüş çok farklı kimyasal ve mineral maddeleri barındırmaktadır. Diğer yandan, insan ve çevre sağlığını tehdit eden kimyasalların kullanımında kısıtlamaların giderek arttığı günümüzde, ahşap koruma endüstrisi için diğerlerine göre daha ekonomik ve pratik, çevre dostu doğal bir kaynağın emprenye akışkanı olarak kullanımı, ülkemizde emprenye maddesi ithal yükünün ve dış bağımlılığın azaltılması bakımından önemlidir (Var, 2009).

Ülkemiz, jeotermal bakımından dünyada önemli bir konumda bulunmasına rağmen, bu kaynakların büyük bir kısmı kullanılmadığı için, önemli miktarlarda kayıplar olmaktadır. Bu doğal kaynak, ahşap koruma gibi, uygun endüstriyel alanlarda değerlendirilirse, büyük ölçüde tasarruf sağlanabilecek ve dış bağımlılık azalabilecektir (Var, 2009).

Jeotermal akışkanlar, düşük viskoziteli bir akışkan olup, yüksek oranlarda çözünmüş kimyasal ve mineral maddeler içermektedir (Anonim, 2010 a). Yüzeye çıktıkları zaman, içerdikleri bu maddeler sıcaklık azalması ve basınç düşmesine bağlı olarak

yüzeyde tutunmakta ve ortamda kalıcı bir tabaka oluşturmaktadır (Arslan vd. , 2001; Ilgar, 2005; Akkuş ve Aydoğdu, 2006; Özdemir, 2009). Ancak bu akışknların, ahşabın performansını etkileyip etkilemedikleri bilinmemektedir (Var ve Bilgin, 2007; Var, 2009). Bu durumun açıklanması çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)

Çalışmada kullanılan ağaç malzeme hakkında bilgi verecek olursak, kızılçam 25 m kadar boy, 60 cm kadar çap alabilen önemli bir orman ağacıdır. Önceleri piramit görünümlü iken yaşlandıkça geniş tepelidir. Dalları gövdeye dik açıyla birleşmiş, düz, uçlarında çok kez kısa sürgünler bulunur. Kabuğu düzgün, boz renkte iken yaşlılarda derince yarılr, esmer kırmızımsı renkte, kalın kabuk durumunda görülür (Anonim, 2010 a).

Kullanım yerleri çoğunlukla direk yapımı, travers yapımı, kaplama üretimi, ambalaj malzemesi üretimi, yapı malzemesi üretimi, mobilya imalatı, gemi-tekne yapımı, lif levha üretimi, yonga levha üretimi, selüloz üretimi, kağıt imalatı ve reçine üretimidir (Anonim, 2010 a).

Ülkemiz ormanları içerisinde iğne yapraklı ağaç türlerinin % 38,5'i çamlardan oluşmakta ve özellikle kızılçam toplam orman alanlarının % 15,4'ünü kapsayan önemli bir iğne yapraklı tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni sürgünler kırmızı renktedir. Daha çok kızılçam adını da buradan almaktadır. İğne yapraklar 10 - 15 cm uzunlukta, yumuşak açık yeşil renkte (karaçama göre açık, halep çamına göre koyu yeşil renkte), kenarları ince dişli, kısa sürgünler, yukarıda belirtildiği gibi, dalların ucunda toplanmıştır ve adeta fırça biçiminde görülür. Alan olarak en fazla yayılışını Antalya (378010 hak.) da yapmaktadır. Ege ve Akdeniz Bölgesinde yetişir. Diri odun geniş ve kırmızımsı beyaz renkte, öz odunu ise kırmızımsı morumsu kahve renktedir. Yıllık halka sınırları belirgin, kaba dalgalı, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş genellikle hızlı. Yapısında reçine kanalları bulunmaktadır (Anonim, 2010 a).

Kızılçam reçine üretiminin yanı sıra, odunu çok değişik alanlarda kullanılabilen bir türdür. Tel direği, maden direği, yapı malzemesi, yat ve tekne yapımı, ambalaj sandığı, çit direği, alet ve sandıklarda, kağıt ve selüloz sanayinde değerlendirile bilmektedir (Anonim, 2010 a).

1.1.2. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)

Çalışmada kullanılan ağaç malzeme hakkında bilgi verecek olursak, karaçam için ilk bilimsel tanımlamayı 1785 yılında Avustralyalı botanikçi Arnold yapmıştır. Arnold bu ağaca *Pinus nigra* adını vermiştir. Karaçamın pek çok farklı isimle tanımlanmasının ve sistematığının devamlı değişmesinin nedeni varyetesinin fazlalığıyla açıklanmıştır.

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde görülür ağırlık Karadeniz'in iç bölgeleri, Batı ve Güney Anadolu bölgelerinde yetişir. Coğrafi olarak en geniş yayılışa sahip çam türü olan karaçam ülkemizde 400-2100 m yükseltilerde yer alır yaşlı gövdesi derin çatlaklı, kalın ve boz renkli kabukları vardır diri odun geniş (yarıçapın yarısı kadar), sarımsı ve kırmızımsı beyaz, Özodun ise kırmızımsı kahve renklidir. Yıllık halka sınırları belirgin, düzenli daire şeklinde ve yaz odunu morumsu koyu kahve renklidir. Enine kesit mat, teğet kesitte yaz odunu şeritleri sarıçama nazaran daha koyu renktir 40 m kadar boy, 1 m' den çok çap yapabilen silindir biçiminde düzgün gövdeye sahiptir. Tepe yapısı yüksek mıntikalarda ve sık meşcerelerde dar ve küçüktür büyümesi çabuktur. Toprak istekleri bakımından çok kanaat kârdır derin topraklarda kazık kök, sığ ve sert topraklarda kalp kök sistemini oluşturur. Nemli derin ağır balçıkla, kumlu-balçık ve balçıklı-kum topraklarında iyi yetişir deniz kenarına yakın saf kum topraklarında yetişebildiği gibi denizden esen kuvvetli rüzgârlara karşı koyabilir dona karşı dayanıklıdır (Anonim, 2010).

Karaçamın odunları sert, dayanıklı, reçineli ve iyi kalitelidir. Çivi ve vida tutma direnci iyi, işlenmesi kolay olduğundan yapı malzemesi olarak kullanılır. Kullanım yerleri çoğunlukla direk yapımı, travers yapımı, kaplama üretimi, ambalaj malzemesi üretimi, yapı malzemesi üretimi, mobilya imalatı, gemi-tekne yapımı, lif levha üretimi, yonga levha üretimi, selüloz üretimi, kâğıt imalatı ve reçine üretimidir (Anonim, 2010 a).

1.1.3. Ahşabın emprenyesi (Kimyasal koruma)

1.1.3.1. Emprenye maddeleri

Emprenye endüstrisinde kullanılan koruyucu kimyasal maddeler farklı bir endüstri dalı olarak genişlemiştir. Etki şekilleri, etkili oldukları alanlar ve ekonomik yönden olmak üzere çeşitli sınıflara ayrılmaktadırlar. Günümüzde emprenye maddelerinin çeşitliliği ile birlikte sahip oldukları zehirlilik dereceleri de üretim ve kullanımlarını kısıtlamaktadır. Son yıllarda gelişen çevresi görüşler bu konuda da etkili olarak bir takım kimyasal koruyucuların bazı alanlarda kullanımları kısıtlanmakta hatta yasaklanmaktadır (Merdan, 2011).

➤ Yağlı ve yağ karakterinde emprenye maddeleri

- Kreozot
- Karbolineum
- Maden kömürü katranı
- Odun katranı ve katran yağı
- Petrol ürünleri

➤ Organik solventemprenye maddeleri

- Tribütil-tin oksit
- Naftenatlar
- Bakır 8 –kinolinolat
- Organik civa birleşikleri
- Klorlu hidrokarbonatlar
- Pentaklorfenol (PCP)
- Sentetik piretroid'ler

➤ Suda çözünen emprenye maddeleri

- CCA (Bakır/krom/Arsenik) tipi emprenye
- ACC (Asit Bakır Kromat) tipi emprenye
- ACA (Amonyak Bakır Arsenik) tipi emprenye
- ACZA (Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik) tipi emprenye
- CCB (Bakır Krom Krom Bor) tipi emprenye
- CZC (Kromlu Çinko Klorür) tipi emprenye
- FCAP (FluorKrom Arsenik Fenol) tipi emprenye
- Bor bileşikleri
- PAS (Pentaklor fenol Amonyak Solven) tipi emprenye

1.1.3.2. Emprenye metotları

Ağaç malzemenin dayanmasını arttırmak amacı ile bugüne kadar çok sayıda koruma metotları bulunmuştur. Başlangıçta ağaç malzemeye çeşitli emprenye maddeleri basit yöntemle uygulanırken, zamanla ağaç malzemeyi herhangi bir zarara uğratmadan emprenye maddelerinin daha derin ve yeknesak bir şekilde nüfuzunu sağlayan ve aynı zamanda daha az emprenye maddesi tüketen basınç uygulayan metotlar bulunmuştur (Aytaşkın, 2009).

a) Basınç uygulamayan emprenye metotları

Bu gruba, fırça ile sürme, püskürtme, sulama, daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak-soğuk emprenye metotları girmektedir. Ağaç malzeme basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde kullanılan bu metotlarda emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği genellikle az olmaktadır (Bozkurt vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

1) Besi suyunu çıkarma metodu

Bu metot 1838 yılında Fransız Dr. Auguste Boucherie 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) 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 yüzeylelerden içeriye doğru yavaş yavaş yayılmaktadır. Bu metoda göre ağaç malzeme yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batırılmakta veya bulamaç halindeki madde yüzeylelere sürülmektedir (Bozkurt vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

3) 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 konsantre 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 vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

4) Kısa süreli daldırma metodu

Daldırma metodu, ağaç malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde batırma işlemidir. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir nüfuz derinliği sağlanabilmektedir. Çünkü bütün yüzeyleler, emprenye maddesini kolay bir şekilde absorbe etmektedir. Daldırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine göre kısa ve uzun süreli olarak ayarlanabilmektedir. Kısa süreli daldırma doğrama kerestesinin emprenyesinde ideal bir metottur. Son yıllarda fazlaca kullanılmaktadır. Bu metotta ağaç malzeme paletler üzerine yerleştirilmekte ve kazan içerisine birkaç saniye ile birkaç dakika arasında batırılmaktadır. Daldırma süresi; ağaç türü,

emprenye maddesinin ve çözücü maddenin cinsi ve ağaç malzemenin geometrik sekline göre ayarlanmaktadır (Bozkurt vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

b) Basınç uygulayan emprenye metotları

Basınç uygulayan metotlar, ağaç malzemenin emprenyesinde en etkili metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve belli bir basınç yâda vakum altında emprenye maddesi, odun hücrelerinin içerisine sevk edilmektedir. Bu uygulama şekli ile emprenye maddesinin malzemede daha yeknesak dağılması, daha derine nüfuz etmesi daha fazla miktarda absorbe edilmesi sağlanabilir. Basınç uygulayan metotlar içinde iki metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar boş hücre ve dolu hücre metotlarıdır. Tesisin en önemli kısmı emprenye kazanı olup, yatık, çoğunlukla silindir, bazen dikdörtgen prizma şeklindedir. Yüksek basınçlara dayanıklı çelik malzemedir yapılmıştır. Kazanın büyüklüğüne, emprenye edilecek malzemenin ölçülerine ve kullanılan doldurma sistemine bağlı olarak kazan kapıları önde ya da her iki tarafta olabilir (Bozkurt vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

Basınç uygulayan metotlar ağaç malzemenin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi yaklaşık 10 kg/cm²'lik bir basınçla 1-6 saat süre odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. Basınç uygulayan metotlar içerisinde iki genel metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar dolu ve boş hücre metotlarıdır (Bozkurt vd., 1993; Aytaşkın, 2009).

1.1.4. Jeotermal kaynaklar

Jeotermal akışkanlar çevre dostu ve yenilenebilir bir doğal kaynak olup, günümüzde çeşitli ülkelerde ve ülkemizde çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Sıcak su ve buhar halinde sunulan bu jeotermal akışkanlar yüksek oranlarda çözünmüş kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklık derecelerinden başlayarak değişen sıcaklıklarda farklı alanlarda da değerlendirilebilmektedir.

Son çeyrek asırda jeotermal kaynakların doğrudan kullanımı sanayiden tarıma, hayvancılığa ve tıbbi tedaviye kadar önemli ölçüde genişlemiştir. Hâlbuki ülkemiz, jeotermal kaynaklar yönünden dünyada ilk altı ülke arasında yer almasına rağmen, bu kaynaklarımızın, özellikle ısıtma ve sağlık amaçları dışında, büyük bir kısmı henüz endüstride kullanılamamaktadır. Bu yolla önemli miktarda hammadde, enerji, zaman, emek kaybedilmiş olmakta ve dış bağımlılık artmaktadır (Var, 2009).

Ülkemizin jeotermal enerji potansiyeli incelendiğinde, orman endüstri alanında enerji ve hammadde ihtiyacının karşılanması adına önemli bir potansiyele sahip olduğu görülecektir. Kereste kurutmada kaplama üretimine, kâğıt sanayinden odun korumaya kadar birçok alanda değerlendirilebilecek bir enerji ve hammadde kaynağı olabilir (Var, 2009).

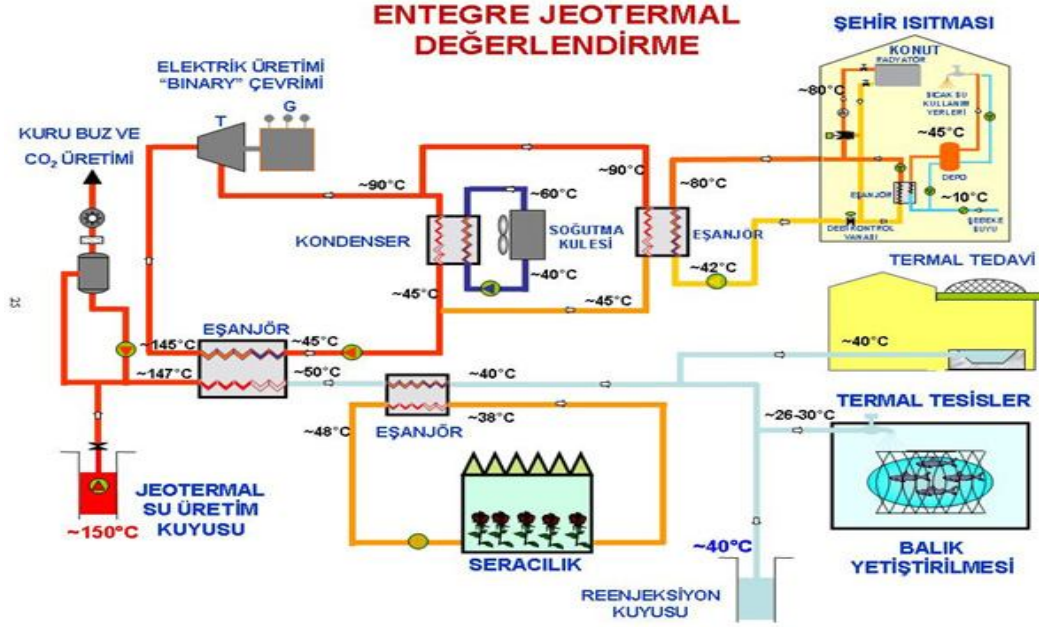
Ülkemizde çeşitli ısı değerlerine sahip çok sayıda jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklardan farklı ısı değerlerinde orman endüstrisinde istifade edilebilir. Örneğin; 120°C- 150°C bir kaynak kereste kurutma alanında, 70°C- 80°C bir kaynak kaplama üretiminde tomrukların yumuşatılmasında ve kâğıt 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).

1.1.4.1. Dünyada jeotermal kaynaklar

Jeotermal kaynaklar, dünyada eski çağlardan buyana tedavi ve ilkel yollarla ısıtma amaçlı kullanılmıştır. Endüstriyel kullanım ise ilk olarak 1904 yılında İtalya'da jeotermalden elektrik elde edilmesiyle başlamıştır (Arslan ve ark., 2001).

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalar, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kâğıt ve dokuma sanayinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki CO₂'den kuru buz eldesinde) kullanılmaktadır (Şekil 1.1.). Ancak, orta sıcaklıklı sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş

ve kullanıma sunulmuştur. Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkanlar ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir (Özdemir, 2009).



Şekil 1.1. Entegre jeotermal değerlendirme gösterimi (Anonim, 2011)

1.1.4.2. Türkiye’de Jeotermal kaynaklar

Türkiye, Alp-Himalaya dağlarının üzerinde bulunmasıyla bağlantılı olarak, orojenik (yer kürenin yatay ve dikey hareketleri) magmatik ve volkanik aktivitelerin çok olması nedeni ile jeotermal açıdan büyük bir potansiyele sahiptir (Çizelge 1.1).

Ülkemizde aktif faylara ve volkanizmaya bağlı olarak başta Ege Bölgesi olmak üzere, Kuzeybatı, Orta Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 600’ün üzerinde jeotermal kaynak bulunmaktadır (Arslan ve ark.,2001).

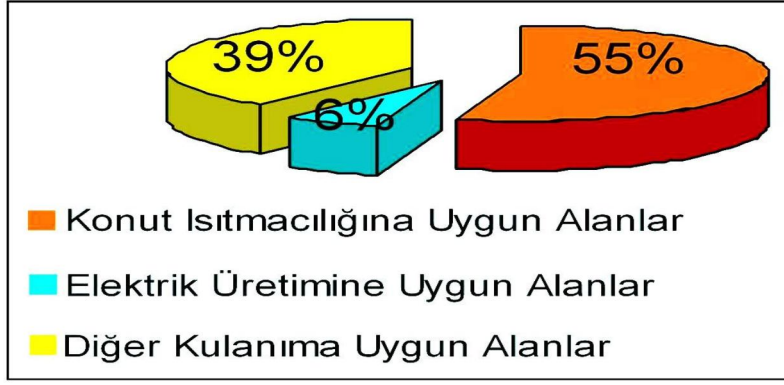
Türkiye’de jeotermal enerji aramalarının başlangıcı yakın bir tarihe dayanmaktadır. Ülkemizde ilk doğal buhar, 1963 yılında İzmir Balçova’da yapılan sondajlarla elde edilmiştir (Akıllı ve Ersöz, 2002; Var, 2009). Önceki yıllarda keşfedilen, Afyon-Gecek Ömer jeotermal alanı, 1968 yılında keşfedilen Denizli Kızıl dere sahası,

Türkiye'nin elektrik üretimine elverişli ilk jeotermal alanlarıdır. 1982 yılında Aydın-Germencik ve Çanakkale-Tuzla sahaları keşfedilmiştir. Ülkemizde; a) Yüksek sıcaklıklı ($>150\text{ }^{\circ}\text{C}$), b) Orta sıcaklıklı ($70\text{-}150^{\circ}\text{C}$) ve Düşük sıcaklıklı ($<70^{\circ}\text{C}$) olmak üzere birçok saha bulunmaktadır (Özdemir,2009).

Çizelge 1.1. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımı (Zreu, 2005; Var ve Karademir, 2011).

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

Türkiye'de jeotermal enerji uygulamaları; daha çok konut ısıtması ve kaplıca amaçlı olarak yapılmaktadır (Arslan ve ark.,2001). Mevcut jeotermal sahaların dağılımına bakıldığında % 55'i gibi önemli bir bölümünün konut ısıtmacılığına uygun olduğu görülmektedir (Şekil 1.4.). Elektrik üretimine yönelik yüksek sıcaklıklı sahalar bulunmasına rağmen üretim düşük seviyede kalmıştır (Arslan ve ark.,2001). Elektrik üretimi dışında kalan diğer sahalar düşük ve orta sıcaklıkta akışkan içermektedir. Bu nedenle konut ısıtması, sera ısıtması, endüstriyel uygulamalar ve termal turizm için uygundur (Yörükoğlu, 2003) (Şekil 1.2.).



Şekil 1.2. Türkiye’de jeotermal enerjinin kullanım alanlarına göre dağılımı
(Akkuş ve Aydoğdu,2006)

1.1.4.3. Uşak’ta jeotermal kaynaklar

İl dâhilinde Merkez, Banaz ve Ulubey ilçelerinde kaplıca amaçlı jeotermal alanlar bulunmaktadır (Çizelge 1.2.). Bunlardan en önemlisi Banaz jeotermal alanındaki Hamamboğazı sıcak su kaynağıdır. Bölgede yapılan çalışmalar sonucunda 37-40°C sıcaklığa sahip normal sıcak su kaynakları, sondajla kuyulardan 61-71,7°C sıcaklık ve 118 lt/sn debide akışkan elde edilmiş ve ülke ekonomisine 14.55 MWT güce sahip enerji kazandırılmıştır (İBGM, 2010).

Çizelge 1.2. Uşak ilinde bulunan jeotermal kaynaklar (Anonim, 2010 b)

JEOTERMAL ALAN ADI	SICAK SU DOĞAL ÇIKIŞ ADI	DOĞAL ÇIKIŞ			SONTAJ			KULANIM ALANI
	ÇIKIŞ ADI	Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn)	Potansiyel (MWt)	Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn)	Potansiyel (MWt)	
EMİRFAKI- AKBULAK	Emir fakı	38	3	-	-	-	-	KAPLICA
	Akbulak	31	-	-	-	-	-	KAPLICA
BANAZ	Hamamboğazı	37-40	-	-	61-71,7	1189	14,55	KAPLICA
	kızılcaören	25	4	-	-	-	-	KAPLICA
AKSAZ	Aksaz	38	28	-	36	15	0,06	KAPLICA
	Taşkemer	37	2	-	-	-	-	KAPLICA
	Uyuz	33	5	-	-	-	-	KAPLICA
HASKÖY	Hasköykaynağı	34	0,5	-	-	-	-	KAPLICA
ÖRENCİK	Örencik	30-34	-	-	38	70	1,03	KAPLICA

Not: sondajlardaki potansiyel değerleri, kuyuların ilk üretim debilerinin toplamına göre hesaplanmıştır.

1.1.4.4. Jeotermal kaynakların kullanım alanları

Jeotermal akışkanın endüstriyel uygulamaları çerçevesinde kullanım yerleri aşağıda verilmiştir (Var ve Karademir, 2011).

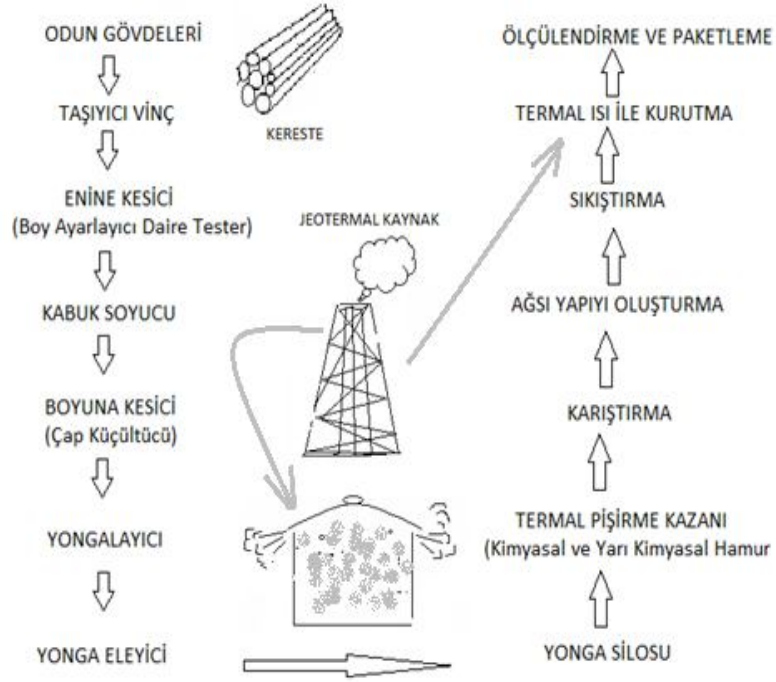
- Yiyeceklerin kurutulmasında (balık, yosun vb.) ve sterilize edilmesinde, konservecilikte (Japonya, ABD, İzlanda, Filipinler, Yeni Zelanda, Tayland),
- Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayinde (Yeni Zelanda, Meksika, BDT),
- Kâğıt (Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya, Çin, BDT), dokuma ve boyamacılıkta (Yeni Zelanda, İzlanda, Çin ve BDT),
- Derilerin kurutulması ve işlenmesinde (Japonya vb.),
- Bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtma (Japonya),
- Soğutma tesislerinde (İtalya, Meksika)
- Beton blok kurutulmasında (Meksika) yaygın kullanım söz konusudur.
- Soğutularak içme suyu olarak kullanım (Macaristan, BDT, Tunus, Cezayir ve Türkiye-Kütahya)
- Yıkama amaçlı olarak çamaşırhanelerde kullanım (Japonya).
- Kimyasal Madde Üretimi
- Jeotermal akışkan; borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su (döteryum oksit: D₂O), amonyum sülfat, potasyum klorür vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde (İtalya, ABD, Japonya, Filipinler, Meksika) ve jeotermal akışkandaki CO₂'den kuru buz elde edilmesidir.

Çizelge 1.3. Jeotermal akışkanlarının sıcaklığa göre kullanım alanları (Anonim, 2011)

Sıcaklık °C		Kullanım alanı	
Buhar fazı	180	Elektrik üretimi, amonyum absorpsiyonu ile soğutma	
	170	Ağır su (D ₂ O) ve hidrojen sülfür eldesi	
	160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyecek kurutulması	
	150	Bayer's yoluyla alüminyum ve kimyasal üretimi	
	140	Konservecilik	
	130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi	
	120	Saf su eldesi, tuzluluk oranının arttırılması	
	110	Kereste, çimento ve gıda (et,yosun, sebze) kurutma	
Sıcak su	90	Balık kurutma	
	80	Konut ve sera ısıtma	
	70	Soğutma (alt sıcaklık sınırı)	
	60	Sera, kümes ve ahır ısıtma	
	50	Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar	Kaplıca (sağlık ve termal turizm tesisleri)
	40	Toprak ısıtma, kent ısıtması (alt sınır)	
	30	Yüzme havuzları, fermantasyon, damıttım	
	20	Balık çiftlikleri	

a) Jeotermalin kâğıt sektöründe kullanımı

Hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olan kâğıt yassılaştırılmış ve birbirine geçmiş bitki liflerinden (fiber) oluşur. Bunun için genel olarak odun ya da odunsu yıllık bitki sapları kullanılır. Kâğıt yapımı, bir bitkiyi liflerine indirgeme ve onları aynı hizaya getirdikten sonra yapıştırıcı, pigment ve mineral dolgularla kaplamayı içerir.



Şekil 1.3. Jeotermalin kâğıt üretiminde kullanımının şematik gösterimi
(Karademir, 2012 tarafından Ünsal, 2004 'e uyarlanmıştır)

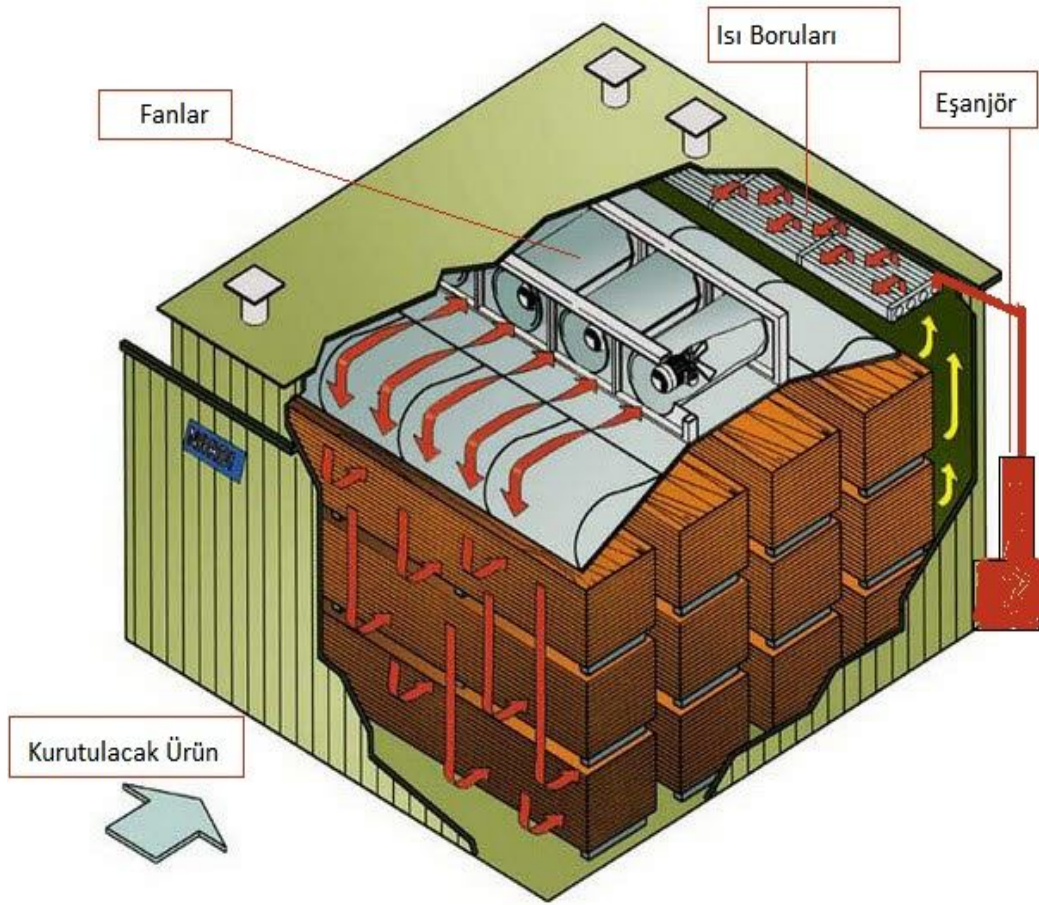
Kâğıt sanayinde jeotermal enerji Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya, Çin gibi ülkelerde kullanılmaktadır. Ağaçların hamur haline getirilmesinde, kâğıt hamurunun beyazlatılmasında ve kâğıt hamurunun kurutulmasında jeotermal enerjiden faydalanılabilir (Şekil 1.3.).

b) Jeotermalin kereste sektöründe kullanımı

Son yıllarda, farklı endüstrilerde yaygın olarak değerlendirilen jeotermal kaynaklar, kereste kurutma sektöründe de kullanılmaktadır. Bu maksatla, en fazla, sıcaklığı 170–195°C ve basıncı 10–13 bar arasında değişen jeotermal akışkanlar

kullanılmaktadır. Jeotermal akışkan sıcaklığının yetersiz olması durumunda (çoğu kullanımlar için $82,2^{\circ}\text{C}$), ihtiyaç duyulan ısı enerjisi geleneksel ısıtma sistemleri devreye alınarak karşılanmaktadır (Var ve Bilgin, 2007).

Jeotermal kurutmada, öncelikle, çok sıcak haldeki jeotermal akışkan lamelli soğutucu (ısı değiştirici veya eşanjörü) borulardan geçirilmek suretiyle kereste kurutmada kullanılabilir hale getirilmektedir. Bu maksatla, lamelli borular fırının iç kısmında hava akım yolu üzerinde uygun bir yere yerleştirilmektedir (Şekil 1.4.).



Şekil 1.4. Jeotermal kereste kurutmada fırın içinde fanların ve ısı eşanjörlerinin konumu (Karademir, 2012 tarafından Anonim, 2012'ye uyarlanmıştır)

Jeotermal kereste kurutmada, enerji kaynağı olarak jeotermal buhar (kurutma buharı), fırın olarak da silindirik bir fırın veya buharlama kazanı kullanılmaktadır (Pirrit ve Dunstall, 2005). Ayrıca, normal kereste kurutmada kullanılan fırınlardan da yararlanılmaktadır. Bu tarz bir kurutmada, keresteler, normal kereste kurutmadaki gibi, istiflenerek kurutma partileri oluşturulduktan sonra fırın içinde uygun bir

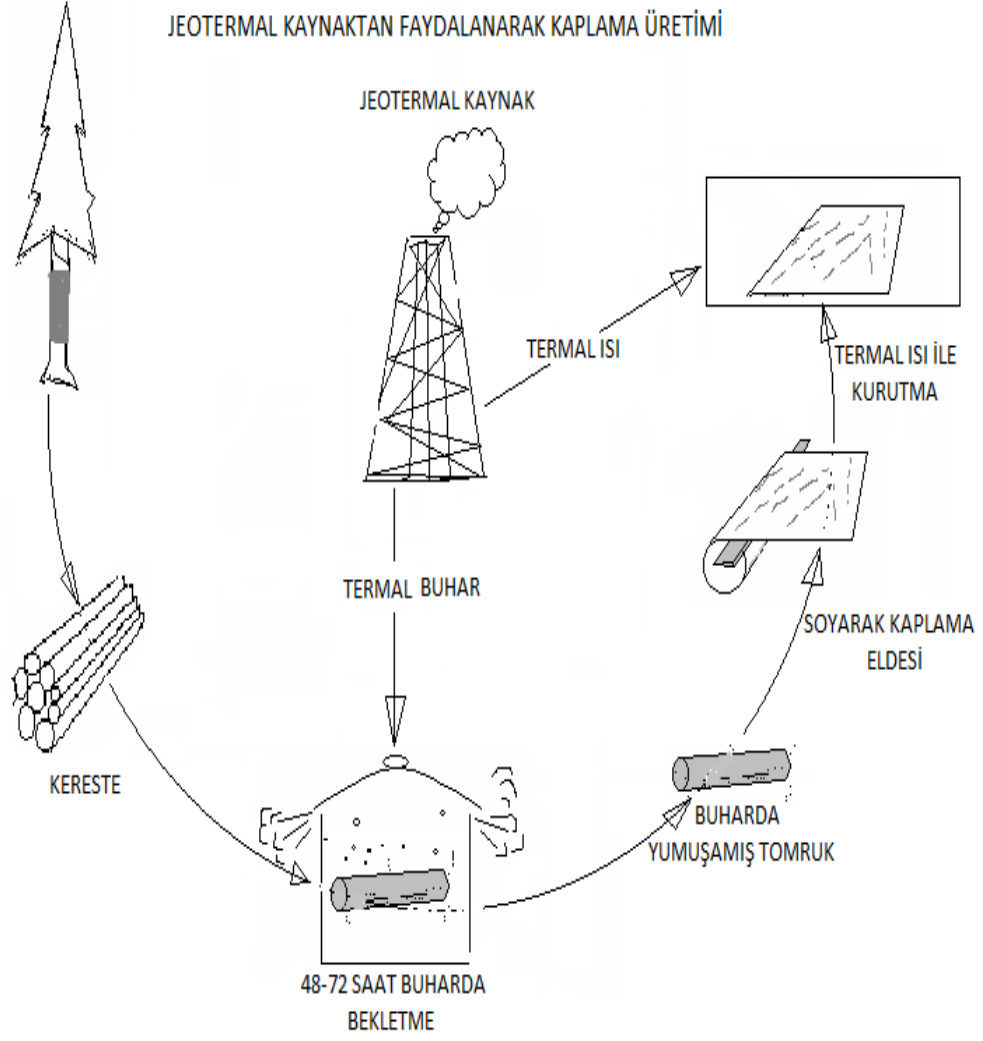
şekilde yerleştirilmektedir. Fırın kapağı kapatıldıktan sonra, ilk 15 dakika içinde 2 ton buhar sevk edilmek suretiyle, fırın içi sıcaklık esas kurutmada uygulanacak sıcaklığa kadar yavaşça yükseltilmektedir. Sonra, esas kurutma işlemi yapılmaktadır. Burada uygulanan sıcaklık 120–150°C arasında değişmektedir. Bu sıcaklığı muhafaza edebilmek için fırına saatte 250 kg buhar takviyesi yapılmaktadır. İlk ısıtma ve esas kurutma evrelerinin süresi ağaç türüne ve kereste boyutuna göre değişmektedir. Bu arada, rutubet miktarı % 10'lara kadar düşürülmüş olmaktadır. Ancak, her kereste üniform rutubete sahip olmadığı için, bunlar yaklaşık 2 saat gibi belli bir süre daha fırında bekletilerek, rutubetleri dengelenmiş olmaktadır. En sonunda soğutma işlemlerine tabi tutulan keresteler kullanıma hazır bir halde fırından çıkarılmaktadır (John, 2005).

Jeotermal kereste kurutması sona erdiğinde, kullanım sonrası geriye kalan jeotermal akışkanın sıcaklığı 71,1–82,2°C arasında değişmektedir. Bu akışkan, tekrar yeraltına gönderilmeden önce, kereste fabrikasında düşük sıcaklık gerektiren, örneğin; yönetim binasının ısıtılması gibi değişik kullanım amaçlarında da değerlendirilebilmektedir (Var ve Bilgin, 2007).

c) Ahşap kaplama sektöründe jeotermal kullanımı

Ahşap kaplama üretim bandında jeotermal enerji kullanımı üretim maliyetlerini düşürecektir. Buharlama ve kurutmada kullanılan diğer enerji kaynaklarına göre temiz, ekonomik ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Bu nedenle orman endüstrisinin çeşitli dallarında jeotermal enerji kullanılabileceği gibi kaplama üretiminde de kullanılabilir.

Kaplama üretim işlemleri, tomruğun buharlanması, kaplamanın kesilmesi ve kurutulması ile kaplamaların ölçülendirilip paketler halinde bağlanması işlemlerinden oluşmaktadır (Küçükyavuz, 1995).



Şekil 1.5. Jeotermal kaynaktan faydalanarak kaplama üretimi (Karademir, 2012 tarafından Ünsal, 2004'e uyarlanmıştır)

Tomruk istif alanında uygun boylarda kesildikten sonra kabukları soyulur. Daha sonra biçme hızarlarına getirilerek kaplama kesme makinesine bağlanabilecek konumda biçilerek buharlama havuzlarına atılır. Buharlama kazanlarında Şekil 1.5.'de görüldüğü gibi termal buhar kullanılır. Cins ve çaplarına göre ile 48-72 saat buharlanarak yumuşayan tomruklar vinçlerle taşınarak kaplama kesme makinesine getirilir (Küçükyavuz, 1995).

Yanı alınmış veya dilimlenmiş tomruklar desenli veya freze kaplama tercihinin göre uygun pozisyonlarda kesme makinelerine bağlanarak kaplama kesme işlemi tamamlanır. Kesilen kaplamalar demetler halinde sırası bozulmadan taşıma arabalarına alınarak kaplama kurutma makinelerine verilir

Termal kaynaktan elde edilen ısı ile kurutulmuş kaplamalar kurutma makinesinden alınarak taşıma arabalarında sırası bozulmadan uygun sayıda desteler haline getirilerek aynı şekilde giyotin makaslarda önce yanları düzeltilerek eşit genişliğe getirilir ve sonra boyları boy giyotininde kesilerek bağlanır. Bağ yapılan kaplama paketlerine balya numarası, yaprak sayısı ile genişlik ve boy ölçüleri yazılır.

d) Jeotermal empenye sektöründe kullanımı

Jeotermal kaynakların, yeraltında geçtikleri formasyonların özelliklerine bağlı olarak bileşimlerdeki tuz miktarı değişmektedir. Termal sular, buharlaşma ve kristalleşme havuzlarına taşınarak ve çeşitli aşamalardan geçirilerek bünyesindeki tuzlar ayrıştırılabilir (Ergin, 1988).

Ahşap koruyucu olarak empenye tuzları farklı derişimlerle ve yöntemlerle ya tek başlarına ya da karışımlar halinde, örneğin; amonyumlu, bakırlı, borlu, florürlü, kalsiyumlu, klorürlü, magnezyumlu, potasyumlu, sodyumlu, silikatlı, sülfatlı tuzlar veya bileşikler halinde kullanılmaktadır. Jeotermal sıvılar, ahşabın empenyesinde kullanılabilir potansiyel kimyasalların derişimleri bakımından zengin kaynaklardır. Emprenye tuzu üretimi açısından doğal bir kaynak olabilir (Var, 2009).

Jeotermal akışkanlar yüksek oranlarda çözünmüş 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).

Kimyasal madde çeşitleri ve miktarları bakımından jeotermal akışkanlar yüksek oranlarda çözünmüş klorür, sodyum, sülfat, potasyum, magnezyum, bor, florür, silikat ve amonyum gibi çeşitli kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içermekte, bunların jeotermik çözülmüş derişimleri 0,10 mg/l – 23126,95 mg/l

arasında değişmektedir. Ahşap emprenyesinde ise söz konusu kimyasallar suda çözünen emprenye maddeleri kapsamında önemli bir yer tutmakta, bunların emprenye çözeltisindeki derişimleri de % 0,1 ile % 35–40 arasında dağılım yapmaktadır. (Var, 2009).

Sıcaklık ve basınç değerleri bakımından jeotermik kaynaklar sıcaklıkları 30,25°C–130,50°C arasında dağılım yapmaktadır. Buna ek olarak, jeotermal enerjinin elektrik dışı kullanımlarında yüksek sıcaklıktan aşağıya doğru bütün sıcaklığını tüketinceye kadar kullanılabilirdiği, örneğin; 200°C ve üzerinden 5°C'ye düşünceye dek birbirini izleyen birkaç işlemden farklı alanlarda değerlendirilebildiği ifade edilmektedir (Var, 2009). Ayrıca jeotermal sıcak su buharının ve gayzerlerin 10 bar (10,2kp/cm²) ve üstü bir basınç oluşturdıkları ve bu değerlerin sanayi kullanımları için uygun oldukları belirtilmektedir. Ahşabın emprenyesinde ise, kullanılan akışkanların sıcaklıklarının 115°C'ye kadar olabildiği uygulanan basıncın 0,5 kp/cm²–70 kp/cm² arasında değiştirdiği açıklanmaktadır (Var, 2009).

Bir kimyasalın ya da kimyasal karışımın ahşap emprenye maddesi olarak kabul edilebilmesi için taşınması gerekli özellikler bakımından kimyasal bileşimi bozulmamış ve ısıyı alın(ma)mış jeotermal sıvılar doğaya boşaltıldığı takdirde, bu akışkanların besin zinciri ve hidrolojik çevirim gibi yollarla 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, 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, örneğin; 1 mg/l' den fazla (B) bileşiğinin hassas bitkilerde gözle görülebilir zehirlenme belirtilerine yol açabildiği, 5 mg/l'lik (B) bileşiğinin ise dayanıklı bitkileri bile olumsuz etkileyebildiği açıklanmaktadır (Var, 2009).

Jeotermik sıvıların düşük viskoziteli olup doğrudan kullanıma hazır doğal bir kaynak oldukları, çalışanların sağlığına olumsuz etkiler yapmadıkları, yüzeye çıktıkları zaman içerdikleri maddelerin sıcaklık azalması ve basınç düşmesine bağlı olarak

yüzeyde tutundukları, gaz halindeki maddelerin serbest kaldıkları ve böylece ortamda kalıcı bir tabaka oluşturdukları bildirilmektedir. Ahşabın emprenyesinde ise, 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, emprenye çalışanlarının sağlığını olumsuz etkilememesi, yanıcı olmayıp odunun yanmasını kolaylaştırmaması, odunu ayrıştırıp fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltmaması gibi nitelikleri taşıması gerekmektedir (Var, 2009).

Kirliliğe neden olan tehlikeli kimyasal maddeler bakımından, jeotermik akışkanlardaki çözülmüş kimyasalların, daha az tehlikeli maddeler içerisinde yer aldığı söylenebilir. 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 belirtilmektedir. Jeotermal sıvılar, ahşabın emprenyesinde kullanılacak potansiyel kimyasalların derişimleri bakımından yetersiz olması halinde, ihtiyaç duyulan derişim oranı, dışarıdan belirli miktarda jeotermal esaslı kimyasallar devreye sokularak karşılanabilir (Var, 2009).

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Ağaç malzemenin işlendikten ve son ürün haline dönüştürüldükten sonra kullanım yerlerinde kendisi için en sakıncalı sayılabilecek etkenler, dış hava koşulları olarak da nitelendirilen; sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu ve bunların mevsimlere göre değişmesidir. Doğal dış ortamda bırakılan odunda yapısal bozunma ve renk değişimi ışık, nem ve küçük mikroorganizmaların etkisiyle gerçekleşir (Feist,1990).

Odunda dış ortam etkisiyle değişik periyotlarda bozunma; mantar zararlıları, aşırı nem ve hava şartları sonucu oluşur (Black, 1979)'ne göre, bunların sonucunda odunun organik-biyolojik yapısı bozulur. Işığın odunda bozunma etkisi yüzeyden itibaren 200 µm derinliği geçmemekte ve boya, vernik gibi katman yapıcı maddelerle korunabilmektedir. Dış ortam şartları, yüzey işleme katmanıyla birlikte odun yüzeyine de birtakım zararlar vererek fiziksel ve kimyasal değişimler oluştururlar. Bu etkenler; yağmur, kar, hava rutubeti, gün ışığı radyasyonu ile yıllar boyunca oluşan hava kirliliğinden dolayı incelen ozon tabakasıdır. Zararlı UV ışınları atmosfere geçerek sülfür dioksit, nitrojen dioksit meydana getirir. Yüzey bozunumuna sebep olan bu faktörler; nem, ışık, asit tortusu ve sıcaklık artışı olarak kabul edilir (Williams, 1987).

Feist (1983)'e göre odun yüzeyinde ışık ve su etkisiyle koyuluklar oluşmakta, bunların etkisiyle makroskopik ve mikroskopik çatlaklar meydana gelmektedir. Dış ortam etkisi sürekli var olduğundan, yağmur suları odunun bozunmaya uğrayan kısımlarını yıkamaya devam eder ve yüzeyde bozunma sürer. Yüzey bozunumu ile bunun kontrolü değişik odun tabakaları nedeniyle farklı olmakta ve odun yüzeyi artan bir şekilde pürüzlü bir yapı kazanmaktadır. İklim ve türlere göre, dış ortamda odun liflerinin yüzeyden ayrılması farklılaşmaktadır. Yüzeydeki lif kayıpları kuzey iklimlerinde 1 mm olarak kaydedilmiştir. Bu değerler 8 yıllık ve 90⁰ eğimli örnekler esas alınarak yapılmıştır (Peker, 1997).

Jeotermal akışkanların yüksek oranlarda çözünmüş klorür (Cl), sodyum (Na), (SO₄), potasyum (K), magnezyum (Mg), bor (B), florür (F) ve amonyak (NH₄) gibi çeşitli kimyasal maddeler ve zengin minareler tuzlar içerdiği, derişimlerinin 0,10 mg/l-

23126,95 mg/l olduğu, sıcaklıklarının 30 °C ile 130 °C arasında olduğu, 10 bar ve üzeri basınca sahip olanlarının içerdiği kimyasalların su ve çevre için zararlı olmadığı belirtilmektedir (Var, 2009).

Jeotermal sularda Cl, Fe, Br, I, Na, K, Ca, Mg, Rb, Cs, Mn, As, B, HCO₃, SO₄, SiO₂ ve NH₃ minarellerinin bulunduğunu ve sıcaklıklarının 20 °C ile 200 °C arasında değiştiği belirtmiştir (Barbier, 2002).

Jeotermal kaynaklarının maksimum sıcaklıklarının kızıldere-Denizli için 243°C, Dora-1 Salâvatlı-Aydın için 232°C, Tuzla-Çanakkale için 171°C ve Dora -2 Salâvatlı- Aydın için 174°C olduğu ortaya konmuştur (Serpen vd. 2009).

Uşak hamam boğazı (HB1, HB2, HB3) jeotermal suları ile emrenye edilmiş kızılçam, kavak ve karaçam diri odun örnekleri için, absorpsiyon değerinin 0,30 gr/cm³ ile 0,52 gr/cm³, rutubet değerinin % 11,31 ile % 11,96, yoğunluk değerinin 0,50 gr/cm³ ile 0,59 gr/cm³, eğilme direnci değerinin 77,33 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü değerinin 54720,01 N/mm² ile 56960,38 N/mm², liflere paralel basınç değerinin 35,53 N/mm² ile 40,70 N/mm² arasında olduğu belirtilmiştir (Karademir, 2012).

Jeotermal kaynaklarla emrenye işlemi ile ilgili yapılan bir çalışmada Ankara, Afyon, Denizli ve Eskişehir yöresi jeotermal kaynaklarının emrenye maddesi derişiminin 37,55 mg/l ile 2213 mg/l, sıcaklıklarının 43°C ile 121°C, pH değerlerinin 7,20 ile 7,53 arasında olduğu ve bu jeotermal kaynaklarla muamele edilmiş sarıçam odunun net kuru madde miktarı değerinin 0,02 gr/cm³ ile 1,24 gr/cm³ arasında olduğu belirtilmiştir (Var vd. 2012).

İzmir-Doğanbey jeotermal suları ile emrenye edilmiş kızılçam odununda absorpsiyon, retensiyon ve genişleme miktarları araştırılmış ve ulaşılan değerlere göre absorpsiyon değerinin 0,40 gr/cm³ ile 0,53 gr/cm³, net kuru madde retensiyonu miktarının olarak 0,10 kg/cm³ ile 0,31 kg/cm³ ve net kuru madde retensiyonu oranının % 12, 73 ile % 12,88 radyal yönde genişleme miktarının % 2,41 ile % 2,54 teğet yönde genişleme miktarının ise % 3,38 ile % 3,39 arasında değiştiği belirtilmiştir (Var vd. 2013).

Afyon Ömer-Geçek-Gazlıgöl jeotermal suları ile muamele edilmiş kızılçam ve karaçam diri odun örneklerinde absorpsiyon değerinin $0,33 \text{ gr/cm}^3$ ile $0,38 \text{ gr/cm}^3$, net kuru madde miktarını $0,266 \text{ kg/m}^3$ ile $0,616 \text{ kg/m}^3$, yoğunluk değerinin $0,54 \text{ gr/cm}^3$ ile $0,56 \text{ gr/cm}^3$ rutubet değerinin % 12,36 ile % 16,52, radyal yönüne şişme değerinin % 4,90 ile % 5,70, teğet yönüne şişme değerinin % 6,93 ile % 7,39, hacimsel şişme değerinin % 12,19 ile % 13,52, radyal yönüne çekme değerinin % 4,84 ile % 5,23, teğet yönüne çekme değerinin % 6,85 ile % 7,19 hacimsel çekme değerinin % 11,54 ile % 11,90, eğilme direnci değerinin $76,06 \text{ N/mm}^2$ - $86,99 \text{ N/mm}^2$, eğilmede elastikiyet modülünün $3185,20 \text{ N/mm}^2$ ile $4091,78 \text{ N/mm}^2$ ve liflere paralel basma direncinin $31,29 \text{ N/mm}^2$ - $39,44 \text{ N/mm}^2$ arasında değiştiği belirtilmiştir (Genç, 2013).

Uşak hamam boğazı jeotermal suları için pH değerinin 6,2 ile 7,4, sıcaklığın 59°C - 63°C arasında değiştiği; bu jeotermal sularda çözülmüş halde Ca, Mg, Na, K, Cl, SO_4 , HCO_3 , SO_2 bulunduğu belirtilmiştir (Davraz, 2008).

Tarsus-Karabucak alınan 17 adet okaliptüs odununun bazı fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Deneyler TSE 4176 (1984) standartlarına göre hazırlanmış olan örnekler üzerinde yapılmıştır. Hazırlanan latalar, 1 ay açık hava koşullarında bekletildikten sonra bir kısmı buharlama işlemi için ayrılmıştır. Buharlanmış ve buharlanmamış okaliptüs odununun fiziksel özelliklerinden; odun – su ilişkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak; buharlanmamış okaliptüs odununda daralma yüzdeleri liflere paralel yönde % 8, teğet yönde % 6,23, radyal yönde % 5, hacmen daralma % 11; buharlanmış okaliptüs odununda daralma yüzdeleri liflere paralel yönde % 6,88, teğet yönde % 9,82, radyal yönde % 7,88 ve hacimsel olarak 17,7 olarak bulunmuştur. Buharlanmış okaliptüs odununda ortalama genişleme miktarları, liflere paralel yönde % 8,04, teğet yönde % 9,77, radyal yönde % 7,42 genişleme ise % 17,13; buharlanmamışta ortalama genişleme miktarı, liflere paralel yönde % 9,46, teğet yönde 10,47, radyal yönde % 9,16 ve hacimsel olarak %19,66 olarak gerçekleşmiştir (Tan, 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneyleerde ağaç türü olarak kızılçam (*Pinus nigra* Ten.) ve karaçam (*Pinus brutia* Arnold.) Jeotermal akışkan olarak ise Uşak Hamam boğazı jeotermal alanındaki bulunan HB1, HB2 ve HB3 jeotermal kaynakları kullanılmıştır. Kızılçam ve karaçam tomrukları sırasıyla Muğla ve Isparta orman ürünleri piyasasından temin edilmiştir.

3.1.1. Odun numuneleri

Her deney için, temin edilen tomruklardan TS 4176 (1984) standardında belirtilen ölçülerde deneme ve kontrol örnekleri hazırlanmıştır. Örnekler öncelikle, hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra ağaç türüne göre diri odun ve öz odun olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.1.). Her test için, kesimleri yapılan örnekler normal oda şartlarında istiflenerek hava kurusu rutubete (% 12) kadar kurutulmuştur (Şekil 3.2.).



Şekil 3.1. Tomrukların kesilerek ayrılan öz odun ve diri odun kısımları



Şekil 3.2. Örneklerin hazırlanması ve kurutulması

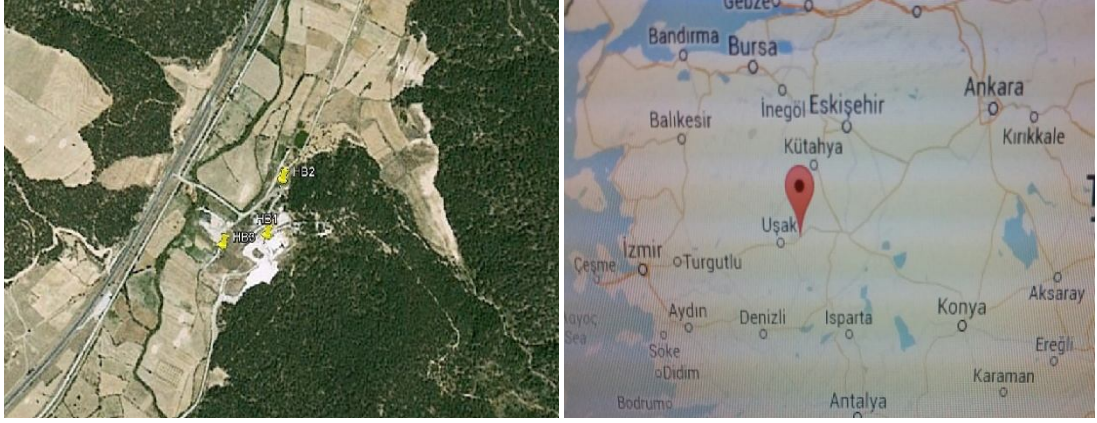
Bu işlemten sonra örnekler tam kuru hale (% 0) getirilmiştir ve deneyler yapılabildiği kadar bu halde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Örneklerin hazırlanması ve tam kuru hale getirilerek saklanması

3.1.2. Jeotermal sular

Deneyde kullanılan jeotermal akışkanlar Uşak ili Banaz ilçesi doğusunda, ilçe merkezine 7 km uzaklıkta Hamamboğazı mevkiinde yer alan kuyulardan temin edilmiştir. Jeotermal alanında bulunan; Hamam Boğazı 1 (HB1), Hamam Boğazı 2 (HB2) ve Hamam Boğazı 3 (HB3) kaynaklarının kimyasal analizleri İl Özel İdaresi tarafından yaptırılmıştır. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü Şekil 3.4.'de verilmiştir (Anonm, 2010 b).



Şekil 3.4. Hamamboğazı jeotermal alanı uydu görüntüsü (Anonim, 2010 b)

Deneyin yapıldığı kuyulara ait koordinat, derinlik ve yüzey sıcaklığı analiz bilgileri, Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Bu kaynaklar, yerkürenin derinliklerinden kendi cazibesıyla yeryüzüne çıkıp yüzeysel akış yapan, jeotermal kaynaklardır. Bu jeotermal sular, emprenye işlemlerinde doğrudan, kaynaktan çıktığı şekliyle sıcaklık vb. özellikleri değişmeden kullanılmıştır (Şekil 3.5).

Çizelge 3.1. Hamamboğazı jeotermal kuyuları koordinat, derinlik ve sıcaklık değerleri (Anonim, 2010 b)

Kuyu	Boylam	Enlem	Rakım	Derinlik	Sıcaklık(Yüzey)
HB-1	29° 49' 60'' E	38° 49' 00'' N	972 m	350 m	70,45 °C
HB-2	29° 49' 50'' E	38° 49' 05'' N	964 m	280 m	72,34 °C
HB-3	29° 49' 10'' E	38° 49' 10'' N	955 m	220 m	60,54 °C



Şekil 3.5. Hamamboğazı jeotermal kaynağı görüntüsü

3.2. Yöntem

3.2.1. Emprenye işlemi

Emprenye işleminde TS 343 (2012) standardına göre sıcak-soğuk açık tank yöntemi tatbik edilmiştir. Örnekler şekil 3.6.'de görülen düzeneğine yerleştirilmiş ve her bir jeotermal kaynağa daldırılarak, altı saat sıcak ve iki saat soğuk olmak üzere toplam sekiz saat jeotermal akışkan ile emprenye işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.6. Daldırma düzeneği

Bu işlem, her jeotermal kaynak için ayrı ayrı yapılmıştır. Buradaki soğuk su, daha önce, aynı jeotermal kaynaktan olmak üzere, bir kap içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulan jeotermal sudur. Daha sonra, emprenyeli örnekler tartım ve ölçümleri yapılarak etüv içerisinde $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat bekletilerek tam kuru hale getirilmiş ve desikatörde soğutulmuştur.



Şekil 3.7. Jeotermal kaynaklarda sıcak-soğuk daldırma işlemi (a: Sıcak suda daldırılma; b: Soğuk suda daldırılma)

Bu işlem, her jeotermal kaynak için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Emprenyeden sonra, her örneğin performans değerini bulmak için, ölçümler ve tartımlar yapılarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Örneklerin ölçümlerinin yapıp tam kuru hale getirilmesi

3.2.2. Açık havada bırakma işlemi

Jeotermal sular ile emprenye edilen deney örnekleri, yaklaşık 14 aysüreyle açık hava ortamında bırakılmıştır. Deney, ASTM D 358–55 (1970) ve ASTM D 358–98 (2006) standardına göre gerçekleştirilmiştir.

Örnekler, yerden en az 50 cm yukarıda olmak üzere, bir ahşap iskele (güverte) üzerinde, zemin ile 45°'lik açı yapacak biçimde ve teğet yüzeyleri güneye bakacak şekilde, doğrudan açık hava etkisine maruz bırakılmıştır. (Şekil 3.9 ve şekil 3.10.) .Daha sonra, örneklerin açık hava ortamındaki performansını tayin etmek için ölçümler ve tartımlar gerçekleştirilerek, kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.9. Açık havada bırakılan deney örnekleri (1-9 ay)



Şekil 3.10. Örneklerin açık hava ortamında bırakılma süreci (10-14 ay)

3.2.3. Deneyle ve tayinler

Her örneğin performans değerini bulmak için absorpsiyon, net kuru madde retensiyonu, ağırlık kaybı, yoğunluk, rutubet, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci ilgili mevcut standartlara göre tayin edilmiştir

3.2.3.1. Jeotermal kaynaklarında emprenye maddelerin tayini

Çalışmada, Uşak Hamamboğazında ve sıcaklık su + buhar egemen kaynakların veya sondaj kuyularının bulunduğu sahalarda, özellikle, kimyasal analizleri yapılmış olan jeotermal sulara (sıcaklık <90 °C) yer verilmiştir. Suların kimyasal analiz sonuçları, ilgili yayınlar taranarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle, genel olarak, bölgede bulunan ve kimyasal analizleri yapılan jeotermal sular ile ilgili yayınlar taranmıştır. Sonra, bunlar, ahşap emprenye maddeleri ve derişimleri bakımından, TS 788-2 EN 599-2 (1997) ve literatür (Berkel, 1972; Richardson, 1978; Bozkurt vd., 1993) ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra, bu karşılaştırmaya göre, jeotermal suların içerdiği bireysel emprenye maddeleri ve bunların miktarları belirlenmiştir. Böylece, söz konusu suların, çözülmüş halde sahip oldukları emprenye maddesi potansiyeli tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.2.3.2. Jeotermal su absorpsiyonu tayini

Jeotermal su absorpsiyon tayini TS EN 47 (2011)' ye uygun yapılmıştır. Her örnek için absorbe edilen jeotermal çözelti (su) miktarı, g/cm^3 olarak, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$JSA=(A_{esy}-A_{e\ddot{o}12})/V_{e\ddot{o}12}$$

Bu eşitlikte; JSA, jeotermal su absorpsiyonu (g/cm^3), A_{esy} , emprenyeden hemen sonraki yaş ağırlık (g), $A_{e\ddot{o}12}$,ve $V_{e\ddot{o}12}$ emrenyeden önceki, sırasıyla, hava kurusu ağırlık (g) ve hacim (cm^3)' dir.

3.2.3.3. Jeotermal net kuru madde retensiyonu tayini

Retensiyon tayini TS EN 47 (2011) uygun olarak yapılmıştır. Her örnek için retensiyon miktarı % olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$JNR = [(A_{es} - A_{e\ddot{o}}) / A_{es}] \times 100$$

Bu eşitlikte; JNR, jeotermal net kuru madde retensiyonu (%) A_{es} , emprenye sonrası tam kuru ağırlık (g), $A_{e\ddot{o}}$, emrenye öncesi tam kuru ağırlık (g)' tır

3.2.3.4. Ağırlık kaybı tayini

Her örnek için, oluşan ağırlık kaybı miktarı TS 5563 EN113 (1996)'e göre aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$A_K = (A_{e\ddot{o}} - A_{es})$$

Bu eşitlikte; A_K , ağırlık kaybı (g), A_{es} , emprenye sonrası tam kuru ağırlık (g), $A_{e\ddot{o}}$, emprenye öncesi tam kuru ağırlık (g)' tır.

3.2.3.5. Rutubet miktarı tayini

Rutubet tayini TS 2471 (1976) uygun olarak yapılmıştır. Test için, yoğunluk tayininde kullanılan örnekler kullanılmıştır.

Buna göre, her örnek için, rutubet miktarı, % olarak, aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$R = [(A_{12} - A_0) / A_0] \times 100$$

Bu eşitlikte; R, rutubet miktarı (%), A_{12} , ve A_0 , sırasıyla, hava kurusu ve tam kuru ağırlık (g)' dir

3.2.3.6. Yoğunluk miktarı tayini

Yoğunluk tayini TS 2472 (1976)' ye uygun olarak yapılmıştır. Örneklerin, hava kurusu yoğunluk miktarları tayin edilmiştir. Her örnek için, yoğunluk değeri, g/cm^3 olarak, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$Y_{12} = A_{12} / V_{12}$$

Bu eşitliklerde; Y_{12} , A_{12} ve V_{12} , hava kurusu haldeki, sırasıyla, yoğunluk (g/cm^3), ağırlık (g) ve hacim (cm^3),' dir.

3.2.3.7. Eğilme direnci tayini

Eğilme direnci tayini TS 2474 (1976)' de belirtilen esaslara uygun olarak ünivarsal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, eğilme direnci, N/mm² olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$ED = (3 \times p_{\max} \times L) / (2 \times B \times H^2)$$

Bu eşitlikte; ED, eğilme direnci (N/mm²), p_{max}, kırılma anındaki maksimum yük (N), L, dayanak noktalarının merkezleri arasındaki uzaklık (mm), B ve H, enine kesit boyutları (mm)' dir.

3.2.3.8. Eğilmede elastikiyet modülü tayini

Eğilmede elastikiyet modülü tayini TS 2478 (1976)' de belirtilen esaslara uygun olarak, üniversal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, eğilmede elastikiyet modülü, N/mm² olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$EM = (L^3 \times P) / (4 \times F \times B \times H^3)$$

Bu eşitlikte; EM, eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²), P, uygulanan kuvvet (N), L, dayanak noktalarının merkezleri arasındaki uzaklık (mm), F, net eğilme alanındaki sehim (mm), B ve H, enine kesit boyutları (mm)' dir.

3.2.3.9. Liflere paralel basınç direnci tayini

Liflere paralel basınç tayini TS 2595 (1977)'de belirtilen esaslara uygun olarak, universal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, liflere paralel yöndeki basınç direnci, N/mm² olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$LPB = P_{\max} / (B \times H)$$

Bu eşitlikte; LPB, liflere paralel basınç direnci (N/mm²), P_{max}, kırılma anındaki maksimum yük (N), B ve H, enine kesit boyutları (mm)' dir.

3.2.4. İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler SPSS programı kullanılarak yapılmıştır. Bu aşamada örneklerin performansları üzerine jeotermal akışkanların etki derecelerini belirlemek için ayrı ayrı varyans analizi yapılmıştır (P≤0,05). Etkileri önemli çıkan akışkanların aynı veya farklı homojenlik grup veya gruplar oluşturup oluşturmadıklarını belirlemek için duncan testi uygulanmıştır. Böylece her jeotermal kaynak için farklı veya eşit kabul edilebilecek ortalama değerler tespit edilmiştir. Daha sonra tespit edilen bu ortalama değerler hem kendi aralarında hemde kontrol ile karşılaştırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Uşak Hamamboğazı Jeotermal Kaynaklarda Potansiyel Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında Uşak Hamamboğazı jeotermal kaynakları kimyasal analiz değerleri çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Uşak Hamamboğazı jeotermal kuyuları kimyasal analiz değerleri
(Anonim , 2010 b)

Jeotermal kaynaklar			
Analiz	HB1(mg/l)	HB2(mg/l)	HB3(mg/l)
pH (25°C)	7,02	7,30	7,08
B	11,80	25,09	4,60
SiO ₂	106,3	126,14	106,90
Na	512,06	660,10	530,11
K	93,79	114,35	97,02
Ca	260,63	320,83	282,35
Mg	77,88	126,31	92,51
CO ₃	0,00	0,00	0,00
HCO ₃	1490,66	1800,12	1730,07
Cl	74,57	72,33	73,99
SO ₄	770,43	1035,43	747,85
NO ₂	<0,001	6,00	<0,001
NO ₃	2,30	0,00	<0,001
PO ₄	<0,001	0,00	<0,001
NH ₄	<0,001	0,00	<0,001
F	3,16	3,97	5,52
Br	<0,001	6,00	<0,001
Li	1,62	1800,12	1,59
TOPLAM	3412,22 mg/l	6104,09 mg/l	3679,59 mg/l

Çizelge 4.1.'de verilen Uşak Banaz Hamamboğazı kaynaklarının kimyasal analiz değerlerine bakıldığında jeotermal sular içerisinde yoğun miktarda B, SiO₂, Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, NH₄, F maddelerinin bulunduğu görülmektedir. Bu maddelerin emprenye sektöründe klasik ahşap korumada kullanılan maddelerin karışımına katılan maddeler arasında önemli bir analiz değerlerine yer tutmaktadır. Bu maddelerin ahşapta biyolojik zarar yapan etkenlerin biyolojik aktivitelerini azaltıcı yönde etkiler yaptığı bilinmektedir. Dolayısıyla, bu jeotermal suların klasik emprenye maddelerine katılan maddeler bakımından önemli bir potansiyele sahip oldukları düşünülebilir.

Çizelge 4.1. jeotermal akışkanları, ahşap emprenye sektöründe kullanılan çeşitli tuzlar veya mineraller içermektedir. Bu maddelerin sayısı 10 adet olup, toplam derişimleri 1910,62 mg/l – 2484,55 mg/l arasında değişmektedir. Bunlar, jeotermaldeki toplam kimyasalın, sayı olarak % 58.82'ini ve derişim olarak % 48,01'ini oluşturmaktadır.

Ayrıca, Jeotermal sıvılar, ahşabın emprenyesinde kullanılabilir tuz üretimi açısından da doğal bir kaynak olabilir. Bu konu ile ilgili olarak, kimyasal madde çeşitleri ve miktarları bakımından jeotermal kaynaklar ile literatür karşılaştırılmıştır (Var, 2009). Buna göre bu çalışmada elde edilen değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.2. Jeotermal Su Absorpsiyonuna İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal su absorpsiyonu testine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.2. verilmiştir.

Çizelge 4.2. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (g/cm³)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (g/cm ³)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılcım	HB1	0,129	0,101	0,156	0,041
	HB2	0,171	0,143	0,198	0,047
	HB3	0,300	0,273	0,327	0,118
	Kontrol	0,000	0,000	0,000	0,000
Karaçım	HB1	0,507	0,474	0,540	0,017
	HB2	0,506	0,473	0,539	0,018
	HB3	0,503	0,470	0,536	0,011
	Kontrol	0,000	0,000	0,000	0,000

Çizelge 4.2. incelendiğinde jeotermal su absorpsiyonu kızılçım için HB1' de 0,101g/cm³ – 0,156 g/cm³ ve ortalama 0,129 g/cm³; HB2' de 0,143 g/cm³ – 0,198 g/cm³ ve ortalama 0,171g/cm³; HB3' de 0,273 g/cm³ – 0,327 g/cm³ ve ortalama 0,300 g/cm³ olduğu görülmektedir. Karaçım için ise, HB1' de 0,474 g/cm³ – 0,540 g/cm³ ve ortalama 0,507 g/cm³; HB2'de 0,473 g/cm³ – 0,539 g/cm³ ve ortalama 0,506 g/cm³; HB3' de 0,470 g/cm³ – 0,536 g/cm³ ve ortalama 0,503 g/cm³ olduğu görülmektedir.

Buna göre sonuç olarak jeotermal su absorpsiyonu kızılçım için HB3 ile emrenyede 0,300 g/cm³ ile en fazla olurken HB1 ile emrenyede 0,129 g/cm³ en az olmuştur. Karaçım için ise HB1 ile emrende 0,507 g/cm³ en fazla olurken HB3 ile emrenyede 0,503 g/cm³ en az olmuştur.

Jeotermal su absorpsiyonu ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.3.'de verilmiştir. Çizelge 4.3. incelendiğinde jeotermal su absorpsiyonu üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler, istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($P<0,000$).

Çizelge 4.3. Jeotermal su absorpsiyona ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	3,865 ^a	7	0,552	196,386	0,000
Sınırlı Alan	6,710	1	6,710	2386,823	0,000
ağaç_türü	1,261	1	1,261	448,682	0,000
Kaynak	2,328	3	0,776	276,036	0,000
ağaç_türü * kaynak	0,521	3	0,174	61,745	0,000
Hata	0,259	92	0,003		
Total	9,953	100			
Düzeltilmiş toplam	4,123	99			
a. R Değeri = 0,937 (Düzeltilmiş R Değeri = ,933) (*Jeotermal akışkan, $p^{**}\leq 0,05$ ise önemlidir)					

Jeotermal su absorpsiyonu ilişkin duncan testine sonuçları çizelge 4.4. verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre absorpsiyonu üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve iki farklı homojenlik grubu (X,Y,) oluşturmaktadırlar. Bu gruplardan, Z en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre HB3 kaynağı, absorpsiyon üzerine en fazla etki yapan akışkan grubunda (Y) yer almaktadır. Bu akışkan grubu için absorpsiyon miktarı $0,381 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. HB1 kaynağı absorpsiyon üzerine en az etki yapan akışkan grubunda ve aynı zamanda HB2 ile aynı grupta yer almıştır. Bu akışkan grubu için absorpsiyon miktarı $0,279 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Absorpsiyon bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere " $HB 3>HB 2>HB 1$ " şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.4. Jeotermal su absorpsiyonu ilişkin duncan testine sonuçları (g/cm³)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Guruplar
HB1	25	0,279	X
HB2	25	0,304	X
HB3	25	0,381	Y

Bu bilgiler ışığında sonuç olarak iki farklı jeotermal kaynak ile yapılan empenye işlemlerinde çözelti absorpsiyonu için en uygun empenye akışkanının HB3 jeotermal kaynağı olduğu söylenebilir. Ayrıca ortalama absorpsiyon değeri ağaç türü için karaçamda kızılçama göre daha yüksek bulunmuştur.

Jeotermal su absorpsiyonu bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla, (Karademir, 2012.,Var vd., 2013;,Genç, 2013) karşılaştırılmıştır. Çalışmada absorpsiyon için elde edilen değerler 0,279 – 0,381 g/cm³ arasında değiştiği ve bu değerler literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.3. Jeotermal Net Kuru Madde Retensiyonuna İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Retensiyon testine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.5.verilmiştir. Çizelge 4.5. incelendiğinde jeotermal net kuru madde retensiyonu kızılçam için HB1’de % 0,080 – % 1,453 ve ortalama % 0,766; HB2’de % 0,083 – % 1,750 ve ortalama % 0,916; HB3 ’de % 0,093 – % 2,126 ve ortalama % 1,109 olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1’ de % 2,024 – % 4,514 ve ortalama % 3,269; HB2’ de % 2,789 – % 5,279 ve ortalama% 4,034; HB3’ de % 0,530 % 3,020 ve ortalama % 1,775 olduğu görülmektedir. Buna göre sonuç olarak jeotermal net kuru madde retensiyonu kızılçam için HB3 ile emrenyede % 1,109 ile en fazla olurken HB1 ile emrenyede % 0,766 en az olmuştur. Karaçam için ise HB2 ile emrende % 4,034 ile en fazla olurken HB3 ise emrenyede % 1,775 ile en az olmuştur.

Çizelge 4.5. Jeotermal net kuru madde retensiyon testine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler (%)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (%)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılçam	HB1	0,766	0,08	1,453	0,141
	HB2	0,916	0,083	1,75	0,204
	HB3	1,109	0,093	2,126	0,436
	Kontrol	0,000	0,000	0,000	0,000
Karaçam	HB1	3,269	2,024	4,514	0,918
	HB2	4,034	2,789	5,279	3,888
	HB3	1,775	0,53	3,02	4,879
	Kontrol	0,000	0,000	0,000	0,000

Jeotermal madde retensiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçlar çizelge 4.6. da verilmiştir. Çizelge 4.6. incelendiğinde retensiyon üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler, istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($P<0,000$).

Çizelge 4.6. Jeotermal net kuru madde retensiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçlar (%)

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	174,302 ^a	7	24,900	6,338	0,000
Sınırlı Alan	193,484	1	193,484	49,246	0,000
ağaç_türü	69,333	1	69,333	17,647	0,000
Kaynak	75,184	3	25,061	6,379	0,001
ağaç_türü * kaynak	46,816	3	15,605	3,972	0,010
Hata	361,459	92	3,929		
Total	691,936	100			
Düzeltilmiş toplam	535,761	99			

a. R Değeri = 0,325 (Düzeltilmiş R Değeri= 0,274) (*Jeotermal akışkan, p**≤0,05 ise önemlidir)

Çizelge 4.7. Jeotermal net kuru madde retensiyonuna ilişkin duncan test sonuçlar (%)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Guruplar
HB3	25	1,375	Y
HB1	25	1,569	Y
HB2	25	2,053	Y

Jeotermal net kuru madde retensiyonuna ilişkin duncan test sonuçları çizelge 4.7. verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre retensiyon üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar aynı homojenlik grubu oluşturmaktadırlar. Buna göre HB1, HB2 ve HB3 kaynağı aynı homojen grupta (Y) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. Buna göre retensiyon üzerine jeotermal kaynaklar aynı düzeyde etki yapmıştır ortalama retensiyon bakımından jeotermal kaynaklar kendi aralarında karşılaştırıldığında, çoktan aza doğru olmak üzere; “ $HB2 > HB1 > HB3$ ” şeklinde sıralanmıştır.

Buna göre sonuç olarak retensiyonu etkileme bakımından her üç jeotermal kaynaktaki aynı dercede etkili olmuştur. Ayrıca ağaç türü için retensiyon değeri karaçamda kızılçama göre daha yüksek bulunmuştur.

Net kuru madde retensiyonu bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Var vd. 2013; Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada net kuru retensiyonu için elde edilen değerlerin % 1,375 - 2,053 arasında değiştiği bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

4.4. Ağırlık Kaybına İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin ağırlık kaybına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular çizelge 4.8.de verilmiştir

Çizelge 4.8. Ağırlık kaybına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (g)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (g)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılçam	HB1	0,167	0,116	0,217	0,058
	HB2	0,100	0,049	0,151	0,046
	HB3	0,183	0,133	0,234	0,192
	Kontrol	0,110	0,059	0,161	0,050
Karaçam	HB1	0,373	0,322	0,423	0,105
	HB2	0,387	0,336	0,437	0,085
	HB3	0,360	0,309	0,411	0,080
	Kontrol	0,243	0,193	0,294	0,094

Çizelge 4.8. incelendiğinde ağırlık kaybı kızılçam için HB1’de 0,116 g – 0,217 g ve ortalama 0,167 g; HB2 ‘de 0,049 g – 0,151 g ve ortalama 0,100 g; HB3‘ de 0,133 g– 0,234 g ve ortalama 0,183 g; Kontrolde 0,059 g – 0,161 g ve ortalama 0,110 gr olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1’de 0,322 g – 0,423 g ve ortalama 0,373 gr; HB2’ de 0,336 g – 0,437 g ve ortalama 0,387 g; HB3 de 0,309 g – 0,411 g ve ortalama 0,360 g; Kontrolde 0,193 g – 0,294 g ve ortalama 0,243 g olduğu görülmektedir. Buna göre sonuç olarak ağırlık kaybı kızılçam için HB3 ile empenyede 0,183 g ile en fazla olurken HB2 ile empenyede 0,100 g ile en az olmuştur. Karaçam için ise HB2 ile empenyede 0,387 g ile en fazla olurken kontrol’de 0,243 g ile en az olmuştur.

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin ağırlık kaybına ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.9. da verilmiştir. Yapılan varyans

analizi sonuçlarına göre ağırlık kaybı üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler, istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($p < 0,000$).

Çizelge 4.9. Ağırlık kaybına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	1,479 ^a	7	0,211	21,511	0,000
Sınırlı Alan	6,931	1	6,931	705,578	0,000
ağaç_türü	1,208	1	1,208	122,972	0,000
Kaynak	0,177	3	0,059	6,011	0,001
ağaç_türü * kaynak	0,094	3	0,031	3,190	0,026
Hata	1,100	112	0,010		
Total	9,511	120			
Düzeltilmiş toplam	2,579	119			
a. R Değeri = 0,573 (Düzeltilmiş R Değeri = 0,547) (*Jeotermal akışkan, $p^{***} \leq 0,05$ ise önemlidir)					

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin ağırlık kaybına ilişkin duncan test sonuçları çizelge 4.10. da verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre ağırlık kaybına etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (X,Y) oluşturmaktadırlar. Bu gruplardan X harfi en az etkiyi ifade ederken, Y harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre HB1, HB 2 ve HB 3 kaynağı aynı homojen grupta (Y) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. Kontrol örnekleri farklı homojen grupta (X) yer almıştır. Buna göre istatistiksel olarak farklı olmamakla beraber ağırlık kaybı üzerine en fazla etki yapan jeotermal kaynak HB3 olmuştur. Bu akışkan için ağırlık kaybı miktarı 0,271 g olmuştur. Ağırlık kaybı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında çoktan aza doğru olmak üzere karşılaştırıldıklarında “HB 3>HB 1>HB 2” şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.10. Ağırlık kaybına ilişkin duncan test sonuçları (g)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Guruplar
Kontrol	30	0,176	X
HB2	30	0,243	Y
HB1	30	0,269	Y
HB3	30	0,271	Y

Ağırlık bakımından jeotermal sular kontrol ile karşılaştırmıştır. Yapılan karşılaştırmaya göre genel olarak jeotermaller ağırlık kaybını artırmıştır. Bu artış kontrole göre HB3 için % 35,05, HB1 için % 34,57, HB2 için % 27,57 oranında gerçekleştirmiştir

Buna göre sonuç olarak ağırlık kaybı bakımından aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmamakla beraber HB3 jeotermal kaynağı en başarısız akışkan olmuştur. Ağırlık kaybının artması odun örneklerindeki maddesel kayıplar nedeniyle meydana gelmiş olabilir. Ağaç türü için karaçamda kızılçam göre daha yüksek ağırlık kaybı bulunmuştur.

Ağırlık kaybı bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla ve (Karademir, 2012.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada ağırlık kaybı için elde edilen değerler 0,243 - 0,271 g arasında değiştiği ve literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.5. Rutubet Miktarına İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havada bırakılan örneklerin rutubet miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Rutubet miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (%)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (%)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılcım	HB1	8,845	7,194	10,496	0,853
	HB2	8,463	7,634	9,292	0,651
	HB3	8,676	7,403	9,949	3,340
	Kontrol	7,140	6,050	8,230	0,783
Karaçam	HB1	9,837	7,550	12,531	1,643
	HB2	9,431	8,020	10,842	1,353
	HB3	9,542	7,660	11,424	1,223
	Kontrol	7,003	5,980	8,026	1,420

Çizelge 4.11. incelendiğinde rutubet miktarı kızılçam için HB1 de % 7,194 – 10,496 ve ortalama % 8,845; HB2 'de % 7,634 – 9,292 ve ortalama % 8,463; HB3' de % 7,403 – 9,949 ve ortalama % 8,676; Kontrolde % 6,050– 8,230 ve ortalama % 7,140 olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1'de % 7,550– 12,531 ve ortalama % 9,837; HB2' de % 8,020 – 10,842 ve ortalama % 9,431; HB3'de % 7,660– 11,424 ve ortalama % 9,542; Kontrolde % 5,980 – 8,026 ve ortalama % 7,003 olduğu görülmektedir. Buna göre sonuç olarak rutubet miktarı kızılçam için HB1 ile empenyede % 8,845 ile en fazla olurken kontrolde ise % 7,140 en az olmuştur. Karaçam için ise HB1 ile empenyede % 9,837 en fazla olurken kontrolde % 7,003 en az olmuştur.

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin rutubet miktarına ilişkin varyans analizi sonuçlar çizelge 4.12.'de verilmiştir. Yapılan

varyans analizi sonuçlarına göre rutubet miktarı üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkileri istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($p \leq 0,000$).

Çizelge 4.12. Rutubet miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	401,509 ^a	7	57,358	21,884	0,000
Sınırlı Alan	1775,105	1	1775,105	677,244	0,000
ağaç_türü	324,533	1	324,533	123,817	0,000
Kaynak	47,499	3	15,833	6,041	0,001
ağaç_türü * kaynak	29,477	3	9,826	3,749	0,013
Hata	293,560	112	2,621		
Total	2470,174	120			
Düzeltilmiş toplam	695,069	119			
a. R Değeri = 0,578 (Düzeltilmiş R Değeri= 0,551) (*Jeotermal akışkan, $p^{**} \leq 0,05$ ise önemlidir)					

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin rutubet miktarının ilişkin duncan ilişkin test sonuçları çizelge 4.13.' de verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre, örneklerin rutubet değerlerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol örnekleri iki homojenlik grubu (X,Y) oluşturmaktadırlar. HB1, HB2, HB3 kaynağı örneği aynı homojen grupta (Y) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. HB1 kaynağı rutubet üzerine en fazla etki yapan akışkan olmuştur. Bu akışkan için rutubet miktarı % 9,341 olmuştur. Rutubet ortalama bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere " $HB 1 > HB 3 > HB 2$ " şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.13. Rutubet miktarına ilişkin duncan test sonuçları (%)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homojen Guruplar
Kontrol	30	7,072	X
HB1	30	9,341	Y
HB2	30	8,947	Y
HB3	30	9,109	Y

Jeotermal sular rutubet miktarını artırmıştır. Bu artış kontrole göre HB1 için % 24,29, HB2 için % 20,95, HB3 için % 22,36 oranında gerçekleştirilmiştir. Bu karşılaştırmaya göre en fazla rutubet miktarı HB1 de en az rutubet miktarı HB2 gerçekleşmiştir.

Rutubet bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Karademir, 2012;, Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada rutubet için elde edilen değerler % 8,947 – 9,341 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda rutubete dair sonuçlar literatürle uyumlu olduğu görülmüştür

4.6. Yoğunluk Miktarına İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin yoğunluk miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.14.'de verilmiştir. Çizelge 4.14. incelendiğinde yoğunluk miktarı kızılçam için HB1' de $0,541 \text{ g/cm}^3 - 0,591 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,566 \text{ g/cm}^3$; HB2' de $0,516 \text{ g/cm}^3 - 0,565 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,541 \text{ g/cm}^3$; HB3' de $0,534 \text{ g/cm}^3 - 0,583 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,559 \text{ g/cm}^3$; Kontrolde $0,500 \text{ g/cm}^3 - 0,549 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,524 \text{ g/cm}^3$ olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1' de $0,528 \text{ g/cm}^3 - 0,577 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,553 \text{ g/cm}^3$; HB2' de $0,535 \text{ g/cm}^3 - 0,584 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,560 \text{ g/cm}^3$; HB3' de $0,545 \text{ g/cm}^3 - 0,594 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,570 \text{ g/cm}^3$ Kontrol da $0,537 \text{ g/cm}^3 - 0,586 \text{ g/cm}^3$ ve ortalama $0,561 \text{ g/cm}^3$ olduğu görülmektedir. Buna göre sonuç olarak yoğunluk miktarının kızılçam için HB1 ile empenyede $0,566 \text{ g/cm}^3$ ile en fazla

olurken kontrolde 0,524 g/cm³ en az olmuştur. Karaçam için ise, HB3 ile empenye de 0,570 g/cm³ en fazla olurken HB1 ile empenyede 0,553 g/cm³ en az olmuştur.

Çizelge 4.14. Yoğunluk miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (g/cm³)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (g/cm ³)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılçam	HB1	0,566	0,541	0,591	0,041
	HB2	0,541	0,516	0,565	0,033
	HB3	0,559	0,534	0,583	0,035
	Kontrol	0,524	0,500	0,549	0,023
Karaçam	HB1	0,553	0,528	0,577	0,047
	HB2	0,560	0,535	0,584	0,037
	HB3	0,570	0,545	0,594	0,042
	Kontrol	0,561	0,537	0,586	0,044

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin yoğunluk miktarı ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.15.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre yoğunluğu üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türü ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır (P>0,05) .

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin yoğunluk miktarının ilişkin duncan test sonuçları çizelge 4.16.'de verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre yoğunluk üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar tek homojenlik grubu (X) oluşturmaktadırlar. HB 1, HB 2, HB3 ve kontrol aynı homojenlik grubunda (X) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır.

Çizelge 4.15. Yoğunluk miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	0,016 ^a	7	0,002	1,466	0,193
Sınırlı Alan	24,557	1	24,557	16124,976	0,000
ağaç_türü	0,004	1	0,004	2,388	0,127
kaynak	0,005	3	0,002	1,184	0,322
ağaç_türü * kaynak	0,007	3	0,002	1,440	0,238
Hata	0,110	72	0,002		
Total	24,682	80			
Düzeltilmiş toplam	0,125	79			
a. R Değeri = 0,125 ((Düzeltilmiş R Değeri= 0,040) (*Jeotermal akışkan, p**≤0,05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.16. Yoğunluk miktarına ilişkin duncan test sonuçları (g/cm³)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Gruplar
Kontrol	20	0,543	X
HB2	20	0,550	X
HB1	20	0,559	X
HB3	20	0,564	X

Ortalama yoğunluk bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “HB3>HB1>HB2” şeklinde sıralanmıştır. Yoğunluk üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında HB3 kaynağı % 3,72 oranında yoğunluk miktarını artırırken HB2 ise % 1,27 oranında artırmıştır. Ayrıca açık havada bırakılan emprenyeli örneklerin yoğunluğunda kontrole göre, istatistiksel oranda önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Buna göre sonuç olarak, yoğunluk miktarı ağaç türü için karaçamda kızılçam göre daha yüksek bulunmuştur. Yoğunluk miktarına etkileri bakımından HB3 en başarılı olurken HB2 en başarısız akışkan olmuştur.

Yoğunluk bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd. 1993., Karademir, 2012;, Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada yoğunluk için elde edilen değerler 0,550 – 0,564 g/cm³ arasında değiştiği, bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.7. Eğilme Direncine İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal sularla emrenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (N/mm²)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (N/mm ²)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılçam	HB1	107,112	95,847	118,377	16,311
	HB2	100,133	88,868	111,398	19,762
	HB3	94,132	82,867	105,397	24,055
	Kontrol	101,698	90,432	112,963	13,275
Karaçam	HB1	83,556	72,291	94,821	12,325
	HB2	76,872	65,607	88,137	20,328
	HB3	82,389	71,124	93,654	14,740
	Kontrol	97,956	86,691	109,221	18,992

Çizelge 4.17. incelendiğinde eğilme direnci kızılçam için HB1' de 95,847 N/mm² – 118,317 N/mm² ve ortalama 107,112 N/mm²; HB2' de 88,868 N/mm² – 111,398 N/mm² ve ortalama 100,133 N/mm²; HB3'de 82,867 N/mm²– 105,397 N/mm² ve ortalama 94,132 N/mm²; Kontrolde 90,432 N/mm² – 112,96 N/mm² ve ortalama 101,698 N/mm² olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1'de 72,291 N/mm² – 94,821 N/mm² ve ortalama 83,556 N/mm²; HB2 de 65,607 N/mm²– 88,137 N/mm² ve ortalama 76,872 N/mm²; HB3 de 71,124 N/mm² – 93,654 N/mm² ve ortalama 82,389

N/mm²; Kontrolde 86,691 N/mm² 109,221 N/mm² ve ortalama 97,956 N/mm² olduğu görülmektedir. Buna göre sonuç olarak eğilme direnci kızılçam için HB1 ile empenyede 107,112 N/mm² ile en fazla olurken HB3 ile empenye de 94,132 N/mm² en az olmuştur. Karaçam için ise kontrol’ de 97,956 N/mm² en fazla olurken HB2 ile empenyede 76,872 N/mm² ile en az olmuştur.

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havada bırakılan örneklerin eğilme direncine ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.18. de verilmiştir varyans analizi sonuçlarına göre eğilme direnci üzerine jeotermal kaynaklar ve etkileşimin etkileri istatistiksel anlamda önemsiz çıkarken ağaç türünün etkisi önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.18. Eğilme direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	8134,394 ^a	7	1162,056	3,639	0,002
Sınırlı Alan	691636,025	1	691636,025	2165,861	0,000
ağaç_türü	4851,998	1	4851,998	15,194	0,000
Kaynak	1894,897	3	631,632	1,978	0,125
ağaç_türü * kaynak	1387,499	3	462,500	1,448	0,236
Hata	22992,147	72	319,335		
Total	722762,566	80			
Düzeltilmiş toplam	31126,541	79			

a. R Değeri = 0,261 (Düzeltilmiş R Değeri = 0,190) (*Jeotermal akışkan, p**≤0,05 ise önemlidir)

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havada bırakılan örneklerin eğilme direncine ilişkin duncan test sonuçları çizelge 4.19.’ de verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre eğilme direncine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol aynı homojenlik grubunda (X) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmamakla beraber HB1 kaynakları 95,334 N/mm² ile en fazla etkiyi yaparken HB3 kaynağı 88,260 N/mm² ile en az etkiyi yapmıştır. Eğilme direnci bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “HB1>HB2>HB3” şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.19. Eğilme direncine ilişkin duncan testi sonuçları (N/mm²)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Guruplar
HB3	20	88,260	X
HB2	20	88,502	X
HB1	20	95,334	X
Kontrol	20	99,827	X

Bu bilgiler ışığında sonuç olarak eğilme direnci, ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur. Eğilme direnci bakımından en düşük değeri HB3 jeotermal kaynağının verdiği söylenebilir. Eğilme direnci kontrol örneklerine göre HB3 kaynağı % 11,58 oranında miktarını azaltırken HB1 % 4,50 oranında azaltmıştır.

Eğilme direnci bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd. 1993., Karademir, 2012.; Genç, 2013.; Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada eğilme direnci için elde edilen değerler 88,502 – 99,827 N/mm² arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.8. Eğilmede Elastikiyet Modülünü'ne İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal sularla emrenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin elastikiyet modülününe ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.20.' de verilmiştir.

Çizelge 4.20. incelendiğinde elastikiyet modülü kızılçam için; HB1'de 2103,605 N/mm²– 7861,163 N/mm² ve ortalama 4982,384 N/mm²; HB2'de 2225,266 N/mm²– 6561,646 N/mm² ve ortalama 4393,456 N/mm²; HB3'de 1873,522 N/mm² – 599,088 N/mm² ve ortalama 3934,305 N/mm²; Kontrolde 3452,258 N/mm² – 6354,011 N/mm² ve ortalama 4903,135 N/mm² olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1'de 1612,795 N/mm² – 4966,079 N/mm² ve ortalama 3289,437 N/mm²; HB2' de 1130,839 N/mm² – 4324,299 N/mm² ve ortalama 2727,569 N/mm²; HB3' de 1260,799 N/mm² – 4757,909 N/mm² ve ortalama 3009,354 N/mm²; Kontrolde

1895,415 N/mm² – 6186,634 N/mm² ve ortalama 4041,022 N/mm² olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. Elastikiyet modülüne ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (N/mm²)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (N/mm ²)			Std. Sapma
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılçam	HB1	4982,384	2103,605	7861,163	1043,378
	HB2	4393,456	2225,266	6561,646	1980,492
	HB3	3934,305	1873,522	5995,088	2214,508
	Kontrol	4903,135	3452,258	6354,011	1120,934
Karaçam	HB1	3289,437	1612,795	4966,079	2549,987
	HB2	2727,569	1130,839	4324,299	1761,003
	HB3	3009,354	1260,799	4757,909	2087,618
	Kontrol	4041,022	1895,415	6186,634	1537,592

Buna göre sonuç olarak eğilmede elastikiyet modülü kızılçam için kontrol de 4903,135 N/mm² ile en fazla olurken HB3 ile empenye de 3934,305 N/mm² en az olmuştur. Karaçam için ise kontrol de 4041,022 N/mm² ile en fazla olurken HB2 ile emrenyede 2727,569 N/mm² en az olmuştur.

Jeotermal sularla emrenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin elastikiyet modülüne ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.21.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre eğilmede elastikiyet modülü üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türü ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır (P>0,05).

Çizelge 4.21. Elastikiyet modülüne ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
Kontrol Model	1471219619,978	7	210174231,425	0,611	0,745
Sınırlı Alan	89462217416,674	1	89462217416,674	260,278	0,000
ağaç_türü	119444242,212	1	119444242,212	0,348	0,557
kaynak	583994989,496	3	194664996,499	0,566	0,639
ağaç_türü * kaynak	767780388,270	3	255926796,090	0,745	0,529
Hata	24747699050,323	72	343718042,366		
Total	115681136086,976	80			
Düzeltilmiş toplam	26218918670,302	79			
a. R Değeri = 0,056 (Düzeltilmiş R Değeri = -0,036)(*Jeotermal akışkan, p**≤0,05 ise önemlidir)					

Jeotermal sularla emrenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin elastikiyet modülüne ilişkin duncan test sonuçları çizelge 4.22.'de verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre eğilmede elastikiyet üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol aynı homojenlik grubunda (X) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. Aralarında önemli bir farklılık olmamakla beraber HB1 kaynağı 4135,911 N/mm² ile en fazla etkiyi, HB3 ise 3471,829 N/mm² ile en az etkiyi yapan kaynak olmuştur. Eğilmede elastikiyet modülü jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere "*HB1 > HB2 > HB3*" şeklinde sıralanmıştır.

Bu bilgiler ışığında sonuç olarak üç eğilmede elastikiyeti modülü bakımından en düşük değeri HB3 jeotermal kaynağının verildiği söylenebilir. Eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında HB3 kaynağı % 22,36 oranında azaltırken HB1'de ise aynı şekilde % 7,51 oranında azaltmıştır. Buna göre jeotermal suların, açık havada bırakılan örneklerin eğilmede elastikiyet modülü kontrole göre, azatlığı fakat azalmanın istatistiksel oranda önemli bir değişiklik meydana getirmediği söylenebilir.

Çizelge 4.22. Elastikiyet modülüne ilişkin duncan testi sonuçları (N/mm²)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Guruplar
HB3	20	3471,829	
HB2	20	3560,512	
HB1	20	4135,911	
Kontrol	20	4472,078	

Eğilmede elastikiyet modülü akımından bu tezden elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd. 1993., Karademir, 2012., Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada eğilmede elastikiyet modülü için elde edilen değerler 3471,829 – 4135,911 N/mm² arasında değiştiği bu değerler literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.8. Liflere Paralel Basınç Direncine İlişkin Bulgular Ve Tartışma

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havada bırakılan örneklerin liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular (N/mm²)

Ağaç Türü	Jeotermal Kaynak	Tanımlayıcı istatistikler (N/mm ²)			Std. Sapma (N/mm ²)
		Ortalama	En az	En fazla	
Kızılcım	HB1	39,782	35,732	43,832	2,477
	HB2	39,641	32,451	46,832	1,702
	HB3	38,977	35,247	42,707	2,40
	Kontrol	50,671	41,485	59,857	3,174
Karaçam	HB1	38,043	31,251	44,834	2,352
	HB2	40,835	30,254	51,416	2,930
	HB3	38,798	33,452	44,143	2,760
	Kontrol	50,671	40,214	61,128	0,961

Çizelge 4.23. incelendiğinde liflere paralel basınç direncine kızılçam için HB1’de 35,732 N/mm² – 43,832 N/mm² ve ortalama 39,782 N/mm²; HB2’de 32,451 N/mm² – 46,832 N/mm² ve ortalama 39,641 N/mm²; HB3’de 35,247 N/mm²– 42,707 N/mm² ve ortalama 38,977 N/mm²; Kontrolde 41,485 N/mm² – 59,857 N/mm² ve ortalama 50,671 N/mm² olduğu görülmektedir. Karaçam için ise, HB1’de 31,251 N/mm² – 44,834 N/mm² ve ortalama 38,043 N/mm²; HB2’de 30,254 N/mm² – 51,416 N/mm² ve ortalama 40,835 N/mm²; HB3’ de 33,452 N/mm² – 44,143 N/mm² ve ortalama 38,798 N/mm²; Kontrolde 40,214 – 61,128 N/mm² ve ortalama 50,671 N/mm² olduğu görülmektedir. Buna göre sonuç olarak jeotermal sularla liflere paralel basınç direncine kızılçam için kontrolde 50,671 N/mm² ile en fazla olurken HB3 ile empenye de 38,977 N/mm² en az olmuştur. Karaçam için ise kontrol ile empenye de 50,671 N/mm² en fazla olurken HB1 ile empenyede 38,043 N/mm² en az olmuştur.

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havada bırakılan örneklerin liflere paralel basınç direncine ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 4.24.’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler, istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır (P<0,000).

Çizelge 4.24. Liflere paralel basınç direncine ilişkin varyans analizi sonuçlar

Varyans analizi	Type III Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Oranı	p**
kontrol Model	343,594 ^a	7	49,085	8,260	0,000
Sınırlı Alan	22368,718	1	22368,718	3764,131	0,000
ağaç_türü	23,459	1	23,459	3,948	0,051
kaynak	229,644	3	76,548	12,881	0,000
ağaç_türü * kaynak	90,490	3	30,163	5,076	0,003
Hata	427,867	72	5,943		
Total	23140,179	80			
Düzeltilmiş toplam	771,461	79			
a. R Değeri = 0,445 R Değer = 0,391) (*Jeotermal akışkan, p**≤0,05 ise önemlidir)					

Jeotermal sularla empenye edildikten sonra açık havda bırakılan örneklerin liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan test sonuçları 4.25.'de verilmiştir. Yapılan duncan testi sonuçlarına göre liflere paralel basınç direncine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol iki farklı homojenlik grubu (X,Y) oluşturmaktadırlar. Bu gruplardan X harfi en az etkiyi ifade ederken, Y harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre kontrol liflere paralel basınç üzerine en fazla etki yapan grupta (Y) yer almaktadır. Bu grubu için liflere paralel basınç miktarı 50,671 N/mm² olarak belirlenmiştir. HB1, HB2 kaynağı ile HB3 kaynağı aynı homojenlik grubunda yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. Liflere paralel basınç bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “HB2>HB1>HB3” şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.25. Liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan testi sonuçları (N/mm²)

Jeotermal Kaynak	Örnek sayısı	Ortalama	Homejen Guruplar
HB1	20	38,912	X
HB2	20	40,238	X
HB3	20	38,887	X
Kontrol	20	50,671	Y

Bu bilgiler ışığında ağaç Sonuç olarak liflere paralel basınç direncinin türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek olduğu. Jeotermal sular için en düşük etkiyi HB3 jeotermal kaynağının yaptığı söylenebilir.

Liflere paralel basınç direnci bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt vd., 1993;, Karademir, 2012;, Genç, 2013;, Öktem ve Sözen 2014) karşılaştırılmıştır. Çalışmada liflere paralel basınç için elde edilen değerler 38,887 – 40,238 N/mm² arasında değiştiği ve bu değerinin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Uşak-Hamamboğazı jeotermal akışkanları, ahşap emprenye sektöründe kullanılan çeşitli tuzlar veya mineraller içermektedir. Bu maddelerin sayısı 10 adet olup, toplam derişimleri 1910,62 mg/l - 2484,55 mg/l arasında değişmektedir. Bunlar, jeotermaldeki toplam kimyasalın, sayı olarak % 58.82'ini ve derişim olarak % 48,01'ını oluşturmaktadır. Bu durum, söz konusu jeotermal kaynakların, önemli ölçüde ahşap emprenye maddesi potansiyeline sahip olduklarını ortaya koymaktadır.
- Jeotermal akışkanlarla emprenyeli örneklerde, rutubet, ağırlık kaybı, yoğunluk, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri, kontrol örneklerine göre daha yüksek çıkmıştır. Değerlerdeki bu yükseklik, rutubet için % 24,29 - % 20,95, ağırlık kaybı için % 35.05 - % 27.57, yoğunluk için % 3.72 - % 1.27, eğilme direnci için % 11.58 - % 4,50 ve eğilmede elastikiyet modülü için % 22,36 - % 7,51 arasında değişen oranlarda gerçekleşmiştir. Liflere paralel basınç direncinde ise % 23,25 - % 20,58 oranın azalmalar görülmüştür.
- Uşak Banaz Hamamboğazı jeotermal akışkanlarının açık hava koşullarında, kızılçam ve karaçam diri odunlarının yoğunluk, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünü kontrole göre artırırken rutubet, ağırlık kaybı ve liflere paralel basınç direncini ise azaltmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Akkuş, İ. ve Aydoğdu, Ö., 2006. Türkiye'nin jeotermal kaynaklarının potansiyeli ve önemli Jeoloji Mühendisleri Odası Jeotermal Enerji ve Yasal Düzenlemeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı. s. 48-57
- Akıllı, H., Ersöz, M.E 2002. The application and the progress of geothermal energy in Turkey, 11 (67-78) .
- Anonim, 2010 a. İstanbul Orman Fakültesi Kütüphanesi, ağaç bilgi sistemi. İnternet Adresi. <http://www.orman.istanbul.edu.tr/node/1256>, Erişim Tarihi:12.11.2014
- Anonim, 2011. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü. İnternet Sitesi.<http://www.eie.gov.tr>. Erişim Tarihi: 16.10.2014
- Anonim, 2010 b. İller Bankası Genel Müdürlüğü (İBGM) .Uşak il Özel İdaresi Hamamboğazı HB-2, HB-3 ve HB-4 Numaralı Jeotermal Kuyuları Test ve Ölçüm Raporu., Uşak
- Anonim, 2012. Isıl İşlem Fırınları. İnternet Sitesi. <http://www.star-tr.com/index.php>, Erişim Tarihi:22.01.2012
- Anonim, 2006. ASTM D 358–55 (1970) ve ASTM D 358–98 (2006) standardına
- Arslan, S. Darıcı, M. Ve Karahan, Ç., 2001. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli. Jeotermal Enerji Semineri.
- Aytaşkın, A; 2009. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş ağaç malzemenin bazı teknolojik özellikleri. Karabük Üniversitesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, Yüksek lisans tezi, 115 sayfa, Karabük.
- Barbier E; 2002. Geothermal energy technology and current status: An overview, Renewable and Sustainable Energy Reviews 6:3–65.
- Barnes, HM, Stewart, H.A.,Murphy, R.J., 2004. Vapor Boron Treatment of Composites Reduce Tool Wear, Technical Note, ForestProd. J., 54 (10): 69–73.
- Black J M, Laugnan D. F, and Mraz E. A., 1979. Natural Finishing Research, Department of Agriculture Service, Madison, Forest Product Laboratory, FPL-V.046.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993.Emrenye Tekniği, İstanbul Üniversite Orman Fakültesi Yayınları No: 3779/425, İstanbul.
- Data, G., Bahati, G., 2003. The Chemistry of Geothermal Waters From Areas Outside the Active
- Davraz, A. 2008. Hydrogeochemical and hydrogeological investigations of thermal waters in the Uşak Area (Turkey). Environmental Geology 54, 615-628.

- Ergin, Z. , 1988. Tuzun Üretim Teknolojisi ve İnsan Sağlığındaki Yeri. Madencilik Mart 1988 Cilt 27 Sayı:1
- Feist, W., 1983. Weathering and protection of wood, American Wood-Preserves Association
- Fruno, T., 1991. Combinations of Woodand Silicate: I. Impregnationby Water Glass and Applications of Aluminum Sulfate and Calcium Chloride as React and, Mokuzai Gakkaishi, 37(5): 462-472.
- Gemici, Ü., Tarcan, G., 2002. Hydroge ochemistry of the Simav Geothermal Field, Western Anatolia, Turkey, J. of Volcanology and Geothermal Research, 116: 215-233.
- Gemici,Ü., Tarcan,G.,Çolak, M., Helvacı, C.,2004. Hydroge ochemical and Hydroge ological Investigations of Thermal Water in the Emet Area (Kütahya, Turkey), Applied Geochemistry, 19: 105-117.
- 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, ss 74 Isparta.
- Gokcen, G., Kocar, G., Hepbaşlı, A., 2003, Year-End Geothermal Development Status of Turkey, 2002, International Geothermal Conference, Reykjavik, Sept., Session #10, p.9–14.
- Grigoriou, A., Passialis, C., 1990. Gum Rosin as Water Repellent Additivefor Particle board, Holzforse hungund Holzver wertung, 5: 93–94
- John, 2005. W.L. Timberdrying at Kawerau, Geo-HeatBulletin Vol. 19, No. 3, Taradale, New Zeal and.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı: Uşak Yöresi Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ss 58 Isparta.
- Kaya, A., 2012. Açık Hava Koşulları Altında Ağaç Malzemede Meydan Gelen Değişimlere Karşı Alınabilecek Önlemler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seminer, ss 34 Isparta.
- Küçükayavuz, O. , 1995. Ahşap Kaplama Üretim Tesisi Proje Profili. Proje s.4 Yıl 1995 Ankara
- Levan, S. L., Tran, H.C., 1990. The Role of Boron in Flame–Retardant Treatments, 1st International Conference on Wood Protectionwith Diffusible Preservatives: Proceedings 47355; 1990 November 28–30; Nashville, TN. Madison, WI: Forest Products Research Society, p.39–41.

- Lienau, P.J., Lund, J.W., 1981. Industrial Application (Geothermal Guidebook, Chapter 16), OIT Geo-Heat Center, Klamath Falls, OR 97603, p. 333–357.
- Lienau, P. J., 1989. Geothermal Direct Heat Application Potential, Annual Meeting of Intera gency Geothermal Coordinating Council, Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology.
- Lund, J. W., Culver,G.,Lienau, J., 1978. Ground water Characteristics and Corrosion Problems Associated with the Useof Geothermal Water in Klamath Falls, Oregon, Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology, Klamath Falls, OR.
- Mahon, T., Harvey, C., Crosby, D., 2000. The Chemistry of Geothermal Fluids in Indonesia and Their Relationshipto Waterand Vapour Dominated Systems, Proceeding World Geothermal Congress, Kyushu– Tohoku, Japan, May 28–Jun 10, p.1389–394.
- Merdan, R., 2011. Ahşap Yapı Elemanlarının Borlu Bileşiklerle Farklı Çalışma Şartlarında Emprenye Edilebilirliğinin Araştırılması, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 118 sayfa, 2011. Isparta
- 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
- Öktem, E., Sözen, M.R., 2014. Reçine Üretimini Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Fiziksel Ve Mekaniksel Özellikleri Üzerine etkisi, <http://www.wep.ogm.gov.tr/birimler/araştırma/içanadolu/dökümanlar/bültenler/0256.pdf>. Erişim Tarihi: 07.09.2014
- Özdemir, A. ,2009. “Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli”, Jeotermal Enerji Semineri
- Peker, H., 1997. Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklere Emprenye Maddelerinin Etkileri. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Pırrıt, N. and Dunstall, M. 2005. Drying of fibrous crops using geothermals team and hot water at the Taupo Lucerne Company, PO Box 1396, Taupo, New Zeland, 2005.
- Serpen, U., ÖNGÜR, T. VE AKSOY, N., 2009. Hukuk ve Kargaşa: Jeotermal Örneği. TMMOB Jeotermal Kongresi, 23-25 Aralık 2009, Ankara, s. 11-20.
- Tan, H., Ay, N., Buharlamamın Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* dehn.) Odununun Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,12(1):49-56 (2011).
- 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
- 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
- TS 2478 1976. Odunun statik eğilmede elastikiyet modülü tayini. TSE, Ankara
- TS 2474,1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. TSE, Ankara
- TS 2472,1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. TSE, Ankara
- TS 2471,1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. TSE, Ankara
- TS 343, 2012. Ahşap koruma. – Terimler ve Tarifler, TSE, Ankara
- TS 2595,1977. Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımının tayini. TSE, Ankara
- TS 4176,1984. Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen mescerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması. TSE, Ankara
- Ünsal, Ö. , 2004. Douglas Gök narından Elde Edilmiş Soyma Kaplama Levhalarında, Tomruk Halde İken Depolamanın, Pişirmenin ve Soyma Sıcaklığının Yüzey Pürüzsüzlüğü üzerine etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2004, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 124-134, Isparta*
- Var, A. A. ve Bilgin, A. 2007. Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Kullanım Maksatları ve Orman Endüstrisi: Kereste Kurutma Örneği 15. Mühendislik mimarlık sempozyumu. 2007
- Var, A. A. , 2009. Jeotermal Akışkanlarda Potansiyel Emprenye Maddelerinin Miktarı ve Bunların Ahşap Emprenye İşlemine Uygunluğu, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2009, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 184-197, Isparta*
- Var, A.A. ve Karademir, E. 2011. "Türkiye'de Orman Ürünleri Endüstrisi İçin Yeni Bir Yaklaşım: Jeotermal Enerji Uygulamaları" I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş
- Var,A.A.; Yalcin, M.; Sen, S.; Tascioğlu, C., 2012. Antifungal Activity of Geothermal Fluids from Different Regions of Turkey, *Bio Resources*, 7(3),4226-4236.

- VAR, A.A., Göncü, D., Karsantıözü F., 2013. izmir-Doğanbey jeotermal suları ile emprenye edilmiş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve genişlemenin incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversite Orman Fakültesi Dergisi, 14/2 (127-133)
- Williams, L.H. (1987); “Wood Moisture Levels Affect Xyletinus Peltatus (Anobiidae) Infestations”, Environmental Entomology, 12(1): 135-140
- Yeşin, O., 2003. Türkiye’de Jeotermal Enerji Uygulamaları, 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 3–5 Eylül 2003, Isparta, s.xxi–xxxiii
- Yörükoğlu A., 2003, Türkiye Jeotermal Enerji Ve Çevre potansiyeli <http://www.adilozdemir.com/upload/dokumanlar/5311859-65.pdf> Erişim Tarihi: 11/12/2014
- Zreu, 2005, Geothermal Energy Utilization in Turkey <http://www.adilozdemir.com/upload/dokumanlar/5311859-65.pdf> Erişim Tarihi: 11/12/2014

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet DEMİRTAŞ

Doğum Yeri ve Yılı : Şanlıurfa, 1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ebu_zeyd63@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Şanlıurfa Endüstri Meslek Lisesi, 2001

Lisans : Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi,
Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği 2008