

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

**KÜTAHYA-SİMAV YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLARININ
EMPRENYE MADDELERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ VE BU
KAYNAKLARIN AHŞABIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

İbrahim KARDAŞ

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2014**

©2014 [İbrahim KARDAŞ]

TEZ ONAYI

İbrahim KARDAŞ tarafından hazırlanan "**Kütahya-Simav Yöresi Jeotermal Kaynaklarının Emprenye Maddeleri Açısından İncelenmesi ve Bu Kaynakların Ahşabın Bazı Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması**" 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.

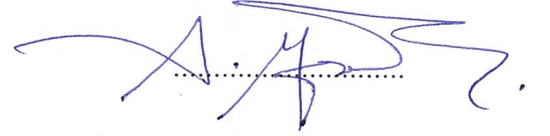
Danışman

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



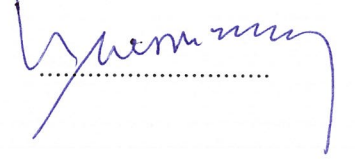
Jüri Üyesi

Doç.Dr. Samim YAŞAR
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. İlhami Emrah DÖNMEZ
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.

İbrahim KARDAŞ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.1.1. Jeotermal enerji	2
1.1.1.1. Dünyada jeotermal enerji	2
1.1.1.2. Türkiye’de jeotermal enerji	7
1.1.1.3. Kütahya’da jeotermal enerji	10
1.1.1.4. Simav’da jeotermal enerji.....	12
1.1.2. Ağaç malzeme.....	14
1.1.2.1. Karaçam.....	14
1.1.2.2. Kızılçam	14
1.1.3. Emrenye.....	15
1.1.3.1. Ahşap emprenye maddeleri	15
1.1.3.2. Ahşap emprenye metotları.....	16
2. KAYNAK ÖZETLERİ	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Deney numunelerinin hazırlanışı	23
3.1.2. Jeotermal akışkan	24
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Emprenye işlemi	25
3.2.2. Fiziksel özelliklerin tayini	26
3.2.2.1. Jeotermal su absorpsiyonu tayini	26
3.2.2.2. Net kuru madde miktarı tayini	27
3.2.2.3. Yoğunluk tayini	27
3.2.2.4. Rutubet tayini.....	28
3.2.2.5. Şişme (Genişleme) tayini	28
3.2.2.6. Çekme (Daralma) tayini	29
3.2.3. Mekanik özelliklerin tayini.....	30
3.2.3.1. Eğilme direnci tayini	30
3.2.3.2. Eğilmede elastikiyet modülü tayini.....	30
3.2.3.3. Liflere paralel basınç direnci tayini.....	31
3.3. İstatistiksel yöntem.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	32
4.1. Kütahya Simav yöresi Jeotermal Kaynaklardaki Potansiyel Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	32
4.2. Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular ve Tartışma	33
4.2.1. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin bulgular ve tartışma.....	33
4.2.2. Net kuru madde miktarına ilişkin bulgular ve tartışma.....	36
4.2.3. Yoğunluğa ilişkin bulgular ve tartışma	38
4.2.4. Rutubete ilişkin bulgular ve tartışma	40

4.2.5. Şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma	43
4.2.5.1. Radyal şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma	43
4.2.5.2. Teğet şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma	45
4.2.5.3. Hacimsel şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma	48
4.2.6. Çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma	50
4.2.6.1. Radyal çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma	50
4.2.6.2. Teğet çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma	52
4.2.6.3. Hacimsel çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma	55
4.3. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular ve Tartışma	57
4.3.1. Eğilme direncine ilişkin bulgular ve tartışma	57
4.3.2. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin bulgular ve tartışma	60
4.3.3. Liflere paralel basınç direncine ilişkin bulgular ve tartışma	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	70

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜTAHYA-SİMAV YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLARININ EMPRENYE MADDELERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ VE BU KAYNAKLARIN AHŞABIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

İbrahim KARDAŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR

Bu çalışmada Kütahya- Simav ilçesinde bulunan Eynal, Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynaklarının emprenye maddeleri açısından incelenmesi ve bu kaynaklar ile emprenye edilmiş karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunlarının bazı özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Deneyde emprenye maddesi olarak Eynal, Çitgöl, Naşa jeotermal sahasında bulunan kaynaklar kullanılmıştır. Ağaç malzeme olarak kızılçam ve karaçam ağaç türleri kullanılmıştır. Hazırlanan örnekler jeotermal kaynakta uzun süreli daldırma yöntemi uygulanarak emprenye edilmiştir. Emprenye işlemi sonunda örnekler üzerinde absorpsiyon, net kuru madde miktarı, yoğunluk, rutubet, şişme, çekme, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve liflere paralel basınç testleri yapılmıştır. Testlerin sonuçları istatistiksel anlamda değerlendirilmiş ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre jeotermal akışkanlar ağaç malzemenin absorpsiyon ve net kuru madde miktarlarını önemli derecede artırırken, radyal yönde şişme, teğet yönde şişme, hacimsel şişme, radyal yönde çekme, teğet yönde çekme ve hacimsel çekme değerlerini azaltmıştır. Jeotermal akışkanlar eğilme direnci ve liflere paralel basma direnci değerlerini düşürmüştür.

İstatistiksel olarak jeotermal kaynakların; yoğunluk, teğet yönde çekme ve eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkileri önemsiz bulunmuş iken diğer özellikleri önemli derecede etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme, Kütahya, Simav, Emprenye, Jeotermal

2014, 70 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF WOOD PRESERVATIVES IN KÜTAHYA-SİMAV ZONE GEOTHERMAL FLUIDS AND SOME PROPERTIES OF THESE FLUIDS-IMEREGNATED WOOD MATERIALS

İbrahim KARDAŞ

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Forest Industry Engineering

Supervisor: Assoc. Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR

In this study, Kütahya's geothermal field in one of the each including a total of three geothermal resources which are Eynal, Çitgöl and Naşa, in terms of its impregnating material are aimed to examine and search for some of the features of Crimean pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) which were impregnated.

In the experiment, as the material Simav Eynal region (E6), Çitgöl (C-1), and Nasa (N-1) geothermal resources, and Crimean pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) woods were used. Wood samples prepared with geothermal water were impregnated by applying immersion method separately. The geothermal water absorption, the accordingly geothermal fluid absorption and clear wood material significantly increases the amount of dry matter, dry matter content, density, moisture, towing, swelling, bending strength, modulus of elasticity in bending and compression tests in parallel direction to the fibers were performed on the examples. The results of the tests were evaluated into statistical meaning and reached meaningful results. Accordingly, while geothermal fluids increase absorption and dry matter amount of wood material significantly, reduce the values of radial swelling, tangential swelling, volumetric swelling, radial tension, tangential shrinkage and volumetric shrinkage, then provide to increase performances. The geothermal decreased fluid bending strength and parallel compression strength. As statistics significant geothermal resources; density, tensile and flexural modulus of elasticity in the tangential direction on the effects have been negligible while, other properties significantly affected.

Keywords: Wood material, Kütahya, Simav Impregnation, Geothermal

2014, 70 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni ynlemdiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR'a teŐekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli arkadaşlarım Ahmet GENÇ'e ve Erkan KARADEMİR'e, Jeotermal kaynak temini konusunda yardımcı olan, başta Ali ABACIOĞLU olmak üzere SiMAV BELEDİYESİ yetkilileri ve çalışanlarına, deney çalışmalarımnda yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Gürcan GÜLER' e teşekkür ederim.

3364-YL1-12No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

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

İbrahim KARDAŞ
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Jeotermal akışkanların sıcaklıklarına göre kullanım alanları 3 (Lindal Diyagramı)..... 3	3
Şekil 1.2. Dünya'daki jeotermal enerji uygulamaları 4	4
Şekil 1.3. Dünya'da jeotermal enerjinin elektrik dışı uygulamaları..... 5	5
Şekil 1.4. Türkiye'de bulunan jeotermal alanlar 7	7
Şekil 3.1. Örneklerin hazırlanması ve kurutulması23	23
Şekil 3.2. Örneklerin hazırlanması ve tam kuru hale getirilerek saklanması.....24	24
Şekil 3.3. Örneklerin jeotermal kaynaklarla emprenye uygulaması.....25	25
Şekil 3.4. Örneklerin fiziki ölçümlerinin yapıp tam kuru hale getirilmesi26	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Dünya’da jeotermal enerji kurulu güç gelişimi	6
Çizelge 1.2. Ülkemizde jeotermal bölgesi ısıtma sistemleri ve işletme bilgileri	8
Çizelge 1.3. Türkiye’deki jeotermal sera uygulamaları ve kapasiteleri.....	9
Çizelge 1.4. Kütahya yöresi jeotermal kaynakları.....	11
Çizelge 1.5. Eynal kaplıcaları sıcak su kuyuları.....	13
Çizelge 3.1. Simav yöresi jeotermal kuyuları derinlik sıcaklık ve debi değerleri	24
Çizelge 4.1. Simav jeotermal kuyuları kimyasal analizi.....	32
Çizelge 4.2. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	33
Çizelge 4.3. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	34
Çizelge 4.4. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin duncan testi sonuçları	34
Çizelge 4.5. Net kuru madde miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	36
Çizelge 4.6. Net kuru madde miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	36
Çizelge 4.7. Net kuru madde miktarına ilişkin duncan testi sonuçları	36
Çizelge 4.8. Yoğunluğa ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	38
Çizelge 4.9. Yoğunluğa ilişkin varyans analizi sonuçları	38
Çizelge 4.10. Yoğunluğa ilişkin duncan testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.11. Rutubete ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	40
Çizelge 4.12. Rutubete ilişkin varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.13. Rutubete ilişkin duncan testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.14. Radyal şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	43
Çizelge 4.15. Radyal şişmeye ilişkin varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.16. Radyal şişmeye ilişkin duncan testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.17. Teğet şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	45
Çizelge 4.18. Teğet şişmeye ilişkin varyans analizi sonuçları	46
Çizelge 4.19. Teğet şişmeye ilişkin duncan testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.20. Hacimsel şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	48
Çizelge 4.21. Hacimsel şişmeye ilişkin varyans analizi sonuçları	48
Çizelge 4.22. Hacimsel şişmeye ilişkin duncan testi sonuçları	48
Çizelge 4.23. Radyal çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	50
Çizelge 4.24. Radyal çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	50
Çizelge 4.25. Radyal çekmeye ilişkin duncan testi sonuçları	51
Çizelge 4.26. Teğet çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	52
Çizelge 4.27. Teğet çekmeye ilişkin varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.28. Teğet çekmeye ilişkin duncan testi sonuçları	53
Çizelge 4.29. Hacimsel çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	55
Çizelge 4.30. Hacimsel çekmeye ilişkin varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.31. Hacimsel çekmeye ilişkin duncan testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.32. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	57
Çizelge 4.33. Eğilme direncine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.34. Eğilme direncine ilişkin duncan testi sonuçları	58
Çizelge 4.35. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	60
Çizelge 4.36. Eğilme elastikiyet modülüne ilişkin varyans analizi sonuçları	60

Çizelge 4.37. Eğilme elastikiyet modülüne ilişkin duncan testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.38. Liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular	62
Çizelge 4.39. Liflere paralel basınç direncine ilişkin varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 4.40. Liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan testi sonuçları.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A _{jö}	Jeotermal işlemden önceki hava kurusu ağırlık
A _{js}	Jeotermal işlemden hemen sonraki yağ ağırlık
ÇK	Karaçam
ÇZ	Kızılçam
f	Sehim
JSA	Jeotermal su absorpsiyonu
L _r	Hava kurusu halde radyal yönde ölçülen boyut
L _{rmax}	LDN üzerinde radyal yönde ölçülen maksimum boyut
L _{rmin}	Tam kuru halde radyal yönde ölçülen boyut
L _t	Hava kurusu halde teğet yönde ölçülen boyut
L _{tmax}	LDN üzerinde teğet yönde ölçülen maksimum boyut
L _{tmin}	Tam kuru halde teğet yönde ölçülen boyut
M _h	Hava kurusu ağırlık
Ph	Hava kurusu yoğunluk
P _{max}	Kırılma yükü
V _{jö}	Jeotermal işlemden önceki hava kurusu hacim
W	Rutubet

1. GİRİŞ

İnsanların kullandığı çeşitli yapı malzemeleri içerisinde ağaç malzeme, en eski ve kullanım alanları en yaygın olanlarından birisidir. Ağaç malzemeye bu özelliği kazandıran husus, hafifliğine karşın direncinin yüksek olması, kolay işlenebilir özellikte bulunması, şekil verilebilir nitelikte ve vida ile çivi tutma özelliklerinin bulunması gibi hususlar sayılabilir. Doğal haldeki ağaç malzeme herhangi bir koruyucu işlem görmemişse kullanım yerinde çeşitli mantarlar ve böcekler tarafından kısa sayılabilecek bir sürede tahrip edilerek çürütülebilmekte ve kullanılamaz duruma gelebilmektedir. Böylece her yıl çok büyük maddi kayıplar meydana geldiği gibi ormanlar üzerinde de olumsuz etkiler yapabilmektedir. Ancak alınacak çeşitli kimyasal ve doğal önlemlerle ağaç malzemeyi bu zararlılardan uzun süre koruma imkânı bulunmaktadır.

Bu çalışmamızda 'da doğal bir kaynak olarak jeotermal enerjinin ahşap koruma sektöründeki kullanılabilirliğine bakılmış ve diğer kullanılan kimyasal emrenye maddelerine göre; doğaya, insana daha az zararlı bir emrenye maddesi bulmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca bu çalışma yenilenebilir enerji kullanımını desteklemeye yönelik çalışmalara da bir destek mahiyetinde değerlendirilebilir.

1.1. Genel Bilgiler

Dünya'daki teknik ve ekonomik gelişmelere paralel olarak ağaç malzemeye olan ihtiyaç da gün geçtikçe artmaktadır. Arz talebi karşılayamaz duruma geldiğinden ülkemizde bu açık dış alımlar yoluyla karşılanmaktadır (Çetin, 1985). Ülkemizde inşaatlık keresteler, maden direkleri, demiryolu traversleri, çit kazıkları, kapı ve pencere doğramaları, parke, ahşap ambalaj, yonga levha, kontrplak ve su soğutma kulelerinde kullanılan ağaç malzemenin uzun süreli kullanılması gerekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1995).

Bu nedenle ahşap malzemenin uzun süreli kullanımını ve dayanımını sağlamak için çeşitli koruma yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak mevcut kullanılan yöntemler genellikle kimyasal kaynaklı olduğu için çevreye veya sağlığa zararları göz önüne

alınacak olursa ahşap koruma yöntemlerinde jeotermal kaynakların kullanılabilmesi önem arz etmektedir.

Ülkemiz, jeotermal bakımından Dünya’da 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).

1.1.1. Jeotermal enerji

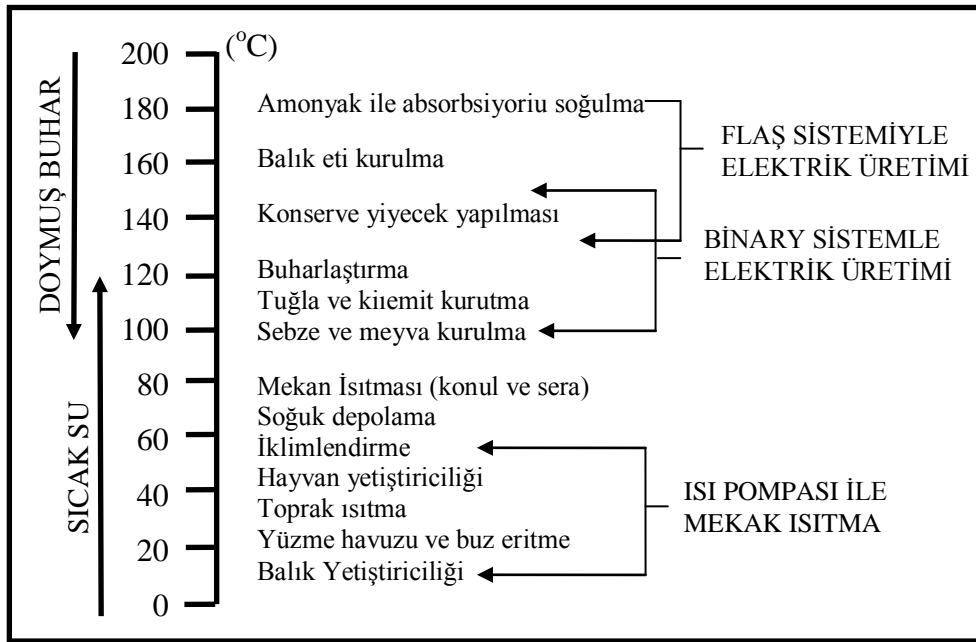
1.1.1.1. Dünyada jeotermal enerji

Fosil kökenli enerji kaynaklarının sınırlı rezervi, çevreye olumsuz etkisi ve 1970’li yıllardaki petrol krizi; yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılmasına hız kazandırmış ve mevcut kullanılan sistemlerde enerji tasarrufuna yönelik çalışmalara önem kazandırmıştır. Bugün Dünya’da jeotermal enerji, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrojen enerjisi ve sanayi tesislerindeki atık enerji gibi ucuz ve ek bir kirlilik yaratmayan enerji kaynaklarının kullanılması yönünde araştırmalar hızlanmıştır. Bu nedenle tüm Dünya’da jeotermal enerji zamanla büyük önem kazanmıştır. Bugün bilindiği üzere birçok ülkede jeotermal enerjiden direkt ve dolaylı yollardan faydalanılmaktadır (Anonim, 2013).

Jeotermal sistemlerde entegrasyon, jeotermal akışkanların çeşitli sıcaklık kademelerine göre farklı alanlarda değerlendirilmesi, jeotermal yatırımları daha da ekonomik hale getirmektedir. Jeotermal enerjinin başlıca kullanım alanları; elektrik üretimi ile konut ve sera ısıtım alanıdır. Jeotermal enerji, ayrıca tropikal bitki ve balık yetiştirilmesinde, hayvan çiftlikleri ile cadde ve hava alanı pistlerinin ısıtılmasında, yüzme havuzu, termal tedavi merkezleri ve diğer turistik tesislerde kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra yiyeceklerin kurutulması ve sterilizasyonunda, konservecilik, kerestecilik ve ağaç kaplama sanayinde, kağıt ve dokuma endüstrisinde, ağartma maddesi olarak derilerin kurutulması ve işlenmesinde, şeker, ilaç ve pastörize süt fabrikalarında ve soğutma tesislerinde kullanılmaktadır. Ayrıca jeotermal akışkandan çeşitli kimyasal maddelerde elde edilmektedir. Jeotermal

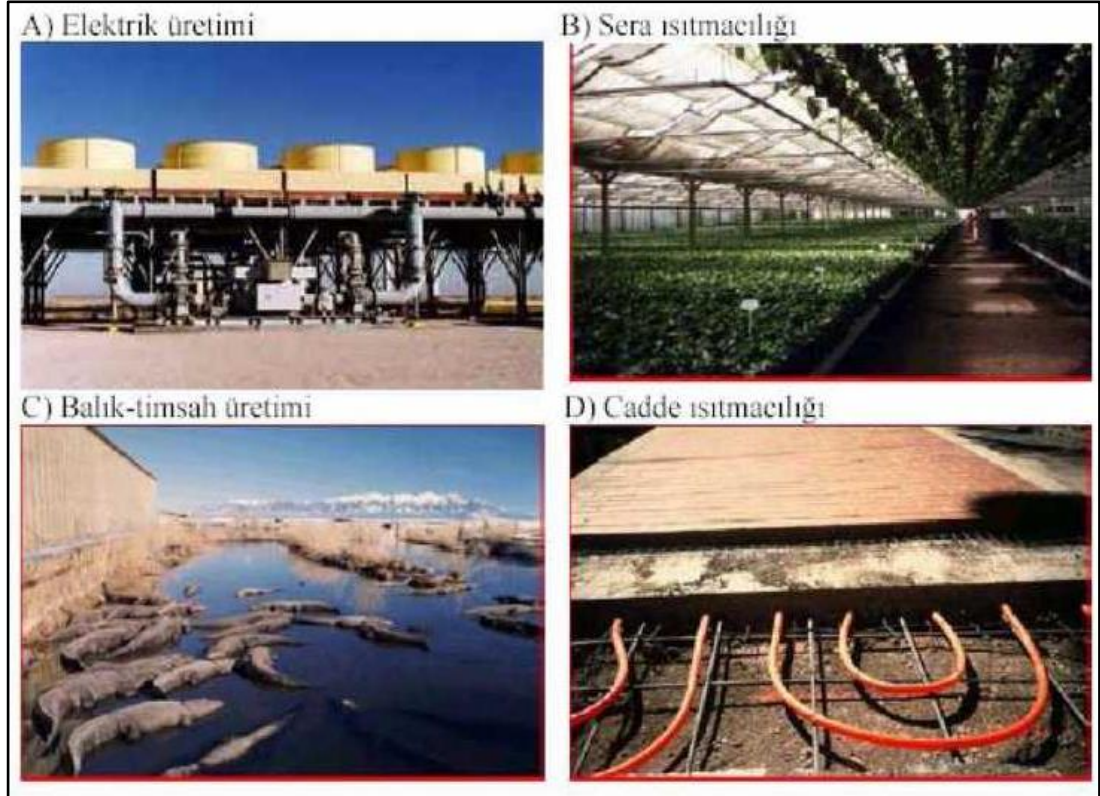
enerjiden maksimum düzeyde yararlanmak, söz konusu akışkanın enerjisini en verimli şekilde kullanmak için, dış hava sıcaklığının ve uygulama yerinin ortam sıcaklığının bilinmesi gerekir (Anonim, 2013., Carella ve Sommaruga, 2000).

Jeotermal enerji sahaları rezervuar sıcaklık içeriğine göre; düşük sıcaklıklı sahalar (20 - 70 °C), orta sıcaklıklı sahalar (70 - 150 °C), yüksek sıcaklıklı sahalar (150 °C'den yüksek) olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalar, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtma olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kâğıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su akışkandaki CO₂ 'den kuru buz elde edilmesinde) kullanılmaktadır (Dağdaş, 2004). Jeotermal enerjinin akışkan sıcaklığına bağlı kullanım yerleri şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Jeotermal akışkanların sıcaklıklarına göre kullanım alanları (Lindal Diyagramı) (Lund ve Freeston, 2001).

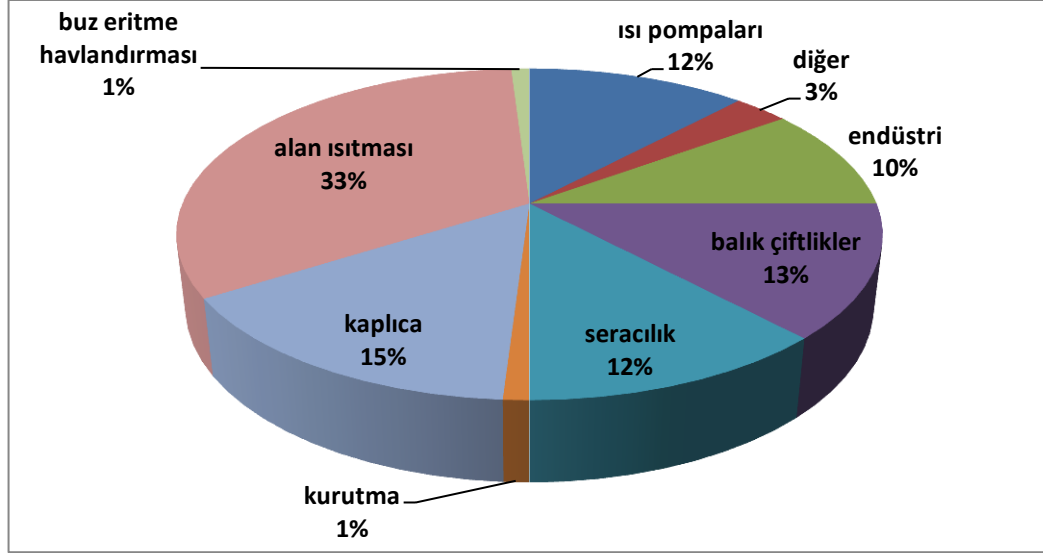
İlk çağlardan yakın geçmişe kadar sadece sağlık amacıyla kullanılan jeotermal kaynaklardan günümüzde, ya doğrudan ısıtma ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılmaktadır. 20. yüzyılın başına kadar sağlık ve yiyecekleri pişirme amacı ile kullanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Şekil 1.2'de jeotermal enerjinin kullanım alanlarına örnekler verilmiştir.



Şekil 1.2. Dünya'daki jeotermal enerji uygulamaları (Anonim, 2004).

Dünya'daki jeotermal enerji uygulamalarında düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanlar doğrudan ısıtmacılıkta kullanılmaktadır. Ayrıca, ısı pompaları yardımıyla özellikle soğuk ülkelerde suların sıcaklığı 5 °C'ye düşünceye kadar akışkandan yararlanılabilmektedir. İzlanda, Fransa, Japonya, Yeni Zelanda, Türkiye, Rusya, Macaristan, Kanada gibi ülkelerde 40 °C'den fazla sıcaklıktaki jeotermal akışkanlardan bina ve kentlerin merkezi ısıtma sisteminde kullanılmaktadır. Seraların ısıtılması ile turfanda sebzeçilik, meyvecilik, çiçekçilik yapılmakta olup Dünya'daki jeotermal enerjinin doğrudan kullanımının önemli bir bölümünü sera ısıtma amaçlı kullanım oluşturmaktadır. Macaristan, İtalya, Türkiye, ABD, Japonya, Meksika, Doğu Avrupa ülkeleri, Yeni Zelanda ve İzlanda'da 30 °C' den fazla sıcaklıktaki akışkan kullanılarak seralar ısıtılmakta ve Dünya'da yaklaşık 27.500 Mwt karşılığı jeotermal enerji bu amaçla kullanılmaktadır. Japonya, Filipinler, Çin ve İzlanda'da tropikal bitki, balık ve timsah yetiştiriciliği yapılmaktadır. Japonya, ABD, Yeni Zelanda, Macaristan ve Rusya gibi ülkelerde tavuk ve hayvan çiftliklerinin ısıtılması jeotermal enerjiden sağlanmaktadır. Jeotermal kaynaklardan özellikle İzlanda ve Sibiryta bölgesinde toprak, cadde ve havaalanı pistlerinin ısıtılmasında yararlanılmaktadır. İtalya, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye'de yüzme havuzu,

termal tedavi ve diğer turistik tesislerde de jeotermal enerjiden faydalanılmaktadır (Anonim, 2004). Şekil 1.3'te Dünya'da jeotermal enerjinin elektrik dışı uygulamaları dağılımını gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Dünya'da jeotermal enerjinin elektrik dışı uygulamaları (Anonim, 2007).

Dünyada jeotermal akışkanın endüstriyel uygulamaları olarak, Japonya, Abd, İzlanda, Tayland'da yiyeceklerin kurutulması, sterilize edilmesi ve konservecilik alanında kullanılması verilebilir. Endüstriyel uygulamalardan bazıları, kerestecilik, ağaç kaplama sanayi, kağıt, dokuma, boyacılıkta, derilerin kurutulması ve işlenmesinde, bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtmada, soğutma tesisleri ve beton blok kurutulması jeotermal enerjinin yaygın olarak kullanıldığı alanlara örnek olarak verilebilir. (Anonim, 2007).

Jeotermal kaynaklardan kimyasal madde üretimi de İtalya, ABD, Japonya, Filipinler ve Meksika'da yaygın olarak yapılmaktadır. 200°C ve daha yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda daha düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynaklardan da buharlaşma sıcaklığı düşük olan gazlar (freon, izobütan, vb.) Kullanılarak, çeşitli çevrimler yardımıyla elektrik üretimi yapılmaktadır. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi ilk olarak 1904 yılında İtalya'da gerçekleşmiştir. Çizelge 1.1'de Dünya'da jeotermal enerji kurulu güç gelişimi gösterilmektedir (Bertani 2005).

Çizelge 1.1. Dünya’da jeotermal enerji kurulu güç gelişimi (Bertani, 2005).

Ülke	Kurulu Kapasite (MWe)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh/y)	Ulusal Kapasite (%)
A.B.D.	2544, 0	17840, 0	0, 3
Almanya	0, 2	1, 5	*
Avustralya	0, 2	0, 5	*
Avusturya	1, 0	3, 2	*
Çin	28, 0	95, 7	30 - Tibet
El Salvador	151, 0	967, 0	14
Endonezya	797, 0	6085, 0	2, 2
Etiyopya	7, 0	-	1
Filipinler	1931, 0	9419, 0	12, 7
Fransa	15, 0	102, 0	9 - Guadeloupe
Guatemala	33, 0	212, 0	1, 7
İtalya	790, 0	5340, 0	1
İzlanda	202, 0	1406, 0	13, 7
Japonya	535, 0	3467, 0	0, 2
Kenya	127, 0	1088, 0	11, 2
Kosta Rika	163, 0	1145, 0	8, 4
Meksika	953, 0	6.282	2, 2
Nikaragua	77, 0	270, 7	11, 2
Papua Y. Gine	6, 0	17, 0	10, 9 - Lihir adası
Portekiz	16, 0	90, 0	25 - San Miguel
Rusya	79, 0	85, 0	*
Tayland	0, 3	1, 8	*
Türkiye	20, 0	105, 0	*
Yeni Zelanda	435, 0	2774, 0	5, 5
Toplam	8912, 0	56798, 0	-

* İhmal edilebilir.

1.1.1.2. Türkiye’de jeotermal enerji

Türkiye, jeotermal enerji potansiyeli açısından Dünya’da yedinci, jeotermal enerjinin elektrik dışı uygulamalarında ise beşinci sırada yer almaktadır (Köse, vd, 2004). Ülkemizde bulunan jeotermal alanlar Şekil 1.4’te gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Türkiye’de bulunan jeotermal alanlar (Anonim, 2007).

Türkiye’nin direkt uygulamalardaki muhtemel jeotermal enerji potansiyeli 31.500 Mwt olup, bunun karşılığı 200 milyon m² sera veya 5 milyon konut ısıtmasıdır. Ülkemizdeki konutların %30’unun ısıtılmasında kullanılabilecek olan bu potansiyelin ne yazık ki şu anda yaklaşık % 3’ü değerlendirilebilmektedir. Kasım 2006 itibariyle Türkiye’de halen şehir, konut, termal tesis ve seracılık için 117.000 konut eşdeğeri ısıtma yapılmakta olup, kurulu güç olarak 983 Mwt’a ulaşmıştır. Ayrıca Türkiye’de 195 adet kaplıcada sağlık amaçlı kullanım ile jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kapasitesi 1385 Mwt değerine ulaşmıştır. Türkiye’de jeotermal enerjinin sera ve konut ısıtılmasında kullanımı hızla gelişmektedir. Çizelge 1.2’de ülkemizdeki jeotermal bölgesel ısıtma sistemleri ve bazı işletme bilgileri verilmiştir. Bu merkezlerimizin dışında Aliağa (izmir) ve Çermik (sivas) gibi bazı yerleşim merkezleri de yakın gelecekte jeotermal enerjiyle ısıtma imkâna kavuşacaktır (Köse vd. 2004).

Çizelge 1.2. Ülkemizde jeotermal bölgesi ısıtma sistemleri ve işletme bilgileri

Şehir	Jeotermal Isıtma Kapasitesi (eşdeğer konut sayısı)	Sisteme entegre olan kullanımlar	İşletmeye alınma yılı	Jeotermal akışkan sıcaklığı C C)	Kullanıcıların ödediği aylık ücret (2003-2004 ısıtma sezonu) (US\$)
Gönen	3400	K.E.	1987	80	27
Simav	4000	K.S.	1991	120	26
Kızılcadamam	2500	K.S.	1995	80	21
Balçova	15000	K.	1996	137	19
Afyon	4500	S.	1996	95	25
Kozaklı	1200	S.	1996	90	28
İzmir-Narlıdere	1500	-	1998	98	19
Diyadin	400	K.	1999	70	Belirtilmemiştir.
Sandıklı	3200'5000	K.	2000	70	14
Salihli	3000/24000	K.	2002	94	15
Sarayköy	1500'5000	K.	2002	140	Belirtilmemiştir.
Edremit	1300/7500	K.	2003	60	Belirtilmemiştir.
Bigadiç	500/3000	K.	2005	%	Belirtilmemiştir.

Türkiye’de jeotermal enerji ile ısıtma yapılabilecek potansiyel yerleşim birimleri toplamı 125.000 konut olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 10 yıl içinde 500.000 konutluk kısmının emniyetli bir varsayım ile gerçekleştirilebileceği düşünülmelidir (Dağdaş, 2004). Son yıllarda ülkemizde sağlık amaçlı kaplıca kullanımı (balneoloji) artış göstermektedir. Balneolojik amaçlı, yaklaşık 40 °C sıcaklığa sahip debi potansiyelimiz 50.000 kg/s’dir. Bu debiyle günde 8 milyon kaplıca müşterisine hizmet verilebilir (Anonim, 2004). Termal tesis ve sera ısıtmasına yönelik potansiyel ise konut eşdeğeri olarak tahmin edilmektedir. Çizelge 1.3’te Türkiye’deki jeotermal sera uygulamaları ve kapasiteleri gösterilmektedir. Türkiye’nin sahip olduğu jeotermal enerji potansiyeli ile 2010 yılı hedefi olan 500.000 konutun ısıtılmasına bağlı olarak doğal gaz ikamesi yılda 1 milyar m³, 2020 yılı hedefi olan 1.250.000 konuta ulaşıldığında ise 2, 5 milyar m³ olacaktır (Köse, vd. 2004).

Çizelge 1.3. Türkiye’deki jeotermal sera uygulamaları ve kapasiteleri

Yer	Alan (m ²)	Kapasite (MWt) ^B	Yer	AJan (m ²)	Kapasite (MWt) ^a
Şanlıurfa	10.600	24, 5	Dikili	120.000	24
Simav	200.000	33	Gölemezli	1.000	0, 2
Sındırgı	2.000	0, 4	Seferihisar	6.000	1, 06
Afyon	5.500	1, 5	Bergama	2.000	0, 4
Kızıl dere	10.750	2, 4	Germencik	500	0, 1
Balçova	100.000	17, 6	Edremit	49.620	8, 7
Kestanbol	2.000	0, 4	Ezine	1.500	0, 3
Sarayköy	2.000	0, 6	Niksar	500	0, 14
Tekkehamam	8.000	1, 8	Kızılcahamam	5.000	1, 45
Yalova	600	0, 12	Gediz	8.500	2, 1
Kozaklı	4.000	1, 2	Tuzla (Ç.kale)	50.000	9

Yük faktörü = 0, 6.

Türkiye’de ilk jeotermal araştırmalar 1960’larda MTA tarafından başlatılmıştır. Bu araştırmalara göre % 95’i düşük ve orta entalpiye sahip 170 adet jeotermal saha bulunmuştur. Bu sahalardan sadece 11 tanesi bugünün teknolojik ve ekonomik imkânlarına göre elektrik enerjisi üretimine uygundur.

Ülkemizde toplam 1000 dolayında sıcak su ile mineralli su kaynağı vardır. Bugüne kadar bulunan jeotermal alanların % 95’i ısı uygulamalara uygun sıcaklıkta olup, 30 °C’nin üzerindeki toplam 170 jeotermal saha Türkiye sathına dağılmış olmakla birlikte, çoğu batı, kuzey-batı ve orta Anadolu’da toplanmıştır. Ülkemizde az sayıda da olsa yüksek entalpili jeotermal sahalarda keşfedilmiştir. Balneolojik amaçlı kullanımlar için sıcaklık alt sınırı 20 °C olarak kabul edilmekte olup 600 kaynak grubuyla Türkiye, Avrupa’da jeotermal enerji potansiyeli bakımından ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2007).

1.1.1.3. Kütahya'da jeotermal enerji

Yapılan çalışmanın geçtiği yer olan Kütahya ili ile ilgili genel bilgi verecek olursak endüstriyel hammadde kaynakları ve metalik madenler dışında gerek jeotermal alanlar gerekse de linyit bakımından ülkemizde zengin potansiyele sahip illerimizdendir.

MTA Genel Müdürlüğünün enerji hammaddelerine yönelik yaptığı çalışmaları sonucunda ilde sıcaklığı 30 °C'nin üzerinde olan 11 adet jeotermal alan ortaya çıkarılmıştır. Bunlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir: Simav-Eynal-Çitgöl-Naşa jeotermal alanı; Eynal sahasındaki sıcak su kaynaklarının sayıları 55 olup, sıcaklıkları 25 °C ile 96 °C arasında değişmektedir ve toplam debileri ise 2, 1 lt/sn'dir. Çitgöl ve Naşa sahalarında ise toplam 34 adet kaynak saptanmıştır. Her iki sahadaki kaynakların sıcaklığı 43 °C ile 83 °C arasında, debileri ise 2 lt/sn'dir. Eynal, Çitgöl ve Naşa sıcak su kaynaklarının bulunduğu bölgede MTA tarafından 1985 - 2005 yılları arasında 25 adet kuyu açılmıştır. Kaynakların birçoğu da açılan kuyular sonucunda kurumuştur. Eynal jeotermal alanındaki kuyuların bazıları konut-sera ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bazıları planlama aşamasında olup, diğer kuyuların da kullanımı yoktur. Gediz-Abide jeotermal alanında sıcaklıkları 65 °C - 74 °C, debileri 0.3 - 3.4 lt/sn arasında değişen 7 adet kaynak bulunmaktadır. 1995-1997 yılları arasında sahada 5 adet sondaj yapılmış olup, 76.1 °C ile 93 °C arasında sıcaklık ve 15 - 49 lt/sn'debiye sahip akışkan görünür hale getirilmiştir. Kuyulardan biri kaplıca amaçlı kullanılmakta olup, diğerleri planlama aşamasındadır. Bunlar dışında Muratdağı jeotermal alanında sıcaklıkları 37 - 39 °C, Yoncalı jeotermal alanında sıcaklıkları 32 - 41 °C, Emet jeotermal alanında sıcaklıkları 44 - 47 °C arasında değişen toplam 6 adet kaynak bulunmaktadır. Bu jeotermal alanlarda açılan kuyulardan üretilen akışkanlar kaplıca amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca Yeniceköy, Dereli ve Göbel jeotermal alanlarında da sıcaklıkları 34.3 - 41.6 °C arasında değişen toplam 4 adet kaynak tespit edilmiş olup, çalışma alanlarında sıcak su amaçlı kuyu bulunmamaktadır. Bu kuyular Çizelge 1.4.'de gösterilmiştir. Sahalardaki kaynaklardan kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır (MTA, 2005).

Çizelge 1.4. Kütahya yöresi jeotermal kaynakları

JEOTERMAL ALAN ADI	SICAK SU DOĞAL ÇIKIŞ ADI	DOĞAL ÇIKIŞ		SONDAJ		KULLANIM ALANI	KURULU TESİS	DEĞ. BEL.	
		Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn.)	Potansiyel (MWt)	Sıcaklık (°C)				Debi (lt/sn.)
SİMAV-EYNAL - ÇİTGÖL-NAŞA	Eynal	25-96	2,1	-	51-164	510	187	Kaplıca, kaplıca tesisi, sera ve Simav ilçesinin Simav ilçesinin ısıtılması	***,****
	Çitgöl	77-83	-	-	97	32	8,30	Kaplıca, kaplıca tesisi ısıtılmasında	***,****
	Naşa	43-63,5	2	0,24	42	2	0,06	Kaplıca, kaplıca tesisi ısıtılmasında	***,****
GEDİZ-ABİDE	Gediz	65-74	11,2	-	78-97	152	37	Kaplıca, kaplıca tesisi ısıtılmasında	***,****
MURAT DAĞI	Muratdağı	37-39	7,5	-	-	-	-	Kaplıca	***,****
YONCALI	Çelik, Dübücek ve Yoncalı	32-41	6	-	40-42	118	3,08	Kaplıca, kaplıca tesisi ısıtılmasında	***,****
EMET- YENİCEKÖY - DERELİ-GOBEL	Emet (Yeşil)	43-47	-	-	39-47	24	1,1	Kaplıca, kaplıca tesisi ve Emet ilçesinin ısıtılmasında	***,****
	Yeniceköy	41	0,5	-	-	-	-	Kaplıca ve kaplıca tesisi ısıtılmasında	***,****
	Dere (Günceli)	40,3-41,6	75	-	-	-	-	Kaplıca	***,****
İLİCA (HARLEK)	Göbel	34,3	60	-	-	-	-	Kaplıca	***
	İlica	29-41	9	-	38	45	0,38	Termal turizm	***
HİSARCİK		40-51	2,2	-	-	-	-		**
ŞAPHANE		25,5	-	-	29-90	88	13	Isıtma	**

* MTA. 1996. Türkiye Jeotermal Envanteri

** MTA. 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri

*** DPT. 2001. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu raporu.

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

1.1.1.4. Simav'da jeotermal enerji

Türkiye'nin batısında yer alan Simav 1687 km²'lik bir yüz ölçüme sahiptir. Eynal, Naşa ve Çitgöl bölgelerinden oluşan Simav jeotermal alanı, Simav grabeninin güneyinde yer alır. Simav jeotermal alanındaki mevcut kaynaklardan kaplıca turizminin yanında, merkezi ısıtma ve sera tarımcılığı da yapılmaktadır.

Simav, bağlı bulunduğu il olan Kütahya'ya 145 km. uzaklıktadır, 29 boylam ve 39 enlem dereceleri arasında olup doğusunda Pazarlar, Şaphane, Gediz, Hisarcık, Emet, kuzeydoğusunda Tavşanlı, kuzeyinde Dursunbey; batısında Sındırgı, Demirci ve Selendi yer almaktadır. Önemli üç dağ ortasında humuslu ve bereketli bir ovadadır (Anonim, 2007).

Simav 1557 km² coğrafi alan ile Kütahya'nın % 13'ünü oluşturur. Kilometrekareye 70 kişi düşmektedir. Deniz seviyesinden 825 metre yükseklikte Manisa, Balıkesir, Bursa, Uşak illeri sınırında yer alır (Anonim, 2007).

İlçenin çevresinde günümüzde aktif olarak kullanılan 3 adet kaplıca vardır. Bunlar; ilçeye 5 km uzaklıktaki Eynal kaplıcaları, ilçeye 4 km uzaklıktaki Çitgöl kaplıcaları ve ilçeye 6 km uzaklıktaki Naşa kaplıcalarıdır.

Eynal Jeotermal Alanı:

Eynal jeotermal kaynakları, Simav'ın 5 km. kuzeydoğusunda, Gölcük Dağının eteğinde yer alır. Eynal kaplıcalarındaki termal suyun özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Anonim, 2007).

Katyonlar: Kalsiyum, Sodyum,

Anyonlar: Bikarbonat - Sülfat - Metaborikasit Klorür - Bromür,

Radyoaktivitesi: Rn 1 - Eman 3, pH değeri: 6,36 - 8,46,

Toplam minerilazasyonu: Litrede 2 gr'dır.

Çizelge 1.5. Eynal kaplıcaları sıcak su kuyuları

Kuyu no	Yapıldığı yıl	Derinlik (m)	Sıcaklık (Kuyu dibi) (°C)	Debi (X/sn)	Basınç (bar)	Üretim şekli
E - 1	1985	68, 80	142, 5	-	-	Artezyen
E - 2	1985	149, 50	158	-	-	Artezyen
E - 3	1985	150	149	50	2	Artezyen
EJ - 1	1987	725, 20	162, 4	72	5	Artezyen
EJ - 2	1990	958	157, 47	1	-	Artezyen
E - 4	1994	220	98	1	-	Artezyen
E - 5	1994	300	97	6	-	Artezyen
E - 6	1994	169, 6	157	60-80	4, 5	Artezyen
E - 7	1997	475	58	0, 3	-	Artezyen
E - 8	1997	205	161	50	4	Artezyen
EJ - 3	1997	424	151	40-60	3, 5-4	Artezyen
E - 9	2005	208	98	60	4, 5	Artezyen
E - 10	2005	288	108	80-100	4, 5	Artezyen

Çitgöl jeotermal alanı

Simav ilçesinin kuzeyinde yer alan çitgöl kaynağı Simav'a 4 km uzaklıkta olup, Simav - Harmancık - Bursa yolu üzerindedir. Çitgöl kaplıcalarındaki termal suyun özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Anonim, 2007).

Katyonlar: Kalsiyum, sodyum,

Anyonlar: Bikarbonat, sülfat, metaborikasit, florür, bromür,

Radyoaktiviteleri: Rn 1, eman 3, pH değeri: 6, 36 - 8, 46,

Total Mineralizasyonu: Litrede 2 gr'dır.

Naşa jeotermal alanı

Naşa Kaynağı Simav'a 6 km uzaklıkta olup, denizden yüksekliği 800 metredir. Etrafi dağlarla çevrili yeşil ve büyük bir vadi görünümündedir (Anonim, 2007). Eynal jeotermal kaynaklarının yaklaşık 2, 5-3 km. KB'sında ve alüvyal örtü üzerinde yer alır. Bu kaynaklar Naşa Fayına bağlı olarak yüzeylenir. Sıcaklıkları 63-63, 5 °C, toplam debileri 0, 33 lt/sn'dir (Hafizoğlu, 1987).

1.1.2. Ağaç malzeme

1.1.2.1. Karaçam

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

Karaçam genellikle yoğun olarak kuzeybatı Afrika'da Cezayir ve Fas'ta görülmektedir. Avrupa'da ise İspanya'nın güney ve doğusundan başlayarak Pireneler, Güney Fransa, Korsika, Güney ve Kuzeydoğu İtalya, Avusturya, eski Yugoslavya, Balkanlar, Kırım, Kıbrıs ve Anadolu'da yayılışını sürdürmektedir (Mirov, 1967).

40 metre kadar boy ve 2 metre kadar çap yapabilen, düzgün gövdeli ağaç halinde bulunabilir. Görünüşü önceleri piramit biçiminde, yaşlılarda geniş şemsiye tepeli, kabuk önceleri pürüzlü olup kahverenginde, yaşlılarda kalın ve derin yarıkları bulunan koyu esmer kahverenginde, genç sürgünler düzgün, parlak, sarımsı, yeşil renkte iken sonradan sarımsı kahverengini alır ve 2 - 4 üncü yıldan sonra pullar meydana gelir. Dallar düzenli çevreler görünümünde olup az yukarı doğrudur.

Diri odun geniş, öz odunu fazla reçinelidir. Ormancılık bakımından önemli bir ağaç türüdür.

Kurak ve kayalık, fakir topraklarda yetişir. Kalkerli toprakları sever. Sarıçama göre sıcaklığı daha çok sever. Kökleri genel olarak yüzeye yakındır. Kazık kökleri de fazla derinlere gitmez (Acatay, 1956).

1.1.2.2. Kızılçam

Çalışmada kullanılan ağaç malzeme hakkında bilgi verecek olursak, kızılçam 25 m kadar boy, 60 cm kadar çap alabilen önemli bir orman ağacıdır. Önceleri piramit görünüşlü 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. 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.

Kışları ılıman, yazları sıcak ve kurak olan yerlerde, toprak bakımından zayıf, kayalık, kireçli ya da kumsal yerlerde yetişebildiği gibi elverişli iklimde iyi topraklarda da uygun bir gelişme gösterir. Büyümesi çabuktur.

Bulunduğu yetişme yerinin özelliklerine göre, özellikle alçak yerlerde seyrek dallı ve eğri gövdeli, yüksek yerlerde ise düzgün gövdeli ağaçlar halinde bulunur. Yurdumuzda değerli bir orman ağacıdır. Odunundan sanayide yapı odunu olarak faydalanılır. Kızılçamdan reçine üretimi yapılır.

1.1.3. Emrenye

1.1.3.1. Ahşap emrenye maddeleri

Emrenye 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 emrenye maddelerinin çeşitliliği ile birlikte sahip oldukları zehirlilik dereceleri de üretim ve kullanımlarını kısıtlamaktadır. Son yıllarda gelişen çevresel görüşler bu konuda da etkili olarak bir takım kimyasal koruyucuların bazı alanlarda kullanımları kısıtlanmakta hatta yasaklanmaktadır (Merdan, 2011).

Yağlı ve yağ karakterinde emrenye maddeleri:

Bu gruba giren emrenye maddelerinin en önemlisi krozoittir. Mevcut emrenye maddeleri içersinde ağaç malzemenin ömrünü en çok uzatan emrenye maddeleridir. Ancak ağır kokusu vardır. Bu nedenle kapalı yerlerde kullanılması sakıncalıdır. Krozoitle emrenye edilen ağaç malzemenin boyanması ve yapıştırılması zordur.

Krezot uzun süreler için açık hava koşullarında ve deniz içerisinde kullanılacak ağaç malzemenin empenyesinde önemini devam ettirmektedir. Karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı ve odun katranları bu sınıfta yer almaktadır. Ayrıca PCP (pentaklorfenol), bakır, arsenik, çinko takviyeli krezotlar da kullanılmaktadır. Krezotla empenye edilen demiryolu traversleri 35-40 yıl dayanabilmektedirler (Şen, 2013).

Organik solvent empenye maddeleri:

Petrolun destilasyonu ile elde edilen uçucu karakterdeki organik çözücülerde aktif kimyasalların çözünmesiyle elde edilebilirler. Pentaklorofenol, bakır naftenat, bakır-kinolinat, organik kalay bileşikler, organik civa bileşikler, çinko naftenat, klorlu hidrokarbonlar ve likit gaz bunlar arasında yer almaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1977., Şen, 2013).

Suda çözünen empenye maddeleri:

Bu tip empenye maddeleri ile empenye edilecek ağaç malzemenin rutubetinin %30'dan fazla olmaması gerekir. Suda çözünen empenye maddeleri ile empenye edilen ağaç malzeme koku oluşmaz ve kolayca boyanabilir. Metallerle karşı korozyon etkileri vardır. Ülkemizde bakır/krom/bor bileşiminde Tanalith CBC ve Wolmanit-CB ve bakır/krom/arsenik bileşiminde Tanalith-C gibi suda çözünen empenye maddeleri kullanılmaktadır. Suda çözünen empenye maddeleri ile empenye edilmiş ağaç malzemenin empenyeden sonra kurutulması gerekmektedir (İlhan, 1988).

1.1.3.2. Ahşap empenye metotları

Ağaç malzemenin korunmasını ve daha uzun süre dayanmasını sağlamak amacıyla çeşitli işlemlerden faydalanılmaktadır. Örneğin;

- Malzeme yüzeyine boya, vernik gibi çeşitli örtücü maddeler sürülerek çeşitli tahrip edici organizmaların fiziksel olarak engellenmesi,
- Tahrip edici organizmaların odunda yaşamlarını sürdürmek için gerekli şartların ortadan kaldırılması,

- Ağaç malzemenin belli bir kurulukta tutulması,
- Ağaç malzemenin bazı kimyasal maddelerle emprenye edilerek mantarlar ve böcekler için zehirli bir ortam yaratılması ve yanmanın önlenmesi mümkün olmaktadır (Bozkurt, 1993).

Ağaç malzemenin dayanmasını arttırmak amacı ile bugüne kadar çok sayıda koruma metotları ve emprenye maddeleri bulunmuştur. Başlangıçta ağaç malzemeye çeşitli emprenye maddelerine daldırma, püskürtme, fırça ile sürme ve yüzeyin kmrleştirilmesi gibi basit yöntemler uygulanırken, günümüzde ağaç yapısının özelliklerine göre daha etkili ve verimli metotlar geliştirilmiştir. Zamanla ağaç malzemeyi herhangi bir zarara uğratmadan emprenye maddelerinin derin ve yeknesak bir şekilde nüfuzunu sağlayan ve aynı zamanda daha az emprenye maddesi tüketen ve basınç uygulayan metotlar bulunmuştur. Emprenye yöntemlerini aşağıdaki şekilde olduğu gibi sınıflandırmak mümkündür. Ağaç malzemenin hizmet ömrünü uzatmak bakımından bu işlemler içerisinde en etkili olanları, kurutma ve kimyasal maddelerle korumadır.

Kurutma bir ağaç malzeme daha önce ne kadar mükemmel olarak kurutulmuş olursa olsun sonradan bünyesine su aldığında, yine organizmalar tarafından kolayca tahrip edilebilmektedir. Higroskopik bir madde olan ağaç rutubetli bir ortama getirildiğinde bünyesine su alarak rutubet kazanmakta ve bir denge rutubeti oluşturmaktadır. Rutubetli ortamda kalma süresi kısa ise bir sorun söz konusu olmamakla beraber, süre birkaç hafta veya ay olduğunda çürüme başlayabilmektedir.

Pratikte kurutma önlemleri bina içinde kullanılan ağaç malzeme ve mobilya için önemlidir. Bu malzeme toprakla temas etmediği ve açık hava etkileri altında bulunmadığında, kurutma önlemleri yeterli olmaktadır. Büyük llerdeki kirişlerde ise, iç kısımlarda rutubet çok yavaş azalmakta ve daha önce bir başlangıç rklğ varsa bunun ilerlemesi mümkün olabilmektedir. Ayrıca, ağaç dikili halde iken yerleşen birçok larva 5-10 yıl daha, kuru haldeki ağaç malzemede yaşayabilmektedir. Bundan başka binalarda rutubet kondenzasyonu ve yağmur sularının herhangi bir şekilde çatılardan sızarak ağaç malzemeye ulaşması gibi nedenlerle de kullanılan malzemenin rutubetlenmesi mümkün olabilmektedir. Yine kullanılan ağaç malzemede diri odun oranının fazla olması, bu kısımların böcekler tarafından tercih

edilmesi bakımından sakıncalı olmaktadır. Ayrıca, kuru odun termitleri düşük rutubetli ağaç malzemede faaliyet gösterdiğinden kurutulan ağaç malzemede özellikle termit türlerinin bulunup bulunmadığı incelenmelidir (Bozkurt, 1993).

Kimyasal maddelerle koruma ise ağaç malzemede kullanılacak koruyucu emprenye maddesine karar vermeden önce, gerekli dayanma süresinin ne olacağını saptamak gerekmektedir. Ayrıca, emprenye maddesi konsantrasyonu ile uygulanacak emprenye metotlarının saptanması da önemlidir. Örneğin; tel direkleri, travers, çit direği olarak kullanılan malzemeler ile deniz içi gibi çürüme riskinin yüksek olduğu yerlerde kullanılan malzemede en yüksek derecede koruma tedbirlerine başvurulmalıdır. Buna karşın binalarda hatalı inşaat tarzı veya kondenzasyon oluşumu haricinde emprenye işlemi biraz daha az önemli kabul edilmektedir. Bu durumda kullanılacak emprenye maddesi konsantrasyonlarının daha düşük olması veya daha az absorpsiyon sağlanması söz konusu olmaktadır. Çünkü bir emprenye maddesinin etkinliği sadece koruyucu maddenin özelliği ile değil. Aynı zamanda ağaç malzemenin birim hacmine alabileceği emprenye maddesi miktarına da bağlı bulunmaktadır. Başkaca, emprenye maddesi etkinliğinde, nüfuz (geçme) derinliği önemli olmaktadır. Uzun süreli etki arzu edildiği takdirde nüfuz derinliği, çok kurak havalarda meydana gelecek çatlak derinliğinden fazla olmalıdır. Çünkü çatlaklar, ağaç malzemenin emprenye edilmemiş kısmına kadar uzadığından çürümeler meydana gelebilmektedir. Derin emprenye maddesi nüfuzu sağlamak için genellikle, kapalı bir kazan içerisindeki ağaç malzemeye basınç altında, emprenye maddesi eriyiğinin nüfuzunun sağlanması gerekmektedir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemenin kalitesi üzerinde etkili olan önemli faktörler; emprenyeden önce hazırlama, emprenye maddesi sınıfı ve kullanılan emprenye metodudur (Bozkurt, 1993).

Emprenye edilecek ağaç malzemenin hazırlanması daha önce ağaç malzemenin emprenyeye hazırlanması bölümünde de açıklandığı üzere emprenye maddelerinin, ağaç malzemenin bünyesine en iyi şekilde absorbe edilebilmesi için, işleme başlamadan önce malzemenin bazı hazırlık aşamalarından geçmesi gerekmektedir. Bu bakımdan yapılacak işlemlerde aşağıda verilen esaslar dikkate alınmalıdır.

- Ağaç malzemenin kabukları soyulmalı, kir veya boyalardan temizlenmelidir.

- Difüzyon metotları hariç, emprenye edilecek ağaç malzemenin rutubeti % 28'in altına kadar düşürülmelidir.
- Emprenye işleminden önce ağaç malzemedede yapılacak delik delme, yuva açma, boylara ayırma v.b. işlerin tümü bitirilmelidir.
- Emprenye işleminde, bir defada hep aynı tür ağaç malzeme kullanılmalıdır. Çünkü ağaç türü değişince permeabilite de değişik olmakta, bazen gereksiz yere fazla veya gereğinden az emprenye maddesi nüfuzu söz konusu olmaktadır.

Ağaç malzemenin dayanma süresini artırmak için kullanılan kimyasal maddeler, çeşitli metotlarla malzemeye uygulanmaktadır. Uygulanma şekilleri bakımından emprenye metotları beş tipte toplanmaktadır;

- Basınç uygulamayan metotlar
- Basınç uygulayan metotlar
- Difüzyon metotları
- Yerinde bakım metotları
- Besi suyunu çıkarma metotları

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Jeotermal kaynaklar çözünmüş halde çok sayıda anorganik maddeler içermektedir. Anorganik maddelerin ahşabın özellikleri üzerine etkileri konusunda birçok çalışma bulunmaktadır. Ayrıca jeotermal sularla ilgili çok sayıda çalışmada yapılmıştır. Ancak jeotermal suların ahşabın özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çok az sayıda çalışma yapılmış bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Jeotermal akışkanların yüksek oranlarda çözünmüş klorür (Cl), sodyum (Na), sülfat (SO₄), potasyum (K), magnezyum (Mg), bor (B), florür (F), ve amonyak (NH₄), gibi çeşitli kimyasal maddeler ve zengin mineral 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).

Bozkurt ve Erdin (1997) 'de Karaçam için tam kuru yoğunluğun 0,52 gr/cm³, liflere paralel basınç direncinin 47,90 N/mm², eğilme direncinin 109,6 N/mm², Kızılcım için tam kuru yoğunluğun 0,53 gr/cm³, liflere paralel basınç direncinin 44,70 N/mm² eğilme direncinin 82,10 N/mm² ve eğilmede elastikiyet modülünün 102000,00 N/mm² olduğu bildirilmektedir.

Barbier (2002)' in yaptığı bir çalışmada yaygın olarak jeotermal sularda Cl, Fe, Br, I, Na, K, Li, Ca, Mg, Rb, Cs, Mn, As, B, HCO₃, SO₄, SiO₂ ve NH₃ minerallerinin bulunduğunu ve sıcaklıklarının 20 °C ile 200 °C arasında değiştiğini belirtmiştir.

Okada vd (2004)'nin yaptığı bir çalışmada jeotermal sular için PH değerinin 8,2 sıcaklığın 98 °C, basıncın 1 atm ve derişimin 3,4 mg/l olduğu belirtilmiştir.

Serpen vd (2009), yaptıkları bir çalışmada jeotermal kaynakların maksimum sıcaklıklarının Kızıldere-Denizli için 243 °C, Dora-1 Salavatlı Aydın için 232 °C, Tuzla Çanakkale için 171 °C ve Dora-2 Salavatlı-Aydın için 174 °C olduğunu ortaya koymuştur.

Karademir (2012)' de Uşak Hamamboğazı (Hb1, Hb2, Hb3) jeotermal suları ile empenye 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 ile 84, 57 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.

Var vd. (2012), de Jeotermal kaynaklarla empenye işlemi ile ilgili yapılan bir çalışmada Ankara, Afyon, Denizli ve Eskişehir yöresi jeotermal kaynaklarının empenye maddesi derişiminin 37,55 mg/l ile 2213 mg/l, sıcaklıkların 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. (2013), yaptığı bir çalışmada İzmir-Doğanbey jeotermal suları ile empenye edilmiş Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) odununda absorpsiyon, retensiyon ve genişleme miktarlarını araştırmış ve ulaşılan değerlere göre absorpsiyon değerinin 0, 40 gr/cm³ ile 0, 53 gr/cm³, net kuru madde miktarının kg/cm³ olarak 0,10 kg/cm³ ile 0,31 kg/cm³, ve % olarakta %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 değiştiğini belirtilmiştir.

Genç (2013), yaptığı bir çalışmada Afyon Ömer-Geçek-Gazlıgöl jeotermal suları ile muamele edilmiş Kızılçam ve Karaçam diri odun örneklerinde absorpsiyon değerinin 0, 33 gr/cm³ ile 0, 38gr/cm³, net kuru madde miktarının 0, 266 kg/m³ ile 0, 616 kg/m³, yoğunluk değerinin 0, 54 gr/cm³ ile 0, 56 gr/cm³, rutubet değerinin %12, 36 ile %16, 52, radyal şişme değerinin % 4, 90 ile %5, 70, teğet şişme değerinin % 6, 93 ile %7, 39, hacimsel şişme değerinin % 12, 19 ile %13, 52, radyal çekme değerinin % 4, 84 ile % 5, 23, teğet çekme değerinin % 6, 85 ile %7, 19, hacimsel çekme değerinin % 11, 54 ile %11, 90, eğilme direnci değerinin 76, 06 N/mm² -86, 99 N/mm², eğilmede elastikiyet modülünün 3185, 20 N/mm² ile 4091, 78 N/mm² ve liflere paralel basma direncinin 31, 29 N/mm² -39, 44 N/mm² arasında değiştiğini belirtmiştir.

Öktem ve Sözen (2014)'in yaptığı bir çalışmada kızılçam için, ortalama olarak, hava kuruşu yoğunluğu 0,56 gr/cm³, tam kuru yoğunluğu 0,54 gr/cm³, hacim yoğunluk değerini 0,47 gr/cm³, radyal yönde şişme değerini % 4,86 ile % 5,43, teğet yönde şişme değerini % 6,93 ile % 7,84, toplam hacimsel şişme değerini % 10,77 ile % 14,89, liflere paralel basınç değerini 43,30 N/mm² eğilme direncini değerini 85,64 N/mm². radyal yönde çekme değerini % 4,86, teğet yönde çekme değerini % 6,93, toplam ve hacimsal çekme değerini % 10,77 olarak ortaya koymuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneyleerde iki ayrı malzeme kullanılmıştır. Bu malzemelerden ağaç türü olarak karaçam(*Pinus nigra*) ve kızılçam(*Pinus brutia*); Jeotermal akışkan olarak Kütahya Simav jeotermal kaynağında bulunan Eynal, Çitgöl, Naşa jeotermal kuyularının suları kullanılmıştır.

3.1.1. Deney numunelerinin hazırlanışı

Her deney için temin edilen tomruklardan TS 4176 (1984) Standartlarında belirtilen ölçülerde deneme ve kontrol örnekleri hazırlanmıştır. Örnekler sonra ağaç türlerine göre diri odun ve öz odun olarak sınıflandırılmıştır. Her test için örnekler standartlara göre; kızılçam ve karaçam tomruklarının diri odun kısmından, radyal yönde, muhtelif ebatlarda, sağlam, düzgün lifli ve budaksız latalardan elde edilerek kesimleri yapılmış çitalar halinde açık hava şartlarında istiflenerek hava kurusu rutubete kadar kurutulmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Örneklerin hazırlanması ve kurutulması

Bu işlemten sonra örnekler ölçümlendirilmiş ve yeniden tasnif edilip diri odun kısımları tam kuru hale (rutubet miktarı %0) getirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Örneklerin hazırlanması ve tam kuru hale getirilerek saklanması

3.1.2. Jeotermal akışkan

Deneyde kullanılan jeotermal akışkanlar Kütahya ili Simav ilçesinin kuzeyinde bulunan Eynal, Çitgöl ve Naşa yörelerine ait kuyulardan temin edilmiştir. Jeotermal bölgesinde bulunan Eynal 6, Çitgöl, 1 Naşa 1 kuyularının kimyasal analizleri MTA tarafından yaptırılmıştır.

Deneyin yapıldığı kuyulara ait bazı bilgileri (derinlik kuyu dibi sıcaklığı debi ve üretim şekli bilgileri) Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Simav yöresi jeotermal kuyuları derinlik sıcaklık ve debi değerleri (M. Özalp, M. Ordu.2010)

Kuyu No	Yapıldığı Yıl	Derinlik (m)	Sıcaklık(°C) K.D= Kuyu Dibi	Debi (l/s)	Üretim Şekli
E-1	1985	65.80	142, 5 KD	14	A
E-2	1985	149, 50	158 KD	45-55	A
E-3	1985	150	149 KD	50	A
E-4	1994	220	98	1.00	A
E-5	1994	300	97	6.00	A
E-6	1994	169, 6	157 KD	50.00	A
E-7	1997	475	58	0.3	A
E-8	1997	205	161	60-80	A
EJ-1	1997	725, 20	162, 4 KD	72	A
EJ-2	1990	958	157, 47 KD	1	A
EJ-3	1997	424	151	40-60	A
Ç-1	1985	101	97	32	K
N-1	1986	200	42	2	K
N-2	1997	242.20	60.2	0.02	A
DSİ/A	1991	60.0	81	4	P
DSİ/B	1991	120	81.2	3	P

3.2. Yöntem

3.2.1. Emprenye işlemi

Emprenye deneylerinde, TS 343 (2012)'de bildirilen metotlardan “uzun süreli batırma” yöntemi kullanılmıştır. Emprenye işlemi, TS EN 47 (2011)'de verilen esaslara göre, laboratuvar ortamında normal hava şartlarında gerçekleştirilmiştir. Buna göre, tam kuru haldeki deney örnekleri, jeotermal su içinde 24 saat bekletilmiştir (Şekil: 3.3) ve tam emprenye TS 344 (2012) edilmiştir. Sonra örnekler, sudan çıkarılıp, bir filtre kâğıdı ile hafifçe kurulanmıştır. Her test için, kontrol örnekleri hariç, bütün deney örnekleri, bu şekilde, jeotermal sular ile ayrı ayrı emprenye edilmiştir.



Şekil 3.3. Örneklerin jeotermal kaynaklarla emprenye uygulaması

Emprenyeden sonra örnekler fiziki ölçümleri yapılarak etüv içerisinde $103 \pm 2^\circ\text{C}$ de 24 saat bekletilerek tam kuru hale getirilmiş ve desikatörde soğutulmuştur (Şekil 3.4). Soğutma işleminden sonra fiziksel ölçümleri yapılarak kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.4. Örneklerin fiziki ölçümlerinin yapıpı tam kuru hale getirilmesi

Emprenyeden sonra, her örneğin performans değerini bulmak için belirlenen kontrol örnekleri temel alınarak, Jeotermal su absorpsiyonu, net kuru madde miktarı, yoğunluk, rutubet, Şişme miktarları, Çekme miktarları, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve liflere paralel basınç direnci ile ilgili mevcut standartlara göre tayin edilmiştir.

3.2.2. Fiziksel özelliklerin tayini

3.2.2.1. Jeotermal su absorpsiyonu tayini

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

$$JSA = (A_{esy} - A_{eö12}) / V_{eö12}$$

Bu eşitlikte; JSA, jeotermal su absorpsiyonu (g/cm^3), A_{esy} , emprenyeden hemen sonraki yaş ağırlık (g), $A_{\text{e}012}$ ve $V_{\text{e}012}$, emprenyeden önceki, sırasıyla, hava kurusu ağırlık (g) ve hacim (cm^3)'dir.

3.2.2.2. Net kuru madde miktarı tayini

Bu test, TS EN 47 (2011)'e uygun olarak yapılmıştır. Test için, JSA tayininde kullanılan örneklerden faydalanılmıştır. İçerdiği rutubete göre, örneklerin hava kurusu ve tam kuru hallerdeki net kuru madde miktarları tayin edilmiştir. Her örnek için, retense edilen (tutulun) net kuru jeotermal madde miktarı, kg/m^3 olarak, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$\text{NJM} = [(A_{\text{esy}} - A_{\text{e}00}) \times K / V_{\text{e}012}] \times 10$$

Bu eşitliklerde; NJM net kuru jeotermal madde miktarı (Kg/m^3), K, jeotermal çözelti (su) derişimi (%), A_{esy} , $A_{\text{es}12}$ ve $A_{\text{es}0}$, emprenyeden sonraki, sırasıyla, yaş, hava kurusu ve tam kuru ağırlıklar (g), $V_{\text{e}012}$ ve $A_{\text{e}00}$, emprenyeden önceki, sırasıyla, hava kurusu hacmi (cm^3) ve tam kuru ağırlık (g)'tir.

3.2.2.3. Yoğunluk tayini

Bu test, TS 2472 (1976)'ye uygun olarak yapılmıştır. Örneklerin, sahip olduğu rutubete göre, hava kurusu ve tam kuru yoğunluk miktarları tayin edilmiştir. Tam kuru yoğunluk için, hava kurusu yoğunluk tayininde kullanılan örnekler kullanılmıştır. Her örnek için, yoğunluk değeri, g/cm^3 olarak, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$Y_{12} = A_{12} / V_{12} \qquad Y_0 = A_0 / V_0$$

Bu eşitliklerde; Y_{12} , A_{12} ve V_{12} , hava kurusu haldeki, sırasıyla, yoğunluk (g/cm^3), ağırlık (g) ve hacim (cm^3), Y_0 , A_0 ve V_0 , tam kuru haldeki, sırasıyla, yoğunluk (g/cm^3), ağırlık (g) ve hacim (cm^3)'dir.

3.2.2.4. Rutubet tayini

Bu test, TS 2471 (1976)'e 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 kuru ve tam kuru ağırlıklar (g)'dir.

3.2.2.5. Şişme (Genişleme) tayini

- **Radyal ve teğet yönde şişme tayini**

Bu test, TS 4084 (1983)'e göre yapılmıştır. Her örnek için, sırasıyla, hava kuru halde ve LDN rutubeti üzerinde, radyal ve teğet yöndeki şişmeler aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır. Hesaplama boyuna yöndeki şişmeler dikkate alınmamıştır.

$$R\mathring{S}_{12} = [(L_r - L_{r_{\min}}) / L_{r_{\min}}] \times 100$$

$$T\mathring{S}_{12} = [(L_t - L_{t_{\min}}) / L_{t_{\min}}] \times 100$$

$$R\mathring{S}_{\max} = [(L_{r_{\max}} - L_{r_{\min}}) / L_{r_{\min}}] \times 100$$

$$T\mathring{S}_{\max} = [(L_{t_{\max}} - L_{t_{\min}}) / L_{t_{\min}}] \times 100$$

Bu eşitliklerde; $R\mathring{S}_{12}$ ve $T\mathring{S}_{12}$, hava kuru halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki genişlemeler (%), $R\mathring{S}_{\max}$ ve $T\mathring{S}_{\max}$, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki toplam/maksimum genişlemeler (%), L_r ve L_t hava kuru halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (mm), $L_{r_{\min}}$ ve $L_{t_{\min}}$, tam kuru halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (mm), $L_{r_{\max}}$ ve $L_{t_{\max}}$, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (mm)'dir.

- **Hacimsel şişme tayini**

Bu test, TS 4084 (1983)'de belirtildiği şekilde yapılmıştır. Her örnek için, hacimsel şişme miktarı, TS 4086 (1983)'e göre, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır. Hesaplama boyuna yöndeki hacimsel genişlemeler dikkate alınmamıştır.

$$HŞ_{\max} = [(Lr_{\max} \times Lt_{\max}) - (Lr_{\min} \times Lt_{\min}) / (Lr_{\min} \times Lt_{\min})] \times 100$$

Bu eşitlikte; $HŞ_{\max}$, hacimsel şişme miktarı (%), Lr_{\max} ve Lt_{\max} , LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (cm), Lr_{\min} ve Lt_{\min} , tam kuru halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (cm)'dir.

3.2.2.6. Çekme (Daralma) tayini

- **Radyal ve teğet yönde çekme tayini**

Bu test, TS 4083 (1983)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Her örnek için, hava kurusu halde ve LDN rutubeti üzerinde, radyal ve teğet yöndeki çekme miktarı, % olarak, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır. Hesaplama boyuna yöndeki çekmeler dikkate alınmamıştır.

$$RÇ_{12} = [(Lr_{\max} - Lr) / Lr_{\max}] \times 100$$

$$TÇ_{12} = [(Lt_{\max} - Lt) / Lt_{\max}] \times 100$$

$$RÇ_{\max} = [(Lr_{\max} - Lr_{\min}) / Lr_{\max}] \times 100$$

$$TÇ_{\max} = [(Lt_{\max} - Lt_{\min}) / Lt_{\max}] \times 100$$

Bu eşitliklerde; $RÇ_{12}$ ve $TÇ_{12}$, hava kurusu halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki çekmeler (%), $RÇ_{\max}$ ve $TÇ_{\max}$, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki toplam/maksimum çekmeler (%), Lr_{\max} ve Lt_{\max} , LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (cm), Lr_{\min} ve Lt_{\min} , tam kuru halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (cm)'dir.

- **Hacimsel çekme tayini**

Bu test, TS 4083 (1983)'de belirtildiği şekilde yapılmıştır. Her örnek için, hacimsel çekme miktarı, TS 4085 (1983)'e göre aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır. Hesaplama boyuna yöndeki hacimsel çekme miktarı dikkate alınmamıştır.

$$HÇ_{\max} = [(L_{r_{\max}} \times L_{t_{\max}}) - (L_{r_{\min}} \times L_{t_{\min}})] / (L_{r_{\max}} \times L_{t_{\max}}) \times 100$$

Bu eşitlikte; $HÇ_{\max}$, hacimsel çekme miktarı (%), $L_{r_{\max}}$ ve $L_{t_{\max}}$, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (cm), $L_{r_{\min}}$ ve $L_{t_{\min}}$, tam kuru halde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki boyutlar (cm)'dir.

3.2.3. Mekanik özelliklerin tayini

3.2.3.1. Eğilme direnci tayini

Bu test, TS 2474 (1976)'de belirtilen esaslara uygun olarak, universal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, eğilme direnci, N/mm^2 olarak, Aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

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

Bu eşitlikte; ED, eğilme direnci (N/mm^2), P_{\max} , kırılma anındaki maksimum yük (N), L, dayanak noktalarının merkezleri arasındaki uzaklık (mm), B ve H, enine kesit boyutları (mm)'dir.

3.2.3.2. Eğilmede elastikiyet modülü tayini

Deney, TS 2478 (1976)'de belirtilen esaslara uygun olarak, universal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, eğilmede elastikiyet modülü, N/mm^2 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, kırılma andaki kuvvet (N), L, dayanak noktalarının merkezleri arasındaki uzaklık (mm), F, net eğilme alanındaki sehim (mm), B ve H, enine kesit boyutları (mm)'dir.

3.2.3.3. Liflere paralel basınç direnci tayini

Bu test, 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.

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

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

3.3. İstatistiksel yöntem

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 gurup 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 kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kütahya Simav yöresi Jeotermal Kaynaklardaki Potansiyel Emrenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Deneyin yapılmasında kullanılan jeotermal suların alındığı kuyuların kimyasal analizleri MTA tarafından yapılmıştır (MTA, 2005). Kütahya-Simav jeotermal kuyuları kimyasal analiz sonuçları ve potansiyel emrenye maddeleri miktarı Çizelge 4.1, 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Simav jeotermal kuyuları kimyasal analizi

Analiz	EYNAL6 (mg/l)	ÇİTGÖL1 (mg/l)	NAŞA1 (mg/l)
pH (25°C)	8, 15	7, 16	7, 06
B*	5, 2	2, 5	2
SiO2*	165	165	28
Na*	490	245	126
K*	54	37	7
Ca*	5, 5	43	56
Mg*	1, 3	3, 7	13
CO3	0, 00	0, 00	0, 00
HCO3*	518	494	500
Cl*	70	30	15
SO4*	454	259	82
NH4	0, 1	0, 1	1, 8
F*	18	4, 2	1, 1
Br	<0, 001	<0, 001	<0, 001
Li*	0, 8	0	0
TOPLAM	1781, 90 mg/l	1283, 50 mg/l	831, 90 mg/l
*Emrenye Maddeleri			

Jeotermal kaynakların bu özelliklerine bakılarak, Bu sıvıların mevcut şartlarda emrenye maddesi olarak kullanılabilceği öngörülmüştür.

Çizelge 4.1, 'de verilen simav yöresi jeotermal kaynaklarının kimyasal özelliklerine bakılarak içerisinde yoğun miktarda bulunan SiO2, Na, Ca, Mg, HCO3, B, SO4 , Cl, vs emrenye potansiyeli yüksek olan maddelerin bulunması, ahşabın içindeki ve

yüzeyindeki canlı organizmaların faaliyetlerini azaltacağından ahşap koruma işlerinde kullanılabileceği düşünülmüştür.

Bu konu ile ilgili yapılan literatür taramasında Var, (2009) tarafından, kimyasal madde çeşitleri ve miktarları bakımından jeotermal akışkanlar ile ahşap empenye maddeleri karşılaştırılmıştır. Buna göre bu çalışmada elde edilen değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca çizelge 4.1’de verilen veriler derişim bakımından Var, (2009)’la karşılaştırılmıştır. Buna göre elde ettiğimiz değerlerin literatüre uygun olduğu söylenebilir.

Jeotermal sıvılar, ahşabın empenyesinde kullanılabilecek potansiyel kimyasalların derişimleri bakımından zengin kaynaklardır. Emprenye tuzu üretimi açısından doğal bir kaynak olabilir. (Var 2009).

Jeotermal akışkanlar, düşük viskoziteli bir akışkan olup, yüksek oranlarda çözünmüş kimyasal ve mineral maddeler içermektedir Akışkanlar yüzeye çıktıkları zaman, İçerdikleri bu maddeler sıcaklık azalması ve basınç düşmesine bağlı olarak yüzeyde tutunmakta ve ortamda kalıcı bir tabaka oluşturmaktadır (Akkuş ve Aydoğdu, 2006; Arslan vd, 2001; Ilgar, 2005; Özdemir, 2009).

4.2. Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular ve Tartışma

4.2.1. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.2. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (g/cm ³)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	0, 04	0, 02	0, 01	0, 12
	Kızılcıam	0, 04	0, 12	0, 00	0, 49
EYNAL	Karaçam	0, 26	0, 03	0, 19	0, 30
	Kızılcıam	0, 31	0, 03	0, 26	0, 41
ÇİTGÖL	Karaçam	0, 30	0, 07	0, 20	0, 52
	Kızılcıam	0, 34	0, 05	0, 29	0, 43
NAŞA	Karaçam	0, 28	0, 02	0, 21	0, 32
	Kızılcıam	0, 31	0, 04	0, 23	0, 44

Çizelge 4.3. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	1, 58 ^a	7	0, 22	59, 10	0, 00
Sınırlı Alan	6, 85	1	6, 85	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	0, 02	1	0, 02	5, 16	0, 02
Ağaç Türü	1, 55	3	0, 51	135, 17	0, 00
Jeotermal Kaynak *-Ağaç Türü	0, 01	3	0, 00	1, 00	0, 39
Hata	0, 42	112	0, 00		
Total	8, 86	120			
Düzeltilmiş Toplam	2, 01	119			
a. R Değeri = , 787 (Düzeltilmiş R Değeri = , 774) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.4. Jeotermal su absorpsiyonuna ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
KONTROL	30	0, 04	A
EYNAL	30	0, 29	B
NAŞA	30	0, 30	B
ÇİTGÖL	30	0, 32	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar aarsında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.2 incelendiğinde Jeotermal su absorpsiyonunun EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da 0,03-0,19 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,26 gr/cm³ olduğu, Kızılcımda 0,03-0,26 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,31 gr/cm³ olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da 0,07-0,20 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,30 gr/cm³ olduğu, Kızılcımda 0,29-0,43 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,34 gr/cm³ olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da 0,21-0,32 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,28 gr/cm³ olduğu, Kızılcımda 0,23-0,44 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,31 gr/cm³ olduğu görülmektedir. Buna göre, Sonuç olarak jeotermal su absorpsiyonu Karaçam için; EYNAL suyu ile muamelede 0,26 gr/cm³ ile en az olurken ÇİTGÖL suyu ile muamelede 0,30 gr/cm³ ile en fazla olmuştur. Jeotermal su absorpsiyonu Kızılcımda için; EYNAL ve NAŞA jeotermal suları ile muamelede 0,31 gr/cm³ ile en az olurken ÇİTGÖL jeotermal su ile muamelede 0,34 gr/cm³ ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre jeotermal su absorpsiyonu üzerine jeotermal kaynakların etkisi($p \leq 0,025$ önem düzeyinde) ve ağaç türlerinin etkisi($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) istatistiksel anlamda önemli çıkmış iken, ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır. ($P \leq 0,392$) (Bkz. Çizelge 4.3).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.4.) örneklerin jeotermal su absorpsiyonuna etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik gurubu (A), (B) oluşturmaktadırlar. Eynal, çitgöl, naşa aynı homojen grupta (B) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. Çitgöl kaynağı çözelti absorpsiyonu üzerine en fazla etki yapan akışkan olmuştur. Bu akışkan için absorpsiyon miktarı $0,322 \text{ gr/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Çözelti absorpsiyonu bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “ÇİTGÖL>NAŞA> EYNAL” şeklinde sıralanmıştır.

Jeotermal su absorpsiyonu bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla, (Karademir, 2012., Var ve ark, 2013., Genç, 2013). karşılaştırılmıştır. Çalışmada absorpsiyon için elde edilen değerler $0,29-0,33 \text{ gr/cm}^3$ arasında değiştiği, ve bu değerler literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama absorpsiyon değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için çitgölde en yüksek eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda çitgöl kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda eynal kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.2. Net kuru madde miktarına ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.5. Net kuru madde miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (kg/m ³)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	1, 04	0, 00	0, 00	0, 00
	Kızılcım	1, 11	0, 00	0, 00	0, 00
EYNAL	Karaçam	0, 55	0, 69	0, 43	0, 62
	Kızılcım	0, 65	0, 66	0, 56	0, 83
ÇİTGÖL	Karaçam	0, 44	0, 94	0, 31	0, 73
	Kızılcım	0, 50	0, 71	0, 43	0, 64
NAŞA	Karaçam	0, 26	0, 20	0, 20	0, 28
	Kızılcım	0, 28	0, 38	0, 23	0, 39

Çizelge 4.6. Net kuru madde miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	6, 42 ^a	7	0, 91	289, 73	0, 00
Sınırlı Alan	13, 88	1	13, 88	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	6, 31	3	2, 10	664, 78	0, 00
Ağaç Türü	0, 06	1	0, 06	19, 76	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	0, 04	3	0, 01	4, 68	0, 00
Hata	0, 35	112	0, 00		
Total	20, 66	120			
Düzeltilmiş Toplam	6, 77	119			
a. R Değeri = , 948 (Düzeltilmiş R Değeri = , 944) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.7. Net kuru madde miktarına ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama kg/m ³	Homojenlik grupları
KONTROL	30	0, 00	A
NAŞA	30	0, 27	B
ÇİTGÖL	30	0, 47	C
EYNAL	30	0, 60	D
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.5. İncelendiğinde net kuru madde miktarı EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da 0,43-0,62 kg/m³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,55 kg/m³ olduğu, Kızılçamda 0,56-0,83 kg/m³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,65 kg/m³ olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da 0,31-0,73 kg/m³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,44 kg/m³ olduğu, Kızılçamda 0,43-0,64 kg/m³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,50 kg/m³ olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da 0,20-0,28 kg/m³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,26 kg/m³ olduğu, Kızılçamda 0,23-0,39 kg/m³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,28 kg/m³ olduğu görülmektedir. Buna göre, Sonuç olarak Net kuru madde miktarı değeri Karaçam için; NAŞA suyu ile muamelede 0,26 kg/m³ ile en az olurken EYNAL suyu ile muamelede 0,55 kg/m³ ile en fazla olmuştur. Net kuru madde miktarı değeri Kızılçam için; NAŞA jeotermal suları ile muamelede 0,28 kg/m³ ile en az olurken EYNAL jeotermal su ile muamelede 0,65 kg/m³ ile en fazla olmuştur.

Yapılan Varyans analizi sonuçlarına göre Net kuru madde miktarı üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler(p>0,05 önem düzeyinde), istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır (Bkz. Çizelge: 4.6).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7), Net kuru madde miktarı üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar dört farklı homojenlik grubu (A, B, C, D) oluşturmaktadırlar. Bu gruptan A harfi en az etkiyi ifade ederken, D harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Net kuru madde miktarı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere“EYNAL>ÇİTGÖL>NAŞA” şeklinde sıralanmıştır.

Net kuru madde miktarı bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Var ve ark, 2013. Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada net kuru madde miktarı için elde edilen değer 0,275-0,607 kg/m³ arasında değiştiği ve bu değer literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama net kuru madde miktarı değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için Eynal'da en yüksek Naşa'da ise en düşük değer bulunmuştur.

Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda Eynal kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda naşa kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.3. Yoğunluğa ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.8. Yoğunluğa ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (g/cm ³)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	0, 53	0, 04	0, 45	0, 61
	Kızılçam	0, 58	0, 05	0, 49	0, 65
EYNAL	Karaçam	0, 55	0, 04	0, 49	0, 62
	Kızılçam	0, 58	0, 05	0, 50	0, 67
ÇİTGÖL	Karaçam	0, 52	0, 05	0, 44	0, 63
	Kızılçam	0, 57	0, 06	0, 50	0, 67
NAŞA	Karaçam	0, 56	0, 06	0, 46	0, 71
	Kızılçam	0, 58	0, 07	0, 48	0, 67

Çizelge 4.9. Yoğunluğa ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	0, 06 ^a	7	0, 01	3, 57	0, 00
Sınırlı Alan	37, 23	1	37, 23	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	0, 01	3	0, 00	1, 25	0, 29
Ağaç Türü	0, 04	1	0, 04	18, 19	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	0, 00	3	0, 00	1, 01	0, 38
Hata	0, 3	112	0, 00		
Total	37, 59	120			
Düzeltilmiş Toplam	0, 36	119			
a. R Değeri = , 182 (Düzeltilmiş R Değeri = , 131) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.10. Yoğunluğa ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
ÇİTGÖL	30	0, 54	A
KONTROL	30	0, 55	A
EYNAL	30	0, 56	A
NAŞA	30	0, 56	A
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.8 incelendiğinde yoğunluğun EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da 0,49-0,62 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,55 gr/cm³ olduğu, Kızılçamda 0,50-0,67 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,58 gr/cm³ olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da 0,44-0,63 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,52 gr/cm³ olduğu, Kızılçamda 0,50-0,67 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,57 gr/cm³ olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da 0,46-0,71 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,56 gr/cm³ olduğu, Kızılçamda 0,48-0,67 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama 0,58 gr/cm³ olduğu görülmektedir. Buna göre, sonuç olarak yoğunluğun Karaçam için; ÇİTGÖL suyu ile muamelede 0,52 gr/cm³ ile en az olurken NAŞA suyu ile muamelede 0,56 gr/cm³ ile en fazla olmuştur. Yoğunluk Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede 0,57 gr/cm³ ile en az olurken EYNAL ve NAŞA jeotermal suları ile muamelede 0,58 gr/cm³ ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre yoğunluk üzerine jeotermal kaynakların etkisi($p \leq 0,295$ önem düzeyinde) istatistiksel anlamda önemsiz çıkmış iken, ağaç türlerinin etkisi($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,389$) (Bkz. Çizelge 4.9).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.10) örneklerin yoğunluk değerlerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol örnekleri bir homojenlik grubu (A) oluşturmaktadırlar. Eynal, çitgöl, naşa kaynağı ve kontrol örneği aynı homojen grupta (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. naşa kaynağı yoğunluk üzerine en fazla etki yapan akışkan olmuştur. Bu akışkan için yoğunluk miktarı 0,568 gr/cm³ olarak belirlenmiştir.

Yoğunluk bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “NAŞA >EYNAL >ÇİTGÖL” şeklinde sıralanmıştır. Yoğunluğa etkileri bakımından jeotermal akışkanlar saf su ile karşılaştırıldığında jeotermal akışkanlardan çitgöl suyunun yoğunluğu azalttığını eynal ve naşa sularının yoğunluğu artırdığını söyleyebiliriz.

Yoğunluk bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt ve Erdin, 1997., Karademir, E., Genç, 2013., Var, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada yoğunluk için elde edilen değer 0,543-0,568 gr/cm³ arasında değiştiği ve bu değer literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama yoğunluk değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için naşa da en yüksek çitgöl de ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda eynal ve naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda çitgöl kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.4. Rutubete ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.11. Rutubete ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	9, 89	0, 23	9, 60	10, 31
	Kızılçam	10, 39	0, 37	9, 38	10, 77
EYNAL	Karaçam	9, 44	0, 83	7, 88	10, 95
	Kızılçam	9, 26	0, 47	8, 47	10, 47
ÇİTGÖL	Karaçam	8, 98	0, 80	7, 90	10, 31
	Kızılçam	9, 93	0, 55	8, 93	11, 02
NAŞA	Karaçam	9, 75	0, 79	8, 19	11, 35
	Kızılçam	10, 57	1, 28	8, 31	13, 55

Çizelge 4.12. Rutubete ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	30, 76 ^a	7	4, 39	8, 06	0, 00
Sınırlı Alan	11468, 22	1	11468, 22	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	8, 169	1	8, 16	14, 99	0, 00
Ağaç Türü	16, 84	3	5, 61	10, 30	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	5, 74	3	1, 91	3, 51	0, 01
Hata	61, 01	112	0, 54		
Total	11560, 01	120			
Düzeltilmiş Toplam	91, 78	119			
a. R Değeri = , 335 (Düzeltilmiş R Değeri = , 294) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.13. Rutubete ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
EYNAL	30	9, 35	A
ÇİTGÖL	30	9, 45	A
KONTROL	30	10, 13	B
NAŞA	30	10, 16	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.11 incelendiğinde rutubetin EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da %7,88-10,95 arasında dağıldığı ve ortalama %9,44 olduğu, Kızılçamda %8,47-10,47 arasında dağıldığı ve ortalama % 9,26 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da %7,90-10,31 arasında dağıldığı ve ortalama %8,98 olduğu, Kızılçamda %8,93-11,02 arasında dağıldığı ve ortalama %9,93 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %8,19-11,35 arasında dağıldığı ve ortalama %9,75 olduğu, Kızılçamda %8,31-13,55 arasında dağıldığı ve ortalama %10,57 olduğu görülmektedir. Buna göre, sonuç olarak yoğunluğun Karaçam için; ÇİTGÖL suyu ile muamelede %8,98 ile en az olurken NAŞA suyu ile muamelede %9,75 ile en fazla olmuştur. Yoğunluk

Kızılçam için; EYNAL Jeotermal suyu ile muamelede %9,26 ile en az olurken NAŞA jeotermal suyu ile muamelede %10,57 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre rutubet üzerine jeotermal kaynaklar, Ağaç türü ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($P \leq 0,000$) (Bkz. Çizelge 4.12).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.13) rutubet üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (A, B) oluşturmaktadırlar. ÇİTGÖL, EYNAL aynı homojenlik grubunda (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. NAŞA ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır(B). Bu gruplardan A harfi en az etkiyi ifade ederken, B harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre rutubet üzerine en fazla etki yapan NAŞA olmuştur. Bu akışkan için rutubet miktarı %10,16 olmuştur. Rutubet miktarı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “NAŞA>ÇİTGÖL >EYNAL” şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal ve Çitgöl jeotermal sularının rutubeti azalttığını Naşa kaynağının ise rutubet miktarını artırdığını söylemek mümkündür.

Rutubet bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla(Karademir, E., Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada rutubet için elde edilen değerler %9,35-10,16 arasında değiştiği görülmüştür, bu durumda oluşan farklılığın ise kullanılan jeotermal kaynakların derişimlerdeki farklılıktan oluştuğu söylenebilir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Rutubet değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için naşa da en yüksek eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda çitgöl kaynağı ile elde edilmiştir

4.2.5. Şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma

4.2.5.1. Radyal şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.14. Radyal şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	6, 57	1, 45	3, 42	8, 52
	Kızılcım	6, 20	1, 62	3, 99	10, 6
EYNAL	Karaçam	4, 70	1, 46	2, 34	7, 41
	Kızılcım	5, 72	1, 17	3, 21	7, 26
ÇİTGÖL	Karaçam	4, 61	1, 11	2, 28	6, 39
	Kızılcım	5, 07	1, 46	2, 91	7, 7
NAŞA	Karaçam	4, 12	1, 00	2, 14	5, 9
	Kızılcım	5, 76	1, 15	3, 62	7, 6

Çizelge 4.15. Radyal şişmeye ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	76, 21 ^a	7	10, 88	6, 22	0, 00
Sınırlı Alan	3425, 61	1	3425, 61	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	14, 01	1	14, 01	8, 01	0, 00
Ağaç Türü	45, 65	3	15, 21	8, 70	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	16, 54	3	5, 51	3, 15	0, 02
Hata	195, 85	112	1, 74		
Total	3697, 68	120			
Düzeltilmiş Toplam	272, 07	119			
a. R Değeri = , 280 (Düzeltilmiş R Değeri = , 235) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.16. Radyal şişmeye ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
ÇİTGÖL	30	4, 84	A
NAŞA	30	4, 94	A
EYNAL	30	5, 21	A
KONTROL	30	6, 39	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.14 incelendiğinde radyal şişmenin EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da % 2,34-7,41 arasında dağıldığı ve ortalama %4, 70 olduğu, Kızılçamda %3,21-7,26 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama %5,72 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da %2,28-6,39 arasında dağıldığı ve ortalama %4,61 olduğu, Kızılçamda %2,91-7,70 arasında dağıldığı ve ortalama %5,07 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %2,14-5,90 arasında dağıldığı ve ortalama %4,12 olduğu, Kızılçamda %3,62-7,76 arasında dağıldığı ve ortalama %5,76 olduğu görülmektedir. Buna göre, sonuç olarak radyal şişmenin Karaçam için; NAŞA suyu ile muamelede %4,12 ile en az olurken EYNAL suyu ile muamelede %4,70 ile en fazla olmuştur. Radyal şişmede Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede %5,07 ile en az olurken NAŞA jeotermal suyu ile muamelede 5,76 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre radyal şişme üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türü ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($P \leq 0,000$) (Bkz. Çizelge 4.15).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.16)radyal şişme üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (A, B) oluşturmaktadırlar. ÇİTGÖL, NAŞA ve EYNAL aynı homojenlik grubunda (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. KONTROL ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır(B). Bu gruplardan A harfi en az etkiyi ifade ederken, B harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre radyal şişme üzerine en az etki yapan ÇİTGÖL olmuştur. Bu akışkan için Şişme % 4,84 olmuştur.

Radyal şişme miktarı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “EYNAL>NAŞA>ÇİTGÖL” şeklinde sıralanmıştır. Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının radyal şişmeyi azalttığını söyleyebiliriz.

Radyal şişme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Var ve ark, 2013., Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada radyal şişme için elde edilen değerler %4,84-6,39 arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Radyal şişme değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için eynal da en yüksek çitgöl de ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda naşa kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.5.2. Teğet şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.17. Teğet şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Çizelge 1. Radyal şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.					
Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	7, 19	1, 93	3, 69	11, 28
	Kızılçam	9, 07	1, 84	6, 63	12, 17
EYNAL	Karaçam	6, 48	2, 01	2, 46	8, 86
	Kızılçam	7, 27	1, 26	4, 57	8, 85
ÇİTGÖL	Karaçam	7, 66	1, 05	4, 66	8, 99
	Kızılçam	7, 20	1, 56	5, 03	9, 89
NAŞA	Karaçam	6, 81	1, 65	3, 42	9, 16
	Kızılçam	7, 78	1, 36	5, 85	10, 56

Çizelge 4.18. Teğet şişmeye ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	64, 71 ^a	7	9, 24	3, 53	0, 00
Sınırlı Alan	6626, 22	1	6626, 22	0,00	0,00
Jeotermal Kaynak	19, 14	1	19, 14	7, 31	0, 00
Ağaç Türü	24, 66	3	8, 22	3, 13	0, 02
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	20, 90	3	6, 96	2, 66	0, 05
Hata	293, 30	112	2, 61		
Total	6984, 23	120			
Düzeltilmiş Toplam	358, 01	119			
a. R Değeri = , 181 (Düzeltilmiş R Değeri = , 130) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.19. Teğet şişmeye ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
EYNAL	30	6, 87	A
NAŞA	30	7, 29	A
ÇİTGÖL	30	7, 43	A
KONTROL	30	8, 13	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.17 incelendiğinde teğet şişmenin EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da % 2,46-8,86 arasında dağıldığı ve ortalama %6,48 olduğu, Kızılçamda %4,57-8,85 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama %7,27 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da % 4,66-8,99 arasında dağıldığı ve ortalama %7,66 olduğu, Kızılçamda %5, 03-9, 89 arasında dağıldığı ve ortalama %7,20 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %3,42-9,16 arasında dağıldığı ve ortalama %6,81 olduğu, Kızılçamda %5,85-10,56 arasında dağıldığı ve ortalama %7,78 olduğu görülmektedir. Buna göre, sonuç olarak teğet şişmenin Karaçam için; EYNAL suyu ile muamelede %6,48 ile en

az olurken ÇİTGÖL suyu ile muamelede %7,66 ile en fazla olmuştur. Teğet şişmede Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede %7,20 ile en az olurken NAŞA jeotermal suyu ile muamelede %7,78 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre teğet şişme üzerine jeotermal kaynakların ve ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,052$) (Bkz. Çizelge 4.18).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.19). teğet şişme üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (A, B) oluşturmaktadırlar. ÇİTGÖL, NAŞA ve EYNAL aynı homojenlik grubunda yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. KONTROL ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır. Bu gruplardan A harfi en az etkiyi ifade ederken, B harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre teğet şişme üzerine en az etki yapan EYNAL olmuştur. Bu akışkan için Şişme % 6,87 olmuştur. Teğet şişme miktarı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “ÇİTGÖL>NAŞA>EYNAL” şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının teğet şişmeyi azalttığını söyleyebiliriz.

Teğet şişme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Var ve ark, 2013., Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada teğet şişme için elde edilen değerlerin %6,87-8,13 arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Teğet şişme değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için çitgöl de en yüksek eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda eynal kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.5.3. Hacimsel şişmeye ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.20. Hacimsel şişmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	14, 23	2, 49	8, 81	18, 16
	Kızılçam	15, 85	3, 44	10, 7	23, 89
EYNAL	Karaçam	11, 49	2, 87	5, 97	14, 16
	Kızılçam	13, 41	2, 44	8, 03	16, 16
ÇİTGÖL	Karaçam	12, 62	1, 89	8, 12	15, 48
	Kızılçam	12, 65	3, 00	8, 43	16, 71
NAŞA	Karaçam	11, 21	2, 35	6, 61	13, 09
	Kızılçam	14, 00	2, 43	10, 03	17, 08

Çizelge 4.21. Hacimsel şişmeye ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	244, 75 ^a	7	34, 96	4, 96	0, 00
Sınırlı Alan	20853, 13	1	20853, 13	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	75, 73	1	75, 73	10, 74	0, 00
Ağaç Türü	139, 05	3	46, 35	6, 57	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	29, 97	3	9, 99	1, 41	0, 24
Hata	789, 45	112	7, 04		
Total	21887, 34	120			
Düzeltilmiş Toplam	1034, 20	119			
a. R Değeri = , 237 (Düzeltilmiş R Değeri = , 189) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.22. Hacimsel şişmeye ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
EYNAL	30	12, 45	A
NAŞA	30	12, 60	A
ÇİTGÖL	30	12, 63	A
KONTROL	30	15, 04	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.20 incelendiğinde hacimsel şişmenin EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da % 5,97-14,16 arasında dağıldığı ve ortalama %11,49 olduğu, Kızılçamda %8,03-16,16 gr/cm³ arasında dağıldığı ve ortalama %13,41 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da %8, 12-15,48 arasında dağıldığı ve ortalama %12,62 olduğu, Kızılçamda %8, 43-16,71 arasında dağıldığı ve ortalama %12,65 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %6,61-13,09 arasında dağıldığı ve ortalama %11, 21 olduğu, kızılçam için %10,03-17,08 arasında dağıldığı ve ortalamanın %14,00 olduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre, sonuç olarak hacimsel şişmenin Karaçam için; NAŞA suyu ile muamelede %11,21 ile en az olurken ÇİTGÖL suyu ile muamelede %12,62 ile en fazla olmuştur. hacimsel şişmede Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede %12,65 ile en az olurken NAŞA jeotermal suyu ile muamelede %14,00 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre Hacimsel şişme üzerine jeotermal kaynakların ve ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,241$) (Bkz. Çizelge4.21).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.22) hacimsel şişme üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (A, B) oluşturmaktadırlar. ÇİTGÖL, NAŞA ve EYNAL aynı homojenlik grubunda (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. KONTROL ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır(B). Bu gruplardan A harfi en az etkiyi ifade ederken, B harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre teğet şişme üzerine en az etki yapan EYNAL olmuştur. Bu akışkan için Şişme % 12,45 olmuştur. hacimsel şişme miktarı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “ÇİTGÖL>NAŞA>EYNAL” şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının hacimsel şişmeyi azalttığını söyleyebiliriz.

Hacimsel şişme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Var ve ark, 2013., Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada

hacimsel şişme için elde edilen değerin %12,45-%12,63 arasında değiştiği, ve bu değerinin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Hacimsel şişme değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için çığöl de en yüksek eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda naşa kaynağı ile elde edilmiştir

4.2.6. Çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma

4.2.6.1. Radyal çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.23. Radyal çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	5, 69	1, 181	3, 63	8, 32
	Kızılçam	6, 08	1, 035	3, 52	7, 52
EYNAL	Karaçam	4, 58	1, 073	2, 58	5, 76
	Kızılçam	6, 25	1, 235	4, 89	9, 75
ÇİTGÖL	Karaçam	4, 55	1, 870	0, 4	7, 06
	Kızılçam	5, 29	1, 370	4, 89	9, 75
NAŞA	Karaçam	5, 07	1, 201	2, 17	6, 79
	Kızılçam	5, 91	1, 075	3, 67	7, 56

Çizelge 4.24. Radyal çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	45, 49 ^a	7	6, 49	3, 96	0, 00
Sınırlı Alan	3534, 93	1	3534, 93	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	14, 15	3	4, 71	2, 87	0, 03
Ağaç Türü	24, 75	1	24, 75	15, 09	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	6, 58	3	2, 19	1, 33	0, 26
Hata	183, 64	112	1, 64		
Total	3764, 06	120			
Düzeltilmiş Toplam	229, 13	119			
a. R Değeri = , 199 (Düzeltilmiş R Değeri = , 148) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.25. Radyal çekmeye ilişkin duncan test sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
ÇİTGÖL	30	4, 91	A
EYNAL	30	5, 41	A
NAŞA	30	5, 49	A
KONTROL	30	5, 88	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.23 incelendiğinde radyal çekme EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da % 2,58-5,76 arasında dağıldığı ve ortalama %4,58 olduğu, Kızılçamda %4,89-9,75 arasında dağıldığı ve ortalama %6,25 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da %0, 40-7, 06 arasında dağıldığı ve ortalama %4,55 olduğu, Kızılçamda %4,89-9,75 arasında dağıldığı ve ortalama %5,29 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %2,17-6,79 arasında dağıldığı ve ortalama %5,07 olduğu, Kızılçam için; % 3,67-7,56 arasında dağıldı ve ortalamasının %5,91 olduğu ve ve Buna göre, çekme Karaçam için; ÇİTGÖL suyu ile muamelede %4,55 ile en az olurken NAŞA suyu ile muamelede %5,07 ile en fazla olmuştur. Radyal çekme Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede %5,29 ile en az olurken EYNAL jeotermal suyu ile muamelede %6,25 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre radyal çekme üzerine jeotermal kaynakların ve ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,266$) (Bkz. Çizelge 4.24).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.25) radyal çekme üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (A, B) oluşturmaktadırlar. ÇİTGÖL, NAŞA ve EYNAL aynı homojenlik grubunda (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. KONTROL ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır(B). Bu gruplardan A harfi en az etkiyi ifade ederken, B harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre radyal çekme üzerine en az etki yapan ÇİTGÖL olmuştur. Bu akışkan için radyal çekme % 4,91 olmuştur. Radyal çekme miktarı bakımından jeotermal

akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “NAŞA>EYNAL>ÇİTGÖL” şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının radyal çekmeyi azalttığını söyleyebiliriz.

Radyal çekme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Radyal çekme için elde edilen değerlerin %4,91-5,49 arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Radyal çekme değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için naşa da en yüksek çitgöl de ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda eynal kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda eynal kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.6.2. Teğet çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.26. Teğet çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	7, 12	1, 26	4, 42	8, 68
	Kızılçam	7, 48	0, 82	6, 27	8, 79
EYNAL	Karaçam	6, 26	1, 81	2, 9	8, 43
	Kızılçam	7, 01	0, 94	5, 4	8, 7
ÇİTGÖL	Karaçam	6, 01	1, 77	4, 33	8, 05
	Kızılçam	7, 72	1, 40	4, 59	9, 19
NAŞA	Karaçam	6, 26	1, 25	2, 13	8, 53
	Kızılçam	7, 10	1, 22	4, 99	9, 71

Çizelge 4.27. Teğet çekmeye ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	40, 64 ^a	7	5, 80	3, 17	0, 00
Sınırlı Alan	5665, 55	1	5665, 55	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	8, 33	3	2, 77	1, 51	0, 21
Ağaç Türü	25, 08	1	25, 08	13, 70	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	7, 23	3	2, 41	1, 31	0, 27
Hata	204, 90	112	1, 82		
Total	5911, 10	120			
Düzeltilmiş Toplam	245, 54	119			
a. R Değeri = , 166 (Düzeltilmiş R Değeri = , 113) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.28. Teğet çekmeye ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
EYNAL	30	6, 64	A
ÇİTGÖL	30	6, 67	A
NAŞA	30	6, 86	A
KONTROL	30	7, 30	A
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.26 incelendiğinde teğet çekme EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da % 2,90-8,43 arasında dağıldığı ve ortalama %6,26 olduğu, Kızılçamda %5,40-8,70 arasında dağıldığı ve ortalama %7,01 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da %4, 33-8, 05 arasında dağıldığı ve ortalama %6,01 olduğu, Kızılçamda %4,59-9,19 arasında dağıldığı ve ortalama %7,72 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %2,13-8,53 arasında dağıldığı ve ortalama %6,26 olduğu, Kızılçam için; %4,99-9,71 arasında dağıldı ve ortalamanın %7,10 olduğu ve ve Buna göre, teğet çekme Karaçam için; ÇİTGÖL suyu ile muamelede %6,01 ile en az olurken NAŞA

ve EYNAL jeotermal sular ile muamelede %6,26 ile en fazla olmuştur. teğet çekme Kızılçam için; EYNAL Jeotermal suyu ile muamelede %7,01 ile en az olurken ÇİTGÖL jeotermal suyu ile muamelede %7,72 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre teğet çekme üzerine ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken jeotermal kaynakların etkisi ($P \leq 0,214$) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,272$) (Bkz. Çizelge 4.27).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.28) örneklerin teğet çekme üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol örnekleri bir homojenlik grubu (A) oluşturmaktadırlar. Eynal, Çitgöl, Naşa kaynağı ve kontrol örneği aynı homojen grupta (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. Naşa kaynağı yoğunluk üzerine en fazla etki yapan akışkan olmuştur. Bu akışkan için yoğunluk miktarı %6,864 olarak belirlenmiştir. Teğet çekme bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “NAŞA > ÇİTGÖL > EYNAL” şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının teğet çekmeyi azalttığını söyleyebiliriz.

Teğet çekme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Teğet çekme için elde edilen değerler %6,64-6,86 arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Teğet çekme değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için çitgöl de en yüksek Eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda Çitgöl kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda Çitgöl kaynağı ile elde edilmiştir.

4.2.6.3. Hacimsel çekmeye ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.29. Hacimsel çekmeye ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (%)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	12, 40	1, 84	8, 44	14, 38
	Kızılcım	13, 11	0, 99	11, 58	14, 82
EYNAL	Karaçam	10, 56	2, 25	7, 27	13, 19
	Kızılcım	12, 82	1, 41	10, 67	14, 64
ÇİTGÖL	Karaçam	10, 52	2, 17	6, 45	14, 54
	Kızılcım	12, 00	2, 25	7, 43	14, 81
NAŞA	Karaçam	10, 77	2, 24	6, 65	13, 18
	Kızılcım	13, 17	1, 87	8, 47	15, 25

Çizelge 4.30. Hacimsel çekmeye ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	137, 62 ^a	7	19, 66	5, 26	0, 00
Sınırlı Alan	17047, 50	1	17047, 50	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	35, 68	3	11, 89	3, 18	0, 02
Ağaç Türü	88, 03	1	88, 03	23, 55	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	13, 91	3	4, 63	1, 24	0, 29
Hata	418, 57	112	3, 73		
Total	17603, 70	120			
Düzeltilmiş Toplam	556, 20	119			
a. R Değeri = , 247 (Düzeltilmiş R Değeri = , 200) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.31. Hacimsel çekmeye ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
ÇİTGÖL	30	11, 26	A
EYNAL	30	11, 68	A
NAŞA	30	11, 97	A
KONTROL	30	12, 76	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.29 incelendiğinde hacimsel çekme EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da % 7,27-13,09 arasında dağıldığı ve ortalama %10,56 olduğu, Kızılçamda %10,67-14,64 arasında dağıldığı ve ortalama %12,82 olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam da %6,45-14,54 arasında dağıldığı ve ortalama %10,52 olduğu, Kızılçamda %7,43-14,81 arasında dağıldığı ve ortalama %12,00 olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da %6,65-13,18 arasında dağıldığı ve ortalama %10,77 olduğu, Kızılçam için; %8,47-15,25 arasında dağıldı ve ortalamanın %13,17 olduğu ve ve Buna göre, hacimsel çekme Karaçam için; ÇİTGÖL suyu ile muamelede %10,52 ile en az olurken NAŞA jeotermal su ile muamelede %10,77 ile en fazla olmuştur. Hacimsel çekme Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede %12,00 ile en az olurken EYNAL jeotermal suyu ile muamelede %12,82 ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre hacimsel çekme üzerine jeotermal kaynakların ve ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,298$) (Bkz. Çizelge 4.30).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.31) hacimsel çekme üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (A, B) oluşturmaktadırlar. ÇİTGÖL, NAŞA ve EYNAL aynı homojenlik grubunda (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. KONTROL ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır(B). Bu gruplardan A harfi en az etkiyi ifade ederken, B harfi en fazla etkiyi ifade etmektedir. Buna göre hacimsel çekme üzerine en az etki yapan ÇİTGÖL olmuştur. Bu akışkan için hacimsel çekme % 11,26 olmuştur.hacimsel çekme miktarı bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “NAŞA>EYNAL>ÇİTGÖL” şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının Hacimsel çekmeyi azalttığını söyleyebiliriz.

Hacimsel çekme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla(Geç, 2013.,Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada hacimsel çekme için elde

edilen değerin %11,26-11,97 arasında değiştiği ve bu değerin literatürle uyumlu olduğu görölmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Hacimsel çekme değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçamı göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için naşa da en yüksek çitgöl de ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda çitgöl kaynağı ile elde edilmiştir.

4.3. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular ve Tartışma

4.3.1. Eğilme direncine ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.32. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Çizelge 1. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.					
Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	90, 68	10, 76	77, 05	108, 24
	Kızılçam	107, 06	18, 98	65, 88	138, 42
EYNAL	Karaçam	85, 21	10, 65	67, 73	102, 66
	Kızılçam	89, 96	15, 92	50, 29	111, 1
ÇİTGÖL	Karaçam	88, 82	10, 92	74, 87	108, 63
	Kızılçam	95, 5	21, 58	65, 23	131, 72
NAŞA	Karaçam	82, 79	9, 14	66, 75	99, 16
	Kızılçam	98, 17	10, 59	85, 43	120, 97

Çizelge 4.33. Eğilme direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	6349, 61 ^a	7	907, 08	4, 53	0, 00
Sınırlı Alan	1021795, 40	1	1021795, 40	0,00	0, 00
Jeotermal Kaynak	2061, 07	3	687, 02	3, 43	0, 02
Ağaç Türü	3496, 65	1	3496, 65	17, 46	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	791, 88	3	263, 96	1, 31	0, 27
Hata	22428, 52	112	200, 25		
Total	1050573, 53	120			
Düzeltilmiş Toplam	28778, 13	119			
a. R Değeri = , 221 (Düzeltilmiş R Değeri = , 172) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.34. Eğilme direncine ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grupları
EYNAL	30	87, 58	A
NAŞA	30	90, 48	A
ÇİTGÖL	30	92, 16	A
KONTROL	30	98, 87	B
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.32 incelendiğinde eğilme direnci EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da 67,73-102,66 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 85,21 N/mm² olduğu, Kızılcamda 50,29-111,10 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 89,99 N/mm² olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam 74,87-108,63 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 88,82 N/mm² olduğu, Kızılcamda 65,23-131,72 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 95,50 N/mm² olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da 66,75-99,16 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 82,79 N/mm² olduğu, Kızılcam için; 85,43-120,97 N/mm² arasında dağıldı ve ortalamanın 98,17 N/mm² olduğu ve ve Buna göre, eğilme direnci Karaçam için; NAŞA suyu ile muamelede 82,79 N/mm² ile en az olurken ÇİTGÖL jeotermal su ile muamelede 88,82 N/mm² ile en fazla olmuştur. Eğilme direnci Kızılcam için; EYNAL Jeotermal suyu ile muamelede 89,96 N/mm² ile en az olurken NAŞA jeotermal suyu ile muamelede 98,17 N/mm² ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre eğilme direnci üzerine jeotermal kaynakların ve ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,272$) (Bkz. Çizelge 4.33).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.34) örneklerin eğilme direnci değerlerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol örnekleri bir homojenlik grubu (A) oluşturmaktadırlar. Eynal, çitgöl, naşa kaynağı ve kontrol örneği aynı homojen grupta (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. EYNAL kaynağı eğilme direnci üzerine en az etki yapan akışkan olmuştur. Bu akışkan için eğilme direnci $87,58 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlenmiştir. Eğilme direnci bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “ÇİTGÖL> NAŞA>EYNAL “ şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının eğilme direncini azalttığını söyleyebiliriz.

Eğilme direnci bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt ve Erdin 1997., Karademir, 2012., Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Eğilme direnci için elde edilen değer $87,58-92,16 \text{ N/mm}^2$ arasında değiştiği ve bu değer literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Eğilme direnci değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için naşa da en yüksek eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda naşa kaynağı ile elde edilmiştir.

4.3.2. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.35. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	39092, 28	14130, 79	15974, 40	67470, 14
	Kızılcıam	43374, 01	21048, 27	19861, 62	82922, 21
EYNAL	Karaçam	35577, 36	15862, 05	13090, 34	61495, 54
	Kızılcıam	42003, 15	22164, 54	17292, 45	74307, 58
ÇİTGÖL	Karaçam	41573, 25	17609, 58	17565, 04	81779, 21
	Kızılcıam	40918, 20	13383, 66	27238, 74	66020, 23
NAŞA	Karaçam	41972, 67	18355, 57	14320, 31	64153, 89
	Kızılcıam	44259, 58	19703, 51	16503, 42	73786, 37

Çizelge 4.36. Eğilme elastikiyet modülüne ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	7, 728E8 ^a	7	1, 10E+08	0, 34	0, 93
Sınırlı Alan	2, 03E+11	1	2, 03E+11	623, 60	0,00
Jeotermal Kaynak	2, 83E+08	3	9, 44E+07	0, 29	0, 83
Ağaç Türü	2, 86E+08	1	2, 86E+08	0, 87	0, 35
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	2, 04E+08	3	6, 80E+07	0, 20	0, 89
Hata	3, 64E+10	112	3, 25E+08		
Total	2, 40E+11	120			
Düzeltilmiş Toplam	3, 72E+10	119			
a. R Değeri = 0, 21 (Düzeltilmiş R Değeri = 0, 40) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.37. Eğilme elastikiyet modülüne ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
EYNAL	30	38790, 30	A
KONTROL	30	41233, 10	A
ÇİTGÖL	30	41245, 70	A
NAŞA	30	43116, 10	A
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.35 incelendiğinde eğilmede elastikiyet modülü EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da 13090,34-61495,54 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 35577,36 N/mm² olduğu, Kızılçamda 17292,45-74307,58 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 42003,15 N/mm² olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam 17565,04-81779,21 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 41573,25 N/mm² olduğu, Kızılçamda 27238,74-66020,23 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 40918,20 N/mm² olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da 14320,31-64153,89 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 41972,67 N/mm² olduğu, Kızılçam için; 16503,42-73786,37 N/mm² arasında dağıldı ve ortalamanın 44259,58 N/mm² olduğu ve Buna göre, eğilmede elastikiyet modülü Karaçam için; EYNAL suyu ile muamelede 35577,36 N/mm² ile en az olurken NAŞA jeotermal su ile muamelede 41972,67 N/mm² ile en fazla olmuştur. eğilmede elastikiyet modülü Kızılçam için; ÇİTGÖL Jeotermal suyu ile muamelede 40918,20 N/mm² ile en az olurken NAŞA jeotermal suyu ile muamelede 44259,58 N/mm² ile en fazla olmuştur.

Yapılan Varyans analizi sonuçlarına göre eğilmede elastikiyet modülü üzerine jeotermal kaynaklar, ağaç türleri ve bu ikisinin birlikte yaptıkları etkiler(p>0,05 önem düzeyinde), istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır (Bkz. Çizelge 4.36).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.37.) örneklerin eğilmede elastikiyet değerleri üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar ve kontrol örnekleri bir homojenlik grubu (A) oluşturmaktadırlar. Eynal, Çitgöl, Naşa kaynağı ve kontrol örneği aynı homojen grupta (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. EYNAL kaynağı eğilmede elastikiyet üzerine en az etki yapan akışkan olmuştur. Bu akışkan için eğilme eğilmede elastikiyet modülü 38790, 30 N/mm² olarak belirlenmiştir. Eğilme elastikiyet bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “NAŞA>ÇİTGÖL>EYNAL“ şeklinde sıralanmıştır.

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal jeotermal kaynağının eğilmede elastikiyet modülünü azalttığını Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının eğilmede elastikiyet modülünü artırdığını söyleyebiliriz.

Eğilmede elastikiyet bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla(Bozkurt ve Erdin 1997., Karademir, 2012., Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Eğilmede elastikiyet için elde edilen değer 38790,3-43116,1 N/mm² arasında değiştiği ve bu değer literatürle uyumlu olduğu görülmüştür ciddi anlamda farklılık oluşmamakla beraber oluşan farklılığın ise kullanılan jeotermal kaynakların potansiyel emrenye madde miktarlarındaki farklılıktan oluştuğu söylenebilir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Eğilmede elastikiyet değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için naşa da en yüksek eynal da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda naşa kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda eynal kaynağı ile elde edilmiştir.

4.3.3. Liflere paralel basınç direncine ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.38. Liflere paralel basınç direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal işlem	Ağaç türü	Tanımlayıcı istatistikler			
		Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
KONTROL	Karaçam	41, 30	3, 59	34, 402	49, 718
	Kızılçam	44, 62	3, 65	38, 387	50, 711
EYNAL	Karaçam	37, 77	3, 51	33, 371	44, 744
	Kızılçam	45, 91	4, 89	33, 395	54, 043
ÇİTGÖL	Karaçam	41, 58	4, 85	31, 686	48, 84
	Kızılçam	44, 15	2, 93	37, 482	5, 345
NAŞA	Karaçam	37, 42	2, 93	31, 526	410370
	Kızılçam	38, 61	5, 42	31, 333	44, 936

Çizelge 4.39. Liflere paralel basınç direncine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P**
Kontrol modeli	960, 39 ^a	7	137, 19	8, 26	0,00
Sınırlı Alan	162675, 17	1	162675, 17	0,00	0,00
Jeotermal Kaynak	589, 54	1	589, 54	35, 51	0,00
Ağaç Türü	309, 80	3	103, 26	6, 22	0, 00
Jeotermal Kaynak*-Ağaç Türü	61, 04	3	20, 34	1, 22	0, 30
Hata	1859, 44	112	16, 60		
Total	165495, 02	120			
Düzeltilmiş Toplam	2819, 84	119			
a. R Değeri = , 341 (Düzeltilmiş R Değeri = , 299) (*Jeotermal akışkan ve kimyasal karışım, **p≤0, 05 ise önemlidir)					

Çizelge 4.40. Liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan testi sonuçları

Jeotermal kaynak	Örnek sayısı	Ortalama gr/cm ³	Homojenlik grupları
NAŞA	30	34, 58	A
EYNAL	30	36, 27	A
ÇİTGÖL	30	37, 43	B
KONTROL	30	38, 97	C
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında%95 güven düzeyinde anlamlı farklılık yoktur			

Çizelge 4.38 incelendiğinde liflere paralel basma direnci EYNAL jeotermal suyu için Karaçam da 32,371-44,744 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 37,778 N/mm² olduğu, Kızılcımda 33,395-54,043 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 45,915 N/mm² olduğu, ÇİTGÖL jeotermal suyu için karaçam 31,686-48,840 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 41,580 N/mm² olduğu, Kızılcımda 37,482-50,345 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 44, 151 N/mm² olduğu NAŞA jeotermal suyu için Karaçam da 31,526-41,370 N/mm² arasında dağıldığı ve ortalama 37,426 N/mm² olduğu, Kızılcıam için; 131,333-44,936 N/mm² arasında dağıldı ve ortalamasının 38,619 N/mm² olduğu ve ve Buna göre, liflere paralel basmada Karaçam için; NAŞA suyu ile muamelede 37,426 N/mm² ile en az olurken ÇİTGÖL jeotermal su ile muamelede 41,580 N/mm² ile en fazla olmuştur. Liflere paralel basma Kızılcıam için; NAŞA Jeotermal suyu ile muamelede 38,619 N/mm² ile en az olurken EYNAL jeotermal suyu ile muamelede 45,915 N/mm² ile en fazla olmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci üzerine jeotermal kaynakların ve ağaç türünün etkisi ($p \leq 0,000$ önem düzeyinde) anlamlı çıkmış iken ikisinin birlikte yaptıkları etkiler istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır ($P \leq 0,304$) (Bkz. Çizelge 4.39).

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre paralel basınç direnci üzerine etkileri bakımından jeotermal kaynaklar üç farklı homojenlik grubu (A, B, C) oluşturmaktadırlar. NAŞA, EYNAL aynı homojenlik grubunda (A) yer almıştır ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık çıkmamıştır. ÇİTGÖL ise diğer jeotermal akışkanlara göre farklı homojenlik grubunda yer almıştır(B). Buna göre paralel basma direnci üzerine en fazla etki yapan ÇİTGÖL olmuştur. Bu akışkan için paralel basma direnci $37,4393 \text{ N/mm}^2$ olmuştur. Paralel basma direnci bakımından jeotermal akışkanlar kendi aralarında karşılaştırıldığında çoktan aza doğru olmak üzere “ÇİTGÖL > EYNAL > NAŞA” şeklinde sıralanmıştır. (Bkz. Çizelge 4.40).

Kontrol örnekleri baz alınarak Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal kaynak sularının liflere paralel basınç direncini azalttığını söyleyebiliriz.

Liflere paralel basınç direnci bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla(Bozkurt ve Erdin 1997., Karademir, 2012., Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Liflere paralel basınç için elde edilen değerler $34,58-37,43 \text{ N/mm}^2$ arasında değiştiği ve bu değerinin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında sonuç olarak ortalama Liflere paralel basma değeri; Ağaç türü için kızılçamda karaçama göre daha yüksek bulunmuştur, Jeotermal kaynak türü için çitgöl de en yüksek naşa da ise en düşük değer bulunmuştur. Jeotermal kaynak-ağaç türü için en yüksek değer kızılçamda eynal kaynağı ile emrenyede bulunurken en düşük değer karaçamda naşa kaynağı ile elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kızılçam ve karaçam diri odun örnekleri ve basit daldırma yöntemlerine göre yapılan jeotermal emprenye işlemi sonucunda örneklerin performanslarını bulmak için belirlenen kontrol örnekleri temel alınarak, çözelti absorpsiyonu, net kuru madde miktarı, şişme, çekme, yoğunluk, rutubet, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci özellikleri incelenmiş ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Kütahya Simav yöresi Eynal Çitgöl ve Naşa jeotermal akışkanlarının potansiyel emprenye maddelerinin derişimi 831,90 mg/l ile 1781,90 mg/l arasında bulunmuştur. Bu jeotermal akışkanların ahşap koruma amaçları için doğrudan kullanılması, içerdikleri mineral madde miktarı yetersizliğinden dolayı uygun olmayabilir.

Jeotermal akışkanlar ağaç malzemenin absorpsiyon ve net kuru madde miktarlarını önemli derecede artırmıştır. Yoğunluk ve rutubet bakımından kontrol örnekleri temel alınarak yapılan değerlendirmede yoğunluk testinin % 0,21 azaltma ve % 2,34 artırma meydana getirdiği. Rutubet testinin ise % 7,69 azaltma ve 0,29 artırma meydana getirdiği görülmüştür.

Şişme, değerleri kontrol grubu örnekleri temel alınarak değerlendirildiğinde, radyal şişme için %24,25 ile %18,46, teğet şişme için % 15,49 ile % 8,6 hacimsel şişme için %17,23 ile % 16,00, oranında bir azaltma getirmiştir.

Çekme, değerleri kontrol grubu örnekleri temel alınarak değerlendirildiğinde, radyal çekme için %16,49 ile % 6,63, teğet çekme için % 9,07 ile % 6,01 ve hacimsel çekme için %11,75 ile % 6,19, oranında bir azaltma getirmiştir.

Mekanik testlerle ilgili değerler kontrol grubu örnekleri temel alınarak değerlendirildiğinde, eğilme direnci için %11,41 ile % 6,78, eğilmede elastikiyet modülü için % 10,03 ile % 4,33 ve, liflere paralel basınç için %11,26 ile % 3,94 oranında, bir azaltma meydana getirmiştir.

Jeotermal akışkanın eğilme direnci ve liflere paralel basma direnci değerlerini düşürerek performans kaybına neden olduğu söylenebilir. Yoğunluk rutubet ve eğilmede elastikiyet değerleride kontrol örnekleriyle önemli derece farklılık göstermemekle birlikte ağaç malzemeye kayda değer bir değişiklik katmadığını söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Acatay, A., 1956. Karaçam. Orman Fak. Dergisi, (6), 2.
- Akıllı, H., ERSÖZ, M.E, 2002. The Application And The Progress Of Geothermal Energy İn Turkey. 11, 67-78.
- Akkuş, İ., ve Aydoğdu, Ö., 2006. Türkiye'nin Jeotermal Kaynaklarının Potansiyeli Ve Önemi. Jeoloji Mühendisleri Odası, Jeotermal Enerji ve Yasal Düzenlemeler Sempozyumu, 12-15 Ekim, Ankara, 48-57.
- Anonim, 2004. Jeotermal Enerjinin Tüketim Alanları, Erişim Tarihi:05.06.2013 Erişim Adresi: <http://www.eng.deu.edu.tr/jenarum/turkish/gnblbg.htm>.
- Anonim, 2007. Dünya ve Türkiye'de Jeotermal Enerji uygulamaları. Erişim Tarihi: 01.04.2014. Erişim Adresi <http://www.Eie.Gov.Tr/Turkce/Jeoloji/Jeotermal/12dunyada Jeotermal.Html>.
- Anonim, 2013. İhlâs Enerji, Jeotermal Enerji ve Kullanma Sahaları. Erişim Tarihi: 02.04.2013. İnternet Sitesi. <http://www.ihlasenerji.com/jeotermal.asp>
- Arslan, S., Darıcı, M. ve Karahan, Ç., 2001. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli. Jeotermal Enerji Semineri.
- Barbier, E., 2002. Geothermal Energy Tecnology And Current Statüs: On Overview. Erişim Tarihi: 09.09.2014. <Http/www.Journals.Elsevier.Com/Renewable-And-Sustainable-Energy-Reviews>
- Bertani, R., 2005. World Geothermal Generation. Stateof Art, Proceedings Of World Geotermal Congress , 24-29 Nisan, Antalya, 2-17.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. 1977. Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayın: 3998, 372s., İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. 1993 : Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Yayın : 3779, Orman Fakültesi Yayın : 425, 429 s., İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1995. İğne Yapraklı Ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi II). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi
- Bozkurt, A., Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi. Yayınları Basım Evi Ve Film Merkezi, 372, İstanbul.
- Carella, R., Sommaruga, C., 2000. Spa And Industrial Uses Of Geothermal Energy İn Italia. Proceedings World Geothermal Congress, May 28-June 10, Kyushu, Tohoku, Japan, 3391-3393.
- Çetin, Y., 1985. Emprenyenin Önemi ve Ekonomik Analizi. Ahşap Malzemenin Korunması Semineri, 21-22 Kasım, Ankara, 338.

- Dağdaş, A., 2004. Jeotermal Enerjiden Yararlanmada Türkiye'nin Dünya'daki Konumu ve Potansiyeli. Tesisat Mühendisliği Dergisi, ISSN 1300 -3399(80), 38-49.
- Dağdaş, A., 2004. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Optimal Kullanım Modelinin Geliştirilmesi Ve Yöresel Uygulaması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, 165s İstanbul.
- Dünya, H., Erkan, B., Bakraç, Safa., Karışmaz, A., 2006. Ücretli Kütahya-Simav-Eynal Jeotermal Sahası Kuyu Testleri Raporu. Maden Teknik Arama Rapor No 10252.
- 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.
- Hafizoğlu, H., 1987 Ağaç Malzeme Emprenye Tekniği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Trabzon.
- İlgar, R., 2005. Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Düalist Yaklaşım. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 4/13, 88-98.
- İlhan, R., 1988. Ağaç Malzeme Koruma ve Emprenye Tekniği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın:74, 180s. Trabzon.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı: Uşak Yöresi örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ss 58, Isparta,
- Köse, R., Tuğcu, A., Yamık, A., 2004. Kütahya'da Jeotermal Enerji Kullanımının İrdelenmesi. II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu Ve Sergisi Bildirisi Kitabı, 26-28 Mayıs, Kütahya, 278-283.
- Lund, W.J., Freeston, H.D., 2001. World-Wide Direct Uses Of Geothermal Energy. Geothermic, (30), 29-68.
- Mahon, T., Harvey, C., Crosby, D., 2000. The Chemistry Of Geothermal Fluids İn Indonesia And Their Relations Hipto Water And Vapour Dominated Systems Proceeding World Geothermal Congress, May 28–Jun 10, Kyushu– Tohoku, Japan, 1389–394.
- Merdan, R., 2011. Ahşap Yapı Elemanlarının Borlu Bileşiklerle Farklı Çalışma Şartlarında Emprenye Edilebilirliğinin Araştırılması, Süleyman demirel üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, doktora tezi, 117s, Isparta.
- Mirov, N.T., 1967. The Genus Pinus. The Ronald Press Company, 12/3, 36.
- MTA., 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri. Yayın No:201

- Okada, H., Kudo, Y., Nakazawa, H., Chiba, A., Mitsuhashi, K., Ohara, T., Wada, H., 2004. Removal System Of Arsenic From Geothermal Water By High Gradient Magnetic Seperation-Hgms Reciprocal Filter. Erişim tarihi:05.10.2014.<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp/jsptp&ornumber=1325102>
- Öktem, E., Sözen, M.R., 2014. Reçine Üretimini Kızılçam (Pinus Brutia Ten) Odununun Fiziksel Ve Mekaniksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Erişim Tarihi:07.09.2014.<http://www.web.ogm.gov.tr/birimler/araştırma/içanadolu/dökümanlar/bültenler/0256.pdf>.
- Özalp, M., Ordu, M., 2010. Kereste Kurutmada Kullanılan Enerji Kaynağının Maliyete Etkileri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Issn 1302-3055(22), 99-108.
- Özdemir, A. , 2009. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli, Jeotermal Enerji Semineri.
- Serpen, U., Aksoy, N., Öngür, T., Korkmaz, E.D., 2009. Geothermal Energy In Turkey:2008 Update. Erişim Tarihi:01.10.2014. <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0375650509000042#>
- Şen, S., 2013 Ağaç Malzemenin Korunmasında Basınçlı Emprenye Sistemleri, <http://www.emprenye-basinclikaplar.com/basincli-emprenye-sistemleri.html>
- TS 4176, 1984. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Alma ve Laboratuvar Numunesi Alınması, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 47, 2011. Ahşap Koruyucular - Ev Teke Böceği (*Hylotrupes bajulus* L.) Larvalarına Karşı Zehirlilik Değerlerinin Tayini (Laboratuvar Metodu), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 343, 2012. Ahşap Koruma -Terimler ve Tarifler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 344, 2012. Ahşap Koruma-Genel Kurallar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 4084, (1983). Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 4085, 1983. Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

- TS 4086, 1983.Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2478, 1976. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülü Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2472, (1976). Odunda, Fiziksel Ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2595, 1977.Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, 1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- 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, 184-197.
- Var, A. A., Yalcin, M., Sen, S., Tascioglu, C., 2012. Antifungal Activity Of Geothermal Fluids From Different Regions Of Turkey. Bioresources, 7(3), 4226-4236

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İbrahim KARDAŞ
Doğum Yeri ve Yılı : Afyonkarahisar, 1984
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : hayber.1002@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Afyonkarahisar Gazi Endüstri Meslek Lisesi, 2003
Lisans : Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi,
Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği, 2009

Kabul edilen projeleri ve proje verilen Birim: Süleyman Demirel Üniversitesi
Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi

Kabul edilen proje konusu: Kütahya-Simav Yöresi Jeotermal Kaynaklarının
Emprenye Maddeleri Açısından İncelenmesi ve Bu Kaynakların Ahşabın Bazı
Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması