

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

**DERİŞİMİ YÜKSELTİLEN JEOTERMAL SULARLA  
EMPRENİYELİ AĞAÇ MALZEMEDE BAZI ÖZELLİKLERİN  
İNCELENMESİ: AYDIN-GERMENCİK YÖRESİ ÖRNEĞİ**

**Mehmet Yaşar YALDIZ**

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

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



© 2017 [Mehmet Yaşar YALDIZ]

## TEZ ONAYI

Mehmet Yaşar YALDIZ tarafından hazırlanan “Derişimi Yükseltlen Jeotermal Sularla Emprenyeli Ağaç Malzemede Bazı Özelliklerin İncelenmesi: Aydın-Germencik Yöresi Örneği” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

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



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Turgut ŞAHİN  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan KAYA  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER

## **TAAHHÜTNAME**

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

**Mehmet Yaşar YALDIZ**



# İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	2
2.1. Genel Bilgiler .....	9
2.1.1. Jeotermal enerji .....	9
2.1.1.1. Dünyada jeotermal enerji .....	10
2.1.1.2. Türkiye’de jeotermal enerji .....	13
2.2. Jeotermal Kaynaklara Genel Bakış .....	16
2.2.1. Jeotermal kaynakların kısa tarihçesi.....	16
2.2.2. Dünyada ki jeotermal kaynakların mevcut durumu .....	16
2.2.3. Dünyada jeotermal kaynakların kullanım yerleri .....	18
2.3. Türkiye’de Jeotermal Kaynaklar .....	19
2.3.1. Türkiye’de ki jeotermal kaynakların mevcut durumu .....	19
2.3.2. Türkiye jeotermal uygulamalarının dünyadaki yeri .....	20
2.4. Aydın Jeotermal Kaynaklar.....	21
2.4.1. Ilıcabaşı-İmamköy Jeotermal Sahası.....	22
2.4.2. Yılmazköy Jeotermal Sahası .....	22
2.4.3. Germencik-Ömerbeyli Jeotermal Sahası.....	22
2.5. Aşşap Korumada Kullanılan Emprenye Yöntemleri .....	26
2.5.1. Basınç uygulamayan metotlar .....	26
2.5.1.1. Fırça ile sürme ve püskürtme metodları .....	26
2.5.1.2. Daldırma metodu .....	27
2.5.1.3. Batırma metodu .....	27
2.5.1.4. Sıcak ve soğuk metot.....	27
2.5.2. Basınç uygulayan metotlar .....	28
2.5.2.1. Dolu hücre (bethell) yöntemi .....	28
2.5.2.2. Boş hücre (rüping) yöntemi.....	29
2.5.2.3. Besi suyunu çıkarma metodu.....	31
2.5.2.4. Difüzyon metodu .....	31
2.5.2.5. Yerinde bakım metodu .....	31
2.5.2.6. Alçak basınç (vakum) metotları .....	32
2.5.2.7. Osilasyon ve değişken basınç metotları .....	32
2.6. Ağaç Malzeme .....	32
2.6.1. Karaçamın Özellikleri ( <i>Pinus nigra</i> Arnold).....	32
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	35
3.1. Materyal .....	35
3.1.1. Deney numunelerinin hazırlanışı .....	35
3.1.2. Jeotermal akışkan.....	36
3.2. Yöntemler.....	38
3.2.1. Emprenye işlemi.....	38
3.2.2. Jeotermal Emprenye Maddesi Tayini .....	38
3.2.3. Absorpsiyon tayini .....	39

3.2.4. Yoğunluk tayini .....	39
3.2.5. Rutubet tayini .....	40
3.2.6. Genişleme tayini .....	40
3.2.6.1. Radyal ve teğet yönde genişleme tayini .....	40
3.2.6.2. Hacimsel genişleme tayini .....	40
3.2.7. Daralma tayini .....	41
3.2.7.1. Radyal ve teğet yönde daralma tayini .....	41
3.2.7.2. Hacimsel Daralma tayini .....	41
3.2.8. Su Alma oranı tayini .....	42
3.2.9. Eğilme direnci tayini .....	42
3.2.10. Eğilmede elastikiyet modülü tayini .....	42
3.2.11. Liflere paralel basınç direnci tayini .....	43
3.3. İstatistiksel Yöntem .....	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	44
4.1. Jeotermal Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma .....	44
4.2. Absorpsiyona ilişkin bulgular ve tartışma .....	44
4.3. Yoğunluğa ilişkin bulgular ve tartışma .....	48
4.4. Rutubet miktarına ilişkin bulgular ve tartışma .....	53
4.5. Genişleme miktarına ilişkin bulgular ve tartışma .....	57
4.5.1. Radyal yönde genişlemeye ilişkin bulgular ve tartışma .....	57
4.5.2. Teğet yönde genişlemeye ilişkin bulgular ve tartışma .....	61
4.5.3. Hacimsel genişlemeye ilişkin bulgular ve tartışma .....	65
4.6. Daralma miktarına ilişkin bulgular ve tartışma .....	69
4.6.1. Radyal yönde daralmaya ilişkin bulgular .....	69
4.6.2. Teğet yönde daralmaya ilişkin bulgular ve tartışma .....	73
4.6.3. Hacimsel daralmaya ilişkin bulgular ve tartışma .....	77
4.7. Su alma oranına ilişkin bulgular ve tartışma .....	81
4.8. Eğilme direncine ilişkin bulgular ve tartışma .....	85
4.9. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin bulgular ve tartışma .....	89
4.10. Liflere paralel basınç direncine ilişkin bulgular ve tartışma .....	93
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	98
6. KAYNAKLAR .....	101
ÖZGEÇMİŞ .....	105

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### DERİŞİMİ YÜKSELTİLEN JEOTERMAL SULARLA EMPRENYELİ AĞAÇ MALZEMEDE BAZI ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ: AYDIN- GERMENCİK YÖRESİ ÖRNEĞİ

Mehmet Yaşar YALDIZ

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR

Bu çalışmada Aydın Germencik yöresine ait bazı jeotermal kaynakların empenye maddelerinin incelenmesi, farklı derişimlerde empenye edilen karaçam (*Pinus nigra*) odunlarının özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Deneylerde Aydın Germencik yöresine ait Germencik 3 Alangüllü ve Çamköy jeotermal suları kullanılmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen üç farklı jeotermal kaynağa ait sular dört farklı (%0, %5, %10, %15) derişim değerlerine getirilmiştir.

TSE standartlarına göre boyutlandırılmış örnekler farklı derişim değerlerindeki jeotermal sular ile daldırma metodu uygulanarak empenye edilmiştir. Emprenye işleminin sonucu örnekler üzerinde absorpsiyon, yoğunluk, rutubet, radyal yönde genişleme, teğet yönde genişleme, hacimsel genişleme, radyal yönde daralma, teğet yönde daralma, hacimsel daralma, su alma oranı, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, ve liflere paralel basınç direnci testleri yapılmıştır.

Derişimi artırılan jeotermalin eğilme direnci, liflere paralel basma direnci, eğilmede elastikiyet modülü direncini düşürerek performans kaybına neden olduğu söylenebilir. Yoğunluk, rutubet, su alma, teğet yönde genişleme ve daralma değerleri, hacimsel genişleme ve daralma değerlerinde kontrol örneklerine göre azalma meydana gelmiş, radyal yönde genişleme ve daralmada artış meydana gelmiş olup önemli derece farklılık göstermemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap malzeme, Emprenye, Jeotermal, Aydın Germencik, Alangüllü, Çamköy

2017, 105 Sayfa

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **INVESTIGATION OF EFFECTS ON SOME PROPERTIES OF CONCENTRATION INCREASED – GEOTHERMAL WATERS – IMPREGNATED WOOD MATERIALS: A CASE STUDY FROM AYDIN- GERMENCİK REGION**

**Mehmet Yaşar YALDIZ**

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

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet Ali VAR**

In this study, it is aimed to investigate the impregnation materials of some geothermal sources belonging to Aydın Germencik region and to investigate the characteristics of the Pinus nigra trees which are applied at different concentrations.

Germencik 3 Alangüllü and Çamköy geothermal waters belonging to Aydın Germencik region were used in the experiments. The waters belonging to three different geothermal resources brought to the laboratory environment were brought to four different concentration values (0%, 5%, 10%, 15%).

Samples dimensioned according to TSE standards were impregnated by applying the dipping method with geothermal waters at different concentration values. In the case of impregnation process, it is possible to determine absorption coefficient, density, moisture, radial expansion, tangential expansion, volumetric expansion, radial contraction, tangential contraction, , Flexural elastic modulus test, and parallel pressure test of the fibers.

It can be said that the geothermal increased the concentration, the resistance to bending resistance, the resistance to bending parallel to the fibers, and the resistance to elasticity to bending decreased. Density, humidity, water intake, tangential expansion and contraction values, volumetric expansion and contraction values decreased with respect to the control samples, and the radial expansion and contraction increased and did not differ significantly. It is possible to say that it does not add any significant change to the wood material.

**Key words:** Wooden material, Impregnation, Geothermal, Aydın Germencik, Alangüllü, Çamköy

**2017, 105 Pages**



## TEŞEKKÜR

Bu alıőmamda beni ynlendiren, karőılaőtıđım zorlukları bilgi ve tecrbesi ile aőmamda yardımcı olan, arazi çalıőmalarımnda yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Ali VAR'a teőekkürlerimi sunarım. Literatür araőtırmalarımnda yardımcı olan değerli arkadaőlarım Fatih Őerif COŐAN, Kenan KMBECİ, ve Hüseyin ÖZTÜRK'e teőekkürlerimi sunarım. Laboratuar çalıőmalarımnda yardımcı olan Aykut Yalçındağ'a teşekkür ederim

4050-YL1-14 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Baőkanlıđı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aőamasında beni yalnız bırakmayan gerekli desteği hiçbir zaman esirgemeyen değerli ailem; babam İsmail YALDIZ'a annem Ferihan YALDIZ'a ve sevgili kardeőim Ayőe Nurhayat YALDIZ' a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Türkiye'nin neotektoniği-volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar .....	13
Şekil 2.2. En çok bilinen jeotermal alanlar .....	17
Şekil 2.3. Türkiye'de jeotermal alanlar .....	19



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Dünya’da jeotermal enerji kurulu güç gelişimi. ....	12
Çizelge 2.2. Ülkemizde jeotermal bölgesi ısıtma sistemleri ve işletme bilgileri .....	14
Çizelge 2.3. Türkiye’deki jeotermal sera uygulamaları ve kapasiteleri.....	15
Çizelge 2.4. Jeotermal akışkanlarının sıcaklığa göre kullanım alanları.....	21
Çizelge 2.5. Aydın ilinde bulunan jeotermal kaynaklar bilgi tablosu.....	24
Çizelge 3.1. Aydın ve çevresindeki jeotermal sulardaki bazı elementlerin ve iyonların analizi.....	37
Çizelge 4.1. Kaynak türüne göre jeotermal su kimyasal analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.2. Absorpsiyona ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	45
Çizelge 4.3. Absorpsiyona ilişkin varyans analizi sonuçları .....	46
Çizelge 4.4. Absorpsiyona ilişkin tukey testi sonuçları .....	47
Çizelge 4.5. Absorpsiyona ilişkin duncan testi sonuçları .....	47
Çizelge 4.6. Yoğunluğa ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	48
Çizelge 4.7. Yoğunluğa ait varyans analizi sonuçları .....	50
Çizelge 4.8. Yoğunluğa ilişkin tukey testi sonuçları .....	51
Çizelge 4.9. Yoğunluğa ilişkin duncan testi sonuçları .....	52
Çizelge 4.10. Rutubet miktarına ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	53
Çizelge 4.11. Rutubet miktarına ait varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.12 Rutubet miktarına ilişkin tukey testi sonuçları .....	55
Çizelge 4.13. Rutubet miktarına ilişkin duncan testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.14. Radyal yönde genişlemeye ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	57
Çizelge 4.15. Radyal yönde genişlemeye ait varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.16. Radyal yönde genişleme miktarına ilişkin tukey testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.17. Radyal yönde genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.18. Teğet yönde genişlemeye ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	61
Çizelge 4.19. Teğet yönde genişlemeye ait varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.20. Teğet yönde genişleme miktarına ilişkin tukey testi sonuçları .....	63
Çizelge 4.21. Teğet yönde genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları.....	64
Çizelge 4.22. Hacimsel genişlemeye ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	65
Çizelge 4.23. Hacimsel genişlemeye ait varyans analizi sonuçları.....	66
Çizelge 4.24. Hacimsel genişleme miktarına ait tukey testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.25. Hacimsel genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.26. Radyal yönde daralmaya ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	69
Çizelge 4.27. Radyal yönde daralmaya ait varyans analizi sonuçları.....	70
Çizelge 4.28. Radyal yönde daralma miktarına ait tukey testi sonuçları.....	71
Çizelge 4.29. Radyal yönde daralmaya ilişkin duncan testi sonuçları.....	72
Çizelge 4.30. Teğet yönde daralmaya ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	73
Çizelge 4.31. Teğet yönde daralmaya ait varyans analizi sonuçları .....	74
Çizelge 4.32. Teğet yönde daralma miktarına ait tukey testi sonuçları .....	75
Çizelge 4.33. Teğet yönde daralmaya ilişkin duncan testi sonuçları .....	76
Çizelge 4.34. Hacimsel daralmaya ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	77
Çizelge 4.35. Hacimsel daralmaya ait varyans analizi sonuçları .....	78
Çizelge 4.36. Hacimsel daralma miktarına ait tukey testi sonuçları .....	79
Çizelge 4.37. Hacimsel daralmaya ilişkin duncan testi sonuçları.....	80
Çizelge 4.38. Su alma oranına ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular .....	81
Çizelge 4.39. Su alma oranına ait varyans analizi sonuçları.....	82
Çizelge 4.40. Su alma oranına ait tukey testi sonuçları .....	83

Çizelge 4.41. Su alma oranına ilişkin duncan testi sonuçları.....	84
Çizelge 4.42. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular.....	85
Çizelge 4.43. Eğilme direncine ait varyans analizi sonuçları .....	86
Çizelge 4.44. Eğilme direncine ait tukey testi sonuçları .....	87
Çizelge 4.45. Eğilme direncine ilişkin duncan testi sonuçları .....	88
Çizelge 4.46. Eğilmede Elastikiyet modülüne ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular..	89
Çizelge 4.47. Eğilmede Elastikiyet modülüne ait varyans analizi sonuçları .....	90
Çizelge 4.48. Eğilmede elastikiyet modülüne ait tukey testi sonuçları.....	91
Çizelge 4.49. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin duncan testi sonuçları.....	92
Çizelge 4.50. Liflere paralel basınç direncine ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular ..	93
Çizelge 4.51. Liflere paralel basınç direncine ait varyans analizi sonuçları .....	94
Çizelge 4.52. Liflere paralel basınç direncine ait tukey testi sonuçları .....	95
Çizelge 4.53. Liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan testi sonuçları.....	96



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Aesy	Emprenye hemen sonrası yaş ağırlık
Aeö12	Emprenye öncesi hava kurusu ağırlık
AR	Absorbsiyon – Retensiyon
B	Boyuna Kesit
d0	Tam kuru yoğunluk
d12	Hava kurusu yoğunluk
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
ED	Eğilme direnci
EM	Eğilmede Elastikiyet
F*	SPSS’de Test istatistiği
Gwh	Gigawatt saat
H	Yükseklik
HÇ	Hacimsel Çekme
JSA	Jeotermal su absorpsiyonu
kP	kilo pascal (basınç birimi)
kWh	kiowatt saat
L	mesnetler arası mesafe
LP	Liflere paralel basınç direnci
Lres	Emprenye sonrası radyal yönde şişme
Lrmax	Radyal yönde maksimum şişme
Lrmin	Radyal yönde minimum şişme
Ltmax	Teğet yönde maksimum şişme
Ltmin	Teğet yönde minimum şişme
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MWt	Megawatt
P*	İstatistiksel anlamlılık (Sig.)
Pmax	Maksimum Basınç
R	Rutubet
RŞ	Radyal Genişleme
RÇ	Radyal Daralma
SAO	Su alma oranı
TŞ	Teğet Genişleme
TÇ	Teğet Daralma
Tesy	Emprenye sonrası yaş halde teğet kesit
TSE	Türk Standartlar Enstirüsü
Veö12	Emprenye öncesi Hava kurusu hacim
Y12	Hava Kurusu Yoğunluk

## 1.GİRİŞ

Ağaç malzeme sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle günümüzde birçok kullanım yerinde önemini korumaktadır. Kişi başına tüketimin artması ve orman alanlarının gün geçtikçe azalması üretilen ağaç malzemenin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ağaç malzemenin bileşikleri çevre şartlarına göre kimyasal ya da biyolojik etkenlerle bozulmaktadır. Bu olumsuz etkilere karşı ağaç malzemelere kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır (Higley ve Kink, 1990).

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 (Kardaş, 2014).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnsan yaşamı ve kültürünün gelişme sürecinde uzun ve mükemmel bir tarihe sahip olan ağaç malzeme; yapılarda taşıyıcı eleman, dış cephe kaplaması, döşeme ve çatı malzemeleri olarak kullanıldığı gibi, endüstriyel konstrüksiyonlar da köprü, iskele ve daha pek çok alanda da yoğun olarak kullanılmaktadır (Erdin, 2003).

Ağaç malzemenin korunmasını sağlayabilmek için 2000 yıldan beri çeşitli maddeler denenmektedir. Bu konuda başlangıçta hayvansal, bitkisel ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Avrupa'da endüstrileşmenin başlaması ile ağaç malzemenin korunmasında kimyasal maddelerin kullanılması söz konusu olmuştur. Yapılan araştırmaların sonucu, bugün için 2500'den fazla emprenye maddesi bulunmuştur. Bütün emprenye maddelerinin ağaç malzemede yüzey gerilimini azaltıcı etkisi olması, derine nüfus etmesi ve ağaç liflerine tutunucu özellikte olması gerekmektedir (Bozkurt ve Göker,1993).

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

Bal (2006) çalışmasında bu gruba giren maddeleri; kreozot, karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı, odun katranı, petrol ürünleri olarak belirtmiştir.

Bu gruba giren emprenye maddelerinin en önemlisi kreozottur. Mevcut emprenye maddeleri içerisinde ağaç malzemenin ömrünü en çok uzatan emprenye maddeleridir. Ancak ağır kokusu vardır. Bu nedenle kapalı yerlerde kullanılması sakıncalıdır. Kreozotla emprenye edilen ağaç malzemenin boyanması ve yapıştırılması zordur. Kreozot 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 pentaklorfenol bakır, arsenik, çinko takviyeli kreozotlar da kullanılmaktadır. Kreozotla empenye edilen demiryolu traversleri 35-40 yıl dayanabilmektedirler (Şen, 2013).

Petrolun destilasyonu ile elde edilen uçucu karakterdeki organik çözücülerde aktif kimyasalların çözünmesiyle elde edilirler. 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; Bal, 2006; Şen, 2013).

Bal (2006) çalışmasında bu maddelere; boraks, sodyum karbonat ile sodyum pentaklorfenatı örnek vermiştir.

Sarıca (2006), çalışmasında doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam ve Uludağ göknarından aldığı numuneler ile hazırladığı örnekleri borik asit, boraks ve borik asit+boraks ile ilgili standartların esaslarına uyularak empenye etmiştir. Empenye maddelerinin ağaçların sertlik değerini arttırdığını belirtmiştir.

Açikel (2007), çalışmasında empenye işleminin ağaç malzemedeki vida çekme direncine etkisini belirlemek amacıyla Sarıçam, Sapsız meşe ve Doğu kayını kullanmıştır. Ağaç malzemeleri boraks, borik asit, boraks+borik asit, imersol-aqua ve timbercare-aqua empenye maddeleri ile ASTM-D 1413, TS 344 ve TS 345’de belirlenen koşullarda empenye ederek; iki farklı çapta vida ile TS EN 13446’ya göre vida çekme deneyine tabi tutmuştur. Yaptığı deneyler sonucunda ise; vida çekme direnci ağaç türü bakımından en yüksek meşede, en düşük sarıçamda, empenye maddeleri bakımından en yüksek Ba’de, en düşük Iau’de, elde etmiştir. Empenye işlemi vida çekme direncini arttırdığını belirtmiştir.

Bal (2006) çalışmasında; immutol b, ardamaz, wolmanol – bucheshuts, xylamon asr ile basilleum maddelerinin bu gruba girdiğini belirtmiştir.



Suda çözünen emprenye maddeleri ile emprenye edilen ağaç malzemede 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 emprenye maddeleri kullanılmaktadır. Suda çözünen emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin emprenyeden sonra kurutulması gerekmektedir (İlhan, 1988).

Bal (2006), çalışmasında suda çözünen emprenye maddelerinin faydalarını şu şekilde açıklamıştır; katı veya konsantre halde taşınabilmekte ve en ucuz çözücü madde olan su ile kullanım yerinde hazırlanabilmektedir. Kolayca hazırlanabilmektedir. Emprenye edilen ağaç malzeme taşıma ve kullanım sırasında hoş olmayan koku ve maddeler şeklinde sorun oluşturmamaktadır. Emprenye işleminden birkaç hafta sonra kuruyan malzeme yağlı boya ile boyanabilmektedir. Yanmayı önleyici maddelerle kolayca kombine edilebilmektedir.

Bal (2006) çalışmasında sarıçam odununun, amonyaklı bakır quat ile daldırma ve basınç yöntemleri ile muamelesi sonucu, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişmelerini araştırmıştır. Daldırma ve dolu hücre yöntemiyle yapılan deneyler sonucunda, odunun daralma ve genişleme miktarlarında %20'ler seviyesinde azalmalar olduğunu gözlemlemiştir. Yeterli tutunum sağlaması, çevre ile uyumlu bir kimyasal olması ve odunun çoğu mekanik özellikleri üzerine anlamlı bir etki etmemesinden dolayı amonyaklı bakır quat maddesinin birçok kullanım yeri için uygun bir emprenye maddesi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Kurt (2006), çalışmasında emprenye edilebilme özelliği olan sarıçam üzerinde farklı emprenye maddeleri kullanarak sarıçamın dış etkenlere karşı dayanımını arttırmayı amaçlamamıştır. Emprenye işlemi sonucunda da tüm emprenye maddelerinde en yüksek retensiyon miktarı sarıçam odunlarında bulunmuştur. Emprenye maddelerinin sıcak halde kullanımı retensiyon miktarını arttırdığını gözlemlemiştir. Emprenye maddesi olarak Tanalith-C emprenye maddesinin ağaç malzemeler için kullanılabilir olduğunu belirtmiştir.

Okcu (2006), çalışmasında emprenye edilmiş ağaç malzemenin üretilen 2, 3 ve 4 katmanlı lamine ağaç malzemenin yapışma ve yanma özellikleri araştırmıştır. Bu amaçla, boraks ve çinko klorür yanmayı geciktirici kimyasal madde olarak kullanmıştır. Bunun için örnekleri, ASTM – D 1413 – 76 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg -1 ya eşdeğer ön vakum 60 dakika süreyle 2 atmosfer basıncında emprenye maddeleri ile işleme tabi tutarak, vakum-emprenye-vakum yöntemini uygulandıktan sonra Polivinilasetat ve poliüretan esaslı Desmodur- tutkalları ile presleyerek TS 386 esaslarına göre lamine ağaç malzemeler elde etmiştir. Örneklerin retensiyon miktarı, retensiyon oranı, tam kuru yoğunlukları, hava kurusu yoğunlukları, hacim yoğunluk değerleri, yapışma direnci ve ASTM-D 69 esaslarına göre yanma değerlerini tespit etmiştir. Yaptığı deneylerin sonucunda ise emprenye maddesi uygulaması ve lamine katman sayısının artması, yanma direncinin arttırdığını gözlemlemiştir.

Özpak (2006), çalışmasında odun koruma amaçlı kullanılan protim WR-230 ve imersol aqua emprenye maddelerinin sarıçam, doğu kayını ve sapsız meşe odunu örneklerinin yüzeyine uygulanan sentetik esaslı ithal vernik yerli üretim sentetik vernik ve sentetik esaslı yatex dış cephe renkli verniklerinin yapışma direncine etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı deneylerin sonucunda dış mekanlarda ve harici kullanım yerlerinde sarıçam odunu üzerine imersol aqua emprenye maddesinin uygulanabileceğini belirtmiştir.

Özcan (2007), Sarıçam ve Doğu Kayını odunları emprenye maddesi olarak, Tanalith-C, Kreozot ve Sodyum Silikat, tutkal olarak, PVAc, D-VTKA ve Üre formaldehit tutkalları kullanarak yaptığı deneyler sonucunda; Emprenye maddelerinin sıcak halde kullanımı retensiyon miktarını artırdığını, yalıtkan bir malzemeye ihtiyacımız varsa Üre Formaldehit tutkalının tercih edilebilir olduğu önerisinde bulunmuştur.

Terzi (2008), çalışmasında monoamonyum fosfat, diamonyum fosfat ve amonyum sülfat gibi günümüzde yanmayı geciktirici olarak kullanılan ve didesil dimetil amonyum klorid ve didesil dimetil amonyum tetrafloraborat gibi henüz yanmayı geciktirici etkileri bilinmeyen kimyasal maddeler ile emprenye edilmiş masif ve kontrplak malzemenin yanma ve su absorpsiyon özelliklerini incelemiştir. Yaptığı

deneyler sonucunda artan retensiyon miktarı ile kimyasal madde konsantrasyonu ve ağırlık kaybı arasındaki ters bir orantı olduğunu belirtmiştir.

Mutlu (2013) çalışmasında ülkemizde yaygın olarak bulunan sarıçam, doğu kayını ve sapsız meşe odunlarını, yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle empenye etmiştir. Yaptığı deneyler sonucunda ise; kullanılan empenye maddelerinin kayın, meşe ve sarıçam odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve yanma özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

Özkan (2013), çalışmasında empenye metodu olarak dolu hücre yöntemi seçmiştir. Azot atmosferi ve bezir yağı kullanılarak yapılan ısı işlem sonucu Uludağ göknarı numunelerinde ve empenye uygulaması yapılan referans numunelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak ise; ısı işlemli odunun denge rutubeti miktarı, su alma ve hacimsel şişme oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bunun yanında mekanik özelliklerde de aşırı bir düşüşe rastlanılmamıştır. Beklendiği üzere 5 ay süreli bir doğal yaşlandırma deneyi sonunda numunelerde herhangi bir çürüme başlangıcının olmadığını gözlemlemiştir.

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/cm<sup>3</sup> ile 1,24 gr/cm<sup>3</sup> 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/cm<sup>3</sup> ile 0, 53 gr/cm<sup>3</sup>, net kuru madde miktarının kg/cm<sup>3</sup> olarak 0,10 kg/cm<sup>3</sup> ile 0,31 kg/cm<sup>3</sup>, 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.

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  $0,40 \text{ gr/cm}^3$  ile  $0,53 \text{ gr/cm}^3$ , net kuru madde miktarının  $\text{kg/cm}^3$  olarak  $0,10 \text{ kg/cm}^3$  ile  $0,31 \text{ kg/cm}^3$ , 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.

Geçer (2015), çalışmasında doğu kayını odunundan hazırlanan odun polimer kompozitlerinin fiziksel, mekanik, termal ve üst yüzey özelliklerinin belirlenmesi amaçlamıştır. Çalışmasında borlu bileşiklerle ön emprenye işlemine tabi tutulan deney örnekleri daha sonra stiren ile emprenye edilerek odun polimer kompozitleri elde etmiştir. Borlu bileşiklerle ön işleme tabi tutulan deney örneklerinin eğilme ve basınç direnci değerlerinde sadece stiren ile emprenyeli deney örneklerine oranla düşme gözlemlenmiştir. Borlu bileşiklerle ön emprenye işlemine tabi tutulan deney örneklerinin hızlandırılmış - yaşlandırma sonrası toplam renk değişimi değerleri yalnızca stiren ile emprenyeli deney örneklerine göre daha düşük düzeyde gerçekleştiğini belirlemiştir.

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

Karademir (2012)'de Uşak Hamamboğazı (Hb1, Hb2, Hb3) jeotermal suları ile emprenye edilmiş Kızıлчаam, Kavak ve Karaçam diri odun örnekleri için, absorpsiyon değerinin  $0,30 \text{ gr/cm}^3$  ile  $0,52 \text{ gr/cm}^3$ , rutubet değerinin %11,31 ile %11,96, yoğunluk değerinin  $0,50 \text{ gr/cm}^3$  ile  $0,59 \text{ gr/cm}^3$ , eğilme direnci değerinin  $77,33 \text{ N/mm}^2$  ile  $84,57 \text{ N/mm}^2$ , eğilmede elastikiyet modülü değerinin  $54720,01 \text{ N/mm}^2$  ile  $56960,38 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel basınç değerinin  $35,53 \text{ N/mm}^2$  ile  $40,70 \text{ N/mm}^2$  arasında olduğu belirtilmiştir.

Öktem ve Sözen (2014)'in yaptığı bir çalışmada kızılçam için, ortalama olarak, hava kurusu yoğunluğu  $0,56 \text{ gr/cm}^3$ , tam kuru yoğunluğu  $0,54 \text{ gr/cm}^3$ , hacim yoğunluk değerini  $0,47 \text{ gr/cm}^3$ , 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/mm<sup>2</sup> eğilme direncini değerini 85,64 N/mm<sup>2</sup>. radyal yönde çekme değerini % 4,86, teğet yönde çekme değerini % 6,93, toplam ve hacimsel çekme değerini % 10,77 olarak ortaya koymuştur.

Bozkurt ve Erdin (1997)'de Karaçam için tam kuru yoğunluğun 0,52 gr/cm<sup>3</sup>, liflere paralel basınç direncinin 47,90 N/mm<sup>2</sup>, eğilme direncinin 109,6 N/mm<sup>2</sup>, Kızılçam için tam kuru yoğunluğun 0,53 gr/cm<sup>3</sup>, liflere paralel basınç direncinin 44,70 N/mm<sup>2</sup> eğilme direncinin 82,10 N/mm<sup>2</sup> ve eğilmede elastikiyet modülünün 102000,00 N/mm<sup>2</sup> olduğu bildirilmektedir.

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/cm<sup>3</sup> ile 0,38 gr/cm<sup>3</sup>, net kuru madde miktarının 0,266 kg/m<sup>3</sup> ile 0,616 kg/m<sup>3</sup>, yoğunluk değerinin 0,54 gr/cm<sup>3</sup> ile 0,56 gr/cm<sup>3</sup>, 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/mm<sup>2</sup> -86,99 N/mm<sup>2</sup>, eğilmede elastikiyet modülünün 3185,20 N/mm<sup>2</sup> ile 4091,78 N/mm<sup>2</sup> ve liflere paralel basma direncinin 31,29 N/mm<sup>2</sup> -39,44 N/mm<sup>2</sup> arasında değiştiğini belirtmiştir.

Demirtaş (2015), çalışmasında Uşak Hamam boğazı jeotermal sahasında bulunan kaynaklar kullanılarak kızılçam ve karaçam ağaç türleri üzerinde deneysel empenye üzerine çalışmıştır. Deney numuneleri üzerinde jeotermal kaynaktan sıcak soğuk daldırma metodu uygulanarak empenye edilmiştir. Empenye işlemi sonunda örnekleri açık havada bekletip, absorpsiyon, net kuru madde retensiyonu, yoğunluk, rutubet, eğilme direnci eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci testleri uygulamıştır. Yaptığı deneyler sonucunda ise; jeotermal kaynakları açık hava koşullarında, kızılçam ve karaçam diri odunlarından hazırlanan örneklerinin, yoğunluk, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünü iyileştirdiği, rutubet, ağırlık kaybı ve liflere paralel basınç direnci ise kötüleştirdiğini belirtmiştir.

Çalım (2013), sıvı azot muamelesi sonrası boraks ile emprenye edilen tüm ağaç malzemelerin retensiyon miktarlarını arttırdığını, sıvı azot muamelesi ve sonrasında boraks emprenye ile edilmiş örneklerde ağırlık kayıpları % 50-65 seviyelerinde azalttığını, yangın riski olan yapılarda emprenye işlemi öncesi sıvı azot uygulanması ve boraks ile emprenye edilmesi önermektedir.

## **2.1.Genel Bilgiler**

Dünyadaki 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).

### **2.1.1. Jeotermal enerji**

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

derecelerinden başlayarak değişen sıcaklıklarda farklı alanlarda da değerlendirilebilmektedir (Karademir, 2011).

### **2.1.1.1. 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 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 (yiycek kurutulması, kerestecilik, kâğıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su akışkandaki CO<sub>2</sub> 'den kuru buz elde edilmesinde) kullanılmaktadır (Dağdaş, 2004).

İlk çağlardan yakın geçmişe kadar sadece sağlık amacıyla kullanılan jeotermal kaynaklardan günümüzde, ya doğrudan ısıtmada ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılmaktadır. 20. yüzyılın başına kadar sağlık ve yiycek

pişirme amacı ile yararlanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir.

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 Sibirya 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).

Dünyada jeotermal akışkanın endüstriyel uygulamaları olarak, Japonya, ABD, İzlanda, Tayland'da yiyeceklerin kurutulması, sterilize edilmesi ve konserveçilik 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.

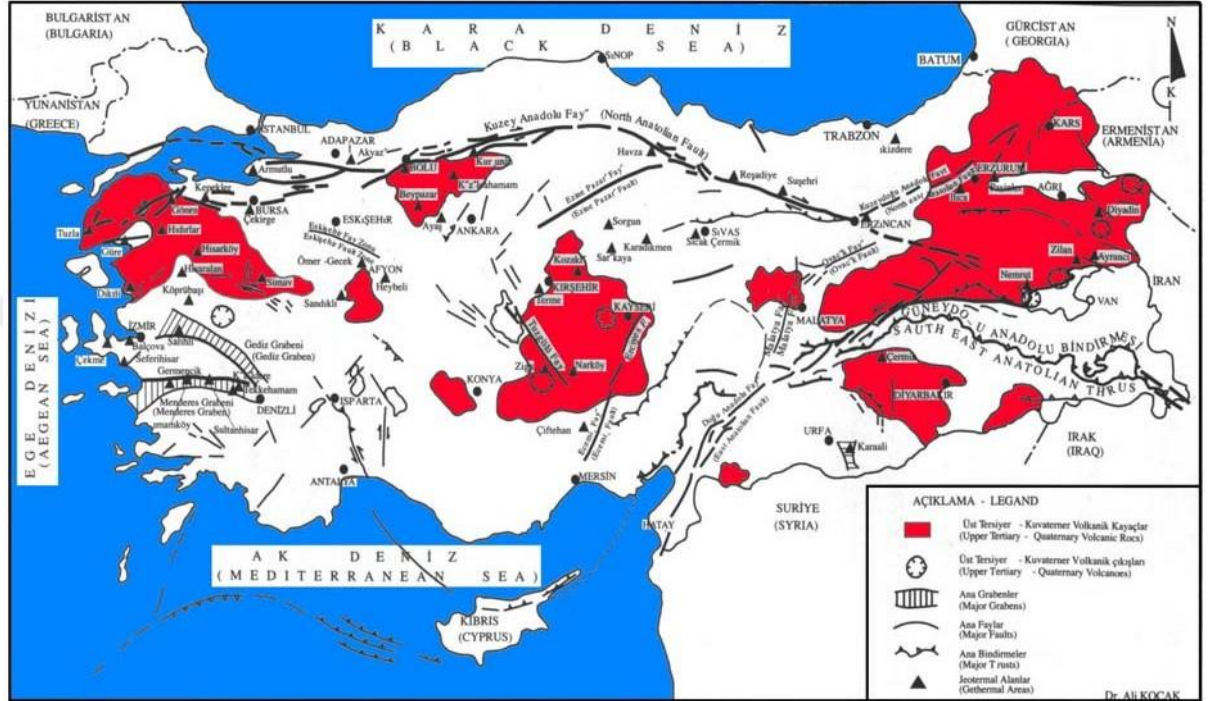
Çizelge 2.1. Dünya’da jeotermal enerji kurulu güç gelişimi (Bertani, 2005).

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

### 2.1.1.2. 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 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Türkiye’nin neotektoniği-volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar (MTA)

Türkiye’nin direkt uygulamalardaki muhtemel jeotermal enerji potansiyeli 31.500 Mwt olup, bunun karşılığı 200 milyon m<sup>2</sup> 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. Jeotermal bölgesel ısıtma sistemleri ve bazı işletme bilgileri verilmiştir. Bu merkezlerimizin dışında Aliağa (İzmir) ve Çermik (Sivas) gibi bazı yerleşim merkezleri de yakın gelecekte jeotermal enerjiyle ısıtma imkânına kavuşacaktır (Köse vd. 2004).

Çizelge 2.2. 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)	Kullanıcıların ödediği aylık ücret(2003-2004 ısıtma sezonu) (USD)
Gönen	3400	K.E.	1987	80	27
Simav	4000	K.S.	1991	120	26
Kızılcahamam	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-	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. Yukarıda ki tabloda K.E. konut eşdeğerliği ifade etmektedir. K., kaplıca ve S., sanayiye ifade etmektedir. Bu değer 10 yıl içinde 500.000 konutluk kısmının emniyetli bir varsayım ile gerçekleşebileceği 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’de 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 m<sup>3</sup>, 2020 yılı hedefi olan 1.250.000 konuta ulaşıldığında ise 2,5 milyar m<sup>3</sup> olacaktır (Köse, vd. 2004).

Çizelge 2.3. Türkiye'deki jeotermal sera uygulamaları ve kapasiteleri

Yer	Alan (m <sup>2</sup> )	Kapasite (MWt)	Yer	Alan (m <sup>2</sup> )	Kapasite (MWt)
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 sahalara 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).

## **2.2. Jeotermal Kaynaklara Genel Bakış**

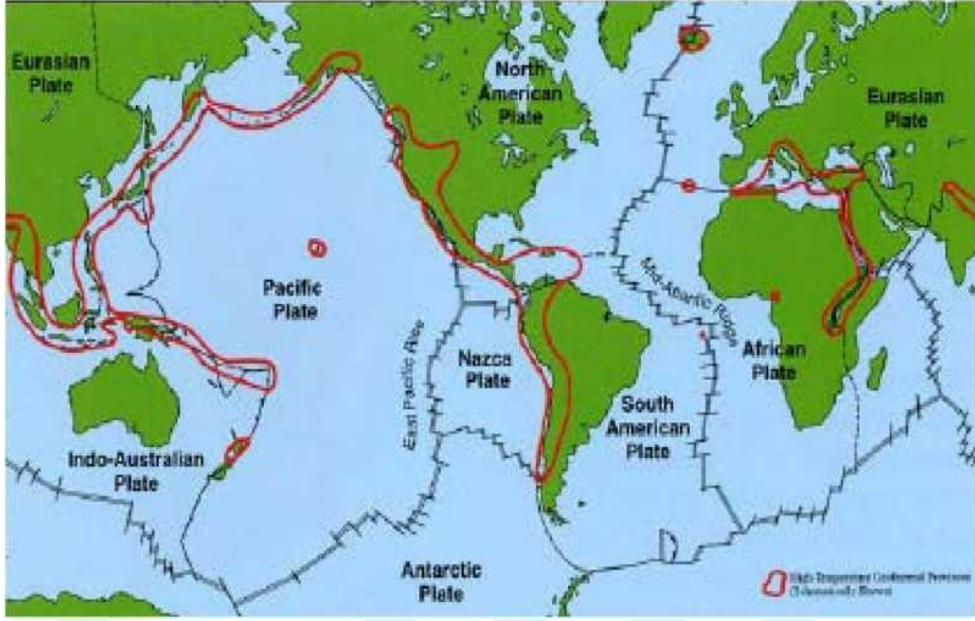
### **2.2.1. Jeotermal kaynakların kısa tarihçesi**

Jeotermal kaynakların pratik olarak kullanımı, banyo, yıkama, pişirme amaçlı olarak tarih öncesi zamanlara dayanmaktadır. Persler, Romanlar, Hindistanlılar, Çinliler, Meksikalılar ve Japonlar çok eski zamanlarda sıcak sulardan faydalanmışlardır. Japonlar bedeni arıtmada termal sulardan faydalanmışlardır. Bunun yanında Romanlar eğlence amaçlı kullanmıştır. Orta çağda Türkler ve Araplar geleneksel kullanım olan, şimdilerde Türk hamamı olarak bilinen termal hamamları kullanmış ve yaygınlaştırmışlardır (Cemek vd., 2005)

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

### **2.2.2. Dünyada ki jeotermal kaynakların mevcut durumu**

Yerin merkezindeki ısı kaynağı kötü bir iletken olan yer kabuğundan gayet yavaş bir kondüksiyonla yeryüzüne doğru akmaktadır. Bu yavaşlığa rağmen dünyanın ısisından her yıl  $25 \times 10^7$  kcal kadarını bu yolla kaybetmekte olduğu tahmin edilmektedir. Kaybedilen ısı kaynağının yılda 35,7 milyar ton taş kömürüne eş değer olduğu, bu miktarın ise dünyanın yıllık kaynak tüketiminin 5-7 katı düzeyde olduğu bilinmektedir (Şentürk, 1999). Dünyada, jeolojik özellikleri nedeniyle (genç tektonizma ve volkanizma) birçok jeotermal kuşak bulunmaktadır. (Red Brochure, 2001).



Şekil 2.2. En çok bilinen Jeotermal alanlar

**And Volkanik Kuşağı;** Güney Amerika'nın batı sahillerinde bulunan bu kuşak Venezüella, Kolombiya, Ekvator, Bolivya ve Arjantin'i kapsamaktadır. Çok sayıda aktif volkanizmanın varlığı nedeniyle, yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin bulunduğu bu kuşaktaki jeotermal alanlar henüz çok fazla değerlendirilmemiştir (Şentürk, 1999; DPT, 1996, Cemek vd., 2009).

**Alp-Himalaya Kuşağı;** Hindistan platosu ile Avrasya platosunun çarpışması sonucu oluşan bu kuşak, dünyanın en büyük jeotermal kuşakları arasındadır. 150 km genişliğinde ve 3000 km uzunluğunda olan kuşak, İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Yunnan (Çin), Myanmar (Burma) ve Tayland'ı kapsamaktadır (Şentürk, 1999; DPT, 1996).

**Doğu Afrika Rift Sistemi;** Aktif olan bu sistem Zambiya, Malavi, Uganda, Kenya, Etiyopya Djibuti gibi ülkeleri içine alır. Aktif volkanizma Etiyopya, Kenya ve Tanzanya'dadır (Şentürk, 1999; DPT, 1996).

**Karayib Adaları;** Aktif volkanizmanın hakim olduğu kuşakta, önemli potansiyel görmektedir (Şentürk, 1999; DPT, 1996).

**Orta Amerika Volkanik Kuşağı;** Guatamela, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rika ve Panama'yı içine alan bu kuşakta, çok sayıda jeotermal sistem bulunmaktadır.

**Bunların dışında;** Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Doğu Çin, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, İzlanda, Meksika, Kuzey ve Doğu Avrupa, Bağımsız Devletler Topluluğu gibi ülkeler farklı tektonik oluşumlar nedeniyle verimli jeotermal sahalara sahiptir (Şentürk, 1999; DPT, 1996).

### **2.2.3. Dünyada jeotermal kaynakların kullanım yerleri**

Jeotermal kaynaklar, dünyada eski çağlardan buyana tedavi ve ilkel yollarla ısıtma amaçlı kullanılmıştır. Endüstriyel kullanım ise ilk olarak 1904 yılında İtalya'da jeotermalden elektrik elde edilmesiyle başlamıştır. Yeryüzüne çıkan termal su ve buharın sıcaklığı 20°C ile 400 °C arasında bulunabilmektedir. Termal sular, düşük (20-70 °C), orta (70-150 °C) ve yüksek (>150 °C) sıcaklıklı olmak üzere üç kısımda toplanmaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayiinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, kuru buz eldesinde) kullanılmaktadır.

Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkanlar ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir. Diğer alanlar ve kullanımı yaygın olan ülkeler aşağıdaki listede verilmiştir. (Arslan, 2001; Özdemir, 2009; DPT, 1996; TJD, 2004; Aydınöz, 2005).

\*Jeotermal akışkanın endüstriyel uygulamaları çerçevesinde (Çizelge 2.1);

\*Yiyeceklerin kurutulmasında (balık, yosun vb.) ve sterilize edilmesinde, konservecilikte (Japonya, ABD, İzlanda, Filipinler, Yeni Zelanda, Tayland),

\*Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayiinde (Yeni Zelanda, Meksika, ABD),

\*Kâğıt (Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya, Çin, BDT), dokuma ve boyamacılıkta (Yeni Zelanda, İzlanda, Çin ve BDT),

\*Derilerin kurutulması ve işlenmesinde (Japonya vb.),

\*Bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtma(Japonya),

\*Soğutma tesislerinde (İtalya, Meksika) ve

\*Beton blok kurutulmasında (Meksika) yaygın kullanım söz konusudur.

\*Soğutularak içme suyu olarak kullanım (Macaristan, BDT, Tunus, Cezayir ve Türkiye-Kütahya)

\*Yıkama amaçlı olarak çamaşırhanelerde kullanımda (Japonya) ilave edilebilir. Kimyasal elde edilmesi (Borik asit), CO<sub>2</sub>'den kuru buz elde edilmesinde kimyasal maddelerin elde edilmesinde (İtalya, ABD, Japonya, Filipinler, Meksika) ve jeotermal akışkandaki CO<sub>2</sub>'den kuru buz elde edilmesinde kullanılmaktadır.

### **2.3. Türkiye'de Jeotermal Kaynaklar**

#### **2.3.1. Türkiye'de ki jeotermal kaynakların mevcut durumu**

Alp-Himalaya tektonik kuşağı üzerinde olan ülkemiz jeotermal kaynaklar açısından zengin bir konumdadır. Şekil 2.2 de belirtildiği gibi Türkiye'de termal suların dağılımı fay hatlarının ve üçüncül - dördüncül volkanların dağılımına paralel olmuştur (Mertoğlu vd., 2003; Kaygusuz ve Kaygusuz, 2004; TJD, 2004).





Şekil 2.3. Türkiye’de jeotermal alanlar (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

1960’dan beri Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılan sondaj çalışmalarıyla doğrulanan, 500’den fazla termal suyun varlığı, Türkiye’nin önemli bir jeotermal potansiyele sahip olduğunu gösterir. Son yıllarda doğal kaynaklara dönmek, doğal besinlerle beslenmek, hastalıkları doğal yöntemlerle iyileştirmek tüm dünyada güçlenen bir eğilim haline gelmiştir. Temiz hava doğal gıdalar, doğal tedavi yöntemleri, gelişen teknolojiye rağmen insanların giderek daha fazla tercih ettiği sağlıklı yaşam modelleridir. Türkiye’de jeotermal merkezi ısıtma sistemleri vatandaş tarafından benimsenmiş, yatırımın yaklaşık %50 si vatandaş tarafından karşılanır hale gelmiştir (Cemek vd., 2005; Mutlu ve Güleç, 1998).

### 2.3.2. Türkiye jeotermal uygulamalarının dünyadaki yeri

Dünyadaki jeotermal doğrudan kullanım kapasitesi 2000 yılı verilerine göre toplam 17.174 MWt’dir (3 milyon konut eş değeri). 1995’den 2000 yılına kadar, jeotermal elektrik üretiminde %17, jeotermal dış uygulamalarda ise %87 artış olmuştur. Dünyada 10 bin dönüm jeotermal sera vardır. Türkiye’deki jeotermal seraların toplamı ise 500 dönüm civarındadır. Şanlıurfa’da yer alan 125 dönümlük jeotermal seralardan Avrupa’ya ihracat yapılmaktadır (Mertoğlu, 2000).

Çizelge 2.4. Jeotermal akışkanlarının sıcaklığa göre kullanım alanları (Anonim, 2013)

Sıcaklık °C		Kullanım alanı	
Buhar fazı	180	Elektrik üretimi, amonyum absorpsiyonu ile soğutma	
	170	Ağır su(D2O) ve hidrojen sülfür eldesi	
	160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyecek kurutulması	
	150	Bayer's yoluyla alüminyum ve kimyasal üretimi	
	140	Konservencilik	
	130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi	
	120	Saf su eldesi, tuzluluk oranının artırılması	
	110	Kereste, çimento ve gıda(et,yosun, sebze) kurutma	
Sıcak su	90	Balık kurutma	
	80	Konut ve sera ısıtma	
	70	Soğutma(alt sıcaklık sınırı)	
	60	Sera, kümes ve ahır ısıtma	
	50	Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar	Kaplıca (sağlık ve termal turizm tesisleri)
	40	Toprak ısıtma, kent ısıtması(alt sınır)	
	30	Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtım	
	20	Balık çiftlikleri	

#### 2.4. Aydın Jeotermal Kaynaklar

Sıcak su kaynakları bakımından oldukça zengin olan Aydın'da jeotermal çalışmalar 1981 yılında başlamıştır. MTA'nın Türkiye çapında yaptığı sondaj çalışmasının büyük bir kısmı Aydın'da gerçekleştirilmiştir. Nitekim Türkiye'nin jeotermal potansiyelinin büyük bir kısmı da Aydın'da bulunmaktadır. Aşağıda Aydın Bölgesi jeotermal sahalarından bazıları verilmiştir.

#### **2.4.1. Ilıcabaşı-İmamköy Jeotermal Sahası**

Saha Aydın il merkezinin doğusundan başlamakta ve 8 km boyunca doğu yönünde uzanmaktadır. DPT ve MTA'nın Ilıcabaşı jeotermal sahasıyla ilgili olarak yapılan değerlendirmelerine göre bölgede bu kaynaklardan termal turizm, termal tesis ısıtmasında faydalanabileceği belirtilmiştir (Doğdu, 2006).

#### **2.4.2. Yılmazköy Jeotermal Sahası**

Jeoloji ve jeofizik çalışmaları sonucunda, Yılmazköy yakınlarında belirlenen ve MTA tarafından 1999 yılında delinen 1.501 m'lik AY-1 kuyusunda 142 0C sıcaklık ve 40 l/s debi elde edilmiştir. AY-1 kuyusu bölgenin ciddi bir jeotermal potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bölgede jeotermal kaynaklardan kaplıcada ve kaplıca tesisi ısıtılmasında faydalanılmaktadır.(Doğdu, 2006).

#### **2.4.3. Germencik-Ömerbeyli Jeotermal Sahası**

Aydın'nın 15 km batısında Ömerbeyli-Alangüllü yerleşim yerleri sınırları içinde yer alan yüksek sıcaklıklı bir sahadır. Sahada arama ve geliştirme amaçlı olarak MTA tarafından 1982-1999 yılları arasında 11 adet sondaj çalışması yapılmıştır. 2002 yılında MTA tarafından yapılan jeofizik değerlendirme raporu sonuçları, Germencik jeotermal sahasının yaklaşık 50 km<sup>2</sup>'lik bir alana yayıldığını göstermektedir. (Doğdu, 2006).

Gürmat Elektrik Üretim A.Ş., Germencik Jeotermal Santrali için jeotermal akışkan üretimi ve atık jeotermal su enjeksiyonu amacıyla 2007-2008 yılları arasında 9 adet yeni jeotermal kuyu açmıştır.

DPT ve MTA'nın Germencik-Ömerbeyli jeotermal alanıyla ilgili olarak yapılan değerlendirmelerine göre bölgede bu kaynaklardan elektrik üretimi, şehir ısıtması ve soğutması (Aydın-Germencik-Söke-İncirliova), sera ısıtması, kurutmacılık, tekstil endüstrisi, soğuk hava depoları, termal turizm, termal tesis ısıtılması alanlarında faydalanılabileceği belirtilmiştir (Doğdu, 2006).

#### **2.4.4. Bozköy-Çamur Jeotermal Sahası**

DPT ve MTA'nın değerlendirmelerine göre basit kaplıca uygulamalarının bulunduğu Bozköy-Çamur jeotermal sahasının mevcut durumunun geliştirilmesiyle termalizm, termal tesis ısıtması, sera ısıtması, şehir ısıtması alanlarında jeotermal kaynaklardan faydalanılabileceği belirtilmiştir (Doğdu, 2006).

#### **2.4.5. Sultanhisar-Salavatlı Jeotermal Sahası**

Saha Aydın il merkezinin 20 km doğusunda yer almaktadır. DPT ve MTA'nın Sultanhisar-Salavatlı jeotermal sahasıyla ilgili yapılan değerlendirmelerine göre bölgede bu kaynaklardan elektrik üretimi, şehir merkezi ısıtması (Sultanhisar-Atça-Nazilli-Aydın), sera ısıtması, endüstriyel proses ısısı, merkezi şehir soğutması, termal turizm, termal tesis ısıtması alanlarında faydalanılabileceği belirtilmiştir (Doğdu, 2006).

#### **2.4.6. Söke-Sazlıköy Jeotermal Sahası**

Söke-Sazlıköy jeotermal alanı, kaynağın düşük sıcaklıklı olması nedeniyle düşük jeotermal potansiyele sahiptir.

Çizege 2.5 Aydın ilinde bulunan jeotermal kaynaklar bilgi tablosu (MTA 1996 Türkiye Jeotermal Envanteri)

JEOTERMAL ALAN ADI	SICAK SU	DOĞAL ÇIKIŞ			SONDAJ			KULLANIM ALANI	KURULU TESİS	DEĞ. BEL.
	DOĞAL ÇIKIŞ ADI	Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn.)	Potansiyel (MWt)	Sıcaklık (°C)	Debi (lt/sn.)	Potansiyel (MWt)			
YILMAZKÖY	Ilıcabaşı	34-38	1,1		84-142	47	19	Kaplıcada ve kaplıca tesisi ısıtmasında	-	*,**,***
GERMENCİK-ÖMERBEYLİ	Ömerbeyli Sahası				203-232	725	594,83	Elektrik üretimi, ve reenjeksiyon kuyularına bağlı diğer uygulamalar, şehir ısıtması-soğutması, sera ısıtması, kurutmacılık (incir üzüm) Tekstil endüstrisi (İplik), soğuk hava depoları,kaplıca ve kaplıca tesisi ısıtmasında	-	*,**,***
BOZKÖY-ÇAMUR	Bozköy-Çamur	36-92	4		59-142	280	107	Kaplıcada, kaplıca tesisive sera ısıtılmasında	Kaplıca	*,**,***
SALAVATLI	Salavatlı				167-172	93,8	53,79	Elektrik üretimi ve reenjeksiyon kuyularına bağlı diğer uygulamalar, şehir ısıtması, soğutması, sera ısıtması,	Kaplıca	*,**,***
SULTANHİSAR	Sultanhisar				145-146	200	89	kurutmacılık, endüstriyel proses ısı, kaplıca ve kaplıca tesisi ısıtması		
MALGAÇEMİR-GÜVENDİK	Güvendik	38	0,5					Termal turizm		
ORTAKLAR-GÜMÜŞ	38,7							Kaplıcada, kaplıca tesisi ve sera ısıtılmasında	Kaplıca	*,**,***
SÖKE-SAZLIKÖY	Sazlıköy	27								
KUŞADASI	Ilıca		-	-	26	3	-	Kaplıcada, kaplıca tesisive sera ısıtılmasında	-	*,**
BUHARKENT - ORTAKÇI	Ortakçı	51	0,3		-	-				**
NAZİLLİ-GEDİK	Gedik	32	-		36	1	1			**
DAVUTLAR	Davutlar-Karina	26-42	-							**
UMURLU-SERÇEKÖY					124-155	116	143			**
ATÇA					63-124	95	35			
PAMUKÖREN					188	58	37			
ÇİFTLİK	-	-	-	-	58	35	3,37	Isıtma, termal turizm		

\* 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- Kuyuların ilk üretim debilerinin toplamına göre,

2- Yüksek sıcaklıklı sahalarda (sıcaklığı 100 °C nin üstünde) rezervuar sıcaklığına göre hesaplanmıştır

## **2.5. Ahşap Korumada Kullanılan Emprenye Yöntemleri**

Ağaç malzemenin kullanım yerinde çürümeden uzun yıllar hizmet vermesi için emprenye maddelerinin oduna emdirilmesi işlemi, basınç uygulamayan, basınç uygulayan, besi suyunu çıkarma, difüzyon, yerinde bakım metotları, olmak üzere beş tip uygulama şekli ile gerçekleştirilebilmektedir. Koruyucu madde ve metodun seçiminde, teknolojik ve ekonomik şartlarla birlikte kullanım alanı da dikkate alınarak karar verilmelidir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

### **2.5.1. Basınç uygulamayan metotlar**

Emprenye maddesini ağaç malzeme içerisine nüfuz ettirmek için herhangi bir basınç tatbik etmeyen metotlar bu gruba girmektedir. Ağaç malzeme basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde kullanılan bu metotlarda, genellikle emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği az olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Ayar (2008), ağaç malzemenin mekanik dirençlere maruz kalacağı yerlerde daldırma yöntemiyle emprenye edilmiş malzemelerin kullanılması tavsiye edilebilir. Ancak ağaç malzeme fiziksel etkenlere maruz kalacak bir ortamda kullanılacaksa basınç altında emprenye edilen malzemelerin kullanılabileceğini belirtmiştir.

#### **2.5.1.1. Fırça ile sürme ve püskürtme metodları**

Basınç uygulamayan metotların en basit ve kolay olanı fırça ile sürme ya da püskürtme işlemleridir. Ancak, emprenye maddesinin derine nüfuz etmeden, sadece yüzeyleri örtmesi, diri odunun emprenyesinde dahi sorun yaratmaktadır. Bu metodlar tatbik edildiğinde emprenye maddesi, odunsu hücreler ve yüzeye sürülen sıvı arasındaki kapılar etki yardımıyla ağaç malzemeye nüfuz eder. Hücrelerin çoğunun boyuna yönde yerleşmiş olması, boyuna yöndeki nüfuzun, enine yöndekinden daima daha fazla olmasına neden olur (Bozkurt ve Erdin, 1997).

### **2.5.1.2. Daldırma metodu**

Bu metot, ağaç malzemenin birkaç saniye ile 3-60 dakika arasında emprenye maddesi içerisine batırılıp, çıkartılması şeklinde uygulanmaktadır. Fırça ile sürme metodundan biraz daha etkilidir. Malzeme tamamen emprenye maddesi içerisine daldırıldığından, fırça ile sürmeye göre daha fazla yeknesaklık sağlanmakta ve bütün çatlakların emprenye maddesi ile doldurulması mümkün olmaktadır. Bu metotla emprenye edilecek ağaç malzemenin rutubeti LDN altında olduğunda daha iyi sonuç alınmaktadır. Bu uygulama şeklinde de enine yöndeki nüfuz sınırlı kalmakta, absorbe edilen koruyucu maddenin büyük bir kısmı malzeme içerisinde boyuna yönde yayılmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

### **2.5.1.3. Batırma metodu**

Bu uygulama şeklinde, ağaç malzeme 2-3 gün emprenye maddesi içerisinde bırakılmaktadır. Sürenin uzatılması nüfuz derinliği ve absorpsiyon miktarını artırmakla beraber, absorpsiyonun büyük bir kısmı ilk gün gerçekleşmektedir. Süre uzun olduğundan, bu metot son yıllarda fazla uygulama alanı bulamamaktadır. Batırma metodu yardımı ile bazı iğne yapraklı ağaçların diri odunları kolayca emprenye edilebilmektedir. Tül oluşumu bulunmayan yapraklı ağaçlarda da uçlardan iyi bir nüfuz derinliği sağlanmakta, fakat enine yönde nüfuz genellikle yeterli olmamaktadır. Batırma metodunda suda çözünen tuzlar kullanıldığında, taze haldeki ağaç malzemeyi emprenye etmek mümkündür. Çünkü tuzlar, ıslak odunda difüzyon yolu ile yayılırlar. Kurutulmuş ağaç malzeme suda çözünen tuzlarla emprenye edilecekse, kurutulmuş malzeme hem suyu, hem de tuzu absorbe ettiğinden, emprenye çözeltisinin yüksek konsantrasyon da hazırlanması gerekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

### **2.5.1.4. Sıcak ve soğuk metot**

Sıcak ve soğuk metot, basınç uygulamayan metotların en etkili olanıdır. Metodun esası sıcaklık değişimi ile meydana gelen basınç farklılıklarından yararlanarak, emprenye maddesinin ağaç malzeme içerisinde derin bir şekilde nüfuz etmesini



sağlamaktır. Bu metotta, hava kurusu haldeki ağaç malzeme önce sıcak emprenye maddesi içerisine batırılır. Hava kurusu malzeme içerisinde hacminin yaklaşık % 50'si kadar hava bulunduğundan, hücreler içindeki hava, sıcak emprenye maddesi ile ısınarak genişlemekte ve dışarı atılmaktadır. Daha sonra malzeme sıcak emprenye maddesinden soğuk emprenye maddesine geçirildiğinde, soğuma nedeniyle hücrelerde küçülen hava vakum etkisi yaparak, koruma maddesini malzemenin içine çekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

### **2.5.2. Basınç uygulayan metotlar**

Basınç uygulayan metotlar ağaç malzemenin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi yaklaşık 10 kg/cm<sup>2</sup>'lik bir basınçla 1-6 saat süre odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. Basınç uygulayan metotlar içerisinde iki genel metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar dolu ve boş hücre metotlarıdır (Bozkurt ve Göker, 1993).

Ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılan önemli ve uygulama başarısı yüksek endüstriyel yöntemlerdir. Bu yöntemlerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmektedir. Daha sonra emprenye maddesi; belirli bir süre içerisinde, vakum ve basınç altında, odun hücrelerine sevk edilmektedir. Basınç uygulayan yöntemlerden, dolu hücre (Bethell yöntemi, Bethell yönteminin modifikasyonları, Burnet yöntemi gibi) yöntemleri ve boş hücre (Rüping yöntemi, Rüping yönteminin modifikasyonları, Lowry yöntemi gibi) yöntemleri endüstride en çok kullanılan ahşap koruma yöntemleridir. Bununla birlikte, osilasyon ve değişken basınç yöntemleri, çok yüksek basınçlı yöntemler, çözücü (solvent) geri kazanma yöntemleri ve alçak basınç (vakum) yöntemlerini bu grupta sıralayabiliriz (İlter vd., 2010).

#### **2.5.2.1. Dolu hücre (bethell) yöntemi**

Bu metot, 1938 yılında John Bethell tarafından bulunmuştur. Hemen hemen geçen 150 yıl içinde mühendislik alanında ve teknolojiye büyük gelişmeler olmasına

rağmen, uygulamanın esas prensiplerinde bir değişme olmamıştır. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlamaktır. Genellikle bu metotta suda çözünen tuzlar kullanılmaktadır (Bal, 2006).

Basınç uygulayan yöntemlerde temel prensip ağaç malzemenin içerisine mümkün olduğunca en yüksek miktarda emprenye maddesinin nüfuz ettirilmesidir. Emprenye kazanının içerisine doldurulan ağaç malzemeye önce vakum uygulanarak hücre boşluk ve çeperlerinde bulunan hava bir ön vakum ile dışarıya alınmaktadır. Emprenye maddesinin silindire sevk edilmesinden sonra basınç uygulamak suretiyle ağaç malzemenin tüm boşluklarına nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Hafizoğlu, 1987).

Dolu hücre yöntemlerinin ilklerinden olan Breant yöntemi ilk uygulanan yöntemlerdendir. Başlangıçta kreozot uygulanan bu yöntemlerde zamanla tuzlar da kullanılmaya başlanmıştır. 1847 yılında geliştirilen ve Çinko klorür kullanılan Burnett yönteminde ağaç malzeme başlangıçta 1,5 A basınçta 30 dakika süreyle buhar ile muamele edilmektedir. Ancak günümüzde bu emprenye maddesi pek kullanılmamaktadır. İlk defa 1836 yılında maden kömüründen elde edilen kreozotun emprenye endüstrisinde kullanılması fikriyle yola çıkılarak, gerçek anlamda patentini alan J. Bethell olmuştur. Bethell yönteminde %12-14 rutubetindeki (hava kurusu hal) ağaç malzeme bir ön buharlama işlemine tabi tutulmadan kreozot ile emprenye edilmekteydi. Günümüzde bu yöntem dünyada en yaygın metotlardan olup suda çözünen tuzların yaygın olarak kullanıldığı bir yöntemdir (Bozkurt vd., 1993).

#### **2.5.2.2. Boş hücre (rüping) yöntemi**

Fazla emprenye maddesi harcayan dolu hücre metodu ile yapılan uygulamanın maliyeti yüksek olduğundan daha ekonomik olan ve devamlı olarak yeterli derecede koruma sağlayacak metotların geliştirilmesi yoluna gidilmiş ve boş hücre metotları bulunmuştur. Boş hücre metotlarından en önemlileri rüping metodu ile lowry metodudur. Hem rüping hem de lowry metotlarında uygulama ön vakum işlem dışında dolu hücre metoduna benzemektedir. Bu metotlarda emprenye maddesi verilmeden önce ve sevk sırasında vakum yapılmamaktadır. Ayrıca boş hücre

metodunun uygulanmasında basınç sona erdiğinde ağaç malzeme içinde sıkışık durumda bulunan hava yardımıyla, ihtiyaç dışı emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır. Böylece hücreler büyük oranda bos kalmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993).

Yeterli koruma sağlayacak şekilde hücre boşluklarını dolduran emprenye maddesi dışarı atılarak lümenler boşaltılmakta, bunun sonucunda hücre çeperleri emprenye edilmektedir. Emprenye maddesi olarak çoğunlukla kreozot ya da ağır yağlarda çözülmüş pentaklorfenol kullanılmaktadır. Boş hücre yöntemlerinin dolu hücre yöntemlerinden farkı, uygulamada ilk vakumun olmayışıdır. Boş hücre yönteminde basınç sona erdiğinde ağaç malzeme içinde sıkışık durumda bulunan hava yardımıyla fazla miktardaki emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır (Bozkurt vd., 1993; Örs ve Keskin, 2001).

Rüping yöntemi, 1902 yılında Alman mühendis Max Rüping tarafından bulunmuştur. Bethell yönteminden daha ekonomik kreozot kullanımı sağlanmaktadır. Emprenye endüstrisinin gelişmesinde büyük rol oynayan yöntem, “Ekonomik emprenye yöntemi de denilmektedir. İşlemin uygulanması beş aşamada gerçekleşmektedir. Bunlar: Ön hava basıncı, Emprenye maddesi sevki, Basınç periyodu, Emprenye maddesinin dışarıya alınması ve Son vakum dur. Boş hücre yönteminde; hava kurusu haldeki ağaç malzeme kazana yerleştirildikten sonra 1,5-4 kp/cm<sup>2</sup>’lik bir basınç uygulanarak kazandaki hava sıkıştırılmakta dolayısıyla odun hücreleri içindeki havada sıkıştırılmış olmaktadır. Kullanılan basınç miktarı, odun permeabilitesi ve absorbe edilecek emprenye maddesi miktarı ile ilgili olarak değişebilmektedir. Daha sonra emprenye maddesi basınç değiştirilmeden kazana sevk edilir. Kreozot sıcaklığı 65-100°C arasında olmalıdır. Kazan tamamen doldurulduktan sonra basınç yavaş yavaş 10-14 kp/cm<sup>2</sup>’ye çıkartılmaktadır. Ağaç türüne bağlı olarak 60 dakika ile 180 dakika basınca devam edilir. Basıncın kaldırılması ile hücrelerdeki hava hızla genişlemekte ve malzeme içine girmiş olan emprenye maddesinin büyük bir kısmı dışarı atılmaktadır. Böylece hücreler hemen hemen boş kalmakta fakat hücre çeperleri tamamen emprenye edilebilmektedir. Dolu hücre yöntemi ile karşılaştırıldığında en belirgin farkı vakum uygulanmadan emprenye maddesinin geri atılmasının mümkün olmasıdır. Emprenye maddesinin kazandan alınmasından sonra

600 mm Hg' lik bir son vakum 10 dakika süreyle uygulanır. Tek programlı Rüpüng yönteminde çamlarda 90 kg/m<sup>3</sup>' lük bir absorpsiyon sağlanmaktadır (İlter vd., 2010; Bozkurt vd., 1993).

#### **2.5.2.3. Besi suyunu çıkarma metodu**

Bu yöntem, 1838 yılında Fransız Dr. Auguste Boucherie tarafından bulunmuştur. Yeni kesilmiş taze haldeki, kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besi suyunun emprenye maddesi ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır. Gewecke Basınç ve Emme Yöntemi, Basınçlı Kapsül (Prescap) Yöntemi bu gruba giren emprenye yöntemleridir. Ahşap koruyucu olarak suda çözünen emprenye maddeleri kullanılır (Bozkurt vd., 1993; İlter vd., 2010).

#### **2.5.2.4. Difüzyon metodu**

Birbiri ile temas halinde bulunan çeşitli maddelerde moleküller birbiri içerisine karışıp, yayılabilmekte ve bu olaya difüzyon adı verilmektedir. Emprenye maddesi ile odundaki besi suyu konsantrasyonu farklı olduğundan yoğunluğu fazla olan ortamdan az olan ortama doğru yayılma olur. Difüzyon yöntemleri yeni kesilmiş ağaç malzemelere uygulanır. Emprenye işleminde bir tek emprenye maddesi kullanılıyorsa bunun adı basit difüzyondur, çift difüzyon ve ozmos yöntemleri bu gruba girmektedir (Bozkurt vd., 1993; Erten ve Sözen, 1995; İlter vd., 2010).

#### **2.5.2.5. Yerinde bakım metodu**

Açık havada kullanılan ağaç malzemenin bazı kısımları, diğer kısımlarına göre daha fazla tahrip edilmekte veya böyle yerlerde emprenye maddelerinin koruyucu etkileri daha kısa zamanda kaybolmaktadır. Bu kısımların etrafına veya içerisine konsantre halde emprenye tuzlan tatbik edilerek, tuzların zaman içinde difüzyon yolu ile malzemeye nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Bandaj Yöntemi, Kobra Yöntemi ve Oyma Delik Yöntemi bu gruba girmektedir (Bozkurt vd., 1993; İlter vd., 2010) .

### **2.5.2.6. Alçak basınç (vakum) metotları**

Düşük basınç uygulayarak emprenye maddelerinin ağaç malzeme içerisine girmesini ve malzemenin uzun yıllar hizmet vermesini sağlayan birçok metod vardır. Bazı hallerde vakumla birlikte birkaç  $\text{kp/cm}^2$  lik basınçta tatbik edilmektedir. Vakum metotlarının en önemlisi çift vakum metodu olup, endüstriyel bakımdan ilk defa 1960 'lı yıllarda başarı ile kullanılmaya başlanmıştır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

### **2.5.2.7. Osilasyon ve değişken basınç metotları**

Çok güç emprenye edilen ağaç türlerinde dolu hücre metodunun uygulanmasında güçlüklerle karşılaşıldığından, osilasyon basınç metodu geliştirilmiştir. Bu metotta taze haldeki ya da kurutulmuş ağaç malzeme suda çözünen tuzlar kullanılarak, yüksek ve alçak basınçların birçok kez tekrarlanmasıyla emprenye edilmektedir. En yüksek basınç 8  $\text{kp/cm}^2$ , en düşük vakum 720 mm Hg olarak uygulanmaktadır. Vakum işlemleri süresince ağaç malzemedeki hava emilirken, aynı zamanda besi suyu da çıkarılmaktadır. Basınç periyodu süresince ise, emprenye maddesi ağaç malzeme içerisine sevk edilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

## **2.6. Ağaç Malzeme**

### **2.6.1. Karaçamın Özellikleri (*Pinus nigra* Arnold)**

Karaçamın doğal yayılış alanı Güney Karpatlar, Balkan yarımadası, Türkiye, Kafkas dağlarının batı kesimi, Kırım, Kıbrıs ve Batı Suriye'dir (Coode ve Cullen 1965). Bu alanlar içinde en geniş yayılışa ülkemizde ulaşan Anadolu karaçamı, Kuzey Anadolu dağlarının kuzey ve kuzeydoğu yamaçlar üzerinde geniş ormanlar oluşturarak step sahalarına doğru uzanır. Derin çatlaklı, kalın kabuklu, grimsi kahverengi bir gövdesi olan Anadolu karaçamı 30-40 m'ye kadar boylanabilen kaim dallı, sivri veya yaygın tepeli bir ağaçtır. 7-15 cm uzunluğundaki uçlan batıcı iğne yaprakları sert ve koyu yeşildir. Kısa saplı, parlak sarımsı kahverengi simetrik yapıdaki kozalakların boyu 4-10 cm arasında değişir. Kozalağının uç kısmında

dikensi çıkıntıları olan Anadolu karaçamının kızılçam ve sarıçam gibi tohumları kanatlıdır.

Karaçam sıcaklık, ışık ve nem isteği orta olan bir çam türüdür. Genellikle etkisindeki alanlardan kaçınarak dağın yüksek seviyelerinde ve karasal iklim sahalarında yayılış gösterir. Kuraklığa, sıcaklığa ve kış soğuklarına karşı çok dayanıklıdır. Kışa dayanıklı kuru ormanların karakteristik türleri içinde yer alan karaçam, yazları sıcak ve kurak geçen kesimlerde kışa dayanıklı kuru orman tipinin asli ağaç türünü oluşturur. Davis (1965) ise, İran-Turan ve Akdeniz bitki bölgeleri arasındaki geçiş sahalarında caramanicayı en yaygın tür olarak kabul etmektedir, Anadolu karaçamının yayılış sahalarında, çoğunlukla yıllık ortalama sıcaklık 8°C, en soğuk ayın sıcaklığı 2°C, en sıcak ayın sıcaklığı 23°C nin altındadır. İç Batı Anadolu dağları üzerinde yayılış gösterdiği 1000 m' lerde yıllık ortalama sıcaklık 8-11°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 1-4°C en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 22-23°C arasında seyrederken, 1500 m'lerde yıllık ortalama sıcaklık 4-6°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -1 - -2°C , en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 18-19°C civarındadır. Kuzey Anadolu dağlarının İç Anadolu'ya bakan yamaçlarında 1000 m' lerde yıllık ortalama sıcaklık 8-9°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 0-3 °C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 19-21°C arasında değişirken, 1500 m'lerde bu değerler sırasıyla 4- 5 °C, -1 - , -3 °C ve 17-18 °C dir. Toros dağlarında ise 1200-2100 m'ler arasında yayılış gösteren karaçam ormanları sahasında optimum yayılış gösterdikleri 1500 m' lerde yıllık ortalama sıcaklık 7- 9°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 0-3°C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 20-22°C ler arasında seyretmektedir. Orman sınırını oluşturduğu 2000-2100 m'lerde yıllık ortalama sıcaklık 2-5°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı - 2- -4°C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 17- 18°C 'ler arasındadır. Sıcaklığın 0°C nin altına düştüğü gün sayısının 50 günü aştığı, çoğu yerde 100 günün üzerinde seyrettiği bu alanlarda zaman zaman 35°C yi aşan sıcaklıklar görüldüğü gibi zaman zaman -20°C nin altında sıcaklıklarda kaydedilmiştir. Ekstrem sıcaklık değerine oldukça dayanıklı diğer bir çam türü olan karaçam bu sıcaklık değerinden fazla etkilenmediği gibi yetişme devresi içinde meydana gelen ilkbahar ve sonbahar donlarına karşı da az duyarlı bir yapıya sahiptir (Çanakçıoğlu, 1993). Karaçamın yayılış sahalarında genel olarak yıllık ortalama yağış 500-1000 mm arasında değişmekle beraber, yüksek alanlarda

cephelerin tutulması ve orografik yağışlar yer yer değerlerin artışına neden olmaktadır. Karaçam'ın yetiştirme ortamlarında yağış değeri ne olursa olsun yağış rejiminde dikkati çeken özellik kış ve ilkbahar yağışları oranından yüksek oluşudur. Yıllık nispi nem oranının % 60-70 arasında değiştiği bu alanlarda yazın bu oran % 4-50 kadar düşmektedir (Günel, 1997).

Ülkemizde iyi gelişme ortamlarında uzun boy, düzgün ve dolgun gövdeler yapan karaçama optimum yetiştirme alanlarında 1 m çap ve 40-45 m boyunda ağaçlar halinde rastlanmaktadır. Karaçam, sançam ve kızılçam olduğu gibi derin ve kazık kök sistemine sahiptir. Özellikle ana materyali granit olan sahalarda, derin ve iskeletçe zengin balçıklı topraklarda kazık kök oluşumu tipiktir. Sığ ve taşlı topraklarda ise yan veya yürek şeklinde kökler oluşturan Anadolu karaçamının doğal yaşı kızılçam ve Halep çamına oranla yüksektir (Saatçioğlu,1976).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Deneyleerde tek ağaç türü kullanılmıştır. Bu ağaç türü olarak karaçam(*Pinus nigra* Arnold) ve Jeotermal akışkan olarak Aydın Germencik yöresinde bulunan bazı jeotermal kaynak suları kullanılmıştır. (Germencik-3, Alangüllü, Çamköy)

##### 3.1.1. Deney numunelerinin hazırlanışı

Temin edilen karaçam tomruklarından büyük ebatlı deneysel parçalar elde edilmiştir. Bu parçaların diri odun ve öz odun kısımları şerit testere makinesinde kesilerek birbirinden ayrılmıştır. Emprenye işlerinde kullanılacak diri odun kısmına ait parçalardan hazırlanan çıtalar normal hava şartlarında istiflenerek hava kurusu rutubet derecesine ulaşınca dek kurumaya bırakılmıştır. Hava kurusu rutubete gelen çıtalar planya makinesinden geçirilerek kalınlık hataları giderilmiştir. Kalınlık hataları giderilen çıtalar tekrar ölçüldükten sonra standart ölçüler arasında kalanlar deneyleerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilen çıtalar daire testere makinesinde her deney için farklı ölçülerde kesilerek test ve kontrol grubu örnekler elde edilmiştir. Örneklerin boyutları, ilgili standart gereği absorpsiyon, retensiyon ve su alma oranı testleri için 3.0 x 3.0 x 1.5 cm; yoğunluk, rutubet, genişleme ve daralma testleri için 2.0 x 2.0 x 3.0 cm; liflere paralel basınç direnci testi için 2.0 x 2.0 x 10.0 cm; eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri için 2.0 x 2.0 x 30.0 cm ölçülerde hazırlanmıştır. Tek tek incelenip kusurlular uzaklaştırıldıktan sonra 10'ar adet olmak üzere, her test ve kontrol grubu için kusursuz örnekler seçilmiştir. Seçilen hava kurusu haldeki örneklerin ağırlıkları hassas terazide 0.01 g duyarlılıkta ölçüldükten sonra, radyal ( R), teğet ( T), boyuna ( B) yönlerdeki boyutları dijital kalınlık ölçüm cihazı ile yine aynı hassasiyetle ölçülerek kaydedilmiştir. Ardından, örnekler, kurutma dolabında (etüv) 103 °C ± 2 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle bekletilerek tam kuru hale getirilmiştir. Tam kuru haldeki örnekler soğutma kabında (desikatör) oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra, ağzı kilitli şeffaf naylon torbalar içinde deneyleer ve testler yapıncaya kadar muhafaza altına alınmıştır.



### 3.1.2. Jeotermal akışkan

Deneysel jeotermal sular Aydın ili Germencik ilçesi jeotermal sahalarında enerjisi alınmış ve kimyasal analizleri yapılmış bulunan Alangüllü, Çamköy ve Germencik-3 olmak üzere üç farklı jeotermal kaynaktan tedarik edilmiştir. Her jeotermal kaynaktan üçer adet olmak üzere sıcak/kızgın halde alınıp özel uygun kaplara ayrı ayrı doldurulan jeotermal sular normal çevre sıcaklığına kadar soğumaları için bekletildikten sonra laboratuvara nakledilmiştir. Laboratuvarda bu jeotermal suların derişimleri, açık kaplarda buharlaştırma yöntemi kullanılarak artırılmıştır. Böylece deneysel jeotermal suların derişimleri buharlaştırma yapılmayan (kontrol, normal) jeotermal suların derişimlerine göre %5, %10 ve %15'lik oranlarda ayarlanmıştır. Yapılan bu derişim artırma işlemi, üç farklı jeotermal kaynaktan alınan her jeotermal kaynak su için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her jeotermal kaynak için bu şekilde hazırlanan dört farklı jeotermal çözelti [ %0 (kontrol) %5, %10, %15 ] empenye işlemlerinde kullanılmak üzere tekrar uygun kaplarda özellikleri değişmeyecek şekilde normal oda şartlarında muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. Aydın ve çevresindeki jeotermal sulardaki bazı elementlerin ve iyonların analizi (Yılmaz 2013)

Parametreler	İSTASYONLAR								ANALİZ YÖNTEMLERİ (ICP-OES: İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektrometresi IC: İyon Kromatografi)
	KD-16 Condanser	R-1 Condanser	R-1 Savak	Alangüllü 1	Alangüllü 2	İmamköy	Salavatlı	Ortaklar	
Fe	53,548	17,750	53,414	186,432	208,272	51,678	54,876	34,675	ICP-OES
Cu	1,046	T.E.	0,783	T.E.	31,522	T.E.	T.E.	0,001	ICP-OES
B	3,177	2,320	3,002	4,112	4,192	2,324	3,012	3,024	ICP-OES
Cr	T.E.	T.E.	T.E.	6,007	7,092	T.E.	T.E.	T.E.	ICP-OES
Mn	T.E.	T.E.	T.E.	8,280	8,382	T.E.	T.E.	T.E.	ICP-OES
Co	T.E.	T.E.	T.E.	0,576	T.E.	0,001	T.E.	T.E.	ICP-OES
Cd	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	ICP-OES
Ni	T.E.	T.E.	T.E.	0,001	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	ICP-OES
Pb	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	ICP-OES
Zn	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	ICP-OES
Na	1162,3	1351,5	1503,6	1059,7	1094,5	40,6	26,2	727,6	IC
K	117,49	182,26	196,64	80,91	95,05	6,59	1,47	52,65	IC
Ca	13,60	11,13	11,63	114,55	115,87	59,68	177,98	140,34	IC
Mg	0,088	0,848	0,793	51,406	51,103	110,60	117,23	28,63	IC
NO <sub>3</sub>	40,871	40,710	0,063	42,226	42,204	20,255	T.E.	42,028	IC
F	21,253	23,062	12,135	3,087	3,049	0,5315	1,6477	1,2949	IC
Cl	115,85	131,59	42,58	865,38	886,65	37,38	42,25	960,88	IC
NO <sub>2</sub>	0,635	0,673	0,008	43,624	23,839	0,069	0,086	T.E.	IC
SO <sub>4</sub>	690,28	665,45	105,92	67,35	66,46	197,02	454,39	89,95	IC
PO <sub>4</sub>	0,490	0,319	0,094	0,273	0,481	0,047	0,631	0,585	IC

## 3.2. Yöntemler

### 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, en küçük derişimli jeotermal sudan başlayarak derişimi yükseltilmiş jeotermal çözeltiler içinde 24 saat beklemek suretiyle ve tam emprenye edilmiştir (TS 344). Sonra örnekler, sudan çıkarılıp, bir filtre kâğıdı ile hafifçe kurulanmıştır. Her test için, kontrol örnekleri hariç diğer bütün örnekler bu şekilde üç farklı kaynaktan dört farklı derişimde hazırlanan jeotermal çözeltilerle ayrı ayrı emprenye edilmiştir.

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. Soğutma işleminden sonra fiziksel ölçümleri yapılarak kayıt altına alınmıştır.

Emprenyeden sonra, hafif kuru örnekler  $\pm 0.01$  hassasiyetle tartılıp ölçüldükten sonra hava kurusu rutubete kadar kendisiyonlanmıştır. Bundan sonra örnekler etüvde tam kuru ağırlığa kadar kurutulup desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tekrar aynı duyarlılıkta tartılıp ölçülmüştür. Böylece örneklerin, emprenyeden sonraki sırasıyla, hafif kuru (yaş) hava kurusu ve tam kuru ağırlık ve boyutları bulunmuştur. Bu şekilde ölçümleri tamamlanan örnekler, gerekli testler ve tayinler yapıncaya kadar kilitli naylon torbalarda özelliklerin değişmeyecek şekilde muhafaza altına alınmıştır.

### 3.2.2. Jeotermal Emprenye Maddesi Tayini

Çalışmada, Aydın ili Germencik ilçesi jeotermal sahalarında enerjisi alınmış ve kimyasal analizleri yapılmış bulunan Alangüllü, Çamköy ve Germencik-3 olmak üzere üç farklı jeotermal kaynaktan tedarik edilmiştir. Suların kimyasal analiz sonuçları, ilgili yayınlar taranarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle, genel

olarak, bölgede bulunan ve kimyasal analizleri yapılan jeotermal sular ile ilgili yayınlar taranmıştır. Sonra, bunlar, ahşap emprenye maddeleri ve derişimleri bakımından, TS 788-2 EN 599-2 (1997) ve literatür (Berkel, 1972; Bozkurt vd., 1993) ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra, bu karşılaştırmaya göre, jeotermal suların içerdği bireysel emprenye maddeleri ve bunların miktarları belirlenmiştir. Böylece, söz konusu suların, çözünmüş halde sahip oldukları emprenye maddesi potansiyeli tespit edilmeye çalışılmıştır.

### 3.2.3. Absorpsiyon 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.

$$JSA = (A_{esy} - A_{eö12}) / V_{eö12} \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte; JSA, jeotermal su absorpsiyonu ( $g/cm^3$ ),  $A_{esy}$ , emprenyeden hemen sonraki yaş ağırlık (g),  $A_{eö12}$  ve  $V_{eö12}$ , emprenyeden önceki, sırasıyla, hava kurusu ağırlık (g) ve hacim ( $cm^3$ )'dir.

### 3.2.4. 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.

$$Y_{12} = A_{12} / V_{12} \quad (3.2)$$

$$Y_0 = A_0 / V_0 \quad (3.3)$$

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.

### 3.2.5. 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.

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

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

### 3.2.6. Genişleme tayini

#### 3.2.6.1. Radyal ve teğet yönde genişleme tayini

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

$$R\text{Ş} = [(L_{r\max} - L_{r\min}) / L_{r\min}] \times 100 \quad (3.5)$$

$$T\text{Ş} = [(L_{t\max} - L_{t\min}) / L_{t\min}] \times 100 \quad (3.6)$$

Bu eşitliklerde; RŞ ve TŞ, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki toplam/maksimum genişlemeler (%),  $L_{r\min}$  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.

#### 3.2.6.2. Hacimsel genişleme tayini

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

$$HG = [(L_{r\max} \times L_{t\max}) - (L_{r\min} \times L_{t\min})] / (L_{r\min} \times L_{t\min}) \times 100 \quad (3.7)$$

Bu eşitlikte; HŞ, hacimsel genişleme 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.

### 3.2.7. Daralma tayini

#### 3.2.7.1. Radyal ve teğet yönde daralma tayini

Bu test, TS 4083 (1983)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Her örnek için, radyal ve teğet yöndeki daralma miktarı, % olarak, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır. Hesaplama boyuna yöndeki daralmalar dikkate alınmamıştır.

$$R\check{C}=[(L_{r_{max}}-L_{r_{min}})/L_{r_{min}}]x100 \quad (3.8)$$

$$T\check{C}=[(L_{t_{max}}-L_{t_{min}})/L_{t_{min}}]x100 \quad (3.9)$$

Bu eşitliklerde; RÇ ve TÇ, LDN rutubeti üzerinde, sırasıyla, radyal ve teğet yöndeki toplam/maksimum daralmalar (%),  $L_{r_{max}}$  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.

#### 3.2.7.2. Hacimsel Daralma tayini

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

$$H\check{C} = [(L_{r_{max}}x L_{t_{max}}) - (L_{r_{min}}x L_{t_{min}})] / (L_{r_{max}}x L_{t_{max}}) x 100 \quad (3.10)$$

Bu eşitlikte; HÇ, hacimsel daralma 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.

### 3.2.8. Su Alma oranı tayini

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

$$SAO = [(A_y - A_0) / A_0] * 100 \quad (3.11)$$

Bu eşitlikte SAO su alma oranı(%)  $A_y$ , deney sonrası yaş ağırlık ve  $A_0$  deney öncesi tam kuru ağırlığı ifade etmektedir.

### 3.2.9. Eğilme direnci tayini

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

$$ED = (3 \times P_{max} \times L) / (2 \times B \times H^2) \quad (3.12)$$

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.

### 3.2.10. Eğilmede elastikiyet modülü tayini

Deney, TS 2478 (1976)'de belirtilen esaslara uygun olarak, üniversal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, eğilmede elastikiyet modülü,  $N/mm^2$  olarak, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$EM = (L^3 \times P) / (4 \times F \times B \times H^3) \quad (3.13)$$

Bu eşitlikte; EM, eğilmede elastikiyet modülü ( $N/mm^2$ ), P, elastikiyet sınırının altındaki yüklerin ortalaması (N), L, dayanak noktalarının merkezleri arasındaki uzaklık (mm), F, net eğilme alanındaki sehimler ortalaması (mm), B ve H, enine kesit boyutları (mm)'dir.

### 3.2.11. Liflere paralel basınç direnci tayini

Bu test, TS 2595 (1977)'de belirtilen esaslara uygun olarak, üniversal test makinesinde yapılmıştır. Her örnek için, liflere paralel yöndeki basınç direnci,  $N/mm^2$  olarak, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$LPB=P_{max}/(B \times H) \quad (3.14)$$

Bu eşitlikte; PBD, liflere paralel basınç direnci ( $N/mm^2$ ),  $P_{max}$ , 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 derişimi yükseltilmiş jeotermal suların etki derecelerini belirlemek için ayrı ayrı varyans analizi yapılmıştır ( $P \leq 0,05$ ). Etkileri önemli çıkan jeotermal suların aynı veya farklı homojenlik grup veya gruplar oluşturup oluşturmadıklarını belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. Böylece her jeotermal kaynak için farklı veya eşit kabul edilebilecek ortalama değerler tespit edilmiştir. Harfli gösterimle ifade edilen farklılıklar için ortalama değerler kendi aralarında karşılaştırılmıştır.



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Jeotermal Emprenye Maddelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çizelge 4.1. Kaynak türüne göre jeotermal su kimyasal analiz sonuçları (MTA)

ANALİZLER		Jeotermal kaynak		
		Germencik-3 mg/l	Alangüllü mg/l	Çamköy mg/l
Sıcaklı (°C)		230	61,5	74
(mg/L)	pH (25 °C'de)	8,78	6,7	7,2
	Fe (demir)	0,084	2,12	0,37
	Cu (bakır)		15,02	11,14
	K* (Potasyum)	170	84	75
	Ca* (Kalsiyum)	1,6	77	32
	Mg* (Magnezyum)	0,50	15	54
	Cl* (Klorür)	1818	1200	1440
	SO <sub>4</sub> * (Sülfat)	74	34	52
	CO <sub>3</sub> (Karbonat)	204	<1	<1
	SiO <sub>2</sub>	55	110	47
	F* (Florür)	8	4,5	....
	B* (Bor)	68	41	45
	As (Arsenik)	0,90	0,00	0,00
	NH <sub>4</sub> (Amonyum)	4,8	19	12
	Al* (Alüminyum)	0,091	...	...
	HO <sub>3</sub>	1342	2170	2210
	NO <sub>2</sub> (Nitrit)	<0.1	..	...
	Na (Sodyum)	1775	1360	1550
	<b>TOPLAM</b>		<b>5521.975</b>	<b>5131.64</b>

### 4.2. Absorpsiyona ilişkin bulgular ve tartışma

Absorpsiyon testine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel, varyans analizi, tukey ve duncan testi sonuçları Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Absorpsiyona ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler (g/cm <sup>3</sup> )			
		Ort (g/cm <sup>3</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
Germencik 3	0	0,414	0,045	0,34	0,49
	5	0,437	0,091	0,35	0,66
	10	0,379	0,104	0,32	0,67
	15	0,368	0,039	0,31	0,45
Alangüllü	0	0,322	0,039	0,29	0,39
	5	0,362	0,014	0,34	0,39
	10	0,418	0,125	0,28	0,61
	15	0,361	0,047	0,29	0,44
Çamköy	0	0,345	0,084	0,27	0,53
	5	0,409	0,077	0,35	0,61
	10	0,397	0,108	0,28	0,69
	15	0,421	0,067	0,35	0,57

Çizelge 4.2. incelendiğinde jeotermal su absorpsiyonu Germencik 3 için % 0 derişimde 0.34 gr/cm<sup>3</sup> - 0.49gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.414 gr/cm<sup>3</sup>% 5 derişimde 0.35 gr/cm<sup>3</sup>- 0.66 gr/cm<sup>3</sup> ve ortalama 0.437 gr/cm<sup>3</sup> % 10 derişimde 0.32 gr/cm<sup>3</sup>- 0.67gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.379 gr/cm<sup>3</sup> %15 derişimde 0.31 gr/cm<sup>3</sup>- 0.45 gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.368 gr/cm<sup>3</sup>olduğu görülmektedir. Alangüllü jeotermal için % 0 derişimde 0.29gr/cm<sup>3</sup>- 0.39 gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.322 gr/cm<sup>3</sup> % 5 derişimde 0.34 gr/cm<sup>3</sup> 0.39 gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.362 gr/cm<sup>3</sup> % 10 derişimde 0.28 gr/cm<sup>3</sup>- 0.61 gr/cm<sup>3</sup> ve ortalama 0.418 gr/cm<sup>3</sup> % 15 derişimde 0.29 gr/cm<sup>3</sup> - 0.44 gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.361 gr/cm<sup>3</sup>olduğu görülmektedir. Çamköy için % 0 derişimde 0.27 gr/cm<sup>3</sup>- 0.53 ve ortalama 0.345 gr/cm<sup>3</sup> %5 derişimde 0.35 gr/cm<sup>3</sup>- 0.61 gr/cm<sup>3</sup> ve ortalama 0.409 gr/cm<sup>3</sup> % 10 derişimde 0.28 gr/cm<sup>3</sup>- 0.69 gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.397 gr/cm<sup>3</sup>% 15 derişimde 0.35 gr/cm<sup>3</sup>- 0.57 gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.421 gr/cm<sup>3</sup> olduğu görülmektedir. Bu verilere göre Germencik 3 için en yüksek değer % 5 derişimde 0.437gr/cm<sup>3</sup> olurken en düşük değer ise % 15 derişimde 0.368 gr/cm<sup>3</sup> olduğu görülmektedir. Alangüllü için en yüksek değer % 10 derişimde 0.418 gr/cm<sup>3</sup> olurken en düşük değer ise % 0 derişimde 0.322 gr/cm<sup>3</sup> olmuştur. Çamköy için ise en yüksek değer % 15 derişimde 0.421 gr/cm<sup>3</sup> olurken en düşük değer ise % 0 derişimde 0.345 gr/cm<sup>3</sup> olmuştur.

Çizelge 4.3. Absorpsiyona ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	0.135 <sup>a</sup>	11	0.012	2.050	0.030
<b>Sınırlı Alan</b>	17.936	1	17.936	2989.110	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	0.025	2	0.013	2.111	0.126
<b>Değişim</b>	0.033	3	0.011	1.818	0.148
<b>Jeo. Kaynak*Değişim</b>	0.077	6	0.013	2.145	0.054
<b>Hata</b>	0.648	108	0.006		
<b>Total</b>	18.720	120			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	0.783	119			
<b>a. R Değeri = 0.173 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.088)</b>					

Çizelge 4.3. incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre jeotermal su absorpsiyonu üzerine jeotermal kaynakların etkisi ( $p \leq 0,050$  önem düzeyinde) ve değişimin etkisi ( $p \leq 0,050$  önem düzeyinde) istatistiksel anlamda önemsiz, birlikte yaptıkları etki ise önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.4. Absorsiyona ilişkin tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Değişim (%)	Değişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	0	5	-0.042	0.020	0.151	-0.094	0.009
		10	-0.037	0.020	0.244	-0.089	0.014
		15	-0.023	0.020	0.660	-0.075	0.029
	5	0	0.042	0.020	0.151	-0.009	0.094
		10	0.005	0.020	0.995	-0.047	0.057
		15	0.019	0.020	0.763	-0.032	0.071
	10	0	0.037	0.020	0.244	-0.014	0.089
		5	-0.005	0.020	0.995	-0.057	0.047
		15	0.014	0.020	0.886	-0.037	0.066
	15	0	0.023	0.020	0.660	-0.029	0.075
		5	-0.019	0.020	0.763	-0.071	0.032
		10	-0.014	0.020	0.886	-0.066	0.037

Değişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.4) bakıldığında, değişimlerin birbirleri ile aralarında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı ve değerlerin homojen olarak dağıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Absorpsiyona ilişkin duncan testi sonuçları

Değişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları
		1
0	30	0.360
15	30	0,383
10	30	0,398
5	30	0.403
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları
		1
Alangüllü	40	0.366
Çamköy	40	0,393
Germencik 3	40	0,399

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.5), absorpsiyon miktarı üzerine etkileri bakımından değişimler ve jeotermal kaynaklar tek homojenlik grubu oluşturmuştur. Değişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %0 değişimle (0.360) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %5 değişimle (0.403) yapılan işlem sonucu elde edildiği

görülmüştür. Ayrıca derişimlerin %5 ten sonra su absorpsiyonu üzerinde olumsuz etki yarattığı tespit edilmiştir. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda (1), yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Buna göre absorpsiyon miktarı üzerine en az etki yapan 0.366 ile Alangüllü , en fazla etkiyi yapan da 0.399 ile Germencik 3 kaynağı olmuştur.

Jeotermal su absorpsiyonu bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla, (Karademir, 2012.,Var vd., 2013;,Genç, 2013) karşılaştırılmıştır. Çalışmada absorpsiyon için elde edilen değerler 0,366 – 0,399 g/cm<sup>3</sup> arasında değiştiği ve bu değerler literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.3. Yoğunluğa ilişkin bulgular ve tartışma

Yoğunluğa ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yoğunluğa ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (g/cm <sup>3</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	0.513	0.055	0,43	0.60
<b>Germencik 3</b>	0	0,506	0.030	0,43	0,54
	5	0,504	0,024	0,46	0,54
	10	0,516	0,028	0,47	0,56
	15	0,483	0,027	0,42	0,52
<b>Alangüllü</b>	0	0,483	0,049	0.40	0.60
	5	0,527	0,029	0,48	0,57
	10	0,495	0,026	0,46	0,54
	15	0,488	0,036	0,44	0,55
<b>Çamköy</b>	0	0.522	0.041	0.46	0.58
	5	0.497	0.025	0.45	0.53
	10	0.552	0.059	0.45	0.63
	15	0.486	0.032	0.44	0.55

Çizelge 4.6 incelendiğinde yoğunluk miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler Germencik 3 için % 0 derişimde 0.43gr/cm<sup>3</sup>- 0.54 gr/cm<sup>3</sup> ve ortalama 0.506

gr/cm<sup>3</sup> % 5 derişimde 0.46 g/cm<sup>3</sup>-0.54 gr/cm<sup>3</sup> ve ortalama 0.504 gr/cm<sup>3</sup>% 10 derişimde 0.47 g/cm<sup>3</sup>- 0.56g/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.516 g/cm<sup>3</sup> %15 derişimde 0.42 g/cm<sup>3</sup>- 0.52gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.483gr/cm<sup>3</sup>olduğu gör÷lmektedir. Alang÷llü jeotermal için % 0 derişimde 0.40gr/cm<sup>3</sup>- 0.60gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.483gr/cm<sup>3</sup>% 5 derişimde 0.48gr/cm<sup>3</sup>-0.57gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.527gr/cm<sup>3</sup>% 10 derişimde 0.46gr/cm<sup>3</sup>- 0.54gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.495gr/cm<sup>3</sup>% 15 derişimde 0.44gr/cm<sup>3</sup> - 0.55gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.488gr/cm<sup>3</sup> olduğu gör÷lmektedir. Çamköy için % 0 derişimde 0.46gr/cm<sup>3</sup>- 0.58 ve ortalama 0.522gr/cm<sup>3</sup> , %5 derişimde 0.45gr/cm<sup>3</sup>- 0.53gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.497gr/cm<sup>3</sup>, % 10 derişimde 0.45gr/cm<sup>3</sup>- 0.63gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.552gr/cm<sup>3</sup>% 15 derişimde 0.44gr/cm<sup>3</sup>- 0.55gr/cm<sup>3</sup>ve ortalama 0.486gr/cm<sup>3</sup> olduğu gör÷lmektedir. Kontrol örneklerinde ise 0.43gr/cm<sup>3</sup> - 0.63 gr/cm<sup>3</sup> ve ortalama 0.513 gr/cm<sup>3</sup> olduğu gör÷lmektedir. Bu veriler ışığında; yoğunluk miktarı Germencik 3 için en yüksek %10 derişimde 0.516gr/cm<sup>3</sup> olurken %15 derişimde 0.483gr/cm<sup>3</sup> ile en az olmuştur. Alang÷llü için en yüksek %5 derişimde 0.527 gr/cm<sup>3</sup> olurken%0 derişimde 0.483gr/cm<sup>3</sup> ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %10 derişimde 0.552 gr/cm<sup>3</sup> olurken%15 derişimde 0.486 gr/cm<sup>3</sup> ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alang÷llü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde ortalama yoğunluk miktarı kontrol örneklerinin ortalamasına göre kıyaslandığında Germencik 3 Alang÷llü ve Çamköy jeotermalleriyle yapılan muamele sonuçlarında genelde önce artan daha sonra %15 derişimdeki seviyede azalan bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.7. Yoğunluğa ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	0.050 <sup>a</sup>	12	0.004	2.550	0.005
<b>Sınırlı Alan</b>	38.456	1	38.456	23659.620	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	0.005	2	0.003	1.655	0.195
<b>Değişim</b>	0.019	3	0.006	3.944	0.010
<b>Jeo. Kaynak*Değişim</b>	0.023	6	0.004	2.408	0.030
<b>Hata</b>	0.223	137	0.002		
<b>Total</b>	38.831	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	0.272	149			
<b>a. R Değeri = 0.183 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.111)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.7) yoğunluk miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p > 0.05$  (0.195) istatistiksel anlamda önemsiz, değişim türlerinin  $p < 0.05$  (0.010) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemli çıktığı saptanmıştır  $p < 0.05$  (0.030)

Çizelge 4.8. Yoğunluğa ilişkin tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	0.009	0.010	0.892	-0.019	0.038
		5	0.004	0.010	0.995	-0.024	0.032
		10	-0.007	0.010	0.943	-0.036	0.020
		15	0.027	0.010	0.072	-0.001	0.056
	0	Kontrol	-0.009	0.010	0.892	-0.038	0.019
		5	-0.005	0.010	0.985	-0.034	0.023
		10	-0.017	0.010	0.459	-0.046	0.011
		15	0.017	0.010	0.431	-0.011	0.046
	5	Kontrol	-0.004	0.010	0.995	-0.032	0.024
		0	0.005	0.010	0.985	-0.023	0.034
		10	-0.011	0.010	0.785	-0.040	0.016
		15	0.023	0.010	0.173	-0.005	0.052
	10	Kontrol	0.007	0.010	0.943	-0.020	0.036
		0	0.017	0.010	0.459	-0.011	0.046
		5	0.011	0.010	0.785	-0.016	0.040
		15	0.035*	0.010	0.008	0.006	0.063
	15	Kontrol	-0.027	0.010	0.072	-0.056	0.001
		0	-0.017	0.010	0.431	-0.046	0.011
		5	-0.023	0.010	0.173	-0.052	0.005
		10	-0.035*	0.010	0.008	-0.063	-0.006

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.8) bakıldığında, kontrol örneklerinin %0, %5, %10 ve %15 derişim türleriyle arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın olmadığı; ancak %10 derişimin %15 derişimle aralarında önemli farklılığın olduğu tespit edilmiştir.



Çizelge 4.9. Yoğunluğa ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
15	30	0,486	
0	30	0,504	
5	30		0,509
Kontrol	30		0,513
10	30		0,521
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	
Alangüllü	40	0,498	
Germencik 3	40	0,502	
Kontrol	40	0,513	
Çamköy	40	0,514	

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9), yoğunluk miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler iki homojenlik grubu oluştururken jeotermal kaynaklar ise tek homojenlik grubu oluşturmuştur. Bu gruplardan 1 sayısı en az etkiyi ifade ederken 2 sayısı en fazla etkiyi ifade etmektedir. Dolayısıyla grup sayısı arttıkça etki oranı da artmaktadır. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %15 derişimle (0.486) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %10 derişimle (0.521) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimlerle muamele edilen örneklerde, kontrol örneklerine göre en iyi sonucun %10 derişiminde sağlandığı gözlemlenmiştir. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3'ün aynı homojenlik grubunda (1), yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Buna göre yoğunluk miktarı üzerine en az etki yapan 0.498 ile Alangüllü , en fazla etkiyi yapan da 0.514 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

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 0,498-0,514 gr/cm<sup>3</sup> arasında değiştiği ve bu değer literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.4. Rutubet miktarına ilişkin bulgular ve tartışma

Rutubet miktarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Rutubet miktarına ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (%)	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	4.920	0,446	4.39	6.08
<b>Germencik 3</b>	0	4.434	0.267	4.10	4.97
	5	4.426	0.191	4.02	4.65
	10	4.699	1.410	2.17	6.91
	15	4.523	0.557	3.17	5.24
<b>Alangüllü</b>	0	5.006	1.509	3.71	8.73
	5	4.249	0.249	3.77	4.71
	10	5.340	1.588	3.92	9.58
	15	5.522	2.363	4.03	11.31
<b>Çamköy</b>	0	4.271	0.203	3.88	4.56
	5	3.908	0.287	3.43	4.39
	10	4.735	0.234	4.32	5.10
	15	4.669	0.503	3.38	5.05

Çizelge 4.10 incelendiğinde rutubet miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %4.10 – %4.97 ve ortalama %4.434; %5 derişimde %4.02- %4.65 ve ortalama %4.426; %10 derişimde %2.17- %6.91 ve ortalama %4.699; %15 derişimde %3.17 - %5.24 ve ortalama % 4.523 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %3.71 – %8.73 ve ortalama %5.006; %5 derişimde %3.77- %4.71 ve ortalama %4.249; %10 derişimde %3.92 - %9.58 ve ortalama %5.340; %15 derişimde %4.03 - %11.31 ve ortalama %5.522 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %3.88 – %4.56 ve ortalama %4.271; %5 derişimde %3.43- %4.39 ve ortalama %3.908; %10 derişimde %4.32- %5.10 ve ortalama %4.735; %15 derişimde %3.38 - %5.05 ve ortalama %4.669 olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ise %4.39 - %6.08 ve ortalama %4.920 olmuştur. Bu veriler ışığında; rutubet miktarı Germencik 3 için en yüksek %10 derişimde %4.699 ile olurken %5 derişimde %4.426 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %10 derişimde %5.340 ile %5 derişimde %4.249 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %10 derişimde %4.735 ile olurken %5 derişimde

%3.908 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama rutubet miktarı için sadece Alangüllü jeotermal kaynağında %0, %10 ve %15 derişimler de fazla çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.11. Rutubet miktarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	25.192 <sup>a</sup>	12	2.099	2.300	0.011
<b>Sınırlı Alan</b>	3304.294	1	3304.294	3620.356	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	9.022	2	4.511	4.943	0.008
<b>Derişim</b>	10.633	3	3.544	3.883	0.011
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	3.771	6	0.629	0.689	0.659
<b>Hata</b>	125.040	137	0.913		
<b>Total</b>	3468.307	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	150.232	149			
<b>a. R Değeri = 0.168 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.095)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.11) rutubet miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p \leq 0.05$  (0.008) ve derişim türlerinin  $p \leq 0.05$  (0.011) istatistiksel anlamda önemli, ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin ise istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p \geq 0.05$  (0.659).

Çizelge 4.12 Rutubet miktarına ilişkin tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	0.349	0.246	0.618	-0.332	1.031
		5	0.725*	0.246	0.031	0.043	1.407
		10	-0.004	0.246	1.000	-0.686	0.677
		15	0.014	0.246	1.000	-0.667	0.696
	0	Kontrol	-0.349	0.246	0.618	-1.031	0.332
		5	0.376	0.246	0.549	-0.305	1.057
		10	-0.354	0.246	0.605	-1.036	0.327
		15	-0.334	0.246	0.656	-1.016	0.347
	5	Kontrol	-0.725*	0.246	0.031	-1.407	-0.043
		0	-0.376	0.246	0.549	-1.057	0.305
		10	-0.730*	0.246	0.029	-1.412	-0.048
		15	-0.710*	0.246	0.037	-1.392	-0.028
	10	Kontrol	0.004	0.246	1.000	-0.677	0.686
		0	0.354	0.246	0.605	-0.327	1.0363
		5	0.730*	0.246	0.029	0.048	1.412
		15	0.019	0.246	1.000	-0.662	0.701
	15	Kontrol	-0.014	0.246	1.000	-0.696	0.667
		0	0.334	0.246	0.656	-0.347	1.016
		5	0.710*	0.246	0.037	0.028	1.392
		10	-0.019	0.246	1.000	-0.701	0.662

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.12) bakıldığında, kontrol örneklerinin %5, derişimle; %5 derişimin %10, ve %15 derişimler ile aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Rutube,t miktarına ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları		
		1	2	
5	30	4,194		
0	30	4.570		
15	30		4,905	
Kontrol	30		4.920	
10	30		4,925	
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
Çamköy	40	4.396		
Germencik 3	40	4.521		
Kontrol	40		4.920	
Alangüllü	40			5.030

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.13), rutubet miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler iki farklı homojenlik grubu (1,2) derişimler ise üç farklı (1,2,3) homojenlik grubu oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %5 derişimle (4.194) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %10 derişimle (4.925) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca %10 derişim de muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha fazla oranda rutubet miktarı görülmektedir. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda (1), Alangüllü ise farklı grupta (3) yer aldığı görülmüştür. Buna göre rutubet miktarı üzerine en az etki yapan %4.396 ile Çamköy, en fazla etkiyi yapan da %5.030 ile Alangüllü kaynağı olmuştur.

Rutubet bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla(Karademir, E., Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada rutubet için elde edilen değerler %4.396-%5.030 arasında değiştiği görülmüştür, bu durumda oluşan farklılığın ise kullanılan jeotermal kaynakların derişimlerindeki farklılıktan oluştuğu söylenebilir.

## 4.5. Genişleme miktarına ilişkin bulgular ve tartışma

### 4.5.1. Radyal yönde genişlemeye ilişkin bulgular ve tartışma

Radyal yönde genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Radyal yönde genişlemeye ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (%)	Std. Sapma	Min	Max
Kontrol	-	3.726	1.334	1.60	5.45
Germencik 3	0	3.898	0.889	2.89	5.28
	5	4.322	1.405	2.33	7.08
	10	5.417	2.173	1.58	9.09
	15	4.449	1.591	1.47	5.97
Alangüllü	0	4.473	1.022	2.24	5.33
	5	4.492	1.952	2.62	8.02
	10	4.659	1.721	1.83	7.53
	15	4.861	2.695	1.33	9.84
Çamköy	0	5.069	1.742	2.18	7.33
	5	5.759	2.000	3.51	9.88
	10	4.110	2.201	0.10	6.99
	15	4.165	2.804	1.02	10.97

Çizelge 414 incelendiğinde radyal yöndeki şişme miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %2.89– %5.28ve ortalama %3.898; %5 derişimde%2.33- %7.08 ve ortalama %4.322; %10 derişimde %1.58- %9.09ve ortalama %5.417; %15 derişimde %1.47- %5.97 ve ortalama % 4.449 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %2.24 – %5.33ve ortalama %4.473; %5 derişimde%2.62- %8.02 ve ortalama %4.492; %10 derişimde %1.83- %7.53ve ortalama %4.659; %15 derişimde %1.33- %9.84 ve ortalama %4.861 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %2.18 – %7.33ve ortalama %5.069; %5 derişimde%3.51- %9.88 ve ortalama %5.759; %10 derişimde %0.10- %6.99ve ortalama %4.110;%15 derişimde %1.02- %10.97 ve ortalama %4.165 olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ise %1.60 - %5.45 ve ortalama %3.726 olmuştur. Bu veriler ışığında; radyal yönde

genişleme miktarı Germencik 3 için en yüksek %10 derişimde %5.417 ile olurken %0 derişimde %3.898 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %15 derişimde %4.861 ile %0 derişimde %4.473 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %5 derişimde %5.759 ile olurken %10 derişimde %4.410 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama radyal yönde şişme miktarı için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.15. Radyal yönde genişlemeye ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	53.364 <sup>a</sup>	12	4.447	1.348	0.199
<b>Sınırlı Alan</b>	2995.519	1	2995.519	908.098	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	1.313	2	0.656	0.199	0.820
<b>Derişim</b>	3.085	3	1.028	0.312	0.817
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	28.938	6	4.823	1.462	0.196
<b>Hata</b>	451.918	137	3.299		
<b>Total</b>	3484.742	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	505.282	149			
<b>a. R Değeri = 0.106 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.027)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.15), radyal yönde genişleme miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p > 0.05$  (0.820), derişim türlerinin  $p < 0.05$  (0.817) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p < 0.05$  (0.196).

Çizelge 4.16. Radyal yönde genişleme miktarına ilişkin tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	-0.754	0.468	0.495	-2.050	0.542
		5	-1.131	0.468	0.118	+2.428	0.164
		10	-1.002	0.468	0.210	-2.299	0.293
		15	-0.765	0.468	0.479	-2.062	0,53
	0	Kontrol	0.754	0.468	0.495	-0.542	2.050
		5	-0.377	0.468	0.929	-1.674	0.918
		10	-0.248	0.468	0.984	-1.545	1.047
		15	-0.011	0.468	1.000	-1.308	1.284
	5	Kontrol	1.131	0.468	0.118	-0.164	2.428
		0	0.377	0.468	0.929	-0.918	1.674
		10	0.129	0.468	0.999	-1.167	1.425
		15	0.366	0.468	0.936	-0.930	1.662
	10	Kontrol	1.002	0.468	0.210	-0.293	2.299
		0	0.248	0.468	0.984	-1.047	1.545
		5	-0.129	0.468	0.999	-1.425	1.167
		15	0.237	0.468	0.987	-1.059	1.533
	15	Kontrol	0.765	0.468	0.479	-0.530	2.062
		0	0.011	0.468	1.000	-1.284	1.308
		5	-0.366	0.468	0.936	-1.662	0.930
		10	-0.237	0.468	0.987	-1.533	1.059

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.16) bakıldığında, kontrol örneklerinin tüm derişim türleriyle ve derişimlerin kendi aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.



Çizelge 4.17. Radyal yönde genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
<b>Kontrol</b>	30	3,726	
<b>0</b>	30	4.480	
<b>15</b>	30	4,491	
<b>10</b>	30	4,728	
<b>5</b>	30		4,857
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
<b>Kontrol</b>	40	3.726	
<b>Germencik 3</b>	40	4.521	
<b>Alangüllü</b>	40		4,621
<b>Çamköy</b>	40		4,775

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.17), radyal yönde şişme miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (1,2) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %0 derişimle (4.480) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %5 derişimle (4.857) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimlerle muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha fazla oranda radyal yönde şişme yaptığı görülmekte olup derişim oranları azaldıkça radyal yönde şişme miktarlarının da arttığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy ve Alangüllü aynı homojenlik grubunda (2), Germencik 3 ise farklı grupta (1) yer aldığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre radyal yönde genişleme miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Buna göre radyal yönde genişleme miktarı üzerine en az etki yapan %4.521 ile Germencik 3, en fazla etkiyi yapan da %4.775 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

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 %4.521- %4.775 arasında değiştiği ve bu değerler literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.5.2. Teğet yönde genişlemeye ilişkin bulgular ve tartışma

Teğet yönde genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.19, da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Teğet yönde genişlemeye ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (%)	Std. Sapma	Min	Max
Kontrol	-	8.504	7.339	4.79	29.25
Germencik 3	0	7.334	0.952	5.56	8.44
	5	6.713	1.877	3.61	9.56
	10	7.510	1.440	5.50	9.66
	15	6.884	2.233	1.27	9.75
Alangüllü	0	6.204	1.722	4.40	9.83
	5	6.809	1.514	4.41	10.09
	10	5.603	1.510	3.40	8.23
	15	6.655	1.742	4.58	10.60
Çamköy	0	6.678	1.443	3.76	8.29
	5	6.561	1.346	3.60	8.10
	10	6.070	1.237	4.45	8.35
	15	6.647	2.619	3.11	11.28

Çizelge 4.18 incelendiğinde teğet yöndeki şişme miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %5.56– %8.44ve ortalama %7.334; %5 derişimde%3.61- %9.56 ve ortalama %6.713; %10 derişimde %5.50- %9.66ve ortalama %7.510; %15 derişimde %1.27- %9.75 ve ortalama % 6.884 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %4.40 – %9.83ve ortalama %6.204; %5 derişimde%4.41- %10.09 ve ortalama %6.809; %10 derişimde %3.40- %8.23ve ortalama %5.603; %15 derişimde %4.58- %10.60 ve ortalama %6.655 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %3.76 – %8.29ve ortalama %6.678; %5 derişimde%3.60- %8.10 ve ortalama %6.561; %10 derişimde %4.45- %8.35ve ortalama %6,070; %15 derişimde %3.11- %11.28 ve ortalama %6.647 olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ise %4.79 - %29.25 ve ortalama %8.504 olmuştur. Bu veriler ışığında; teğet yönde genişleme miktarı Germencik 3 için en yüksek %10 derişimde %7.510 ile olurken %5 derişimde %6.713 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %5 derişimde

%6.809 ile %0 derişimde %6.204 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %0 derişimde %6.678 olurken %10 derişimde %6.070 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama teğet yönde genişleme miktarı için tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.19. Teğet yönde genişlemeye ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	112.780 <sup>a</sup>	12	9.398	0,73	0.720
<b>Sınırlı Alan</b>	7289.003	1	7289.003	566,198	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	13.911	2	6.956	0,54	0.584
<b>Derişim</b>	2.427	3	0.809	0,063	0.979
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	12.965	6	2.161	0,168	0.985
<b>Hata</b>	1763.682	137	12.874		
<b>Total</b>	9251.684	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	1876.463	149			
<b>a. R Değeri = 0.060 (Düzeltilmiş R Değeri = -0.022)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.19), teğet yönde şişme miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p>0.05$  (0.584), derişim türlerinin  $p>0.05$  (0.979) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p<0.05$  (0.985).

Çizelge 4.20. Teğet yönde genişleme miktarına ilişkin tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	1.765	0.926	0.319	-0.795	4.326
		5	1.809	0.926	0.295	-0.751	4.370
		10	2.109	0.926	0.159	-0.451	4.670
		15	1.775	0.926	0.314	-0.785	4.336
	0	Kontrol	-1.765	0.926	0.319	-4.326	0.795
		5	0.044	0.926	1.000	-2.516	2.605
		10	0.344	0.926	0.996	-2.216	2.905
		15	0.010	0.926	1.000	-2.551	2.571
	5	Kontrol	-1.809	0.926	0.295	-4.370	0.751
		0	-0.044	0.926	1.000	-2.605	2.516
		10	0.300	0.926	0.998	-2.261	2.861
		15	-0.034	0.926	1.000	-2.595	2.526
	10	Kontrol	-2.109	0.926	0.159	-4.670	0.451
		0	-0.344	0.926	0.996	-2.905	2.216
		5	-0.300	0.926	0.998	-2.861	2.261
		15	-0.334	0.926	0.996	-2.895	2.226
	15	Kontrol	-1.775	0.926	0.314	-4.336	0.785
		0	-0.010	0.926	1.000	-2.571	2.551
		5	0.024	0.926	1.000	-2.526	2.595
		10	0.334	0.926	0.996	-2.226	2.895

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4,19) bakıldığında, kontrol örneklerinin tüm derişim türleriyle ve derişimlerin kendi aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Teğet yönde genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
<b>10</b>	30	6,394	
<b>5</b>	30	6,694	
<b>15</b>	30	6,728	
<b>0</b>	30	6,738	
<b>Kontrol</b>	30		8,504
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
<b>Alangüllü</b>	40	6,317	
<b>Çamköy</b>	40	6,489	
<b>Germencik 3</b>	40	7,110	
<b>Kontrol</b>	40		8,504

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.21), teğet yönde genişleme miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (1,2) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %10 derişimle (6.394) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %0 derişimle (6.738) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha az oranda teğet yönde genişleme yaptığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre teğet yönde şişme miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Buna göre teğet yönde genişleme miktarı üzerine en az etki yapan %6.317 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %7.110 ile Germencik 3 kaynağı olmuştur.

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

için elde edilen değerlerin %6.317 - %8,504 arasında değiştiği ve bu değerlerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.5.3. Hacimsel genişlemeye ilişkin bulgular ve tartışma

Hacimsel genişlemeye ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Çizelge 4.23, Çizelge 4.24, da verilmiştir.

Çizelge 4.22. Hacimsel genişlemeye ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (%)	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	12.588	8.473	6.92	36.01
<b>Germencik 3</b>	0	11.518	1.460	8.66	13.32
	5	11.342	3.033	6.39	15.77
	10	13.354	3.577	7.17	19.20
	15	11.665	3.766	3.11	16.23
<b>Alangüllü</b>	0	10.954	2.051	6.74	13.65
	5	11.610	2.680	7.42	15.16
	10	10.519	2.117	6.86	12.88
	15	11.826	2.780	8.81	18.31
<b>Çamköy</b>	0	12.096	2.899	6.02	15.46
	5	12.684	1.894	9.89	15.25
	10	10.424	2.461	4.99	12.96
	15	11.104	4.510	5.52	21.21

Çizelge 4.22 incelendiğinde hacimsel genişleme miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %8.66– %13.32ve ortalama %11.518; %5 derişimde %6.39- %15.77 ve ortalama %11.342; %10 derişimde %7.17- %19.20ve ortalama %13.354; %15 derişimde %3.11- %16.23 ve ortalama %11.665 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %6.74 – %13.65ve ortalama %10.954; %5 derişimde %7.42- %15.16 ve ortalama %11.610; %10 derişimde %6.86- %12.88ve ortalama %10.519; %15 derişimde %8.81- %18.31 ve ortalama %11.826 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %6.02 – %15.46ve ortalama %12.096; %5 derişimde %9.89- %15.25 ve ortalama %12.684; %10 derişimde %4.99- %12.96ve ortalama %10.424; %15 derişimde %5.52- %21.21 ve ortalama %11.104 olduğu görülmektedir. Kontrol

örnekleri ise %6.92 - %36.01 ve ortalama %12.588 olmuştur. Bu veriler ışığında; hacimsel genişleme miktarı Germencik 3 için en yüksek %10 derişimde %13.354 ile olurken %5 derişimde %11.342 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %15 derişimde %11.826 ile %10 derişimde %10.519 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %5 derişimde %12.684 ile olurken %10 derişimde %10.424 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama hacimsel yönde şişme miktarı için tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.23.Hacimsel genişlemeye ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	102.243 <sup>a</sup>	12	8.520	0.411	0.957
<b>Sınırlı Alan</b>	20746.060	1	20746.060	1000.287	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	11.038	2	5.519	0.266	0.767
<b>Derişim</b>	3.484	3	1.161	0.056	0.983
<b>Jeo.Kaynak*Derişim</b>	63.880	6	10.647	0.513	0.797
<b>Hata</b>	2841.394	137	20.740		
<b>Total</b>	23796.609	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	2943.636	149			
<b>a. R Değeri = 0.035 (Düzeltilmiş R Değeri = -0.050)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.23), hacimsel genişleme miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p>0.05$  (0.767), derişim türlerinin  $p>0.05$  (0.983) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p>0.05$  (0.797).

Çizelge 4.24. Hacimsel genişleme miktarına ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	1.065	0.894	0.833	-2.185	4.316
		5	0.709	0.974	0.379	-2.541	3.960
		10	1.155	0.863	0.061	-2.095	4.406
		15	1.056	0.897	0.106	-2.194	4.307
	0	Kontrol	-1.065	0.894	0.833	-4.316	2.185
		5	-0.356	0.998	0.944	-3.606	2.894
		10	0.090	1.000	0.476	-3.160	3.341
		15	-0.009	1.000	0.620	-3.259	3.241
	5	Kontrol	-0.709	0.974	0.379	-3.960	2.541
		0	0.356	0.998	0.944	-2.894	3.606
		10	0.446	0.996	0.901	-2.804	3.697
		15	0.347	0.998	0.964	-2.903	3.597
	10	Kontrol	-1.155	0.863	0.061	-4.406	2.095
		0	-0.090	1.000	0.476	-3.341	3.160
		5	-0.446	0.996	0.901	-3.697	2.804
		15	-0.099	1.000	0.999	-3.350	3.151
	15	Kontrol	-1.056	0.897	0.106	-4.307	2.194
		0	0.009	1.000	0.620	-3.241	3.259
		5	-0.347	0.998	0.964	-3.597	2.903
		10	0.099	1.000	0.999	-3.151	3.350

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.24) bakıldığında, kontrol örneklerinin tüm derişim türleriyle ve derişimlerin kendi aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.



Çizelge 4.25.Hacimsel genişlemeye ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları
		1
10	30	11.432
0	30	11.522
15	30	11.531
5	30	11.878
Kontrol	30	12.588
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları
		1
Alangüllü	40	11.227
Çamköy	40	11.577
Germencik 3	40	11.969
Kontrol	40	12.588

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.25), hacimsel genişleme miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar bir farklı homojenlik grubu (1) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %10 derişimle (11,432) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %5 derişimle (11,878) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha az oranda hacimsel genişleme yaptığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre hacimsel genişleme miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Buna göre hacimsel şişme miktarı üzerine en az etki yapan %11.227 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %11.969 ile Germencik 3 kaynağı olmuştur.

Hacimsel genişleme bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır (Var vd, 2013., Genç, 2013., Öktem ve Sözen, 2014). Çalışmada hacimsel şişme için elde edilen değerler %11.227-%12,588 arasında değiştiği, ve bu değerinin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

## 4.6. Daralma miktarına ilişkin bulgular ve tartışma

### 4.6.1. Radyal yönde daralmaya ilişkin bulgular

Radyal yönde daralmaya ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.25, Çizelge 4.26, Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Radyal yönde daralmaya ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (%)	Std. Sapma	Min	Max
Kontrol	-	4.989	1.443	1.26	6.56
Germencik 3	0	3.971	1.977	2.04	7.86
	5	4.953	1.363	2.51	7.84
	10	5.142	1.205	3.59	7.02
	15	5.082	2.042	2.07	7.51
Alangüllü	0	3.948	1.872	1.03	6.44
	5	4.983	1.252	3.39	7.22
	10	4.412	1.928	0.60	6.95
	15	5.644	1.995	3.00	10.09
Çamköy	0	4.795	1.084	3.66	7.23
	5	5.748	2.018	2.80	9.93
	10	4.538	2.426	1.52	10.33
	15	4.947	1.492	2.60	6.88

Çizelge 4.26 incelendiğinde radyal yöndeki daralma miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %2.04 - %7.86 ve ortalama %3.971 ; %5 derişimde %2.51- %7.84 ve ortalama %4.953; %10 derişimde %3.59 - %7.02 ve ortalama %5.142; %15 derişimde %2.07- %7.51 ve ortalama %5.082 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %1.03 - %6.44ve ortalama %3.948; %5 derişimde %3.39- %7.22 ve ortalama %4.983; %10 derişimde %0.60- %6.95ve ortalama %4.412; %15 derişimde %3 - %10.09 ve ortalama %5.644 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %3.66 -%7.23 ve ortalama %4.795; %5 derişimde %2.80- %9.93 ve ortalama %5.748; %10 derişimde %1.52 - %10.33 ve ortalama %4.538; %15 derişimde %2.60- %6.88 ve ortalama %4.947 olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ise %1.26 - %6.56 ve ortalama %4.989 olmuştur. Bu veriler ışığında; radyal yönde çekme miktarı Germencik 3 için en yüksek %10 derişimde %5.142 olurken %0

derişimde %3.971 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %15 derişimde %5.644 ile %0 derişimde %3.948 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %5 derişimde %5.748 ile olurken %10 derişimde %4.538 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama radyal yönde daralma miktarı için tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde derişim oranı %5 ve üzeri durumlarda arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.27. Radyal yönde daralmaya ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	35.404 <sup>a</sup>	12	2.950	1.025	0.429
<b>Sınırlı Alan</b>	3554.210	1	3554.210	1235.099	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	1.570	2	0.785	0.273	0.762
<b>Derişim</b>	20.425	3	6.808	2.366	0.074
<b>Jeo.Kaynak*Derişim</b>	12.925	6	2.154	0.749	0.612
<b>Hata</b>	394.241	137	2.878		
<b>Total</b>	3994.977	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	429.646	149			
<b>a. R Değeri = 0.082 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.002)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.27), radyal yöndeki daralma miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p>0.05$  (0.762), derişim türlerinin  $p>0.05$  (0.074) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p>0.05$  (0.612).

Çizelge 4.28. Radyal yönde daralma miktarına ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Değişim (%)	Değişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
	Tukey Testi	Kontrol				0	0.751
5			-0.239	0.438	0.982	-1.449	0.971
10			0.291	0.438	0.963	-0.919	1.502
15			-0.235	0.438	0.983	-1.446	0.975
0		Kontrol	-0.751	0.438	0.428	-1.961	0.459
		5	-0.990	0.438	0.164	-2.208	0.220
		10	-0.459	0.438	0.832	-1.670	0.751
		15	-0.986	0.438	0.167	-2.197	0.224
5		Kontrol	0.239	0.438	0.982	-0.971	1.449
		0	0.990	0.438	0.164	-0.220	2.200
		10	0.530	0.438	0.745	-0.680	1.741
		15	0.003	0.438	1.000	-1.207	1.214
10		Kontrol	-0.291	0.438	0.963	-1.502	0.919
		0	0.459	0.438	0.832	-0.751	1.670
		5	-0.530	0.438	0.745	-1.741	0.680
		15	-0.527	0.438	0.750	-1.737	0.683
15		Kontrol	0.235	0.438	0.983	-0.975	1.446
		0	0.986	0.438	0.167	-0.224	2.197
		5	-0.003	0.438	1.000	-1.214	1.207
		10	0.527	0.438	0.750	-0.683	1.737

Değişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.28) bakıldığında, kontrol örneklerinin tüm değişim türleriyle ve değişimlerin kendi aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Radyal yönde daralmaya ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
0	30	4,238	
10	30	4,697	
Kontrol	30	4,989	
15	30		5,224
5	30		5,228
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	
Alangüllü	40	4,746	
Germencik 3	40	4,787	
Kontrol	40	4,989	
Çamköy	40	5,007	

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.29), radyal yönde daralma miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler iki farklı homojenlik grubu (1,2) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %0 derişimle (4.238) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %5 derişimle (5.228) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre %0 ve %10 derişimde daha az %5 ve %15 derişimde daha fazla oranda radyal yönde çekme yaptığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre Alangüllü ve Germencik 3 kaynaklarının radyal yöndeki daralma miktarlarının azaldığı Çamköy jeotermal kaynağının ise arttığı belirlenmiştir. Buna göre radyal yönde çekme miktarı üzerine en az etki yapan %4.746 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %5.007 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Radyal daralma 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.

#### 4.6.2. Teğet yönde daralmaya ilişkin bulgular ve tartışma

Teğet yönde daralmaya ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.29, Çizelge 430, Çizelge 4.31, Çizelge 4.32, de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Teğet yönde daralmaya ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (%)	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	5.970	1.238	4.62	7.94
<b>Germencik 3</b>	0	6.233	1.337	3.51	7.76
	5	4.128	0.919	1.87	5.36
	10	4.184	1.572	1.59	5.61
	15	4.551	1.350	2.75	7.14
<b>Alangüllü</b>	0	5.985	2.003	2.36	9.21
	5	5.386	2.372	1.48	8.13
	10	3.762	1.394	1.92	6.09
	15	3.702	2.358	0.55	8.91
<b>Çamköy</b>	0	5.872	1.619	3.27	8.60
	5	4.171	1.262	1.98	5.94
	10	5.585	1.851	1.22	7.82
	15	4.210	2.191	1.84	8.55

Çizelge 4.30 incelendiğinde teğet yöndeki daralma miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %3.51 - %7.76 ve ortalama %6.233 ; %5 derişimde %1.87- %5.36 ve ortalama %4.128; %10 derişimde %1.59 - %5.61 ve ortalama %4.184; %15 derişimde %2.75 - %7.14 ve ortalama %4.551 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %2.36 - %9.21 ve ortalama %5.985; %5 derişimde %1.48 - %8.13 ve ortalama %5.386; %10 derişimde %1.92- %6.09 ve ortalama %3.762; %15 derişimde %0.55 - %8.91 ve ortalama %3.702 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %3.27 - %8.60 ve ortalama %5.872; %5 derişimde %1.98- %5.94 ve ortalama %4.171; %10 derişimde %1.22- %7.82 ve ortalama %5.585; %15 derişimde %1.84- %8.55 ve ortalama %4.210 olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ise %4.62 - %7.94 ve ortalama %5.970 olmuştur. Bu veriler ışığında; teğet yönde daralma miktarı Germencik 3 için en yüksek %0 derişimde %6.233 olurken %5 derişimde %4.128 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %0 derişimde %5.985 olurken%15 derişimde %3.702 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek

%0 derişimde %5.872 ile olurken %5 derişimde %4.171 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama teğet yönde daralma miktarı için tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde derişim oranı arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.31. Teğet yönde daralmaya ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	126.907 <sup>a</sup>	12	10.576	3.913	0.000
<b>Sınırlı Alan</b>	3778.656	1	3778.656	1398.188	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	1.354	2	0.677	0.250	0.779
<b>Derişim</b>	62.091	3	20.697	7.658	0.000
<b>Jeo.Kaynak*Derişim</b>	31.395	6	5.232	1.936	0.079
<b>Hata</b>	370.248	137	2.703		
<b>Total</b>	4315.362	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	497,155	149			
<b>a. R Değeri = 0.255 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.190)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.31), teğet yöndeki daralma miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p>0.05$  (0.779) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz  $p>0.05$  (0.079), derişim türlerinin ise  $p\leq 0.05$  (0.000) önemli çıktığı saptanmıştır.

Çizelge 4.32. Teğet yönde daralma miktarına ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Değişim (%)	Değişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	-0.060	0.424	1.000	-1.233	1.113
		5	1.408*	0.424	0.010	0.234	2.581
		10	1.459*	0.424	0.007	0.286	2.633
		15	1.815*	0.424	0.000	0.642	2.989
	0	Kontrol	0.060	0.424	1.000	-1.113	1.233
		5	1.468*	0.424	0.006	0.294	2.641
		10	1.519*	0.424	0.004	0.346	2.693
		15	1.875*	0.424	0.000	0.702	3.049
	5	Kontrol	-1.408*	0.424	0.010	-2.581	-0.234
		0	-1.468*	0.424	0.006	-2.641	-0.294
		10	0.051	0.424	1.000	-1.122	1.224
		15	0.407	0.424	0.873	-0.766	1.580
	10	Kontrol	-1.459*	0.424	0.007	-2.633	-0.286
		0	-1.519*	0.424	0.004	-2.693	-0.346
		5	-0.051	0.424	1.000	-1.224	1.122
		15	0.356	0.424	0.918	-0.817	1.529
	15	Kontrol	-1.815*	0.424	0.000	-2.989	-0.642
		0	-1.875*	0.424	0.000	-3.049	-0.702
		5	-0.407	0.424	0.873	-1.580	0.766
		10	-0.356	0.424	0.918	-1.529	0.817



Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.32) bakıldığında, kontrol örneklerinin %5, %10, %15 derişimler ile; %0 derişimin %5, %10, %15 derişimler ile aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33. Teğet yönde daralmaya ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
15	30	4,154	
10	30	4.510	
5	30	4,561	
Kontrol	30		5.970
0	30		6.030
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
Alangüllü	40	4.708	
Germencik 3	40	4.774	
Çamköy	40	4.959	
Kontrol	40		5.970

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.33), teğet daralma miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (1,2) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %15 derişimle (4.154) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %0 derişimle (6.030) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha az oranda teğet daralma yaptığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre teğet daralma miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Buna göre teğet daralma miktarı üzerine en az etki yapan %4.708 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %4.959 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Teğet yönde daralma bakımından bu tezde elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Genç, 2013; Öktem ve Sözen, 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Teğet çekme

için elde edilen değerler %4.708-%4.959 arasında değiştiği ve bu değerler literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.6.3. Hacimsel daralmaya ilişkin bulgular ve tartışma

Hacimsel daralmaya ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35, Çizelge 4.36, da verilmiştir.

Çizelge 4.34. Hacimsel daralmaya ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (kg/cm <sup>3</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	10.662	1.860	6.81	13.01
<b>Germencik 3</b>	0	9.955	2.387	6.71	14.09
	5	8.870	1.801	6.01	11.65
	10	9.103	2.250	5.12	12.24
	15	9.389	2.738	4.76	12.45
<b>Alangüllü</b>	0	9.700	2.408	6.89	14.11
	5	10.116	1.795	6.87	12.60
	10	8.005	2.537	2.51	11.09
	15	9.101	3.936	4.65	18.10
<b>Çamköy</b>	0	10.388	1.735	7.90	12.57
	5	9.666	2.802	4.72	15.28
	10	9.897	1.887	6.39	12.09
	15	8.931	3.166	5.52	14.19

Çizelge 4.34 incelendiğinde hacimsel daralma miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %6.71- %14.09 ve ortalama %9.955; %5 derişimde %6.01- %11.65 ve ortalama %8.870; %10 derişimde %5.12- %12.24 ve ortalama %9.103; %15 derişimde %4.76 - %12.45 ve ortalama %9.389 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %6.89 - %14.11 ve ortalama %9.700; %5 derişimde %6.87- %12.60 ve ortalama %10.116; %10 derişimde %2.51- %11.09 ve ortalama %8.005; %15 derişimde %4.65- %18.10 ve ortalama %9.101 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %7.90 - %12.57 ve ortalama %10.388; %5 derişimde %4.72- %15.28 ve ortalama %9.666; %10 derişimde %6.39- %12.09 ve ortalama %9.897; %15 derişimde %5.52 - %14.19 ve ortalama %8.931 olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ise %6.81 - %13.01 ve ortalama %10.662 olmuştur. Bu veriler ışığında;

hacimsel daralma miktarı Germencik 3 için en yüksek %0 derişimde %9.955 ile olurken %5 derişimde %8.870 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %5 derişimde %10.116 ile %10 derişimde %8.005 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %0 derişimde %10.388 ile olurken %15 derişimde %8.931 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama hacimsel yönde daralma miktarı için tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.35. Hacimsel daralmaya ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	84.826 <sup>a</sup>	12	7.069	1.232	0.267
<b>Sınırlı Alan</b>	13943.448	1	13943.448	2431.101	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	5.372	2	2.686	0.468	0.627
<b>Derişim</b>	18.700	3	6.233	1.087	0.357
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	24.134	6	4.022	0.701	0.649
<b>Hata</b>	785.756	137	5.735		
<b>Total</b>	14907.943	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	870.583	149			
<b>a. R Değeri = 0.097 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.018)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.35), hacimsel daralma miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p>0.05$  (0.627), derişim türlerinin  $p>0.05$  (0.357) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p>0.05$  (0.649).

Çizelge 4.36. Hacimsel daralma miktarına ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	0.647	0.618	0.833	-1.061	2.357
		5	1.111	0.618	0.379	-0.598	2.820
		10	1.660	0.618	0.061	-0.049	3.369
		15	1.521	0.618	0.106	-0.187	3.231
	0	Kontrol	-0.647	0.618	0.833	-2.357	1.061
		5	0.463	0.618	0.944	-1.245	2.173
		10	1.012	0.618	0.476	-0.696	2.722
		15	0.874	0.618	0.620	-0.835	2.583
	5	Kontrol	-1.111	0.618	0.379	-2.820	0.591
		0	-0.463	0.618	0.944	-2.173	1.245
		10	0.549	0.618	0.901	-1.160	2.258
		15	0.410	0.618	0.964	-1.299	2.119
	10	Kontrol	-1.660	0.618	0.061	-3.369	0.049
		0	-1.012	0.618	0.476	-2.272	0.696
		5	-0.549	0.618	0.901	-2.258	1.160
		15	-0.138	0.618	0.999	-1.848	1.570
	15	Kontrol	-1.521	0.618	0.106	-3.231	0.187
		0	-0.874	0.618	0.620	-2.583	0.835
		5	-0.410	0.618	0.964	-2.119	1.299
		10	0.138	0.618	0.999	-1.570	1.848

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.35) bakıldığında, kontrol örneklerinin tüm derişim türleriyle ve derişimlerin kendi aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.37. Hacimsel daralmaya ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
10	30	9,001	
15	30	9.140	
5	30	9.550	
0	30	10,014	
<b>Kontrol</b>	30		10.662
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları	
		1	2
<b>Alangüllü</b>	40	9.230	
<b>Germencik 3</b>	40	9,329	
<b>Çamköy</b>	40	9.720	
<b>Kontrol</b>	40		10,662

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.37), hacimsel daralma miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar iki farklı homojenlik grubu (1,2) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %10 derişimle (9.001) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %0 derişimle (10.014) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha az oranda hacimsel daralma yaptığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre hacimsel daralma miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Buna göre hacimsel daralma miktarı üzerine en az etki yapan %9.230 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %9.720 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

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

daralma için elde edilen değerin %9.23 - %9.72 arasında değiştiği ve bu değerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.7. Su alma oranına ilişkin bulgular ve tartışma

Su alma oranına ilişkin tanımlayıcı istatistikler, varyans analizi, Tukey ve Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Çizelge 4.39, Çizelge 4.40, da verilmiştir.

Çizelge 4.38. Su alma oranına ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (kg/cm <sup>3</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	50.18	7.047	34.18	60.43
<b>Germencik 3</b>	0	32.78	5.859	20.80	39.95
	5	41.88	2.308	37.32	44.78
	10	42.25	3.032	36.47	45.61
	15	48.44	2.562	43.70	51.66
<b>Alangüllü</b>	0	30.81	4.722	22.90	40.16
	5	29.24	4.805	20.80	34.74
	10	39.45	2.783	34.75	43.33
	15	43.29	2.893	38.15	49.35
<b>Çamköy</b>	0	24.56	6.595	18.28	41.54
	5	32.90	9.397	15.09	50.26
	10	36.15	4.491	27.35	44.46
	15	39.44	8.153	17.59	48.43

Çizelge 4.38 incelendiğinde jeotermal su alma miktarı Germencik 3 için %0 derişimde %20.80– %39.95ve ortalama %32.788; %5 derişimde%37.32- %44.78 ve ortalama %41.888; %10 derişimde %36.47- %45.61ve ortalama %42.250; %15 derişimde %43.70- %51.66 ve ortalama % 48.441 olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde %22.90 – %40.16ve ortalama %30.811; %5 derişimde%20.80- %34.74 ve ortalama %29.247; %10 derişimde %34.75- %43.33ve ortalama %39.457; %15 derişimde %38.15- %49.35 ve ortalama %43.292 olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde %18.28 – %41.54ve ortalama% 24.565; %5 derişimde%15.09- %50.26 ve ortalama %32.905; %10 derişimde %27.35- %44.46ve ortalama %36.153; %15 derişimde %17.59- %48.43 ve ortalama %39.443 olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında; jeotermal su alma Germencik için en yüksek %15

derişimde %48.441 ile olurken %0 derişimde %32.788 ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %15 derişimde %43.292 ile %5 derişimde %29.247 ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %15 derişimde %39.443 ile olurken %0 derişimde %24.565 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama su alma miktarı tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde azaldığı görülmüştür

Çizelge 4.39. Su alma oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	9537.474 <sup>a</sup>	12	794.789	24.976	0.000
<b>Sınırlı Alan</b>	230135.989	1	230135.989	7232.069	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	1372.663	2	686.331	21.568	0.000
<b>Derişim</b>	3407.169	3	1135.723	35.690	0.000
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	435.973	6	72.662	2.283	0.039
<b>Hata</b>	4359.559	137	31.822		
<b>Total</b>	247387.383	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	13897.033	149			
<b>a. R Değeri = 0.686 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.659)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.39) su alma miktarları üzerinde, jeotermal kaynakların  $p < 0.05$  (0.000), derişim türlerinin  $p < 0.05$  (0.000) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemli çıktığı saptanmıştır  $p < 0.05$  (0.039).

Çizelge 4.40. Su alma oranına ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	20.801*	1.456	0.000	16.774	24.827
		5	15.509*	1.456	0.000	11.482	19.535
		10	10.902*	1.456	0.000	6.875	14.928
		15	6.436*	1.456	0.000	2.437	10.490
	0	Kontrol	-20.801*	1.456	0.000	-24.827	-16.774
		5	-5.292*	1.456	0.004	-9.318	-1.265
		10	-9.898*	1.456	0.000	-13.925	-5.872
		15	-14.337*	1.456	0.000	-18.363	-10.310
	5	Kontrol	-15.509*	1.456	0.000	-19.535	-11.482
		0	5.292*	1.456	0.004	1.265	9.318
		10	-4.606*	1.456	0.016	-8.633	-0.580
		15	-9.045*	1.456	0.000	-13.071	-5.018
	10	Kontrol	-10.902*	1.456	0.000	-14.928	-6.875
		0	9.898*	1.456	0.000	5.872	13.925
		5	4.606*	1.456	0.016	0.580	8.633
		15	-4.438*	1.456	0.023	-8.465	-0.412
	15	Kontrol	-6.463*	1.456	0.000	-10.490	-2.437
		0	14.337*	1.456	0.000	10.310	18.363
		5	9.045*	1.456	0.000	5.018	13.071
		10	4.438*	1.456	0.023	0.412	8.465

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.40) bakıldığında, kontrol örneklerinin bütün derişim türleriyle; %0 derişimin %5, %10 ve %15 derişimler ile; %5 derişimin %10 ve %15 derişimler ile; %10 derişimin %15 derişimle aralarında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.



Çizelge 4.41. Su alma oranına ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları				
		1	2	3	4	5
0	30	29,383				
5	30		34.680			
10	30			39,286		
15	30				43,725	
Kontrol	30					50,189
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları				
		1	2	3		
Çamköy	40	33,262				
Alangüllü	40	35,697				
Germencik 3	40		41,337			
Kontrol	40			50,18		

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.41), su alma miktarı üzerine etkileri bakımından derişimler beş farklı homojenlik grubu (1,2,3,4,5); jeotermal kaynaklar ise üç farklı homojenlik grubu (1,2,3) oluşturmuştur. Bu gruplardan 1 sayısı en az etkiyi ifade ederken, 5 sayısı en fazla etkiyi ifade etmektedir. Dolayısıyla grup sayısı arttıkça etki oranı da artmaktadır. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %0 derişimle (29.383) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %15 derişimle (43.725) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha az su alımı yaptığı görülmekte olup derişim oranları arttıkça su alma miktarlarının da arttığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy ve Alangüllü aynı homojenlik grubunda (1), Germencik ise farklı grupta (2) yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olduğu görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre su alma miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Buna göre su alma miktarı üzerine en az etki yapan 33.262 ile Çamköy, en fazla etkiyi yapan da 41.337 Germencik 3 kaynağı olmuştur.

#### 4.8. Eğilme direncine ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.42. Eğilme direncine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (N/mm <sup>2</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
Kontrol	-	107.99	27,451	79.95	153.03
Germencik 3	0	105.63	21.842	64.88	108.40
	5	115.09	22.043	60.63	110.35
	10	120.12	23.010	90.39	152.96
	15	123.04	27.912	70.43	154.50
Alangüllü	0	101.96	7.684	94.30	116.03
	5	83.80	9.932	61.74	118.71
	10	83.60	9.157	47.08	110.04
	15	88.04	11.203	60.97	142.09
Çamköy	0	110.10	23.463	69.75	146.10
	5	89.58	29.598	50.14	146.55
	10	104.37	16.181	74.03	124.85
	15	88.29	8.626	73.38	101.77

Çizelge 4.42 incelendiğinde eğilme direnci Germencik 3 için %0 derişimde 64.88 N/mm<sup>2</sup> – 108.40 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 105.063 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 60.63 N/mm<sup>2</sup> – 110.35 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 115.09 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 90.39 N/mm<sup>2</sup> – 152.96 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 120.119 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 70.43 N/mm<sup>2</sup> – 154.50 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 123.041 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde 94.30 N/mm<sup>2</sup> – 116.03 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 101.950 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 61.74 N/mm<sup>2</sup> – 118.71 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 83.80 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 47.08 N/mm<sup>2</sup> – 110.04 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 83.600 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 60.97 N/mm<sup>2</sup> – 142.09 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 88.04 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde 69.75 N/mm<sup>2</sup> – 146.10 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 110.093 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 50.14 N/mm<sup>2</sup> – 146.55 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 89.584 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 74.03 N/mm<sup>2</sup> – 124.85 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 104.373 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 73.38 N/mm<sup>2</sup> – 101.77 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 88.294 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri değeri ise 79.95 N/mm<sup>2</sup> – 153.03 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 107.993 N/mm<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında; eğilme direnci Germencik 3 için en yüksek %15 derişimde 123.041 N/mm<sup>2</sup> ile olurken %0 derişimde 105.063 N/mm<sup>2</sup> ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %0 derişimde 101.950 N/mm<sup>2</sup> ile %10 derişimde 83.60 N/mm<sup>2</sup> ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %0 derişimde 110.093 ile olurken %15 derişimde

%88.294 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama eğilme direnci için tüm derişimlerle ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.43. Eğilme direncine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	137215.748 <sup>a</sup>	12	11434.646	29.906	0.000
<b>Sınırlı Alan</b>	1085556.118	1	1085556.118	2839.139	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	30478.732	2	15239.366	39.857	0.000
<b>Derişim</b>	16750.521	3	5583.366	14.603	0.000
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	71293.046	6	11882.174	31.076	0.000
<b>Hata</b>	52382.500	137	382.354		
<b>Total</b>	1290399.495	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	189598.248	149			
<b>a. R Değeri = 0.724 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.700)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.43) eğilme direnci üzerinde, jeotermal kaynakların  $p < 0.05$  (0.000), derişim türlerinin  $p < 0.05$  (0.000) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemli çıktığı saptanmıştır  $p < 0.05$  (0.000).

Çizelge 4.44. Eğilme direncine ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Değişim (%)	Değişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	23.291*	5.048	0.000	9.333	37.248
		5	48.168*	5.048	0.000	34.210	62.125
		10	18.629*	5.048	0.003	4.671	32.586
		15	21.546*	5.048	0.000	7.589	35.503
	0	Kontrol	-23.291*	5.048	0.000	-37.248	-9.333
		5	24.877*	5.048	0.000	10.919	38.834
		10	-4.662	5.048	0.887	-18.619	9.295
		15	-1.744	5.048	0.997	-15.701	12.212
	5	Kontrol	-48.168*	5.048	0.000	-62.125	-34.210
		0	-24.877*	5.048	0.000	-38.834	-10.919
		10	-29.539*	5.048	0.000	-43.496	-15.581
		15	-26.621*	5.048	0.000	-40.578	-12.664
	10	Kontrol	-18.629*	5.048	0.003	-32.586	-4.671
		0	4.662	5.048	0.887	-9.295	-18.619
		5	29.539*	5.048	0.000	15.581	-43.496
		15	2.917	5.048	0.978	-11.039	-16.874
	15	Kontrol	-21.546*	5.048	0.000	-35.503	-7.589
		0	1.744	5.048	0.997	-12.212	15.701
		5	26.621*	5.048	0.000	12.664	40.578
		10	-2.917	5.048	0.978	-16.874	11.039

Değişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.44) bakıldığında, kontrol örneklerinin bütün değişim türleriyle; %0 değişimin %5 ile, %5 değişimin %10 ve %15 değişimler ile; aralarında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir

Çizelge 4.45. Eğilme direncine ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları			
		1	2	3	
5	30	59,825			
0	30		84,702		
15	30		86,446		
10	30		89,364		
Kontrol	30			107,993	
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları			
		1	2	3	4
Alangüllü	40	59.338			
Germencik 3	40		82,828		
Çamköy	40			98,086	
Kontrol	40				107,993

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.45), eğilme direncine etkileri bakımından derişimler üç farklı homojenlik grubu (1,2,3); jeotermal kaynaklar ise dört farklı homojenlik grubu (1,2,3,4) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %5 derişimle (59.825) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %10 derişimle (89.364) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre eğilme direncinin azaldığı görülmektedir. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 farklı homojenlik grupta yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olduğu görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre eğilme direncinin azaldığı belirlenmiştir. Buna göre eğilme direnci üzerine en az etki yapan 59.338 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da 98.086 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Eğilme direnci bakımından bu çalışmada elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt ve Erdin 1997., Karademir, 2012., Genç, 2013., Öktem ve Sözen 2014.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Eğilme direnci için elde edilen değerler 59.338 N/mm<sup>2</sup> - 98.086 N/mm<sup>2</sup> arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.9.Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.46. Eğilmede Elastikiyet modülüne ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (N/mm <sup>2</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
<b>Kontrol</b>	-	7654,90	493,399	7219,92	10037,61
<b>Germencik 3</b>	0	4428,23	289.452	3624,41	5718,64
	5	4855,56	203.098	3170,30	5789,13
	10	6333,69	510.070	5190,17	8014,94
	15	6484,24	706.781	4649,39	8248,93
<b>Alangüllü</b>	0	5382,68	174.873	5051,83	6083,91
	5	3119,35	349.834	2730,46	4279,14
	10	3049,75	272.125	2621,26	3179,37
	15	3427,19	396.955	3003,90	5534,24
<b>Çamköy</b>	0	5790,33	584.729	3723,92	7323,78
	5	4775,90	919.424	4072,72	5771,40
	10	5512,59	431.416	4869,60	6551,61
	15	4684,44	285.911	4325,42	5672,13

Çizelge 4.46 incelendiğinde elastikiyet modülü Germencik 3 için %0 derişimde 3624,41 N/mm<sup>2</sup> – 5718,64 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 4428,23 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 3170,30 N/mm<sup>2</sup> – 5789,13 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 4855,56 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 5190,17 N/mm<sup>2</sup> – 8014,94 N/mm<sup>2</sup>ve ortalama 6333,69 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 4649,39 N/mm<sup>2</sup> – 8248,93 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 6484,24 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde 5051,83 N/mm<sup>2</sup> – 6083,91 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 5382,68 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 2730,46 N/mm<sup>2</sup> – 4279,14 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 3119,35 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 2621,26 N/mm<sup>2</sup> – 3179,37 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 3049,75 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 3003,90 N/mm<sup>2</sup> – 5534,24 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 3427,19 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde 3723,92 N/mm<sup>2</sup> – 7323,78 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 5790,33 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 4072,72 N/mm<sup>2</sup> – 5771,40 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 4775,90 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 4869,60 N/mm<sup>2</sup> – 6551,67 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 5512,59 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 4325,42 N/mm<sup>2</sup> – 5672,13 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 4684,44 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri değeri ise 7219,92 N/mm<sup>2</sup> – 10037,61 N/mm<sup>2</sup>ve ortalama 7654,90 N/mm<sup>2</sup>olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında; elastikiyet modülü Germencik 3 için en yüksek %15 derişimde 6484,24 N/mm<sup>2</sup>ile olurken %0 derişimde 4428,23 N/mm<sup>2</sup> ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %0 derişimde 5382,68 N/mm<sup>2</sup> ile %10

derişimde 3049,75 N/mm<sup>2</sup> ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %0 derişimde 5790,33 ile olurken %15 derişimde %4684,44 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama elastikiyet modülü için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.47. Eğilmede Elastikiyet modülüne ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	1.099E8	12	9160846.805	33.855	0.000
<b>Sınırlı Alan</b>	9.409E8	1	9.409E8	3477.376	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	2.567E7	2	1283E7	47.427	0.000
<b>Derişim</b>	1.306E7	3	4352192.787	16.084	0.000
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	5.605E7	6	9342062.427	34.525	0.000
<b>Hata</b>	3.707E7	137	270589.085		
<b>Total</b>	1.101E9	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	1.470E8	149			
<b>a. R Değeri = 0.748 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.726)</b>					

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.47) eğilme direnci üzerinde, jeotermal kaynakların  $p < 0.05$  (0.000), derişim türlerinin  $p < 0.05$  (0.000) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemli çıktığı saptanmıştır  $p < 0.05$  (0.000).

Çizelge 4.48. Eğilmede elastikiyet modülüne ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Derişim (%)	Derişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	639.484*	134.310	0.000	268.190	1010.778
		5	1364.763*	134.310	0.000	993.469	1736.056
		10	588.062*	134.310	0.000	216.768	959.356
		15	586.237*	134.310	0.000	214.943	957.531
	0	Kontrol	-639.484*	134.310	0.000	-1010.778	-268.190
		5	725.278*	134.310	0.000	353.984	1096.572
		10	-51.422	134.310	0.995	-422.715	319.871
		15	-53.247	134.310	0.995	-424.541	318.046
	5	Kontrol	-1364.763*	134.310	0.000	-1736.056	-993.469
		0	-725.278*	134.310	0.000	-1096.572	-353.984
		10	-776.700*	134.310	0.000	-1147.994	-405.406
		15	-778.525*	134.310	0.000	-1149.819	-407.231
	10	Kontrol	-588.062*	134.310	0.000	-959.356	-216.768
		0	51.422	134.310	0.995	-319.871	422.715
		5	776.700*	134.310	0.000	405.406	1147.994
		15	-1.825	134.310	1.000	-373.119	369.468
	15	Kontrol	-586.237*	134.310	0.000	-957.531	-214.943
		0	53.247	134.310	0.955	-318.046	424.541
		5	778.525*	134.310	0.000	407.231	1149.819
		10	1.825	134.310	1.000	-369.468	373.119

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.48) bakıldığında, kontrol örneklerinin bütün derişim türleriyle; %0 derişimin %5 ile, %5 derişimin %10 ve %15 derişimleri ile; aralarında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir



Çizelge 4.49. Eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
5	30	4775,90		
0	30		5051,83	
10	30		6333,69	
15	30		6484,24	
Kontrol	30			7654,90
Jeotermal Kaynak	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları		
		1	2	3
Alangüllü	40	5382,68		
Çamköy	40		5790,33	
Germencik-3	40			6484,24
Kontrol	40			7654,90

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.49), elastikiyet modülüne etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar üç farklı homojenlik grubu (1,2,3) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %5 derişimle (4775,90) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi de %15 derişimle (6484,24) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimler ile muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre elastikiyet modülünün azaldığı görülmektedir. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Germencik 3, Alangüllü ve Çamköy farklı homojenlik grupta yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olduğu görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre elastikiyet modülünün azaldığı belirlenmiştir. Buna göre elastikiyet modülü üzerine en az etki yapan 5382,68 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da 6484,24 ile Germencik-3 kaynağı olmuştur.

Eğilmede elastikiyet modülü bakımından bu çalışmada elde edilen bulgular benzer çalışmalarla (Bozkurt ve Erdin 1997., Karademir, 2012., Demirtaş 2015 Genç, 2013.) karşılaştırılmıştır. Çalışmada Eğilmede elastikiyet modülü için elde edilen değerler 3179,37 – 8248,93 N/mm<sup>2</sup> arasında değiştiği ve bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

#### 4.10. Liflere paralel basınç direncine ilişkin bulgular ve tartışma

Çizelge 4.50. Liflere paralel basınç direncine ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Jeotermal Kaynak	Derişim (%)	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ort (N/mm <sup>2</sup> )	Std. Sapma	Min	Max
Kontrol	-	48.860	13,264	37.60	86.30
Germencik 3	0	57.094	11.607	55.57	94.00
	5	49.305	17.983	37.02	102.53
	10	50.865	13.497	54.66	92.29
	15	50.102	9.539	59.23	90.09
Alangüllü	0	48.855	14.129	47.07	93.26
	5	58.355	10.259	63.42	97.25
	10	46.050	10.795	49.20	85.36
	15	54.860	9.695	58.89	90.77
Çamköy	0	44.384	12.673	55.12	95.60
	5	43.396	14.637	36.87	92.18
	10	54.682	12.118	56.47	92.87
	15	56.857	15.561	56.94	102.94

Çizelge 4.50 incelendiğinde liflere paralel basınç miktarı Germencik 3 için %0 derişimde 55.57 N/mm<sup>2</sup> – 94.00 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 57.094 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 37.02 N/mm<sup>2</sup> – 102.53 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 49.305 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 54.66 N/mm<sup>2</sup> – 92.29 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 50.865 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 59.23 N/mm<sup>2</sup> – 90.09 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 50.102 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Alangüllü için %0 derişimde 47.07 N/mm<sup>2</sup> – 93.26 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 48.855 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 63.42 N/mm<sup>2</sup> – 97.25 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 58.355 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 49.20 N/mm<sup>2</sup> – 85.36 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 46.050 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 58.89 N/mm<sup>2</sup> – 90.77 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 54.860 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Çamköy için %0 derişimde 55.12 N/mm<sup>2</sup> – 95.60 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 54.384 N/mm<sup>2</sup>; %5 derişimde 36.87 N/mm<sup>2</sup> – 92.18 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 43.396 N/mm<sup>2</sup>; %10 derişimde 56.47 N/mm<sup>2</sup> – 92.87 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 54.682 N/mm<sup>2</sup>; %15 derişimde 56.94 N/mm<sup>2</sup> – 102.94 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 56.857 N/mm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri değeri ise 37.60 N/mm<sup>2</sup> – 86.30 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama 68.860 N/mm<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında; liflere paralel basınç Germencik 3 için en yüksek %0 derişimde 57.094 N/mm<sup>2</sup> ile olurken %5 derişimde 49.305 N/mm<sup>2</sup> ile en az olmuştur. Alangüllü için en yüksek %5 derişimde 58.355 N/mm<sup>2</sup> ile %10 derişimde 46.050 N/mm<sup>2</sup> ile en az olmuştur. Çamköy için en yüksek %15 derişimde 56.857 ile olurken %5 derişimde

%43.396 ile en az olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda Germencik 3-Alangüllü-Çamköy den alınan jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama liflere paralel basınç için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.51. Liflere paralel basınç direncine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Değeri (P)
<b>Kontrol Modeli</b>	2670.884 <sub>a</sub>	12	222.574	1.335	0.206
<b>Sınırlı Alan</b>	764913.451	1	764913.451	4586.920	0.000
<b>Jeotermal Kaynak</b>	4.850	2	2.425	0.015	0.986
<b>Derişim</b>	321.011	3	107.004	0.642	0.589
<b>Jeo. Kaynak*Derişim</b>	2098.174	6	349.696	2.097	0.057
<b>Hata</b>	22846.079	137	166.760		
<b>Total</b>	790760.842	150			
<b>Düzeltilmiş Toplam</b>	25516.963	149			

a. R Değeri = 0.105 (Düzeltilmiş R Değeri = 0.026)

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.51) eğilme direnci üzerinde, jeotermal kaynakların  $p \geq 0.05$  (0.986), derişim türlerinin  $p \geq 0.05$  (0.589) ve ikisinin birlikte yaptıkları etkilerin istatistiksel anlamda önemsiz çıktığı saptanmıştır  $p \geq 0.05$  (0.057).

Çizelge 4.52. Liflere paralel basınç direncine ait tukey testi sonuçları

	Varyans Kaynakları		Ortalama Farkı	Std Hata	Önem Değeri (P)	%95 Güven Aralığı	
	Değişim (%)	Değişim (%)				Alt Limit	Üst Limit
Tukey Testi	Kontrol	0	-4.584	3.334	0.645	-13.801	4.633
		5	-1.492	3.334	0.992	-10.709	7.725
		10	-1.672	3.334	0.987	-10.889	7.545
		15	-5.079	3.334	0.549	-14.297	4.137
	0	Kontrol	4.584	3.334	0.645	-4.633	13.801
		5	3.092	3.334	0.886	-6.125	12.309
		10	2.912	3.334	0.906	-6.305	12.129
		15	-0.495	3.334	1.000	-9.712	8.722
	5	Kontrol	1.492	3.334	0.992	-7.725	10.709
		0	-3.092	3.334	0.886	-12.309	6.125
		10	-0.180	3.334	1.000	-9.397	9.037
		15	-3.587	3.334	0.819	-12.805	5.629
	10	Kontrol	1.672	3.334	0.987	-7.545	10.889
		0	-2.912	3.334	0.906	-12.129	6.305
		5	0.180	3.334	1.000	-9.037	9.397
		15	-3.407	3.334	0.845	-12.624	5.810
	15	Kontrol	5.079	3.334	0.549	-4.137	14.297
		0	0.495	3.334	1.000	-8.722	9.712
		5	3.587	3.334	0,819	-5.629	12.805
		10	3.407	3.334	0.845	-5.810	12.624

Derişimler arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına (Çizelge 4.52) bakıldığında, kontrol örneklerinin tüm derişim türleriyle ve derişimlerin kendi aralarındaki karşılaştırmalarda istatistiksel anlamda önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.53. Liflere paralel basınç direncine ilişkin duncan testi sonuçları

Derişim (%)	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları
		1
<b>Kontrol</b>	30	48.860
<b>5</b>	30	50,352
<b>10</b>	30	50,532
<b>0</b>	30	53,444
<b>15</b>	30	53,939
<b>Jeotermal Kaynak</b>	Örnek Sayısı	Homojenlik Grupları
		1
<b>Kontrol</b>	40	48.860
<b>Germencik 3</b>	40	51,841
<b>Alangüllü</b>	40	52.030
<b>Çamköy</b>	40	52,329

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.53), liflere paralel basınç üzerine etkileri bakımından derişimler ve jeotermal kaynaklar bir farklı homojenlik grubu (1) oluşturmuştur. Derişime ait tabloya bakıldığında en az etkiyi %5 derişimle (50.352) yapılan işlem sonucu; en fazla etkiyi ise %15 derişimle (53.939) yapılan işlem sonucu elde edildiği görülmüştür. Ayrıca farklı derişimlerle muamele edilen örneklerin kontrol örneklerine göre daha fazla oranda liflere paralel basınç yaptığı saptanmıştır. Jeotermal kaynaklara ait tabloya bakıldığında ise Çamköy, Alangüllü ve Germencik 3 aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve aralarında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca kontrol örneklerine göre liflere paralel basınç miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Buna göre liflere paralel basınç miktarı üzerine en az etki yapan 51.841 ile Germencik 3, en fazla etkiyi yapan da 52.329 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

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 değerin  $51.841 \text{ N/mm}^2$  -  $52.030 \text{ N/mm}^2$  arasında değiştiği ve bu değerinin literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karaçam diri odun örnekleri daldırma yöntemine göre derişimi yükseltilen jeotermal sularla yapılan emprenye işlemleri sonucunda örneklerin performanslarını bulmak için belirlenen kontrol örnekleri temel alınarak, absorpsiyonu, genişleme, daralma, yoğunluk, rutubet, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci özellikleri incelenmiş ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Ahşap koruma maddesi için kullanılabilirliği tartışılmış ve iç ortamda kullanılabileceği düşünülmektedir. Dış ortamda kullanılması mekanik değerler açısından sakıncalı olabileceği düşünülmektedir. Analiz sonuçlarına göre jeotermal kaynakların mineral madde miktarı birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Germencik-3 için 5521,925 mg/l, Alangüllü için 5131,64 mg/l, Çamköy için 5528,51 mg/l dir.

Derişimi yükseltilen jeotermal sularla yapılan deneylerde ortalama yoğunluk miktarı kontrol örnekleri ile kıyaslandığında Germencik 3 Alangüllü ve Çamköy jeotermalleriyle yapılan muamele sonuçlarında genelde önce artan daha sonra %15 derişimdeki seviyede azalan bir sonuç ortaya çıkmıştır. Yoğunluk miktarı üzerine en az etki yapan 0.498 ile Alangüllü , en fazla etkiyi yapan da 0.514 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Rutubet miktarı üzerine en az etki yapan %4.396 ile Çamköy, en fazla etkiyi yapan da %5.030 ile Alangüllü kaynağı olmuştur. Kontrol örneklerine göre ortalama rutubet miktarı için sadece Alangüllü jeotermal kaynağında %0, %10 ve %15 derişimler de fazla çıktığı görülmüştür.

Radyal yönde genişleme miktarı için kontrol örneklerine göre ortalama radyal yönde şişme miktarı için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde arttığı görülmüştür. Radyal yönde şişme miktarı üzerine en az etki yapan %4.521 ile Germencik 3, en fazla etkiyi yapan da % 4.775 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Teğet yönde genişleme miktarı için jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama teğet yönde şişme miktarı, tüm derişimler de ve jeotermal

kaynaklarla muamelelerde azaldığı görülmüştür. Teğet yönde genişleme miktarı üzerine en az etki yapan %6.317 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %7.110 ile Germencik 3 kaynağı olmuştur.

Hacimsel şişme miktarı için kontrol örneklerine göre ortalama hacimsel yönde şişme miktarı, tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür. Hacimsel genişleme miktarı üzerine en az etki yapan %11.227 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %11.969 ile Germencik 3 kaynağı olmuştur.

Radyal yönde daralma miktarı için kontrol örneklerine göre ortalama radyal yönde çekme miktarı tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde derişim oranı %5 ve üzeri durumlarda arttığı görülmüştür. Radyal yönde daralma miktarı üzerine en az etki yapan %4.746 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %5.007 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Teğet yönde daralma miktarı için kontrol örneklerine göre ortalama teğet yönde daralma miktarı tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde derişim oranı arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir. Teğet daralma miktarı üzerine en az etki yapan %4.708 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %4.959 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Hacimsel çekme miktarı için jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama hacimsel çekme miktarı tüm derişimler de ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür. Hacimsel çekme miktarı üzerine en az etki yapan %9.230 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da %9.720 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Su alma miktarı için kontrol örneklerine göre ortalama su alma miktarı tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde azaldığı görülmüştür. Su alma miktarı üzerine en az etki yapan 33.262 ile Köy, en fazla etkiyi yapan da 41.337 Germencik 3 kaynağı olmuştur.



Eğilme direnci miktarı için kontrol örneklerine göre ortalama eğilme direnci için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür. eğilme direnci üzerine en az etki yapan 59.338 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da 98.086 ile Çamköy kaynağı olmuştur.

Eğilmede elastikiyet modülü için kontrol örneklerine göre ortalama elastikiyet modülü için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde azaldığı görülmüştür Elastikiyet modülü üzerine en az etki yapan 3179,37 ile Alangüllü, en fazla etkiyi yapan da 8248,93 ile Germencik-3 kaynağı olmuştur.

Liflere paralel basınç direnci için jeotermal sularla yapılan deneylerde kontrol örneklerine göre ortalama liflere paralel basınç için tüm derişimler ile ve jeotermal kaynaklarla muamelelerde genelde arttığı görülmüştür. liflere paralel basınç direnci üzerine en az etki yapan 51.841 ile Germencik 3, en fazla etkiyi yapan da 52.329 ile Çamköy kaynağı olmuştur. İstatistiksel manada farklılık olmadığı görülmüştür.

Derişimi artırılan jeotermalin eğilme direnci, liflere paralel basma direnci, eğilmede elastikiyet direncini düşürerek performans kaybına neden olduğu söylenebilir. Yoğunluk, rutubet, su alma, teğet yönde genişleme ve daralma değerleri, hacimsel genişleme ve daralma değerlerinde kontrol örneklerine göre azalma meydana gelmiş, radyal yönde genişleme ve daralmada artış meydana gelmiş olup önemli derece farklılık göstermemektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Açıkel, İ., 2006. Emprenye İşleminin Ağaç Malzemede Vida Tutma Direncine Etkisi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52s, Ankara.
- Ayar, İ., 2008. Basınç Ve Bekletme Süresinin Emprenye Maddelerinin Ağaç Malzemeye Nüfuzuna Etkisinin Belirlenmesi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93s, Karabük.
- Bal, B. C., 2006. Amonyaklı Bakır Quat (ACQ) Emprenye Tuzu ile Emprenye Edilen Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odununun Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s, Kahramanmaraş.
- Berkel, A., 1972 Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması Ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İÜ Yayın No:1745, Fak Yayın No:183, İstanbul, 592 S., İstanbul.
- Bozkurt, A. Y., Göker, Y., 1993. Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları,172.s, İstanbul.
- Bozkurt, A., Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi. Yayınları Basım Evi Ve Film Merkezi, 372, İstanbul.
- Çakmak, E., 2008. Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga Levhaların Yanma Direncinin Araştırılması. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 336s. Karabük.
- Çalım, O., 2013. Azot Muamele Görmüş Ve Boraks İle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özelliklerinin Belirlenmesi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104s. Karabük.
- Demirtaş, M., 2015. Jeotermal Akışkan İle Emprenyeli Ahşabın Açık Hava Ortamındaki Dayanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s. Isparta.
- Doğdu N., (2006), Büyük Menderes Grabeni'nde Jeotermal Enerji Arama Çalışmaları, TMMOB Aydın İl Koordinasyon Kurulu Jeotermal Enerji ve Aydın'daki Geleceği Sempozyomu.
- Erdin, N. 2003. Ağaç Malzeme Kullanımı ve Çevreye Etkisi, İnterteks İnşaat 2003 Fuarı, Ahşap Seminerleri, İstanbul.
- Geçer, M., 2015. Borlu Emprenye Maddeleri İle Ön İşleme Tabi Tutulan Kayın Odunundan Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel, Mekanik, Termal Ve Üst Yüzey Özellikleri. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 117s. Muğla.

- 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.
- Günel, N., 1977. Türkiye’de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Florastik özellikleri, Çantay Kitapevi yayıncılık, İstanbul.
- Kaçamer, S., 2010. İmersol Aqua Ve Tanalith-E İle Emprenye Edilmiş Isıl İşlemlili Ağaç Malzemelerin Yapışma Ve Yanma Dirençlerinin Belirlenmesi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s. Karabük.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı: Uşak Yöresi örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ss 58, Isparta
- Koçak, A., Türkiye’de Jeotermal Enerji Armaları ve Potansiyeli, Türkiye 8. Enerji Kongresi, Cilt 2 Sayfa: 109-124, Ankara, 2000
- Köse, L., 2008. Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Mukavemetinin Araştırılması. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 147s. Karabük.
- Kurt, Ş., 2006. Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin (Lvl) Deniz Ortamında Bazı Teknolojik Özelliklerinin Değişimi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 336s. Zonguldak.
- Mutlu, E., 2013. Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Teknolojik Özellikleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88s. Ankara.
- 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
- Okcu, O., 2006. Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Yapışma Ve Yanma Özellikleri. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Karabük.
- Özcan, C., 2007. Farklı Ağaç Malzemelerden Üretilen Emprenyeli Lamine Ağaç Malzemelerin Isı İletkenliklerinin Belirlenmesi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93s. Zonguldak.

- Özkan, O. E., 2013. Isıl İşleme Muamele Edilmiş Gökmar Odununun Biyolojik, Mekanik, Fiziksel Ve Dış Ortam Dayanımı Özellikleri. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 95s. Kastamonu.
- Özpak, A. S., 2006. Emprenye Çözeltilerinin Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkileri. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58s, Zonguldak.
- Öktem, E., Sözen, M.R., 2014. Reçine Üretimine 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>.
- Özkan, O. E., 2013. Isıl İşleme Muamele Edilmiş Gökmar Odununun Biyolojik, Mekanik, Fiziksel Ve Dış Ortam Dayanımı Özellikleri. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 95s. Kastamonu.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvi kültürünün biyolojik esasları ve prensipleri, Kutulmuş Matbaası, İstanbul
- Sarıca, M.,2006. Borlu Bileşikler ile Emprenye İşleminin Bazı Ağaç Malzeme Ve Verniklerde Sertlik Ve Aşınma Direncine Etkisi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52s. Ankara.
- Terzi, M.,2006. Amonyum Bileşikleri İle Emprenye Edilen Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106s. İstanbul.
- Serpen, U., Aksoy, N.,Öngür, T., Korkmaz, E.D., 2009. Geothermal Energy in Turkey:2008 Update. Erişim Tarihi:01.10.2014.
- TS 2471,1976. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini. TSE, Ankara.
- TS 2472,1976. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. TSE, Ankara
- TS 2474,1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. TSE, Ankara.
- TS 2478 1976. Odunun statik eğilmede elastikiyet modülü tayini. TSE, Ankara.
- TS 2595,1977. Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımının tayini. TSE, Ankara.
- TS 343, 2012. Ahşap koruma. – Terimler ve Tarifler, TSE, Ankara.

- TS 4176,1984. Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini için Homojen Mescerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması. TSE, Ankara.
- TS 5563 EN 113 1996. Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Ağırlık Kaybı Tayini TSE, Ankara.
- TS EN 47 2011. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Su Absorpsiyonu ve Net Kuru Madde Retensiyon Tayini TSE, Ankara.
- 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.
- Var, A, A., 2009. Jeotermal Akışkanlarda Potansiyel Emprenye Maddelerinin Miktarı Ve Bunların Ahşap Emprenye İşlemine Uygunluğu. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 184-197
- Yılmaz N.S., 2013 Aydın ve Çevresindeki Jeotermal Sulardaki Bazı Elementlerin ve İyonların ICP-OES ve IC ile Analizi

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Yaşar YALDIZ  
Doğum Yeri ve Doğum tarihi : Mersin, 01/09/1987  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : yasar\_yaldiz@hotmail.com

### Eğitim Durumu

Lise : Mersin Gazi Lisesi (2005)  
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği (2012)

### Deneyim

Eymenler Soğuk Hava ve Paketleme Tesisi 2012 – 2015 (İşletme Müdürü)  
Isparta Ticaret Borsası 2015 (Tescil Personeli)