

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y.LİSANS TEZİ

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ POMZALARININ
BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE SU TUTMA KAPASİTELERİ

Canan KÖSE

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ERZURUM
2006

Her hakkı saklıdır.

**DOĞU ANADOLU BÖLGESİ POMZALARININ
BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE SU TUTMA KAPASİTELERİ**

Canan KÖSE
Y.Lisans Tezi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Prof. Dr. Üstün ŞAHİN
2006
Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Y. Lisans Tezi

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ POMZALARININ BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE SU TUTMA KAPASİTELERİ

Canan KÖSE

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Üstün ŞAHİN

Bu araştırmada Van-Erciş, Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış, Kars-Digor, Ağrı-Patnos ve Ağrı-Doğubeyazıt pomzalarının sulama açısından bazı özellikleri 3 farklı tane büyüklüğü kullanılarak oluşturulmuş 10 farklı materyal grubu dikkate alınarak incelenmiştir. Sonuçta, belirlenen özelliklerin tane büyüklüklerine göre değişim gösterdiği, aynı zamanda yöreler arasında da farklılıklar olduğu gözlenmiştir. En düşük kütle yoğunluğu değeri Van-Erciş yöresi pomzası %50 <2 mm+%50 2-4 mm materyal grubunda ($0,55 \text{ g/cm}^3$), en düşük tane yoğunluğu değeri Van-Erciş yöresi pomzasında ($2,24 \text{ g/cm}^3$), en yüksek porozite değeri Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzası %50 <2 mm+%50 2-4 mm materyal grubunda (%75,97), düşük tansiyonlarda (<1 atm) tutulan en yüksek nem miktarı Erzurum - Pasinler yöresi pomzası 4-8 mm materyal grubunda (%67,33) ve büyük gözenek miktarı (>100µm) en fazla Erzurum-Pasinler yöresi pomzası %50 2-4 mm+%50 4-8 mm materyal grubunda (%61,31) belirlenmiştir. Belirlenen bu sulama özellikleri açısından tüm yörelere ait pomzaların genelde yetiştirme ortamı olarak uygun olduğu, özellikle havalanma ve düşük tansiyonlarda fazla su tutma açısından Van – Erciş ve Erzurum-Pasinler yörelerine ait pomzaların 2-4 mm ile 4-8 mm tane boyutları ile bu tane boyutlarının oluşturduğu materyal gruplarının daha da uygun olduğu söylenebilir.

2006, 52 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Pomza, porozite, yetiştirme ortamı

ABSTRACT

Master Thesis

SOME PHYSICAL PROPERTIES AND WATER RETAINING CAPACITIES OF EASTERN ANATOLIAN REGION PUMICES

Canan KÖSE

Ataturk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Üstün ŞAHİN

In this study, some features of the Van-Erciş, Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış, Kars-Digor, Ağrı-Patnos and Ağrı-Doğubeyazıt pumices were examined in terms of irrigation by taking 10 different material groups formed as 3 different particle sizes into consideration. The Results showed that the measured properties varied with particle size of pumice and as well as location. The lowest bulk density value was $0,55\text{g/cm}^3$ obtained from 50% <2 mm + 50% 2-4 mm material group of Van-Erciş region pumice, the lowest particle density value was $2,24\text{g/cm}^3$ obtained from Van- Erciş pumice, the highest porosity value was 75,97% obtained from 50% <2 mm+50% 2-4 mm material group of Ağrı-Doğubeyazıt region pumice, the highest amount of water retained at the low tensions (<1 atm) was 67,33% obtained from 4-8 mm material group of Erzurum-Pasinler region pumice and the highest amount of macropores (>100 μm) was determined as 61,31% in 50% 2-4 mm+50% 4-8 mm material group of Erzurum-Pasinler region pumice. In terms of measured irrigation features, all pumices were evaluated generally appropriate for growing media. Under the consideration of aeration and retaining more amount of water at the low tensions, it could be suggested that pumices from Van-Erciş and Erzurum-Pasinler regions with particle sizes of the 2-4 and 4-8 mm and their mixing groups are more suitable.

2006, 52 Pages

Keywords: Pumice, porosity, growing media

TEŞEKKÜR

Çalışmamın belirlenmesinde ve yürütülmesinde yardımlarıyla bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Üstün ŞAHİN'e;

Çalışmam süresince desteğini benden esirgemeyen bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU'na;

Bu çalışmaya benim kadar emeği geçen değerli dostlarım Arş. Gör. Sayın Aysun ÖZEN'e; Arş. Gör. Sayın Selda ÖRS'e ve Ziraat Mühendisi Sayın Ahmet Miraç DUMLU'ya;

Çalışmam süresince manevi desteklerini benden esirgemeyen TÜİK Bölge Müdürü Sayın Necdet ÇALIŞ'a, Grup Sorumlusu Sayın Umut ATALAY'a, Takım Sorumlusu Sayın Enes E. USLU'ya ve mesai Arkadaşlarıma;

Bütün çalışmalarımnda her zaman yanımda olan Sevgili Anneme ve Ağabeyime;

Ayrıca bu çalışma esnasında kaybettiğim Canım Babama...

Teşekkür ederim.

Canan KÖSE

Eylül, 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan materyaller.....	3
2.1.1. İnorganik materyaller.....	5
2.1.2. Organik materyaller.....	13
2.2. Litaratür özetleri.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Çeşitli tansiyonlarda tutulan nem miktarı.....	21
3.2.2. Gözenek büyüklük dağılımı.....	21
3.2.3. Tane yoğunluğu.....	21
3.2.4. Kütle yoğunluğu.....	21
3.2.5. Porozite.....	22
3.2.6. İstatistiki analiz.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Kütle yoğunluğu.....	23
4.2. Tane yoğunluğu.....	24
4.3. Porozite	24
4.4. Farklı tansiyonlarda tutulan nem miktarları.....	26
4.5. Gözenek büyüklük dağılımı.....	45
5. SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Türkiye’deki pomza rezervleri.....	8
Şekil 4.1. Van – Erciş yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi.....	27
Şekil 4.2. Van – Erciş yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi.....	27
Şekil 4.3. Van – Erciş yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi.....	27
Şekil 4.4. Van – Erciş yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi.....	27
Şekil 4.5. Van – Erciş yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi.....	28
Şekil 4.6. Van – Erciş yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi.....	28
Şekil 4.7. Van – Erciş yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	28
Şekil 4.8. Van – Erciş yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	28
Şekil 4.9. Van – Erciş yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi.....	29
Şekil 4.10. Van – Erciş yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi.....	29
Şekil 4.11. Erzurum - Pasinler yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi.....	29
Şekil 4.12. Erzurum - Pasinler yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi.....	29
Şekil 4.13. Erzurum - Pasinler yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi.....	30
Şekil 4.14. Erzurum - Pasinler yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi.....	30
Şekil 4.15. Erzurum - Pasinler yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi.....	30
Şekil 4.16. Erzurum - Pasinler yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi.....	30
Şekil 4.17. Erzurum - Pasinler yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	31
Şekil 4.18. Erzurum - Pasinler yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	31
Şekil 4.19. Erzurum - Pasinler yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi.....	31
Şekil 4.20. Erzurum - Pasinler yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi.....	31
Şekil 4.21. Kars - Sarıkamış yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi.....	32
Şekil 4.22. Kars - Sarıkamış yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi.....	32
Şekil 4.23. Kars - Sarıkamış yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi.....	32
Şekil 4.24. Kars - Sarıkamış yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi.....	32
Şekil 4.25. Kars - Sarıkamış yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi.....	33
Şekil 4.26. Kars - Sarıkamış yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi.....	33
Şekil 4.27. Kars - Sarıkamış yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	33
Şekil 4.28. Kars - Sarıkamış yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi	33
Şekil 4.29. Kars - Sarıkamış yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi.....	34

Şekil 4.30. Kars - Sarıkamış yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi.....	34
Şekil 4.31. Kars - Digor yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi.....	34
Şekil 4.32. Kars - Digor yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi.....	34
Şekil 4.33. Kars - Digor yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi.....	35
Şekil 4.34. Kars - Digor yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi.....	35
Şekil 4.35. Kars - Digor yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi.....	35
Şekil 4.36. Kars - Digor yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi.....	35
Şekil 4.37. Kars - Digor yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	36
Şekil 4.38. Kars - Digor yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	36
Şekil 4.39. Kars - Digor yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi.....	36
Şekil 4.40. Kars - Digor yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi.....	36
Şekil 4.41. Ağrı - Patnos yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi.....	37
Şekil 4.42. Ağrı - Patnos yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi.....	37
Şekil 4.43. Ağrı - Patnos yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi.....	37
Şekil 4.44. Ağrı - Patnos yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi.....	37
Şekil 4.45. Ağrı - Patnos yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi.....	38
Şekil 4.46. Ağrı - Patnos yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi.....	38
Şekil 4.47. Ağrı - Patnos yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	38
Şekil 4.48. Ağrı - Patnos yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	38
Şekil 4.49. Ağrı - Patnos yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi.....	39
Şekil 4.50. Ağrı - Patnos yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi.....	39
Şekil 4.51. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi.....	39
Şekil 4.52. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi.....	39
Şekil 4.53. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi.....	40
Şekil 4.54. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi.....	40
Şekil 4.55. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi.....	40
Şekil 4.56. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi.....	40
Şekil 4.57. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	41
Şekil 4.58. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi.....	41
Şekil 4.59. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi.....	41
Şekil 4.60. Ağrı - Doğubeyazıt yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Asidik pomzanın fiziksel özellikleri.....	6
Çizelge 2.2. Asidik pomzanın kimyasal özellikleri.....	7
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan materyal grupları.....	20
Çizelge 4.1. Kütle yoğunlukları (g/cm^3) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	23
Çizelge 4.2. Poroziteler (%) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	25
Çizelge 4.3. Farklı tansiyon aralıklarında tutulan nem miktarları (Pv) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.4. Gözenek büyüklük dağılımları (%) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	45

1.GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerde ana materyali oluşturan toprak, zaman içerisinde nüfusun artması, endüstriyel gelişmeler, tarım alanlarının yerleşime açılması, erozyon, bilinçsiz gübreleme, sulama ve tarımsal mücadele sonucu toprakların çoraklaşması, verimin düşmesi gibi nedenlerle bitkisel üretimi sağlamada yetersiz kalmanın sinyallerini vermeye başlamıştır. Topraklı yetiştiricilikte sorunların artması araştırmacıları yeni materyal arayışına sevk etmiş ve toprak dışındaki ortamlar denenmeye başlanmıştır.

Topraksız kültürde yetiştirme ortamı olarak su veya katı ortamlar kullanılmaktadır. Su kültürünün kullanımı ortam kültürüne göre daha zor olup, teknik donanım gerektirmektedir (Alan vd. 1992). Bu durum ortam kültürünün su kültürüne göre daha fazla yayılmasına yol açmıştır. Ortam kültüründe kullanılan materyaller torf, talaş, ağaç kabuğu gibi organik, pomza, perlit, vermikülit, kum, çakıl, kaya yünü ve plastik köpükler gibi inorganik kökenli olabilir (Gül ve Sevgican 1992).

Yetiştirme ortamı veya materyalleri tek başına kullanılabildiği gibi karışım olarak da kullanılabilmektedir. Bu materyaller hem fiziksel hem de kimyasal özellikleriyle, ortamın daha üretken ve daha verimli halde kullanılmasını sağlamaktadırlar.

Toprak, suyu tutma ve depolama özelliğine sahip bir ortamdır. Toprağın bu özelliği olmasaydı, bitkilerin gereksinimi olan suyun sağlanabilmesi için sürekli su uygulamasının yapılması gerekecekti. Toprağın bu özelliği tekstürü, strüktürü, organik madde kapsamı ve topraktaki killerin tipi gibi temel toprak özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Son yıllarda organik ve inorganik kökenli çeşitli materyaller, özellikle tarımsal uygulamalardan sebze ve çiçek yetiştiriciliğinde temel materyal olarak veya mineral topraklara karıştırılarak kullanılmaktadır. Bitkinin topraktaki sudan yararlanma kapasitesini artırmak amacıyla, özellikle su tutma kapasiteleri yüksek olan bu materyaller sahip oldukları fiziksel özellikleri nedeniyle topraklara karıştırılarak

kullanıldıklarında, bitki gelişimi açısından daha olumlu koşulların oluşmasını sağlamaktadırlar (Özbek vd. 1993).

Ülkemiz seralarında toprak kaynaklı kök hastalıkları ve nematodların artması, organik madde azlığı, yüksek tuz seviyeleri ve kötü drenaj sonucu sera toprakları elden çıktığından, yetiştiricinin uygun verim ve kaliteyi sağlayabilmesi topraksız kültüre geçmesiyle mümkündür (Varış ve Altay 1992).

İşte bu noktadan hareketle, Kuzey Doğu Anadolu bölgesinde kayda değer bir potansiyeli olan ve mevcut durumda briket sanayinde kullanılan pomza materyalinin topraksız tarımda da kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu araştırmada, Kuzey Doğu Anadolu yöresi pomzalarının çeşitli tane büyüklükleri ve bu büyüklüklerin belirli oranlarda hacimsel karışımları ele alınarak oluşturulan materyal gruplarının sulama açısından özellikleri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan materyaller

Bitki yetiştiriciliğinde toprağa alternatif olarak organik ve inorganik materyallerin yetiştirme ortamı olarak kullanılmasıyla sağlanan faydalar şöyle sıralanabilir (Özgümüş 1992).

- Topraktaki yetiştiricilikte sık olarak rastlanan kötü toprak yapısı, drenaj yetersizliği, hastalık organizmaları gibi sorunlar topraksız yetiştiricilikte kontrol altına alınmaktadır.
- Topraksız yetiştiricilikte hastalıklar, yabancı ot kontrolü gibi nedenlerle ilaç kullanımı büyük ölçüde azalmaktadır.
- Yetiştirme ortamı homojen bir yapıya sahip olduğundan, bu ortamdan örnek alarak, azalan bitki besin elementini belirleyip düzenli olarak ortama verme konusunda büyük kolaylıklar sağlanmaktadır.
- Bitkinin çeşidine, gelişme dönemine ve iklim koşullarına göre bitkinin gereksinim duyduğu besin maddeleri miktarı kök ortamında istenildiği şekilde kontrol altında tutulabilmektedir.
- Toprak işleme, yabancı ot mücadelesi ve ilaçlama gibi işgücü gerektiren işlemler topraksız yetiştiricilikte en aza inmektedir.
- Hafif oldukları için taşınmaları ve nakliye işlemleri kolaylıkla yapılabilmektedir.

Bu ortamların faydalarının yanı sıra sakıncalarının da olduğu bilinmekle birlikte bu sakıncalar kullanılmaları için önemli bir sorun oluşturmamaktadır. Bunlarda aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özgümüş 1992).

- Sistemin kurulması, kullanılacak malzeme ve gübre masrafı yanında besin çözeltisindeki pH ve besin maddeleri konsantrasyonlarının denetlenmesi için pahalı aygıt ve düzeneklere gerek duyulmaktadır.

- Topraksız yetiştiricilik yöntemlerinin başarılı bir şekilde yürütülmesi belirli bir bilgi birikimi ve deneyimi gerektirir. Kök ortam koşulları, bitki fizyolojisi ve çözelti kimyası ile ilgili temel ilkeler hakkında yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir.
- Topraksız yetiştiricilik yöntemlerinin çoğunda kök ortamındaki tamponluk kapasitesi yok denecek kadar azdır. Bu durum pH, tuzluluk ve besin maddeleri yönünden kök ortamında ani değişmelerin çok pahalıya mal olacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle otomatik kontrol aygıtlarıyla çok sıkı bir denetim gerektirir.
- Yetiştirme ortamında besin yetersizliği daha hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılacak toprak yada organik veya inorganik materyallerin tek veya karışım olarak kullanılması durumunda sakıncaların ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi istenir. Dolayısıyla ortamın bazı hususları karşılaması gerekmektedir (Özgümüş 1992). Bunlar;

- Bitki kök sistemi için yeterli havalandırmayı sağlamalıdır. Yoğun sulamalardan sonra bile bitki köklerinin havalanması sorun olmamalıdır.
- Yeterli su tutma kapasitesine sahip olmalı ve tutulan su düşük tansiyonda tutulabilir olmalıdır.
- Fiziksel, kimyasal, biyolojik değişmelere karşı kararlı olmalıdır.
- Yabancı ot tohumları, hastalık ve zararlılardan arınmış olmalıdır.
- Bitkilere toksik etki yapabilecek maddeleri içermemelidir.
- Homojen özellikte olmalı, gerektiği zaman gereksinilen miktarda ve homojen olarak sağlanabilmelidir.

2.1.1. İnorganik materyaller

Pomza

Pomza, yeni olmamakla beraber, ülkemiz endüstrisine son yıllarda girmeye başlamış ve değeri yeni anlaşılan volkanik kökenli bir kayaç türüdür. Pomza (ponza) terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı sözcüklerle adlandırılmaktadır. Örneğin; Fransızca'da Ponce, İngilizce'de (iri taneli olanına) Pumice, (ince tanelisine) Pumicite, Almanca'da (iri tanelisine) Bims, (ince tanelisine) Bimstein adı verilmektedir. Türkçe'de ise süngertaşı, köpüktaşı, hışırtaşı, nasırtaşı, küvek, kisir gibi adlarla anılmaktadır. Diğer dillerin ve teknoloji ithalinin etkisiyle Türkçe'ye Pomza, Ponza, Bims, Pümis ve Pümisit terimleri olarak yerleşmiştir (Anonim 1995).

Pomza asidik ve bazik karakterli volkanik faaliyetlerle oluşmuştur. Volkanik bir cam yapısındadır. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan türü olan asidik pomza, beyaz, kirli renkte olanıdır. Bazik pomza ise kahverengimsi siyahımsı renkteki pomza türüdür. Her iki türü de oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmıştır (Anonim 1995). Asidik pomzanın fiziksel özellikleri Çizelge 2.1'de, kimyasal özellikleri de Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Bazik pomza volkanik cüruf olarak da adlandırılmaktadır. Genel olarak inşaat sektöründe kullanım alanı bulan bazik pomza endüstride, asidik pomza kadar yaygın bir kullanım alanına ve ekonomik değere sahip değildir. Tarımda da çok nadir uygulama imkanı bulabilmektedir (Anonim 1995).

Çizelge 2.1. Asidik pomzanın fiziksel özellikleri (Anonim 1995)

Özellikler	Değeri
Renk	Açık griden kirli beyaza
Kristal Şekli	Amorf (Kristal şekli yok)
Kristal Suyu	Yok
Sertlik (MOHS)	5,5 – 6.0
Kuru Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	0,32 – 0,97
Özgül Ağırlığı	1,9- 2,65
Porozite (%)	45 – 70
Rötre (mm / m)	2
Isı İletkenlik Katsayısı (k.cal / m.ñ °C)	0,12 – 0,20
Isınma Isısı (cal /gr°C)	0,24 – 0,28
Ses Yalıtımı (dB)	40 – 55
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	16 – 30
Su Emme (Ağırlıkça %)	30 – 70
Buhar Difüzyon Katsayısı	5 – 10

Çizelge 2.2. Asidik pomzanın kimyasal özellikleri (Anonim 1995)

Kimyasal Özellikler	Değeri
PH	7 – 7,3
Radyoaktivite	Yok
Suda Çözünen Madde Miktarı(Ağırlıkça%)	≤ 0,15
Asitte Çözünen Madde miktarı (Ağırlıkça%)	≤ 2,9
Uçucu Madde (Ağırlıkça%)	Yok
Asitlerle Etkileşim (*)	İnert
Alevlenme Derecesi(°C)	Yok
Ergime Derecesi (°C)	900

(*) Pomza sadece hidroflorik asit ile etkileşerek toksik silikon tetraflorit gaz çıkarır.

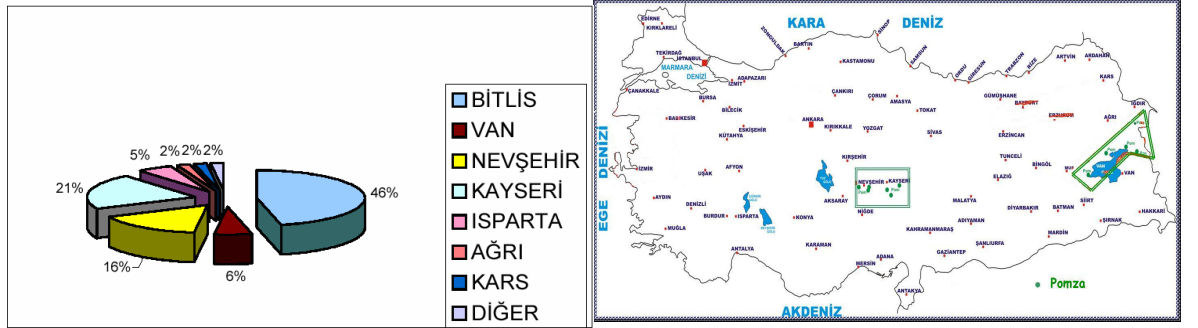
Asidik ve bazik pomzanın temel farklılıkları şunlardır (Anonim 1995):

- Asidik pomza bazik pomzaya göre daha hafif olup genel olarak kütle yoğunluğu $<1 \text{ gr/cm}^3$ den azdır. Bu yoğunluk $<0,35 \text{ gr/cm}^3$ altına kadar düşebilmektedir. Rengi açık griden beyaza kadar değişebilir. SiO_2 oranı $>\%50$, Fe_2O_3 oranı genel olarak $<\%3$ tür.
- Bazik pomzaların kütle yoğunluğu genel olarak $\geq 1 \text{ gr/cm}^3$ den büyüktür. Renkleri kahverengimsiden kırmızıya, koyu griden siyaha kadar değişir. SiO_2 oranı $<\%50$, Fe_2O_3 oranı genel olarak $>\%5$ den büyüktür.

Pomza, kendisine özgü bazı özellikleri ile benzer volkanik camı kayaçlardan (perlit, obsidyen, peks-tayn) ayrılır. Bunlardan rengi, gözenekliliği ve kristal suyunun olmaması ile pratik olarak ayrılmaktadır. En çok renk benzerliği/yakınlığı ve kimyasal bileşimi bakımından perlit ile karıştırılmakta olup, bazı durumlarda perlitten ayırt edilmesi zorlaşabilmektedir. Pomzalı perlit, pomzatik perlit veya perlitik pomza olarak adlandırılabilen geçişli kayaçlardan petrografik analizle ve gözenek yapısı itibarıyla

ayrılabilir. Pomzada gözenekler çoğunlukla birbirleriyle bağlantılı değildir. İçerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, herbiri diğerinden camsı bir zarla yalıtılmıştır. Bu yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayadır (Anonim 1995).

Pomzanın 18 milyar metreküplük dünya rezervinin yüzde 45'i (≈ 7 milyar m^3) Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'de çıkarılan rezervin büyük bir bölümü işlenmeden ihraç edilmektedir. Özellikle Avrupa ve Kuzey Amerikada, pomzaya büyük ilgi gösterilmektedir. Pomza üretimine Türkiye'de ilk olarak 1986'da başlanmış, çoğunluğu Isparta'da üretilen ve ihraç edilen pomzaya yurt içinden ilgi de giderek artmıştır. Türkiye'de Isparta dışında Bitlis, Kayseri, Nevşehir, Van, Kars, Ağrı ve Ankara civarında bulunmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Türkiye'deki pomza rezervleri (Anonim 1995)

Pomzanın başlıca kullanıldığı sektörler;

- İnşaat sektörü
- Tekstil sektörü
- Tarım sektörü
- Kimya sektörü
- Diğer endüstriyel ve teknolojik alanlardır.

Pomza ülkemizde ve dünyada geniş anlamda inşaat sanayinde kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen pomzanın %90'ı yurt içinde inşaatlarda kullanılmaktadır. Pomza, perlitin kullanıldığı alanların genellikle tümünde kullanılır. Perlit gibi genleştirmek için enerji ve yatırım gerekmediğinden, inşaat sektöründeki kullanımı son yıllarda hızla artış göstermektedir.

Tropikal adaların lav kayaları ve pomza taşlarından oluşması ve çok zengin bitki örtülerinin oluşumuna olanak sağlaması, pomza taşı araştırmalarına çok büyük önem verilmesini sağlamıştır. Volkanik orijinli toprak, yüzyıllar boyunca çürüyen bitkiler, toz ve hayvan yaşıntısının sağladığı besinlerle, bitki yetiştirmek için çok elverişli bir ortam sağlamıştır. Pomzanın tarım açısından ideal olmasının sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Anonim 1995);

- Mükemmel havalandırma sağlar,
- İyi drenaj özelliğine sahiptir,
- pH nötr'dür,
- Tekrar tekrar kullanılabilir,
- Çürümez,
- Zamanla çekmez ve topaklanmaz,
- Besin ayarlaması kontrolü kolaydır,
- Mantar, böcek gibi zararlılara ev sahipliği yapmaz,
- Kolay sulanır,
- Kötü kokular üretmez ve
- Bol ve ucuz temin edilebilir.

Pomza tarımda aşağıdaki amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır.

- Toprak ıslahında pomza kullanımı

Özellikle ağır bünyeli, killi, şişme özelliğine sahip fazla sıkışabilir toprak içeren tarımsal alanlar çimlenme ve bitki kök gelişimi için elverişsiz alanlardır. Bu tip toprakların elverişli hale getirilmesi amacıyla pomza, vermikülit, perlit ve poliüretanlar kullanılmaktadır. Toprak düzenleyiciler olarak adlandırılan bu materyaller özellikle yüksek gelir getirici süs ve sera bitkileri yetiştirilmesinde oldukça önemli oranda tüketilmektedir. Ancak vermikülit ve perlit gibi doğal ürünlerin kullanıma sunulabilmesi için maliyeti yüksek işlemler gerektirmeleri, poliüretanların toprağı kabartması yanında ilave yararlar sağlamaması diğer ürünlere göre daha bol ve ucuz olarak temin edilebilen pomzayı toprak ıslahında ön plana çıkarmaktadır. Toprağın hava almasını, çim ve köklenmenin ideal bir ortamda gelişmesini temin eden pomza ayrıca toprağın nem dengesini de sağlamaktadır. Sulama esnasında toprağın bünyesindeki fazla suyu tutarak bitki köklerindeki çürümeyi engellemesi, suyla beraber çözelti halinde köklere taşınan gübre ve minerallerin kaybını en aza indirmesi, ortamdaki suyun azalması ile toprak – pomza tanecikleri arasında nem dengesi kurularak toprağın nem oranının uzun süre korunması uygun tane boyutlarındaki pomza ile sağlanabilmektedir.

- Az topraklı veya topraksız ortamlarda bitki yetiştiriciliğinde pomza kullanımı

Mineral, gübre, kompost artıkları vs. takviyeli %80'e varan miktarda pomzadan oluşan ortamlarda süs bitkileri, sebze ve meyve yetiştirilebilmektedir.

- Su beslenimi kısıtlı tarımsal-yeşil alanlarda pomza kullanımı

Özellikle sıcak iklim kuşaklarında yüzeyden sulanan tarımsal – yeşil alanlar ile seralarda buharlaşmanın yüksek olması sebebiyle su kaybı da artmaktadır. Su kaynakları kısıtlı ülkelerde su tüketimini asgariye indirerek, tüketim randımanının artırılması, toprakta özellikle kireçli suların buharlaşması neticesi artan alkalitenin asgariye indirilebilmesi amacıyla pomza kullanımı giderek artmaktadır. Üst katman toprağın (bitki cinsine göre) belirli bir derinliğe sıyrılarak pomzanın serilmesi ve yastıklanması suretiyle toprağın tekrar örtülmesi sonucu toprak altında bir drenaj katmanı oluşturulmaktadır. Sulamanın da borular vasıtasıyla direkt olarak bu katman

içerisinden yapılabildiği bu uygulama şeklinde, toprak gerekli olan suyu bünyesine pomza katmanından almaktadır. Bu şekilde yapılan sulama ile su buharlaşması asgariye indirilirken, su tüketimi azaltılmakta, bununla beraber günün her saatinde sulama yapılabilmektedir. En iyi uygulama örnekleri olarak su kaynakları ve verimli toprakları kısıtlı İsrail, Suudi Arabistan, Dubai, Katar gibi ülkeler gösterilebilir.

Perlit

Bitkisel yetiştirme ortamı olarak kullanılan perlit bünyesinde %2-5 arasında su içeren volkanik kökenli ve camsı yapıdaki perlit kayacının yüksek sıcaklıklarda (850-1100°C) ısıtılmasıyla elde edilir. Isıtma işlemi süresince parçacıklar orijinal hacminin yaklaşık 13 katı kadar büyümektedir, renkleri beyaz ve gridir, hafiftirler. Perlit kayacı yaklaşık %72-76 SiO_2 , %15 dolayında Al_2O_3 ve %6-10 dolayında alkali oksitler içermektedir. Genleştirilmiş perlitin hacim ağırlığı 60-120 kg/m^3 arasında değişmektedir. Nötr denebilecek (6,5-7,5) bir pH değerine sahiptir. Perlitin kuvvetli bir kapillar çekimi vardır, bu nedenle suyun girişi ve hareketi kolaydır. Ayrıca tanecikleri elektriksel yük taşımadığından su ve besin elementleri perlit parçacıkları tarafından çok düşük bir basınçla tutulur, bu durum bitki kökleri tarafından su ve besin elementlerinin rahatlıkla alınabilmesini sağlar (Munsuz vd. 1982; Verdonck 1983).

Vermikulit

Vermikulit, görünüm olarak mikayı andıran ve doğal durumda ince tabakalı bir yapıya sahip olan hidrate aliminyum demir magnezyum silikat mineralleridir. Vermikulit daha çok ABD ve Güney Afrika'da bulunur. Vermikulit 1000-1100°C de ısıtıldığında orijinal hacminin 15-20 katına ulaşır. Genleştirilmiş vermikulit oldukça hafif olup hacim ağırlığı yaklaşık 80-100 kg/m^3 dolayındadır. Vermikulit yüksek oranda su absorbe etme yeteneğindedir, hem hava kapasitesi hem de su tutma kapasitesi yüksektir. Strüktürel kararlılığının az olması bir süre sonra hava kapasitesinde azalmalara neden olmaktadır.

Vermikulit materyalinin pH düzeyi bulunduğu ortam koşullara göre değişken değerler göstermektedir. Tarımsal vermikulit oldukça yüksek katyon değişim kapasitesine sahiptir. Çoğunlukla %9-12 oranında yarıyıslı magnezyum, %5-8 oranında potasyum içerir, bu nedenle vermikulit içeren karışımlar temel gübre olarak potasyum ve magnezyum'a daha az gereksinim duyarlar (Özgümüş 1992).

Kum ve Çakıl

Kum ve çakıl yetiştirme ortamında daha çok torf veya diğer organik materyallerle karıştırılarak kullanılır. Çakıl veya kum tek başlarına iyi bir drenaja ve düşük su tutma kapasitesine sahip olmakla birlikte bir karışımda kullanıldıklarında her zaman aynı yönde etki göstermemektedirler. Kumun karışımın drenaj veya havalanması üzerine etkisi irilik derecesine ve kullanılan miktarına bağlı olarak değişmektedir. Çapları 1 mm'ye kadar olan ince kum su tutma kapasitesini genellikle artırmaktadır. Çapları 1-3 mm dolayında olan iri kum su tutma kapasitesini azaltmakta ancak drenaj ve havalanmayı iyileştirmektedirler. Sulama sistemi planlanırken de materyalin irilik derecesi önem kazanmaktadır. Örneğin yetiştirme ortamına kapillarite ile su verilecekse ince kum kullanılır, üstten sulama yapılacaksa suyun serbestçe drenajını sağlamak üzere iri kum önerilir. Kum genel olarak besin maddelerince son derece fakir, su tutma kapasitesi çok düşük ve kimyasal olarak inert bir materyaldir. Katyon değişim kapasitesi ve tamponluk kapasitesi yok kabul edilir. Kum ve çakılın diğer bir kullanım amacı da karışımın hacim ağırlığını artırmak ve stabilizeyi sağlamaktır (Zülkadir 1992).

2.1.2. Organik materyaller

Talaş

Genelde talaş ve odun ürünleri yetiştirme ortamları için fazla önerilmemektedir. Talaşın elde edildiği ağaç türü ve kullanma süresi önemlidir. Ceviz, kestane ve sedir talaşlarının bitkiler üzerine fitotoksik etkisi olduğu düşünülmektedir. Talaşların lignin içerikleri

yüksek olduğundan ayrışmaları geç olmaktadır. Ayrışmasını tamamlamış talaşın katyon değişim kapasitesi yüksektir, pH sı 5-6,8 arasında değişir. Kendi içinde ince ve kaba talaş olarak ikiye ayrılır. İnce talaş nemi iyi yaymaktadır, kaba talaş drenaj üstünlüğü sağlamaktadır. Bu nedenle karışım şeklinde kullanılması daha uygun olacaktır. Talaşın C/N oranı geniştir, diğer bir anlatımla daha fazla miktarda karbon ve çok az miktarda azot içerir. Karbon yaklaşık %50, azot ise %0,1 dolayındadır. Sorunun çözümü için talaş içeren karışımlara bir miktar mineral azot verilir. Verilen azot C/N oranını azaltarak mikroorganizmalara yeterli azotu sağlamaktadır (Özgümüş 1992).

Torf

Torf hem fidan üretiminde hem de seracılıkta yaygın olarak kullanılan bir materyaldir. Kısmen ayrılmış organik madde olup su fazlalığı ve oksijen azlığı gibi sınırlı ayrışma koşulları altında bitkisel kalıntıların birikmesi ile oluşan jeolojik kökenli bir materyaldir. Bitki yetiştirme ortamı olarak en uygun özellikler sphagnum yosun torflarında görülmektedir. Bu tipteki yosunların yaprakları yüksek oranda su absorbe edebilme özelliğine sahip tek tabaka hücrelerden oluşmuştur. Genel özellikleri içerisinde süngerimsi lifli yapı, yüksek porozite, yüksek su tutma kapasitesi, düşük kil içeriği ve düşük pH sayılabilir. Hacim ağırlığı az parçalanmış torflarda 45-80 kg/m³ arasında iken ileri derecede parçalanmış torflarda 120-250 kg/m³ değerlerine ulaşmaktadır. Torfun en önemli özelliği fazla miktarda su absorbe edebilmesi ve bu suyu bünyesinde tutabilmesidir. Az parçalanmış lifli torflar fırın kurusu ağırlıklarının 15-20 katı kadar su tutabilirler ve bu tip torflar kuruduktan sonra su tutma kapasitelerinde çok büyük farklar olmaz. İleri derecede parçalanmış torflar ise kuru ağırlıklarının 4-8 katı kadar su tutabilirler (Özgümüş 1992).

Bitki yetiştirme ortamlarında pH'nın genellikle 5,5-6,0 arasında olması istenir. Torf yalnız başına veya perlit gibi inert bir materyalle karıştırılarak kullanılacaksa kireçleme ile pH'nın yükseltilmesi gerekir. Torfun katyon değiştirme kapasitesi oldukça yüksek olup 100-200 me/100 g arasında değişir. Katyon değişim kapasitesinin yüksekliği, torfun besin maddelerince zengin olduğu anlamına gelmez. Torfun doğal halde besin içeriği,

kısmen azot dışında çok düşüktür. Bu nedenle torf içerisinde bitki yetiştirilirken makro ve mikro besin maddeleri ile gübrelemeye özen gösterilmelidir.

Ağaç kabuğu

Ağaç kabukları orman sanayisinin yan ürünleridir ve ormanlık bölgelerde çok ucuza sağlanabilmektedir. Kabukların su tutma kapasiteleri çok yüksektir. Köknar kabuklarının ağırlıklarının %165'i kadar su tutabildiği, doyma noktasında bile %31.5 hava içerdikleri belirlenmiştir. Gerek talaş gerekse ağaç kabukları fermente edildikten sonra kullanıldıklarında hastalık yada zararlı taşıma riskleri ortadan kalkar. Çam ağaçlarının kabuklarının su tutma kapasitesi %218-267, hacim ağırlığı 0,25 g/cm³, porozitesi %84, pH'sı 6,1 dir (Özgümüş 1992).

2.2. Literatür özetleri

Hartman and Zengerle (1979), domatesleri torba içerisindeki pomzalı karışımlarda yetiştirmenin toprakta yetiştirmeye göre daha ekonomik olduğunu, hastalık ve zararlıların azaldığını ortaya koymuşlardır.

Chen *et al.* (1980), parçacık büyüklüğü, gözenekliliği, su tutma kapasitesi, havalanma kapasitesi, hidrolik iletkenliği gibi özelliklerinin uygun olması nedeniyle pomza ve torf ile bunların belirli hacimlerde karışımlarının sera yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Topraksız kültürde ve toprak düzenleyicisi olarak kullanılan volkanik tüfün fiziksel özelliklerini inceleyen Leque (1981), substrat porozitesinin %71,3, su tutma kapasitesinin %19,6, katyon değişimi kapasitesinin 5 me/100g ve pH'nın 7-9 arasında olduğunu belirlemiştir.

Verdonck (1984), parçacık iriliklerine göre pomzayı çok ince, orta, ve çok iri olarak gruplandırarak, çok ince olanının tarımda kullanılamayacağını, ince pomzanın çam döküntüsü gibi su tutma kapasitesi düşük ortamların su tutma kapasitelerini artırmak için kullanılabileceğini, orta irilikteki pomzanın yetiştirme olarak en uygun olduğunu, çok iri pomzanın ise substratlar da havalandırmayı artırmada kullanılabileceğini bildirmiştir.

Dinç vd. (1984), domates üretiminde Nevşehir'den sağlanan volkanik tüf ve organik toprağı denemişler volkanik tüfün toprağı göre 15 gün erkencilik sağladığını ve daha yüksek ürün verdiğini belirlemişlerdir. Bu nedenle de volkanik tüfün domates yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Szmıdt *et al.* (1988), pomza kültürü üzerinde uzun süre çalışma yapmışlardır. Pomza kültüründe 1982'de 24,4, 1983'te 22,8, 1984'de 26,1, 1985'te 25,5 ve 1986'da 24,3 kg domates/m² ürünü elde etmişlerdir.

Lınardakis and Manios (1991), serada minarel toprak, organik toprak ve pomza ile bunların belirli hacimlerdeki karışımlarında çilek yetiştirmişler ve en fazla çilek ürününü (250g meyve/bitki) %80 pomza+%20 peat karışımından elde etmişlerdir.

Üç çeşit kireçli toprak ve hacimce %15'den fazla pomza karıştırılmış toprağı demir şelatı karıştırılarak yer fıstığı yetiştiren Clamens and Singer (1992), pomzalı toprakta yetiştirilen söz konusu bitki yapraklarında klorofil oranının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Einarsson and Gudmunsson (1993), besince zenginleştirilmiş pomza kültüründe *Rhizobium lupini* bakterisini çoğaltarak *Lupinus nootkatensis* tohumlarına aşlamışlar ve bu tohumları erozyona açık kumlu topraklara ekmişlerdir. İlk yılda kontrole göre bu bitkilerin %56'sı iyi bir şekilde nodül oluşturarak gelişim göstermişlerdir.

Değişik ortamlarda domates yetiştirerek verim ve kalite özelliklerini araştıran Paksoy (1995), perlit ve pomzanın mantar kompost atığı ile ayrı ayrı 1:1 oranında karıştırıldığı zaman perlit, pomza ve mantar kompost atığının tek başına kullanılmasına göre daha yüksek verim ve kaliteli ürün alındığını belirtmişlerdir.

Tarım sektöründe pomzanın toprak özelliklerini ıslah etmek ve suni gübrenin topaklaşmasını önlemek amacı ile “anti-kek” olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Anonymous 1996).

Eltez vd. (2002), sonbahar dönemi sera domates yetiştiriciliğinde; NFT sisteminin ülkemiz koşullarında kullanılabilirliğini ortaya koymak amacıyla yürüttükleri araştırmada 9 m uzunlukta ve 30 cm genişlikte hazırlanan polyester kanallar kullanmışlar, ilk yılda üç domates çeşidi (Gökçe F₁, FA 361 F₁ ve 189 F₁) pomza tutunma ortamında, sürekli ve fasılalı akış (45 dakika akış/15 dakika boşluk)’da denenmiştir. İkinci yılda, Gökçe F₁ çeşidi perlit, tuf ve pomza ortamlarında iki ayrı fasılalı akış (45 dakika akış/15 dakika boşluk ve 30 dakika akış/30 dakika boşluk) uygulamalarında denenmiştir. Araştırmadan sağlanan bulgulara göre, her iki yılda da toplam verimler arasında önemli bir fark elde edilmemekle birlikte birinci yılda fasılalı akış erkenci verimi arttırmıştır. Ayrıca tuf’un en iyi tutunma ortamı olduğu, bitki su tüketimi yönünden uygulamalar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı sonuçlarına varılmıştır.

Şahin vd. (1998), pomza ve perlitte, farklı tane büyüklüğünde, farklı damlatıcı debileri ve toplam sulama suyu miktarlarının nem dağılımına etkilerini araştırmışlardır. Denemede toplam 5 L ve 10 L’lik su hacimleri 2 L/h, 4 L/h, 6 L/h ve 8 L/h’ lik debiler halinde uygulanmıştır. Deneme 80 cm çapındaki drenaj tipli silindirlerde 80 cm derinliğinde örnekler oluşturarak yürütülmüştür. Her uygulamadan sonraki yatay ve düşey yöndeki nem dağılımları belirlenmiştir. Yatay ve düşey nem ilerlemesine; debi, su uygulama miktarı ve tane büyüklüğü çok önemli derecede etkili olmuştur. Materyal olarak perlitte pomzadan daha az yatay ve düşey ilerleme olurken, her iki materyalde de 10 L su uygulama miktarında yatay ve düşey ilerlemenin daha fazla olduğu

belirlenmiştir. Ayrıca ıslatılan kesit şeklinin debi ve tane büyüklüğüyle de değiştiği gözlenmiştir.

Kütük ve Çaycı (2000), saksıda yetiştirme ortamlarının kullanım olanağını begonya (*Begonia semperflorens*) bitkisi yetiştirerek araştırmışlardır. Çalışmada ağaç kabuğu, peat ve pomzadan oluşmuş yedi farklı ortam denenmiştir. Begonya bitkisine ait bitkisel parametreler incelendiğinde % 25 ağaç kabuğu + % 50 peat + % 25 pomza en uygun ortam olarak tespit edilmiştir.

Sezgin vd. (2002), zeolit katkılı ve katkısız ortamlarda yetiştirilen doğu ladini fidanının morfolojik karakterlerini belirleyerek, zeolitin, yaygın bir şekilde katkı materyali olarak kullanılan pomza ve perlit substratları gibi kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Yetiştirme ortamlarına %20 oranında eklenen toz boyutundaki zeolitin fidan morfolojik karakterlerine olumsuz etki yaptığını ve doğal zeolitin doğu ladini tüplü fidan üretiminde perlit ve pomza gibi substrat olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Karaman (1993), Pioneer 3377 mısır çeşidinde toprağa belli oranlarda karıştırılan pomzanın bitki su tüketimini azalttığını, sap ve kök kuru madde miktarını artırdığını, besin elementlerince takviye edildiği takdirde pomzanın bitki yetiştirme ortamı olarak güvenle kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Özgümmüş (1997), Türkiye'nin değişik yörelerinden 27 pomza örneğinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Bu örneklerden 3 tanesi ile ayrıca sera denemesi kurulmuş ve kesme çiçek olarak Gerbera (*Gerbera jamesonii*) yetiştirilmiştir. Laboratuar çalışmaları, bir örnek dışında bütün pomza örneklerinin bitki yetiştirme ortamı olarak iyi fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Farklı irilikteki pomzaların su tutma özellikleri ile ilgili analizler, pomzanın genel olarak yüksek bir hava kapasitesine sahip olduğunu, ancak kolay alınabilir su yüzdesinin ve su tamponlama kapasitesinin düşük olduğunu göstermiştir. Sera denemesinde kullanılan

substratlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiş olmakla birlikte, pomza ve pomza-torf ortamlarında yetiştirilen Gerberaların çiçek verimleri perlite oranla daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçları çeşitli yörelerden alınan pomza örneklerinin bitki yetiştirme ortamı olarak, tek başlarına veya torf ile karıştırılarak, başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Kuşlu vd. (2005), Türkiyenin değişik yörelerine (Adana-Osmaniye, Erzurum-Pasinler, Isparta-Gölcük, İzmir-Menderes, Kars-Sarıkamış, Kayseri-Erciyes, Nevşehir-Kaymaklı ve Van-Erciş) ait pomzaların havalanma porozitesi ve su tutma kapasitesi değerlerini farklı partikül dağılımları için belirlemişlerdir. Havalanma porozitesi en fazla %43,10 ile Nevşehir-Kaymaklı yöresi pomzasında, su tutma kapasitesi ise en fazla %26,04 ile Kayseri-Erciyes yöresi pomzasında saptamıştır. Matertal irileştikçe su tutma kapasitesi çok önemli düzeyde azalırken, havalanma porozitesi çok önemli düzeyde artmıştır. Yöre pomzalarının havalanma porozitesini ve su tutma kapasitesi değerlerinin tarımsal açıdan yeterli bulunduğu ifade edilmiştir.

Şahin vd. (2002), bazı organik ve inorganik materyalleri ile bunların karışımlarının (organik-organik, organik-inorganik, inorganik-inorganik) su tutma kapasitesi ile gözenek büyüklük dağılımlarını incelemişlerdir. Sonuç olarak karışımlar için en yüksek su tutma kapasitesinin % 84,6 ile torf:talaş karışımına ait olduğunu, materyaller içinde ise en yüksek su tutma kapasitesinin % 62,6 ile pomzaya ait olduğunu ifade etmişlerdir. En yüksek büyük gözenek miktarını da pomzada elde etmişlerdir.

Şahin vd. (1999), damla sulama yönteminin ve farklı yetiştirme ortamlarının serada yetiştirilen domatesde bitki gelişmesine, verime ve kaliteye etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, yetiştirme ortamı olarak torf, kum, perlit, volkan tüfünü tek başlarına ve ikili-üçlü karışımlar halinde kullanmışlar, torf ve torf'un % 50 karışım halinde bulunduğu ortamları tavsiye edilebilir nitelikte bulmuşlardır.

Şahin vd. (1997), Erzurum-Pasinler ve Van-Erciş pomzalarının bazı özelliklerini seralarda topraksız tarım uygulamalarında yaygın olarak kullanılmakta olan Etibank işletmesine ait perlitle, 4 dört değişik tane büyüklüğünde karşılaştırmışlardır. Bu amaçla söz konusu materyallerin tane yoğunlukları, kütle yoğunlukları, poroziteleri, pF-% nem ilişkileri belirlenmiştir. Sonuçta belirlenen bu özelliklerin tane büyüklüklerine göre değişim gösterdiğini aynı zamanda materyal türleri arasında da farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapılan değerlendirme sonucunda Erzurum-Pasinler ve Van-Erciş pomzalarının seralarda topraksız kültürde kullanılabilineceğini ifade etmişlerdir.

Sahin *et al.* (2005), Çilek yetiştiriciliğinde kullanılan toprağa farklı düzeylerde pomza eklenmesinin etkisini araştırmışlardır. İki tane büyüklüğünde (2-4 mm ve 4-8 mm) pomza toprağa eklemiş ve hacimsel olarak üç farklı ilave düzeyi (%15, %30 ve %45) kullanmışlardır. Bu materyaller için farklı tansiyonlarda tutulan nem miktarı ve gözenek büyüklük dağılımını belirlemişlerdir. En iyi bitki büyümesinin 4-8 mm tane büyüklüğündeki pomzanın toprağa %45 oranında karıştırıldığı konudan elde edildiğini ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak Van-Erçiş, Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış, Kars-Digor, Ağrı-Patnos ve Ağrı-Doğubeyazıt yörelerine ait pomzalar kullanılmıştır. Bu yörelere ait pomzalar elenerek 3 farklı tane büyüklüğünde (<2 mm, 2-4mm, 4-8 mm) tasnif edilmiş ve tek veya hacim esasına göre belirli oranlarda karıştırılarak çalışmada kullanılan materyaller grupları oluşturulmuştur (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan materyal grupları

Materyal Grubu	Karışım oranı
I	%100 <2 mm
II	%100 2-4 mm
III	%100 4-8 mm
IV	%50 <2 mm + %50 2-4 mm
V	%50 <2 mm + %50 4-8 mm
VI	%50 2-4 mm + %50 4-8 mm
VII	%33,3 <2 mm + %33,3 2-4 mm + %33,3 4-8 mm
VIII	%50 <2 mm + %25 2-4 mm + %25 4-8 mm
IX	%50 2-4 mm + %25 <2 mm + %25 4-8 mm
X	%50 4-8 mm + %25 <2 mm + %25 2-4 mm

3.2. Yöntem

Araştırmada materyal gruplarının çeşitli tansiyonlarda tuttıkları nem miktarları, gözenek büyüklük dağılımları, poroziteleri, kütle yoğunlukları ve tane yoğunlukları belirlenmiştir.

3.2.1. Çeşitli tansiyonlarda tutulan nem miktarı

Çeşitli tansiyonlarda (0,01 atm, 0,10 atm, 0,33 atm, 1 atm ve 15 atm) tutulan nem miktarları su ile doyurulmuş örnekler basıncı hava uygulanarak belirlenmiştir (Demiralay 1993).

3.2.2. Gözenek büyüklük dağılımı

Gözenek büyüklük dağılımları pF eğrisi kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1993). Gözenek büyüklük dağılımının belirlenmesinde, büyük gözenekler için $>100\ \mu\text{m}$, orta gözenekler için $100-30\ \mu\text{m}$, küçük gözenekler için $30-3\ \mu\text{m}$ ve çok küçük gözenekler için $<3\ \mu\text{m}$ gözenek çapları dikkate alınmıştır (Şahin vd. 2005).

3.2.3. Tane yoğunluğu

Pomzaların tane yoğunluğu analizi piknometre yöntemi Demiralay(1993)'e göre saptanmıştır.

3.2.4. Kütle yoğunluğu

Kütle yoğunlukları hacmi 100 cm³ olan örnek alma silindirleriyle belirlenmiştir (Blake and Hartge 1986).

3.2.5. Porozite

Porozite, tane ve kütle yoğunlukları kullanılarak hesap yöntemiyle belirlenmiştir (Gardner 1986).

3.2.6. İstatistiki analiz

Denemeler 6 yöre ve 10 materyal grubu dikkate alınarak 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İstatistiki analizler SPSS paket programı yardımıyla yapılmıştır. Önemli bulunan ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kütle yoğunluğu

Pomza materyalinin kütle yoğunluğu değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. En yüksek kütle yoğunluğu değeri yöreler dikkate alındığında Kars-Digor yöresi pomzasında, en düşük değerler ise Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzasında belirlenmiştir. Kars-Digor yöresi pomzasının kütle yoğunluğu değeri, Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzası kütle yoğunluğu değerinin 1,21 katı çıkmıştır. Çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre Van-Erciş, Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış, Ağrı-Patnos ve Ağrı-Doğubeyazıt yöreleri için belirlenen kütle yoğunlukları arasında istatistiki olarak önemli derecede fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.1. Kütle yoğunlukları (g/cm³) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

YÖRELER	MATERYAL GRUPLARI										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ort
Van-Erçiş	0,91cd*	0,60ab	0,59ab	0,55a	0,80c	0,72b	0,79c	0,70b	0,66b	0,69b	0,70a
Erzurum-Pasinler	0,92d	0,61ab	0,60ab	0,60ab	0,86c	0,58ab	0,85c	0,77bc	0,79c	0,72b	0,73a
Kars-Sarıkamış	0,92cd	0,69b	0,66b	0,76bc	0,78bc	0,66b	0,79c	0,62b	0,83c	0,73b	0,74a
Kars-Digor	1,15d	0,74ab	0,68a	0,98c	0,95c	0,73ab	0,75ab	0,79b	0,70a	0,67a	0,82b
Ağrı-Patnos	0,78cd	0,72bc	0,66ab	0,78cd	0,71b	0,68b	0,71b	0,79d	0,77c	0,76c	0,73a
Ağrı-Doğubeyazıt	0,65c	0,73d	0,74d	0,57b	0,74d	0,69c	0,71d	0,72d	0,58b	0,71d	0,68a
Ort	0,89d	0,68ab	0,65a	0,71ab	0,80c	0,68a	0,77bc	0,73abc	0,72ab	0,71ab	

*p < 0,01

Materyal grupları dikkate alındığında, en yüksek kütle yoğunluğu I. materyal grubunda, en düşük ise III. materyal grubunda belirlenmiştir. I. materyal grubu kütle yoğunluğu değeri, III. materyal grubu kütle yoğunluğu değerinin 1,37 katı çıkmıştır. Yöreler ve materyal grupları birlikte dikkate alındığında en yüksek kütle yoğunluğu değeri Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Kars-Digor yöresi IV. materyal grubunda, üçüncü olarak Kars-Digor yöresi V. materyal grubunda; en düşük kütle yoğunluğu değeri ise Van-Erciş yöresi IV. materyal grubunda, ikinci olarak Ağrı-

Doğubeyazıt yöresi IV. material grubunda, üçüncü olarakta Erzurum-Pasinler yöresi VI. materyal grubu ve Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IX. materyal grubunda belirlenmiştir. Kars-Digor yöresi I. materyal grubunun kütle yoğunluğu değeri, Van-Erciş yöresi IV. materyal grubu kütle yoğunluğu değerinin 2,09 katı çıkmıştır Karışımlarda büyük tane oranı arttıkça kütle yoğunluğu azalmaktadır. Benzer şekilde Unver *et al.* (1989) ve Angel (1981)'de farklı büyüklükteki volkanik materyal üzerinde yaptıkları çalışmada kütle yoğunluğunun tane büyüklük artışına bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir. Farklı tane büyüklüklerinde kütle yoğunluklarının farklılığının, tanelerin yerleşim düzeni sonucu oluşan boşluk hacmine bağlı olarak değiştiği söylenebilir (Güngör ve Yıldırım 1989). Düşük kütle yoğunluğu nakliye ve kullanımda kolaylık sağlama açısından bir avantaj yaratmaktadır (Kuşlu vd. 2005).

4.2. Tane yoğunluğu

Deneme materyallerinin tane yoğunlukları Van-Erciş, Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış, Kars-Digor, Ağrı-Patnos ve Ağrı-Doğubeyazıt pomzaları için sırasıyla 2,24 g/cm³, 2,33 g/cm³, 2,40 g/cm³, 2,45 g/cm³, 2,36 g/cm³ ve 2,38 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Tane yoğunlukları, toprakların bileşimlerinde yer alan minerallerin tipi ve miktarına ve organik madde miktarına bağlı olarak değişmektedir (Şimşek 1996). Tane yoğunluk değerleri normal topraklar için verilmiş olan değerlerin altında (2,65-2,75 g/cm³) çıkmıştır. Pomza için belirlenen değerler organik maddece zengin topraklardaki değerlere (2,40 g/cm³) yakındır (Güngör ve Yıldırım 1989).

4.3. Porozite

Pomza materyalinin porozite değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. En yüksek porozite değeri yöreler dikkate alındığında Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzalarında, en düşük değer ise Kars-Digor yöresi pomzalarında belirlenmiştir. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzasının porozite değeri, Kars-Digor yöresi

pomzasının porozite değeri 1,07 katı çıkmıştır. Çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre Kars-Digor ile Ağrı-Doğubeyazıt yöreleri için belirlenen porozite değerleri arasında istatistiki olarak önemli derecede fark bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Poroziteler (%) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

YÖRELER	MATERYAL GRUPLARI										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ort
Van-Erciş	59,24a*	73,17d	73,48d	75,33d	64,30b	72,32d	64,65b	68,71c	70,60c	69,13c	69,09ab
Erzurum-Pasinler	60,36ab	73,72d	74,33d	74,38d	63,09b	75,21d	63,45b	66,87bc	66,12bc	69,18c	68,67ab
Kars-Sarıkamış	61,64a	71,13bc	72,68bc	68,27b	67,54b	72,51bc	67,26b	74,02c	65,49a	69,52b	69,01ab
Kars-Digor	53,06a	69,69cd	72,06d	59,93b	61,41b	70,14cd	69,56c	67,68c	71,24d	72,54d	66,73a
Ağrı-Patnos	66,99a	69,50b	72,24c	66,84a	70,04bc	71,27c	70,04bc	66,41a	67,51ab	68,00b	68,88ab
Ağrı-Doğubeyazıt	72,74b	69,36a	68,92a	75,97c	69,08a	71,08a	70,14a	69,90a	75,60c	70,29a	71,31b
Ort	62,34a	71,09d	72,28d	70,12cd	65,91b	72,09d	67,52bc	68,93bcd	69,43cd	69,78cd	

*p < 0,01

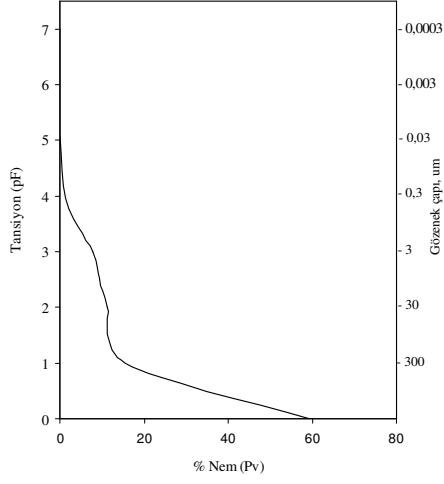
Materyal grupları dikkate alındığında, en yüksek porozite değeri III. materyal grubunda, en düşük porozite değeri ise I. materyal grubunda belirlenmiştir. III. materyal grubu porozite değeri, I. materyal grubu porozite değerinin 1,16 katı çıkmıştır. Materyal gruplarındaki tane büyüklükleri arttıkça porozite de artmaktadır. I. materyal grubu diğer gruplardan istatistiki olarak önemli derecede farklı çıkmıştır. Yöreler ve materyal grupları birlikte dikkate alındığında en yüksek porozite değeri Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IV. materyal grubu, ikinci olarak Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IX. materyal grubunda, üçüncü olarak Van-Erciş yöresi IV. materyal grubunda; en düşük porozite değeri ise Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Van-Erciş yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarak Kars-Digor yöresi IV. materyal grubunda belirlenmiştir. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IV. materyal grubunda belirlenen porozite değeri Kars-Digor yöresi I. materyal grubundakinden 1,43 kat daha fazladır (Çizelge 4.2).

Porozite değerleri; genel olarak yüksek değerlerin gözlendiği ağır bünyeli topraklardan (%50-%60) daha yüksek çıkmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989). Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 genel olarak incelendiğinde kütle yoğunlukları azaldıkça porozitelerin arttığı

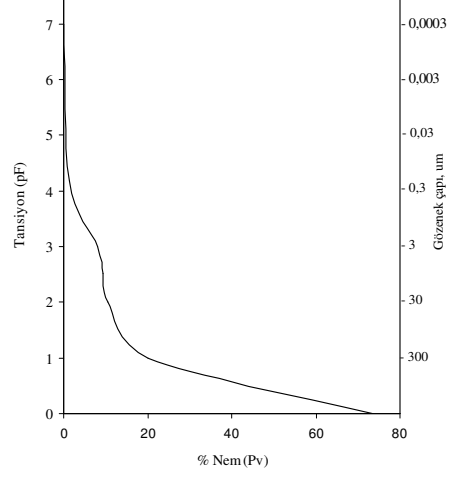
görülmektedir. Benzer sonuçlar Şahin vd. (1997) ve Kuşlu vd. (2005) tarafından da belirlenmiştir.

4.4. Farklı tansiyonlarda tutulan nem miktarları

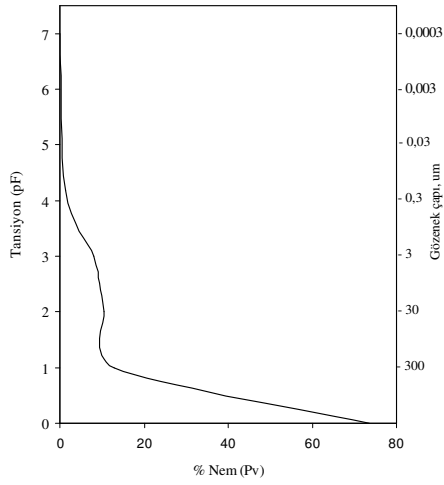
Farklı yörelere ait materyal grupları için farklı tansiyonlarda tutulan nem miktarlarını gösteren grafikler (pF eğrileri) Şekil 4.1'....4.60'a kadar verilmiştir. pF eğrileri kullanılarak belirlenen farklı tansiyon aralıklarında tutulan nem miktarları ve bunlara ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.3'de verilmiştir.



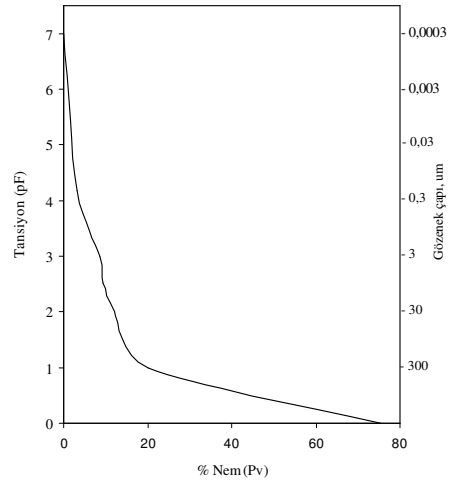
Şekil 4.1. Van – Erciş yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi



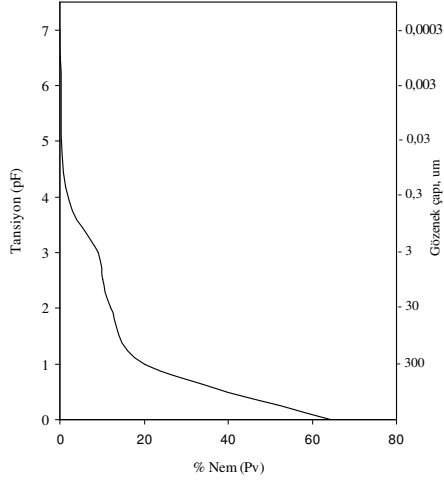
Şekil 4.2. Van – Erciş yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi



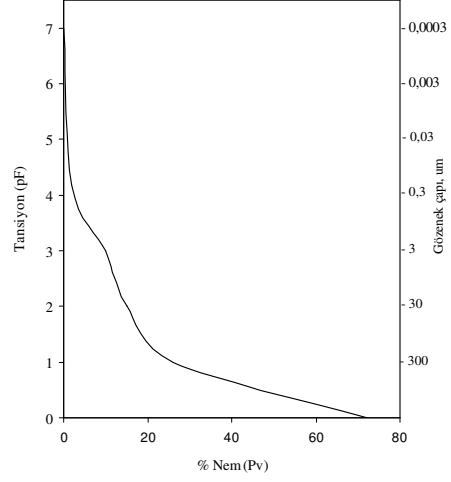
Şekil 4.3. Van – Erciş yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi



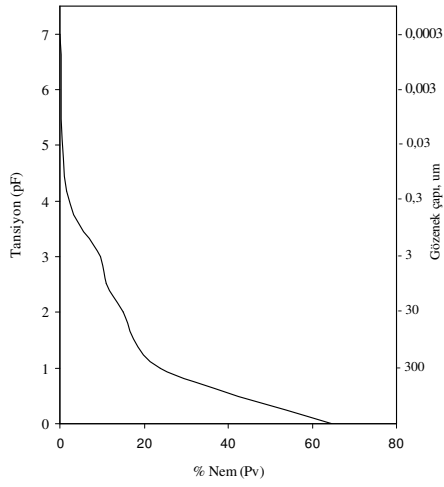
Şekil 4.4. Van – Erciş yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi



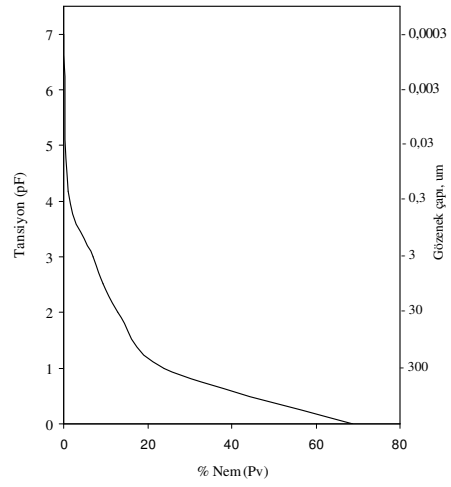
Şekil 4.5. Van – Erciş yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi



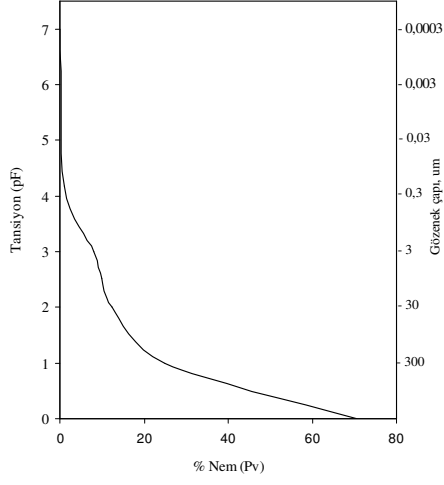
Şekil 4.6. Van – Erciş yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi



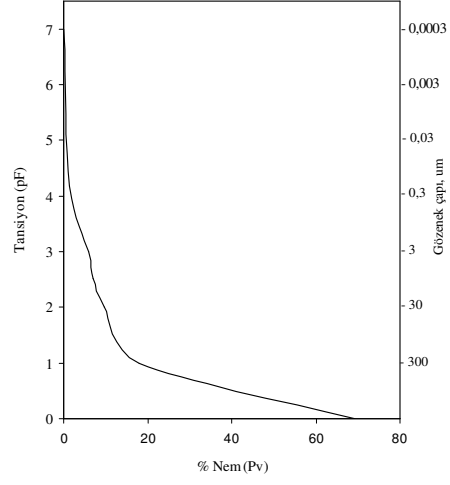
Şekil 4.7. Van – Erciş yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi



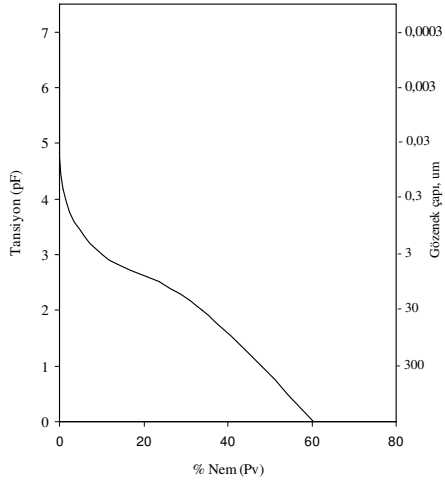
Şekil 4.8. Van – Erciş yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi



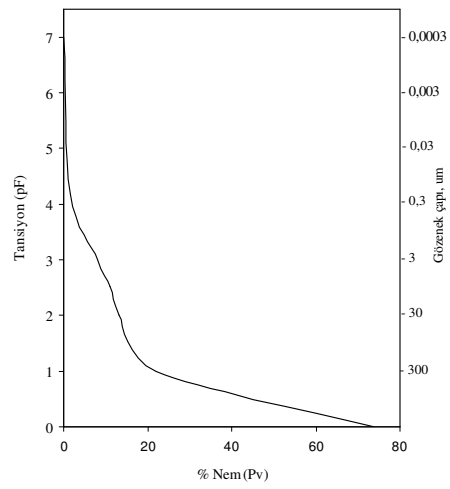
Şekil 4.9. Van – Erciş yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi



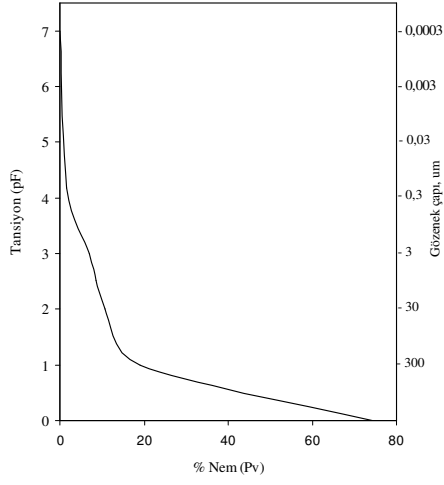
Şekil 4.10. Van – Erciş yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi



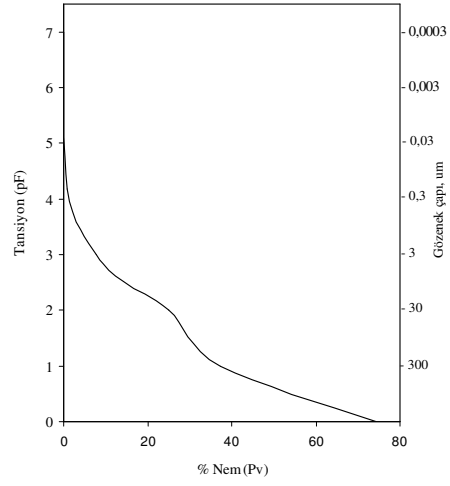
Şekil 4.11. Erzurum-Pasinler yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi



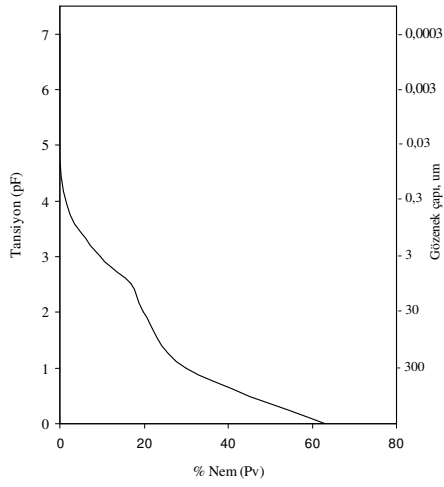
Şekil 4.12. Erzurum-Pasinler yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi



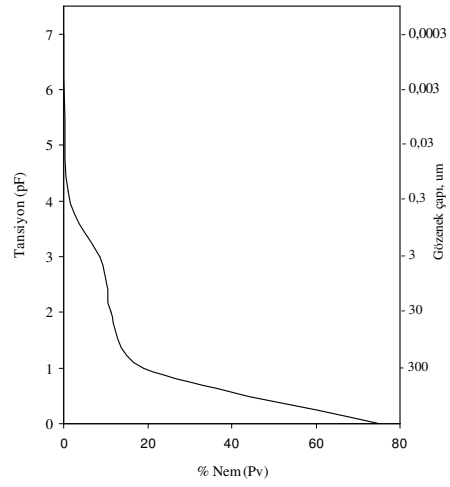
Şekil 4.13. Erzurum-Pasinler yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi



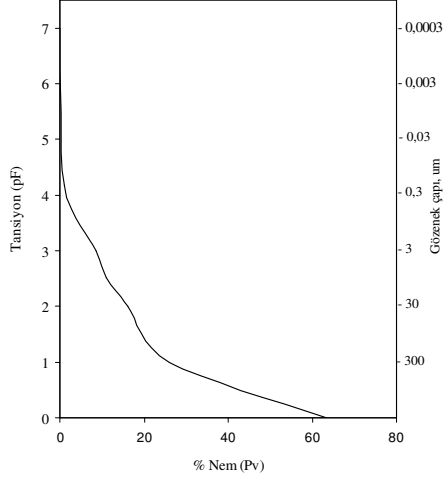
Şekil 4.14. Erzurum-Pasinler yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi



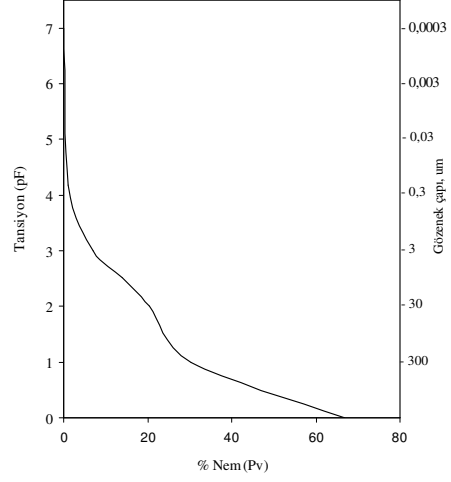
Şekil 4.15. Erzurum-Pasinler yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi



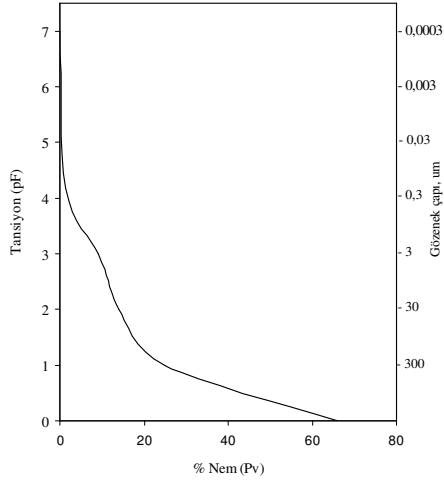
Şekil 4.16. Erzurum-Pasinler yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi



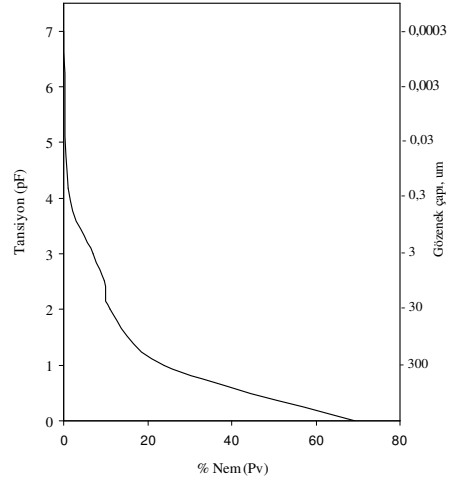
Şekil 4.17. Erzurum-Pasinler yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi



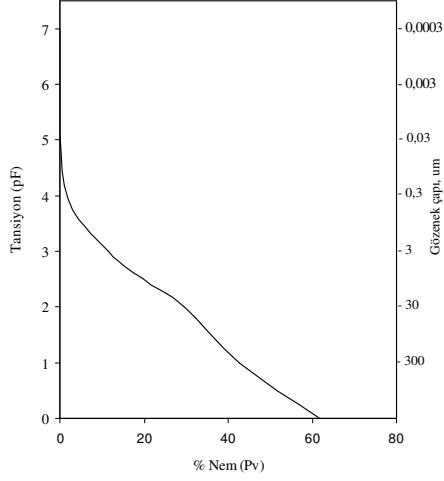
Şekil 4.18. Erzurum-Pasinler yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi



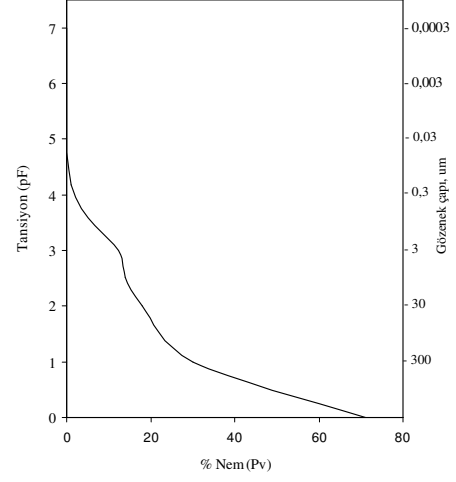
Şekil 4.19. Erzurum-Pasinler yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi



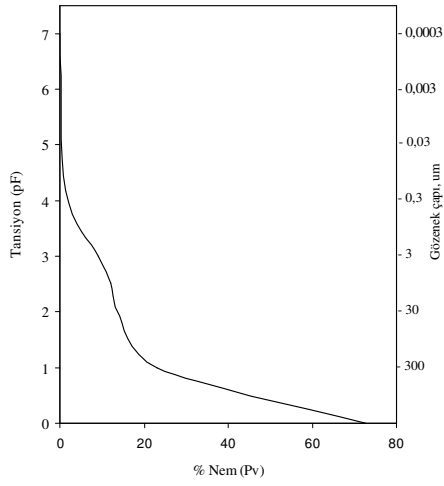
Şekil 4.20. Erzurum-Pasinler yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi



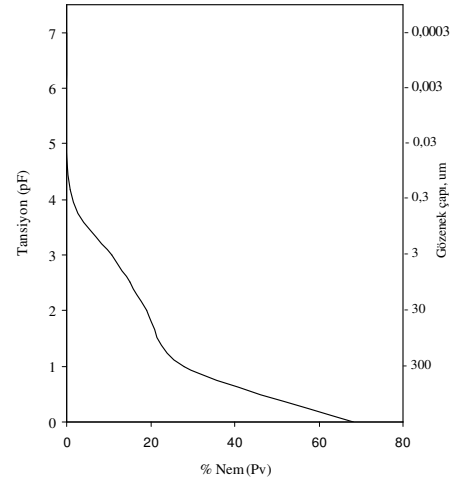
Şekil 4.21. Kars-Sarıkamış yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi



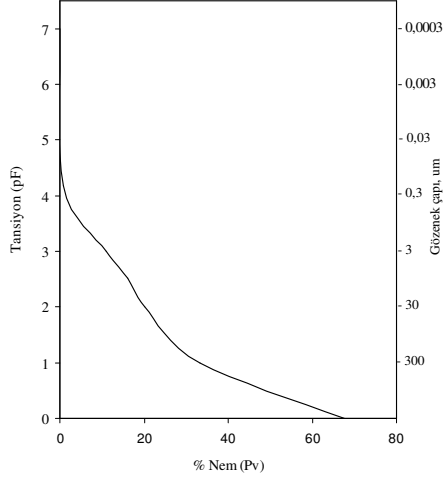
Şekil 4.22. Kars-Sarıkamış yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi



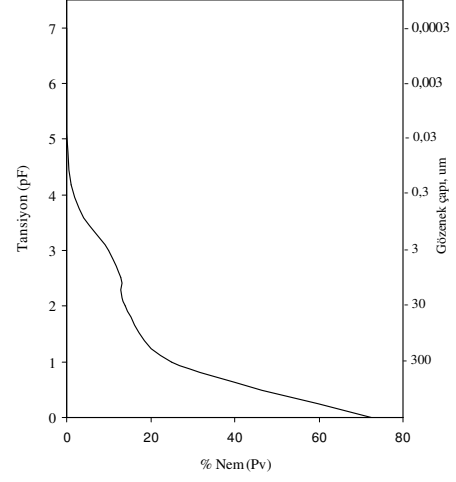
Şekil 4.23. Kars-Sarıkamış yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi



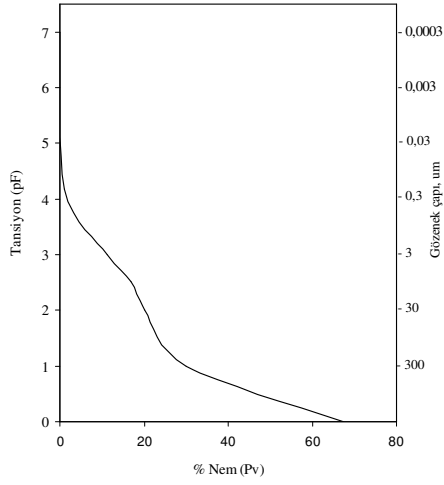
Şekil 4.24. Kars-Sarıkamış yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi



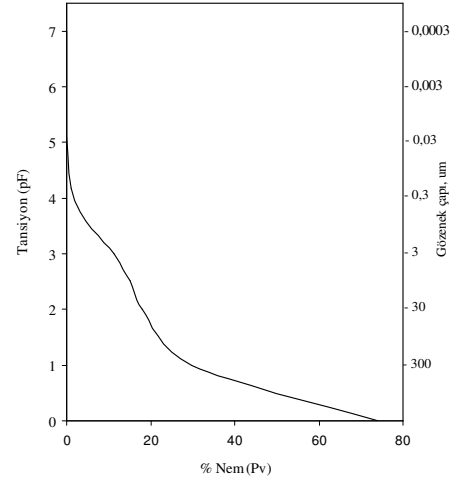
Şekil 4.25. Kars-Sarıkamış yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi



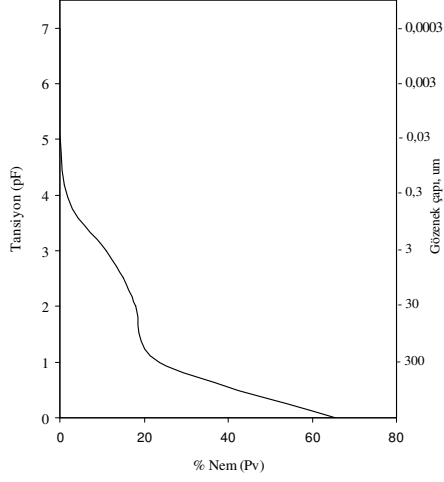
Şekil 4.26. Kars-Sarıkamış yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi



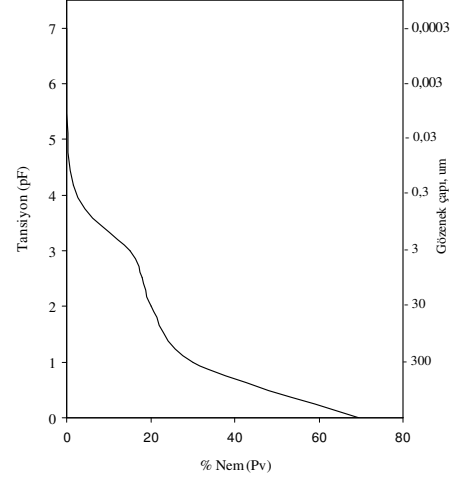
Şekil 4.27. Kars-Sarıkamış yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi



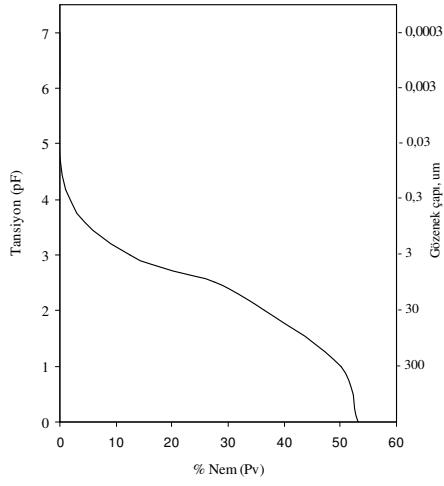
Şekil 4.28. Kars-Sarıkamış yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi



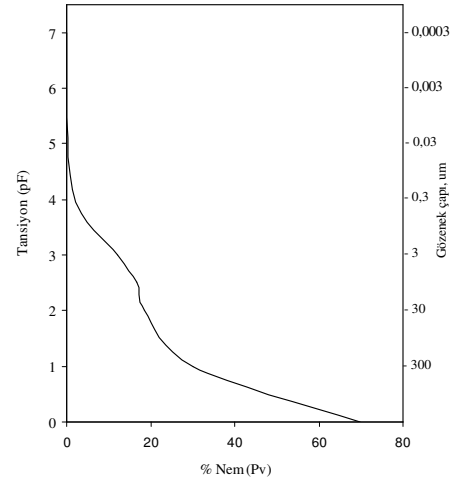
Şekil 4.29. Kars-Sarıkamış yöresi XI. Materyal grubu için pF eğrisi



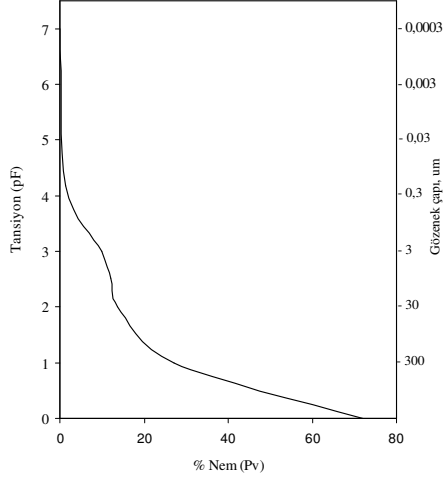
Şekil 4.30. Kars-Sarıkamış yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi



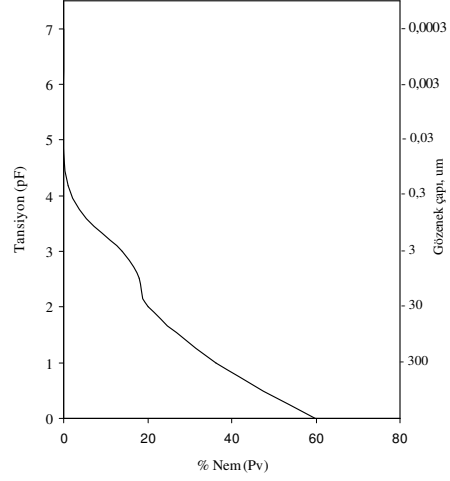
Şekil 4.31. Kars-Digor yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi



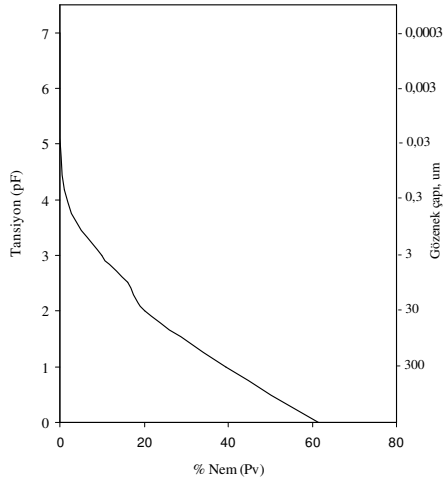
Şekil 4.32. Kars-Digor yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi



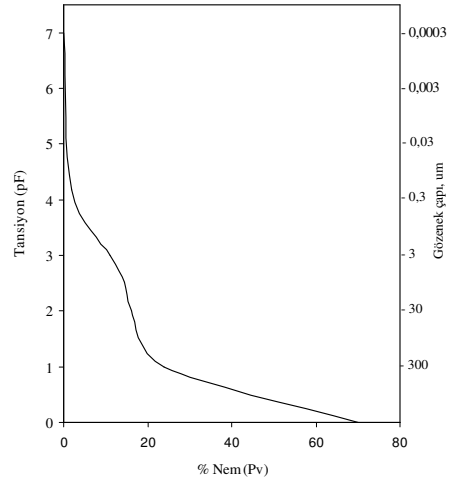
Şekil 4.33. Kars-Digor yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi



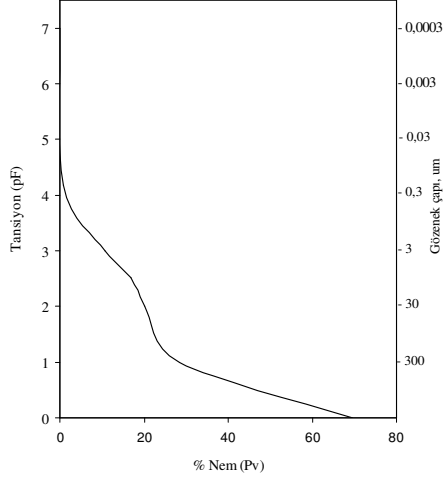
Şekil 4.34. Kars-Digor yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi



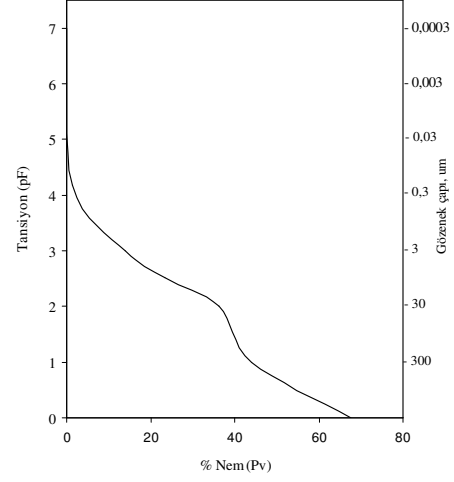
Şekil 4.35. Kars-Digor yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi



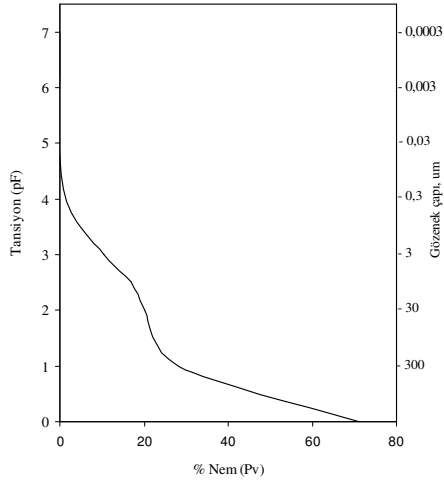
Şekil 4.36. Kars-Digor yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi



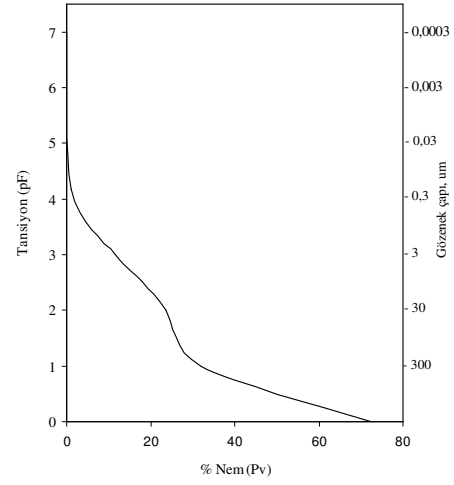
Şekil 4.37. Kars-Digor yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi



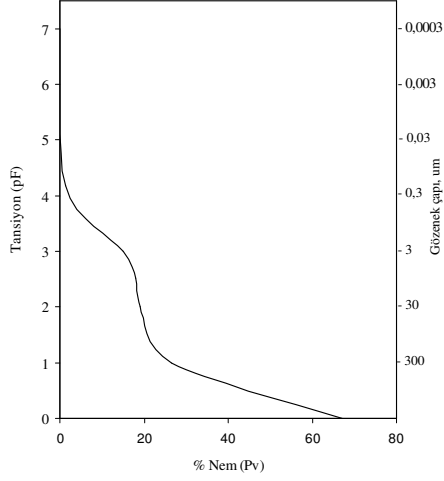
Şekil 4.38. Kars-Digor yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi



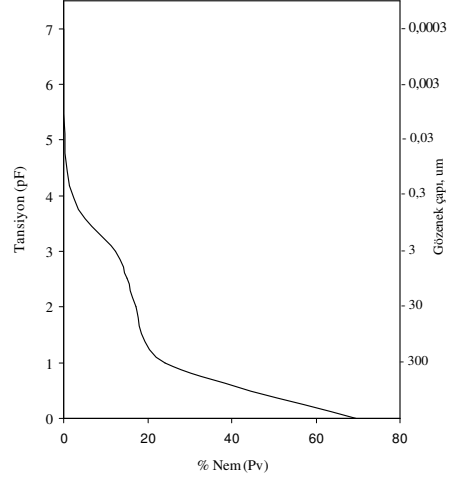
Şekil 4.39. Kars-Digor yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi



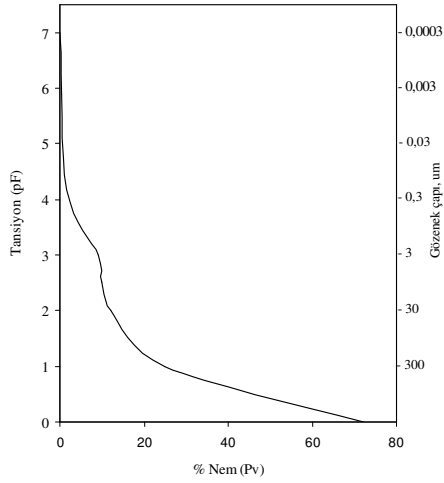
Şekil 4.40. Kars-Digor yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi



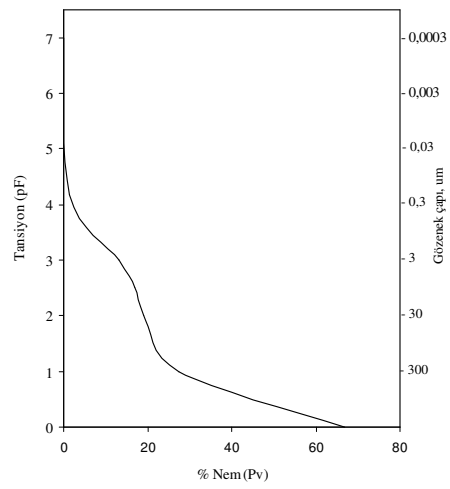
Şekil 4.41. Ağrı-Patnos yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi



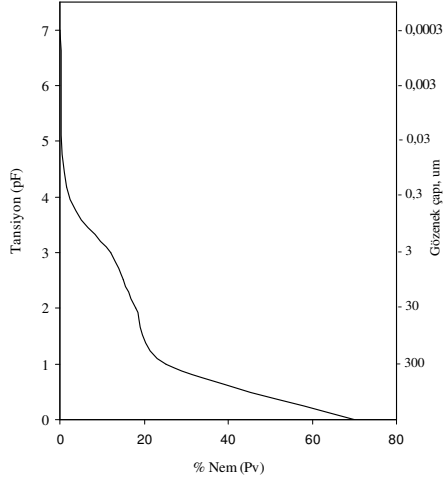
Şekil 4.42. Ağrı-Patnos yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi



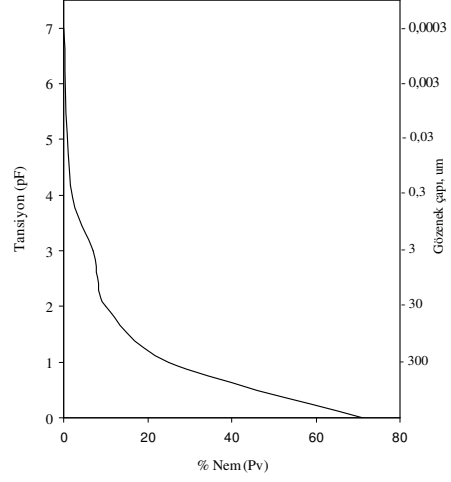
Şekil 4.43. Ağrı-Patnos yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi



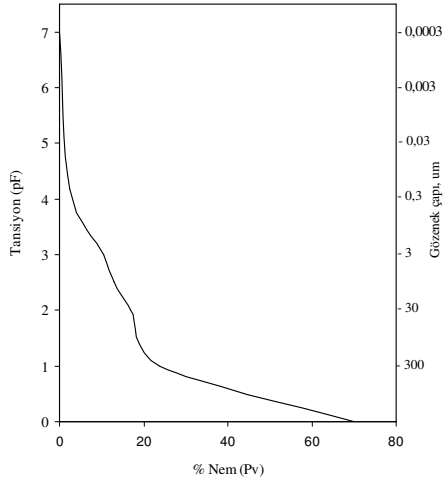
Şekil 4.44. Ağrı-Patnos yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi



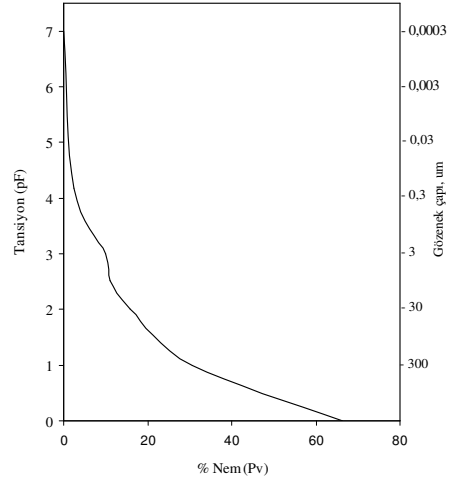
Şekil 4.45. Ağrı-Patnos yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi



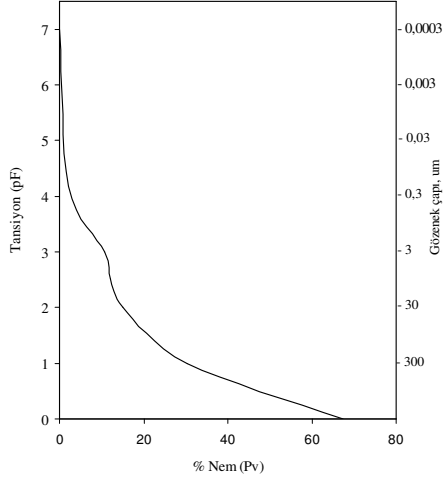
Şekil 4.46. Ağrı-Patnos yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi



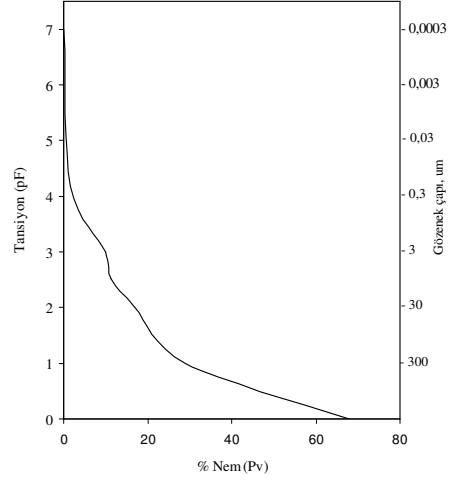
Şekil 4.47. Ağrı-Patnos yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi



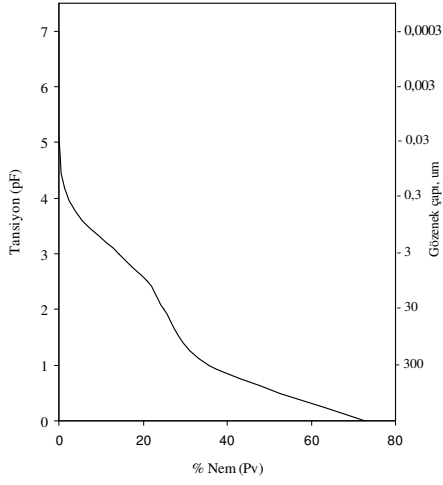
Şekil 4.48. Ağrı-Patnos yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi



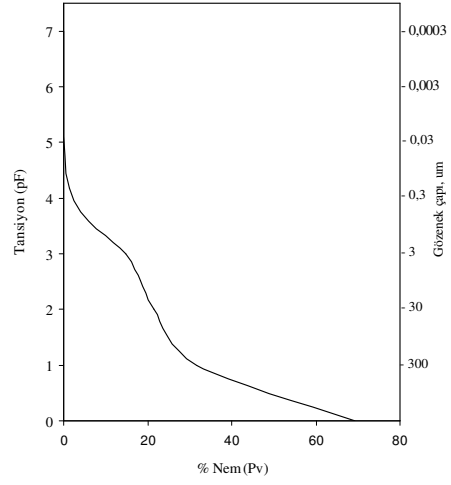
Şekil 4.49. Ağrı-Patnos yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi



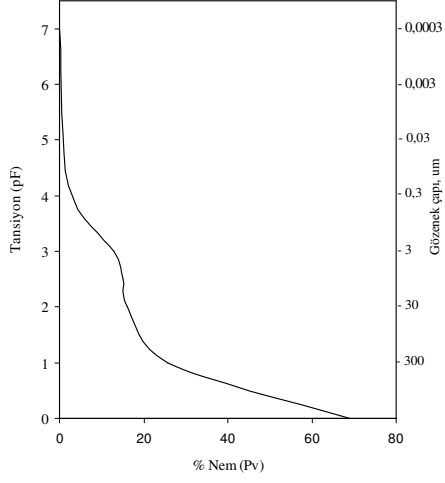
Şekil 4.50. Ağrı-Patnos yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi



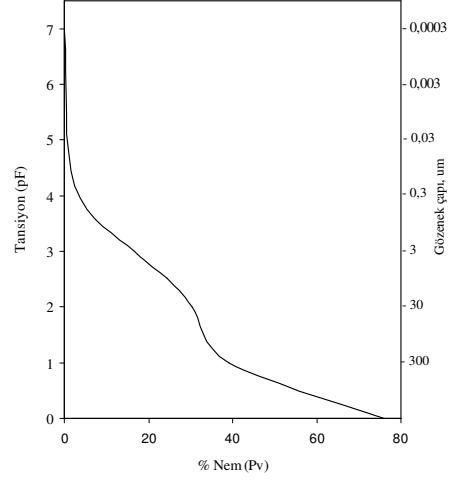
Şekil 4.51. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi I. Materyal grubu için pF eğrisi



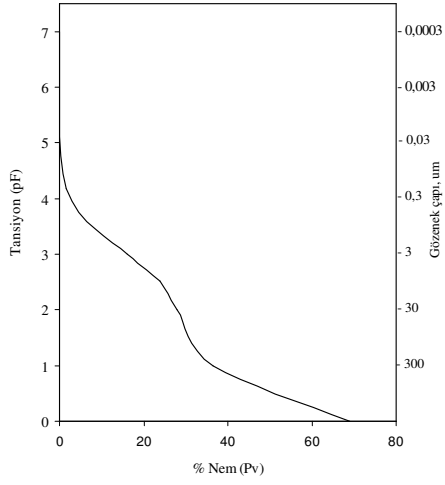
Şekil 4.52. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi II. Materyal grubu için pF eğrisi



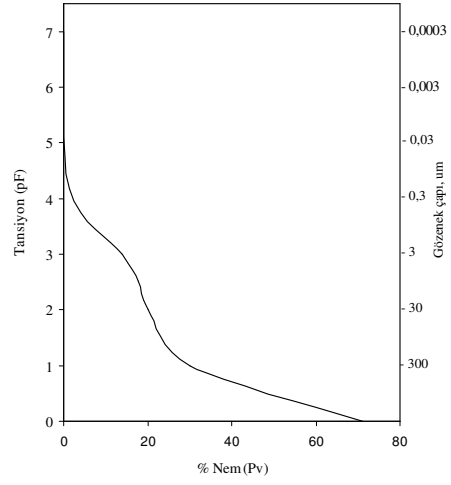
Şekil 4.53. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi III. Materyal grubu için pF eğrisi



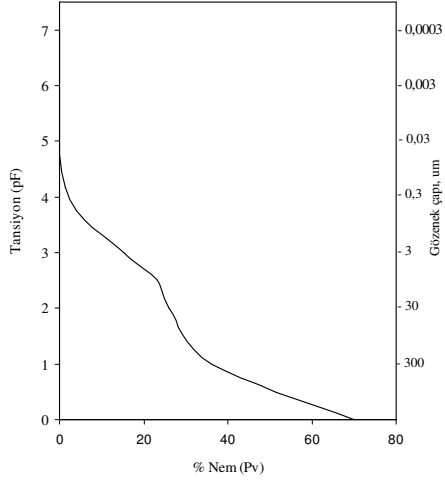
Şekil 4.54. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IV. Materyal grubu için pF eğrisi



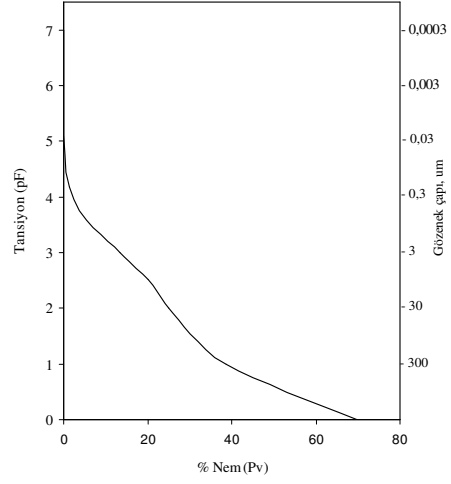
Şekil 4.55. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi V. Materyal grubu için pF eğrisi



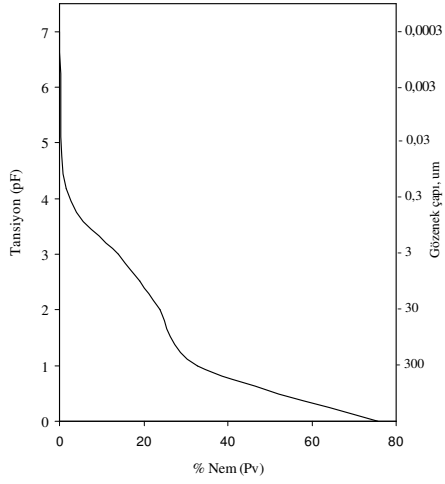
Şekil 4.56. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi VI. Materyal grubu için pF eğrisi



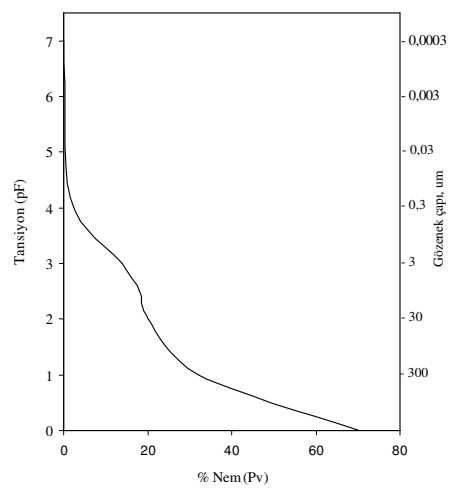
Şekil 4.57. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi VII. Materyal grubu için pF eğrisi



Şekil 4.58. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi VIII. Materyal grubu için pF eğrisi



Şekil 4.59. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IX. Materyal grubu için pF eğrisi



Şekil 4.60. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi X. Materyal grubu için pF eğrisi

Çizelge 4.3. Farklı tansiyon aralıklarında tutulan nem miktarları (Pv) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

pF	YÖRELER	MATERYAL GRUPLARI										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ort
0-2	Van-Erçiş	48,04a*	63,08d	63,08d	63,33d	52,30ab	57,32c	49,65a	55,71b	58,35c	59,69c	57,05d
	Erzurum-Pasinler	26,50a	60,65cd	63,71d	49,38bc	43,35b	63,96d	47,4b	46,34b	52,12bc	58,18c	51,16bc
	Kars-Sarıkamış	32,04a	53,13c	58,88d	49,28bc	47,54b	58,51d	47,26b	56,02cd	47,49b	49,38c	49,95bc
	Kars-Digor	16,60a	51,04d	58,36d	39,93c	41,41c	54,09d	49,56cd	31,51b	51,24d	48,91cd	44,26a
	Ağrı-Patnos	47,99a	52,44b	60,24c	47,84a	52,03b	61,27c	53,04b	50,49ab	52,35b	51,14ab	52,88c
	Ağrı-Doğubeyazıt	47,74c	47,82c	52,92d	45,66b	41,08a	51,05d	44,14ab	44,90b	51,60d	52,29cd	47,92ab
	Ort	36,48a	54,69e	59,53g	49,24bcd	46,28b	57,70fg	48,51bcd	47,49bc	52,19cde	52,93de	
0-2,52	Van-Erçiş	49,77a	63,96c	63,96c	65,87d	54,10ab	60,11bc	53,65a	59,31b	60,60bc	62,23c	59,36d
	Erzurum-Pasinler	36,71a	62,72d	65,83e	60,07d	46,09b	65,14de	52,45c	52,87c	54,71c	59,57d	55,62c
	Kars-Sarıkamış	42,14a	57,13d	60,68de	53,28c	51,54c	59,51bc	50,26bc	59,02d	50,49bc	51,52c	53,56bc
	Kars-Digor	25,46a	53,10c	60,06c	41,93b	45,41b	55,72c	52,56c	44,27b	54,24c	54,54c	48,73a
	Ağrı-Patnos	48,99a	54,50bc	62,24e	49,84ab	55,04c	63,27e	57,04cd	55,41c	55,39c	56,63c	55,84c
	Ağrı-Doğubeyazıt	51,74c	51,17c	53,92d	51,49c	45,08a	53,32cd	47,14ab	49,90bc	56,60e	52,29c	51,27ab
	Ort	42,47a	57,10de	61,11f	53,75cd	49,54b	59,51ef	52,18bc	53,47bcd	55,34cd	56,13cde	
2-3	Van-Erçiş	3,46b	2,22a	2,22a	3,29b	2,86ab	5,02cd	5,47d	6,00d	4,25c	3,55b	3,83a
	Erzurum-Pasinler	23,68d	5,07a	3,62a	17,12cd	10,16b	2,75a	7,51b	13,54c	5,00ab	4,00a	9,25bc
	Kars-Sarıkamış	18,03c	5,76a	4,79a	8,29ab	8,98b	4,00a	8,75b	6,64a	7,12a	5,13a	7,75b
	Kars-Digor	23,99c	6,65ab	3,70a	6,16ab	9,96b	4,97a	9,22b	22,27c	9,50b	12,02c	10,85c
	Ağrı-Patnos	4,08ab	4,75b	3,02a	5,80c	6,01cd	3,06a	6,47d	5,93c	4,53b	7,04d	5,05a
	Ağrı-Doğubeyazıt	10,74c	6,88b	3,01a	13,66d	11,83cd	6,02ab	10,68c	11,54c	10,16c	6,05ab	9,05bc
	Ort	13,98f	5,22abc	3,39a	9,05de	8,30cde	4,29ab	8,02cde	10,99e	6,76bcd	6,28abcd	
2,52-4,18	Van-Erçiş	8,55bc	8,09b	8,09b	6,36a	8,92c	10,37d	9,40cd	8,34b	8,96c	5,75a	8,28a
	Erzurum-Pasinler	22,75e	9,48b	6,89a	13,41c	16,07cd	8,98ab	10,02b	13,03c	10,19b	8,64ab	11,95b
	Kars-Sarıkamış	18,53e	12,98b	10,55a	14,10bc	15,08c	11,97ab	16,05cd	14,03bc	14,03bc	16,34cd	14,37c
	Kars-Digor	26,51e	15,23b	10,65a	16,83c	15,06b	12,62b	16,08bc	22,17d	16,07bc	16,98c	16,82d
	Ağrı-Patnos	16,57d	13,57c	8,36a	15,78d	13,39c	6,28a	10,52b	8,58ab	9,96b	9,71b	11,27b
	Ağrı-Doğubeyazıt	19,74cd	16,89b	12,93a	22,09d	22,52d	16,30b	21,72d	18,70c	17,48bc	16,33d	18,47e
	Ort	18,78f	12,71bcd	9,58a	14,76de	15,17e	11,09ab	13,96cde	14,14cde	12,78bcd	12,29bc	

*p < 0,01

Yörelere dikkate alındığında pF=0-2 ve pF=0-2,52 aralıklarında tutulan en yüksek nem miktarı Van-Erçiş yöresi pomzası, en düşük nem miktarı ise Kars-Digor yöresi pomzasında belirlenmiştir. Van-Erçiş yöresi pomzasının pF=0-2 aralığında tuttuğu nem miktarı Kars-Digor yöresi pomzasında tutulan nem miktarının 1,29 katı, pF=0-2,52 aralığında ise 1,22 katı çıkmıştır. Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış ve Ağrı-Patnos yöreleri pomzaları ise aynı grupta yer alarak diğerlerinden istatistiki olarak önemli derecede farklı bulunmuştur. pF=2-3 aralığında tutulan en yüksek nem miktarı Kars-Digor yöresi pomzasında, en düşük nem miktarı ise Van-Erçiş yöresi pomzasında

belirlenmiştir. Kars-Digor yöresi pomzasının $pF=2-3$ aralığında tuttuğu nem miktarı Van-Erciş yöresi pomzasında tutulan nem miktarının 2,83 katı çıkmıştır. $pF=2,52-4,18$ aralığında tutulan en yüksek nem miktarı Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzasında, en düşük nem miktarı ise Van-Erciş yöresi pomzasında belirlenmiştir. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzasının $pF=2,52-4,18$ aralığında tuttuğu nem miktarı Van-Erciş yöresi pomzasında tutulan nem miktarının 2,23 katı çıkmıştır (Çizelge 4.3).

Materyal grupları dikkate alındığında $pF=0-2$ ve $pF=0-2,52$ aralıklarında tutulan en yüksek nem miktarı III. materyal grubunda, en düşük nem miktarı ise I. materyal grubunda belirlenmiştir. III. materyal grubunun $pF=0-2$ aralığında tuttuğu nem miktarı I. materyal grubunda tutulan nem miktarının 1,63 katı, $pF=0-2,52$ aralığında ise 1,44 katı çıkmıştır. $pF=2-3$ ve $pF=2,52-4,18$ aralıklarında tutulan en yüksek nem miktarı I. materyal grubunda, en düşük nem miktarı ise III. materyal grubunda belirlenmiştir. I. materyal grubunun $pF=2-3$ aralığında tuttuğu nem miktarı III. materyal grubunda tutulan nem miktarının 4,12 katı, $pF=2,52-4,18$ aralığında ise 1,96 katı çıkmıştır. $pF=0-2$ ve $pF=0-2,52$ aralıklarında tutulan nem miktarlarının, materyal gruplarındaki büyük tane oranı arttıkça arttığı, $pF=2-3$ ve $pF=2,52-4,18$ aralıklarında ise küçük tane oranı arttıkça tutulan nem miktarının arttığı gözlenmektedir (Çizelge 4.3).

Yöreler ve materyal grupları birlikte dikkate alındığında ise $pF=0-2$ aralığında tutulan en yüksek nem miktarı Erzurum-Pasinler yöresi VI. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi III. materyal grubunda, üçüncü olarak Van-Erciş yöresi IV. materyal grubunda; en düşük nem miktarı ise Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarak Kars-Digor yöresi VIII. materyal grubunda belirlenmiştir. $pF=0-2,52$ aralığında tutulan en yüksek nem miktarı Van-Erciş yöresi IV. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi III. materyal grubunda, üçüncü olarak Erzurum-Pasinler yöresi VI. materyal grubunda; en düşük nem miktarı ise Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarak Kars-Digor yöresi IV. materyal grubunda belirlenmiştir. $pF=2-3$ aralığında tutulan en yüksek nem miktarı Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I.

materyal grubunda, üçüncü olarakta Kars-Sarıkamış yöresi I. materyal grubunda; en düşük nem miktarı ise Van-Erciş yöresi II. ve III. materyal gruplarında, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarakta Van-Erciş yöresi V. materyal grubunda belirlenmiştir. $pF=2,52-4,18$ aralıklarında en yüksek nem miktarı Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarakta Ağrı-Doğubeyazıt yöresi V. materyal grubunda; en düşük nem miktarı ise Van-Erciş yöresi X. materyal grubunda, ikinci olarak Ağrı-Patnos yöresi VI. materyal grubunda, üçüncü olarakta Van-Erciş yöresi IV. materyal grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

İyi bir yetiştirme ortamının; yeterli havalanmayı sağlayabilmesi, yeterli su tutma kapasitesine sahip olması ve suyun önemli bir kısmınıda düşük tansiyonlarda (<1 atm) tutması arzu edilir (Ünver vd. 1992; Özgümüş ve Kaplan 1992; Şahin vd. 1997). Dolayısıyla 1 atm'den daha düşük tansiyonlarda tutulan su miktarına göre en uygun ortamların Erzurum-Pasinler yöresi pomzası $4-8$ mm materyal grubunda (%67,33), ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi pomzası %50 $2-4$ mm+%50 $4-8$ mm materyal grubunda (%66,71) , üçüncü olarakta Van-Erciş yöresi pomzası %50 <2 mm+%50 $2-4$ mm materyal grubunun (%66,62) daha elverişli olduğu söylenebilir.

4.5. Gözenek büyüklük dağılımı

Gözenek büyüklük dağılımları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Gözenek büyüklük dağılımları (%) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Gözenek çapı μm	YÖRELER	MATERYAL GRUPLARI										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ort
>100	Van-Erciş	44,44a*	58,37de	60,68e	60,53e	50,00b	53,12c	46,45a	51,61bc	52,80c	56,43d	53,44d
	Erzurum-Pasinler	16,42a	56,82f	60,93g	43,08c	38,69b	61,31g	42,75c	41,97c	47,92d	52,08e	46,20bc
	Kars-Sarıkamış	24,04a	47,23d	54,88f	45,17cd	40,14b	46,81d	43,16c	50,42e	46,19d	45,42cd	44,35b
	Kars-Digor	7,06a	45,89d	52,86f	30,53c	29,41bc	51,44f	46,76de	27,58b	47,74e	45,34d	38,46a
	Ağrı-Patnos	45,89b	50,40bc	54,84d	44,74a	50,04bc	54,47d	51,44c	43,31a	44,11a	45,50a	48,47c
	Ağrı-Doğubeyazıt	43,94bc	42,66bc	49,72f	41,77b	37,78a	46,48d	39,34a	37,20a	48,20e	44,39cd	43,15b
	Ort	30,30a	50,23cde	55,65e	44,30bc	41,01b	52,27de	44,98bc	42,02b	47,83cd	48,19cd	
100-30	Van-Erciş	3,50a	2,80a	2,40a	2,80a	2,30a	4,10a	3,30a	4,20a	7,80b	2,80a	3,60a
	Erzurum-Pasinler	10,74c	4,10ab	2,60a	5,90b	4,70ab	2,70a	4,70ab	4,90ab	4,30ab	6,20b	5,08abc
	Kars-Sarıkamış	7,90c	6,20bc	8,00c	3,90ab	7,40c	11,90d	4,20ab	4,90abc	1,80a	4,10ab	6,03bc
	Kars-Digor	10,00ef	5,60bc	5,40bc	9,40de	12,00f	2,70a	2,80a	3,90ab	3,50ab	7,30cd	6,26c
	Ağrı-Patnos	2,20a	1,90a	5,40b	3,20a	2,30a	6,90bc	1,80a	5,30b	8,30c	5,60b	4,29ab
	Ağrı-Doğubeyazıt	3,60ab	4,90abc	3,20a	3,90ab	7,30cd	4,60ab	4,60ab	7,50d	3,40ab	5,90bc	4,89abc
	Ort	6,32b	4,25ab	4,50ab	4,85ab	6,00b	5,48ab	3,57a	5,11ab	4,85ab	5,32ab	
30-3	Van-Erciş	3,30abc	3,30abc	2,40ab	3,60bc	3,00abc	5,00cd	5,40cd	6,00d	2,00ab	1,10a	3,51a
	Erzurum-Pasinler	22,90f	4,80a	4,10a	17,48e	10,10c	3,10a	7,30b	12,90b	5,10a	3,80a	9,16cd
	Kars-Sarıkamış	17,90f	5,70c	0,90a	7,90cde	8,20de	3,80b	8,40e	7,50cde	5,90bcd	5,10d	7,13bc
	Kars-Digor	23,80d	6,20ab	3,79a	6,20ab	9,90c	4,60a	9,30c	22,20d	9,60c	8,40bc	10,40d
	Ağrı-Patnos	4,10abc	5,10bcd	2,80a	5,80cd	5,70cd	3,00ab	6,40cde	8,10e	4,40abc	7,00de	5,24ab
	Ağrı-Doğubeyazıt	10,90d	6,90b	3,30a	10,30cd	8,00bc	6,10b	11,00d	11,70d	10,40cd	6,20b	8,48cd
	Ort	13,82e	5,33abc	2,88a	8,55d	7,48cd	4,27ab	7,97cd	11,40e	6,23bcd	5,27abc	
<3	Van-Erciş	8,00ab	8,70ab	8,00ab	8,40ab	9,00ab	10,10b	9,50ab	6,90a	8,00ab	8,80ab	8,54a
	Erzurum-Pasinler	10,30c	8,00ab	6,70a	7,92ab	9,60c	8,10abc	8,70abc	7,10a	8,80abc	7,10a	8,23a
	Kars-Sarıkamış	11,80b	12,00b	8,90a	11,30ab	11,80b	10,00ab	11,50ab	11,20ab	11,60ab	14,90c	11,50b
	Kars-Digor	12,20abc	12,00abc	10,01a	13,80bc	10,10a	11,40a	10,70a	14,00c	10,40a	11,50ab	11,61b
	Ağrı-Patnos	14,80e	12,10cd	9,20ab	13,10de	12,00cd	6,90a	10,40bc	9,70bc	10,70bcd	9,90bc	10,88b
	Ağrı-Doğubeyazıt	14,30bc	14,90bc	12,70a	20,00c	16,00b	13,90bc	15,20bc	13,50bc	13,60bc	13,80bc	14,79c
	Ort	11,90cd	11,28bcd	9,25a	12,42d	11,42bcd	10,07ab	11,00bcd	10,40abc	10,52abc	11,00bcd	

*p < 0,01

Yöreler dikkate alındığında en fazla büyük gözenek (>100 μm) miktarı Van-Erciş yöresi pomzasında, en az büyük gözenek miktarı ise Kars-Digor yöresi pomzasında belirlenmiştir. Van-Erciş yöresi pomzasının büyük gözenek miktarı, Kars-Digor yöresi pomzası büyük gözenek miktarının 1,39 katı çıkmıştır. En fazla orta gözenek (100-30 μm) miktarı Kars-Digor yöresi pomzasında, en az orta gözenek miktarı ise Van-Erciş yöresi pomzasında belirlenmiştir. Kars-Digor yöresi pomzasının orta gözenek miktarı, Van-Erciş yöresi pomzası orta gözenek miktarının 1,74 katı çıkmıştır. En fazla küçük gözenek (30-3 μm) miktarı Kars-Digor yöresi pomzasında, en az küçük gözenek miktarı

ise Van-Erciş yöresi pomzasında belirlenmiştir. Kars-Digor yöresi pomzasının küçük gözenek miktarı, Van-Erciş yöresi pomzası küçük gözenek miktarının 2,96 katı çıkmıştır. En fazla çok küçük gözenek ($<3 \mu\text{m}$) miktarı Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzasında, en az çok küçük gözenek miktarı ise Erzurum-Pasinler yöresi pomzasında belirlenmiştir. Ağrı-Doğubeyazıt yöresi pomzasının çok küçük gözenek miktarı, Erzurum-Pasinler yöresi pomzası çok küçük gözenek miktarının 1,80 katı çıkmıştır (Çizelge 4.4).

Materyal grupları dikkate alındığında en fazla büyük gözenek miktarı III. materyal grubunda, en az büyük gözenek miktarı ise I. materyal grubunda belirlenmiştir. III. materyal grubu pomzasının büyük gözenek miktarı, I. materyal grubu pomzası büyük gözenek miktarının 1,84 katı çıkmıştır. En fazla orta gözenek miktarı I. materyal grubunda, en az orta gözenek miktarı ise VII. materyal grubunda belirlenmiştir. I. materyal grubu pomzasının orta gözenek miktarı, VII. materyal grubu pomzası orta gözenek miktarının 1,77 katı çıkmıştır. En fazla küçük gözenek miktarı I. materyal grubunda, en az küçük gözenek miktarı ise III. materyal grubunda belirlenmiştir. I. materyal grubu pomzasının küçük gözenek miktarı, III. materyal grubu pomzası küçük gözenek miktarının 4,80 katı çıkmıştır. En fazla çok küçük gözenek miktarı IV. materyal grubunda, en az çok küçük gözenek miktarı ise III. materyal grubunda belirlenmiştir. IV. materyal grubu pomzasının çok küçük gözenek miktarı, III. materyal grubu pomzası çok küçük gözenek miktarının 1,34 katı çıkmıştır (Çizelge 4.4).

Yörelere ve materyal grupları birlikte dikkate alındığında ise en fazla büyük gözenek miktarı Erzurum-Pasinler yöresi VI. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi III. materyal grubunda, üçüncü olarak Van-Erciş yöresi III. materyal grubunda; en az büyük gözenek miktarı Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarak Kars-Sarıkamış yöresi I. materyal grubunda belirlenmiştir. En fazla orta gözenek miktarı Kars-Digor yöresi V. materyal grubunda, ikinci olarak Kars-Sarıkamış yöresi VI. materyal grubunda, üçüncü olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda; en az orta gözenek miktarı ise Ağrı-Patnos yöresi VII. ve Kars-Sarıkamış yöresi IX. materyal gruplarında , ikinci

olarak Ağrı-Patnos yöresi II. materyal grubunda, üçüncü olarak Ağrı-Patnos yöresi I. materyal grubunda belirlenmiştir. En fazla küçük gözenek miktarı Kars-Digor yöresi I. materyal grubunda, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi I. materyal grubunda, üçüncü olarak Kars-Digor yöresi VIII. materyal grubunda; en az küçük gözenek miktarı ise Kars-Sarıkamış yöresi III. materyal grubunda, ikinci olarak Van-Erciş yöresi X. materyal grubunda, üçüncü olarak Van-Erciş yöresi IX. materyal grubunda belirlenmiştir. En fazla çok küçük gözenek miktarı Ağrı-Doğubeyazıt yöresi IV. materyal grubunda, ikinci olarak Ağrı-Doğubeyazıt yöresi V. materyal grubunda, üçüncü olarak yine Ağrı-Doğubeyazıt yöresi VII. materyal grubunda; en az çok küçük gözenek miktarı ise Erzurum-Pasinler yöresi III. materyal grubunda, ikinci olarak Van-Erciş yöresi VIII. ve Ağrı-Patnos VI. materyal gruplarında, üçüncü olarak Erzurum-Pasinler yöresi VIII. ve X. materyal gruplarında belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Herhangi bir ortamda tutulan su miktarı, havalanma ve drenaj olanakları porozite değeri ve daha çok gözenek büyüklüğü ve gözenek büyüklük dağılımı ile yakından ilişkilidir (Topp and Zepchuk 1979). Çizelge 4.4. incelendiğinde havalanma ve drenajı sağlayan büyük gözeneklerin miktarı en fazla Erzurum-Pasinler yöresi %50 2-4 mm+%50 4-8 mm materyal grubu pomzasında, ikinci olarak Erzurum-Pasinler yöresi 4-8 mm materyal grubu pomzasında, üçüncü olarak Van-Erciş %50 <2 mm+%50 2-4 mm materyal grubu pomzasında belirlenmiştir.

5. SONUÇ

Bu araştırmada Van-Erciş, Erzurum-Pasinler, Kars-Sarıkamış, Kars-Digor, Ağrı-Patnos ve Ağrı-Doğubeyazıt pomzalarının sulama açısından önemli olan kütle yoğunluğu, tane yoğunluğu, porozite, farklı tansiyonlarda tutulan nem miktarları ve gözenek büyüklük dağılımı gibi bazı özellikleri 3 farklı tane büyüklüğü kullanılarak oluşturulmuş 10 farklı materyal grubu dikkate alınarak incelenmiş, aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır;

- En yüksek kütle yoğunluğu değeri Kars-Digor yöresi <2 mm materyal grubunda ($1,15 \text{ g/cm}^3$), en düşük kütle yoğunluğu değeri Van-Erciş yöresi pomzası %50 <2 mm+%50 2 – 4 mm materyal grubunda ($0,55 \text{ g/cm}^3$) belirlenmiştir. Kütle yoğunlukları normal topraklardaki değerlerden daha düşük çıkmıştır.
- En düşük tane yoğunluğu değeri Van-Erciş pomzasında ($2,24 \text{ g/cm}^3$) belirlenmiştir. Pomza için belirlenen değerler organik maddece zengin topraklardaki değerlere yakın bulunmuştur.
- En yüksek porozite değeri Ağrı - Doğubeyazıt yöresi pomzası %50<2 mm+%50 2 – 4 mm materyal grubunda (%75,97), en düşük porozite değeri ise Kars - Digor yöresi <2 mm materyal grubunda (%53,06) belirlenmiştir. Porozite değerleri genel olarak yüksek değerlerin gözlendiği ağır bünyeli topraklardakine yakın ve daha yüksek çıkmıştır.
- Düşük tansiyonlarda (<1 atm) tutulan en yüksek nem miktarı Erzurum – Pasinler yöresi pomzası 4 – 8 mm materyal grubunda (%67,33), en düşük nem miktarı ise Kars-Digor <2 mm materyal grubunda (%40,59) belirlenmiştir. Düşük tansiyonlarda tutulan su miktarı topraklarınkine göre daha fazladır.
- Büyük gözenek (>100 μm) miktarı en fazla Erzurum – Pasinler yöresi pomzası %50 2 – 4 mm+%50 4 - 8 mm materyal grubunda (%61,31), en az büyük gözenek miktarı ise Kars-Digor yöresi <2 mm materyal grubunda (%7,06) belirlenmiştir. Kök havalanmasının çok daha önemli olduğu sera koşullarında daha fazla havalanma sağlaması için büyük gözenek miktarının fazla olması

istenir. Kars-Digor yöresi <2 mm materyal grubu dışında bütün materyaller büyük gözenek açısından yeterlidir hatta çoğusunda bu oran fazladır. Orta gözenek (100-30 μ m) miktarı en fazla Kars-Digor yöresi %50<2 mm+%50 4 – 8 mm materyal grubunda (%12,00), en düşük orta gözenek miktarı ise Ağrı-Patnos yöresi %33,3 <2 mm+%33,3 2 – 4 mm+%33,3 4 - 8 mm ve Kars-Sarıkamış yöresi %50 2-4 mm+%25 <2 mm+%25 4 - 8 mm materyal gruplarında (%1,80) belirlenmiştir. Orta gözenekler su iletiminde etkilidirler. Küçük gözenek (30-3 μ m) miktarı en fazla Kars-Digor yöresi <2 mm materyal grubunda (%23,80), en az küçük gözenek miktarı ise Kars-Sarıkamış yöresi 4 – 8 mm materyal grubunda (%0,90) belirlenmiştir. Küçük gözenekler suyun tutulmasında etkilidirler. Çok küçük gözenek (<3 μ m) miktarı en fazla Ağrı-Doğubeyazıt yöresi %50 <2 mm+%50 2 – 4 mm materyal grubunda (%20,00), en az çok küçük gözenek miktarı ise Erzurum-Pasinler yöresi 4 - 8 mm materyal gruplarında (%6,70) belirlenmiştir. Çok küçük gözeneklerde tutulan suyun bitki yetiştiriciliği açısından bir önemi yoktur.

Çalışma sonucunda, yörelerdeki pomzaların belirlenen sulama özellikleri açısından yetiştirme ortamı olarak genelde uygun olduğu, özellikle havalanma ve düşük tansiyonlarda su tutuma açısından Van – Erçiş ve Erzurum-Pasinler yörelerine ait pomzaların 2-4 mm ile 4-8 mm tane büyüklükleri ile bu tane büyüklüklerinin oluşturduğu karışımların yetiştirme ortamı olarak daha da uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alan, R. Padem, H. ve Zülkadir, A. 1992. Serada Domates ve Hıyar Yetiştiriciliğinde Perlit Kullanımı. Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu, 29-30 Haziran 1992, İzmir, 70-76.
- Angel, L. 1981. Physical and Physicochemical Properties of the Volcanic Materials Used in Hydropony. *Acta Horticulturae*, 126:51-56.
- Anonim, 1995. Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü, Yıllık Raporları, 1970 – 1995, Ankara.
- Anonymous, 1996. Çimento Ham Maddeleri ve Yapı Maddeleri. 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Cilt: 1-2-3 DPT, Ankara.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk Density. In *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods* (Ed: A. Klute). Madison, Wisconsin, USA.
- Chen, Y. Banın, A. and Ataman, Y. 1980. Characterization of Particles and Pores Hydraulic Properties and Water Air Ratios of Artificial Growth Medias and Soils. I. Intern. Congr. on Soilless Culture, Wageningen, 63-82.
- Clamens, G. and Singer, A. 1992. Ameliorating Chlorosis-Inducing Soils with Rock Materials of Varying porosity and Iron Content. *Soil Sci.*, 56(3):807-813.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:267.
- Dinç, U., Gezerel, O., Çevik, B., ve Kaşka, N. 1984. A: Preliminary Study on the Effect of Volcanic Ash and Organic Soil for Early Production, Yield and Quality of Tomatoes. *Acta Hort.*, 150:277-281.
- Einarsson, S. and Gudmunsson, J., S. 1993. Production of Rhizobium Inoculants for *Lupinus nootkatensis* on Nutrient – Supplemented Pumice. *Appl.*, 59(11), 366-368.
- Eltez, R., Tüzel Y., Tüzel İ., Gül A. ve Demirelli A. 2002. Besici Film Tekniğinde (NFT) Sürekli ve Fasıllı Akışın Domates Yetiştiriciliğinde Verim, Kalite ve Su Tüketimine Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 39(1):17-29.
- Gardner, W.H. 1986. Water Content. In: *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods* (Ed: A. Klute). Madison, Wisconsin, USA.
- Gemalmaz, E. 1989. Gözenekli Ortam Hidroliği (Lisansüstü Ders Notları). Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Gül, A. ve Sevgican, A. 1992. Topraksız Ortamların Sera Hıyar Yetiştiriciliğinde Uygunluğu. Türkiye 1. Bahçe Bit. Kong. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bonova-İzmir.
- Güngör, Y. ve Yıldırım, O. 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1155.
- Hartman, H.D. and Zengerle, S. 1979. Die Kultur Der Tomates in Folie Scontoinern Mit Lorf. *Gemüse* 15 (4):146-150.
- Karaman, M. 1993. Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Pomza Taşının Farklı Azot Dozlarında Mısır Bitkisinin Gelişmesine Etkisi. Gazi Osman Paşa Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

- Kuşlu, Y., Şahin, Ü., Anapalı, Ö. ve Şahin, S. 2005. Türkiye'nin Farklı Yörelerindeki Pomzaların Havalanma Porozitesi ve Su Tutma Kapasitesi Açısından Tarımda Kullanılabilir Olanakları. Türkiye Pomza Sempozyumu ve Sergisi, 15-17 Eylül 2005, Isparta, 301-306.
- Kütük, C. ve Çaycı, G. 2000. Ağaç Kabuğunun yetiştirme ortamı olarak begonya (*Begonia semperflorens*) bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması. A.Ü.Z.F. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2):54-58.
- Leque, A. 1981. Retention of Lons by Volcanic Sand Uses in Hydroponic Cultures. Acta Hort., 126:57-64.
- Linardakis, D. K. and Manios, V. I. 1991 Hydroponic Culture of Strawberries in Plastic Greenhouse ina Vertical System. Acta Hort., 287:317-326.
- Munsuz, N., Ataman Y. ve Ünver I. 1982. Tarımda Yetiştirme Ortamları ve Perlit Etibank Yayın No: 798, Ankara
- Özbek, H., Kaya, Z. ve Kaplan, H. 1993. Toprak Bilimi. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana.
- Özgümüş, A. 1992. Topraksız Yetiştiricilik (Hidroponik) Dersi Yayınlanmamış Ders Notları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa.
- Özgümüş, A. 1997. Türkiyenin Değişik Yörelerinde Yer Alan Pomzaların Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Uludağ Üniv. Proje No:97/09.
- Özgümüş, A ve Kaplan, M. 1992. Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Perlitin Önemi ve Topraksız Kültürde Perlitten Yararlanma Olanakları. Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu, 29-30 Haziran 1992, İzmir, 49-57.
- Paksoy, M. 1995. Domateste Topraksız Yetiştiricilikte Değişik Substrat Karışımları ve Bitki Kök Bölgeleri Isıtmasının Bitki Gelişimi Verim, Erkencilik ve Ürün Kalitelerine Etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Adana.
- Sahin, Ü., Anapalı, Ö. and Ercişli, S. 2002. Physico- Chemical and Physical Properties of some Substrates Used in Horticulture. Gartenbauwissenschaft, 67(2): 55-60.
- Sahin, Ü., Örs S., Ercişli S., Anapalı Ö. And Eşitken A. 2005. Effect of Pumice Amendment on Physical Soil Properties and Strawberry Plant Growth. Journal of Central European Agriculture, 6(3): 365-366.
- Sezgin, A., Gerçek, V., Şahin, A. ve Sıvacıoğlu, A. 2002. Tüplü Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanı Gazi Üniv. Orman Fakültesi, Orman Müh. Bölümü, Kastamonu.
- Szmidt, R.A.K., Hall D.A. and Hitchon, G.M.1988. House Tomatoes Acta Hort., 221: 371-376.
- Şahin, Ü., Hanay, A. ve Anapalı, Ö. 1997. Seralarda Topraksız Kültürde Pomzanın Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildirileri, 26-28 Haziran 1997, Isparta, 133-139.
- Şahin, Ü., Anapalı, Ö. ve Hanay, A. 1999. Damla Sulamada Farklı Debi ve Su Miktarının Pomza ve Perlitte Nem Dağılımına Etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23(4): 999-1010.
- Şahin, Ü., Özdengiz A., Zülkadir A. ve Alan R. 1998. Sera Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bitkisinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının verim, Kalite ve Bitki Gelişmesine Olan Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22(1): 71-79.

- Şimşek, G., 1996. Toprak Mineralojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 187
- Topp, G. C. and Zebchuk, W. 1979. The determination of soil-water desorption curves for soil cores. Can. J. Soil.Sci. 59:19-26.
- Unver, I., Ataman, Y., Çanga, M.R. and Munsuz, N. 1989. Buffering Capacities of Some Minarel and Organic Substrates. Acta Horticulturea, 238: 83-97.
- Ünver, I., Munsuz, N., Ataman, Y. ve Baran, A. 1992. Perlitin Bitki Yetiştirme Açısından Fiziksel Özellikleri. Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu, 29-30 Haziran 1992, İzmir, 28-34.
- Varış, S. ve Altay, H. 1992. Torba Hacmi ve Perlit İriliğinin, Isıtılmayan Cam Serada Perlit Torba Kültürüyle Yetiştirilen Yaprak Salatada, Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi. Türkiye I. Tarımda Perlit Sempozyumu, 29-30 Haziran 1992, İzmir, 83-89.
- Verdonck, O. 1983. New Developments in The Use of Graded Perlite in Horticultural Substrates. Acta Horticulturae, 150: 575-582.
- Verdonck, O. 1984. New Developments in The Use of Graded Perlite in Horticultural Substrates. Acta Horticulturae, 150: 575-581.
- Zülkadir, A. 1992. Farklı Yetiştirme Ortamlarının Serada Yetiştirilen Domatestes Bitki Gelişmesi, Verim ve Kaliteye Olan Etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1998 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nden 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen aynı Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.