

**Hacettepe Üniversitesi**

**Fen Fakültesi İstatistik Bölümü**

**Dönem Ödevi**

**Metin USLU**

**İstatistiksel Deney Tasarımı**

**Ankara 2013**

**Soru 1:** 32 hafta süresince yapılan domates yetiştirme deneyinde domates ağırlıklarına bitki yoğunluğu (1.Hektar/8000, 2.Hektar/12000), sera yönü (1.Güney, 2.Kuzey), zaman

(1. 10. Hafta, 2. 19. Hafta) etkisi araştırılmıştır.

Her deneme kombinasyonu için 3 ölçüm alınmıştır.

-Yönler arası, Bitki yoğunlukları arası fark olup olmadığını,

-Yön Bitki Yoğunluğu etkileşimini, Hafta Yön etkileşimini,

-Aynı yoğunlukta haftalar arası fark olup olmadığını araştıran model denklemini yazınız.

Bitki yoğunluğu, yön özel seçimli, haftalar rasgele seçimli olarak alınacaktır.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hafta** | **10. Hafta** | | **19. Hafta** | |
| **Yön/Yoğun** | **Hektar/8000** | **Hektar/12000** | **Hektar/8000** | **Hektar/12000** |
| **Güney** | 8,32 | 9,04 | 10,80 | 10,63 |
| 7,66 | 7,00 | 9,25 | 10,09 |
| 7,25 | 7,76 | 9,92 | 10,60 |
| **Kuzey** | 6,86 | 8,90 | 6,79 | 6,11 |
| 6,94 | 7,05 | 7,61 | 8,75 |
| 7,70 | 6,04 | 8,06 | 8,86 |

**2k Deney Düzeni ve Tekrar Sayısı:3**

**Cevap Değişkeni:** Domates ağırlıkları

**İstenen Sonuç:** Domates ağırlıklarını artırma

23 \* 3 =24 Deneme Kombinasyonu

**Tanımlayıcı İstatistikler**

Etkenlere ait bazı tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Ortalama** | **Standart Sapma** | **Min.** | **Mak.** | **N** |
| 10 | 8,097 | 1,275 | 6,790 | 10,800 | 12 |
| 19 | 8,402 | 1,614 | 6,040 | 10,630 | 12 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bitki Yoğunluğu** | **Ortalama** | **Standart Sapma** | **Min.** | **Mak.** | **N** |
| Hektar/8000 | 8,097 | 1,275 | 6,79 | 10,8 | 12 |
| Hektar/12000 | 8,402 | 1,614 | 6,04 | 10,63 | 12 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sera Yönü** | **Ortalama** | **Standart Sapma** | **Min.** | **Mak.** | **N** |
| Güney | 9,027 | 1,395 | 7,000 | 10,800 | 12 |
| Kuzey | 7,473 | 1,010 | 6,040 | 8,900 | 12 |

**Model Denklemi**

yijk=µ + (yön)i + (yoğunluk)j + (yön\*yoğunluk)ij + hafta(yoğunluk)k(j) + yön\*hafta(yoğunluk)ik(j) + εijk(l)

i=1,2; j=1,2; k=1,2

**Çözüm**

**Normallik Varsayımı**

* H0: Domates ağırlıkları ile normal dağılım arasında fark yoktur.

HS: Domates ağırlıkları ile normal dağılım arasında fark vardır.



**P=0,100 > α=0,05** olduğundan H0 reddedilemez. Domates ağırlıkları ile normal dağılım arasında fark olmadığını %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

**Not:** Soruda α değeri belirtilmediği için 0,05 olarak alınmıştır.



**Yorum:** Y(Domates Ağırlığı) için Ana Etkiler Grafiğinegrafiğinebakıldığında,Yönler(1.Güney, 2.Kuzey) ve Haftalar(10, 19) arasında farklılık olduğu görülmüştür. Hafta ve Yön faktörlerinin Yoğunluk faktörüne göre domates ağırlıkları üzerinde daha önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.



**Yorum:** Domates Ağırlığı(Y) için Etkileşim Grafiğine bakıldığında Hafta ile Yön, etkileşimleri önemli olduğu söylenebilir. Ancak kesin olarak söylemek için analiz yapmak gereklidir.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Faktör** | **Tip** | **Düzey Sayısı** | **Düzey Değerleri** |
| **Yon** | Sabit | 2 | 1; 2 |
| **Yogunluk** | Sabit | 2 | 1; 2 |
| **Hafta(Yogunluk)** | Rasgele | 2 | 1; 2 |

**Yorum:** Yön, Bitki Yoğunluğu etkenlerinin **Sabit(özel)** seçimli**,** Hafta(Yoğunluk) etkeninin ise **Rasgele** seçimli olduğu görülmektedir. Yön etkeninin Nitel, Yoğunluk ve Hafta(Yoğunluk) etkenlerinin Nicel olduğu ve tüm etkenler 2 düzeylidir.

**Varyans Analizi Tablosu**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Varyasyon Kaynağı** | **sd** | **Kareler Top.** | **Kareler Ort.** | **F Değeri** | **p Değeri** | **Farklılık** |
| **Yon** | 1 | 14,4926 | 14,4926 | 5,2000 | 0,1500 |  |
| **Yogunluk** | 1 | 0,5612 | 0,5612 | 0,0900 | 0,7890 |  |
| **Yon\*Yogunluk** | 1 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0004 | 0,9850 |  |
| **Yon\*Hafta(Yogunluk)** | 2 | 5,5777 | 2,7889 | 3,1000 | 0,0730 |  |
| **Hafta(Yogunluk)** | 2 | 12,071 | 6,0355 | 6,7000 | 0,0080 | **\*** |
| **Hata** | 16 | 14,4161 | 0,901 |  |  |  |
| **Toplam** | 23 | 47,1199 |  |  |  |  |

S = 0,949215 R2= %69,41 Düzeltilmiş R2= %56,02

**Açıklama:** Burada Düzeltilmiş R2 değerinin %56 olduğu görülmüştür. Yön, Bitki Yoğunluğu ve Hafta etkenlerinin domates ağırlıkları bağımsız değişkenini çok iyi açıklayamadığı görülmüştür.

**Yorumlar**

**Not:** Soruda α değeri belirtilmediği için 0,05 olarak alınmıştır.

**Varyans Analiz Tablosu Sonuçlarına Göre;**

* H0: Sera yönleri arasında fark yoktur.

Hs: Sera yönleri arasında fark vardır.

**p=0,15 > α=0,05** olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Sera yönleri arasında fark olmadığını %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Bitki yoğunlukları arasında fark yoktur.

Hs: Bitki yoğunlukları arasında fark yoktur.

**p=0,789 > α=0,05** olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Bitki yoğunlukları arasında fark olmadığını %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Yön Bitki yoğunlukları etkileşimi önemsizdir.

Hs: Yön Bitki yoğunlukları etkileşimi önemdir.

**p=0,985 > α=0,05** olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Bitki yoğunlukları etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Aynı yoğunlukta Hafta ile Yön etkileşimi önemsizdir.

Hs: Aynı yoğunlukta Hafta ile Yön etkileşimi önemlidir.

**p=0,073 > α=0,05** olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Aynı yoğunlukta Hafta ile Yön etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Aynı yoğunlukta haftalar arasında farklılık önemsizdir.

Hs: Aynı yoğunlukta haftalar arasında farklılık önemlidir.

**p=0,0080 < α=0,05** olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedilir. Aynı yoğunlukta haftalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Değişim Kaynağı** | **Varyans Bileşenleri** | **EKO Kolonu** |
| **1** | **Yon** |  | (6) + 3 (4) + 12 Q[1] |
| **2** | **Yogunluk** |  | (6) + 6 (5) + 12 Q[2] |
| **3** | **Yon\*Yogunluk** |  | (6) + 3 (4) + 6 Q[3] |
| **4** | **Yon\*Hafta(Yogunluk)** | 0,6293 | (6) + 3 (4) |
| **5** | **Hafta(Yogunluk)** | 0,8558 | (6) + 6 (5) |
| **6** | **Hata Terimi** | 0,901 | (6) |

Varyans analizi tablosunda Hafta(Yogunluk) etkileşimi önemli bulunmuştu, yalnız modelimiz sabit(özel) ve rasgele etkenlere sahip olduğu için karışık model söz konusudur. Bu durumda Varyans Bileşenleri sütunundaki 0,8558 değerini yorumlamamız anlamlı olmayacaktır.

**Yorum**

Sonuç olarak; Domates ağırlıklarına bitki yoğunluğu, sera yönü ve zaman etkenlerinin etkilerinin görülmediği bulunmuştur. Ayrıca Düzeltilmiş R2= %56,02 bakılarak da etkenlerin domates ağırlıklarını açıklama yetersiz olduğu görülmüştür. Burada yapılması gereken bu etkenler üzerinden devam edilecek ise ilk olarak gözlem sayısı artırılabilir, ikinci olarak da etkenlerin düzeyleri değiştirilebilir ya da etkenlerin düzeyleri artırılabilir.

Son olarak da modele yeni etkenler eklenerek domates ağırlıkları üzerinde etkileri araştırılabilir.

**Soru 2:** Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türünün, kesiş yönünün, rendeleme kesici sayısının ve zımparalanmış tane büyüklüğünün etkisi araştırılmıştır. Etken düzeyleri ve ölçüm sonuçları verilmiştir.

**A:** Ağaç türü : 1. Doğu Kayını, 2. Sarıçam

**B:** Kesiş yönü : 1. Radyal, 2. Teğet

**C:** Rendeleme Kesici Sayısı: 1. 2, 2. 4

**D:** Zımparalanmış Tane Büyüklüğü: 1. Normal Yüzey, 2. 80 Derece

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Deneme Kombinasyonu** | **Ölçüm Değerleri** | **Deneme Kombinasyonları** | **Ölçüm Değerleri** |
| 1 | 3,85 4,10 3,60 | bc | 5,00 4,60 4,10 |
| a | 9,45 9,20 8,20 | bd | 8,75 8,50 8,70 |
| b | 4,10 4,65 4,75 | cd | 8,00 7,85 7,75 |
| c | 4,50 4,15 3,95 | abc | 8,10 8,00 8,00 |
| d | 8,00 8,25 7,75 | abd | 9,00 9,10 8,60 |
| ab | 8,60 8,55 9,25 | acd | 8,10 8,20 8,75 |
| ac | 8,20 8,30 8,85 | bcd | 9,10 9,10 8,10 |
| ad | 8,20 8,75 8,95 | abcd | 9,20 9,20 9,85 |

2k Deney Düzeni ve Tekrar Sayısı=3

Cevap Değişkeni: Kerestenin Yüzey Pürüzlülüğü

İstenen Sonuç: Yüzey pürüzlülüğünün 8 olması

24 \* 3 =48 Deneme Kombinasyonu

**Model Denklemi**

yijkl(m) = µ+Ai + Bj + ABij + Ck + ACik + BCjk + ABCijk + Dl + ADil + BDjl + ABDijl + CDkl + ACDikl + BCDjkl + ABCDijkl + εijkl(m)

i=1,2; j=1,2; k=1,2; l=1,2; m=1,2,3

**Normallik Varsayımı**

* H0: Yüzey pürüzsüzlüğü ölçümleri ile normal dağılım arasında fark yoktur.

HS: Yüzey pürüzsüzlüğü ölçümleri ile normal dağılım arasında fark vardır.



**p=0,01 < α=0,05** olduğundan H0 reddedilir. Yüzey pürüzsüzlüğü ölçümleri ile normal dağılım arasında fark olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

Burada analize geçmeden önce yapılması gereken normallik varsayımı sağlamak olmalıdır. Çeşitli dönüşümler yapılarak Normallik varsayımı sağlanabilir. Yalnız kullandığımız dönüşümler normallik sağlanamamıştır. Burada Normallik varsayımının sağlandığı üzerinden analizimize devam edelim.

**Not:** Soruda α değeri belirtilmediği için 0,05 olarak alınmıştır.

1. Faktör etkilerini tahmin ediniz. Hangi etki en küçük görünmektedir.

* Ağaç türlerinden Doğu Kayınının etkisi 2,391666667; Sarıçamın etkisi ise -2,391666667
* Kesiş yönü olarak Radyalın etkisi 0,416666667; Teğetin etkisi ise -0,416666667
* Rendeleme kesici sayısı 2 iken etki -0,079166667; 4 iken 0,079166667
* Zımparalanmış tane büyüklüğü Normal Yüzey etkisi 2,154166667; 80 derece iken etkisi -2,154166667dir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Faktör** | **Etki Değerleri** |  |
| A | 2,391666667 | **mak** |
| B | 0,416666667 |  |
| C | -0,079166667 | **min** |
| D | 2,154166667 |  |
| A\*B | -0,225 |  |
| A\*C | -0,179166667 |  |
| A\*D | -1,8875 |  |
| B\*C | 0,0625 |  |
| B\*D | 0,304166667 |  |
| C\*D | 0,133333333 |  |
| A\*B\*C | 0,070833333 |  |
| A\*B\*D | 0,170833333 |  |
| A\*C\*D | 0,241666667 | * Rendeleme Kesici Sayısı (C) |-0,079166667| değeri ile **en küçük** etkiye sahip etken olduğu görülmüştür. * Ağaç Türü (A) |2,391666667| değeri ile **en büyük** etkiye sahip etken olduğu görülmüştür. |
| B\*C\*D | 0,2 |  |
| A\*B\*C\*D | 0,066666667 |  |

1. Varyans analizi (ANOVA) kullanarak (a) şıkındaki sonuçları doğrulayınız.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Faktör** | **Tip** | **Düzey Sayısı** | **Düzey Değerleri** |
| **A** | Sabit | 2 | -1; 1 |
| **B** | Sabit | 2 | -1; 1 |
| **C** | Sabit | 2 | -1; 1 |
| **D** | Sabit | 2 | -1; 1 |

**Yorum:** Ağaç türü, Kesiş yönü, Rendeleme kesici sayısı ve Zımparalanmış tane büyüklüğü etkenlerinin **Sabit(özel)** seçimliolduğu görülmekte ve tüm etkenler 2 düzeylidir.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Varyasyon Kaynağı** | **sd** | **Kareler Top.** | **Düz. Kareler Top** | **Kareler Ort.** | **F Değeri** | **p Değeri** | **Farklılık** |
| **A** | 1 | 68,641 | 68,641 | 68,641 | 524,230 | 0,000 | **\*** |
| **B** | 1 | 2,083 | 2,083 | 2,083 | 15,910 | 0,000 | **\*** |
| **C** | 1 | 0,075 | 0,075 | 0,075 | 0,570 | 0,454 |  |
| **D** | 1 | 55,685 | 55,685 | 55,685 | 425,280 | 0,000 | **\*** |
| **A\*B** | 1 | 0,608 | 0,608 | 0,608 | 4,640 | 0,039 | **\*** |
| **A\*C** | 1 | 0,385 | 0,385 | 0,385 | 2,940 | 0,096 |  |
| **A\*D** | 1 | 42,752 | 42,752 | 42,752 | 326,510 | 0,000 | **\*** |
| **B\*C** | 1 | 0,047 | 0,047 | 0,047 | 0,360 | 0,554 |  |
| **B\*D** | 1 | 1,110 | 1,110 | 1,110 | 8,480 | 0,006 | **\*** |
| **C\*D** | 1 | 0,213 | 0,213 | 0,213 | 1,630 | 0,211 |  |
| **A\*B\*C** | 1 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,460 | 0,503 |  |
| **A\*B\*D** | 1 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 2,670 | 0,112 |  |
| **A\*C\*D** | 1 | 0,701 | 0,701 | 0,701 | 5,350 | 0,027 | **\*** |
| **B\*C\*D** | 1 | 0,480 | 0,480 | 0,480 | 3,670 | 0,065 |  |
| **A\*B\*C\*D** | 1 | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,410 | 0,528 |  |
| **Hata** | 32 | 4,190 | 4,190 | 0,131 |  |  |  |
| **Toplam** | 47 | 177,434 |  |  |  |  |  |

S = 0,361853 R2 = %97,64 Düzeltilmiş R2 = %96,53

**Açıklama:** Burada Düzeltilmiş R2 değerinin %96,53 olduğu görülmüştür. Ağaç Türü (A), Kesiş Yönü (B), Rendeleme Kesici Sayısı (C) ve Zımparalanmış Tane Büyüklüğü (D) etkenlerinin yüzey pürüzsüzlüğüne bağımlı değişkenini çok iyi açıkladığı görülmüştür.

A şıkında Ağaç Türü (A) , Kesiş Yönü (B), Rendeleme Kesici Sayısı (C), Zımparalanmış Tane Büyüklüğü (D) faktörlerinden, A faktörünün etkisi en büyük, C faktörünün etkisi ise en küçük bulunmuştu. Varyans Analizi tablosuna baktığımızda A faktörünün F değerinin (524,230) en büyük olduğu, C faktörünün F değerinin (0,570) en küçük olduğu görülmüştür. A şıkında elde edilen faktör etkileri sonuçlarının Varyans Analizi tablosunda doğrulandığı görülmüştür.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü etkeninin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü etkeninin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü etkeninin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü etkeninin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne rendeleme kesici sayısı etkeninin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne rendeleme kesici sayısı etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,454 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Rendeleme kesici sayısı etkeninin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne zımparalanmış tane büyüklüğü etkeninin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne zımparalanmış tane büyüklüğü etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne zımparalanmış tane büyüklüğü etkeninin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,039 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne A\*B etkileşiminin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*C etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*C etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,096 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. A\*C etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne A\*D etkileşiminin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne B\*C etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne B\*C etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,554 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. B\*C etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne B\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne B\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,006 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne B\*D etkileşiminin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne C\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne C\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,211 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. C\*D etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B\*C etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B\*C etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,503 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. A\*B\*C etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,112 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. A\*B\*D etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*C\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*C\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,027 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestin yüzey pürüzlülüğüne A\*C\*D etkileşiminin etkisinin önemli olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne B\*C\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne B\*C\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,065 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. B\*C\*D etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B\*C\*D etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne A\*B\*C\*D etkeninin etkisi önemlidir.

p=0,528 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. A\*B\*C\*D etkileşiminin önemsiz olduğunu %95 güven düzeyinde söyleyebiliriz.

Varyans Analizi tablosuna bakıldığında;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Önemli Bulunan** | | |
| **Etken** | **2’li Etkileşim** | **3’lü Etkileşim** |
| A | A\*B | A\*C\*D |
| B | A\*D |  |
| D | B\*D |  |

olduğu görülmüştür.

1. Yüzey pürüzsüzlüğünün 8 olması istenmektedir. Bu değeri tahmin etmek için (a) ve (b) sonuçlarına dayanan regresyon denklemini yazınız.

Regresyon denklemine dahil edilen etki ve etkileşimler: A, B, C, D, A\*B, A\*D, B\*D, A\*C\*D

yi = 7,50 + 1,20\*A + 0,208\*B - 0,0396\*C + 1,08\*D - 0,112\*AB - 0,944\*AD + 0,152\*BD + 0,121\*ACD

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kaynak** | **sd** | **KT** | **KO** | **F** | **p** |
| **Regresyon** | 8 | 171,655 | 21,457 | 144,80 | 0,000 |
| **Hata** | 39 | 5,779 | 0,148 |  |  |
| **Toplam** | 47 | 177,434 |  |  |  |

* H0: Kurulan regresyon denklemi anlamsızdır.

Hs: Kurulan regresyon denklemi anlamlıdır.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir, kurulan regresyon modeli anlamlıdır.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tahmin Edici** | **Katsayı** | **Std. Hata** | **t** | **p** |
| **Sabit** | 7,49583 | 0,05556 | 134,91 | 0,000 |
| **A** | 1,19583 | 0,05556 | 21,52 | 0,000 |
| **B** | 0,20833 | 0,05556 | 3,75 | 0,001 |
| **C** | -0,03958 | 0,05556 | -0,71 | 0,480 |
| **D** | 1,07708 | 0,05556 | 19,39 | 0,000 |
| **AB** | -0,11250 | 0,05556 | -2,02 | 0,050 |
| **AD** | -0,94375 | 0,05556 | -16,99 | 0,000 |
| **BD** | 0,15208 | 0,05556 | 2,74 | 0,009 |
| **ACD** | 0,12083 | 0,05556 | 2,17 | 0,036 |

S = 0,382569 R2 = %96,7 Düzeltilmiş R2 = %96,1

Bu sonuçlara göre seçilen A, B, C, D, AB, AD, BD ve ACD parametreleri sistemdeki değişkenliğin %96,1 ini açıklamaktadır. Bu oldukça iyi bir orandır.

* H0: Regresyon denkleminde ağaç türü etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde ağaç türü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde ağaç türü etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde kesiş yönü etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde kesiş yönü etkeni önemlidir.

p=0,001 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde kesiş yönü etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı etkeni önemlidir.

p=0,480 > α=0,05H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı önemsizdir.

* H0: Regresyon denkleminde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde A\*B etkileşimi önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde A\*B etkileşimi önemlidir.

p=0,048 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde A\*B etkileşimi önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde A\*D etkileşimi önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde A\*D etkileşimi önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde A\*D etkileşimi önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde B\*D etkileşimi önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde B\*D etkileşimi önemlidir.

p=0,009 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde B\*D etkileşimi önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde A\*C\*D etkileşimi önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde A\*C\*D etkileşimi önemlidir.

p=0,035 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde A\*C\*D etkileşimi önemlidir.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Gözlem No** | **A** | **yi** | **Tahmin** | **Tahmin Std. Hatası** | **Artık** | **Std. Artık** |
| 1 | -1 | 3,85 | 3,9896 | 0,1562 | -0,1396 | -0,4 |
| 2 | 1 | 9,45 | 8,7354 | 0,1562 | 0,7146 | 2,05R |
| 3 | -1 | 4,1 | 4,3271 | 0,1562 | -0,2271 | -0,65 |
| 4 | -1 | 4,5 | 4,2312 | 0,1562 | 0,2688 | 0,77 |
| **5** | **-1** | **8** | **7,9687** | **0,1562** | **0,0313** | **0,09** |
| 6 | 1 | 8,6 | 8,6229 | 0,1562 | -0,0229 | -0,07 |
| 7 | 1 | 8,2 | 8,4937 | 0,1562 | -0,2937 | -0,84 |
| 8 | 1 | 8,2 | 8,4562 | 0,1562 | -0,2562 | -0,73 |
| 9 | -1 | 5 | 4,5687 | 0,1562 | 0,4313 | 1,23 |
| 10 | -1 | 8,75 | 8,9146 | 0,1562 | -0,1646 | -0,47 |
| 11 | -1 | 8 | 7,7271 | 0,1562 | 0,2729 | 0,78 |
| **12** | **1** | **8,1** | **8,3812** | **0,1562** | **-0,2813** | **-0,81** |
| 13 | 1 | 9 | 8,9521 | 0,1562 | 0,0479 | 0,14 |
| 14 | 1 | 8,1 | 8,6979 | 0,1562 | -0,5979 | -1,71 |
| 15 | -1 | 9,1 | 8,6729 | 0,1562 | 0,4271 | 1,22 |
| 16 | 1 | 9,2 | 9,1937 | 0,1562 | 0,0063 | 0,02 |
| 17 | -1 | 4,1 | 3,9896 | 0,1562 | 0,1104 | 0,32 |
| 18 | 1 | 9,2 | 8,7354 | 0,1562 | 0,4646 | 1,33 |
| 19 | -1 | 4,65 | 4,3271 | 0,1562 | 0,3229 | 0,92 |
| 20 | -1 | 4,15 | 4,2312 | 0,1562 | -0,0812 | -0,23 |
| **21** | **-1** | **8,25** | **7,9687** | **0,1562** | **0,2813** | **0,81** |
| 22 | 1 | 8,55 | 8,6229 | 0,1562 | -0,0729 | -0,21 |
| 23 | 1 | 8,3 | 8,4937 | 0,1562 | -0,1937 | -0,55 |
| 24 | 1 | 8,75 | 8,4562 | 0,1562 | 0,2938 | 0,84 |
| 25 | -1 | 4,6 | 4,5687 | 0,1562 | 0,0313 | 0,09 |
| 26 | -1 | 8,5 | 8,9146 | 0,1562 | -0,4146 | -1,19 |
| 27 | -1 | 7,85 | 7,7271 | 0,1562 | 0,1229 | 0,35 |
| **28** | **1** | **8** | **8,3812** | **0,1562** | **-0,3812** | **-1,09** |
| 29 | 1 | 9,1 | 8,9521 | 0,1562 | 0,1479 | 0,42 |
| 30 | 1 | 8,2 | 8,6979 | 0,1562 | -0,4979 | -1,43 |
| 31 | -1 | 9,1 | 8,6729 | 0,1562 | 0,4271 | 1,22 |
| 32 | 1 | 9,2 | 9,1937 | 0,1562 | 0,0063 | 0,02 |
| 33 | -1 | 3,6 | 3,9896 | 0,1562 | -0,3896 | -1,12 |
| 34 | 1 | 8,2 | 8,7354 | 0,1562 | -0,5354 | -1,53 |
| 35 | -1 | 4,75 | 4,3271 | 0,1562 | 0,4229 | 1,21 |
| 36 | -1 | 3,95 | 4,2312 | 0,1562 | -0,2812 | -0,81 |
| **37** | **-1** | **7,75** | **7,9687** | **0,1562** | **-0,2187** | **-0,63** |
| 38 | 1 | 9,25 | 8,6229 | 0,1562 | 0,6271 | 1,8 |
| 39 | 1 | 8,85 | 8,4937 | 0,1562 | 0,3563 | 1,02 |
| 40 | 1 | 8,95 | 8,4562 | 0,1562 | 0,4938 | 1,41 |
| 41 | -1 | 4,1 | 4,5687 | 0,1562 | -0,4687 | -1,34 |
| 42 | -1 | 8,7 | 8,9146 | 0,1562 | -0,2146 | -0,61 |
| 43 | -1 | 7,75 | 7,7271 | 0,1562 | 0,0229 | 0,07 |
| **44** | **1** | **8** | **8,3812** | **0,1562** | **-0,3812** | **-1,09** |
| 45 | 1 | 8,6 | 8,9521 | 0,1562 | -0,3521 | -1,01 |
| 46 | 1 | 8,75 | 8,6979 | 0,1562 | 0,0521 | 0,15 |
| 47 | -1 | 8,1 | 8,6729 | 0,1562 | -0,5729 | -1,64 |
| 48 | 1 | 9,85 | 9,1937 | 0,1562 | 0,6563 | 1,88 |

Elde edilen Tahmin sonuçlarına göre **5, 21, ve 37 gözlemler 7,9687**; **12, 28 ve 44 gözlemler ise 8,3812** ile hedef değer olan 8’e en yakın değerlerdir. Bu nedenle araştırmacıya

Ağaç Türü: Doğu Kayını; Kesiş Yönü: Radyal; Zımparalanmış Tane Büyüklüğü: 80 derece ya da Ağaç Türü: Sarıçam; Kesiş Yönü: Teğet; Zımparalanmış Tane Büyüklüğü: Normal olmak üzere bir seçim yapması önerilir.(Modelde rendeleme kesici sayısı istenen durum/maliyet/optimum sonuca göre 2 yada 4 seçilebilir.)

1. Verileri L=ABD tanımlayıcı bağıntısını veren 24-1 deney düzenine göre yeniden çözümleyiniz. Sonuçları (b) ve (c) deki sonuçlar ile karşılaştırarak tartışınız.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Faktör Kesri Tasarımı** | | | | | |
| Faktör | 4 | Tasarım | 3;8 | Çözüm | III |
| Kombinasyon | 24 | Tekrar | 3 | Kesir | 1/2 |
| Blok | 1 | Center pts (toplam) | 0 |  |  |

Deney düzeni ½ kesirli faktör deney düzenidir. Bu nedenle 24-1 çözümlemesi uygulanmıştır. Çözüm 4 tasarımına uygun bir düzendir ve 3 tekrarı vardır. 48 deneme kombinasyonu ½ kesri uygulanarak 24 deneme kombinasyonuna düşürülmüştür.

Design Generators: D = AB

Ayrıca L=ABD tanımlayıcı bağıntısına göre etken ve etkileşimlerin eşdeşleri, eşdeş terimler tablosunda bulunmuştur.

|  |
| --- |
| **Eşdeş Terimler** |
| I + ABD |
| A + BD |
| B + AD |
| C |
| D + AB |
| AC + BCD |
| BC + ACD |
| CD + ABC |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Run** | **Blok** | **A** | **B** | **C** | **D** |
| 1 | 1 | - | - | - | + |
| 2 | 1 | + | - | - | - |
| 3 | 1 | - | + | - | - |
| 4 | 1 | + | + | - | + |
| 5 | 1 | - | - | + | + |
| 6 | 1 | + | - | + | - |
| 7 | 1 | - | + | + | - |
| 8 | 1 | + | + | + | + |
| 9 | 2 | - | - | - | + |
| 10 | 2 | + | - | - | - |
| 11 | 2 | - | + | - | - |
| 12 | 2 | + | + | - | + |
| 13 | 2 | - | - | + | + |
| 14 | 2 | + | - | + | - |
| 15 | 2 | - | + | + | - |
| 16 | 2 | + | + | + | + |
| 17 | 3 | - | - | - | + |
| 18 | 3 | + | - | - | - |
| 19 | 3 | - | + | - | - |
| 20 | 3 | + | + | - | + |
| 21 | 3 | - | - | + | + |
| 22 | 3 | + | - | + | - |
| 23 | 3 | - | + | + | - |
| 24 | 3 | + | + | + | + |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Terim** | **Etki** | **Katsayı** |
| Sabit |  | 7,5812 |
| A | 2,6958 | 1,3479 |
| B | -1,4708 | -0,7354 |
| C | -0,0125 | -0,0063 |
| D | 1,9292 | 0,9646 |
| A\*B | 0,0208 | 0,0104 |
| A\*C | 0,3042 | 0,1521 |
| A\*D | 0,2042 | 0,1021 |

Etki değerlerine bakıldığında A(Ağaç) faktörü 2,6958 ile en büyük etkiye, C(Rendeleme Kesici Sayısı) faktörü ise |-0,0125| ile en küçük etkiye. Etkileşim değerlerine bakıldığında A\*C etkileşim faktörü ise 0,3042 ile en büyük etkileşim etkisine, A\*B etkileşim faktörü ise 0,0208 ile en küçük etkileşim etkisine sahiptir. Bu sonuçlar katsayı değerleriyle karşılaştırıldığında da A faktörü 1,3479 ile en önemli faktör, C faktörü ise -0,0063 ile en küçük etkiyi göstermektedir.

S = 0,383243 PRESS = 5,2875

R2 = %97,14 R2(tahmin) = %93,56 Düzeltilmiş R2= %95,88

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kaynak** | **sd** | **KT** | **KT Düz.** | **KO Düz.** | **F** | **p** |
| Ana Etkiler | 4 | 78,9163 | 78,9163 | 19,7291 | 134,33 | 0,000 |
| A | 1 | 43,6051 | 43,6051 | 43,6051 | 296,89 | 0,000 |
| B | 1 | 12,9801 | 12,9801 | 12,9801 | 88,38 | 0,000 |
| C | 1 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0009 | 0,01 | 0,937 |
| D | 1 | 22,3301 | 22,3301 | 22,3301 | 152,03 | 0,000 |
| İkili Etkileşimler | 3 | 0,8078 | 0,8078 | 0,2693 | 1,83 | 0,182 |
| A\*C | 1 | 0,0026 | 0,0026 | 0,0026 | 0,02 | 0,896 |
| B\*C | 1 | 0,5551 | 0,5551 | 0,5551 | 3,78 | 0,070 |
| C\*D | 1 | 0,2501 | 0,2501 | 0,2501 | 1,7 | 0,210 |
| Artık Hatası | 16 | 2,35 | 2,35 | 0,1469 |  |  |
| Toplam | 23 | 82,0741 |  |  |  |  |

**Ana Etkiler için:**

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü etkeninin etkisi önemsizdir.

Hs: Ürün geliştirme çalışmasında ağaç türü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde ağaç türü etkeni önemlidir.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü etkeni önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde kesiş yönü etkeni önemlidir.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesici sayısı etkeni önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesici sayısı etkeni önemlidir.

p=0,937 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde rendeleme kesici sayısı etkeni önemsizdir.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemlidir.

**İkili etkileşimler için:**

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü\*rendeleme kesici sayısı(A\*C) etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü\*rendeleme kesici sayısı(A\*C) etkileşiminin etkisi önemlidir.

p=0,896 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde ağaç türü\*rendeleme kesici sayısı(A\*C) etkileşiminin etkisi önemlidir.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü\*rendeleme kesici sayısı(B\*C) etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne kesiş yönü\*rendeleme kesici sayısı(B\*C) etkileşiminin etkisi önemlidir.

p=0,070 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde kesiş yönü\*rendeleme kesici sayısı(B\*C) etkileşiminin etkisi önemlidir.

* H0: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne rendeleme kesici sayısı\*zımparalanmış tane büyüklüğü (C\*D) etkileşiminin etkisi önemsizdir.

Hs: Kerestenin yüzey pürüzlülüğüne rendeleme kesici sayısı\*zımparalanmış tane büyüklüğü (C\*D) etkileşiminin etkisi önemlidir.

p=0,070 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğünde rendeleme kesici sayısı\*zımparalanmış tane büyüklüğü (C\*D) etkileşiminin etkisi önemlidir.

Kesirli tekrarlı deney düzeni uygulandığında A, B, D etkenleri ve A\*C, B\*C, C\*D etkileşimleri önemli bulundu.

**Regresyon denklemine dahil edilen etki ve etkileşimler: A, B, C, D, AC, BC, CD**

y = 7,58 + 1,35A - 0,735B + 0,0063C + 0,965D + 0,0104AC + 0,152BC + 0,102CD

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kaynak** | **sd** | **KT** | **KO** | **F** | **P** |
| **Regresyon** | 7 | 79,724 | 11,389 | 77,54 | 0 |
| **Hata** | 16 | 2,35 | 0,147 |  |  |
| **Toplam** | 23 | 82,074 |  |  |  |

* H0: Kurulan regresyon denklemi anlamsızdır.

Hs: Kurulan regresyon denklemi anlamlıdır.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon anlamlıdır.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tahmin Edici** | **Katsayılar** | **SE Katsayılar** | **t** | **p** |
| **Sabit** | 7,58125 | 0,07823 | 96,91 | 0,000 |
| **a** | 1,34792 | 0,07823 | 17,23 | 0,000 |
| **b** | -0,73542 | 0,07823 | -9,40 | 0,000 |
| **c** | -0,00625 | 0,07823 | -0,08 | 0,937 |
| **d** | 0,96458 | 0,07823 | 12,33 | 0,000 |
| **ac** | 0,01042 | 0,07823 | 0,13 | 0,896 |
| **bc** | 0,15208 | 0,07823 | 1,94 | 0,070 |
| **cd** | 0,10208 | 0,07823 | 1,30 | 0,210 |

S = 0,383243 R2 = 97,1% Düzeltilmiş R2 = 95,9%

* H0: Regresyon denkleminde ağaç türü etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde ağaç türü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde ağaç türü etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde kesiş yönü etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde kesiş yönü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde kesiş yönü etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı etkeni önemlidir.

p=0,937 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemlidir.

p=0,000 < α=0,05 olduğundan H0 reddedilir. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde zımparalanmış tane büyüklüğü etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde ağaç türü\*rendeleme kesici sayısı etkileşimi etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde ağaç türü\*rendeleme kesici sayısı etkileşimi etkeni önemlidir.

p=0,896 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde ağaç türü\*rendeleme kesici sayısı etkileşimi etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde kesiş yönü\*rendeleme kesici sayısı etkileşimi etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde kesiş yönü\*rendeleme kesici sayısı etkileşimi etkeni önemlidir.

p=0,070 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde kesiş yönü \*rendeleme kesici sayısı etkileşimi etkeni önemlidir.

* H0: Regresyon denkleminde rendeleme kesici sayısı\*zımparalanmış tane büyüklüğü etkileşimi etkeni önemsizdir.

Hs: Regresyon denkleminde kesici sayısı\*zımparalanmış tane büyüklüğü etkileşimi etkeni önemlidir.

p=0,210 > α=0,05 olduğundan elimizde H0 hipotezini reddedecek yeterli kanıt bulunamadı. Kerestenin yüzey pürüzlülüğü çalışmasında kurulan regresyon denkleminde kesici sayısı\*zımparalanmış tane büyüklüğü etkileşimi etkeni önemlidir.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Gözlem** | **A** | **yi** | **Tahmin** | **Tahmin Std. Hatası** | **Artık** | **Std. Artık** |
| **1** | **-1** | **8** | **8** | **0,2213** | **0** | **0** |
| 2 | 1 | 9,45 | 8,95 | 0,2213 | 0,5 | 1,6 |
| 3 | -1 | 4,1 | 4,5 | 0,2213 | -0,4 | -1,28 |
| 4 | 1 | 9 | 8,9 | 0,2213 | 0,1 | 0,32 |
| 5 | -1 | 8 | 7,8667 | 0,2213 | 0,1333 | 0,43 |
| 6 | 1 | 8,2 | 8,45 | 0,2213 | -0,25 | -0,8 |
| 7 | -1 | 5 | 4,5667 | 0,2213 | 0,4333 | 1,38 |
| 8 | 1 | 9,2 | 9,4167 | 0,2213 | -0,2167 | -0,69 |
| **9** | **-1** | **8,25** | **8** | **0,2213** | **0,25** | **0,8** |
| 10 | 1 | 9,2 | 8,95 | 0,2213 | 0,25 | 0,8 |
| 11 | -1 | 4,65 | 4,5 | 0,2213 | 0,15 | 0,48 |
| 12 | 1 | 9,1 | 8,9 | 0,2213 | 0,2 | 0,64 |
| 13 | -1 | 7,85 | 7,8667 | 0,2213 | -0,0167 | -0,05 |
| 14 | 1 | 8,3 | 8,45 | 0,2213 | -0,15 | -0,48 |
| 15 | -1 | 4,6 | 4,5667 | 0,2213 | 0,0333 | 0,11 |
| 16 | 1 | 9,2 | 9,4167 | 0,2213 | -0,2167 | -0,69 |
| **17** | **-1** | **7,75** | **8** | **0,2213** | **-0,25** | **-0,8** |
| 18 | 1 | 8,2 | 8,95 | 0,2213 | -0,75 | -2,40R |
| 19 | -1 | 4,75 | 4,5 | 0,2213 | 0,25 | 0,8 |
| 20 | 1 | 8,6 | 8,9 | 0,2213 | -0,3 | -0,96 |
| 21 | -1 | 7,75 | 7,8667 | 0,2213 | -0,1167 | -0,37 |
| 22 | 1 | 8,85 | 8,45 | 0,2213 | 0,4 | 1,28 |
| 23 | -1 | 4,1 | 4,5667 | 0,2213 | -0,4667 | -1,49 |
| 24 | 1 | 9,85 | 9,4167 | 0,2213 | 0,4333 | 1,38 |

Kesirli deney düzeni sonuçlarına göre **1, 9 ve 17 gözlemler hedef değer olan 8 değerine sahiptir.** Bu nedenle çalışmada Ağaç Türü: Doğu Kayını, Kesiş Yönü: Radyal, Rendeleme Kesici Sayısı: 2, Zımparalanmış Tane Büyüklüğü: 80 derece kullanılması durumunda istenen değere ulaşılacaktır.

**Kesirli deney düzeni uygulamadan önce;**

Elde edilen Tahmin sonuçlarına göre **5, 21, ve 37 gözlemler 7,9687**; **12, 28 ve 44 gözlemler ise 8,3812** ile hedef değer olan 8’e en yakın değerlerdir. Bu nedenle araştırmacıya

1. Model de Ağaç Türü: Doğu Kayını; Kesiş Yönü: Radyal; Zımparalanmış Tane Büyüklüğü: 80 derece;

2. Model de Ağaç Türü: Sarıçam; Kesiş Yönü: Teğet; Zımparalanmış Tane Büyüklüğü: Normal olmak üzere bir seçim yapması önerilir.

Kesirli deney düzeni sonuçları c şıkında elde edilen model 2 modelden 1. Model ile aynı değerlere sahiptir. Böylece kesirli deney düzeni uygulanarak daha az maliyet ve zaman ile sonuçlara ulaşılabilir.

**SONUÇ**

Kesir deney düzeni uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra 1 / 2 kesri uygulandığında aynı sonuçlar alınmıştır. Yüzey pürüzlülüğünün 8 olması istenmektedir. Regresyon tahminleri sonucunda 8 değerini veren düzeylerin c ve d şıkında aynı olduğunu görülmüştür.