



**DENEY TASARIMI YAKLAŞIMI İLE TÜKETİCİLERİN DUYUSAL
NİTELİK VE EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve AYDOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Merve AYDOĞAN

11/11/2024

DENEY TASARIMI YAKLAŞIMI İLE TÜKETİCİLERİN DUYUSAL NİTELİK VE EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Merve AYDOĞAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2024

ÖZET

Gıda endüstrisindeki önemli gelişmeler sayesinde üreticiler arasında rekabet artmış ve tüketicilere ürün beğendirmeye, tüketici beğenisini ölçme gibi amaçlar ortaya çıkmıştır. Duyusal analiz gıdaların fiziksel veya kimyasal özelliklerini 5 duyu organı aracılığı ile görerek, koklayarak, işiterek, dokunarak ve tadarak duyu tepkilerini ölçer, test eder ve analiz eder. Duyusal analiz çalışmalarında ürünleri karşılaştırmak ve belirleyici olan duyusal faktörleri saptamak için istatistiksel yöntemler kullanılır. Duyusal analizde önemli bir husus olan duyusal yorgunluğun meydana getirdiği güvenilirlik kaybı dengeli tamamlanmamış blok tasarımlar kullanılarak azaltılır. Durbin sıra sayıları testi ve Skilling ve Mack testi, dengeli tamamlanmamış blok tasarımların parametrik olmayan istatistiksel yöntem karşılıklarındandır. Örneklem büyüklüğünün yeterince büyük olmadığı durumlarda permütasyon testi kullanılır. Permütasyon testi, tekrarlanan deney tasarımındaki denemelerin rastgele atanmasıdır. Bu çalışmada dengeli tamamlanmamış blok tasarımlar, Durbin sıra sayıları testi ve permütasyon testleri tanıtılarak duyusal analizdeki yeri aktarılmıştır. Ayrıca tüketici tercihleri ve ürün özellikleri arasındaki ilişkiyi görsel bir biçimde ifade eden ürün haritaları tanıtılmış, yeni ürün geliştirme amacıyla yapılan bir çalışmaya yer verilerek ürün haritası çıkarılmış ve düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi ile ürün farklılıkları tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 20507

Anahtar Kelimeler : Duyusal analiz, dengeli tamamlanmamış blok tasarımlar, Durbin sıra sayıları testi, permütasyon testi, ürün haritaları

Sayfa Adedi : 67

Danışman : Prof. Dr. Hülya BAYRAK

DETERMINING CONSUMERS' BEHAVIOR AND TENDENCIES WITH A DESIGN
OF EXPERIMENT APPROACH

(M. Sc. Thesis)

Merve AYDOĞAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2024

ABSTRACT

Thanks to the significant developments in the food industry, competition among producers has increased and aims such as product appreciation to consumers and measuring consumer appreciation have emerged. Sensory analysis measures, tests and analyses the physical or chemical properties of foods by seeing, smelling, hearing, touching and tasting sensory reactions through 5 sense organs. In sensory analysis studies, statistical methods are used to compare products and to determine the determining sensory factors. The loss of reliability caused by sensory fatigue, which is an important issue in sensory analysis, is reduced by using balanced incomplete block designs. Durbin rank number test and Skilling and Mack test are nonparametric statistical method equivalents of balanced incomplete block designs. Permutation test is used when the sample size is not large enough. The permutation test is the random assignment of trials in a repeated experimental design. In this study, balanced incomplete block designs, Durbin rank number test and permutation tests were introduced and their place in sensory analysis was explained. In addition, product maps, which visually express the relationship between consumer preferences and product characteristics, were introduced, a study conducted for the purpose of new product development was included, a product map was created and product differences were determined with the corrected Durbin rank number test.

Science Code : 20507

Key Words : Sensory analysis, balanced incomplete block designs, Durbin's rank test, permutation test, product maps

Page Number : 67

Supervisor : Prof. Dr. Hülya BAYRAK

TEŞEKKÜR

Her konuda desteğini esirgemeyen, tüm olumsuzluklara rağmen sabırla süreci yöneten ve her zaman beni cesaretlendirip bana güvenen kıymetli hocam Prof. Dr. Hülya BAYRAK' a, veri seti konusunda tezime önemli katkısı olan değerli hocam Dr. Cevat ERCİK' e teşekkürlerimi sunuyorum. Bu süreçte tüm kalpleriyle desteklerini esirgemeyen ve beni yalnız bırakmayan canım annem Derya AYDOĞAN, canım babam Hacıbey AYDOĞAN ve canım kardeşlerime çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. DUYUSAL ANALİZ.....	5
2.1. Duyusal Analizin Tarihçesi	6
2.2. Duyusal Analiz Yöntemi	7
2.2.1. Tek örnekli değerlendirme testleri	8
2.2.2. Tanımlama değerlendirmesi testleri (kalite – kantite testleri).....	9
2.2.3. Farklılık testleri	10
2.2.4. Profil testleri.....	11
3. DENGELİ TAMAMLANMAMIŞ BLOK TASARIMLAR	15
3.1. BIB Tasarımlarının Özellikleri	16
3.2. BIB Tasarımlarda Duyusal Analiz.....	18
3.3. BIB Tasarımlarında Parametrik Olmayan İstatistiksel Yöntemler	20
3.3.1. Durbin sıra sayıları testi	22
3.3.2. Aynı değerli gözlemler için düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi	25
4. YENİDEN ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ	29
4.1. Parametrik Bootstrap Testi	30
4.2. Permütasyon Testi.....	31
5. ÜRÜN HARİTALARI.....	33
5.1 Ürün Haritalarının Oluşturulması	34
5.2 Lineer, Karesel ve Kübik Etkiler	39

	Sayfa
6. UYGULAMA	43
6.1. Veri Seti	43
6.2. Yöntem.....	45
6.2.1. Düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi	45
6.2.2. Ürün haritaları	51
7. SONUÇ	57
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	65
EK-1. Durbin Test Sonuçları.....	66
ÖZGEÇMİŞ	67

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. (4,3,2) parametrelerine sahip BIB tasarım matrisi.....	17
Çizelge 3.2. Denemeler için sıra sayıları.....	24
Çizelge 5.1. Yanıt kategorilerine göre frekans dağılımı	40
Çizelge 5.2. Ürünlere ait lineer, karesel ve kübik etkiler.....	41
Çizelge 6.1. Çikolata türlerinin duyuusal kriterlere göre frekans analizi	45
Çizelge 6.2. (3,2,54) tasarımına göre genel kabule göre elde edilen yanıt kategorilerinin frekans dağılımı.....	47
Çizelge 6.3. (3,2,54) tasarımında çikolata türlerinin genel kabulü bakımından ortalama puanları	48
Çizelge 6.4. (3,2,54) tasarımına göre çikolata türleri için sıra sayıları.....	48
Çizelge 6.5. (3,2,54) tasarımına göre çikolata türlerine ilişkin çoklu karşılaştırma.....	49
Çizelge 6.6. (3,2,12) tasarımında çikolata türlerinin genel kabulü bakımından ortalama puanları	50
Çizelge 6.7. (3,2,12) tasarımına göre çikolata türlerine ilişkin çoklu karşılaştırma.....	51
Çizelge 6.8. Genel kabule göre elde edilen yanıt kategorilerinin frekans dağılımı.....	52
Çizelge 6.9. Çikolata türlerine ilişkin lineer, karesel ve kübik etkiler	52

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 6.1. Çikolata türlerine ait lineer ve karesel etkileri gösteren ürün haritası.....	54
Şekil 6.2. Çikolata türlerine ait balon grafiği.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar

Açıklamalar

ANOVA

Varyans Analizi

BFÖ

Bireysel Farkların Ölçeklenmesi

BIB

Dengeli Tamamlanmamış Blok

ÇBÖ

Çok Boyutlu Ölçekleme

1. GİRİŞ

Günümüzde, hızla artan teknolojik gelişmeler sayesinde, veri olarak adlandırılan bilgilere oldukça kolay ulaşılabilir. Bu durum, farklı disiplinlerde büyük miktarda veri üretilmesine ve bu verilerden anlamlı sonuçlar çıkarma ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Verilerden anlamlı bilgiler elde etmek ve bu bilgileri doğru bir şekilde yorumlamak için istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. İstatistiksel yöntemlerin temel amacı, değişkenler arasındaki farklılıklara neden olan faktörleri belirlemektir. Ancak, bu yöntemlerin güvenilir ve geçerli sonuçlar verebilmesi, deney tasarımının doğru bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. Deney tasarımı, girdi değişkenlerinde gerçekleştirilen anlamlı değişikliklerin, çıktı üzerinde meydana getirdiği etkileri inceleyen bir süreçtir. Bu kapsamda, uygun test ve test gruplarının seçimi, elde edilen sonuçların doğruluğu açısından kritik bir öneme sahiptir.

İstatistiksel analizlerde sıkça kullanılan yöntemlerden biri olan Varyans Analizi (ANOVA), değişkenler arasındaki farklılıkları ve bu farklılıklara neden olan faktörleri belirlemek için etkili bir yaklaşımdır. ANOVA ile faktörlerin tek tek ele alınıp incelenmesi yerine tüm faktörlerin ve düzeylerinin aynı anda ele alınıp incelendiği tasarımlara faktöriyel tasarımlar denir. Maliyet ve zaman gibi etkenler göz önüne alınarak mümkün olabilecek az sayıda faktör ve faktör düzeyleri ile maksimum bilgi elde edilmeye çalışılır.

Faktöriyel tasarımları pratikte uygulamak, maliyetli ve zaman alıcı olabileceği gibi deneme hatasını artırabilir. Faktöriyel tasarımlardaki bu dezavantajları ortadan kaldırmak için Dengeli Tamamlanmamış Blok (BIB) Tasarımlar geliştirilmiştir. BIB tasarımlar, değişkenler ve yanıtlayanlar arasında bir tür dengeleme ve tekraralama sağlayarak işlem sayısını önemli ölçüde azaltır. Böylece deneme hatası en aza indirgenir (Rink, 1987).

Varyans analizi yönteminin geçerli sonuçlar verebilmesi için sağlaması gereken bazı varsayımlar bulunmaktadır. Bu varsayımlardan en önemlileri, normal dağılım varsayımı ve varyansların homojenliği varsayımıdır. Ancak bu varsayımların sağlanamadığı durumlarda kullanılmak üzere istatistik literatüründe alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, Parametrik Olmayan İstatistiksel Yöntemler olarak adlandırılmaktadır. Durbin sıra sayıları

testi ve Skilling ve Mack testi, BIB tasarımların parametrik olmayan istatistiksel yöntem karşılıklarındandır.

Parametrik olmayan istatistiksel yöntemler, sıra sayıları ve bu sıra sayılarının ortalamalarına dayalı analizler yaparken, yeniden örnekleme yöntemleri literatüre farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Bu testler, parametrik olmayan testler gibi, dağılıma ilişkin herhangi bir varsayımın sağlanmasını gerektirmez. Parametrik olmayan test istatistiklerinin dağılımı, örneklem genişliği arttıkça belirli bir dağılıma yakınsar. Ancak, örneklem genişliğinin küçük olduğu durumlarda bu yakınsama gerçekleşmez (Agresti ve Yang, 1987: 5:9-21). Bu tür durumlarda, yeniden örnekleme yöntemleri kullanılarak test istatistiklerinin dağılımı yeniden oluşturulabilir ve buna bağlı olarak ilgili p değerleri elde edilebilir. Bootstrap yöntemi ve permütasyon testi, yeniden örnekleme yöntemlerinin temelini oluşturur (Yiğit ve diğerleri, 2011).

Gıda bilimi ve endüstrisinde, tüketicilerin gıda tüketimlerine bağlı olarak yaptıkları lezzet değerlendirmeleri önemli bir alan oluşturmakta, bu nedenle üreticiler açısından tüketici beğenisi ve tercihi büyük önem taşımaktadır. Gıda endüstrisindeki hızlı gelişmeler, üreticiler ve pazarlamacılar arasındaki rekabeti artırmış; ürün beğendirmeye, yeni ürün geliştirme ve tüketici beğenisini ölçme gibi hedefleri ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, duyuşal değerlendirme kavramı ortaya çıkmıştır. Duyusal değerlendirme, gıdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerini dokunma, tatma, koklama, görme ve işitme duyuları aracılığıyla ölçen, test eden ve analiz eden bir yöntemdir (Yaralı, 2018).

Deney tasarımları ve istatistiksel analizler, yeni ürün geliştirilmesi ve mevcut ürünlerin iyileştirilmesi açısından mühendislik ve gıda bilimi gibi alanlarda önemli bir yere sahiptir. BIB tasarımlar, her deneme grubunun her blokta test edilmesi yerine, tekrarlama ve dengeleme ilkeleriyle maliyeti azaltıp zaman tasarrufu sağlar. Aynı zamanda işlem sayısını azaltarak duyuşal analiz sırasında ortaya çıkabilecek duyuşal yorgunluğu da en aza indirger. Bu özellikleri nedeniyle, BIB tasarımlar, gıda araştırmalarındaki duyuşal analiz çalışmalarında kritik bir öneme sahiptir.

Duyuşal analiz ve pazar araştırmalarında, tüketici tercihlerini anlamak için yalnızca ortalama değerler üzerinden yapılan analizlerle yetinmek yeterli değildir. Tüketici

tercihleri, genellikle doğrusal olmayan ve çok boyutlu ilişkiler içerir. Best ve Rayner (1997) ile Best ve diğerlerinin (1999) çalışmaları, tüketici verilerinde lineer, karesel ve kübik etkilerin incelenmesiyle ürün haritalarının oluşturulmasında önemli bir yöntem sunmuştur. Bu yaklaşımlar, doğrusal olmayan etkilerin göz önünde bulundurulması gerektiğini, bunun da ürünlerin pazardaki konumları ve tüketici algısı üzerindeki etkilerini derinlemesine anlamak için kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, Çok Boyutlu Ölçekleme (ÇBÖ), duysal analizlerde ürünler arasındaki algısal farklılıkların ve benzerliklerin görselleştirilmesinde etkili bir yöntemdir. ÇBÖ, yüksek boyutlu tüketici verilerini daha anlaşılır bir şekilde düşük boyutlu bir düzleme indirerek, ürünlerin lineer etkilerinin yanı sıra karesel ve kübik etkilerini haritalandırmaya olanak sağlar. Bu sayede, yalnızca ürünlerin genel sıralamaları değil, aynı zamanda pazar segmentasyonundaki stratejik konumları da belirlenebilir.

Bütünleşik bir analitik yaklaşım hem duysal analiz literatürüne hem de endüstriyel uygulamalara önemli katkılar sunar. Ürün haritalarının oluşturulması, pazardaki boşlukların tespitine, ideal ürün profillerinin belirlenmesine ve tüketici memnuniyetini artıracak stratejik kararların alınmasına zemin hazırlamaktadır. Bu yöntemler, tüketici verilerinin çok boyutlu yapısını daha iyi kavramaya olanak tanımaktadır.

Bu çalışmada, duysal analizde kullanılan BIB tasarımlarının önemi ve bu tasarımların parametrik olmayan yöntemlerdeki uygulamaları ele alınmıştır. Özellikle Durbin sıra sayıları testi, BIB tasarımlarda sıralı verilerin analizi için incelenmiştir. Ayrıca yeni ürün geliştirme ve pazar analizlerinde sıkça kullanılan ürün haritalama yöntemleri irdelenmiştir.

Çalışmanın sonunda, Ercik'in çikolata tadım verisi kullanılarak düzeltilmiş Durbin sıra sayıları yöntemi ve ürün haritalama yöntemi için bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma hem teorik hem de pratik katkılarıyla duysal analiz ve pazar araştırmaları için önemli bir kaynak oluşturmayı amaçlamaktadır.

2. DUYUSAL ANALİZ

Gıda endüstrisinde, üretilen ürünlerin tüketiciler tarafından değerlendirilmesi; yeni ürünlerin geliştirilmesi, mevcut ürünlerin iyileştirilmesi, ürün satış ve pazarlamasının başarısı, ayrıca kalite kontrolünün sağlanması açısından büyük bir öneme sahiptir. Tüketicinin ürünü değerlendirmesi, temel duyumlar olan görme, koklama, duyma, dokunma ve tatma aracılığıyla gerçekleşir. Duyusal analiz, kişinin duyu organları aracılığıyla aldığı sinyalleri anlamlandırarak değerlendirme süreci olarak tanımlanır (Murray ve diğerleri, 2001).

Duyusal bilgiler, tüketicilerin ürünlerle ilgili yaşadıkları deneyimlerden ortaya çıkar. Tüketiciler bu deneyimleri, ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değerlendirerek duyuşsal bir biçime dönüştürür. Bu süreçte, tüketici algıları ve duyu organlarıyla yapılan değerlendirmeler, duyuşsal bilgi olarak adlandırılır (Puto ve Wells, 1984). Duyusal bilgiler, gıdaların tat, koku, görünüm ve doku gibi özelliklerine dair tüketicilerin düşüncelerini içerir. Bir gıda ürününün yağlılık oranı veya dokusunun değerlendirilmesi, duyuşsal bilgiye örnek olarak verilebilir.

Duyusal analiz, çok çeşitli hedeflere hizmet eden önemli bir araçtır. Bu analiz, yeni ürünlerin geliştirilmesi, mevcut ürünlerin tüketici beğeni ve tercihlerine göre değerlendirilmesi, ürünler arası karşılaştırmalar yapılması, ürünlerin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi ve pazar analizi yapılması gibi çeşitli amaçlarla kullanılır (Kahraman, 2020).

Duyusal analiz sayesinde üreticiler aşağıdaki avantajları elde ederler:

- 1) Tüketici Beğenilerini Öğrenme: Ürünlerin tüketici tarafından nasıl algılandığını, hangi özelliklerinin tercih edildiğini ve beğenildiğini anlamak.
- 2) Tüketici Değerlendirmelerine Dayalı Ürün Geliştirme: Tüketicilerin ürün hakkındaki geri bildirimlerine dayanarak, ürünlerin formülasyonunu veya özelliklerini iyileştirerek, pazara daha uygun hale getirmek.
- 3) Optimizasyon Sağlama: Üretim süreçlerini daha verimli hale getirerek kaliteyi artırmak ve maliyetleri minimize etmek.

- 4) Pazar Analizi Yapma: Ürünlerin pazar payını artırmak, hedef kitleye hitap etmek ve satış stratejilerini güçlendirmek amacıyla duyuusal verileri analiz etmek.
- 5) Kalite Kontrolü Sağlama: Ürünlerin kalite standartlarını karşılayıp karşılamadığını, ayrıca tüketici beklentilerine ne ölçüde yanıt verdiğini denetlemek.

İnsanların tüketimi için üretilen gıdaların tüketiciler tarafından beğenilmesi, onaylanması ve tercih edilmesi, üreticiler için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, duyuusal analiz, üretilen ürünün tüketici beğenisini ve onayını elde etmesinde belirleyici bir rol oynar ve son kararı verir (Çelik, 2004).

2.1. Duyusal Analizin Tarihçesi

İnsanlar görme, koklama, duyma, dokunma ve tatma duyuları aracılığıyla çevrelerini algılar ve bu algılar üzerinden değerlendirmeler yapar. Bu sebeple, duyuusal analiz insanlığın varoluşuna dayanır, ancak ilk bilimsel çalışmalar 1753 yılında İngiltere’de ‘Kadınlar Birliği’ adlı kuruluş tarafından yayımlanan ‘Gıda Alışveriş Yönergesi’ ile başlatılmıştır. Bu yönergede, gıda satın alırken dikkate alınması gereken kriterler ve duyuusal değerlendirmelerin nasıl yapılması gerektiği açıklanmıştır (Harper, 1977).

Ticaretin gelişmesiyle birlikte, üreticiler arasındaki pazar rekabeti artmış ve gıdaların uzak mesafelere taşınması, duyuusal analiz çalışmalarının hızlanmasına yol açmıştır. Bu dönemde, şarap, kahve, tereyağı gibi ürünler sınıflandırılmaya başlanmıştır. 1. Dünya Savaşı sırasında Pangborn, Amerikan kuvvetlerine kaliteli gıda sağlamak amacıyla sistematik duyuusal analiz çalışmalarının temellerini atmıştır. Aynı dönemde, duyuusal analiz testlerinden biri olan üçgen test de geliştirilmiştir (Akkaya, 2017).

İngiliz Standartlar Enstitüsü (BSI), 1975 yılında duyuusal testler ve tanımlarla ilgili bir sözlük yayınlamıştır. 1976 yılında ise, Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) faaliyeti kapsamında 'Duyuusal Analiz Yöntemleri Standart Taslağı'nı yayınlamıştır (MEB, 2012).

Ülkemizde duyuusal analizle ilgili çalışmalar, 1957 yılında şarapların kalite kontrolünde duyuusal analizin yasal bir yöntem olarak kullanılmasıyla başlamıştır. Türk Standartlar Enstitüsü (TSE) 1981 yılında TS 3631/1981 numaralı 'Duyuusal Muayene' standardını

yayımlamıştır. 1983 yılında ise, TS 3904 ile 'Tat Duyarlılığı' standardı yayınlanmıştır. TSE tarafından yayımlanan çeşitli gıda standartlarında, duyu özellikler ve kontrollerle ilgili maddelere yer verilmekte olup; aynı zamanda TSE, duyu analizlerle ilgili olarak ISO tarafından önerilen standartları uyarlama çalışmalarını sürdürmektedir (Onoğur ve Elmacı, 2019).

Gıdaların tüketici tercih ve beğenisini etkileyen kalite değerlendirmelerinin yalnızca duyu analiz yöntemleriyle belirlenmesi, duyu değerlendirmenin önemini artırmaktadır. Her tüketicinin beğeni durumu ve lezzet algısının farklı olması, lezzet değerlendirmelerinin öznel bir niteliğe sahip olması ve kalite değerlendirmelerinde nesnel yöntemlerin yetersizliği, duyu değerlendirmenin gıda endüstrisindeki önemini sürdürmesine neden olmuştur (Uçan, 2021).

2.2. Duyusal Analiz Yöntemi

Duyu analiz çalışmaları, beş duyu organının kullanıldığı bir süreç olduğundan, bu duyulara ve tüketici algı ile yanıtlarına etki edebilecek faktörlerin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, duyu analiz dikkatle uygulanması gereken bir analiz türüdür. Duyusal analizde, paneller eğitilmemiş (tüketici) ve eğitilmiş (laboratuvar) paneller olmak üzere iki şekilde incelenebilir. Panel örneklerinin, temsil ettikleri kitleyi yansıtmaları ve homojen olması gerekir. Panelist sayıları ise, yapılan analizlerin amacına göre değişiklik gösterebilir. Amaca göre seçilen doğru yöntemin uygulanması, panel liderinin bilgi ve deneyimine, ayrıca panelin fiziksel koşullarına bağlıdır (Yaralı, 2018).

Duyu analizlerde, enstrüman olarak kullanılan panelistler, zamana ve karakteristik özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir ya da yanlış değerlendirmeler yapabilirler. Bu tür sorunların önüne geçebilmek için aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- 1) Tekrarlı testler yapılmalıdır.
- 2) Çok sayıda panelistin tadım yapması sağlanmalıdır.
- 3) Panelistler, panel düzenini sağlamak amacıyla panel liderlerinin belirlediği kurallara uymalıdır.
- 4) Panelistler, belirli özelliklere göre seçilmeli ve panelistlere gerekli eğitim verilmelidir.

Duyusal analizin doğru ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için aşağıdaki unsurların dikkate alınması gerekmektedir.

- 1) Duyusal analizin amacına uygun yöntemlerin seçimi ve doğru bir şekilde uygulanması.
- 2) Panelin oluşturulması, panelistlerin seçimi ve eğitimlerinin yapılması.
- 3) Panel odası ve örneklerin uygun şekilde hazırlanması.
- 4) Panel sonuçlarının istatistiksel yöntemlerle doğru bir şekilde değerlendirilmesi.

Tadımı yapılan ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, üretim aşamasındaki farklılıkların tespit edilmesi ve ürünlerin duysal karakteristiklerinin ortaya konması amacıyla kullanılan yöntemlerden biri olan duysal analiz, potansiyel tüketici olarak görülen ve eğitilmiş panelistler tarafından, herhangi bir dış araca ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilmektedir.

Duyusal analiz test yöntemleri, gıda örneklerinin beğeni durumu ve tercih düzeyini belirlemek amacıyla, örnekler arasındaki farklılıkları tespit etmek için uygulanır. Bu testlerle, gıdalardaki kimyasal ve fiziksel değişimlerin sonucunda ortaya çıkan duysal değişiklikler belirlenir.

Duyusal analiz, belirli bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan farklı test yöntemlerine sahiptir. Bu test yöntemleri, amaçlara ve kullanılan örneklere bağlı olarak çeşitlenir ve dört ana başlık altında incelenebilir.

2.2.1. Tek örnekli değerlendirme testleri

Tek örnekli değerlendirme testleri; yeni ürünlerin geliştirilmesi, farklı ürün çeşitlerinin oluşturulması, tüketici kabulü ve tercihlerinin belirlenmesi, ürün çeşitliliğinin artırılması ve ürünün pazar payının yükseltilmesi amacıyla gerçekleştirilen duysal analiz çalışmaları çerçevesinde kullanılan bir test yöntemidir. Gıdaların kalite özellikleri arasında yalnızca duysal özellikler, tüketiciler tarafından doğrudan değerlendirilebilir. Tüketici tercihlerinin belirlenmesinde, gıdanın görünüşü, lezzeti ve dokusu gibi özelliklerine karşı gösterilen tepkiler analiz edilerek tüketici davranışı hakkında bilgi edinilir.

Tek örnekli değerlendirme testinde, tüketicilere şu işlemler yapılır.

- 1) Bir örnek verilir.
- 2) Tüketiciden, verilen ürün hakkında; ürünü kabul edip etmediği, beğenme derecesi, ürüne puan verme ve ürün hakkındaki düşüncelerini kendi cümleleriyle ifade etmesi istenir.
- 3) Tüketicilerden alınan değerlendirmeler sonucunda, istatistiksel analiz yöntemlerinden biri olan ANOVA ile değerlendirmeler test edilir (Yaralı, 2018).

2.2.2. Tanımlama değerlendirmesi testleri (kalite – kantite testleri)

Bu testlerde, paneliste üçten fazla örnek sunulur ve gıdaların bir veya birden fazla duyuşal özelliğı, çeşit ve yoğunluklarına bağılı olarak farklı test yöntemleriyle değerlendirilir. Kalite-kantite testleri; örneklerdeki kaliteyi tespit etmek, en iyi örneğı veya örnekleri belirlemek, farklılık derecelerini saptamak, yeni ürünler geliştirmek, üretilen ürünleri iyileştirmek, örneklerdeki bozuklukları tespit etmek ve ürünlerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini belirlemek amacıyla yapılan duyuşal analizlerdir. Bu testler aşığıdaki başlıklar altında incelenebilir (Yaralı, 2018).

Sıralama testi

Paneliste birden fazla örnek sunularak, bu örneklerin tercih sırasına veya duyuşal özelliklerinin yoğunluğına göre sıralanması istenir. Elde edilen veriler, ANOVA kullanılarak değerlendirilir (Akkaya, 2017).

Puanlama testi

Eğitilmiş en az üç paneliste uygulanan bu testler; örneklerin rengi, dokusu, lezzeti ve kokusu gibi duyuşal özelliklerinin sayısal veya özel bir gösterge çizelgesi kullanılarak kalite derecelendirmesini veya bu özelliklerin yoğunluğunun ölçülmesini amaçlar. Elde edilen puanların ortalaması alınarak sonuçlar değerlendirilir (Akkaya, 2017).

Hedonik skala yöntemi

Eğitilmemiş panelistler ve tüketici testlerinde kullanılan bu yöntemde, tüketiciler veya panelistler, beğeni ve haz durumlarına göre örnekleri değerlendirirler. Hedonik skalalar, yüz ifadeleri veya grafik (çizgisel) formatlarında hazırlanabilir. Panelistlerden, örnekleri değerlendirerek tercih sırasını veya duysal özelliğın yoğunluğunu belirtilen skalada işaretlemeleri istenir (Yaralı, 2018).

2.2.3. Farklılık testleri

Gıdalardaki duysal özelliklerin farklı olma sebepleri arasında genetik özellikler, bitkisel gıdaların yetiştirilme koşulları, hayvansal gıdaların beslenme ve bakım koşulları, gıda işleme yöntemleri gibi faktörler örnek verilebilir. Bu faktörler, ürünlerin duysal özelliklerini etkileyerek farklılıkların ortaya çıkmasına yol açar. Bu nedenle, farklılık testleri, üretim, depolama ve pazarlama süreçlerinde gıdalarda meydana gelen fiziksel veya kimyasal değişimlerin sonucunda oluşan duysal farklılıkları belirlemek amacıyla uygulanır. Ayrıca, kalite kontrollerinin yapılması ve kalite standartlarının belirlenmesi gibi önemli alanlarda da kullanılır.

Farklılık testleri, iki veya daha fazla örnek arasındaki duysal farkları belirlemeye yönelik yapılır. Bu testlerde panelistlere, "Örnekler arasında farklılık var mıdır?" sorusu yöneltilir. Ardından, farklılığın yönü veya yoğunluğu incelenir (Yaralı, 2018).

Farklılık testleri aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

İkili test

A-A değil veya tek uyaran testi, tüketici tercihlerini belirlemek amacıyla uygulanan bir testtir. Bu testte paneliste, bir standart örnek (kontrol örneği veya referans örneği) ve değerlendirme yapılacak olan örnek olmak üzere iki örnek sunulur. Panelistin görevi, bu iki örnek arasındaki duysal farkları belirlemektir. Böylece, her bir örnek arasındaki duysal farklılıklar tespit edilerek, tüketici tercihlerine yönelik bilgiler elde edilir (Eye Bread Project, 2018).

İkili- üçlü (düo-trio) test

Yeni üretilen ürünlerin kontrolü ve kalite değerlendirmesi amacıyla uygulanan bu testte, paneliste önce bir standart örnek sunulur. Ardından, iki deneme örneği verilir ve panelistten, bu örneklerin hangisinin standart örneğe daha benzer ya da farklı olduğunu belirlemesi istenir. Bu sayede, ürünlerin kalite özellikleri ve standartlara uyumları değerlendirilir (Hugi ve Voirol, 2001).

Üçgen test

En yaygın kullanılan farklılık testlerinden biri olan bu yöntem, üretilen ürünlerin kıyaslanması ve kalite kontrollerinin yapılmasının yanı sıra, panelist seçimi için de kullanılmaktadır. Bu testte, panelistlere üç örnek sunulur; iki örnek aynı, bir örnek ise farklıdır. Panelistlerden, bu örnekler arasında farklı ya da benzer olanları belirlemeleri istenir (Larmond, 1977).

Eşlenmiş kıyaslama testi

Bu test, ikili testten farklı olarak standart örneğin ve deneme örneğinin paneliste aynı anda verilmesiyle gerçekleştirilir. Panelist, iki örnek arasında kıyaslama yaparak lezzet, görünüş, tat gibi duyuşal özellikler açısından farkları belirler (Candoğan, 2018).

2.2.4. Profil testleri

Profil testleri, üç ile sekiz arasında eğitilmiş panelistlerin bir araya gelerek bir gıdanın duyuşal özelliklerini tartışarak ortak veya bireysel puanlar verdiği bir yöntemidir. Bu testler, gıda örneklerinin duyuşal profillerinin ayrıntılı bir şekilde belirlenmesine olanak tanır ve genellikle iyi eğitilmiş panelistlere uygulanır (Yaralı, 2018).

Doku profili testi

Doku profili testi, bir gıdanın dokusal özelliklerini belirlemek için kullanılan duyuşal bir tekniktir. Bu test, gıdanın dokusunu objektif bir şekilde değerlendirmek için farklı puanlama ve derecelendirme skalaları ile tanımlayıcı terimler kullanır. Puanlar, her biri

referans bir gıda örneğiyle tanımlanmış olarak değerlendirilir, böylece gıdanın dokusal özellikleri daha doğru bir şekilde ortaya konur (Onoğur ve Elmacı, 2019).

Lezzet profili analizi

Gıda lezzetlerinin tüm bileşenlerinin ayrıntılı bir şekilde incelendiği bu testlerde, iyi derecede eğitilmiş panelistler kullanılır. Lezzetin, bileşiklerin birbirleriyle olan ilişkilerinin incelenmesiyle farklılık testlerinden ayrılır. Bu test ile; gıdanın genel lezzeti ve her bir lezzet özelliği ayrı ayrı belirlenebilir. Ayrıca, her bir lezzet özelliğinin yoğunluğu tespit edilebilir, birleşik etkilerinin tüm lezzete nasıl yansıdığı analiz edilebilir ve lezzet özelliklerinin algılanma sıraları ile tadım sonrası ve gıda ile ilgili genel değerlendirmeler yapılabilir (Onoğur ve Elmacı, 2019).

Duyusal analiz yönteminde, ürünlerin duysal özelliklerinin belirlenmesi, tüketicilerin ürünleri beğenip beğenmediklerinin tespit edilmesi ve ürünlerin karakteristik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanır. Bu analizle, duysal yollarla elde edilen yanıt değişkenindeki farklılıkları meydana getiren faktörler belirlenmeye çalışılır. Duyusal faktörlerin tespit edilmesi için en etkili yöntemler, istatistiksel deney düzenlerinde mevcuttur (Box, 1978).

İstatistiksel analiz yöntemleri, deneyde yer alan faktör sayısına, yanıt değişkenlerinin sayısına, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin varlığına ve rastgelelik durumuna göre farklılık gösterir. Örneğin, deney düzeninde yalnızca bir faktör ve bir yanıt değişkeni bulunuyorsa, bu durumda başvurulacak yöntem ANOVA olacaktır.

İki veya daha fazla faktöre sahip deney düzenlerinde, deneklerin rastgele olarak yerleştirilmesi, faktörler arasındaki farklılıkların incelenmesine olanak tanır. Ancak, denekler arasındaki farklılıkların etkisi, yalnızca araştırılan faktörlerin değil, aynı zamanda diğer etkenlerin de deneklerdeki ölçüme etkisi olabileceği için, bu etkenlerin etkisinin dikkate alınması gerekir. Bu tür etkenlerin etkisini denetlemek için, deneyde homojen bloklar oluşturulması önemlidir. Böylece her blokta farklı denemeler yapılabilir ve blok içindeki benzerlikler sağlanarak, incelenen faktörün etkisinin daha doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olur. Bu tür deney düzenlerine rastgele blok deney düzenleri denir (Karağaoğlu, 2013).

Duyusal analiz çalışmalarında, panelistler aynı anda birçok örneği karşılaştırarak ürünler arasındaki farklılıkları değerlendirebilir. Ancak çok sayıda ürünün test edilmesi panelistlerde duysal yorgunluğa yol açabilir veya panelistlerin yalnızca en düşük ve en yüksek yoğunluklara odaklanmasına neden olabilir. Bu durum, sonuçların güvenilirliğini olumsuz etkileyebilir (Best ve diğerleri, 2006). Bu güven kaybını önlemek için BIB tasarımlar tercih edilir. Bu tasarımlar, denemelerin alt gruplarını her blokta eşit sayıda test ederek panelist yorgunluğunu azaltır ve güvenilirliği artırır (Gacula ve diğerleri, 2009).

3. DENGELİ TAMAMLANMAMIŞ BLOK TASARIMLAR

Deney tasarımlarının istatistiksel analizi, deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi ve amaca uygun, güvenilir sonuçların elde edilmesi anlamına gelir. Bu analizlerin temel amacı, değişkende gözlenen farklılıkları açıklayan faktörleri tespit etmek ve deneme hatalarını en aza indirmektir.

Yapılan birçok deney, iki veya daha fazla faktörün ve bu faktörlerin düzeylerinin yanıt değişkeni üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla tasarlanır. Bu tür analizler için en yaygın kullanılan yöntemlerden biri faktöriyel tasarımlardır. Faktöriyel tasarımlar, birden çok faktörün farklı düzeylerini aynı anda ele alarak bir faktörün etkisini, diğer faktör veya faktörlerin değişik düzeyleriyle birlikte inceleme olanağı sunar. Ancak faktöriyel tasarımlarda tüm faktör ve düzeylerinin aynı anda değerlendirilmesi, deneme hatalarının artmasına, maliyetin yükselmesine ve uygulama süresinin uzamasına neden olabilir. Ayrıca faktör sayısı arttıkça, bütün deneme kombinasyonlarının test edilebilmesi için gerekli homojen deneme materyalini temin etmek de zorlaşır. Bu zorluklara çözüm olarak Yates (1936), deneme sayısının bloktaki deney birimi sayısından fazla olduğu BIB tasarımları önermiştir. Bu tasarımlar, denemeler arasındaki farklılıkları belirlemek için etkili bir yöntem olup, bütün deneme çiftlerini aynı hassasiyetle karşılaştırmayı mümkün kılar (Mansouri ve Shaw, 2004).

Rastgele blok tasarımları, BIB tasarımlarının temelini oluşturmaktadır. Bu tasarımlarda, deney düzeninden farklılığı oluşturmayan ilgisiz faktörlerin çıkartılmasıyla değişkenliğin en aza indirgenmesi hedeflenir (Gacula,1993).

BIB tasarımlarında, herhangi iki deneme çifti, diğer tüm deneme çiftleriyle eşit sayıda birlikte görülür. Bu, BIB tasarımlarının dengeli olmasını sağlar ve tüm deneme çiftleri arasında eşit sayıda karşılaştırma yapılmasına olanak tanır. Böylece, tüm deneme çiftleri belirli bir dengeye göre seçilerek denemeler arasında sistematik bir karşılaştırma yapılması sağlanır (Gül, 2014)

3.1. BIB Tasarımlarının Özellikleri

BIB tasarımların parametreleri aşağıda verilmiştir.

v = deneme sayısı,

k = her bir blokta yer alan deneme sayısı,

r = her bir deneme için tekrar sayısı,

b = blok sayısı,

λ = her bir deneme çiftinin karşılaştırıldığı blok sayısıdır. (Yates,1936)

Bir BIB tasarımı, k ($<v$) genişliğinde, b kümede (blokta) ve v noktanın (deneme) dizilişi olup şu kurallara dayanır:

- 1) Her deneme bir blokta en çok bir kere bulunur.
- 2) Her deneme r blokta bulunur.
- 3) Her farklı iki deneme λ blokta birlikte bulunur (Raghavarao ve Padgett, 2005).

Her bir blokta yer alan deneme sayısının, deneydeki toplam deneme sayısından küçük olması şartı bu tasarımdaki tamamlanmamış ifadesini temsil eder. Blok genişliğini ifade eden k , deneydeki toplam deneme sayısından az olması sebebiyle hiçbir blok denemelerin tamamını içermez. Her bir deneme çiftinin kıyaslandığı blok sayısının aynı olması dengeli terimini açıklar.

BIB tasarımların lineer modeli Eş. 3.1' de gösterilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad (3.1)$$

Burada μ genel ortalama, α_i i. deneme etkisini, β_j j. blok etkisini ve ε_{ij} rastgele hatayı ifade eder.

Örnek 3.1

$v=4$, $b=4$, $r=3$, $k=3$, $\lambda=2$ parametrelili bir BIB tasarımın blokları aşağıdaki gibidir.

$$B_1 = \{1, 2, 3\}$$

$$B_2 = \{1, 2, 4\}$$

$$B_3 = \{1, 3, 4\}$$

$$B_4 = \{2, 3, 4\}$$

BIB tasarımları (v, k, λ) şeklinde ifade edilebilir. Tasarım matrisi her blokta hangi denemelerin bir arada olduğunu gösterir. Örnek 3.1' e ilişkin $(4,3,2)$ parametrelerine sahip BIB tasarımının tasarım matrisi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. $(4,3,2)$ parametrelerine sahip BIB tasarım matrisi

	V_1	V_2	V_3	V_4
B_1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	
B_2	Y_{12}	Y_{22}		Y_{42}
B_3	Y_{13}		Y_{33}	Y_{43}
B_4		Y_{24}	Y_{34}	Y_{44}

İsabet matrisi toplam denek birim sayısı $N = (n_{ij})$ ile gösterildiğinde i. denemenin j. blokta mevcut olup olmadığını gösterir. Bu matris 0 ve 1'lerden oluşur ve i. deneme j, blokta mevcut ise 1, aksi halde 0 değerini alır. Çizelge 3.1 'e ilişkin isabet matrisi aşağıda verilmiştir.

$$N = \begin{matrix} & \begin{matrix} B_1 & B_2 & B_3 & B_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

İsabet matrisinden anlaşılabacağı üzere 1. deneme sırasıyla 1. 2. ve 3. blokta, 2. deneme sırasıyla 1. 2. ve 4. blokta, 3. deneme sırasıyla 1. 3. ve 4. blokta, 3. deneme sırasıyla 1. 3. ve 4. blokta, 4. deneme sırasıyla 2. 3. ve 4. blokta yer almaktadır.

Blok sayısı deneme sayısına eşit olduğunda $(v = b)$ BIB tasarımlar dengeli simetrik BIB tasarımlar olarak ifade edilir. Örnek 3.1 'deki BIB tasarımı dengeli simetrik BIB tasarımına sahiptir.

BIB tasarımının parametreleri olarak bilinen v , b , k , r ve λ arasında aşağıdaki gibi bir ilişki vardır.

$$v.r = b.k = N \quad \text{ve} \quad \lambda(v-1) = r(k-1) \quad (3.2)$$

Her bir deneme çiftinin karşılaştırıldığı blok sayısını ifade eden λ Eşitlik 3.3'te verilen formül ile hesaplanır. Örnek 3.1'de λ parametresi 2 olduğu için her deneme çifti 2 blokta birlikte yer alır. λ parametresi yalnızca pozitif tam sayılar alır.

$$\frac{\lambda(k-1)}{v-1} \quad (3.3)$$

3.2. BIB Tasarımlarda Duyusal Analiz

Duyusal analiz, eğitilmiş ya da eğitilmemiş panelistlerden yararlanarak, görme, koklama, işitme, tatma ve dokunma duyuları aracılığıyla elde edilen duyusal bilgiler doğrultusunda ürün farklılıklarını belirlemeyi ve tüketici tercihlerini analiz etmeyi amaçlar. Bu bağlamda, duyusal analizde genellikle deney tasarımına uygun istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan istatistiksel yöntemler, test edilmek istenen hipotez ve deney tasarımına göre çeşitlilik göstermektedir.

Duyusal analiz testlerinde, panelistler genellikle aynı anda çok sayıda ürünü kıyaslamak zorunda kalabilir. Bu durum, panelistlerin duyusal yorgunluk yaşamasına veya yalnızca en yüksek ya da en düşük yoğunluğu dikkate alarak değerlendirme yapmasına neden olabilir. Bu tür sorunlar, analiz sonuçlarında güven kaybına yol açabilmektedir. Bu soruna bir çözüm olarak BIB tasarımları kullanılmaktadır. BIB tasarımları, her bloktaki deneme sayısının toplam deneme sayısından daha az olduğu ve iki deneme çiftinin bir blokta birlikte yer alma sayısının tüm olası deneme çiftleri arasında eşit olduğu bir deney düzeni sunar. Bu tasarımlar, panelistlerin daha az sayıda ürünü test etmesini sağlayarak duyusal yorgunluktan kaynaklanan güven kaybını azaltmayı amaçlar (Best ve diğerleri, 2006).

Duyusal analiz çalışmalarında, BIB tasarımları, maliyet ve zaman gibi faktörleri minimize etmenin yanı sıra, bloklama yöntemi ile deney hatalarını da önemli ölçüde azaltmıştır. Bu tasarımlarda, panelistler bloklar olarak değerlendirilebilmektedir (Gacula ve diğerleri,

2009). Sağladığı bu avantajlar sayesinde, BIB tasarımları duyuşal analiz çalışmalarında geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Friedman (1937), duyuşal analizde sıralama yöntemlerinin istatistiksel gücünü ve geçerliliğini ilk kez ele almıştır. Çalışmasında, sıra sayıları yönteminin, ANOVA'ya eşdeğer sonuçlar sağlayabileceğini göstermiştir. Bu yaklaşım, duyuşal analizde parametrik olmayan yöntemlerin önemini ortaya koyarak ileride yapılacak çalışmalara temel oluşturmuştur.

Galinat ve Everett (1949), BIB tasarımları duyuşal analiz uygulamalarında ilk kez tanıtmıştır. BIB tasarımlarının sağladığı avantajlar arasında, maliyetin azaltılması, panelistlerin yorgunluğunun önlenmesi ve deney sürecinin daha verimli hale getirilmesi yer alır. Çalışma, her ürün çiftinin eşit sayıda karşılaştırılmasını sağlayarak deneme düzenlerinin istatistiksel doğruluğunu artırmıştır. Bu yaklaşımla, duyuşal analizdeki sistematik hataların minimize edilebileceği gösterilmiştir.

Durbin (1951), tüketicilerin ürünler hakkındaki tercihlerini ifade eden sıralamalara dayalı olarak Durbin sıra sayıları testi olarak bilinen yöntemi geliştirmiştir. Bu test, BIB tasarımlarında verilerin istatistiksel analizini parametrik olmayan bir yaklaşımla gerçekleştirmiştir. Durbin testi, özellikle duyuşal analiz çalışmalarında önemli hale gelmiş ve daha sonraki yıllarda geliştirilerek uygulanabilirliği artırılmıştır.

Marquardt ve diğerleri (1963), BIB tasarımlarının geniş bir bakış açısıyla ele alınmasını sağlamıştır. Özellikle gıda endüstrisinde, ürünlerin karşılaştırılmasında nasıl uygulanacağına dair kapsamlı bir rehber sunmuştur. Marquardt, BIB tasarımlarını ürün farklılıklarının saptanması, tüketici tercih analizleri ve kalite kontrol süreçlerinde bir standart olarak konumlandırmıştır.

Gacula ve Kubala (1972), duyuşal verilerin doğru şekilde analiz edilmesi için BIB tasarımlarının önemini vurgulamışlardır. Çalışmaları, duyuşal analizde istatistiksel yöntemlerin seçiminde modelleme tekniklerinin kritik rolünü ortaya koymuştur. Gıda endüstrisinde bu yöntemlerin uygulanması, sonuçların güvenilirliğini ve doğruluğunu artırmıştır.

Margolin (1982), özellikle duysal analizlerde panelistlerin aşırı yorgunluğa maruz kalmasının etkilerini incelemiştir. Bir panelistin tek bir oturumda çok sayıda ürünü test etmesinden kaynaklanan durumu damak paralizi olarak adlandırmıştır. Çalışmasında, bu durumun sonuçların doğruluğunu nasıl etkilediğini ve panelist yükünün azaltılması gerektiğini vurgulamıştır.

Lawless ve Heymann (2010), duysal analizde deney tasarımlarının kapsamlı bir incelemesini sunmuşlardır. Çalışmalarında, doğru deney düzeninin seçilmesinin, sonuçların güvenilirliği ve geçerliliği açısından kritik olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, BIB tasarımlarının duysal analizdeki yaygın kullanımını ve avantajlarını detaylı bir şekilde ele almışlardır.

Gökpınar ve arkadaşları (2011), duysal analizde düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testini uygulamış ve bu yöntemi görselleştirmek için ürün haritaları kullanmıştır. Çalışma, ürünlerin duysal analiz sonuçlarının permütasyon testi ile değerlendirilmesi ve ürün haritaları oluşturulması konusunda yenilikçi bir yaklaşım sunmuştur. Bu yöntem, özellikle ürün kıyaslamalarında karar süreçlerini desteklemiştir.

Elyıldırım (2012), BIB tasarımlarının duysal analizdeki kullanımını ele alarak bu tasarımların sağladığı avantajları detaylandırmıştır. Çalışma, özellikle deneysel hataların azaltılmasında ve sonuçların doğruluğunun artırılmasında bu yöntemlerin etkinliğini vurgulamıştır. Ayrıca, BIB tasarımlarının tüketici tercihleri ve duysal değerlendirmelerdeki geniş uygulama alanına dikkat çekmiştir.

3.3. BIB Tasarımlarında Parametrik Olmayan İstatistiksel Yöntemler

İstatistiksel yöntemler, parametrik istatistiksel yöntemler ve parametrik olmayan istatistiksel yöntemler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Parametrik istatistiksel yöntemlerin uygulanabilmesi için belirli varsayımların sağlanması gereklidir. Bu varsayımların en önemlisi, verilerin normal dağılım göstermesidir. Bunun yanında, varyansların homojenliği gibi diğer koşullar da parametrik yöntemlerin geçerliliği için kritik öneme sahiptir.

Bununla birlikte, normal dağılım varsayımının sağlanmadığı veya verilerin ölçüm düzeyinin parametrik yöntemler için uygun olmadığı durumlarda parametrik olmayan istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Parametrik olmayan yöntemler, genellikle daha esnektir ve dağılım varsayımı gerektirmez. Bu özellikleri, kitleyle ilgili bir varsayım sağlanmadığında hipotez test etme sürecinde değerli bir alternatif sunar. Parametrik olmayan yöntemler, özellikle küçük örneklem büyüklüklerinde veya sıra verilerinin analizinde tercih edilir (Hemmer, 2012).

Çoğunlukla parametrik olmayan yöntemlerde, deneklerden elde edilen veriler sıralandıktan veya işarete dönüştürüldükten sonra analiz edilir. Parametrik olmayan yöntemler, sıralanmış verilere uygulanabilir ve bu yöntemlerin esnekliği, birçok farklı veri türü üzerinde çalışılabilmesini sağlar (Daniel, 1990).

Hedonik ölçeklerde parametrik olmayan testlerin tercih edilmesinin birkaç temel nedeni vardır. İlk olarak, hedonik ölçekler sıklıkla sıralı verilere dayanır; katılımcılar, ürünleri belirli bir skala üzerinden derecelendirirler (örneğin, 1 = hiç beğenmedim, 9 = çok beğendim). Bu tür ölçeklerde elde edilen veriler, sayısal değerler taşımasına rağmen bu değerler genellikle aritmetik anlam taşımaz ve yalnızca sıralama veya tercih düzeyini ifade eder.

İkinci olarak, parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli olan normal dağılım, varyansların homojenliği gibi varsayımlar hedonik ölçek verilerinde her zaman sağlanamayabilir. Özellikle küçük örneklem büyüklüklerinde veya dağılımın çarpık olduğu durumlarda bu varsayımlardan sapmalar yaygın olarak gözlenir. Bu nedenle, sıralı veriler için daha uygun olan ve dağılım varsayımı gerektirmeyen parametrik olmayan testler, hedonik verilerin analizinde sıklıkla tercih edilir.

Friedman (1937), nicel değerler yerine bu değerlerin sıralama sayılarına dönüştürülerek kullanılmasıyla, normal dağılım varsayımına duyulan ihtiyacın ortadan kalkacağını öne sürmüştür. Bu yöntemin uygulandığında bilgi kaybının oldukça düşük olduğunu, ANOVA'ya kıyasla daha az zaman gerektirdiğini ve belirli varsayımları sağlamaya gerek olmadığı için ANOVA'ya bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur. Friedman, bu yöntemin özellikle deneme sayısı ve blok sayısının farklı kombinasyonları

için güvenilir sonuçlar verdiğini ve kullanım kolaylığı sağladığını belirtmiştir. Sıra sayıları yönteminin temel avantajları arasında:

- 1) Daha az zaman gerektirmesi,
- 2) Bilgi kaybının minimum düzeyde olması,
- 3) Normallik ve varyans homojenliği gibi varsayımlar gerektirmemesi,

bulunmaktadır (Bradley, 1954). Bu özellikler, yöntemin varyans analizi için güçlü bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Friedman sıra sayıları testinin avantajlarına rağmen, yöntemin her panelistin tüm denemeleri değerlendirmesi gerektiği gerçeği, panelistlerde kafa karışıklığına veya literatürde damak paralizisi olarak adlandırılan duyuşsal yorgunluğa neden olabilir. Bu zorluklar, panelistlerin birden fazla ürünü sıralamak zorunda olmadığı alternatif tasarımların geliştirilmesi yönündeki araştırmaları teşvik etmiştir.

Bu çalışmalar sonucunda, Anderson, Page ve Pearson testleri gibi yöntemler geliştirilmiş ve bağımsız ikili karşılaştırma test sayılarının önemli ölçüde azaltıldığı tasarımlar ortaya konmuştur. Bu tasarımlar, özellikle BIB tasarımlarının duyuşsal analizlerdeki uygulama alanını genişletmiş ve yöntemlerin güvenilirliğini artırmıştır.

Green ve Carmone (1970), BIB tasarımlarının duyuşsal analizlerde sağladığı avantajları kapsamlı bir şekilde incelemiş ve bu tasarımların, hem veri toplama sürecinde sağladığı kolaylıklar hem de analizlerdeki doğruluk oranları açısından önemli kazanımlar sunduğunu belirtmiştir.

3.3.1. Durbin sıra sayıları testi

Panelistlerin değerlendirdiği deneme sayısı fazla olduğunda sıralama işlemi kolay değildir. Deneyşel düzen içerisinde her bir denemenin bloklarda eşit sayıda mevcut olduğu ve iki deneme çiftinin aynı blok içerisinde birlikte mevcut olma sayısının tüm olası deneme çiftlerinin sayısına eşit olduğu BIB tasarımların kullanılması bu probleme bir çözümdür (Durbin, 1951).

Her bir paneliste sıralamak için çok sayıda deneme verildiğinde, denemeler arasındaki farklılıkları tespit etmek panelist için oldukça zorlaşır. Bu nedenle, duyuşal analizlerde Durbin sıra sayıları testi geniş bir uygulama alanı bulmaktadır (Bi, 2008). Durbin sıra sayıları testi, BIB tasarımlarında denemeler arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla geliştirilmiş bir test istatistiğidir. Bu test, Friedman tipi bir istatistik olup, Friedman test istatistiğinin BIB tasarımlar için genişletilmiş halidir (Alvo ve Cabilio, 1991).

Durbin sıra sayıları testinde i . denemenin lineer etkisi Eş. 3.3' te verilmiştir. Burada N_{ij} i . denemenin j . sıra sayısını alma sayısıdır.

$$M_i = \sqrt{\frac{(v-1)}{rv} \sum_{j=1}^k N_{ij} g(j)} \quad (3.3)$$

$$g(j) = \sqrt{\frac{12}{(k^2-1)} \left(j - \frac{k+1}{2} \right)} \quad (3.4)$$

Burada $g(j)$ 'ler doğrusal bir fonksiyon olarak tanımlandığı için M_i 'ye lineer etki denir. Lineer etkinin tanımı, sıra sayılarının bir tekdüze yayılımını varsayarak, i . deneme için örnek ortalama sıra sayıları ile beklenen değeri arasındaki farkı içerir. Bu fark, denemeleri ortalama sıralamaya göre ayıran bir değeri temsil eder.

$$D = \sum_{i=1}^v M_i^2 \quad (3.5)$$

Eş. 3.5'te denemeler arası ortalama sıra sayıları farkları için Durbin sıra sayıları test istatistiği verilmiştir. Durbin sıra sayıları test istatistiği D , $(v-1)$ serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımına sahiptir (Sprott,1962).

Best ve Rayner (1999), BIB tasarımlarından ve ikili karşılaştırma düzenlerinden elde edilen sıra sayılı verilerin istatistiksel analizinden yola çıkarak Durbin 'in uygulamalarına ilişkin iki istatistik tanımlamışlardır. BIB tasarımlarda elde edilen sıra sayısı toplamalarının istatistiksel karşılaştırmasını yapmak için Durbin istatistiği kullanılabilir.

BIB tasarımlarda Durbin test istatistiği i . deneme için toplam sıra sayılarını kullanarak Eş.

3.6 'da verildiği gibi hesaplanır. Deneme sıralamalarının toplamalarının eşitliğinin test edilmesindeki amaç deneme farklılıklarını ortaya çıkarmaktır. R_i i. deneme için sıra sayılarının toplamıdır.

$$D_1 = \frac{12(v-1)\sum R_i^2}{rv(k^2-1)} - \frac{3r(v-1)(k+1)}{(k-1)} \quad (3.6)$$

Denemeler arasındaki dağılım farklılıkları tespit etmek için Eş. 3.7 'deki Durbin istatistiği kullanılır. Burada d_{ij} yer alan i. denemenin j. sırayı alma sayısını göstermek üzere,

$$S_i = \sum j^2 d_{ij} \text{ şeklindedir.}$$

$$D_2 = \frac{180(v-1)\sum[S_i + \frac{r(k+1)(k+2)}{6}]^2}{rv(k^2-1)(k^2-4)} \quad (3.7)$$

Örnek 3.2

Genel beğeni açısından 4 deneme türünün puanlandığı varsayıldığında, (4,3,2) parametrelerine sahip BIB tasarımı için sıra sayıları Çizelge 3.2'de verilmiştir

Çizelge 3.2. Denemeler için sıra sayıları

Panelist / Deneme Grupları	B1	B2	B3	B4
1	1	2	3	X
2	1	X	3	2
3	1	2	X	3
4	X	1	3	2
Sıra sayıları toplamı	3	5	9	7

Deneme türleri arasında genel beğeni açısından fark olup olmadığı test edilmek istendiğinde, Eş. 3.6'da verilen istatistik hesaplanarak aşağıdaki hipotez test edilir.

H_0 : Deneme türleri arasında genel beğeni açısından farklılık yoktur.

Parametre değerleri $v = 4$, $b = 4$, $r = 3$, $k = 3$ olup buna göre Durbin sıra sayıları test istatistiği 7,5 olarak hesaplanmıştır.

$$D = \frac{12 * 3 * 164}{3 * 4 * 8} - \frac{3 * 3 * 3 * 4}{2} = 7,5$$

Karşılaştırılmak istenen deneme sayısı 4 olup BIB tasarımı $\chi^2(3,0.025)$ dağılımına sahiptir. Yukarıda verilen yokluk hipotezini test etmek için χ^2 tablo değeri (9,348) ile D istatistiğinin değeri (7,5) karşılaştırıldığında tablo değeri hesaplanan D istatistiği değerinden büyük olup yokluk hipotezi 0,05 anlamlılık düzeyinde reddedilemez. Buna göre genel beğeni açısından deneme türleri arasında bir farklılık olmadığı %95 güvenle söylenir.

3.3.2. Aynı değerli gözlemler için düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi

Aynı değere sahip gözlemlerin olduğu deneylerde, Durbin sıra sayıları testine dayalı uyarlanmış bir test istatistiği Best ve diğerleri (2006) tarafından geliştirilmiştir. Veriler arasında aynı değerli gözlemler bulunduğunda, D artık ki-kare dağılıma sahip değildir. Bu durumda lineer etki, $g(j)$ 'ye bağlı bir faktör ile düzeltilmeye ihtiyaç duyar (Best ve diğerleri, 2006).

$(v-1)$ serbestlik dereceli ile yaklaşık ki kare dağılımına sahip düzeltilmiş Durbin sıra sayıları test istatistiği, Eş. 3.8 'de verilmiştir.

$$D_{\text{düzeltilmiş}} = \frac{\sum_{i=1}^v M_i^2}{a} \quad (3.8)$$

Düzeltilme faktörü olan a ise aşağıdaki Eş. 3.9'da verilmiştir.

$$a = g'Ug / r \quad (3.9)$$

Burada $g' = (g(1), g(2), \dots, g(k))$ ve $U = (U_{ij})$ 'nin (d,w) 'inci elemanı sıra sayısı d ve sıra sayısı w 'nin bağlandığı durumların sayısını verir. Eğer herhangi bir blok için $d, \dots, d+m-1$ sıra sayıları aynı değerli ise, U 'nun alt matrisine karşılık gelen m^2 hücrenin her birine, $i, j=d, \dots, d+m-1$ için U_{ij} elemanlarına $1 / m$ eklenir. Matris tüm bloklar üzerinden toplam alınarak oluşturulduğundan simetriktir. Aynı zamanda düzeltilmiş etki $\frac{M_i}{a}$ olarak da yazılır.

Ayrıca çoklu karşılaştırmalar için test,

$$\frac{(M_i - M_j)}{\sqrt{a}} \quad i \neq j \quad (3.10)$$

olarak tanımlanır ve 0 ortalama ve 2 varyans değeri ile normal dağılıma sahiptir (Best ve diğerleri, 2006).

Newell ve Macfarlane (1987), sıralama verilerinin analizinde kullanılan farklı istatistiksel yöntemleri kapsamlı bir şekilde incelemiş ve bu yöntemlerin duyusal analizdeki uygulamalarını tartışmışlardır. Çalışmalarında özellikle Durbin testi üzerine odaklanmış ve bu test için genişletilmiş tablolar sunmuşlardır.

Bi ve Ennis (1999), duyusal analizde sıklıkla karşılaşılan eksik blok problemlerine çözüm bulmak amacıyla BIB tasarımlar için beta-binom dağılımına dayalı tablolar geliştirmiştir. Bu tablolar, özellikle eksik gözlemlerin bulunduğu durumlarda sıralama verilerinin daha etkili bir şekilde analiz edilmesini sağlamıştır. Beta-binom dağılımının kullanılması, duyusal analiz çalışmalarında güvenilirlik ve kesinliği artırarak, panelistlerin eksik ya da tutarsız değerlendirmelerinin olumsuz etkisini en aza indirmeyi hedeflemiştir.

Duyusal analizde, rastgele blok tasarımlarında denemeler arasındaki farklılıkları test etmek amacıyla sıklıkla Friedman sıra sayıları testi kullanılmaktadır. Bu test, her panelistin tüm denemeleri değerlendirdiği bir yapıyı gerektirir. Ancak bu koşul, pratikte önemli sınırlamalara yol açmaktadır. Panelistlerin her denemeyi tatması, koklaması veya değerlendirmesi gerekliliği duyusal yorgunluk gibi sorunlara neden olmakta, bu da değerlendirme güvenilirliğini düşürmektedir. Duyusal yorgunluk, özellikle çok sayıda denemenin olduğu durumlarda panelistlerin doğru bir sıralama yapma kapasitesini kısıtlamaktadır. Bu tür sınırlamaları aşmak amacıyla, BIB tasarımlar üzerine geliştirilmiş Friedman sıra sayıları testine dayalı alternatif yöntemler geliştirilmiştir.

BIB tasarımlar, her panelistin yalnızca belirli bir alt küme üzerinde çalışmasına izin vererek duyusal yorgunluğu azaltmayı ve güvenilirliği artırmayı hedefler. Bu bağlamda, geliştirilen testlerden bazıları Skilling ve Mack testi, Durbin sıra sayıları testi ve düzeltilmiş Durbin

sıra sayıları testidir. Bu yöntemler, sıralama verilerindeki farklılıkların analiz edilmesine olanak tanıyarak, panelistlerin daha az yorgunlukla daha güvenilir sonuçlar elde etmesini sağlamayı hedeflemektedir (Hollander ve Wolfe, 1999).

4. YENİDEN ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Parametrik testler, kitle dağılımına yönelik belirli varsayımların (örneğin, normallik ve varyansların homojenliği) sağlanmasını gerektirir. Bu varsayımlar karşılandığında parametrik yöntemler güçlü ve güvenilir sonuçlar verir. Ancak varsayımlar sağlanmadığında, test sonuçları güvenilir olmaz ve bulgular yanıltıcı olabilir. Bundan dolayı varsayımlar sağlanmadığında parametrik olmayan testler parametrik olan testlere göre daha güvenilir sonuçlar üretir (Bradley 1968).

Geleneksel parametrik olmayan yöntemlerde sıra sayıları ve sıra ortalamalarına dayalı işlemler gerçekleştirilirken yeniden örnekleme yöntemleri farklı bir bakış açısı sunar. Bu testler de parametrik olmayan testler gibi dağılıma ilişkin varsayımların sağlanmasına gerek yoktur.

Yeniden örnekleme yöntemleri, bilgisayar yazılımları aracılığıyla kitleden alınan bir örneklemden tekrar tekrar örneklemler alınarak daha hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar. Bu yöntem, manuel olarak hesaplanması oldukça zor ve zaman alıcı olan analizleri daha hızlı ve anlaşılır hale getirir. Örnekleme dağılımının tüm olası örneklemlerinin elde edilmesi zorluğu ve yeterli örneklem alınmasının mümkün olmadığı durumlar için oldukça kullanışlıdır. Yeniden örnekleme, özellikle büyük veri setlerinde veya karmaşık dağılımlarda, analizlerin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini mümkün kılar (Koyuncuoğlu, 2021).

Parametrik olmayan testlerde, örneklem büyüklüğü arttıkça test istatistiklerinin dağılımı belirli bir dağılıma yaklaşır. Ancak, örneklem çapı küçük olduğunda bu durum geçerli olmayabilir (Agresti ve Yang, 1987). Öte yandan, parametrik testlerin varsayımlarının karşılanmadığı durumlarda, her zaman parametrik olmayan testlerin geçerli bir alternatifi olmayabilir. Böyle durumlar için yeniden örnekleme yöntemleri, alternatif bir çözüm olarak kullanılabilir. Bu yöntemler, özellikle küçük örneklem boyutlarında ve parametrik testlerin uygulanmasının zor olduğu durumlarda kullanışlıdır.

Tezin bu kısmında Bootstrap testi ile permütasyon testi hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

4.1. Parametrik Bootstrap Testi

Parametrik bootstrap testi, istatistiksel hipotez testi için bootstrap yönteminin bir türüdür. İstatistiksel hipotez testleri, genellikle bir örneklem veri seti üzerinde bir kitle parametresi hakkında çıkarımlar yapmayı amaçlar. Parametrik testler, belirli bir varsayılan dağılımı (genellikle normal dağılım) kabul eder ve bu dağılıma dayalı olarak test istatistiğini hesaplar.

Bootstrap yöntemi, orijinal veri setinden rastgele örneklemeler alarak yeni örneklem dağılımları oluşturarak çalışır. Parametrik bootstrap testi, bu yöntemi parametrik istatistiklerle (örneğin, ortalama veya varyans gibi) uygular. Parametrik bootstrap testinin adımları aşağıda verilmiştir.

- 1) Parametrik Model Belirleme: Veri setinin parametrik bir dağılımı olduğunu varsayılır.
- 2) Parametre Tahmini: Orijinal veri seti üzerinde parametreleri tahmin edilir.
- 3) Bootstrap Örneklemeler Oluşturma: Orijinal veri setinden bootstrap yöntemiyle rastgele örneklemeler çekilir. Her bir örneklem boyutu ve sayısı orijinal veri setiyle aynıdır.
- 4) Bootstrap Örneklemeleri ile Parametre Tahmini: Her bootstrap örneği için parametreler yeniden tahmin edilir.
- 5) Test İstatistiği Hesaplama: Her bootstrap örneği için belirli bir test istatistiği hesaplanır. Bu test istatistiği, genellikle orijinal veri seti üzerinde belirli bir parametre tahminine dayanır.
- 6) P Değeri Hesaplama: Parametrik testte olduğu gibi bootstrap örneklemeleri üzerindeki test istatistiklerinin dağılımı kullanılarak p değeri hesaplanır.

Parametrik bootstrap testi, parametrik istatistikler üzerinde güvenilir bir alternatif oluşturur ve özellikle parametrik dağılımlar için geçerli olan klasik hipotez testlerinin parametrik olmayan yöntemleri olarak düşünülebilir. Bu yöntem, özellikle küçük örneklem büyüklüklerinde ve parametrik varsayımların karşılanmadığı durumlarda kullanışlıdır (Doğan,2017)

4.2. Permütasyon Testi

Permütasyon testi, istatistiksel bir hipotez testi yöntemidir. Parametrik olmayan bir test olarak da bilinir. Bu yöntem, özellikle varsayımların sağlanmadığı veya verinin dağılımının belirsiz olduğu durumlarda kullanılır.

Permütasyon testi, gözlemler arasındaki ilişkiyi veya gruplar arasındaki farklılığı değerlendirmek için kullanılır. Temel amaç, veri setindeki örneklem değerlerini karıştırarak (permütasyon yaparak) elde edilen yeniden örneklem dağılımlarını kullanarak hipotez testi yapmaktır.

Yeniden örnekleme yöntemlerinin temelini permütasyon testleri oluşturur. Permütasyon testlerin temeli orijinal örneklemden hesaplanan test istatistiğinin rasgele olarak oluşturulan örneklemdeki test istatistiği ile kıyaslanmasına dayanır. Permütasyon testleri örnek üzerinde yerine koyarak örnekleme yapmak yerine veriye ilişkin tüm olası permütasyonları veya verinin çok sayıda yeniden düzenlenmesini içerir. Başka bir ifade ile permütasyon testleri yerine koymadan örnekleme yaklaşımını kullanarak rastgele oluşturulmuş yeni alt veri setleri oluşturur. Bu sayede hesaplanacak parametrik testin varsayımları karşılanmadığı veya geleneksel parametrik olmayan alternatiflerinin bulunmadığı durumlarda bile pek çok istatistiksel test hesaplanabilmektedir (Koyuncuoğlu, 2021).

Permütasyon testlerinin önemini, parametrik testlerin sağlaması gereken varsayımlarının olması, bazı parametrik testlerin parametrik olmayan karşılıklarının olmaması veya uygulamada bir şekilde hesaplanamaması artırır.

Permütasyon testinin adımları aşağıda verilmiştir.

- 1) Orijinal örnekleme dikkate alarak test istatistiğinin hesaplaması gerekmektedir. Örneğin araştırmacı gruplar arasında fark olup olmadığını araştırmak istiyorsa F testini hesaplamalıdır.
- 2) Her bir blok için grup üyelerini rastgele yeniden sıralayarak yeni bloklar oluşturulur.
- 3) Yeniden düzenleme sayısı belirlenir: Yeterli sayıda permütasyon gerçekleştirilir. ($k!^n$)
- 4) Her bir permütasyon için, bloklar içinde ilgili test istatistiği hesaplanarak permütasyon dağılımı oluşturulur.

5) Orijinal veri setinde elde edilen test istatistiği ile permütasyonlar sonucunda elde edilen test istatistiklerini karşılaştırılır.

6) Orijinal test istatistiğinin, yeni örneklerden elde edilen test istatistiklerinin %5'inden küçük olması 0.05 alfa düzeyinde test edilen hipotezin kabul edilmeme durumu olarak değerlendirilir. Bu sonuç tek yönlü hipotezler için geçerli olup hipotezin iki yanlı olmasına göre farklı yorumlanır.

5. ÜRÜN HARİTALARI

Gıda endüstrisinde üreticiler, mevcut ürünlerini geliştirme, yeni ürünler tasarlama ve pazar araştırması yapma gibi amaçlarla tüketici testlerine başvururlar. Bu testler, tüketicilerin belirli ürün özelliklerine göre hangi ürünü tercih ettiklerini belirlemeye yönelik yapılır. Pazar araştırmaları veya tüketici tat testlerinde, tüketicilerden genellikle gıda ürünlerini sıralı kategorik ölçeklerle puanlamaları ya da sıralama yapmaları istenir (Best, 1995).

Ürün değerlendirmelerinde geleneksel olarak eşleştirilmiş tercih testi, tercih sıralaması ve hedonik ölçekleme yöntemleri kullanılır. Ancak, ürünler birden fazla özelliğe sahip olduğunda, eşleştirilmiş testler, bu özellikler arasındaki farkları belirlemede yetersiz kalabilir ve hangi ürün özelliğinin tüketiciler için daha önemli olduğunu tespit etmek zorlaşır. Ayrıca, eşleştirilmiş testlerde, tüm tüketicilerin aynı şekilde davrandığı ve tek bir özet istatistiğin tüm tüketicileri temsil ettiği varsayımı yapılır (Greenholf ve MacFie, 1994). Bu sınırlamaları aşmak için, çok boyutlu ürün haritalama yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde, tüketiciler daha fazla ürünü hedonik olarak (ölçekli kabul, tercih sıralama vb.) değerlendirir. Eşleştirilmiş testlerden farklı olarak, çok boyutlu ürün haritalama analizinde tüketici farklılıkları ortalamaya alınmak yerine modele entegre edilir. Bu sayede, tüketici farklılıkları korunarak, ürünlerin tüketici algısındaki konumu çok boyutlu bir düzlem üzerinde gösterilir. Bu yöntem, bireysel tüketici tercihlerinin çok boyutlu bir alanda görselleştirilmesini sağlar ve her bir tüketicinin tercih dağılımını analiz eder (Carroll, 1972).

Tüketici tercihlerinin detaylı analizi ve ürün haritalaması, yeni ürün geliştirme süreçlerinde ve pazar analizlerinde daha spesifik ürün stratejilerinin oluşturulmasında kritik öneme sahiptir. Bu yöntem, ürün pazarını görselleştirerek daha kolay anlaşılmasına olanak tanır, bu da portföy yönetiminde önemli bir rol oynar (MacFie ve Piggott, 2012).

Ürün haritalarının oluşturulmasında, ÇBÖ yönteminden faydalanılır.

5.1. Ürün Haritalarının Oluşturulması

ÇBÖ analizi, çok değişkenli analiz yöntemlerinde yaygın olarak kullanılır ve kişilerin algılarını bir uzay düzleminde görselleştirerek veri setlerinin daha anlaşılır hale gelmesini sağlar (Knowles, 1992; Bakker ve Poole, 2013). Bu sayede, özellikle karmaşık veri yapılarında, bireysel algıların ve tercihlerinin görsel bir temsili sunarak, daha etkili analizler yapılmasına olanak tanır.

ÇBÖ pazarlama alanında önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Tüketici algılarını ve tercihlerini anlamak için oldukça etkili bir araçtır. Bu yöntem, özellikle ürünler arasındaki benzerlik ve farkları görselleştirerek, tüketicilerin algıladıkları farklılıkları daha net bir şekilde ortaya koyar (De Leeuw, 2005).

Tüketici testlerinden elde edilen veriler, ürünlerin pazarda diğer ürünlerle nasıl konumlandığını belirlemede kritik bir rol oynar. Bu analizler, pazarlamacılara ürünlerin tüketici algılarındaki yerini ve rekabet avantajlarını anlamalarına yardımcı olacak önemli bilgiler sunar (Altaş ve Akyol, 2014).

ÇBÖ sosyoloji, psikoloji ve pazarlama alanlarında birçok çalışmaya temel oluşturur.

R. N. Shepard (1962), “Yakınlıkların Analizi” adlı çalışmasında bilinmeyen mesafe fonksiyonları kullanarak ÇBÖ yönteminin psikolojik veri analizlerindeki uygulamalarını ele almıştır. Shepard, nesneler arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların, çok boyutlu bir düzlemde görselleştirilmesini mümkün kılarak, bu verilerin daha anlaşılır bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamıştır. Çalışma, özellikle bireylerin algılarını ve tercihlerini analiz etmek için önemli bir yöntem olan ÇBÖ'nün temel ilkelerinin gelişimine katkı yapmıştır. Bu yöntem, psikoloji ve diğer sosyal bilimler alanlarında, nesneler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teorik temelleri ilk kez J. B. Kruskal'ın 1964 tarihli “Ölçekleme Hipotezine Uymayı Optimize Ederek Çok Boyutlu Ölçekleme” çalışmasıyla atılmıştır. Kruskal, bu çalışmasında ÇBÖ yönteminin stres fonksiyonunu tanıtarak, verilerin iki veya daha fazla boyutlu düzlemlerde analiz edilmesine olanak sağlamıştır. Bu yaklaşım, nesneler arasındaki

ilişkilerin görselleştirilmesinde önemli bir araç haline gelmiş ve psikolojik veri analizlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kruskal'ın geliştirdiği bu metodoloji, daha sonra birçok alanda, özellikle sosyal bilimlerde, veri görselleştirme ve analizine yönelik önemli bir yöntem olarak kabul edilmiştir.

Carroll ve Chang'ın 1970 yılında yayımladığı “Eckart-Young Ayrışımının N-Yollu Genellemesi Yoluyla Çok Boyutlu Ölçeklemede Bireysel Farklılıkların Analizi” adlı makalesinde bireysel farklılıkların analizini olanaklı kılan Bireysel Farklılıkların Ölçeklenmesi (BFÖ) modelini tanıtarak ÇBÖ'yi bireysel algı farklılıklarına göre uyarlamıştır. BFÖ, ÇBÖ analizlerinin bireysel farklılıkları dikkate alarak daha hassas sonuçlar elde etmesini sağlamıştır.

ÇBÖ, tüketicilerin markalar veya ürünler arasındaki benzerlikleri algılama biçimlerini analiz ederek, bu algıları uzamsal bir yapıda görselleştirme imkânı sunar. Bu yaklaşım, pazarlama araştırmalarında ilk kez sistematik bir şekilde kullanılan bir yöntem olarak Steffire (1969) tarafından uygulanmıştır. Steffire, bu yöntemi kullanarak, tüketici algılarını daha anlaşılır ve görsel olarak ifade etme yolunda önemli bir adım atmıştır. ÇBÖ, markaların ya da ürünlerin tüketici algısındaki konumlarını netleştirerek, pazarlama stratejilerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Green ve Carmone (1969), benzerliklerin ve tüketici tercih verilerinin analizi için ÇBÖ yöntemlerine genel bir bakış sunmaktadır. Bu çalışma, sıralama tercih verilerinin ÇBÖ ile nasıl ele alındığına dair kapsamlı bir inceleme yapmaktadır. Yazarlar, sıralama verilerini analiz etmek için önerilen üç bilgisayar tabanlı programın ampirik karşılaştırmalarını gerçekleştirerek, bu programların etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri bulgular, pazarlama araştırmalarında ÇBÖ yöntemlerinin uygulanabilirliğini artıran önemli bilgiler sunmaktadır.

Groenen ve Velden (2004), ÇBÖ bağlamında veri türleri üzerinde durarak, hangi tür verilerin kullanılması gerektiğini, boyutsallığın nasıl seçileceğini ve farklılıkların dönüşümüne dair önemli konulara açıklık getirmişlerdir. Bu çalışma, ÇBÖ uygulamalarının temellerini anlamak isteyen araştırmacılar için rehber niteliği taşımaktadır. Ayrıca, Groenen ve Velden, ÇBÖ kullanılırken dikkat edilmesi gereken bazı kritik noktaları vurgulayarak, araştırmaların güvenilirliği ve geçerliliği üzerinde durmuşlardır.

DeSarbo ve Kim (2013), ÇBÖ'yü çeşitli geometrik uzaysal modeller çerçevesinde inceleyerek özellikle tüketici tercihlerini ele alan Unfolding (Açıklama) modellerinin pazarlama alanındaki uygulamalarını değerlendirmişlerdir. Unfolding modelleri, tüketicilerin seçimlerini ve tercihlerini daha iyi anlamak için önemli bir yaklaşım sunmakta ve bu bağlamda DeSarbo ve Kim, modelin etkinliğine dair kapsamlı sonuçlar elde etmişlerdir.

Mair ve diğerleri (2016), ÇBÖ analiz sonuçlarını değerlendirirken sadece stress ölçüsüyle sınırlı kalınmaması gerektiğini vurgulamışlardır. Yazarlar, uyum iyiliği ölçüleri üzerinde durarak, bu ölçülerin iki gerçek veri seti üzerindeki uygulamalarını sunmuşlardır. Bu çalışma, araştırmacılara ÇBÖ sonuçlarının daha kapsamlı bir değerlendirmesini sağlamak ve farklı uyum iyiliği ölçülerinin önemine dikkat çekmektedir.

Son olarak, Borg ve Mair (2017), ÇBÖ analizi sırasında farklı başlangıç konfigürasyonları kullanılarak ortaya çıkan tüm ÇBÖ çözümlerinin analizine yönelik bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu çalışma, farklı başlangıç konfigürasyonlarının model uyumu üzerindeki etkilerini bir simülasyon çalışması ile değerlendirerek, ÇBÖ yöntemlerinin daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için önemli bilgiler sunmaktadır. Yazarlar, bu yaklaşımla araştırmacıların daha iyi sonuçlar elde etmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda, ÇBÖ yönteminin pazarlama araştırmalarındaki önemi, yalnızca tüketici davranışlarını anlamakla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda işletmelerin stratejik kararlarını şekillendirmesine de katkı sağlamakta olduğunu belirtmek gerekir.

ÇBÖ, tüketici tercihlerinin ve algılarının analizinde önemli bir araçtır ve özellikle ürün haritalamasında kullanılır. ÇBÖ, ürünler arasındaki algısal benzerlik ve farklılıkları anlamak ve bu bilgileri görsel bir düzlemde sunmak için yaygın bir yöntemdir. Ürün haritalaması, ürünlerin tüketiciler tarafından nasıl algılandığını görselleştirerek, pazarlama stratejilerini şekillendirmede önemli bir rol oynar (Carroll ve Chang, 1970; Green ve Carmone, 1970).

ÇBÖ ile ürün haritası oluşturma'nın ilk adımı, tüketici verilerinin toplanmasıdır. Bu veriler, genellikle sıralama veya derecelendirme yöntemleriyle elde edilir. Örneğin, ürünler

arasındaki tercihler sıralama testleri veya hedonik değerlendirmeler aracılığıyla toplanabilir (Bakker ve Poole, 2013). Veriler toplandıktan sonra, her bir ürün çifti arasındaki benzerlik veya mesafe, matematiksel olarak hesaplanır.

ÇBÖ analizinin temelinde, nesneler arasındaki mesafelerin hesaplanması yer alır. Bu mesafeler, genellikle Öklid mesafesi veya Manhattan mesafesi gibi metriklerle hesaplanır ve bu hesaplamalar sonucunda bir mesafe matrisi oluşturulur. Bu matris, ürünlerin arasındaki benzerlikleri temsil eder ve daha sonraki adımlar için temel sağlar. Matrisin her bir hücreinde, iki ürün arasındaki mesafe yer alır. Önemli bir özellik, mesafe matrisinin simetrik olmasıdır; yani, ürün A ile ürün B arasındaki mesafe, ürün B ile ürün A arasındaki mesafe ile eşittir (Kruskal, 1964). Hesaplanan mesafelerin ardından, verilerin görselleştirilmesi için kaç boyut gerektiği belirlenir. Çoğu durumda, iki boyutlu bir düzlem kullanılarak ürünler görselleştirilirken, bazı durumlarda üç veya daha fazla boyut da tercih edilebilir (Carroll ve Chang, 1970).

Öklid mesafesi, iki nokta arasındaki doğrusal mesafeyi ölçen bir yöntemdir. Bu mesafe, iki nokta arasındaki farkların karelerinin toplamının karekökü alınarak hesaplanır. Matematiksel olarak hesaplanması Eş.5.1’ de verilmiştir. ÇBÖ analizinde, nesneler arasındaki benzerlikleri belirlemek için kullanılır ve verilerin görselleştirilmesinde temel bir araçtır.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (5.1)$$

Manhattan mesafesi, iki nokta arasındaki mesafeyi hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu mesafe, Öklid mesafesinden farklı olarak, sadece yatay ve dikey eksenlerde alınan farkların mutlak değerlerinin toplamı ile hesaplanır. Matematiksel olarak hesaplanması Eş.5.2’ de verilmiştir (Kruskal, 1964; Carroll ve Chang, 1970).

$$d = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1| \quad (5.2)$$

ÇBÖ analizinde, stres fonksiyonu, modelin sonuçlarının orijinal verilere ne kadar uygun olduğunu ölçen bir kriterdir. Bu fonksiyon, verilerin yüksek boyutlardan daha düşük boyutlara indirgenmesi sırasında, orijinal verinin yapısını ve ilişkilerini korumayı amaçlar. Kruskal (1964) tarafından tanımlanan stres fonksiyonu, verilerdeki mesafelerin modeldeki

mesafelere yakınlığını ölçer. Bu fonksiyon, modeldeki nesneler arasındaki mesafelerin gerçek verilere ne kadar benzer olduğunu hesaplar ve bu yakınlık, ÇBÖ analizinin doğruluğunu belirler.

Stres fonksiyonunun değeri, genellikle 0 ile 1 arasında bir aralıkta olur. Daha düşük stres değerleri, modelin daha iyi bir şekilde orijinal verileri temsil ettiğini gösterir. Bununla birlikte, stres değeri yüksek olduğunda, modelin orijinal verilere ne kadar uzak olduğunu ve yapısal ilişkilerin ne kadar kaybolduğunu gösterir. Dolayısıyla, stres fonksiyonu düşük değerler aldıkça, analiz daha başarılı kabul edilir. ÇBÖ analizinde bu fonksiyon, yüksek boyutlu verilerdeki karmaşıklığı daha düşük boyutlarda görselleştirmeye çalışırken, verinin temel yapısını olabildiğince iyi yansıtmaya odaklanır (Kruskal, 1964; MacFie ve Piggott, 2012).

ÇBÖ analizi sonucunda, ürünler arasındaki mesafeler, iki veya daha fazla boyutta görselleştirilir. Bu harita, tüketicilerin algılarına dayalı olarak ürünlerin bir düzlemdeki yerlerini gösterir. Benzer ürünler birbirine yakın, farklı algılanan ürünler ise daha uzak mesafelerde yer alır. Harita, ürünlerin pazar üzerindeki konumlarını görsel olarak ifade eder ve pazarlama stratejileri için önemli bilgiler sağlar. Bu tür görselleştirmeler, özellikle pazarlama araştırmalarında ve yeni ürün geliştirmede oldukça kullanışlıdır (Knowles, 1992).

Ürün haritalaması, pazarlamacılara ürünlerin tüketici algılarındaki konumlarını anlamada yardımcı olur. Haritada birbirine yakın yer alan ürünler, benzer algılara sahipken, uzak mesafelerde yer alan ürünler ise farklılaştırılmış algılara sahip olarak yorumlanır. Bu, pazarlamacılara ürün farklılaştırma stratejileri geliştirme, pazar segmentasyonu yapma ve rakip analizleri için faydalı bilgiler sunar. Ayrıca, yeni ürünlerin geliştirilmesi sürecinde, tüketicilerin talep ettiği özelliklere göre stratejik kararlar alınmasına yardımcı olabilir (Bakker ve Poole, 2013; Poturak ve Göksu, 2012).

ÇBÖ ile oluşturulan ürün haritaları, ürünler arasındaki algısal farkları anlamada etkili bir araçtır. Bu yöntem, pazarlama stratejilerinin geliştirilmesinde önemli rol oynar ve ürünlerin pazardaki konumlarını daha iyi analiz etmeyi sağlar. Ayrıca, yeni ürünlerin tasarımında tüketici algılarının dikkate alınması, pazarlama kararlarının doğruluğunu artırır. ÇBÖ,

pazarlama araştırmalarında daha derinlemesine analizler yapmayı ve tüketiciler algılarını daha iyi anlamayı mümkün kılar.

5.2. Lineer, Karesel ve Kübik Etkiler

Best ve Rayner (1997) ile Best ve diğerkleri (1999) ürünlerin lineer, karesel ve kübik etkilerini kullanarak grafiksel yöntemler üzerine farklı bir uygulama öne sürmüş, söz konusu etkileri inceleyerek sıralı kategorik veriler için ürün haritalarını geliştirmişlerdir.

Rastgeleleştirilmiş blok ve dengeli tamamlanmamış blok tasarımlarında, parametrik olmayan yöntemler genellikle Friedman testleri, Durbin testleri ve çoklu karşılaştırma yaklaşımları kullanılarak yapılmaktadır. Söz konusu uygulamalarda sadece ortalama değerler söz konusu olmaktadır. Buna karşın duysal analiz ve pazar araştırmalarında ortalamaların etkisi kadar karesel ve kübik etkiler de önemlidir. (Best,1995)

Lineer etki, doğrudan ve doğrusal bir ilişkiyi temsil eder. Bir ürün özelliğinin artışı veya azalması, tüketici tercihinde doğrudan bir değişim yaratıyorsa, bu lineer bir etki olarak kabul edilir. Örneğın, bir içeceğın tatlılık derecesi arttıkça tüketici tercihi de doğrudan artıyorsa, tatlılık faktörünün tüketici tercihi üzerindeki etkisi lineerdir. Ürün haritasında bu, ürünlerin tercih eksenine paralel bir dağılım göstermesiyle temsil edilebilir.

Karesel etki, bir özellikteki değişimlerin tüketici tercihlerinde doğrusal olmayan bir etki yaratması durumudur. Örneğın, tatlılığın belirli bir noktaya kadar arttığında tüketici tercihini artırması, ancak bu sınırdan sonra tercihlerin azalması, karesel bir etkidir. Bu durumda, ürünler belirli bir eğri boyunca dağılacaktır. Tüketiciler için ideal olan ürünler, haritada karesel eğrinin maksimum noktasına yakın konumda bulunabilir.

Kübik etki, özelliklerdeki değişimlerin tüketici tercihlerinde daha karmaşık, dalgalı bir etkiye yol açtığı durumlardır. Kübik etkiler, bazı özelliklerin çok düşük ya da çok yüksek düzeylerinin tüketicinin tercihlerini düşürebildiğini, ancak orta düzeyde en yüksek tercihi oluşturduğunu gösterir. Haritada kübik etkiler, dalgalı bir yol olarak görülebilir ve ürünler, tüketici tercihi göre bu dalgalı çizgi boyunca konumlanır.

Örnek 5.2

Tam rastgeleleştirilmiş blok tasarımında 5 ölçekli bir değerlendirmenin 5 ürün için 210 tüketiciye uygulandığı varsayılın. Değerlendirilecek olan veri, Bradley ve arkadaşlarının (1962) çalışmalarından alınmış ve Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Yanıt kategorilerine göre frekans dağılımı

Ürünler	Yanıt Kategorileri				
	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Mükemmel
A	9	5	9	13	4
B	7	3	10	20	4
C	14	13	6	7	0
D	11	15	3	5	8
E	0	2	10	30	2

Ürün karşılaştırması i. ürün için ($i=1, \dots, t$) M_i lineer etki, V_i karesel etki ve C_i kübik etki olmak üzere χ^2 istatistiği bu etkilerin bir toplamı olarak yazılır ve matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$\chi^2 = \sum M_i^2 + \sum V_i^2 + \sum C_i^2 + hata \quad (5.3)$$

Lineer etki daha 3. Bölümde tanımlanmış olup karesel ve kübik etkinin matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$V_i = \sqrt{\frac{t-1}{r \cdot t}} \sum_{j=1}^k N_{ij} g_2(j) \quad (5.4)$$

$$g_2(j) = \sqrt{\frac{180}{(k^2-1)(k^2-4)}} \left\{ \left(j - \frac{k+1}{2} \right)^2 - \frac{k^2-1}{12} \right\} \quad (5.5)$$

$$C_i = \sum_{j=1}^k \frac{n_{ij} g_{23}(j)}{\sqrt{n_i}} \quad (5.6)$$

Bradley'in (1962) gerçekleştirdiği çalışmalardan alınan veriler için hesaplanan etki değerleri Çizelge 5.2'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Ürünlere ait lineer, karesel ve kübik etkiler

Ürünler	M_i	V_i	C_i
A	-0,04	0,38	<0,25
B	1,51	-1,13	-1,34
C	-3,96	-0,36	0,64
D	-1,7	2,25	3,7
E	3,96	-2,15	-2,65

Lineer, karesel ve kübik etkilerin yardımıyla E ürününün daha yüksek, C ürününün daha düşük, A ve B ürünlerinin ise orta sıra değeri aldığı sonucunu çıkarılabilmektedir. Lineer etki tek başına ele alınsaydı, D ürününün de orta sıra değeri aldığı söylenebilirdi fakat D için elde edilen yüksek kübik etki değeri muhtemel bir pazar bölümlenmesini göstermektedir.” Mükemmel” değerlerinin sayısı D ürünü için bir niş pazar durumunu gösterebilir.

6. UYGULAMA

6.1. Veri Seti

Uygulamada kullanılan veri seti, Çok Disiplinli Akademik Turizm (Journal of Multidisciplinary Academic Tourism) Dergisinde Cevat Ercik' in Ekim 2024'te yayımlanan çikolata tadım deneyine ilişkin makalesinden alınmıştır. Ercik (2024), Mersin iline özgü Anamur muz, Erdemli Lamas limonu ve Silifke çileği gibi coğrafi işaretli ürünleri, çikolatanın küresel ölçekte talep edilen lezzetiyle birleştirerek, yerel ürünlerle doldurulmuş dolgulu çikolatalar geliştirip, bu yeni ürünlerin tüketiciler tarafından satın alma ve tavsiye edilme eğilimlerini ölçmeyi hedeflemiştir.

Yerel ürünlerle geliştirilen dolgulu çikolatalar, standart (sade) çikolatalar ve aynı ağırlık ve şekillere sahip aroma içeren çikolatalarla 162 panelist tarafından karşılaştırılmıştır. 19 Eylül-8 Kasım 2022 tarihleri arasında, Mersin'in merkez ilçelerinde bulunan pastanelerden kolaylıkla ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiş tüketicilerden veri toplanmıştır. Bu veri toplama işlemi, katılımcılar tarafından doldurulan anketler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Duyusal verileri sağlayan panelist gruplarının 18 yaşından küçük olmamasına özen gösterilmiştir. Duyusal testi etkileyebilecek hastalıkları (grip vb.) olan bireyler panelist olarak tercih edilmemiştir. Ayrıca, panelistler arasında sigara içenler varsa, tadım testinden önce bilgilendirilmiş ve bir saat sigara içmemeleri istenmiştir. Bir saat boyunca sigara içmeyenler panelist grubuna dahil edilmiştir.

Ürünün tat, aroma, doku, ağızda hissetme ve genel kabul edilebilirlik düzeyini sorgulamak için 9 puanlık hedonik ölçek (9 = mükemmel, 8 = çok iyi, 7 = iyi, 6 = ortalamanın üstünde, 5 = ortalama, 4 = ortalama altında, 3 = kötü, 2 = çok kötü, 1 = son derece kötü) kullanılmıştır.

Ercik' in (2024) çalışmasında, SPSS yazılım programı kullanılarak duyusal veriler analiz edilmiştir. Analizler, yerel ürünler arasındaki duyusal farklılıkları ortaya koymuş ve ayrıca cinsiyetin, tüketicilerin satın alma ve önerme niyetleri üzerindeki etkisi bağımsız iki değişkenli t-testleri ve eşleştirilmiş örnek t-testleri ile incelenmiştir.

Çizelge 6.1'de, panelistlerin çikolata türlerine tat, aroma, doku, ağızda hissetme ve genel kabul açısından verdikleri puanlara ilişkin frekans analizi yer almaktadır. Analiz sonuçları, Silifke ileği dolgulu çikolatanın diğer iki gruba (aromalı ve sade) göre duyuşal kriterlerde belirgin şekilde daha yüksek ortalama puanlar aldığını göstermektedir. Ercik (2024) alışmasında, Anamur muz, Erdemli Lamas limonu ve Silifke ileği ile doldurulmuş dolgulu çikolataların, aromalı veya sade çikolatalara kıyasla daha lezzetli algılandığını; buna karşılık, meyve aromalı çikolatalarla sade ikolatalar arasında belirgin bir tat farkı algılanmadığını ortaya koymuştur.

Çizelge 6.1. Çikolata türlerinin duyusal kriterlere göre frekans analizi

	Ortalama	Standart Hata	Maksimum Değer	Minimum Değer
Silifke Çileği Dolgulu Çikolata				
Tat	8,41	0,91	5	9
Aroma	8,38	0,90	5	9
Doku	8,41	0,79	6	9
Ağızda Hissetme	8,40	0,81	5	9
Genel Kabul	8,50	0,79	5	9
Çilek Aromalı Çikolata				
Tat	5,03	1,34	2	9
Aroma	5,06	1,24	2	8
Doku	6,69	1,14	2	9
Ağızda Hissetme	5,01	1,21	2	8
Genel Kabul	4,98	1,18	2	8
Sade Çikolata				
Tat	4,91	1,36	2	8
Aroma	4,85	1,29	2	7
Doku	6,51	1,15	2	8
Ağızda Hissetme	4,83	1,37	2	8
Genel Kabul	4,88	1,34	2	8

Analiz sonuçlarına göre, yerel ürün çikolataların tüketici tercihleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, yerel ürünlerin pazardaki kabul görme potansiyelinin artmasına yönelik önemli stratejik çıkarımlar sunmaktadır.

6.2. Yöntem

Bu tezde uygulamada kullanılan veriler Ercik (2024) 'in çalışmasında yer alan 162 panelistin Silifke çileği dolgulu çikolata, çilek aromalı çikolata ve sade çikolatayı hedonik ölçekle değerlendirdiği duyusal verilerden alınmıştır. Uygulamanın ilk aşamasında Çikolata türleri arasında genel kabul bakımından bir farklılık olup olmadığı Düzeltilmiş Durbin sıra sayıları test istatistiği ile analiz edilmiştir. Uygulamanın ikinci aşamasında yeni ürün geliştirme çalışmalarında kullanılan ürün haritalama yöntemi ile çikolata türleri için iki boyutlu bir düzlemde görselleştirilme yapılmıştır.

6.2.1. Düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi

Silifke çilekli çikolata, mevcut pazardaki aromalı ve sade çikolatalarla aynı boyutta üretilmiştir. Ürünler, benzer görünüm ve ağırlıklar olacak şekilde işlenmiştir. Silifke çileği dolgulu çikolata 7,5 gramı dolgu ve 2,5 gramı çikolata olmak üzere toplam 10 gramdır. Çilek aromalı çikolata Silifke çileği dolgulu çikolata ile aynı boyut ve ağırlık özelliklerine sahiptir. Sade çikolata 10 gram olup diğer çikolata türleriyle benzer yapıdadır.

Bu çalışmada, denemelerin bloklar arasında dengeli bir şekilde dağıldığı ve her panelistin her denemeyi tatmak zorunda olmadığı bir BIB tasarımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım, duyusal değerlendirme sürecini daha verimli hale getirmek için tasarımın esnekliğini artırmış ve panelistlerin yorgunluk etkilerini en aza indirmiştir. (3,2,54) ve (3,2,12) parametrelerine sahip BIB tasarımlarında düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi uygulanmış ve test sonuçları karşılaştırılmıştır.

(3,2,54) tasarımın parametreleri aşağıda verilmiştir.

Deneme sayısı: Değerlendirilen çikolata türü sayısı: $v = 3$

Blok sayısı: Panelist sayısı: $b = 162$

Blok başına deneme sayısı: Her bir panelistin tadacağı çikolata türü sayısı: $k = 2$

Tekrar sayısı: Her çikolata türünün tadılma sayısı: $r = 108$

Çiftler halinde karşılaştırılma sayısı: $\lambda = 54$

Ercik (2024) çalışmasında, 486 denek birimi sayısı kullanmasına karşın, (3,2,54) parametrelerine sahip BIB tasarımı için denek birimi sayısı 324 ve (3,2,12) parametrelerine sahip BIB tasarımı için denek sayısı 72 olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, BIB tasarımları daha az maliyet ve daha az zaman gerektirir. Uygulamanın bu aşamasında, (3,2,54) ve (3,2,12) tasarımları RStudio 4.2 programı kullanılarak analiz edilmiştir ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada, yapılan istatistiksel testlerin sonuçlarını değerlendirmek için önem düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak belirlenmiş ve eğer hesaplanan p değeri $\alpha = 0,05$ değerinden küçükse, H_0 yokluk hipotezi reddedilmiştir.

Çizelge 6.2'de, (3,2,54) tasarımında, 162 panelistin çikolata türlerine ilişkin genel kabul puanlarının frekans dağılımı verilmiştir. Bu çizelgeden, Silifke çileği dolgulu çikolatanın diğer çikolata türlerine kıyasla “mükemmel” ve “çok iyi” yanıtlarını daha yüksek değerde aldığı görülmektedir.

Çizelge 6.2. (3,2,54) tasarımına göre genel kabule göre elde edilen yanıt kategorilerinin frekans dağılımı

	Yanıt Kategorileri								
Çikolata Türleri	Berbat	Çok Kötü	Kötü	Ortalama Altında	Ortalama	Ortalama Üstünde	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Silifke Çileği Dalgulu						4	6	26	72
Çilek Aromalı		1	13	20	32	34	7	1	
Sade		3	12	29	30	20	12	2	

Çizelge 6.3'te, (3,2,54) tasarımında, 162 panelistin çikolata türlerine ilişkin genel kabul puanlarının ortalamaları verilmiştir. Bu çizelgeden, Silifke çileği dolgulu çikolatanın diğer çikolata türlerine kıyasla, ortalama puanının daha yüksek değerli olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, panelistler Silifke çileği dolgulu çikolatayı aromalı ve sade çikolataya kıyasla daha çok beğenmiştir.

Çizelge 6.3. (3,2,54) tasarımında çikolata türlerinin genel kabulü bakımından ortalama puanları

Çikolata Türleri	Ortalama Puan
Silifke Çileği Dolgulu	8,58
Aromalı	5,02
Sade	4,88

Çizelge 6.1’de Ercik (2024) tarafından elde edilen frekans analizine göre genel kabul bakımından ortalama puanlar ile Çizelge 6.3 ‘te verilen (3,2,54) tasarımında genel kabul bakımından ortalama puanlar arasında çok az farklılık mevcuttur. Bu farklılık BIB tasarımlardaki bilgi kaybından kaynaklanır. Duyusal yorgunluk ve zaman ve maliyet gibi durumlar göz önüne alındığında bu çok az bilgi kaybından meydana gelen farklılık bir dezavantaj değildir. Friedman (1937), çalışmasında BIB tasarımların uygulanmasında bilgi kaybının çok az olduğunu ve bu yöntemin ANOVA’ya kıyasla daha az zaman gerektirdiğinden ve varsayımlara ihtiyaç duymadığından varyans analizine bir alternatif olduğunu ifade etmiştir.

Çizelge 6.4 ‘te, panelistlerin çikolata türlerine ilişkin genel kabul puanlarının sıra sayıları verilmiştir.

Çizelge 6.4. (3,2,54) tasarımına göre çikolata türleri için sıra sayıları

Panelist	Silifke Çileği Dolgulu	Çilek Aromalı	Sade
1		1,5	1,5
2	2		1
3		2	1
4	3		1
5	3	1,5	
...			
161		1	2
162	3		2

Çizelge 6.4 'te, panelistlerin çikolata türlerine verdiği puanların sıra sayılarında aynı değere sahip gözlemler bulunduğu görülmektedir. Bu tür eşit sıralama değerleri, genel kabul bakımından yapılan farklılık testinin doğruluğunu etkileyebilir. Bu probleme çözüm olarak, aynı değerli gözlemler için geliştirilen Düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi kullanılmıştır. Testin amacı, gözlemler arasındaki sıralama farklılıklarını doğru bir şekilde analiz etmek ve yokluk hipotezinin (H_0) reddedilip edilemeyeceğini belirlemektir.

H_0 : Çikolata türlerinde genel kabul bakımından fark yoktur.

2 serbestlik derecesi ile yaklaşık ki kare dağılımına sahip düzeltilmiş Durbin test istatistiği sonucu 126,37 olarak bulunmuş ve RStudio 4.2'de elde edilen sonuçlar Ek-1'de sunulmuştur. p değeri, 0.00000000000000022 gibi son derece küçük bir değeri alarak, $\alpha = 0,05$ ' ten küçük olduğu için yokluk hipotezi reddedilmiştir. %95 güven düzeyinde çikolata türleri arasında genel kabul bakımından bir farklılık olduğu söylenir.

Çikolata türleri arasındaki farklılığı oluşturan çikolata türünü tespit etmek amacıyla çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 6.5' te verilmiştir.

Çizelge 6.5. (3,2,54) tasarımına göre çikolata türlerine ilişkin çoklu karşılaştırma

aromalı - dolgulu	-81,5	0,0000 ***
aromalı - sade	-2,5	0,5788
dolgulu - sade	79	0,0000***

Çizelge 6.5'te yer alan sonuçlara göre, her çikolata türü arasındaki sıralama farkları ve bu farkların istatistiksel anlamlılıkları (p değeri $< \alpha = 0,05$) gösterilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olan karşılaştırmalar "****" ile belirtilmiştir. Çikolata türlerinde genel kabul bakımından farklılığı meydana getiren ürün, Silifke çileği dolgulu çikolata olarak belirlenmiştir.

Ercik (2024)'in çalışmasında “Araştırmada veri toplama süreci devam ederken, analizler sırasıyla 34 katılımcıya, ardından 50 katılımcıya ve nihayetinde 162 katılımcıya uygulandı. Bu üç farklı örneklem büyüklüğünde analiz sonuçlarının değişmediği gözlemlendi.” ifadesi yer almaktadır. Bu bağlamda, 162 panelist (katılımcı) yerine 36 panelist ile (3,2,12)

parametrelerine sahip bir BIB deney düzeni oluşturularak yüksek λ ve r parametre değerleri yerine daha düşük λ ve r parametre değerleri alınarak analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

(3,2,12) tasarımın parametreleri aşağıda verilmiştir.

Deneme sayısı: Değerlendirilen çikolata türü sayısı: $v = 3$

Blok sayısı: Panelist sayısı: $b = 36$

Blok başına deneme sayısı: Her bir panelistin tadacağı çikolata türü sayısı: $k = 2$

Tekrar sayısı: Her çikolata türünün tadılma sayısı: $r = 24$

Çiftler halinde karşılaştırılma sayısı: $\lambda = 12$

Çizelge 6.6. (3,2,12) tasarımında çikolata türlerinin genel kabulü bakımından ortalama puanları

Çikolata Türleri	Ortalama Puan
Silifke Çileği Dolgulu Çikolata	8,58
Aromalı Çikolata	5,20
Sade Çikolata	4,25

Çizelge 6.6’da (3,2,12) tasarımına ait çikolata türlerinin genel kabulü bakımından ortalama puanları verilmiştir. Bu puanlar, Çizelge 6.3’te yer alan (3,2,54) tasarımında çikolata türlerinin genel kabulü bakımından elde edilen ortalama puanlarla karşılaştırıldığında, çok az bir farklılık göstermektedir. Bu fark, (3,2,12) tasarımında 72 denek biriminin yer alırken, (3,2,54) tasarımında 324 denek birimi olması nedeniyle, veri setindeki denek sayısı farklılığından kaynaklanmaktadır. (3,2,12) tasarımı, (3,2,54) tasarımına kıyasla 4,5 kat daha az denek birimi içerdiği için bu çok az farklılıktaki bilgi kaybı, veri toplama sürecinde daha az maliyet ve zaman göz önüne alındığında önemsizdir.

2 serbestlik derecesi ile yaklaşık ki kare dağılımına sahip düzeltilmiş Durbin test istatistiği sonucu 26,72 olarak bulunmuş ve RStudio 4.2’de elde edilen sonuçlar Ek-1’de sunulmuştur. Testin p değeri 0.000001571 olup, bu değer $\alpha = 0,05$ anlamlılık seviyesinden çok daha küçük olduğu için, yokluk hipotezi reddedilmektedir. Yani, %95 güven düzeyinde, çikolata türleri arasında genel kabul bakımından anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çikolata türleri arasındaki farklılığı oluşturan çikolata türünü tespit etmek amacıyla çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 6.7' de verilmiştir.

Çizelge 6.7. (3,2,12) tasarımına göre çikolata türlerine ilişkin çoklu karşılaştırma

aromalı - dolgulu	-16,5	0,0000 ***
aromalı - sade	3,0	0,229
dolgulu - sade	19,5	0,0000***

Çizelge 6.7' de, ilk sütunda karşılaştırılan çikolata türleri, ikinci sütunda ise iki çikolata türü arasındaki sıralama farkları yer almaktadır. Üçüncü sütun ise p değerlerini gösterir ve $p \text{ değeri} < \alpha = 0.05$ olan karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlıdır ve bu anlamlı karşılaştırmalar " *** " sembolüyle belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar, genel kabul bakımından çikolata türlerinde farklılığa neden olan çikolata türünün Silifke çileği dolgulu çikolata olduğunu ortaya koymaktadır. Silifke çileği dolgulu çikolata tüketiciler tarafından diğer çikolata türlerine göre daha yüksek puan almış ve böylece belirgin bir fark yaratmıştır. Bu sonuca, Ercik (2024) çalışmasında, frekans analizindeki ortalama puanları kullanarak ulaşmıştır.

Panelist (blok) sayısının 36 olduğu (3,2,12) parametrelerine sahip BIB tasarımı ile panelist (blok) sayısının 162 (3,2,54) parametrelerine sahip BIB tasarımı aynı analiz sonuçları vermiştir. (3,2,54) ve (3,2,12) tasarımlarında, düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi ile çikolata türleri arasında genel kabul bakımından farklılık olduğu tespit edilmiştir. Çoklu karşılaştırma yöntemi ile Silifke çileği dolgulu çikolatanın, diğer çikolata türlerine göre daha çok kabul edildiği sonucu elde edilmiştir. Bu çalışmada, daha az sayıda panelist kullanarak daha düşük değerli λ ve r parametreleri ile oluşturulan (3,2,12) tasarımı, daha fazla panelist kullanarak daha yüksek λ ve r parametreleri ile oluşturulan (3,2,54) tasarımı ile aynı sonuçları vermiştir.

Bu sonuç, Ercik (2024) tarafından yapılan araştırmadaki *"veri toplama süreci farklı örneklem büyüklükleri ile devam ettiğinde, analiz sonuçlarının değişmediği gözlemlendi"* ifadesini destekler niteliktedir. Bu da daha az sayıda panelist kullanarak benzer sonuçların daha az maliyet ve zamanla elde edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca duyuusal yorgunlukta en aza indirgenerek elde edilen sonuçlar daha güvenilirlerdir.

6.2.2. Ürün haritaları

Tezin ikinci uygulamasında, veri 162 panelistin Silifke çileği dolgulu, çilek aromalı ve sade çikolatayı genel kabul bakımından değerlendirdiği bir deney tasarımına dayanır. Bu tasarım, her panelistin her ürünü denediği ve değerlendirdiği bir tam rasgele blok tasarımıdır. Çizelge 6.8’ de panelistlerin genel kabul bakımından çikolata türlerine verdikleri yanıtlar verilmiştir.

Çizelge 6.8. Genel kabule göre elde edilen yanıt kategorilerinin frekans dağılımı

Çikolata Türleri	Yanıt Kategorileri								
	Berbat	Çok Kötü	Kötü	Ortalama Altında	Ortalama	Ortalama Üstünde	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Silifke Çileği Dolgulu					1	5	10	42	104
Çilek Aromalı		2	20	31	45	54	9	1	
Sade		6	19	39	44	34	18	2	

Çikolata türlerinin genel kabul puanları üzerinde lineer, karesel ve kübik etkileri RStudio 4.2 programı kullanılarak elde edilmiştir. Çizelge 6.9’da çikolata türlerine ilişkin lineer, karesel ve kübik etkiler verilmiştir

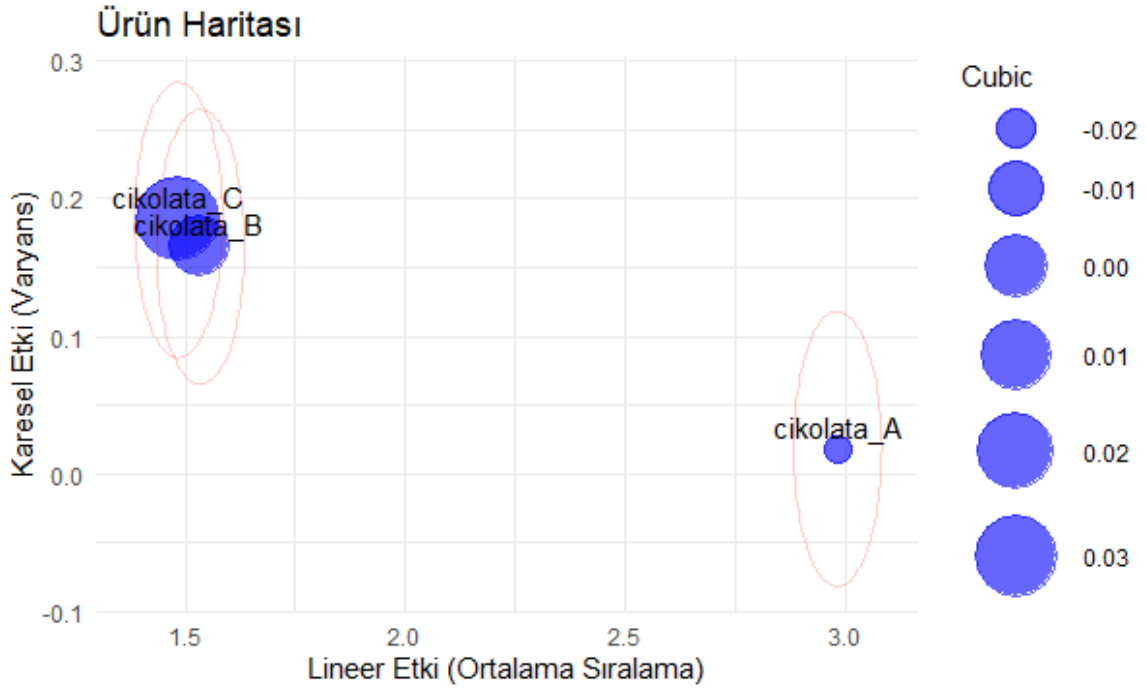
Çizelge 6.9. Çikolata türlerine ilişkin lineer, karesel ve kübik etkiler

Çikolata Türleri	M_i	V_i	C_i
Silifke Çileği Dolgulu	2,981481	0,01828847	-0,02213204
Çilek Aromalı	1,533951	0,16498926	-0,00362258
Sade	1,484568	0,18454298	0,03241435

Silifke çileği dolgulu çikolata için hesaplanan lineer etki değeri (2.981481) oldukça yüksek ve pozitif bir değerdir. Bu değer, Silifke çileği dolgulu çikolatanın tercih edilme oranının diğer çikolata türlerine göre daha fazla arttığını veya tüketici tercihlerinde daha yüksek bir artış gösterdiğini ifade eder. Karesel etki ise küçük ve pozitif bir değeri işaret eder (0.01828847). Bu değer, Silifke çileği dolgulu çikolatanın tercih sıralamasının belirli bir noktaya kadar artış gösterdiğini ancak sonrasında bu etkinin azalma eğiliminde olduğunu gösterir. Kübik etki değeri negatif (-0.02213204) olup, Silifke çileği dolgulu çikolatanın tercih sıralamalarındaki karmaşık etkilerin olduğunu, önceki artışların ardından bir düşüş yaşandığını ve ardından tekrar bir artış olabileceğini ifade eder. Ancak kübik etki negatif olduğu için, bu etki çok güçlü değildir ve tercihlerde sınırlı bir etkisi olduğu söylenebilir.

Çilek aromalı çikolata için hesaplanan lineer etki değeri (1.533951), pozitif ve yüksek olmakla birlikte, Silifke çileği dolgulu çikolataya göre daha düşüktür. Bu değer, çilek aromalı çikolatanın beğenilme oranının daha düşük bir hızla arttığını ve bu çikolatanın Silifke çileği dolgulu çikolataya göre daha az tercih edilebileceğini gösterir. Karesel etki ise büyük ve pozitif bir değere sahiptir (0.16498926). Bu değer, çilek aromalı çikolatanın tercih edilen noktaları optimize ettiğini ve belirli bir özellik seviyesinin ardından tercihin arttığını gösterir. Kübik etki negatif fakat küçük bir değerdedir (-0.00362258). Bu değer, çilek aromalı çikolatanın etkisinin karmaşık olmadığını ve daha çok karesel etkiye dayandığını gösterir.

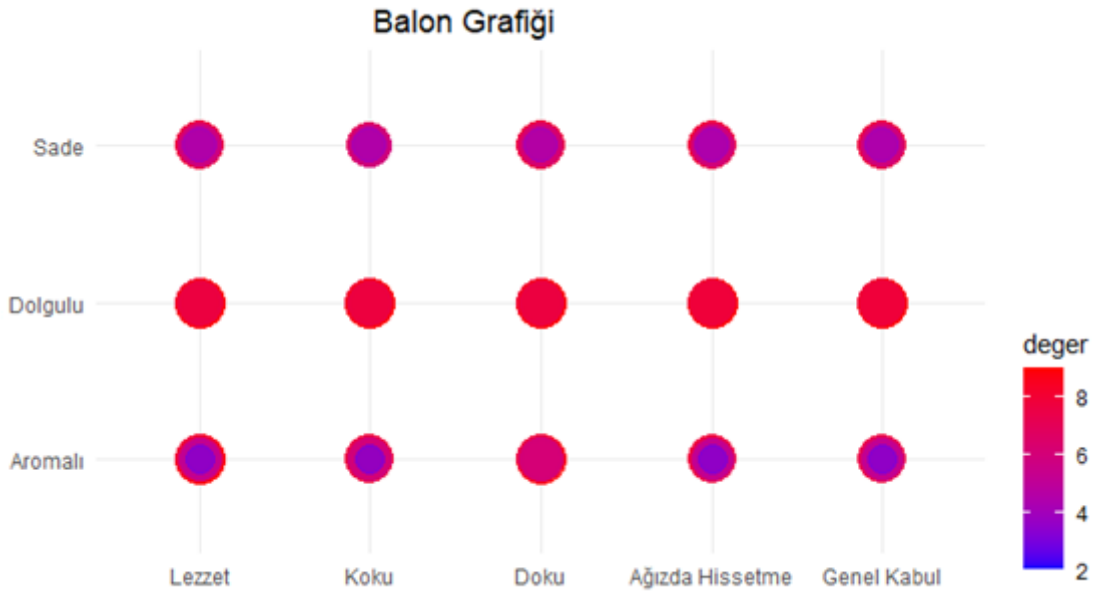
Sade çikolata için hesaplanan lineer etki değeri (1.484568) en düşük pozitif değeri ifade eder. Bu değer, sade çikolatanın tercihlerindeki artışın daha belirgin olmadığını ya da diğer çikolata türlerine göre daha az tercih edileceğini gösterir. Kübik etki ise pozitif bir değere sahiptir (0.03241435). Bu değer, sade çikolatanın karmaşık bir etkiye sahip olduğunu ve tüketici tercihlerde önce azalma, sonra tekrar artış olabileceğini gösterir. Bu durum, sade çikolatanın pazar segmentasyonunu etkileyebilecek önemli bir faktördür.



Şekil 6.1. Çikolata türlerine ait lineer ve karesel etkileri gösteren ürün haritası

Şekil 6.1 de cikolata_A, Silifke çileği dolgulu çikolatayı; cikolata_B, çilek aromalı çikolatayı ve cikolata_C, sade çikolatayı ifade etmektedir. Şekil 6.1’ de, panelistlerin çikolata türü tercihlerinde iki grup ortaya çıkmıştır. Silifke çileği dolgulu çikolata ayrı bir grup oluştururken, çilek aromalı çikolata ve sade çikolata diğer grup içinde yer almaktadır. Bu bağlamda, Silifke çileği dolgulu çikolata tüketici tercihlerinde daha çok tercih edilmiştir. Çilek aromalı ve sade çikolatanın, panelist tarafından tercih edilip edilmemesinde farklılık yoktur.

Bu ürün haritası, Ercik'in çalışmasında elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Ercik'in araştırması, doğal yerel ürünlerle doldurulmuş çikolataların, aromalı veya sade çikolatalara göre daha lezzetli algılandığını ortaya koymuşken, aynı şekilde bu uygulama da benzer sonuçları doğrulamaktadır. Özellikle, tüketicilerin meyve aromalı çikolatalar ile sade çikolatalar arasında belirgin bir tat farkı algılamadığı gözlemlenmiştir. Bu, tüketici tercihlerinin, lezzet algılaması açısından, aromalı ve sade çikolatalar arasında çok belirgin bir fark yaratmadığını göstermektedir.



Şekil 6.2. Çikolata türlerine ait balon grafiği

Ercik'in çalışmasında, çikolata türlerinin tat, aroma, doku, kalıntı tadı ve genel beğeni düzeylerini değerlendirmek amacıyla 9 puanlık bir hedonik ölçek (1: Son derece kötü, 9: Mükemmel) kullanılmıştır. Silifke çileği dolgulu, çilek aromalı ve sade çikolataların duyuşsal kriterlerine ait değerlendirme sonuçlarının balon grafiği Şekil 6.2'de sunulmuştur.

Balon grafiği, farklı duyuşsal özellikler arasındaki ilişkilerin görselleştirilmesinde etkili bir araç olarak kullanılmıştır. Grafikte her bir balon, belirli bir çikolata türünün belirli bir duyuşsal özelliği temsil ederken, balonların büyüklüğü veya rengi o özelliğe ilişkin ortalama değerleri yansıtmaktadır. Şekil 6.2' de Silifke çileği dolgulu çikolataya ait duyuşsal özelliklerin diğer çikolata türlerine kıyasla daha farklı renkte balonlarla temsil edildiği görülmektedir.

Bu durum, ürün haritasında elde edilen çıkarımlarla paralel bir şekilde, Silifke çileği dolgulu çikolatanın diğer çikolatalardan ayrı bir grup oluşturduğunu göstermektedir. Diğer yandan, çilek aromalı ve sade çikolatalar, benzer özelliklere sahip bir grup olarak değerlendirilmektedir. Balon grafiği bu ayrışmayı görselleştirmede güçlü bir yöntem sunmaktadır.

Doğal ve yerel ürünlerle zenginleştirilmiş çikolatalar, tüketiciler tarafından aromalı veya sade çikolatalara kıyasla daha lezzetli olarak algılanmaktadır. Bu durum, tüketicilerin yerel

tatlara olan eğilimlerinin bir göstergesidir ve üreticiler için önemli bir pazarlama stratejisi oluşturabilir. Özellikle, doğal içeriklerin sunduğu tat üstünlüğü göz önüne alındığında, üreticilerin çikolatalarını yerel ürünlerle doldurmaları, tüketici beklentilerine daha uygun ürünler sunmaları açısından faydalı olacaktır.

Öte yandan, tüketiciler, meyve aromalı çikolatalarla sade çikolatalar arasında anlamlı bir tat farkı algılamamaktadır. Bu bulgu, çikolatalara aroma eklemenin, tüketici algısında bir farklılık yaratmadığı durumlarda, üreticiler için gereksiz bir yatırım unsuru olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, üreticilerin ürün geliştirme sürecinde, tüketici algısını ve tercihlerini dikkate alarak daha verimli stratejiler benimsemeleri önerilmektedir.

7. SONUÇ

Bu çalışma, BIB tasarımlarına ilişkin parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerin duyu analizlerdeki önemini hem teorik hem de pratik açıdan ele almıştır. BIB tasarımın özellikleri ve BIB tasarımına ilişkin parametrik olmayan yöntemlerin özellikleri incelenmiştir. Dağılım varsayımlarına bağlı kalmadan verileri analiz etmeyi mümkün kılan parametrik olmayan yöntemler, özellikle sıralama verileri gibi özel durumlarda daha etkili sonuçlar sağlamaktadır.

BIB tasarımları, özellikle deneylerin daha az kaynakla gerçekleştirilmesini sağlayarak panelist yorgunluğunu azaltmak ve maliyet etkinliği sağlamak açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Ercik (2024)'in çalışmasından yola çıkarak, Silifke çileği dolgu çikolata, çilek aromalı çikolata ve sade çikolata türleri arasındaki duyu farklılıkları, panelistlerin genel kabulüne göre analiz edilmiştir. (3,2,54) ve (3,2,12) parametrelerine sahip BIB tasarımlarının kullanıldığı bu çalışmada, parametrik olmayan testler ve görselleştirme teknikleriyle elde edilen bulgular detaylı şekilde değerlendirilmiştir.

Ercik' in (2024) çalışmasında çikolata türleri arasındaki farkı frekans analizi ile belirlerken bu çalışmada; çikolata türleri arasındaki fark olup olmadığı düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi ile yokluk hipotezi test edilerek sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada, (3,2,54) ve (3,2,12) tasarımları için düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi uygulanmış ve aynı analiz sonuçları elde edilmiştir. Çikolata türleri arasında Silifke çileği dolgu çikolata daha fazla kabul edilmiş, çilek aromalı ve sade çikolatalar arasından belirgin tat farkı bulunmamıştır. Ercik'in (2024) çalışması, dolgu çikolataların tüketiciler tarafından daha çok kabul görmesiyle bu çalışma paralel sonuçlara sahiptir. Ancak bu çalışma, Ercik'in (2024) çalışmasından BIB deney tasarımına sahip olmasıyla ve yokluk hipotezi parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerden biri olan düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi ile test ederek çikolata türleri arasındaki farklılığı tespit etmesiyle ayrılmaktadır.

(3,2,12) ve (3,2,54) parametrelerine sahip BIB tasarımına düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi uygulanmış ve test sonuçlarında dolgulu çikolatanın diğer çikolata türlerine göre daha çok kabul gördüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, daha az sayıda panelist kullanarak daha düşük değerli λ ve r parametreleri ile oluşturulan BIB tasarımıyla, daha fazla sayıda panelist kullanılarak oluşturulan daha yüksek değerli λ ve r parametrelerine ile oluşturulan BIB tasarımıyla aynı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Daha az sayıda panelist kullanılarak da aynı sonuçlar elde edilebileceği, bu sonuçların duyuşal yorgunluk göz önüne alındığında daha güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Yerel ürünlerle dolgu yapılmış çikolataların, aromalı ve sade çikolatalara kıyasla tüketiciler tarafından daha lezzetli olarak algılanmıştır. Bu durum, tüketicilerin yerel tatlılara olan eğilimlerinin bir yansıması olup, üreticiler için önemli bir pazarlama fırsatı yaratmaktadır. Bu bağlamda, üreticilerin ürün geliştirme süreçlerinde, tüketici algılarını ve tercihlerini dikkate alarak, daha verimli ve maliyet etkin stratejiler geliştirme amacıyla Durbin sıra sayıları yöntemine başvurulabilir.

Panelistlerin duyuşal algılarını daha iyi anlamak ve farklı ürünler arasındaki ilişkileri görselleştirmek amacıyla ürün haritaları ve balon grafikleri gibi teknikler kullanılmıştır. Bu görselleştirme yöntemleri, ürünlerin duyuşal özelliklerini ve tüketici algılarındaki farklılıkları kolayca yorumlanabilir hale getirmiştir. Örneğin, Silifke çileği dolgulu çikolatanın diğer çikolatalardan belirgin şekilde ayrıldığı ve tüketiciler tarafından daha çok tercih edildiği net bir şekilde gözlemlenmiştir. Görselleştirme tekniklerinin bu tür içgörüler sunması, duyuşal analizlerde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışma, duyuşal analizlerin daha geniş bir ürün yelpazesinde uygulanabileceğini ve parametrik olmayan yöntemlerin kombinasyonu ile daha güçlü sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir. Özellikle, veri analizi ve görselleştirme yöntemlerinin entegrasyonu, ürün geliştirme süreçlerinde daha etkili stratejilerin belirlenmesine yardımcı olabilir. Gelecekte, bu yöntemlerin farklı ürün gruplarında kullanılması, duyuşal analizlerin kapsamını ve etkisini artıracaktır.

Elde edilen bulgular, gıda endüstrisinde tüketici odaklı yaklaşımların önemini bir kez daha göstermiş ve bu alandaki karar alma süreçlerine rehberlik edebilecek bilgiler sunmuştur.

KAYNAKLAR

- Agresti, A., Yang, M. C. (1987). An empirical investigation of some effects of sparseness in contingency tables. *Computer Statistical Data Analysis*, 5(1), 9-21.
- Anderson, R. L. (1959). Consumer preference analysis in contingency tables. *Journal of Marketing Research*, 15(4), 232-242.
- Akkaya, A. (2017). *Depolama işleminin baklavanın duyuşal kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep, 28-36.
- Altaş, D., Akyol, A. (2014). *Şarap sektöründe tüketici bakış açısından marka tercihi ve konumlandırmasının çok boyutlu ölçekleme ile analizi*. 19. Ulusal Pazarlama Kongresi, Gaziantep, 90.
- Alvo, M., Cabilio, P. (1991). On the balanced incomplete block design for rankings. *The Annals of Statistics*, 19(3), 1597-1613.
- Bakker, R., Poole, K. T. (2013). Bayesian metric multidimensional scaling. *Political Analysis*, 21(1), 125-140.
- Best, D. J., Rayner, J. C. W. (1990). A comparison of some rank tests used in taste testing. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 20(3), 269-272.
- Best, D. J., Rayner, J. C. W. (1997). A graphical method for analyzing linear, quadratic, and cubic effects in product evaluation. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 58(1), 1-11.
- Best, D. J., Rayner, J. C. W., Thas, O. (1999). Developing product maps for ordinal categorical data using linear, quadratic, and cubic effects. *Food Quality and Preference*, 10(5-6), 435-442.
- Best, D. J., Brockhoff, P. B., Rayner, J. C. W. (2006). Test for balanced incomplete block ranked data with ties. *Statistica Neerlandica*, 60(1), 3-11.
- Bi, J. (2008). Computer-intensive methods for sensory data analysis, exemplified by Durbin's rank test. *Food Quality and Preference*, 20(3), 195-202.
- Bi, J., Ennis, D. M. (1999). Beta-binomial tables for replicated difference and preference tests. *Journal of Sensory Studies*, 14(3), 347-369.
- Borg, I., Mair, P. (2017). A method for analyzing all possible solutions of multidimensional scaling with different starting configurations. *Journal of Multivariate Analysis*, 160(1), 95-107.
- Box, G. E. P., Hunter, W., Hunter, S. (1978). *Statistics for experimenters*. New York: John Wiley and Sons, 1(1), 92-219.

- Bradley, R. A. (1954). Incomplete block rank analysis: On the appropriateness of the model for a method of paired comparisons. *Biometrics*, 3(3), 375-390.
- Bradley, J. V. (1968). *Distribution free statistical tests*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 283-310.
- C. Deha Doğan. (2009). Yeniden örnekleme yöntemleri: Kavram ve R uygulamaları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(6), 1-10.
- Carroll, J. D., Chang, J. J. (1970). Analysis of individual differences in multidimensional scaling via an N-way generalization of Eckart-Young decomposition. *Psychometrika*, 35(3), 283-319.
- Carroll, J. B. (1972). *Multidimensional scaling: Theory and applications in the behavioral sciences*. New York: Seminar Press, 105-155.
- Carroll, J. D., Green, P. E. (1997). *Marketing research: A handbook of practical applications*. California: Sage Publications, 193-219.
- Coombs, C. H. (1964). *A theory of data*. New York: John Wiley and Sons, 585.
- Çelik, U. (2004). Marine edilmiş akitades (*Tapes decussatus* L., 1758)'in kimyasal kompozisyonu ve duyuusal analizi. *Su Ürünleri Dergisi*, 21(3), 45-52.
- Daniel, W. W. (1990). *Applied nonparametric statistics* (Second Edition). Boston: PWS-Kent Publishing Company. 352-370.
- De Leeuw, J. (2005). Multidimensional scaling: *The handbook of marketing research: Uses, misuses, and future advances*. California: Sage Publication, 1-12.
- DeSarbo, W. S., and Kim, Y. (2013). Unfolding models in marketing: Applications in consumer preference analysis. *Journal of Marketing Research*, 50(5), 655-668.
- Doğan, C. D. (2017). Applying bootstrap resampling to compute confidence intervals for various statistics with R. *Eurasian Journal of Educational Research*, 68(1), 1-18.
- Durbin, J. (1951). Incomplete blocks in ranking experiments. *British Journal of Psychology Statistical Section*, 4(1), 85-90.
- Edgington, E. S., Onghena, P. (2007). *Randomization tests*. New York: Chapman and Hall/CRC, 81.
- Elyıldırım, G. (2012). *Dengeli tamamlanmamış blok tasarımları ve duyuusal değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ennis, D. M. (1993). The power of sensory discrimination methods. *Journal of Sensory Studies*, 8(4), 53-70.
- Ercik, C., Çoban, Ö. (2024). The effect of taste perception of locally processed foods on consumer attitudes. *Journal of Multidisciplinary Academic Tourism*, 9(3), 301-315.

- Erdoğan, S. (2011). Tanı koyma amaçlı yapılan tıbbi çalışmalarda jackknife, bootstrap ve çapraz geçerlilik yöntemlerinin kullanımı. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 45-49.
- Fisher, R. A. (1935). The design of experiments. UK, London: Oliver and Boyd Ltd, 93-106.
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200), 675-701.
- Gacula, M. C. Jr., Kubala, J. J. (1972). Data analysis: Interblock and intrablock estimates of variance on taste panel data., *Journal of Food Science*, 37(6), 832-836.
- Gacula, M. C. (1993). Design and analysis of sensory optimization. *Food and Nutrition Press Inc*, 35-38.
- Gacula, M. C. Jr., Best, D. J. (1995). Consumer data statistical tests for differences in dispersion. *Food Quality and Preference*, 6(4), 221-225.
- Gacula, M. C. Jr., Singh, J., Bi, J., Altan, S. (2009). *Statistical methods in food and consumer science* (Second Edition). Amsterdam: Elsevier, 169-182
- Galinat, W. C., Everett, H. L. (1949). A technique for testing flavor in sweet corn. *Agronomy Journal*, 41(10), 443.
- Gökpınar, F., Bayrak, H., Yıldız, D., Yiğit, E. (2011). Dengeli tamamlanmamış blok tasarımında duyu analizi için düzeltilmiş Durbin sıra sayıları testi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1(1), 1-12.
- Green, P. E., Carmone, F. J. (1970). *Multidimensional scaling and related techniques in marketing analysis*. Boston: Allyn and Bacon.
- Greenhoff, K., MacFie, H. J. H. (1994). *Measurement of food preferences*. Boston: Springer, 85-122.
- Groenen, P., van de Velden, M. (2004). Multidimensional scaling. *Econometric Institute Research Reports*, Erasmus University Rotterdam, 15.
- Gül, H. H. (2014). *Eksik blok tasarımlarında parametrik olmayan metotlar*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 6-10.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis* (Seventh Edition). New Jersey: Prentice-Hall, 1-29.
- Hanson, H. L., Kline, L., and Lineweaver, H. (1951). Application of balanced incomplete block design to scoring of ten dried egg samples. *Food Technology*, 5(1), 9.
- Harper, R. (1997). *A short history of sensory analysis in the United Kingdom*. Cambridge: Science Publishing, 19-63.

- Hemmer, M. T. (2012). *Nonparametric test for the umbrella alternative in a randomized block design and balanced incomplete mixed design*. Master's Thesis, North Dakota State University of Agriculture and Applied Science, Fargo, 93-102.
- Hollander, M., Wolfe, D. A. (1999). *Nonparametric statistical methods*. New York: John Wiley and Sons, 93-105.
- Howell, D. C. (2007). *Statistical method for psychology* (Seventh Edition). USA: Wadsworth Cengage Learning, 461-515.
- Hugi, A., Voirol, E. (2001). *Instrumental measurements and sensory parameters*. England: CRC Press, 201-220.
- İnternet: Candoğan, K. (2018). Duyusal analiz yöntemleri farklılık testleri. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/98953/mod_resource/content/2/G%20DM-311-duyusal%20analiz-HAFTA-6.pdf , Son Erişim Tarihi: 10.09.2023.
- İnternet: Eye Bread Project. (2018). Duyusal analiz el kitabı. https://ww+w.eyebreadproject.com/wp-content/uploads/2018/07/DuyusalAnaliz-El-Kitab%C4%B1_TR.pdf , Son Erişim Tarihi 06.03.2023.
- İnternet: Koyuncuoğlu, İ. (2024). Yeniden örnekleme yöntemleri ve bootstrap yeniden örnekleme yöntemi. URL: <https://ilkaykoyuncuoglu.medium.com/yeniden-%C3%B6rnekleme-y%C3%B6ntemleri-ve-bootstrap-yeniden-%C3%B6rnekleme-y%C3%B6ntemi-7c1339a236da> , Son Erişim Tarihi: 10.06.2023.
- İnternet: Yaralı, E. (2018). Gıdalarda duyusal analizler. <https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/gidalar%20da%20duyusal%20analizler.pdf> , Son Erişim Tarihi: 24.01.2024.
- Kahraman, K. (2020). Osmanlı mutfağından günümüze aynı isimle gelen seçilmiş et yemeklerinin içerik incelemesi ve duyusal analizi: Balıkesir örneği. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 31.
- Karaağaoğlu, E. (2013). Bir deney tasarımı türü: Rasgele blok düzeni. *Türk Biyokimya Dergisi*, 38(1), 12-16.
- Kleef, E., Trijp, H. C. M., Luning, P. (2006). Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference*, 17(5), 388-401.
- Knowles, I. L. (1992). New product concept generation with multidimensional scaling and unfolding: A micro-feature approach. *Journal of Marketing Research*, 29(2), 123–145.
- Kruskal, J. B. (1964). Nonmetric multidimensional scaling: A numerical method. *Psychometrika*, 29(1), 115-129.

- Larmond, E. (1977). Laboratory methods for sensory evaluation of food. *Central Experimental Farm, Canada*, 19-63.
- Lawless, H., Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Science principles and practices* (Second Edition). New York: Ithaca, 302-325.
- Ludbrook, J., and Dudley, H. (1988). Why permutation tests are superior to t and F tests in biometrical research. *The American Statistician*, 52(2), 127-132.
- MacFie, H. J. H. Piggott, J. R. (2012). *Alcoholic beverages: Sensory evaluation and consumer research*. Cambridge: Woodhead Publishing, 436-476.
- Mair, P., Borg, I., Rusch, T. (2016). Goodness-of-Fit Assessment in Multidimensional Scaling and Unfolding. *Psychometrika*, 81(4), 772-789.
- Mansouri, H., Shaw, C. (2004). Nonparametric multiple comparison procedures for ordered parameters in balanced incomplete blocks. *Computational Statistics and Data Analysis*, 46(3), 593-604.
- Marquardt, R. A., Pearson, A. M., Larzelere, H. E., Grieg, W. S. (1963). Use of the balanced lattice design in determining consumer preferences for ham containing 16 different combinations of salt and sugar. *Journal of Food Science*, 28(4), 421.
- Margolin, B. H. (1982). *Blocks, balanced incomplete* (Vol.1). Encyclopedia of Statistical Sciences, 284-288.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2012). *Duyusal test teknikleri*. Gıda Teknolojisi. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Murray, J. M., Delahunty, C. M., Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: Past, present, and future. *Food Research International*, 34(6), 461-471.
- Murray, J. (2013). Likert data: What to use, parametric or non-parametric? *International Journal of Business and Social Science*, 4(11), 258.
- Newell, G. J., Macfarlane, J. D. (1987). Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *Journal of Food Science*, 52(6), 1721-1725.
- Onoğur, T., Elmacı, Y. (2019). *Gıdalarda duyusal değerlendirme*. İzmir: Gıda Teknolojisi Yayınları.
- Poturak, M., Göksu, A. (2012). Pazarlama araştırmalarında çok boyutlu ölçekleme yöntemleri. *Pazarlama Dünyası Dergisi*, 2(1), 202-210.
- Puto, C. P., Wells, W. D. (1984). Informational and transformational advertising: The differential effects of time. *Advances in Consumer Research*, 11(1), 638-643.
- Raghavarao, D., Padgett, L. V. (2005). *Block designs analysis: Combinatorics and applications* (Vol. 17). Singapore: World Scientific Publishing, 45-79.

- Rink, D. R. (1987). An improved preference data collection method: Balanced incomplete block designs. *Academy of Marketing Science*, 15(1), 54-61.
- Shepard, R. N. (1962). The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrika*, 27(2), 125-140.
- Sprott, D. A. (1962). Listing of BIB designs from $r = 16$ to 20. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics*, 24(3), 203-204.
- Steffire, J. E. (1969). Multidimensional Scaling in Marketing Research. *Journal of Marketing Research*, 6(1), 69-75.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., Dickey, D.A. (1997). *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach*. USA: McGraw-Hill, 352-374.
- Tucker, L. R. (1960). An inter-battery method of factor analysis. *Psychometrika*, 25(4), 330-334.
- Uçan, B. Z. (2021). *Farklı baharat kombinasyonları ile hazırlanan raw food ürünlerinin duyu analizi yöntemi ile değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 33-36.
- Yates, F. (1936). Incomplete randomized blocks. *Annals of Eugenics*, 7(2), 121-140.

EKLER

EK-1. Durbin Test Sonuçları

```

Durbin Test
=====
Value      : 126.3676
DF 1       : 2
P-value    : 0
Alpha      : 0.05
DF 2       : 160
t-Student  : 1.974902

Least Significant Difference
between the sum of ranks: 8.874248

Parameters BIB
Lambda     : 54
Treatmeans : 3
Block size : 2
Blocks     : 162
Replication: 108

Comparison between treatments
Sum of the ranks

              difference pvalue signif.
aromalı - dolgulu    -81.5 0.0000   ***
aromalı - sade       -2.5 0.5788
dolgulu - sade       79.0 0.0000   ***

```

Resim 1. (3,2,54) tasarıma ait Durbin test sonuçları

```

Durbin Test
=====
Value      : 26.72727
DF 1       : 2
P-value    : 1.571254e-06
Alpha      : 0.05
DF 2       : 34
t-Student  : 2.032245

Least Significant Difference
between the sum of ranks: 4.977962

Parameters BIB
Lambda     : 12
Treatmeans : 3
Block size : 2
Blocks     : 36
Replication: 24

Comparison between treatments
Sum of the ranks

              difference pvalue signif.
aromalı - dolgulu    -16.5 0.000   ***
aromalı - sade        3.0 0.229
dolgulu - sade       19.5 0.000   ***

```

Resim 2. (3,2,12) tasarıma ait Durbin test sonuçları



Gazili olmak ayrıcalıktır